

Instrumentación Médica en el Mundo en Desarrollo

Robert Malkin, Editor

Engineering World Health

Memphis, TN

Derechos de Autor © 2006 por Engineering World Health

Todos los derechos reservados.

Reproducción o traducción de cualquier parte de este trabajo más allá de lo permitido por las secciones 107 y 108 del Acta de Derechos de Autor US sin el permiso de Engineering World Health es ilegal. Solicitudes para permisos o más información debe ser dirigida a Engineering World Health, 111 South Highland, Suite 289, Memphis TN, 38111.

Impreso en los Estados Unidos de América por Engineering World Health

Reenviar

El fenómeno común en la mayoría de los países en desarrollo es la presencia de equipo de laboratorio que no es utilizable o no utilizado porque no es apropiado para las necesidades locales, es instalado inapropiadamente, o está dañado al momento de entrega. Los usuarios finales a menudo no están capacitados en el uso y mantenimiento del equipo.

-adaptado de la Organización Mundial de la Salud

¿Para quién es este libro?

¿Cómo prueba usted un desfibrilador en un cerdo recién sacrificado? ¿Cómo puede usted utilizar un pedazo de pollo para probar una unidad electroquirúrgica? ¿Cómo puede usted probar las luces de fototerapia antes de liberarlas para usarlas en infantes cuando usted no tiene un fotómetro? Estas son el tipo de preguntas que un ingeniero trabajando en el mundo en desarrollo se hace todos los días. El equipo de prueba apropiado no está disponible, y el hospital tiene una necesidad urgente. Usted no puede ni liberar el equipo sin probarlo, ni negarle al equipo médico la única pieza de equipo que le podría ayudar al paciente. ¿Qué debería hacer usted? Este libro suministra respuestas: los tipos de pruebas prácticas y sugerencias de reparaciones que los ingenieros pueden utilizar cuando están en un hospital pobremente equipado, lejos de un departamento clínico de ingeniería.

Si usted es un ingeniero que pronto ira al mundo en desarrollo, un técnico de un país en desarrollo o simplemente alguien quien visitará un país tercermundista quien desea ayudar con la tremenda falta de tecnología médica funcionando, entonces este libro es para usted.

Este libro está escrito primordialmente para ingenieros y técnicos que viajaran al mundo en desarrollo para trabajar en una instalación de salud secundaria, típicamente pública. Aunque leer este libro y llevar este libro con usted no lo puede preparar completamente para la aventura de trabajar en el mundo en desarrollo, debería ayudarle a saber que esperar, técnicamente.

Lo que este libro cubre

El cuerpo de este trabajo está dividido en secciones, cada una lidiando con una pieza de equipo individual. En el 2003, Engineering World Health reporto que 44% de los problemas en equipos médicos encontrados en el mundo en desarrollo son errores de usuarios (solo un poco más alto de lo encontrado en los Estados Unidos). Por lo tanto la mitad de cada sección está dedicada a explicar el uso clínico del equipo y su principio de operación. Tomadas juntas, el ingeniero diligente debería ser capaz de figurar la operación del dispositivo sin el manual (ya que el manual a menudo falta en el mundo en desarrollo).

Alrededor del 27% de los problemas vistos en el mundo en desarrollo reportados de están relacionados al suministro de poder. Los suministros de poder no son tratados en este libro ya que están cubiertos extensamente en el manual de laboratorio que le acompaña.

La mayoría del 25% de los problemas de equipo restantes vistos en el mundo en desarrollo son descritos en este libro.

Más importante, tal vez, que describir los problemas más probables, este libro da información detallada en como probar una pieza de equipo para determinar si está funcionando. A menudo este *muy* importante paso en cualquier reparación *no* es cubierto en los manuales de campo y es bastante retador en el mundo en desarrollo, donde a menudo no hay equipo de prueba.

Lo que este libro no cubre

Este libro no cubre equipo de imágenes de diagnóstico. Esta especialidad es vista con menos frecuencia en el mundo en desarrollo, pero más al punto, requiere conocimiento y equipo especializado típicamente no disponible para el ingeniero voluntario que pasa unas pocas semanas en un hospital del mundo en desarrollo. Si el problema no es un error de usuario, entonces el ingeniero probablemente no será capaz de reparar el dispositivo.

Este libro tampoco cubre equipo de laboratorio automatizado. Este equipo es poco apropiado para el mundo en desarrollo ya que requiere paquetes de reactivos costosos y mantenimiento frecuente. El mantenimiento y reparación a menudo requieren conocimiento y herramientas que probablemente no estarán disponibles. En la mayoría de los casos, el ingeniero voluntario estará mejor pasando su tiempo en alguna otra parte del hospital.

Como utilizar este libro

El material en la introducción y al final del libro puede ser útil de leer antes de viajar. Las secciones acerca de vivir y trabajar en el mundo en desarrollo cubren algunos puntos críticos que pueden lograr que usted disfrute del viaje más. El listado de herramientas debería ser utilizado como una guía para empacar sus bolsas revisadas (usted debe de asumir que no habrán herramientas disponibles en un hospital en el mundo en desarrollo). La sección acerca de solucionar problemas es un buen repaso de los principios básicos, si se siente oxidado en esa área.

Probablemente no será muy útil leer cada sección acerca de cada pieza de equipo. El propósito de este libro es que lo lleve con usted durante su viaje. Cuando usted encuentre una pieza de equipo, antes de comenzar el diagnóstico y reparación, lea la sección correspondiente del libro. Repase las reglas para solucionar problemas si usted no ha estado en esta situación en algún tiempo. Luego comience su investigación y diagnóstico.

Para la mayoría del equipo, usted debe de probarlo antes de devolvérselo al usuario. Pero, usted probablemente no tendrá el equipo de prueba apropiado. Cada sección describe una prueba que usted puede hacer, si usted tiene el juego de herramientas recomendado. Lleve a cabo estas pruebas tantas veces como necesite para asegurar que el equipo está en buenas condiciones de trabajo antes de retornarlo a ser usado.

Como fue creado este libro

Este libro fue escrito por la facultad y estudiantes del Instituto de Verano de Ingeniería Mundial así como por otros ingenieros quienes han trabajado en el mundo en desarrollo. Déjenos saber si usted piensa que tiene un capítulo, sección o corrección para contribuir. Talvez hay una mejor manera de probar un dispositivo o un procedimiento de prueba más meticuloso. Es solo a través de nuestros esfuerzos combinados que libros como este pueden hacerse disponibles para la gente del mundo en desarrollo y los voluntarios que les están ayudando.

Robert Malkin

robert.malkin@ewh.org

Director, Engineering World Health

Este libro fue escrito con grandes contribuciones de participantes de EWHSI y otros: Ben Schnitz, Frank Watts, Matt Christensen, Jody Riskowski, Mary Widner, James Needham, Jose Pujol, Bruce Carr, Meera Gopalakrishnan, Dave Harrington, Lauren Cooper, Chris Edmonds, Diane Muratore, William Hall, Michael Scott, Amber Jaeger, Zachary Crannell, Sarah Beykirch, David Sylvester, Sara Schubert, Brian Harry, Darcee Nelson, Michael Sealander, Margaret Lutz, Frank Billon, Nelson Riedel, Cynthia Moreno, Michelle Garst

Tabla de Contenidos

Renviar	ii
1 Introducción al Equipo Médico del Mundo en Desarrollo.....	1
1.1 Que caracteriza al Mundo en Desarrollo.....	1
1.2 Tecnología de Salud en el Mundo en Desarrollo.....	3
1.3 Trabajando dentro de una comunidad.....	6
1.4 Cuando usted regresa.....	9
1.5 Conclusiones.....	10
1.6 Referencias.....	10
2 Equipo encontrado en SC, UCI, y SE.....	11
2.1 Trabajando en la Sala de Operaciones y la UCI.....	11
2.1.1 Vestimenta.....	11
2.1.2 Manos y Comportamiento.....	11
2.1.3 Trabajando en la UCI.....	12
2.1.4 Secciones de cada Capítulo.....	13
2.2 Ventiladores.....	15
2.2.1 Uso clínico y Principios de Operación.....	15
2.2.2 Problemas Comunes.....	18
2.2.3 Pruebas mínimas sugeridas.....	19
2.3 Concentradores de Oxígeno.....	20
2.3.1 Uso Clínico y Principios de Operación.....	20
2.3.2 Problemas Comunes.....	21
2.3.3 Pruebas mínimas sugeridas.....	21
2.4 Bombas de Fluidos.....	22
2.4.1 Uso Clínico y Principios de Operación.....	22
2.4.2 Problemas Comunes.....	23
2.4.3 Pruebas mínimas sugeridas.....	24
2.5 Electrocardiógrafos.....	25
2.5.1 Uso Clínico y Principios de Operación.....	25
2.5.2 Problemas Comunes.....	28
2.5.3 Pruebas mínimas sugeridas.....	30
2.6 Máquinas de Presión Sanguínea.....	31
2.6.1 Uso Clínico y Principios de Operación.....	31
2.6.2 Problemas Comunes.....	33
2.6.3 Pruebas mínimas sugeridas.....	34
2.7 Oxímetro de Pulso.....	36
2.7.1 Uso Clínico y Principios de Operación.....	36
2.7.2 Problemas Comunes.....	37
2.7.3 Pruebas mínimas sugeridas.....	37
2.8 Desfibriladores.....	38
2.8.1 Uso Clínico y Principios de Operación.....	38
2.8.2 Problemas Comunes.....	39
2.8.3 Pruebas mínimas sugeridas.....	39

2.9	Monitor Fetal y Doppler Fetal.....	41
2.8.1	Uso Clínico y Principios de Operación.....	41
2.9.2	Problemas Comunes.....	42
2.9.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	43
2.10	Incubadora Infantil.....	44
2.10.1	Uso Clínico y Principios de Operación.....	44
2.10.2	Problemas Comunes.....	45
2.10.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	45
2.11	Calentador Infantil.....	46
2.11.1	Uso Clínico y Principios de Operación.....	46
2.11.2	Problemas Comunes.....	47
2.11.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	47
2.12	Luces de Fototerapia.....	48
2.12.1	Uso Clínico y Principios de Operación.....	48
2.12.2	Problemas Comunes.....	48
2.12.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	49
2.13	Medidor de Ritmo Respiratorio o Monitor Apnea.....	50
2.13.1	Uso Clínico y Principios de Operación.....	50
2.13.2	Problemas Comunes.....	51
2.13.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	51
2.14	Máquinas de Electrocirugía.....	52
2.14.1	Uso Clínico y Principios de Operación.....	52
2.14.2	Problemas Comunes.....	53
2.14.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	54
2.15	Máquinas de Succión.....	55
2.15.1	Uso Clínico y Principios de Operación.....	55
2.15.2	Problemas Comunes.....	56
2.15.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	57
2.16	Luces de Operación y Otras Luces.....	59
2.16.1	Uso Clínico y Principios de Operación.....	59
2.16.2	Problemas Comunes.....	61
2.16.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	61
2.17	Máquinas de Anestesia.....	62
2.17.1	Uso Clínico y Principios de Operación.....	62
2.17.2	Problemas Comunes.....	66
2.17.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	67
2.18	Gases Envasados.....	68
2.18.1	Uso Clínico y Principios de Operación.....	68
2.18.2	Problemas Comunes.....	68
2.18.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	70
2.19	Baterías.....	71
2.19.1	Uso Clínico y Principios de Operación.....	71
2.19.3	Problemas Comunes.....	72
2.19.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	76

3	Equipo encontrado en el Laboratorio Clínico.....	77
3.1.1	Secciones encontradas en esta parte del libro.....	77
3.2	Balanzas.....	79
3.2.1	Uso y Principios de Operación.....	79
3.2.2	Problemas Comunes.....	79
3.2.3	Pruebas mínimas sugeridas.....	80
3.3	Motores Centrifugas y Eléctricos.....	81
3.3.1	Uso y Principios de Operación.....	81
3.3.2	Problemas Comunes.....	82
3.3.3	Motores.....	83
3.3.4	Pruebas Sugeridas.....	84
3.4	Micrótomos.....	86
3.4.1	Uso y Principios de Operación.....	86
3.4.2	Problemas Comunes.....	86
3.5	Baños María, Platos Calientes y de Agitación.....	88
3.5.1	Uso y Principios de Operación.....	88
3.5.2	Problemas Comunes.....	89
3.6	Microscopios.....	90
3.6.1	Uso y Principios de Operación.....	90
3.6.2	Problemas Comunes.....	91
3.7	Autoclaves.....	92
3.7.1	Uso y Principios de Operación.....	92
3.7.2	Problemas Comunes.....	93
3.7.3	Pruebas sugeridas.....	94
3.8	Incubadoras de Laboratorio.....	96
3.8.1	Uso y Principios de Operación.....	96
3.8.2	Problemas Comunes.....	96
3.9	Purificadores de Agua.....	98
3.9.1	Uso y Principios de Operación.....	98
3.9.2	Problemas Comunes.....	101
3.9.3	Pruebas sugeridas.....	102
3.10	Hornos de Laboratorios Clínicos.....	103
3.10.1	Uso y Principios de Operación.....	103
3.10.2	Problemas Comunes.....	103
4	Temas Relacionados.....	105
4.1	Seguridad Eléctrica.....	105
4.1.1	Toma corrientes o enchufes eléctricos.....	106
4.1.2	60 Hz versus 50 Hz.....	107
4.2	Solucionando Problemas de Equipo Médico.....	110
4.3	Juegos de Herramientas Mínimas Recomendadas.....	114
4.4	Definiciones de Algunos Equipos Médicos Comunes.....	115
4.5	Diccionario Español-Inglés para un IBM.....	120
4.6	Fuentes Posibles de Equipo y Partes de Repuesto.....	136
4.7	Lecturas, Manuales y Más Fuentes de Información.....	141
4.7.1	Fuentes de Libros y Otra Información.....	141
4.7.2	Sitios Web con Información.....	142
4.7.3	Libros Recomendados.....	143

4.8	Unidades y Factores de Conversión.....	145
4.8.1	Factores de Conversión.....	145
4.8.2	Múltiplos de Diez.....	147

1 Introducción al Equipo Médico del Mundo en Desarrollo

Para proveer cuidados de salud efectivamente, aún el más básico de los hospitales debe de tener tecnología funcionando [1], [2]. Aun así, en un hospital del mundo en desarrollo, hasta un 60% del equipo no funciona [3]. Herramientas de diagnóstico básicas, tales como imágenes de rayos-X [4], no existen, no funcionan, o les falta la infraestructura necesaria para ser utilizadas en la mayoría de los hospitales clínicos del mundo. El equipo de laboratorio clínico funcionando a menudo consiste de nada más que una centrifuga de manivela y un microscopio con una luz dañada.

Es en este ambiente desolado de equipos en el que el ingeniero voluntario se encuentra insertado. El tener éxito ciertamente depende del conocimiento técnico y habilidades que el ingeniero trae con él. Conocer el campo político y económico ciertamente ayuda en negociar lo delicado de remover una pieza de equipo para repararla. Sin embargo, el éxito también depende de una admisión y un entendimiento del papel que la ingeniería ha jugado en causar tal desolación.

La ingeniería ha jugado un papel crítico en crear una situación donde solo una pequeña fracción de la población mundial puede acceder a lo que los Americanos consideran tecnología médica de rutina. Por ejemplo, las imágenes de rayos-X y los microscopios han existido en el ambiente clínico por más de 100 años. Aun así, los diseños modernos de estas herramientas básicas típicamente operan un poco más de seis meses una vez son introducidos en el mundo en desarrollo. Es, al menos en parte, el diseño de dicho equipo lo que ha fallado en la mayoría del mundo y diseño es el dominio de la ingeniería biomédica.

1.1 Lo que caracteriza al mundo en desarrollo

¿Qué es el Desarrollo Humano?

(Adaptado de: Programa de Desarrollo de la Naciones Unidas, 2003)

“El propósito básico del desarrollo es ampliar las elecciones de las personas. En principio, estas elecciones pueden ser infinitas y pueden cambiar con el tiempo. La gente a menudo valora logros que no se muestran, o no lo hacen inmediatamente, en ingreso o figuras de crecimiento: mayor acceso al conocimiento, mejores servicios de nutrición y salud, vidas más aseguradas, seguridad contra el crimen y violencia física, horas de tiempo libre, libertades políticas y culturales y sentido de participación en actividades comunitarias. El objetivo del desarrollo es crear un ambiente habilitador para que las personas disfruten vidas largas, saludables y creativas.”

Mahbud ul Haq

El desarrollo humano es más que solo el alza y caída de los ingresos nacionales. Es sobre crear un ambiente en el que las personas pueden desarrollar todo su potencial y llevar vías productivas y creativas de acuerdo a sus necesidades e intereses. Las personas son la verdadera riqueza de las naciones. Por lo tanto el desarrollo es acerca de expandir las elecciones que las personas tienen para vivir vidas que ellos valoren. Y por lo tanto es mucho más que el crecimiento económico, el cual solo es un medio – aunque uno bastante importante – de ampliar las elecciones de las personas.

Fundamental a extender estas elecciones está el edificar capacidades humanas – el rango de cosas que las personas pueden hacer o ser en la vida. Las capacidades más básicas para el desarrollo humano son vivir vidas largas y saludables, ser conocedores, tener acceso a los recursos necesarios para un modo de vida estándar y ser capaces de participar en la vida de la comunidad. Sin estas, muchas elecciones simplemente no están disponibles, y muchas oportunidades en la vida permanecen inaccesibles.

11 millones de niños bajo la edad de 5 mueren cada año de causas prevenibles – equivalente a 30,000 por día.

Alrededor de 1.2 billones de personas viven en menos de \$1 diario (1993), y 2.8 billones en menos de \$2 diarios.

34 millones de personas viven con VIH/SIDA (2000)

163 millones de niños con sobrepeso por debajo de los cinco años (1998)

El Índice del Desarrollo Humano

El Índice del Desarrollo Humano (IDH) es una medida del desarrollo humano en un país. El índice es calculado como una combinación de muchos factores, incluyendo la expectativa de vida al nacer (años), índice de alfabetismo en Adultos (% de edad 15 años en adelante), tasa bruta de inscripción primaria, secundaria y terciaria (%), **GDP** per cápita, índice de expectativa de vida, índice Educativo e índice **GDP**.

¿Cuáles son los países más pobres del mundo?

Los diez últimos países en el mundo son todos Africanos (Nombre(IDH)):

Mali/51.5
República Centroafricana/44.3
Chad/45.7
Guinea-Bisáu/44.8
Etiopia/43.9
Burkina Faso/46.7
Mozambique/39.3
Burundi/40.6

Níger/45.2
Sierra Leona/38.9

Los diez primeros países en el mundo son (Nombre/IDH):

Noruega/78.5
Suecia/79.7
Canadá/78.8
Bélgica/78.4
Australia/78.9
Estados Unidos/77.0
Islandia/79.2
Holanda/78.1
Japón/81.0
Finlandia/77.6

1.2 Tecnología del Cuidado de la Salud en el Mundo en Desarrollo

Las condiciones que han llevado a un índice de desarrollo humano bajo varían de un país al siguiente. Las reglas militares o de un-partido (persona) pueden llevar a un desarrollo humano bajo [5]. Falta de cumplimiento con los estándares internacionales en derechos humanos lleva a tortura y otro tratamiento que puede reducir el desarrollo humano. La guerra civil ha destrozado muchas de las naciones en el fondo del Índice de Desarrollo Humano de las NU.

Se dice a veces que hay factores inherentes, tales como el clima o la geografía, en regiones del mundo en desarrollo, las cuales contribuyen a su condición. El clima puede jugar un papel en algunas enfermedades. Sin embargo, en muchas naciones en desarrollo, hay un creciente sector privado para suministrar cuidados de salud. A pesar del clima y otras condiciones inherentes, el sistema privado típicamente suministra un excelente cuidado de la salud, rivalizando con el servicio que hay disponible en el mundo en desarrollo a un precio.

La relación entre el sector privado y el sector público es a menudo diferente en el mundo en desarrollo. En los Estados Unidos, el sector privado le sirve a la mayoría de la población a través de un seguro ofrecido por el empleador. Los usuarios pagan un pequeño co-pago. Los ciudadanos americanos sin seguro usan los hospitales públicos, donde a menudo el tratamiento es gratis. En el mundo en desarrollo, el sector privado le sirve a un pequeño porcentaje de la población (talvez 3-4%). Los usuarios deben de pagar la cuota completa por sus servicios. Los hospitales y clínicas públicas tratan a la mayoría de la población. Los usuarios del sistema público en el mundo en desarrollo deben, típicamente, aún pagar un pequeña cuota. Por lo tanto, distinto a los Estados Unidos pero más o menos similar a Europa, el cuidado de la salud para la mayoría de los ciudadanos es suministrado por un pequeño costo en los hospitales públicos.

Sin embargo, por la falta de tecnología, el estándar del cuidado puede ser bastante bajo. Un ejemplo de tecnología puede ser ilustrativo. Las imágenes de rayos-X de diagnóstico son críticas para un cuidado de la salud de calidad. Aun así, permanece indisponible para la mayoría de los hospitales en el mundo en desarrollo. Engineering World Health recientemente completo un pequeño estudio de la disponibilidad de imágenes de rayos-X de diagnóstico en algunos de los países más pobres del mundo [4]. Como parte de este reporte, EWH visito un total de ocho hospitales en Sierra Leona (el país más pobre del mundo), Haití (el país más pobre del hemisferio oeste) y Nicaragua (el segundo país más pobre del hemisferio oeste) [5]. El estudio documenta, las máquinas de rayos-X móviles, fijas, trabajando y no-trabajando, imágenes de diagnóstico, y de rayos-X. Donde las máquinas están averiadas, se anotó la causa para retirarla de servicio. Los resultados del estudio están resumidos en la tabla de abajo.

País	Hospital	Número de Máquinas de rayos-X Portátiles	Número de Máquinas de rayos-X Estacionarias	Número de Camas
Sierra Leona	Connaught	1 (1)	1 (2)	500
	Good Shepard	0	0 (1)	30
	Bo	0	1 (2)	225
	Kissy	0	0 (1)	150
Haití	Jacmel	0 (2)	1 (1)	250
	La Vallee	0	0	50
Nicaragua	La Mascota	0 (1)	0 (2)	250
	León	0 (1)	1 (2)	400

(Los números entre paréntesis son el número de máquinas averiadas.)

Cada hospital tenía al menos una sala de operaciones y una de cuidados intensivos. Los hospitales La Mascota y León conducen cirugías torácicas. Aun así, solo uno de los ocho hospitales tenía una máquina de rayos-X móvil, una herramienta típicamente considerada esencial para operaciones torácicas y casi esenciales en cualquier unidad de cuidados intensivos. En varios casos, el hospital tenía una máquina portátil, pero estaba averiada, muy a menudo por un tubo de rayos-X vencido. Las máquinas de rayos-X estacionarias también estaban averiadas porque no habían partes de repuesto disponibles, principalmente el tubo de rayos-X. Solo aproximadamente la mitad de los hospitales tenía una máquina de rayos-X estacionaria funcionando. Aun La Mascota, el hospital pediátrico más grande de Nicaragua (250 camas) no tenía una máquina de rayos-X de ningún tipo – estacionaria o móvil en el momento que este estudio se realizó. Siendo breves, una de las herramientas medicas más esenciales permanece grandemente indisponible en el mundo en desarrollo.

Problemas con Soluciones para la Tecnología del Cuidado de la Salud

Un ingeniero enfrentado con una pieza de equipo averiada desea arreglarla para ayudarle a la gente que ve alrededor. Sin embargo, es inevitable también tratar de imaginar soluciones para el problema más grande de una falta general de equipo. Antes de seleccionar la solución a los problemas que el ingeniero ve, es importante tener una visión realista de que problemas se pueden encontrar por soluciones de tecnología médica.

Ciertamente, el costo siempre en alza de los últimos desarrollos en la tecnología del cuidado de la salud es una de las barreras para implementar ciertas tecnologías. Por ejemplo, una sola máquina MRI puede costar US\$10, 000,000 o alrededor de 0.5% de toda la economía de Sierra Leona (opuesto al 0.0001% de la economía de los Estados Unidos) [11]. Mientras no es posible para Sierra Leona, un país de 5.6 millones de personas, comprar dicho equipo, la ciudad de Memphis, Tennessee, con 1.2 millones de ciudadanos, tiene más de cinco máquinas MRI. La Universidad de Saskatchewan recientemente instalo una máquina MRI para perros [12].

Sin embargo, en muchos casos, el costo capital no es la principal barrera de la tecnología en el mundo en desarrollo. Por ejemplo, muchas firmas Americanas están listas para donar su equipo usado, a veces funcionando, a hospitales necesitados. Estas donaciones bien intencionadas a menudo resultan en decepción y frustración para los que las reciben. Aun después de que el equipo ha sido donado, hay barreras para implementar la tecnología.

El problema más serio es la falta de partes de repuesto. Inevitablemente, el equipo se avería. Puede que ya no se encuentren partes de repuesto porque las partes ya no se fabrican y el personal local puede no tener la experiencia para encontrar alternativas. Para equipo más nuevo, puede que se fabriquen las partes, pero pueden no estar disponibles en el mundo en desarrollo. Aun cuando las partes se fabrican y hay disponibles, el costo puede ser prohibitivo. Aun cuando se puedan encontrar a un pequeño costo, el hospital puede no tener la experiencia o herramientas requeridas para ejecutar la reparación.

La falta de herramientas es un problema severo en el mundo en desarrollo. A veces no hay ni destornilladores o llaves disponibles para las personas responsables de darle mantenimiento al equipo médico. Equipo ligeramente más avanzado tal como los voltímetros y osciloscopios raramente están disponibles en los países más pobres del mundo. Equipo de prueba que los técnicos biomédicos consideran esenciales en los Estados Unidos, tal como simuladores de pacientes, pulmones artificiales y calibradores desfibriladores son casi inexistentes en el tercer mundo.

Luego de la falta de partes de repuesto y herramientas, la siguiente gran barrera es la falta de manuales de servicio. Como cada fabricante suministra manuales de servicio con su equipo, la falta de manuales de servicio es usualmente el resultado de donantes enviando equipo, pero fallando de donar los manuales de servicio y

usuario. Donde se compra el equipo, se pierden los manuales, o en el caso de los manuales de servicio, nunca estuvieron disponibles en el idioma nativo.

Otra cosa que falta es poder y agua confiables [13]. Para la mayoría del equipo de hoy en día se asume que contará con una infraestructura al menos de agua y electricidad [14]. En pequeñas cantidades, agua especializada no es un obstáculo. Sin embargo, típicamente no hay fuentes continuas disponibles. El poder eléctrico raramente está disponible de manera continua y confiable en los hospitales del mundo en desarrollo, y puede que ni siquiera haya disponible. Ciertamente hay algunas medidas las cuales inherentemente consumen tanto poder, tal como las MRI, que sin electricidad confiable deben de ser consideradas imposibles. Sin embargo, muchas medidas no requieren grandes cantidades de energía. Un diseño de equipo ideal toleraría grandes fluctuaciones en el voltaje de la red de poder, incluyendo baterías or respaldos/reservas manuales para periodos de cortes de poder. Sin embargo, la mayoría de los diseños disponibles hoy en día son intolerantes a las variaciones en la línea de poder.

Hay unos cuantos problemas sutiles que valen la pena mencionar. Hay un considerable “drenaje cerebral” del mundo en desarrollo. Esto quiere decir que el equipo médico moderno a menudo requiere técnicos altamente calificados para operarlo y mantenerlo. Sin embargo, una vez que un técnico o ingeniero se vuelve altamente calificado, son capaces de encontrar trabajos con mejor paga en el mundo desarrollado. Así que, se van. Los resultados es que hay pocos técnicos altamente calificados en el mundo en desarrollo, a pesar de la necesidad siempre presente de capacitación especializada para mantener el equipo médico.

Aun donde hay personal adecuadamente capacitado, el ambiente (no hay herramientas, ni partes de repuesto, ni manuales) puede llevar a la frustración. Corrupción en el gobierno, tal vez extendiéndose hasta los hospitales públicos o instalaciones de ingeniería clínicas centralizadas pueden sumarse a la frustración. Estar frustrado todo el tiempo con el trabajo puede llevar a desapego del ambiente. El desapego puede llegar al punto donde no se intenta trabajar, aun cuando el trabajo pueda ser logrado. Así que, a veces se da el caso en que el equipo permanece dañado, aun teniendo las herramientas, partes de repuesto y experiencia para reparar el equipo.

La proliferación de equipo desechable, donde existen alternativas reusables, es una difícil barrera que el hospital del mundo en desarrollo debe de sobrepasar. Por ejemplo, hay pocos, si algunos, hospitales en los Estados Unidos usando electrodos ECG metálicos reusables, para monitoreo de rutina, habiéndolos cambiado por almohadillas autoadhesivas, con base de esponja y desechables. Al principio, este sustituto pareciera menos costoso, ya que la aplicación es más rápida y no requiere limpieza y esterilización entre usos. Sin embargo, los ahorros de costos aparentes son costos de trabajo. En el mundo en desarrollo, los costos de trabajo son bastante bajos: los electrodos ECG metálicos son en realidad una alternativa más barata para un hospital del mundo en desarrollo. Es a menudo esta diferencia en el costo del trabajo que impulsa a los ingenieros biomédicos a desarrollar equipos

aparentemente más baratos (sistemas automatizados, paquetes de soluciones de calibración premezcladas, etc.) que en realidad son más costosas de operar en el mundo en desarrollo.

El uso de contratos de servicio para equipos sofisticados se ha vuelto un obstáculo incorporado al equipo. En otras palabras, el equipo está expresamente diseñado para recibir servicio a intervalos regulares. En algunos casos el equipo simplemente dejara de funcionar si no se le da mantenimiento cada seis meses. Estos altos niveles de servicio no son realistas en el mundo en desarrollo. El equipo debe de operar con el servicio mínimo por muchos años. Donde se requiere servicio, no debe de requerir capacitación especializada, herramientas (incluyendo una computadora) o manuales. Es particularmente frustrante el equipo que requiere conocimiento (a veces conocimiento arbitrario, tal como un código secreto) el cual solo puede ser adquirido después de completar el curso de capacitación del fabricante.

No-Problemas para la Tecnología en el Mundo en Desarrollo

Así como intentar implementar una solución para un problema que en sí mismo tiene problemas inherentes puede bloquear al mejor ingeniero, también lo pueden hacer evitar soluciones basadas en nociones preconcebidas y falsas de las barreras de la implementación de la tecnología en el mundo en desarrollo.

Un malentendido común es que los instrumentos tienen que ser simples. Esto simplemente no es verdad. Las personas en el mundo en desarrollo pueden ser capacitados para operar cualquier instrumento que usted puede ser capacitado para operar. De hecho, a menudo hay conocimiento acerca de la operación de instrumentos médicos en el mundo en desarrollo que ya no se pueden encontrar en el mundo desarrollado.

Aunque se mencionó arriba que solo el costo de un equipo moderno es una barrera, en muchos casos el gobierno puede reunir recursos para comprar una sola pieza costosa de equipo. Sin embargo si esta pieza de equipo requiere una infraestructura costosa para operar, tal como herramientas especializadas, mantenimiento frecuente, o personal de servicio especialmente capacitado, entonces la preciada inversión del país probablemente funcionará solo los primeros meses y después se detendrá. El resultado de esto será frustración para el político, los doctores y los pacientes. Sin embargo, los costos capitales no siempre son una barrera.

1.3 Trabajando dentro de una Comunidad

Antes de seleccionar una solución a un problema, el ingeniero debe de considerar quien más está trabajando en el área que pueda ayudar. En realidad, el problema es tan grande que solo por medio de tales colaboraciones nosotros realmente podemos hacer contribuciones significativas a la gente del mundo en desarrollo.

Ya que la infraestructura de apoyo para el equipo médico moderno hace falta en el mundo en desarrollo, y ya que una población educada puede suministrar la infraestructura necesaria, una solución al problema es darle la capacitación a la población local. En esta manera, muchos tienen escuelas adecuadas para capacitar técnicos. El Proyecto Hope, International Aid y muchas otras organizaciones llevan a cabo escuelas de capacitación para ingenieros clínicos en el mundo en desarrollo.

Una solución para llenar el hueco de tecnología es exportar tecnología del primer mundo al tercer mundo. Hay muchas organizaciones que donan tecnología médica al mundo en desarrollo y la ONU y el Banco Mundial dan muchos préstamos o donaciones a los países pobres para comprar equipo médico. En ciertos casos, esta es la solución ideal para reconstruir un país. Sin embargo, en otros casos, este acercamiento solo ha llevado a un éxito limitado. Ciertamente hay miles, sino millones, de piezas de equipo donado en el mundo en desarrollo. Sin embargo, solo un pequeño porcentaje permanece funcionando. Además de todas las barreras ya mencionadas, a veces el equipo donado también puede no ser efectivo porque se ha olvidado enviar un cable o accesorio, se avería durante el transporte, el personal técnico del hospital puede no estar preparado para instalar adecuadamente el equipo, o no tienen la capacitación para utilizarlo.

Así como muchas organizaciones entregan doctores al mundo en desarrollo, Engineering World Health y muchas otras organizaciones envían ingenieros biomédicos al mundo en desarrollo. Cuando estos ingenieros llegan, ellos entregan el equipo, capacitan a la población local, entregan partes de repuesto e instalan el equipo. Sesiones de capacitación de corto plazo frecuentes eventualmente llevan a competencia.

En la parte posterior de este libro hay varios capítulos enlistando organizaciones, sitios web y libros, los cuales contienen una riqueza de información acerca de la tecnología médica en el mundo en desarrollo.

Condiciones de Trabajo para los Ingenieros Voluntarios

Uno de los temas críticos para seleccionar soluciones a problemas es entender las condiciones de trabajo específicas enfrentadas por un ingeniero del mundo en desarrollo. Sabiendo cómo trabajar en estas condiciones es igualmente importante.

Trabajar exitosamente en el ambiente del mundo en desarrollo toma paciencia y un estado mental distinto al que nosotros estamos acostumbrados. Primero que todo, es imperativo llegar a conocer el personal local y ganarse su confianza. Tómese su tiempo cuando usted llegue para hablar con los empleados locales, instalar todo el equipo que funciona, y reparar el equipo que más se valore. Esto le ganará el respeto y credibilidad de los locales. A estas personas se les ha prometido mucho y han visto poco, y no confían – particularmente en los Estadounidenses – es una defensa natural para ellos. Esta desconfianza no es cruel o traicionera, pero los

locales ya no creen que alguien de verdad les puede suministrar partes y ayudarles a reparar maquinas que han estado averiadas por años.

Una vez que usted se gana la confianza del personal, usted podrá tener éxito y disfrutará su estancia a un ritmo más relajado. El personal comenzará a traerle equipo averiado y pedirle ayuda, o le dará un listado del equipo que desean. Usted tiene que ser eficiente para entender el problema como se lo describan los locales y para comunicarles cual será la solución. Muchos de los problemas que usted encontrará tendrán que ver con la comunicación y los errores de usuarios, no con dificultades técnicas.

Usted debe de ser extremadamente paciente. El ritmo de trabajo es bastante lento comparado con lo que usted está acostumbrado; un proyecto simple puede tomar días para ser completado. Es importante ser meticuloso en su papeleo para asegurarse que no se le olvide terminar algo (perpetuando el mito que los extraños no vendrán a ayudarles), y aún más importante, usted debe de ser persistente con los locales para lograr su ayuda o guía. Usted debe de estar dispuesto a pedir ayuda y asistencia, porque usted no puede tener éxito tratando de hacer todo a su manera. En vez de eso, aprenda a trabajar dentro de la infraestructura natural del hospital y adáptese a ella.

No tiene sentido darles equipo si no se sienten seguros de usarlo. Nosotros podemos observar, dar sugerencias, y tratar de mejorar, pero si sobrepasamos nuestras fronteras los locales pueden comenzar a desconfiar de nuevo. Si usted observa un procedimiento que usted sospeche es incorrecto, tómese el tiempo para hacer toda las preguntas acerca de porque se está siguiendo ese procedimiento. Si, después de una larga discusión con el personal local usted determina que el procedimiento debe de ser cambiado, no espere que sigan sus sugerencias inmediatamente. Discuta los cambios necesarios con el jefe del departamento, y después con los trabajadores individualmente, y sobre todo, sea paciente y flexible. Usted tiene que confiar en el hecho de que el trabajo que usted está llevando a cabo es suficiente, y que el hacer su trabajo bien y pacientemente es la mejor manera de tener un efecto positivo en el hospital y las personas.

Condiciones de vida en el Mundo en Desarrollo

Vivir en el mundo en desarrollo presenta una cantidad de problemas personales que pueden volverse problemas profesionales. Las condiciones de vida a veces son bastante escasas, y siempre son distintas a las que usted se ha acostumbrado. Hay unos consejos básicos que le ayudarán a sobrevivir, pero el choque cultural es el problema más grande que usted puede encontrar.

En términos de consejos básicos, trate de evitar quejarse o cualquier otra cosa que pueda llevar a discusiones o discordia con sus huéspedes y jefes de departamento. Usted no conoce las costumbres locales. En muchos países las quejas y discusiones son muy poco toleradas.

No ande por ahí solo sin pedir consejos a los locales. Hay peligros en el mundo en desarrollo con los que usted puede que no estar familiarizado.

No deje cosas valiosas desatendidas y no se meta en situaciones que podrían invitar a que lo roben. Bolsos de cintura (o algo similar para usar sobre su cinturón) son más seguros que las carteras. Usted definitivamente debería usar y cargar una bolsa a prueba de agua escondida bajo su ropa para la mayoría de su dinero, su pasaporte y otras identificaciones.

No beba ni se cepille los dientes con agua de la llave. En vez de eso use agua de botella. Siempre cargue desinfectante de manos sin agua (Purell u otra marca) o bolsas Wash-n-Dry para limpiarse las manos antes de comer.

Utilice repelente de mosquitos con un contenido de al menos 30% DEET para protegerse contra la molestia de los mosquitos y de esos que transportan la fiebre del dengue (algo similar a la malaria). Se debe de utilizar bloqueador solar si existe la posibilidad de insolarse. Siempre cargue desinfectante con usted, tal como Polysporin o Neosporin, y utilícelo siempre que se corte la piel. Siempre consulte a un profesional de la salud cuando tenga alguna pregunta acerca de estos o de otros problemas relacionados.

No piense que es mejor o más inteligente que sus huéspedes. Usted debe de tratar de respetar sus costumbres y buscar a aprender de ellos así como ellos aprenden de usted y su grupo. Dese cuenta que algunas palabras o formas de comunicación no verbales que puedan ser amistosas en nuestra cultura puede tener significados opuestos en otras culturas.

Choque cultural

El problema más serio al que se enfrentará cuando viva en el mundo en desarrollo es el choque cultural. Puede ser una condición debilitante. Todos experimentan el choque cultural cuando visitan por primera vez otro país por un periodo extendido. El choque cultural es un tipo de estrés psicológico que afecta a esos que están tratando de ajustarse a nuevas culturas o ambientes. No solo es el choque de experimentar algo nuevo, sino que todo el cambio de ambiente alrededor el que puede llevar semanas o hasta meses para superar.

Como las culturas operan y se comportan distinto entre sí, las personas son conmocionadas – o se siente temporalmente incomodadas – por las diferencias y aparente imprevisibilidad que encuentran, ya sea en el lenguaje, comida o ceremonias sociales de la vida cotidiana. Una parte positiva de esta experiencia es la habilidad de comprender mejor su propia cultura y sociedad.

El choque cultural típicamente se experimenta en etapas. Aquí está un resumen de las primeras cuatro etapas del choque cultural. Cuando esté a punto de regresar a casa usted puede experimentar la quinta etapa (una tristeza y ganas de quedarse),

y finalmente, usted puede experimentar un choque cultural inverso cuando regrese a casa. Estas dos últimas etapas no le causarán problemas para terminar su trabajo en el hospital del mundo en desarrollo.

Etapas 1 *Euforia* La casa de estancia es adecuada, las vistas turísticas son intrigantes; las personas locales son corteses y serviciales; nosotros creemos que una hermosa experiencia nos espera.

Etapas 2 *Depresión* Todo distinto es un problema. Los malos entendidos parecen frecuentes. A veces parece que la gratitud que esperábamos hace falta. Se pueden desarrollar problemas de salud. Las éticas de trabajo son distintas y frustrantes. Nos sentimos con ganas de darnos por vencidos e irnos a casa.

Etapas 3 *Adaptación* Nosotros comenzamos a comprender algunos de los comportamientos y suficiente del idioma para limitar el aislamiento. La situación parece menos desesperada. Nosotros comenzamos a reír de nuevo.

Etapas 4 *Nostalgia* Nosotros aceptamos las costumbres del país, tal vez sin tanto entusiasmo, pero no nos irritamos. Las ansiedades básicas del trabajo se han ido. Comenzamos a sentir nostalgia por nuestro hogar, pero no es una necesidad fuerte.

El choque cultural típicamente golpea unos pocos días o semanas después de la llegada cuando lo nuevo de la locación comienza a desgastarse y usted ya no está actuando como un turista sino que está comenzando a integrarse a la sociedad local. Reconocer los siguientes síntomas de la primera etapa puede ayudarle a entenderse a sí mismo así como a empatizar con otros.

El síntoma más común es un sentimiento de falta de control e impotencia. Esto puede ser una experiencia positiva o una negativa dependiendo de cómo usted se adapte a ella, ya sea que usted crezca y se adapte o se retire y pierda confianza. Los retos de encontrar nuevos lugares para comer, comprar y jugar pueden ser aburridores para cualquiera y usted debería tratar de relajarse y no esforzarse en las primeras semanas de vivir en el extranjero. El choque cultural es experimentado a distintos ritmos. No deje que sus amigos discutan y no trate de hacer algo con lo que no se sienta cómodo.

Usted puede experimentar dificultad al dormir, una indiferencia por la vida cotidiana, retiro del contacto social, desórdenes alimenticios, pérdida de peso, extrañar el hogar, un desagrado extremo por las razas o culturas otras que su propia, problemas de salud, enfermedad recurrente, dificultades para socializar, preocupación obsesiva, temor, o depresión.

Las buenas noticias es que los síntomas pasarán con el tiempo a medida que tomen lugar ciertos ajustes. Hay muchas maneras para combatir el choque cultural. No tenga miedo de admitir que se siente incómodo o confundido en una situación nueva. Siéntase libre para expresar su frustración con amigos comprensivos o su jefe

de viaje. No se sorprenda si actividades normales son más difíciles que las de casa. Establezca una rutina lo más pronto posible. Haga su permanencia en la casa cómoda. Aprenda las reglas locales para vivir en la nueva locación. Aprenda lo más que pueda del idioma local. Aproveche las oportunidades y actividades nuevas. Intente atacar los problemas de inmediato; no posponga las cosas. Permanezca en contacto con sus amigos (e-mail y teléfono). Escriba sus experiencias (mantenga un diario). Trate de mantener un sentido de balance, humor y perspectiva. Ignore a esos que lo forzarían a cambiar o que no comprenden su experiencia. Entienda que ajustarse toma tiempo, pero que no es imposible o traumatizante.

1.4 Cuando usted regresa

El choque cultural también lo acompañara cuando usted regrese a casa, es llamado choque cultural inverso. Usted se dará cuenta que sus amigos se cansan de escucharlo contar sus historias antes de que usted se canse de contarlas. Eventualmente, usted se readaptará a la cultura de su hogar.

Con suerte, su primera experiencia en el mundo en desarrollo no será su última. Las necesidades son tremendas y el grupo que podría tener el mayor impacto sobre el estado del cuidado de la salud en el mundo en desarrollo es el grupo de los ingenieros. Usted aún puede permanecer involucrado y ser de ayuda, mucho después de que regrese. Usted puede educar, investigar nuevas tecnologías, diseñar nuevas herramientas y desarrollar estrategias completas para un cuidado de la salud confiable y de bajo costo.

Muy poco se está haciendo para diseñar equipo especializado para el mundo en desarrollo. Mientras los ingenieros se enfocan en ayudas para los deshabilitados físicos, no se está llevando a cabo ningún esfuerzo similar para los deshabilitados económicamente. Inventar soluciones para el mundo en desarrollo se pueden concebir para rayos-X, ultrasonido, electrocirugía, equipo de laboratorio clínico, etc. Los diseños alternos evitan desechables, consideran el bajo costo del trabajo, requieren menos poder, menos servicio (o servicio fácilmente suministrado), requieren poca capacitación especializada para servicio, etc.

Finalmente, hay muy poco, si es que algún dinero puesto en la investigación y desarrollo de tecnologías para el mundo en desarrollo. Hay excepciones muy notables, por ejemplo la detección y tratamiento de ciertas enfermedades, e.g., malaria, TB, y SIDA, reciben considerable atención. Sin embargo, los fondos de tecnologías alternas para rayos-X de diagnóstico, incubación neonatal, electrocirugía y muchas otras tecnologías comunes son casi inexistentes. Los ingenieros deberían estar al frente para animar a sus gobiernos a proveer fondos para el desarrollo de estos tipos de tecnologías en igualdad de condiciones a los proyectos orientados a una sola enfermedad.

1.5 Conclusiones

Antes de meterse de lleno en los capítulos técnicos vale la pena considerar que significa “hacer una diferencia” o “tener un efecto” en el hospital y las personas. Las condiciones de vida en el mundo en desarrollo son tan pobres que las expectativas son bastante bajas. Aun así, en su totalidad, las personas son felices y agradecidas por la ayuda que reciben. No es su trabajo, como un ingeniero voluntario, renovar el hospital entero en cuatro semanas. Si usted solo pone unas cuantas piezas de equipo de vuelta en servicio, hace unos cuantos amigos, y promete regresar, usted habrá tenido un gran impacto en el sistema de salud del mundo en desarrollo.

1.6 Referencias

[1] Rigal j, Szumilin E. Guías Clínicas: Manual de Diagnóstico y Tratamiento, Médicos sin Fronteras, 1999

[2] El Nuevo Kit de Salud de Emergencia, Organización Mundial de la Salud, 1998.

[3] Mantenimiento y Reparación de imágenes de diagnóstico de laboratorio, y equipo de hospital, Organización Mundial de la Salud, 1994.

[4] Malkin, R.A. Tecnología de Rayos-X en el Mundo en Desarrollo. Reporte de Situación de Engineering World Health, 2003

[5] Reporte de Desarrollo Humano de las UN 2001, Prensa de la Universidad de Oxford, Oxford, Inglaterra, 2001.

[6] Banco Mundial “Metas Globales de Desarrollo: Fortaleciendo Compromisos y Midiendo el Progreso.” 2001.

[7] Organización Mundial de la Salud. 1997. Salud y Ambiente en Desarrollo Sostenible: Cinco Años después de la Cumbre Mundial, Genova.

[11] Libro de Hechos Mundiales, Agencia Central de Inteligencia, Washington, DC 2003.

[12] Compañía de Comunicaciones Canadiense “Primer MRI para mascotas en Canadá” Ene. 28, 2003.

[13] Johns, WL, El-Nageh MM. Selección de equipo de laboratorio básico para laboratorios con recursos limitados, Organización Mundial de la Salud, 2000.

[14] Principios de gerenciamiento de laboratorios de salud, Organización Mundial de la Salud, 1993.

2 Equipo que se encuentra en las SO, UCI y SE (Salas de Operaciones, Unidades de Cuidados Intensivos y Sala de Emergencias)

2.1 Trabajando en la Sala de Operaciones y la UCI

En el mundo en desarrollo, el ingeniero biomédico a menudo será llamado dentro de un cuarto activo para una reparación o ajuste rápido. Usted necesitará conocer los procedimientos a seguir. Los procedimientos variarán de hospital a hospital pero los requisitos principales son los mismos. La mayoría de las SO están montadas en tres áreas distintas, limpias, sucias y esterilizadas. En los pasillos habrá una línea roja en el piso o pared y una puerta, lo que indica el comienzo del área esterilizada. Para ingresar a esta área, usted necesitará la vestimenta adecuada, gorros para la cabeza, zapatos y una máscara. En el área limpia la vestimenta adecuada y gorros para la cabeza y cubiertas para zapatos son necesarios. En el área sucia se permiten zapatos de calle pero es una buena idea estar apropiadamente vestido, ya que tendrá que cruzar a través de otras áreas.

2.1.1 Vestimenta

Hay trajes que usted puede vestir sobre su ropa; sin embargo, estos son calientes e incómodos después de unos 30 minutos. En general, usted debe cambiarse y ponerse una bata. En el mundo en desarrollo, estas serán batas de algodón. En la misma área habrá cajas de máscaras, gorros para la cabeza y cubiertas para los zapatos. En el mundo en desarrollo estas también serán artículos de algodón reusables. Las máscaras son de papel desechable o de algodón reusable. Si son desechables, donde descansa la nariz necesita permanecer doblada sobre el puente de su nariz para que quede bien. Esto es muy importante si usted utiliza anteojos ya que un mal acoplamiento de la máscara causará que los anteojos se empañen a medida que usted respira. Si usted es asignado a la Sala de Operaciones usted puede querer tener un par de zapatos que solo se usen en la SO. Si usted hace eso no necesitará cubiertas de zapatos. Si usted sale de la SO a otra área usted debe cambiarse su bata de nuevo a su ropa de calle. Generalmente, en el mundo en desarrollo, no es razonable cubrir sus batas y salir de la SO para regresar después.

2.1.2 Manos y Comportamiento

Usted no tiene que usar guantes cuando ingrese a una sala de operaciones pero no debería de tocar nada. Un buen procedimiento para seguir es cruzar sus brazos sobre su pecho a medida que se mueve por la habitación. Alguien en la habitación le dirigirá al problema y le dirá si está bien tocar cualquier cosa en una Sala de Operaciones activa. Si la sala no está activa, después de un caso generalmente no hay ningún problema en tocar algún equipo. Si la habitación está siendo preparada

para un caso, usted debe de considerar la habitación activa y actuar de acuerdo a la circunstancia. Tenga cuidado especial de cualquier cosa azul, el cual es el campo esterilizado de la Sala de Operaciones activa.

Si usted tiene que trabajar en un dispositivo durante un caso, usted puede tener que limpiar las herramientas y equipo de prueba con alcohol antes de proceder. Sin embargo, esta precaución raramente es cumplida. Muévase lentamente y observe donde se para. Observe por cables de poder en el piso y por derrames de fluidos. Permanezca alejado del campo esterilizado (cosas azules) a no ser que se le indique lo contrario específicamente por el personal. Hable suave y directamente a la persona que lo solicito en la habitación. Todos los fluidos y tejidos corporales son considerados material peligroso.

La exposición a la radiación es posible por los rayos-x que son tomados en la SO y de implantes radiactivos que son colocados dentro del paciente. La mayoría de los dispositivos de rayos-x están bien colimados y hay muy poco esparcimiento pero aún es muy buena idea estar retirado un mínimo de 12 pies del generador y del paciente.

El mayor peligro en la SO son los egos del doctor o enfermeras. El personal puede estar bajo un gran estrés y volverse abrasivos y fastidiosos con el personal de apoyo (en otras palabras, usted). Es sus mentes no pueden hacer nada equivocado y todos los demás solo contribuyen a sus problemas. Si esto comienza a pasar, es tiempo de irse del área hasta que se calmen.

2.1.3 Trabajando en la UCI

A medida que la tecnología avanzaba en los '50, se tomarón decisiones para poner la tecnología en áreas confinadas en vez de dispersarla por todo el hospital. Esto llevo a la creación de las primeras unidades de cuidados intensivos. En los hospitales más grandes, puede haber un número de áreas de cuidados intensivos, cardiaca (UCC), quirúrgica (UCIQ), cardio/torácico (UCT), medica (UCIM), Neuro (UCN), neonatal (UCIN), y respiratoria (UCIR). En algunos hospitales realmente grandes puede haber un área solo para pacientes con enfermedades infecciosas donde son puestos en cuarentena de la población general del hospital. En hospitales más pequeños estos pacientes a menudo son colocados en habitaciones de aislamiento que son parte de una UCI existente.

En el montaje de una UCI típica, las enfermeras y otro personal están bajo considerable estrés y pueden no siempre ser amistosos con el ingeniero biomédico. Ellos necesitan y esperan que su equipo funcione y que funcione de la misma manera cada vez que lo utilicen.

En casi todos los casos, no se requiere vestimenta especial y no es necesario evitar tocar ciertas áreas (no hay campo esterilizado). Sin embargo, si se le llama para ir

a trabajar en un equipo activo, usted debe de ser extremadamente cauteloso. Estos pacientes están bastante enfermos y típicamente no pueden tolerar ningún disturbio. Si es posible, retire el equipo del piso antes de trabajar en él. Tenga cuidado especialmente con los ventiladores, los cuales pueden causar heridas serias cuando son desconectados or conectados prematuramente.

En las UCI del mundo en desarrollo, puede haber o no haber tomacorrientes de emergencia. Si hay algunos, los tomacorrientes comúnmente pueden estar divididos en varios circuitos. La mayoría de las salidas estarán conectadas a fuentes de poder de emergencia, diseñados por su color, generalmente rojas pero a veces blancas. Todas las salidas deben de tener el número de circuito en ellos para que reconfigurar el interruptor sea fácil. En el mundo en desarrollo los cortes de energía son bastante comunes. Sin embargo, puede ser común que el generador de respaldo funcione adecuadamente o que no funcione. En algunos hospitales, aun esos con una UCI, el generador de poder de respaldo puede ser la única fuente de poder.

Algunos tomacorrientes en la UCI son “líneas dedicadas”, en que ningún otro equipo puede ser conectado en ese circuito, estos generalmente son para monitores y computadoras. Desafortunadamente no es inusual que otros enchufes estén conectados al circuito volviéndolo no-dedicado en el mundo en desarrollo. En el mundo en desarrollo, las líneas dedicadas raramente son respetadas.

En UCI's desarrolladas habrán un número de enchufes de gas comprimido sobre la pared en cada una de las camas UCI. Habrá uno o más salidas de aire, una o más salidas de oxígeno, y posiblemente una salida de vacío. La presión en estas salidas debería ser 50 psi. Las conexiones para conectar las mangueras de los gases a los dispositivos son específicos para el gas para que no sean posibles las conexiones cruzadas, exteriores a la pared. Sin embargo, mucho más comunes en el mundo en desarrollo son los gases envasados. Más típicamente el único gas disponible es oxígeno. En algunos hospitales, ni siquiera esto se puede obtener, en cuyo caso se utiliza un concentrador de oxígeno.

Si el ventilador siendo utilizado necesita aire comprimido y no hay presente en la pared, se tiene que utilizar un compresor. Algunos ventiladores tienen un compresor incorporado pero la mayoría no. El compresor externo necesita ser enchufado a CA y puede tener un uso de corriente lo suficientemente grande para limitar lo demás que pueda estar en ese circuito, una fuente común de un interruptor de circuito abierto.

El número de salidas de succión (vacío) en la pared varia con el tipo de unidad de cuidado intensivo. En una unidad quirúrgica o cardio-torácica la succión es necesitada para vías aéreas, gástricas y posible tubos de succión para heridas y de pecho. En una unidad de cuidado coronario posiblemente se utilizará una succión de las vías respiratorias o gástricas. Los requisitos de vacío y flujo son los mismos en la sala de operaciones. Generalmente hay reguladores de succión instalados en cada salida activa. Los reguladores pueden tener un selector para succión ya sea

constante o intermitente, y una posición de apagado y encendido. La configuración constante es utilizada para aplicaciones de tubos en las vías respiratorias, gástricos y de pecho. La selección intermitente es utilizada para succión de heridas. Sin embargo, mucho más común en el mundo en desarrollo son las máquinas de succiones individuales, a menudo llamadas “Gomco’s” hayan sido fabricadas por Gomco o no. Hay un capítulo acerca de estas máquinas más adelante en este libro.

La mayoría de las unidades de cuidados intensivos son ambientes de presión positiva. Esto es, la presión del aire dentro de la unidad es más alta que la presión afuera de la unidad, lo que ayuda a prevenir que microorganismos ingresen al área UCI. Esto es logrado con el sistema de manejo de aire del hospital que también filtra el aire ingresando. El sistema de manejo de aire puede ser utilizado con aire externo o recircular algo del aire a través de un juego de filtros llamados filtros hepa. Algunas unidades de cuidados intensivos pueden tener cuartos de aislamiento. En esta habitación la presión es negativa al área adyacente, lo cual previene que cualquier cosa de adentro de la habitación salga de la habitación. Hay un segundo juego de puertas que separan las habitaciones con la habitación de afuera siendo de presión positiva. Es bastante común en el mundo en desarrollo ver UCI diseñadas con estos tipos de manejo de aire en mente, aunque las puertas se dejen abiertas o nunca se haya instalado un manejo de aire.

Los cuartos de aislamiento son utilizados cuando los pacientes son infecciosos para otros. Si usted tiene que entrar a un cuarto de estos, debe de seguir los avisos colocados de batas, guantes y máscaras por su propia protección. La señal puede decir “precauciones inversas” lo que significa que usted puede ser infectado por el paciente. “Precauciones” significa que usted puede infectar al paciente. Generalmente, usted no podrá entrar, salir o trabajar en una de estas áreas sin ayuda. La vestimenta y manejo de restricciones varían de paciente a paciente y de hospital a hospital.

2.1.4 Secciones de Cada Capítulo

Los siguientes capítulos describen todo el equipo que probablemente encontrará en una UCI. Alrededor del 44% (de acuerdo a un reporte reciente de EWH) de los errores que usted encontrará son errores de usuarios. Como a menudo los manuales hacen falta en los hospitales del mundo en desarrollo, usted frecuentemente tiene que deducir la operación de la máquina de su conocimiento acerca de lo que la pieza de equipo debe de hacer y cómo se supone que lo hace. Por lo tanto, la primera sección de cada capítulo describe el uso clínico de la pieza de equipo y sus principios de operación.

Alrededor del 27% (de acuerdo a un reciente reporte de EWH) de los problemas encontrados en el equipo del mundo en desarrollo se relacionan al suministro de poder. Esto incluye fusibles dañados, cables que no quedan en los enchufes (donaciones que vienen de todas partes del mundo); dispositivos nominados para

110 V en un ambiente de 220 V, y ocasionalmente problemas más sofisticados. Sin embargo, el suministro de poder es el enfoque del manual de laboratorio que acompaña este libro. Por lo tanto, estos temas no son tratados aquí.

Luego de eliminar los errores de usuarios y los problemas de suministro de poder, quedan cierto número de problemas los cuales comúnmente se ven en ciertas piezas de equipo, estos son tratados en la segunda sección de cada capítulo.

De acuerdo a los reportes de desempeño anuales de Engineering World Health, alrededor del 54% del equipo actualmente sin usar en el mundo en desarrollo puede ser colocado de vuelta en servicio. Mientras que la mayoría del éxito viene de los errores de usuario y problemas relacionados con el suministro de poder, 26% del equipo que muestra otros problemas (no errores de usuario o suministro de poder) también es reparado por ingenieros quienes han estudiado este texto. Por lo tanto, la información contenida en este manual y el manual de laboratorio que le acompaña son suficientes mas de la mitad de las veces.

Finalmente, cuando usted haya completado la reparación, usted necesita probar el equipo antes de devolverlo al piso para que lo usen. Como cada pieza de equipo es utilizado por muchos miembros del personal distintos, es solamente la responsabilidad del ingeniero trabajando en el equipo asegurar que está en buenas condiciones de trabajo. Desafortunadamente, usted frecuentemente no tendrá el equipo de pruebas requerido para probar apropiadamente una pieza de equipo. Por lo tanto, la tercera sección de cada capítulo da líneas guías sobre cómo conducir las pruebas más críticas en el desolado ambiente técnico del hospital del mundo en desarrollo. Suficientes pruebas pueden y deben completarse luego de cada reparación para liberar con confianza una pieza de equipo para ser utilizado.

2.2 Ventiladores

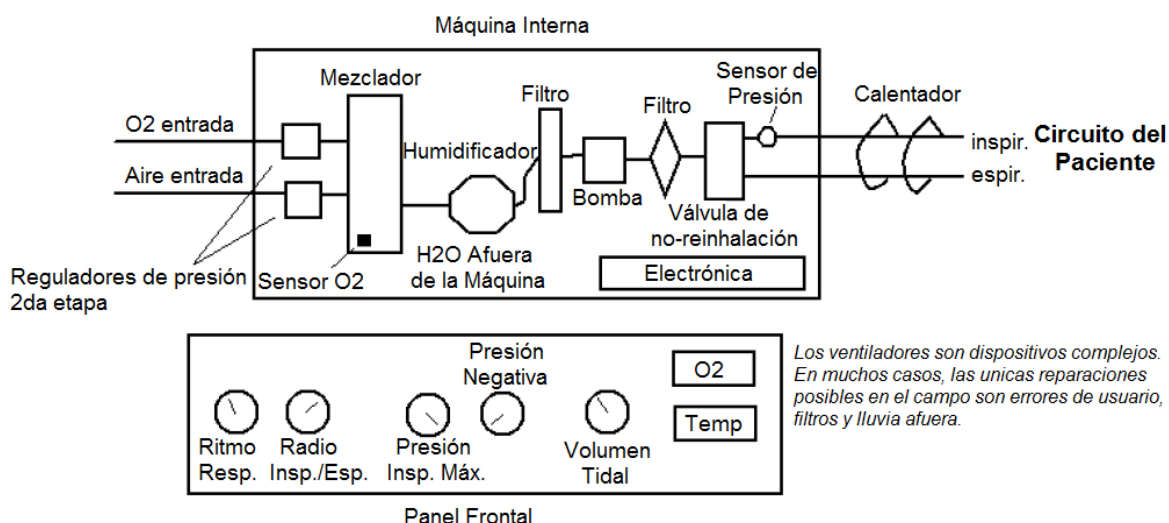
2.2.1 Uso Clínico y Principios de Operación

Muchos pacientes en un cuidado intensivo y la sala de operaciones requieren la ventilación mecánica de sus pulmones. Por ejemplo Todos los pacientes de cirugías torácicas, requieren ventilación mecánica. Algunos pacientes simplemente necesitan respiración asistida, cuando un paciente se está recuperando de ciertas enfermedades y operaciones por ejemplo. En cualquier caso, los ventiladores pueden tomar el mayor esfuerzo de la respiración por el paciente.

Algunas personas usan el término ventilador y respirador intercambiable. No son lo mismo. Un respirador es un dispositivo que suministra o filtra aire en un ambiente adverso. El paciente está respirando por sí mismo cuando usan un respirador. En la mayoría de los casos, sin un respirador, el paciente podría no respirar, o tendrían una gran dificultad para respirar.

Elementos Básicos de un Ventilador

Un ventilador puede incluir una bomba que crea aire presurizado para suministrarle al paciente. Sin embargo, en la mayoría de los casos, hay gases compresos conectados a la máquina. El gas comprimido es una presión bastante alta, así que típicamente hay un regulador de presión conectado al bote o al ventilador o a ambos (ver el capítulo gases envasados por más detalles). Generalmente hay trampas de humedad y filtros de partículas en línea con los gases ingresando. La figura abajo detalla la mayoría de los componentes y controles comunes. Sin embargo, hay variaciones considerables entre fabricantes.



Algunos ventiladores pueden aceptar aire, oxígeno o una combinación de ambos. Algunos medirán la concentración de oxígeno suministrada al paciente, sonando una alarma si se vuelve demasiado alta o baja.

Los ventiladores viejos suministrarán el gas presurizado directamente al paciente. Sin embargo, esto es muy raro, aún en el mundo de desarrollo. Más común es que el ventilador mida el volumen (usualmente derivado de un flujo medido) y presión de los gases suministrados. Una computadora luego controla el tiempo y presión para el siguiente ciclo.

Todos los ventiladores deben de asegurar que el paciente no vuelve a respirar sus propios gases espirados sin tratar, ya que eventualmente se volverán excesivamente concentrados en dióxido de carbono. Así que, en la mayoría de los casos, el ventilador de volumen limitado simple contiene una válvula de “no-re inhalación” que se abre para permitir que gas fresco entre en el cilindro, que se cierre durante inflación y que se abra para permitir la espiración de los gases desde los pulmones dentro de la habitación o un frasco recolector de desperdicios. En los ventiladores más modernos, la válvula de no re-inhalación está en el juego de tubos (o circuito), en cuyo caso es desechable.

La válvula de no re-inhalación puede tener un tubo separado conectado al ventilador para forzar la válvula a que se abra y cierre. O, la válvula de no re-inhalación puede operar sobre la presión del gas inspiratorio. En cualquiera de los casos, opera como una válvula de una dirección que permite que el aire fluya del tubo inspiratorio al paciente, pero cuando el paciente está espirando gas, bloquea el tubo inspiratorio, permitiendo que el gas espirado pase a través de un tubo espiratorio separado.

La mayoría de los ventiladores incluirán humidificación. Los gases envasados suministrados de cilindros son demasiado secos para que el cuerpo humano se humedezca cómodamente. Se debería usar agua esterilizada para humidificación, pero a menudo no se hace en el mundo en desarrollo. El agua es calentada y el vapor introducido en el flujo de gas hacia el paciente. En algunos casos, se utiliza el ultrasonido para nebulizar el agua.

La mayoría de los ventiladores tienen un brazo al que está sujeto la tubería de circuito del paciente. Esto quita el peso de la tubería donde se conecta al paciente. La mayoría de las conexiones de tuberías son también de tamaños específicos para que los errores de mezclarlas sean más difíciles de cometer. En las máquinas para adultos el conector del paciente a la máquina es de 22 mm y el extremo de la tubería al paciente tiene un conector de 15 mm. Estas conexiones a menudo hacen falta o son manipulados en el mundo en desarrollo para permitir el uso de una tubería que no coincida.

Algunos ventiladores tienen la habilidad de calentar la tubería o el aire suministrado o ambos. Esto puede prevenir una “lluvia” del vapor en los gases que están siendo suministrados al paciente. En algunos sistemas más antiguos usted aún puede encontrar trampas de aguas donde se recolecta la “lluvia” en la tubería.

Modos de Ventilación

Hay muchos tipos o modos distintos de ventilación. La mayoría de los ventiladores pueden cambiarse entre varios modos, pero no todos. La selección del ventilador depende idealmente de la condición del paciente, pero a menudo es dictada por la disponibilidad en el mundo en desarrollo. De hecho, la ventilación es tan crítica que la disponibilidad del ventilador apropiado o del modo ventilador dicta que procedimientos se pueden hacer o no hacer en cierto hospital.

Hay tres modos básicos de ventilación, volumen limitado, presión limitada y ciclo temporizado. El ciclo temporizado es una combinación de los otros dos modos básicos. La ventilación jet es un modo de ventilación fundamentalmente diferente, pero raramente se ve en el mundo en desarrollo.

En el modo de volumen limitado, se entrega un volumen de gas predeterminado al paciente sin importar la presión alcanzada por los pulmones o el tiempo requerido para completar la inflación. Este es un sistema simple donde un gas es introducido en un cilindro y luego forzado a salir del cilindro y dentro de los pulmones. Raramente es utilizado en humanos por la falta de sensibilidad de presión.

En un ventilador de volumen limitado simple, el cilindro es ajustado para el volumen de gas deseado. Al motor se le ajusta el ritmo, generalmente entre 5 y 50 respiraciones por minuto (ritmo respiratorio). El mecanismo guía es una leva que crea una inflación rápida de los pulmones y permite un periodo más largo para que los pulmones se desinflen.

En el modo de presión limitada, se fija un límite de presión donde el gas fluirá dentro de los pulmones hasta que se alcance la presión, sin importar el volumen de gas entregado. Este es un sistema simple donde gas presurizado es pasado a través de un regulador de presión a la presión deseada, luego por una válvula que permite que el gas entre en el paciente. Raramente es utilizado en humanos por la falta de sensibilidad de volumen.

El dispositivo más simple típicamente utilizado en humanos es el ventilador de ciclo temporizado. Este es el modo más común porque combina ambos métodos de operación de volumen y presión limitados.

En el modo de ciclo temporizado, el doctor fija el ritmo respiratorio, el volumen tidal (el volumen de gas a ser suministrado), el límite de presión superior, y el ratio inspiratorio/espирatorio. Si no se excede el límite de presión, entonces el dispositivo suministrará el volumen de aire deseado, más o menos uniformemente durante todo el tiempo inspiratorio. El tiempo inspiratorio es el tiempo total de respiración (uno sobre el ritmo respiratorio) por el ratio inspiratorio/espирatorio. Por ejemplo, a un volumen tidal de 1 litro, un ritmo respiratorio de 20 respiros por minuto (3 segundos por respiro), y un ratio inspiratorio/espирatorio de 0.5 (el inspiratorio la mitad de largo que el espирatorio), el tiempo inspiratorio total sería 1.0 segundos. Un litro de gas sería suministrado en un segundo.

Si se ha excedido el límite de presión, entonces parpadeará una alarma. Gas aún es suministrado al paciente cuando se indica la alarma del límite de presión. Sin embargo, no se permite que la presión exceda el límite especificado. Por lo tanto el volumen tidal deseado probablemente no ha sido alcanzado.

El modo Jet-Frecuencia es un modo de ventilación más nuevo. Raramente es visto en el mundo en desarrollo. Este modo es utilizado más que todo en neonatos. No hay radio inspiratorio/espирatorio y límites de presión que fijar. El principio básico es una serie constante de pequeños pulsos de volumen de gas suministrados al paciente.

Control de Ventilación

Hay varios modos para controlar el ventilador. Los modos básicos son: controlado y asistido. Sin embargo, de nuevo, la combinación de ambos es la práctica más común.

El modo más simple es el modo de ventilación controlada. En este modo el paciente no hace esfuerzo para iniciar el esfuerzo respiratorio. El ventilador suministra un volumen establecido de gas a un ritmo ya establecido por el tiempo que se necesite. Algunas unidades tienen un nivel de “suspiro” donde después de tantos respiros o minutos la máquina automáticamente le provee al paciente un volumen de gas más grande.

En el modo de ventilación asistida, el paciente disparará el flujo de gas al comenzar a inhalar. Cuando el paciente llega a un volumen retirado preestablecido o a una presión negativa preestablecida, el ventilador comenzará el flujo de gas hacia adentro de los pulmones. El modo asistido típicamente es utilizado mientras el paciente es destetado o separado del ventilador.

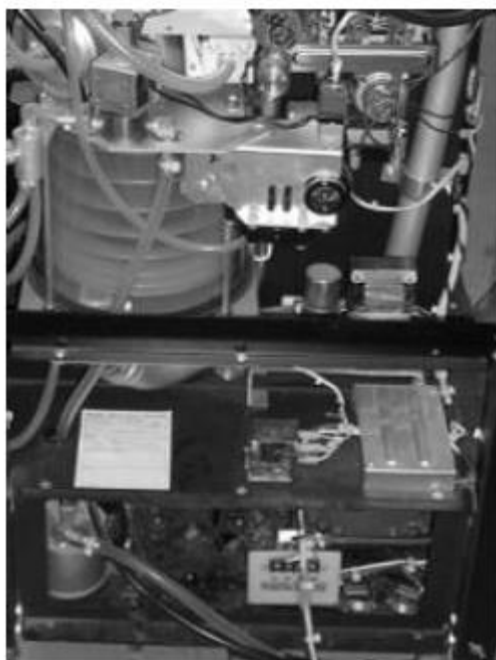
El modo más común es una combinación de los modos controlado y asistido. Primero, el paciente está en un modo de ventilación completamente controlado. A medida que el paciente comienza a recuperarse hará esfuerzos para respirar por sí mismo. Esto es llamado “peleando contra el ventilador” y es un punto clínico importante en la recuperación de un paciente. Una vez que se ha alcanzado ese punto, el personal cambiará el ventilador al modo asistido, y comenzará a destetar al paciente del ventilador.

El destete es logrado aumentando lentamente la cantidad de presión negativa or retirando el volumen requerido para activar el flujo de gas. Este proceso de destete puede tomar de horas a meses dependiendo de la condición del paciente. Si el paciente no inicia un esfuerzo respiratorio en cierta cantidad de segundos, la máquina automáticamente cambiará de vuelta al modo de ventilación controlada, respirando por el paciente hasta que otro esfuerzo respiratorio es hecho por el paciente.

2.2.2 Problemas Comunes

Los ventiladores son un pequeño grupo de dispositivos de apoyo vitales que si fallan causarán la muerte a no ser que haya una intervención por el personal y un dispositivo de cambio disponible. Además, los pulmones son un tejido muy delicado que puede ser destruido fácilmente por un ventilador mal calibrado. Con ese conocimiento, es fundamental mantener los ventiladores en sus mejores condiciones de trabajo.

Sin embargo, los peligros presentados por la falta de ventilación combinados con los peligros presentados por un ventilador mal calibrado colocan al ingeniero en el mundo en desarrollo en una posición bien difícil. En una mano, sin la capacitación específica sobre el ventilador a la mano, usted puede poner en riesgo al paciente al trabajar en el dispositivo. Por otra parte, sin un ventilador sustituto disponible, usted seguramente arriesgará al paciente si no trabaja en el dispositivo.



La parte interior de un ventilador Bennet ilustra la complejidad del dispositivo. Afortunadamente, las reparaciones requeridas son típicamente simples. Si no lo son, no es posible llevar a cabo la reparación en el campo.

Afortunadamente, los ventiladores son dispositivos muy confiables. Los problemas más comunes son los errores de usuarios, el suministro de poder, filtración y la tubería. El problema más común con los errores de usuario es que los controles no están estandarizados entre fabricantes y los manuales, o no fueron suministrados con la donación, o fueron entregados en un idioma que el personal del hospital no habla.

Si el problema está relacionado al suministro de poder al ventilador o un problema mecánico simple (como de las llantas, tapadera o brazo de tubería) la reparación es directa.

El problema más común con la tubería es que la tubería desechable es reutilizada. La válvula de no re-inhalación puede averiarse o la tubería puede fugarse. Las fugas pueden ser reparadas con epoxi o un sellador de silicona en la mayoría de los casos. El válvula de no re-inhalación generalmente no puede ser reparada. Sin embargo, puede ser posible adaptar la válvula de no re-inhalación de un circuito con fugas para ser utilizado en otro circuito que no esté fugándose, pero que tiene un problema de no re-inhalación.

Si el problema no es uno de los problemas descritos arriba, probablemente es mejor no intentar reparar el ventilador sin la capacitación especializada. Sin embargo, su decisión debe de ser hecha consultándolo cuidadosamente con los doctores. Discuta cuales son los riesgos para el paciente si usted no trabaja en la máquina y cuáles son los riesgos para el paciente si usted trabaja en la máquina, y si accidentalmente sobre presuriza o ventila muy poco al paciente. Últimamente, la decisión es del doctor y usted tiene que seguir sus instrucciones.

2.2.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Si su reparación ha sido una reparación mecánica simple o del suministro de poder. Entonces usted puede liberar la máquina al piso para ser utilizada, solo con pruebas simples. La prueba más simple debería consistir en medir el ritmo respiratorio (debería estar entre unos pocos respiros por minuto de lo establecido sobre el rango entero) y midiendo el radio inspiratorio/espíatorio (debería estar aproximadamente entre 20% del radio establecido). Pruebe el límite de presión parcialmente tapando la conexión al paciente con su mano. La luz del límite de presión debe de parpadear.

Si su reparación ha sido en el circuito respiratorio, entonces usted solo necesita probar la tubería y la válvula de no re-inhalación. La tubería debería estar libre de fugas (tape un extremo y sople duro dentro del otro extremo con el tubo sumergido en agua. No debería de haber burbujas. La válvula de no re-inhalación es una válvula de una sola vía. Si no tiene una conexión al ventilador, entonces usted puede revisarla simplemente soplando dentro del extremo de la conexión del paciente y asegurarse que pase aire por el tubo espíatorio. Luego succione por el extremo del paciente y asegúrese que pase aire por la tubería inspiratoria. Si la válvula de no re-inhalación tiene una conexión al ventilador, entonces usted tendrá que operar el ventilador. Revise que el gas este fluyendo por la tubería correcta tapando la otra tubería al apretar la tubería apropiada y asegurándose que no haya cambios en la habilidad de suministrar o recolectar aire.

Si su reparación ha sido algo más que el suministro de poder, la tubería o mecánica, entonces usted tiene que completar más pruebas. Asegúrese de discutir su habilidad limitada para probar el ventilador con el doctor y los peligros potenciales a sus pacientes antes de llevar a cabo cualquier reparación más allá del suministro de poder, tubería o simples reparaciones mecánicas. Sin embargo, si usted y el doctor determinan que usted debe de intentar una reparación; complete al menos

dos pruebas más antes de liberar el ventilador: la prueba del límite de presión y la prueba del volumen entregado. Ambos el volumen y la presión son probados típicamente con equipo dedicado que probablemente usted no tendrá. Sin embargo, pueden ser aproximados.

El límite de presión es probado adecuadamente al conectar la tubería del paciente a una tubería doblada en forma de u llena con agua. El ventilador debería empujar el extremo alejado de la columna de agua al alto de la configuración de la presión, y luego indicar una alarma de límite de presión. Por ejemplo, si el límite de presión es fijado a 25 cm de agua, entonces la parte de arriba de la columna de agua alejada del ventilador debe estar 25 cm de agua más alta que la parte superior de la columna de agua cercana al ventilador. Pruebe varias configuraciones de límite de presión. Discuta la precisión de la prueba del límite de presión con el doctor.

El volumen puede ser aproximado al conectar un globo a la tubería del paciente. Usted debe de calibrar el globo al volumen antes de comenzar. La manera más fácil de hacer esto es llenar el globo con un volumen de agua conocido. Haga dos marcas sobre el globo separadas a una distancia fija, indicando el volumen al lado de la marca. Repita este procedimiento con varios volúmenes. Ahora, cuando el globo se expanda al volumen indicado, las marcas deberían estar a su distancia separada establecida. Para usar su globo calibrado, amordace el globo al final del ciclo inspiratorio. Pruebe varias configuraciones del volumen y discuta la precisión de la prueba con el doctor.

2.3 *Concentradores de Oxígeno*

2.3.1Uso Clínico y Principios de Operación

El oxígeno es un medicamento ampliamente recetado tanto en el hospital como en el hogar. Hipoxia, o una cantidad de oxígeno inadecuada, es el estado fisiológico principal que requiere esta tecnología médica y está presente en un número de condiciones de riesgo a la vida. Estas incluyen enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC), lo cual se refiere a la restricción, inflamación o infección de los bronquios o alveolos donde el suministro o transferencia de oxígeno a la sangre es limitado. La insuficiencia cardiovascular también causa hipoxia cuando un ritmo irregular, un flujo reducido o un transporte ineficiente previenen la entrega adecuada de oxígeno a los tejidos periféricos.

Además de estas condiciones médicas, una fuente confiable de oxígeno es esencial donde sea que se administren anestésicos, ya sea para suplementar la mezcla de gas inspirado y también para resucitación, aunque otras máquinas tal como los ventiladores pueden ser usados selectivamente.

En el mundo en desarrollo el oxígeno ha sido tradicionalmente suministrado en cilindros. Sin embargo, los cilindros son grandes y costosos. En áreas aisladas, el transporte de los cilindros es difícil y no se puede confiar en él. Por estas razones, la Organización Mundial de la Salud recomienda concentradores de oxígeno como una mejor inversión a largo plazo para los hospitales más pequeños y remotos en el mundo en desarrollo.

Detalles de Ingeniería

El aire ambiente contiene 78% N, 21% O₂ y 1% gases de rastreo. Un concentrador de oxígeno funciona separando y removiendo el nitrógeno del aire ambiente, dejando oxígeno casi puro (95%). A ritmos de flujo altos, la concentración de oxígeno puede caer.

La mayoría de las máquinas ahora operan usando una absorción por oscilación de presión (AOP). El aire ambiente es comprimido y pasado a través de un silicato de aluminio sintético (zeolita). La zeolita actúa como un colador molecular al unirse al nitrógeno, pero solo a presión alta. La zeolita está diseñada con una configuración porosa para maximizar el área de superficie.

El oxígeno a presión alta y concentrado es almacenado en un tanque. Un regulador de presión es usado para bajar la presión al rango deseado.

Luego de que la zeolita está saturada con nitrógeno, la válvula que lleva al tanque de oxígeno es cerrada y la presión baja en el tanque zeolita. A medida que la presión baja la zeolita libera nitrógeno, el cual es ventilado al aire. Una pequeña cantidad de oxígeno enriquecido es entonces pasado de vuelta por el contenedor zeolita para purgar completamente la zeolita de nitrógeno. Ya que probablemente el paciente necesite un suministro constante de oxígeno, un concentrador típico tendrá dos contenedores zeolitas. Uno está concentrando oxígeno mientras el otro está siendo purgado.

Un concentrador de oxígeno es fácil de operar solo con un interruptor de poder y un medidor de flujo. Una alarma suena si la presión en la cámara de compresión cae por debajo de los 20 psi. Algunos modelos incluyen un dispositivo incorporado llamado IECO (indicador del estado de concentración del oxígeno) que mide la concentración del oxígeno justo antes de la salida. Una alarma sonará si la concentración está baja en estos dispositivos. Algunas máquinas se apagarán automáticamente si la concentración de oxígeno cae por debajo del 70%.

2.3.2 Problemas Comunes

Los concentradores fallan ocasionalmente, y su reparación puede requerir una experiencia considerable; partes gastadas en el compresor y válvulas pueden necesitar remplazo. Asumiendo que todas las otras partes funcionan óptimamente,

la máquina solo es limitada por la vida de los cristales zeolitas, los cuales se espera que duren al menos 20,000 horas.

Las quejas principales son bajas concentraciones de oxígeno y caídas en los flujos de gas. Ya que esta máquina es utilizada tan ampliamente y tiene pocas opciones en el interfaz, el error de usuario es poco probable. Un filtro tapado puede ser la causa probable. El filtro está colocado entre la fuente de aire y los contenedores zeolitas. Algunos modelos pueden tener múltiples filtros. Un filtro sucio puede llevar a una concentración de oxígeno reducida y/o una baja en el ritmo de flujo.

Si el flujo hacia el paciente es insuficiente, la tubería y los conectores deberían ser revisados por fugas. Recuerde que parte de la ruta de que provee oxígeno desde los contenedores zeolitas puede estar adentro de la máquina.

Si el motor o compresor no está funcionando adecuadamente, el aire en los contenedores zeolitas no estará lo suficientemente presurizado para remover una cantidad adecuada de nitrógeno del aire. En este caso es necesario revisar cualquier sello/gásket asociados con estos sistemas. Adentro de las cámaras, la presión estándar es de 20 psi.

Las válvulas en la entrada y salida de los contenedores zeolitas deben de estar ajustados y temporizados correctamente. Durante la presurización, la válvula de entrada debe de estar abierta y la válvula de salida cerrada. Durante la filtración, la cual normalmente toma de 8 a 20 segundos, ambas válvulas deben de estar cerradas mientras el nitrógeno se une a la zeolita. Durante la liberación del aire con oxígeno concentrado al paciente, solo la válvula de salida debe de abrirse. Recuerde que en la etapa de regeneración una pequeña cantidad de oxígeno es liberado de vuelta al contenedor para expulsar el nitrógeno que queda. La mayoría de los modelos tienen válvulas que están coordinadas entre cámaras. Sin embargo, revise el tiempo de apertura y cierre de la válvula. Los contenedores estarán en distintas etapas del ciclo de cambio de presión de manera que mientras un contenedor está filtrándose, el otro se está regenerando.

2.3.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Es importante que esta máquina logre concentraciones de oxígeno cercanas al 90% o por encima y que provea flujos de gas en el rango del fabricante, manteniendo en mente que para ritmos de flujo altos (alrededor de 5 litros/minuto) la concentración de oxígeno será más baja. Adicionalmente, no es seguro creerle a los medidores de flujo y a los indicadores de concentración de oxígeno de la máquina cuando este liberando un concentrador de oxígeno al piso. Estas variables necesitan ser revisadas utilizando un analizador de oxígeno distinto y un medidor de flujo, respectivamente. Típicamente no es difícil determinar el ritmo de flujo en el mundo en desarrollo, ya que hay una abundancia de medidores de flujo. Sin embargo, medir la concentración de oxígeno puede ser retador. Si usted no es capaz de ubicar

un medidor de concentración de oxígeno, discuta el problema con el doctor antes de liberar el dispositivo al piso sin una prueba de concentración de oxígeno. La medición debe de ser llevada a cabo 10 minutos después de encender el concentrador de oxígeno para darle a la máquina tiempo de acumular la concentración de oxígeno.

2.4 Bombas de Fluidos

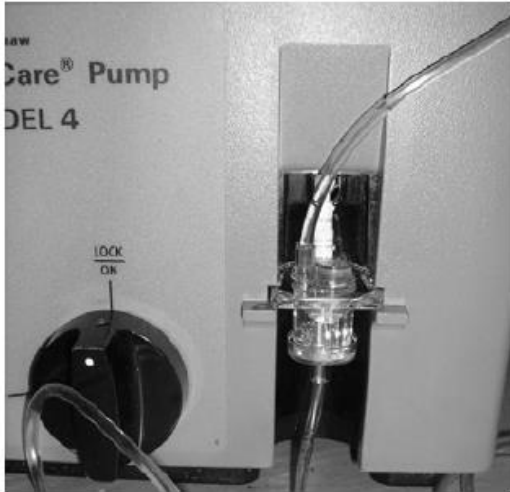
2.4.1 Uso Clínico y Principios de Operación

No es inusual que un paciente en un escenario UCI tenga 6 o más bombas de fluidos conectadas a venas, arterias o el esófago. Estas bombas pueden suministrar fluidos básicos y electrolitos, apoyo nutricional, antibióticos y medicinas para el dolor. Algunas bombas pueden tener hasta 4 canales separados infundiendo líquido al mismo tiempo.

La presión positiva generada por los varios fabricantes de bombas pueden variar ampliamente. Todas las bombas deben de ser capaz de sobrepasar las presiones arteriales del paciente (150-200 mmHg). La mayoría de las bombas tienen un límite de presión de 500 mmHg (10 psig). Si se alcanza el límite, debería de sonar una alarma de oclusión. En algunas bombas, el usuario puede bajar los límites de presión. Las bombas con límites de presión bajados son a menudo etiquetadas como pediátricas.

En muchas bombas la presión de salida también tiene un límite bajo. Si la presión en la línea de fluido está por debajo del límite bajo, una alarma debe de indicar una posible pérdida de conexión al paciente o arteria (una alarma de infiltración, cuando el catéter ya no está en el vaso sanguíneo sino que infundiendo líquido dentro del tejido circundante).

Todas las bombas de fluidos trabajan en uno de los tres principios, desplazamiento de volumen, rodillo peristáltico o peristáltico lineal. Una bomba de desplazamiento de volumen requiere un juego de administración IV dedicado (lo que significa que aplica solo a un tipo de bomba), disponible solo del fabricante. El equipo dedicado incluye un casete pequeño el cual actúa como la cámara de bombeo. Una bolsa IV u otra fuente está colgada a alguna distancia por encima de la bomba. Estas bombas son relativamente raras en el mundo en desarrollo porque el suministro de los juegos IV dedicados no es regular.



Esta bomba de desplazamiento de volumen requiere un casete dedicado (cilindro en el lado izquierdo). Ya que estos casetes no están fácilmente disponibles, este tipo de bomba a menudo no es funcional en el mundo en desarrollo.

En la bomba peristáltica lineal, en vez de un casete conteniendo la cámara de bombeo, la bomba “ordeña” el fluido a lo largo del tubo de la línea IV. Esto puede requerir una tubería especial, a veces silástica. La operación básica es ocluir la bomba con un rodillo, luego avanzar el rodillo – o dedo – forzando fluido a lo largo del tubo. Típicamente la tubería y los dedos están colocados linealmente. Ya que esta tubería también es de un diámetro conocido, el volumen infundido por una bomba peristáltica puede ser calculado como el área de la tubería por la distancia que viajan los dedos.



Esta bomba peristáltica lineal utiliza dedos (junto a la flecha negra grande) que “ordeñan” el líquido a través y a lo largo de la tubería. En general se requiere tubería especializada, volviendo este tipo de bomba menos popular en el mundo en desarrollo.

Una gran diferencia con una bomba peristáltica es que tienen un dispositivo de prevención de flujo libre. Este es un sistema mecánico para cerrar la tubería cuando

se abre la puerta para que el paciente no recibe una infusión bolus (dosis única grande).

Una bomba peristáltica de rodillo es una bomba peristáltica donde los dedos son rodillos, típicamente ordenados en un círculo. Muy pocas bombas de este tipo son utilizadas para la administración de fluidos IV. La mayoría de las bombas peristálticas son utilizadas como bombas de alimentación y como bombas en máquinas de corazón-pulmón.

Una bomba jeringa es utilizada cuando el fluido al paciente tiene que ser limitado o cuando se tiene que administrar una cantidad muy precisa de alguna droga. Una jeringa es cargada dentro de la máquina y un motor ascendente avanza el émbolo para administrar fluido al paciente. Estas bombas pueden ser operadas por baterías o línea. La mayoría de las unidades requerirán la programación de la bomba, a través del teclado del panel de control, para el tamaño de la jeringa, (10 a 60 cc), ritmo de flujo y volúmenes administrados.

2.4.2 Problemas Comunes

Los errores de usuario son comunes con las bombas. Mientras que solo el personal clínico debería de programar la bomba, los técnicos deben de conocer el procedimiento de programación para que puedan solucionar problemas o calibrar las unidades. Por lo tanto, si usted tiene la oportunidad, intente utilizar las bombas en la UCI cuando no estén conectadas a un paciente.

Muchas de las bombas disponibles en el mundo en desarrollo son del tipo que son distribuidas gratis o a bajo costo en el mundo desarrollado, pero requieren la compra de un juego específico de tubería. Las bombas son donadas bajo la suposición equivocada de que pueden ser utilizadas en el mundo en desarrollo. Ya que estos juegos de tubería son costosos, generalmente no están disponibles en el mundo de desarrollo. En la mayoría de los casos, usted no será capaz de adaptar estas bombas.

Algunos de los problemas comunes con las bombas de jeringa son el embrague deslizándose lo que causa una baja infusión de la droga, perillas rotas de manera que la jeringa no encaja seguramente en la bomba y baterías malas. Abuso del usuario es muy común ya que las bombas son dejadas caer regularmente.

Con las bombas de rodillo, los rodillos pueden necesitar ajuste. Si el rodillo está muy cerca del tubo, puede causar alta fricción, ritmos de flujo bajos y desgaste prematuro del tubo y del motor. El tubo puede marchar a través del sistema también. Si el rodillo está muy suelto, habrá una oclusión insuficiente para mover el volumen requerido de líquido. Los ritmos de flujo también pueden caer, a pesar del movimiento rápido de los rodillos.

2.4.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

A las bombas se les debe de probar su volumen entregado con tiempo, o ritmo de flujo. Esto se logra fácilmente con un cilindro graduado y un cronometro. Si el ritmo de flujo está establecido para 10 mililitros por minuto, entonces usted debería de medir 10 mililitros en un minuto (o 100 mililitros en 10 minutos) vaciándolo dentro del cilindro graduado o en una taza de medición.

El límite de oclusión (o presión alta) debería de ser probado. La prueba ideal usa un manómetro. Sin embargo, una prueba adecuada es conectar la bomba a un tubo colgado de la pared. La bomba debería de empujar agua hacia arriba de la pared al nivel del límite de presión, luego parar y sonar una alarma. Por ejemplo, si el límite de presión está establecido para 200 mmHg, entonces la columna de agua debería ascender 260 cm (20 cm de Hg es equivalente en presión a 260 cm de agua). En el peor de los casos, simplemente amordace el tubo y asegúrese de que la alarma suene.

Si la bomba incluye una alarma de infiltración, entonces puede ser probada dejando que el agua de la bomba salga del tubo desde la bomba a distintas alturas. Típicamente sonará la alarma de infiltración cuando el agua sale de la tubería unos cuantos centímetros por encima de la bomba. Si el agua debe de salir de la bomba al nivel de la bomba o más abajo, entonces la alarma no está funcionando.

Si la bomba tiene baterías, usualmente es suficiente tan solo probar que el dispositivo funcione con las baterías por unos cuantos minutos. Una prueba más completa es descrita en la sección de la batería de este libro.

Finalmente si la bomba tiene un dispositivo de prevención de flujo libre, entonces asegúrese que el retirar el tubo no permita el flujo libre del líquido dentro del paciente.

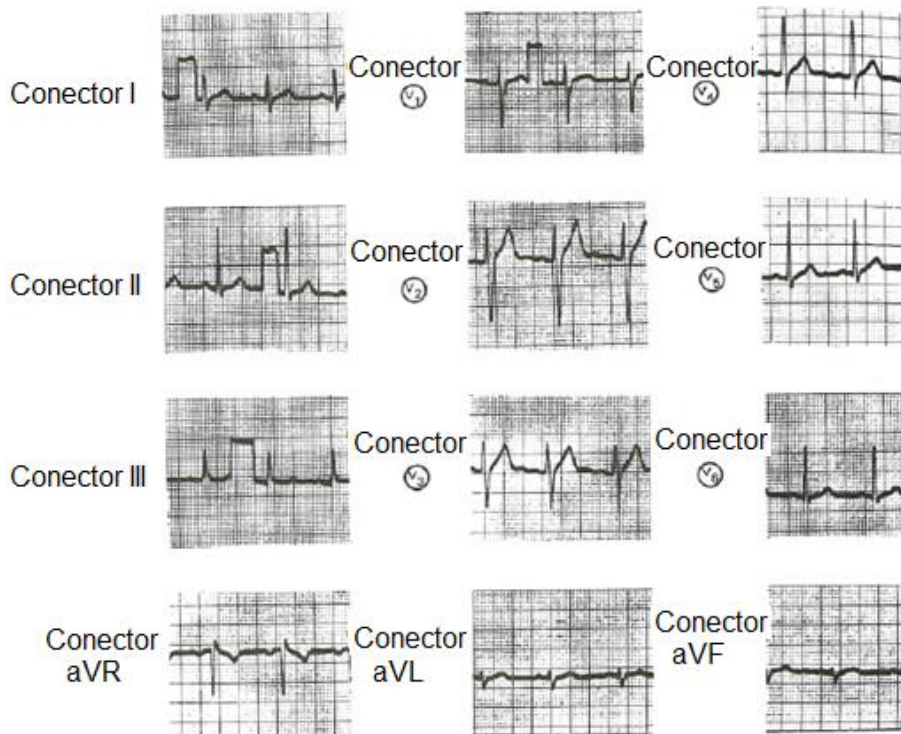
2.5 *Electrocardiogramas*

2.5.1 Uso Clínico y Principios de Operación

Un amplificador ECG, (EKG es un término Alemán que también es ampliamente utilizado), es un amplificador de tres a 10 entradas combinadas de uno a doce cables ECG (leads) de la actividad cardiaca eléctrica. Cada entrada amplifica la señal desde dos o más electrodos colocados sobre la piel.

Si el ECG está siendo utilizado para monitorear la condición de un paciente, entonces usualmente habrán tres o cinco alambres conectados al paciente y una forma de onda ECG de baja resolución y ritmo cardiaco están continuamente visualizados y observados por el doctor. Los dispositivos de monitoreo incluirán

alarmas para cambios significativos en ritmo o forma de onda. Si el ECG está siendo utilizado como una herramienta de diagnóstico, entonces típicamente habrá de seis a diez alambres conectados al paciente y uno o dos ciclos cardiacos son visualizados, o impresos, en alta resolución.



Esta imagen muestra imágenes ECG típicas de todos los conectores ECG más comunes. El pulso cuadrado es 1 mV en altura. La mayoría de los sistemas del mundo en desarrollo solo muestran los conectores ECG I, II, y III, con algunos agregando aVR, aVL y aVF.

La mayoría de las máquinas ECG en el mundo en desarrollo son del tipo de monitoreo. Para estas, tres o cuatro conectores ECG de paciente son conectados directamente a las extremidades del paciente: pierna derecha (PD – no siempre utilizada, brazo derecho (BD), pierna izquierda (PI), y brazo izquierdo (BI). Si la máquina es razonablemente moderna, tendrá un código de color marcado sobre los conectores ECG. Sin embargo, el código de color es diferente en Europa, y los hospitales en el mundo en desarrollo a menudo tienen una mezcla de donaciones europeas y estadounidenses. Así que, el código de color es de poco valor. Una quinta conexión marcada “C” a menudo está presente, pero raramente es utilizada y puede dejarse desconectada en la mayoría de los casos. Un interruptor enfrente cambiara la pantalla para monitorear la diferencia entre distintos pares de electrodos: I, II, III, aVr, aVl, aVf, y V. La tabla abajo muestra los electrodos activos para cada configuración de interruptor. El conector RL, si está presente, siempre está activo, ya que es utilizado como tierra, ya sea guiada o pasiva, para reducir el ruido. Si el conector ECG RL no está presente, entonces uno de los cables no utilizados está siendo utilizado como la referencia.

CONFIGURACION INTERRUPTOR	ELECTRODS USADOS
Conector ECG I	BI, BD
Conector II	PI, BD
Conector III	PI, BI
Conector aVr	BD, BI, PI
Conector aV1	BD, PD, PI
Conector aVf	BD, BI, PI
Conector V	P, BD, BI, PI (raramente usado)

La terminología puede volverse confusa entre las entradas, las cuales tienen alambres llamados conectores por el ingeniero, y entradas, correspondientes a características clínicamente significativas, los cuales son llamados conectores por el personal clínico. Usando el término clínicamente, hay conectores de extremidades y conectores de extremidades modificadas. Los conectores de extremidades tienen los electrodos colocados sobre las extremidades, típicamente las muñecas y justo arriba de los tobillos. Los conectores de extremidades modificados tienen los electrodos colocados sobre los hombros y justo arriba de la cintura del paciente. Los conectores de extremidades solo son usados para monitoreo. Para propósitos de diagnóstico, hay máquinas ECG de 12-conectores, con electrodos conectados en puntos específicos a través del pecho, adicionalmente a los conectores de extremidades modificadas. Además de los seis conectores ya mencionados (Conectores I, II, III, aVR, aVL y aVF) la máquina de 12-conectores mostrará V1, V2, V3, V4, V5 y V6, un total de 12 conectores.

Para operar, la máquina primero tiene que ser encendida. Luego, el dispositivo debería ser conectado al paciente por medio de la serie apropiada de electrodos. Después de unos cuantos segundos, el dispositivo debería de comenzar a grabar el ECG. En algunos casos, se debe de presionar un botón de inicio. Algunos de los ECG de 12-conectores requieren una serie de entradas del usuario para grabar el nombre del paciente, sexo y otros factores.

Todas las entradas están aisladas del suministro de poder principal del amplificador por un transformador de aislamiento. Esto previene que cualquier falla en el suministro de poder ponga voltaje en los electrodos y potencialmente le dé un choque eléctrico al paciente. También cada entrada tiene un diodo, resistor o un circuito de espacio de chispa que hará cortocircuito en cualquiera de los pulsos de alto voltaje/alta corriente a tierra para que el amplificador no sea dañado, por ejemplo, por desfibrilación. La impedancia de entrada de un amplificador ECG es típicamente de 100 mega ohmios.

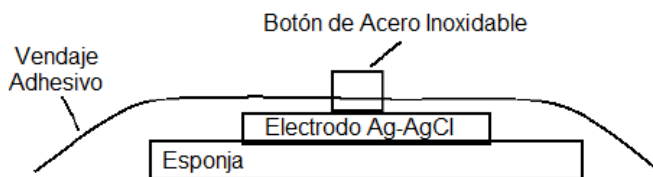
Amplificadores, para ambos, los usados para monitoreo y para diagnóstico, tienen un mecanismo de cambio que selecciona la forma de onda (sonda) a ser mostrada. El interruptor puede ser rotativo, un botón de presión o un panel plano. En algunas grabadoras hay un botón automático que cambia la salida a lo largo de todas las sondas dependiendo del modo. En algunas unidades hay una posición de calibración en el interruptor la cual, cuando es seleccionada, muestra una señal de 1mV. La señal de calibración de 1 mV es usada para confirmar la ganancia del

amplificador y es una buena manera de hacer una revisión rápida para ver si el amplificador está funcionando apropiadamente. Si la salida muestra la señal de 1 mV, el amplificador está funcionando.

La ganancia estándar de un amplificador ECG es de alrededor de 1,000 cm/V, significando que una señal 1 mV sobre la superficie corporal crea una deflexión de 1 cm del dispositivo de visualización. Sin embargo, algunos amplificadores tienen un control de ganancia automático y algunos pueden tener interruptores con configuraciones como 0.25 (ganancia de 250), 0.5 (ganancia de 500), 1.0 (ganancia de 1,000 Estándar), 3.0 (ganancia de 3,000) y 5.0 (ganancia de 5,000). Como con cualquier amplificador, la saturación puede volverse un problema, aun en la configuración de ganancia más baja. Esto es común cuando el paciente es pequeño, un neonato o un adulto delgado, atlético. Resultará una forma de onda distorsionada, usualmente con picos o valles o, en el peor de los casos, una línea plana en la parte superior o inferior de la pantalla. Esto puede ser un voltaje descompensado causado por los electrodos colocados sobre el paciente. Este voltaje descompensado puede mover la línea base para arriba o abajo y puede causar saturación temporal del amplificador.

Los amplificadores ECG tienen dos frecuencias de respuesta que son seleccionables, monitor y diagnóstico. La respuesta del monitor de frecuencia para una observación a largo plazo del ECG del paciente, como en cuidados intensivos, es de 0.5 a 35 Hz. Muchos de los monitores en el mundo en desarrollo no observan la estandarización moderna de los rangos de frecuencia. Por lo tanto, el rango de la frecuencia de monitoreo puede estar en rangos tan altos como 50 Hz. La respuesta de la frecuencia de diagnóstico es de 0.1 a 100 Hz, o hasta 150 Hz, con o sin un filtro de muesca para quitar 50 or 60 Hz de ruido de la línea de poder.

Hay muchos tipos distintos de electrodos usados para conectar el paciente al monitor. Estos electrodos van de uso a corto plazo a largo plazo. Los electrodos de monitoreo son artículos de un solo uso con una columna central de material conductor rodeado de una espuma plástica o un disco o cuadrado de cinta de papel para sostener la columna conductora en su lugar. En la parte superior de la columna conductora hay un broche de presión al que está atado el alambre del conector, que va al cable del paciente que lleva al amplificador (figura 2.6.2). Estos electrodos cuestan entre \$0.05 y \$0.11 cada uno. No pueden ser limpiados o de otra manera reusados. A medida que los electrodos envejecen, la columna conductora se secará, volviendo el electrodo inservible.



Los electrodos ECG desechables se ven como botones grandes. Sin embargo, a menudo son reutilizados en el mundo en desarrollo, volviéndolos una fuente constante de problemas.

No hay alternativas no desechables para monitoreo. La más común es el electrodo de placa que es sostenido sobre el paciente con un cinturón de goma. Entre el electrodo y la piel del paciente se coloca un gel conductor para asegurar un buen contacto eléctrico. Sin embargo, este gel no es crítico. Una gaza mojada en solución salina, o hasta unas pocas gotas de agua, pueden mejorar la calidad de la grabación. Si se usan electrodos de placa deben de ser revisados y limpiados en cada inspección.

Para grabaciones ECG de diagnóstico, los electrodos más comunes son los multiuso. La “copa Welch” es el más común de estos. Esta es un electrodo con la forma de una copa, recubierto de plata con un bulbo de succión en la parte superior. La corrosión es un problema común así como lo es la falta de succión a medida que el bulbo de succión envejece. No es inusual encontrar el bulbo de succión lleno de gel conductor y se ha sabido de hongo creciendo en ellos.

Hay dos métodos generales para visualizar las formas de onda ECG, electrónicamente o en papel. La forma más común de la visualización electrónica es sobre una pantalla o CRT. El tamaño de la visualización y el tipo de fosforo utilizado en la fabricación del CRT puede entrar dentro de la calidad de la forma de onda. La presentación del trazo ECG puede estar en el mismo formato como la presentación de papel/cartilla con los datos más recientes más cerca al lado izquierdo de la pantalla, a menudo llamada pantalla de trazo en movimiento o sólido. Algunos fabricantes usan una presentación BORRAR BARRA, a veces llamada trazo estacionario. En esta presentación la forma de onda es estacionaria y un espacio en blanco, o barra, se mueve a lo largo del CRT con los datos más nuevos estando a la izquierda del espacio/barra.

El otro método común de la presentación de la forma de onda es en papel. El tamaño y forma del papel varía entre fabricantes. Hay cuatro tipos generales de papel usado para la presentación de la forma de onda, tinta, tiza, cera y químico/térmico. Cada uno tiene beneficios y problemas específicos.

El papel tinta tiene una superficie brillante, con líneas cuadrículas pre-impresas. Pueden ser de una sola hoja o una tira continua, de rodillo o doblez-z, o una tira continua que puede hacer una sola hoja. En la mayoría de los casos hay muchos canales de forma de onda presentados con una o más configuraciones de sondas ECG por canal. Las marcas de las sondas son hechas con caracteres alfa o puntos y líneas. Si el lápiz no es mantenido ahí puede haber borrones o manchones sobre las formas de onda. El papel cera es para grabaciones de lápiz calientes. Es raro. El papel térmico es el papel más común. Viene en rollos y dobleces-z. Su característica distintiva, en la mayoría de los casos, es la falta de líneas cuadrículas. El papel térmico se ve, y esencialmente es, papel fax térmico. Las velocidades de presentación en la mayoría de las grabadoras y pantallas electrónicas son de 25 y 50 mm/seg. Algunos pueden tener velocidades adicionales. Cuando la velocidad de registro es de 25 mm/seg cada mm en el eje horizontal es de 0,04 segundos.

2.5.2 Problemas Comunes

La llamada más común a ingeniería casi siempre es por un simple error de usuario. Los ECG son donaciones comunes en el mundo en desarrollo, pero los manuales no lo son. Aun cuando los manuales son entregados con las máquinas, a menudo están en un idioma que el personal no habla. Aun cuando el personal puede hablar el idioma, a menudo no lo leen. Las grabadoras ECG modernas pueden presentar una miríada de botones y controles y pueden ser bastante confusas. Por todas estas razones, si la máquina enciende, la primera cosa de la cual sospechar es un error de usuario en la operación de la máquina.

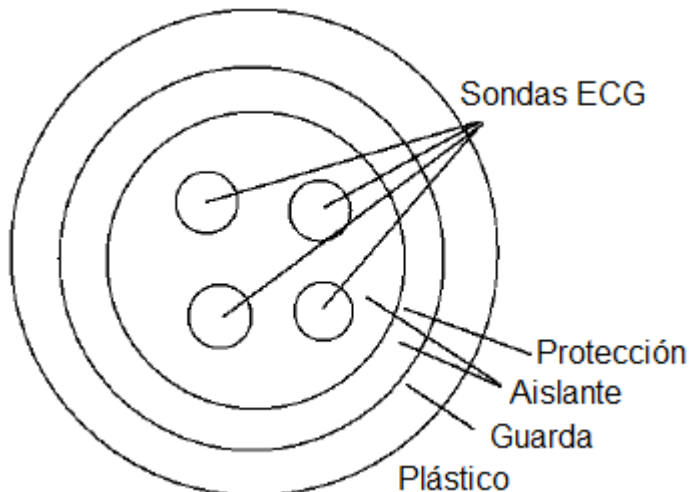
Un problema común en las máquinas más antiguas es lograr el ritmo correcto. El medidor de ritmo cardíaco puede no tener un control automático de ganancia. En estos casos, el usuario puede no darse cuenta que tiene que ajustar la ganancia para que el ritmo lea correctamente.

El error de usuario puede extenderse más allá de la operación de la máquina. Aunque la posición de los electrodos es el trabajo del doctor o enfermera, cuando se hace mal, puede resultar en una llamada a ingeniería. El síntoma más típico es un ECG saturado o un ECG distorsionado por ruido en la línea de poder. Unos cuantos puntos a recordar para la colocación de los electrodos son: 1) los electrodos no deben de colocarse sobre tejido cicatrizado, 2) los electrodos no deben de colocarse sobre un montón de vello corporal, 3) los electrodos colocados más cerca de 2 pulgadas entre sí pueden no grabar una señal clara, y 4) si más de un dispositivo requiere que los electrodos se coloquen sobre el paciente pueden interferir entre sí. Cambiar a distintos conectores, reposicionar los electrodos y afeitar la piel puede resolver estos problemas.

Luego del electrodo el enlace más débil en un sistema ECG son los alambres de los conectores. El cable del paciente debería de durar muchos años. Sin embargo, el uso abusivo puede llevar a que se rompa el alambre. Antes de rechazar un alambre de sonda, intente con un alambre distinto de otra máquina para confirmar que esta es la causa. Los alambres de sonda a menudo parecen estar en malas condiciones debido al residuo de la cinta sobre el cable. Este residuo puede quitarse usando alcohol y otros solventes.

Si el alambre conector está fallando, reemplazarlo es la opción preferida. Sin embargo, los alambres de conector pueden ser reparados en algunos casos. Para encontrar el alambre que está fallando, por cada posición sobre el interruptor selector del paciente, mueva el cordón del paciente en su extremo, en el centro donde los 5 conectores se esparcen, y en el extremo de enchufe de la máquina. Una ruptura se evidenciará por una deflexión violenta en la pantalla. Si la ruptura está en esta última parte del conector, típicamente bastante delgada, esta se puede cortar y soldar de la manera estándar, ya que las últimas doce pulgadas son típicamente alambre sin protección. Si hay protección, asegúrese de reconectarla también.

El problema más común es la conexión hacia el cable principal, o la conexión a la máquina. Este alambre potencialmente contiene dos o tres capas antes del conductor. Si las deflexiones violentas ocurren cuando se mueve el cable de paciente en su extremo de enchufe, y esto ocurre con varios juegos de conectores, entonces él toma está averiado. Ya que los tomas de remplazo son casi imposibles de encontrar en el mundo en desarrollo, usted tiene que considerar reconstruir él toma (algo que consume bastante tiempo y a menudo no es recompensado), o considere soldar la sonda permanentemente a la máquina, si el hospital desesperadamente necesita ese ECG.



Los cables ECG son estructuras multi-conductoras y complicadas que frecuentemente se dañan en el mundo en desarrollo.

Los problemas restantes están descritos por sus síntomas porque son tan comunes y a menudo causadas por error de usuario, colocación de conectores o alambres de conectores.

Una línea base errante es notada por el técnico a medida que la línea entre los ciclos cardiacos rebotan o saltan por todos lados. Esto es muy a menudo causado al intentar utilizar un monitor en modo de diagnóstico o por la colocación o calidad del electrodo.

Un trazo intermitente resulta cuando la señal se satura, luego regresa y se satura de nuevo. Estos problemas casi siempre son causados por los electrodos o alambres conectores. Las conexiones de pacientes sueltas también pueden ser la causa. Estos mismos problemas pueden causar un ECG débil (así como un usuario configurando una ganancia inapropiada).

Usted puede verificar que un problema es causado por interferencia AC (un ECG contaminado con 60 Hz o 50 Hz) quitando la máquina de la sala de operación o UCI para ver si esto resuelve el problema. Si no, asegúrese de que el dispositivo haya sido configurado correctamente para la frecuencia de línea de poder local. Los números de donaciones de distintas partes del mundo, y el pobre apoyo de ingeniería que acompaña a algunas donaciones lleva a que algunos dispositivos se dejen en el modo de 50 Hz mientras están siendo operados en un ambiente de 60

Hz y viceversa. También, revise si el paciente está frío o nervioso. De ser así, los temblores musculares pueden estar causando la interferencia. Otra causa puede ser que el paciente o enfermera estén tocando cualquier metal o pared cercana durante el monitoreo.

Cuando no aparece ningún trazo, y el dispositivo está imprimiendo ECG, usted puede estar experimentando problemas con la impresora. Con el lápiz calentado, la presión del lápiz en el papel puede afectar el ancho del trazo y su frecuencia de respuesta. Si demasiado calor es utilizado el trazo también se anchará. Si muy poquito es aplicado, entonces no aparecerá ningún trazo.

Con un sistema de tinta el lápiz es más largo y toca una superficie plana. La tinta es transportada a través de una tubería taladrada desde un suministro central al lápiz. Estos tubos a menudo se bloquean y puede limpiarse removiendo y lavándolos con alcohol. Este es un proceso sucio y se debe de tomar cuidado para proteger la ropa. Las puntas de los lápices, (plumas), también pueden recoger pelusa y pedacitos de papel que ancharán el trazo. Estas deben de limpiarse usando un trapo o papel libre de pelusa. La punta puede desgastarse de una manera dispareja y requerir que lo vuelvan a aplanar, comúnmente referido como lapeado (pulido). Esto se hace usando un papel lija fino, pasando ligeramente la punta sobre el papel. Una manera favorita de hacer esto es poner el papel lija debajo de la punta, sostenerla en su lugar mientras se mueve el control de posición para que el lápiz se mueva a lo largo del papel lija. Generalmente solo se necesitan de 2 a 3 pasadas a través de la lija para aplanar la punta.

Los sistemas de cartuchos de tinta tienen un “marcador de punta de fieltro” específicamente moldeado en vez de un lápiz calentado o una reserva de tinta. Estos sistemas tiene el potencial de secarse y no hacer trazos completos. El sistema es usado para ambos papeles, estacionario, (plotter x-y) y rollo de papel continuo. Los cartuchos de repuesto deben estar con las unidades ya que pueden ser reemplazadas fácilmente por el usuario. Con el tiempo la punta de escritura puede ancharse y debe de ser reemplazada. Si no hay un cartucho de repuesto disponible, puede ser rellenado. Sin embargo, se requerirá algún intento y error (probar, errar y volver a intentar) hasta encontrar una tinta que funcione. Si la punta es dañada, la punta de algunas plumas de punta de fieltro puede colocarse en su lugar, pero de nuevo se necesitará un intento y error.

2.5.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Para la mayoría de los ECG de monitoreo, es suficiente simplemente conectar el ECG a usted mismo y grabar un ECG y ritmo cardíaco preciso. Si el ritmo cardíaco iguala el suyo (como se mide con un reloj sintiendo la arteria en su cuello), y el ECG se ve como un ECG normal, entonces el dispositivo probablemente está funcionando. Usted debería revisar las alarmas de ritmo cardíaco para asegurar que

suenan cuando están configuradas ya sea más bajas que su ritmo cardiaco (alarma de ritmo superior) o más altas que su propio ritmo cardiaco (alarma de ritmo inferior).

Si el ECG es para ser utilizado en la SO, entonces existe la posibilidad de que será utilizado para contacto cardiaco directo. Aun una pequeña corriente pasando por los alambres conectores puede causar la muerte (por medio de fibrilación ventricular) en estas situaciones. Desafortunadamente, sin un dispositivo especializado, no es posible revisar apropiadamente por fugas de corriente.

Si usted está en un hospital donde un ECG debe de ser usado en la sala de operaciones y no hay un dispositivo de prueba disponible, hay una prueba parcial adecuada. Asegúrese de discutir las limitaciones de su prueba con el doctor antes de devolver el dispositivo para uso. Un sustituto adecuado es simplemente probar por grandes fugas de corriente a tierra. Este es el peligro más común para el paciente. Para lograr esta prueba, coloque un resistor de alrededor de 1000 ohmios entre cada conexión al paciente y tierra, uno a la vez, en sucesión. Mida la caída del voltaje a través del resistor. Calcule la corriente fluyendo en cada conector a tierra (la caída de voltaje dividida por la resistencia que usted uso). Las corrientes deberían estar por debajo de los 50 microamperios (voltajes medidos por debajo de los 50 milivoltios rms).

Usted también puede probar la caja metálica de cualquier pieza de equipo usando la misma técnica. Sin embargo, para piezas de equipo las cuales no estén tocando directamente el corazón, pueden fluir 500 microamperios de corriente. Los artículos que pueden ser probados con esta técnica incluyen el sistema de calefacción, aire acondicionado, plomería, la tarjeta de oxígeno y succión terminal, los controles para llamar a la enfermera y del TV, la cama, y cualquier equipo de monitoreo u otra cosa adjunta al paciente.

Es una buena práctica limpiar los electrodos antes de liberarlos de nuevo al piso. También, revise por cualquier alambre conector suelto o roto. Si la máquina tiene una batería, revise que este en buenas condiciones y que el cargador esté trabajando apropiadamente.

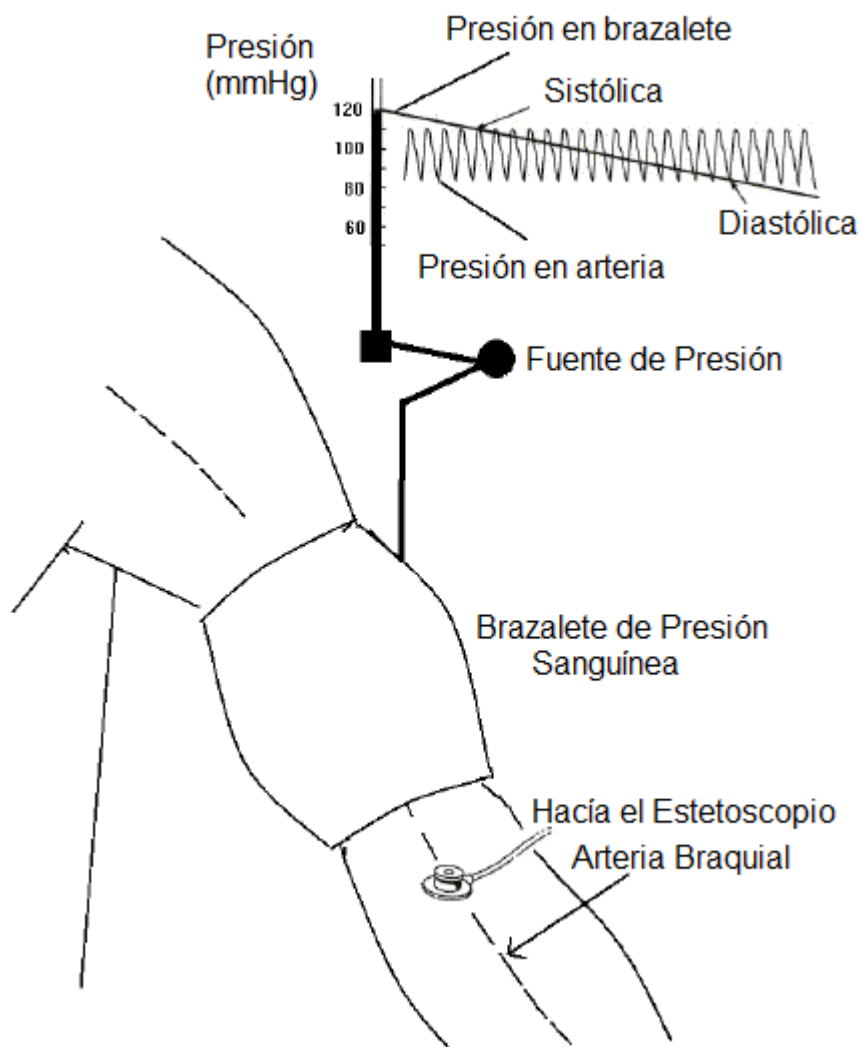
2.6 Máquinas de Presión Sanguínea

2.6.1 Uso Clínico y Principios de Operación

Las máquinas de presión sanguínea son una de las herramientas de diagnóstico primarias usadas por los trabajadores del cuidado de la salud. Los esfigmomanómetros son utilizados para determinar la presión sanguínea del paciente en reposo, una de las pruebas preliminares que los trabajadores del cuidado de la salud pueden llevar a cabo. Un diagnóstico de presión sanguínea alta

o baja puede ser indicativo de otras enfermedades más serias. Hay tres tipos principales de máquinas de presión sanguínea: mercurio, aneroide y electrónica.

La medición de la presión sanguínea ha sido común por más de un siglo y a menudo es malentendida. La medición no-invasiva de la presión sanguínea es lograda tapando una arteria en la parte superior del brazo con un brazalete inflable que está conectado a un manómetro de mercurio. Un estetoscopio es utilizado para escuchar los sonidos Korotkoff a medida que la sangre fluye. El primer sonido es escuchado cuando la presión en el brazalete pasa la presión sistólica. El último sonido es escuchado cuando el brazalete pasa la presión diastólica.



Una medición de presión sanguínea tradicional es hecha tapando la arteria braquial con un brazalete. A medida que se desinfla el brazalete, el técnico al principio no puede escuchar nada, ya que no fluye sangre en la arteria, luego un sonido a medida que la presión en el brazalete está justo debajo de la presión sistólica (máxima). Cuando la presión en el brazalete descende justo debajo de la presión diastólica (mínima), el sonido se acaba porque la sangre regresa al flujo laminar.

La presión ideal es 120 mmHg sistólica y 80 mmHg diastólica. Las presiones sistólicas por encima de 150 mmHg o las presiones diastólicas por encima de 100 mmHg son de preocupación clínica. La diferencia entre las presiones sistólicas y diastólicas es llamada presión de pulso. Esta generalmente está entre 40 y 50 mmHg. Una presión media estimada se puede obtener sumando un tercio de la

presión pulso a la presión diastólica. La presión media no debería caer por debajo de alrededor de 80 mmHg.

Para medir la presión en el brazalete, a menudo se usa un manómetro de mercurio. Una columna plástica o de vidrio con graduaciones de 0 a 300 mm está conectada al brazalete por medio de una tubería de látex or goma. El tubo está lleno con mercurio. La lectura de presión es la altura de la columna de mercurio. Para conseguir lecturas precisas el tubo debe de estar exactamente vertical. En la parte superior del tubo, bajo la tapa está un diafragma de piel de cordero que permite que el aire se mueva en ambas direcciones. Si este diafragma está sucio, el mercurio en la columna no se moverá libremente, ya sea para arriba o abajo. Los manómetros de mercurio ya no se utilizan en los Estados Unidos. Sin embargo, son bastante comunes en el mundo en desarrollo.



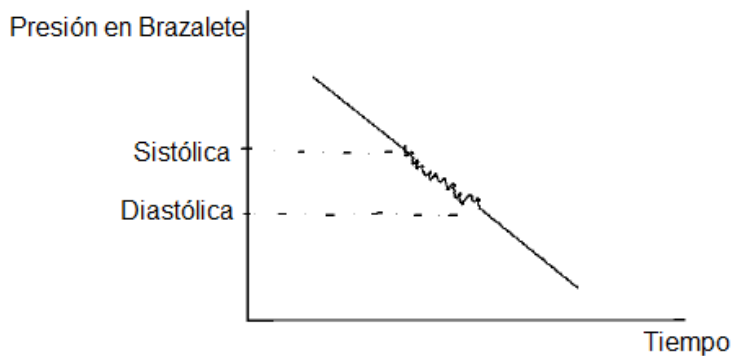
En esta foto, se ha quitado la cubierta de una reserva de mercurio (derecha). El mercurio se ha oxidado dejando un polvo fino que se debe de remover antes de rellenar la reserva.

Otro manómetro usado para lecturas de presión sanguínea es el manómetro aneroide. Este es un sistema basado en fueles que tiene un disco calibrado en el rango de 0 a 300 mmHg. En el punto de descanso de la aguja sobre el disco hay una caja rectangular. Si la aguja está en esa caja el manómetro está calibrado y puede ser usado.



Un manómetro aneroide usa un disco calibrado. Note que cuando el disco está en cero, hay un pequeño rectángulo donde la aguja debería de descansar. Este manómetro también es calibrado en pulgadas de agua.

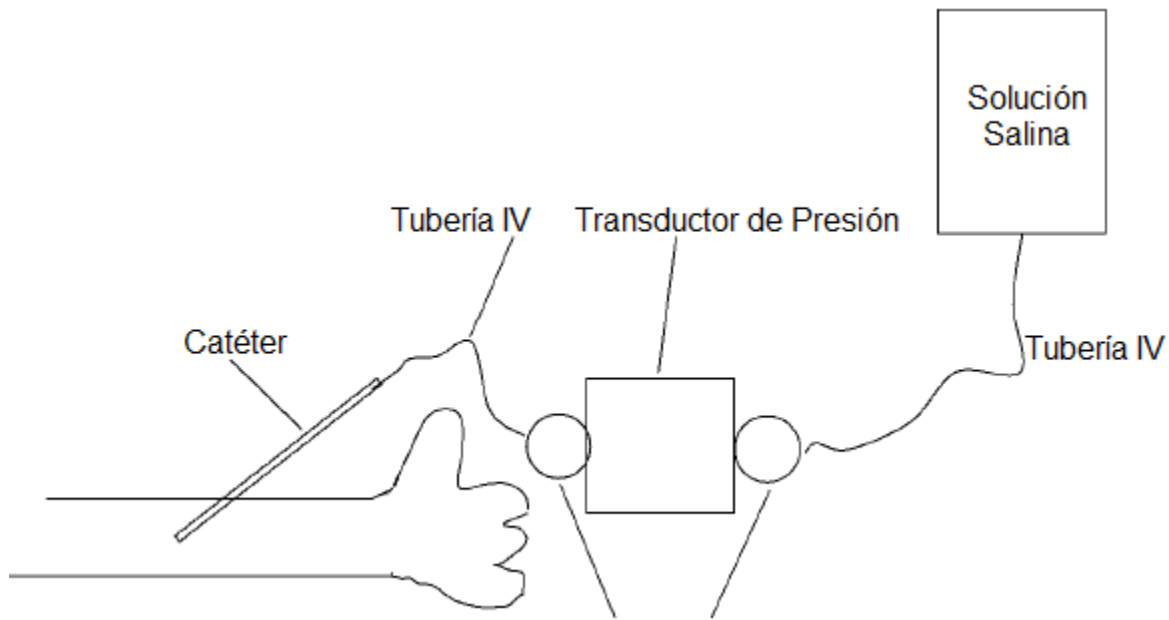
Las máquinas de presión sanguínea no-invasiva (PSNI) son dispositivos que automáticamente y electrónicamente miden la presión sanguínea. En estos sistemas, la electrónica reemplaza un humano en la inflación/deflación del brazalete. En la mayoría de los dispositivos modernos, es la detección de una pulsación, no escuchar los sonidos Korotkoff, lo que guía la detección de la presión máxima y mínima. Los resultados son mostrados en formato digital en visualizaciones separadas o sobre una pantalla. Las unidades pueden ser programadas para tomar presiones sanguíneas a un ciclo configurado 1, 5, 15 y 30 minutos, la tendencia de los datos y a menudo suena alarmas si los resultados están fuera de los límites preestablecidos.



Las máquinas de presión sanguínea no-invasivas (PSNI) típicamente miden la presencia de pequeñas oscilaciones en la presión para determinar las presiones sistólica y diastólica. Algunas máquinas viejas pueden usar un sensor para detectar los sonidos Korotkoff.

Las PSNI viejas pueden usar dos tubos para inflar el brazalete de presión sanguínea. Algunos dispositivos tienen un transductor en el brazalete para detectar los sonidos.

Un acercamiento completamente distinto para medir la presión sanguínea es introducir invasivamente un catéter en una arteria. Esto es más común en cirugía y unidades de cuidados intensivos. El dispositivo de presión sanguínea es conectado al catéter por medio de un tubo de pared rígida conectado a una bolsa salina o "flush". La figura 2.7.3 ilustra el montaje. El transductor es colgado al nivel del corazón. La salida desde el transductor es amplificada y mostrada como números, forma de onda o ambos. Ya que la piel ha sido abierta, se ha sobrepasado la primera línea de defensa contra infección y choques eléctricos. Se debe de tener mucho cuidado para asegurar la seguridad del paciente.



Una medición de presión sanguínea invasiva típicamente involucra perforar la piel del brazo o pierna. El transductor de presión siempre debería de estar al nivel del corazón del paciente. La bolsa con solución es sostenida un pie o más por encima del paciente.

2.6.2 Problemas Comunes

Las máquinas de presión sanguínea no invasivas son extremadamente confiables. También son baratas. Aún en el mundo en desarrollo, a menudo son reemplazadas en vez de reparadas. Sin embargo, hay unos cuantos problemas comunes.

Fugas en la tubería son comunes y a veces pueden ser reparadas con epoxi o silástico. Para revisar por fugas, infle el brazalete a 250 mmHg y permita que permanezca ahí. La presión debería de bajar lentamente a un ritmo que no exceda los 5 mmHg por minuto. Si hay una fuga, usted la puede encontrar untando agua con jabón sobre la tubería y buscando burbujas.

Los errores de usuario relacionados a la calibración son algo común. El brazalete debe de estar al nivel del corazón y el manómetro debe de leer cero cuando el brazalete es inflado. Revise la limpieza del mercurio. Luego de algún tiempo, se formará óxido de mercurio y es distinguible por un polvo negro. El mercurio, la reserva de mercurio, y el tubo deben de ser limpiados. Mantenga en mente que el mercurio es tóxico y que se debe de tener cuidado de no liberarlo en el suelo o dentro de un edificio. Revise el sello de cuero y la arandela ubicadas en la parte superior del tubo parado. Bombée la pera de bombeo: en cuanto se detenga el bombeo, el mercurio debe de dejar de elevarse. Si continúa elevándose, tienen que investigarse un poco más el sello de cuero y la arandela y tal vez reemplazarlas.

El problema más común para las máquinas de PSNI automáticas es el uso del brazalete incorrecto. Si se está usando el brazalete correcto, y si el transductor está colocado en el brazalete mismo, puede ser posible acceder el transductor con algo de dificultad. Sin embargo, la reparación a menudo requiere conocimiento especializado, ya que los diseños de los fabricantes varían considerablemente.

Para mediciones de presión sanguínea invasiva, hay muchos problemas posibles. El más común es reutilizar los transductores no reusables. Los transductores de un solo uso son ahora estándar para el cuidado de la salud en los Estados Unidos. Aunque hay alternativas no desechables, raramente son utilizadas. El transductor comúnmente está montado en un poste IV junto a la cama del paciente. Debe de estar al mismo nivel que el paciente. Hay un error de 2.5 mmHg por cada pulgada que el transductor esté por encima o por abajo del nivel correcto del nivel.

Durante el proceso de montaje el transductor catéter invasivo es venteadado al aire, puesto en cero y todo el aire es removido de la línea, usualmente usando la solución salina. El técnico puede, o puede no completar correctamente cada uno de estos pasos, dejando burbujas de aire en la línea o dejando el transductor incorrectamente puesto en cero. También revise que el transductor este al nivel del corazón.

2.6.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

El elemento más crítico para calibrar el la medición de presión. Una presión estándar simple puede hacerse creando una columna de agua en un tubo. Al pegar el tubo con cinta a la pared y llenarlo con agua hasta una altura de 271 cm, por ejemplo, crea una presión estándar de 200 mmHg (la densidad del mercurio es 13.55 veces la del agua). Antes de liberar la máquina de presión sanguínea, revise varios niveles de presión (200 mmHg, 100 mmHg y 50 mmHg – o 271 cm H₂O, 136 cm H₂O y 68 cm H₂O, respectivamente). El manómetro debe de tener una precisión dentro de 1-3 mmHg.



Un manómetro puede probarse contra un manómetro que se sepa esté bueno, contra un manómetro de mercurio, o contra una simple columna de agua en un tubo IV (10 mmHg de presión es ejercida por una columna de agua 135 cm alta.

Si la presión está constantemente demasiado alta o baja, usted necesitará ajustar el cero removiendo o agregando mercurio o volteando la cara del manómetro (si es aneroide). Los dispositivos de presión sanguínea electrónicos tendrán una configuración de cero la cual nunca debería de necesitar ser ajustada, si el dispositivo está en cero apropiadamente antes de cada uso. Hay una configuración de ganancia para los dispositivos electrónicos que ocasionalmente necesita ser ajustada.

Si la máquina de presión sanguínea es para uso manual, usted también debería de revisar el dispositivo por conveniencia de uso. Cuando es inflada con la válvula cerrada, la presión no debería de caer apreciablemente en diez segundos. Cuando la válvula está abierta, la presión debería de caer lenta y linealmente. Consulte con el doctor o enfermera acerca de la fuga y caída de ritmos para estar seguro que el dispositivo será conveniente para que ellos lo usen.

Si un manómetro de mercurio ha sido usado por muchos años, óxido de mercurio puede formarse en el tubo y aparecerá como un polvo negro. El mercurio, tubo y reserva deberán todos ser limpiados si la enfermera se opone a su presencia. Mantenga en mente que el óxido de mercurio es tóxico y no debería de ser tocado o los vapores ser inhalados excesivamente. Para remover el óxido de mercurio, quite la tapa de reserva y retire el mercurio usando una aguja y jeringa. Filtre el mercurio por un filtro de papel dentro de un contenedor limpio. Repita esto varias veces hasta que todo el óxido sólido ha sido retirado. Saque el tubo y la reserva y use una línea de aire para soplar cualquier partícula de materia. Vuelva a colocar el mercurio dentro de la reserva y vuelva a llenar la reserva con mercurio nuevo hasta la marca de "0". Vuelva a colocar la tapa de la reserva.

Las máquinas de presión no invasivas, automáticas (PSNI) son más difíciles de calibrar que las otras porque necesitan detectar los sonidos Kortokoff para funcionar. Si usted no tiene un brazo fantasma, entonces el mejor acercamiento es utilizar su propio brazo. Tome prestado un estetoscopio y mida su propia PS. Si usted no tiene confianza de que puede usar un esfigmomanómetro con precisión, entonces pídale el favor a alguien para que mida su PS. Repita la medición cinco veces. Luego conéctese usted mismo a la PSNI y mida su presión sanguínea cinco veces. Las presiones diastólica y sistólica promedio de los dos sistemas deben de igualarse dentro de 3 mmHg.

2.7 Oxímetro de Pulso

2.7.1 Uso Clínico y Principios de Operación

La oximetría es un método no-invasivo de medir la saturación de oxígeno de la hemoglobina en la sangre. El porcentaje de la hemoglobina que está saturada con cuatro moléculas de oxígeno es un buen indicador de la capacidad de la sangre

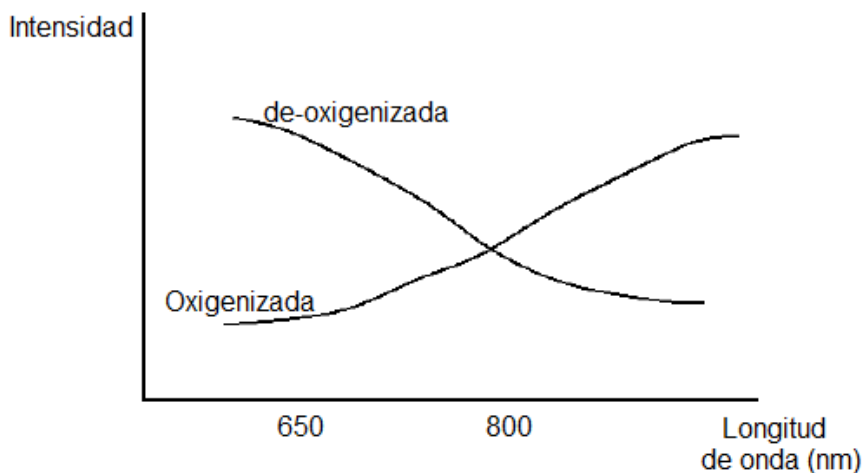
para transportar oxígeno. En un humano saludable, casi el 100% de la hemoglobina está saturada.



La mayoría de los oxímetros de pulso muestran ambos, el ritmo cardíaco y la SpO2 – la saturación de oxígeno.

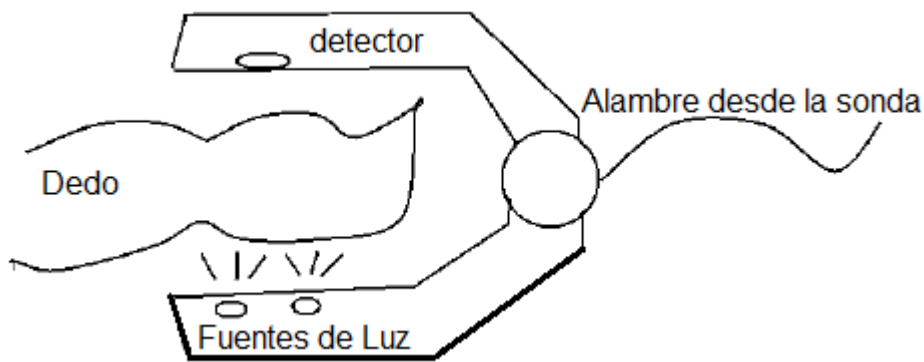
La oximetría moderna es hecha con un oxímetro de pulso. El oxímetro de pulso usa el pulso pletismográfico de la arteria para mejorar la medición. Por lo tanto, además de la saturación de oxígeno de la hemoglobina, el dispositivo también puede reportar el ritmo cardíaco y el pletismógrafo, aunque este último es menos común.

El oxímetro de pulso usa dos frecuencias de luz chocando sobre el tejido. Una de las dos frecuencias (o longitudes de onda) es sensible solo al cambio de volumen (pletismograma) y la otra que es sensible a ambos: el pletismograma y la saturación de oxígeno. La Figura 2.8.1 muestra que a alrededor de 805 nm, la intensidad de la luz desde los tejidos no depende de si esté oxigenada o desoxigenada. En cambio, a 655 nm, hay una gran diferencia en la cantidad de luz reflejada desde el tejido. Analizando cuidadosamente ambas señales, el dispositivo puede deducir la saturación de oxígeno de la hemoglobina sanguínea, usualmente reportado simplemente como un porcentaje (SpO2).



Un análisis cuidadoso de la luz desde dos longitudes de onda permite que el oxímetro de pulso determine el porcentaje de hemoglobina saturada con oxígeno.

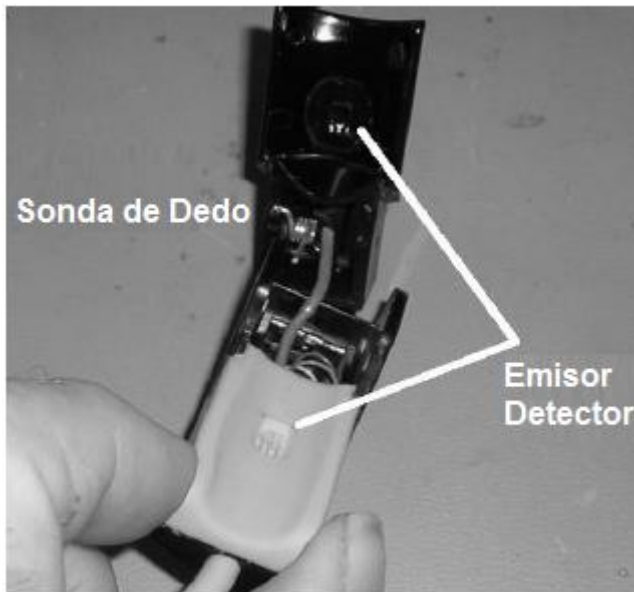
La sonda, la cual contiene la fuente de luz y el sensor sensible a la luz, puede ser colocada sobre un dedo, oreja, dedo del pie o frente dependiendo de su diseño. Algunas sondas son de un solo uso mientras que otras son multi-uso. Las sondas multi-uso son preferidas en el mundo en desarrollo. Sin embargo, las sondas desechables a menudo son reusadas.



La sonda ox de pulso más común contiene dos fuentes de luz (alrededor de 650 y 800 nm) y un detector que es multiplexado.

2.7.2 Problemas Comunes

Los problemas más comunes con el oxímetro de pulso están relacionados a la sonda. El reusó constante de las sondas desechables eventualmente resulta en conectores rotos. Estos a menudo pueden ser reparados, si solo se rompe un alambre. El segundo problema común es una sonda que falte. Desafortunadamente, no es posible sustituir sondas incompatibles, ya que el alambrado, y hasta el acercamiento para producir y sentir las dos longitudes de onda difieren entre fabricantes.



La sonda más común para un oxímetro de pulso es la sonda de dedo. Los alambres, resortes y estuches plásticos rotos son problemas comunes que pueden arreglarse en el campo.

Hay unas pocas áreas de error de usuario que son comunes. La colocación del sensor es la más común. El sensor debe de ser posicionado para evitar que luz ambiente ingrese al tejido o al sensor. Algo de esmalte para uñas bloqueara la transmisión de luz. Si el paciente está frío, los vasos sanguíneos pueden contraerse haciendo difícil la detección del flujo sanguíneo.

Más allá de estos problemas de sonda, de los típicos problemas con el suministro de poder y los errores de usuario (los cuales son raros con este dispositivo), hay muy poco que se pueda hacer para reparar un oxímetro de pulso dañado.

2.7.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Un oxímetro de pulso puede fácilmente probarse en usted mismo. Su ritmo cardíaco debería estar reflejado con precisión (a dentro de 1 lpm) sobre la pantalla comparado con una técnica estándar de cronometro/arteria del cuello. También, revise las alarmas para asegurarse que cuando su ritmo cardíaco este afuera del rango determinado, suenen las alarmas.

2.8 Desfibriladores

2.8.1 Usos Clínicos y Principios de Operación

Un desfibrilador es usado para invertir la fibrilación del corazón, restaurando las contracciones normalmente coordinadas del corazón. Las contracciones descoordinadas del corazón pueden suceder en la cámara auricular, o superior, del corazón así como en la cámara ventricular, o inferior, del corazón. La fibrilación auricular (FA) es relativamente común y puede ser bien tolerada por el paciente. La fibrilación ventricular (FV) causa que el corazón deje de bombear sangre inmediatamente, y por lo tanto es fatal si no es tratada en minutos. La muerte por VF es a menudo llamada ataque cardíaco masivo y es la causa más común de muerte.

El desfibrilador trabaja suministrando un choque eléctrico corto, muy fuerte a través del pecho. El pulso típico es de 10 ms y tanto como 3000 V. Energías que van de los 300 a los 360 J son usadas durante la desfibrilación ventricular externa. Mientras que el tratamiento de fibrilación ventricular es el uso más común en el mundo en desarrollo, la mayoría de los desfibriladores de los hospitales también pueden tratar la taquicardia ventricular, donde el corazón late demasiado rápido, pero de una manera coordinada. Las energías para el tratamiento de la taquicardia ventricular típicamente están debajo de los 200 J.

Hay varios tipos distintos de desfibriladores. El más común en el mundo en desarrollo es el desfibrilador manual. El desfibrilador implantable y el desfibrilador de casa son muy raros en el mundo en desarrollo.



El desfibrilador manual es comúnmente encontrado en el mundo en desarrollo. La unidad a la izquierda incluye un monitor ECG. El dispositivo entrega un choque potencialmente letal y se debe trabajar en él con mucho cuidado.

El desfibrilador manual es una caja de alrededor de 1.5 pies cúbicos en tamaño, pesando alrededor de diez libras. Cables conectan dos paletas metálicas grandes, las cuales son usadas para aplicar el choque eléctrico al paciente. Los conectores ECG también pueden ser conectados desde el dispositivo al paciente. Sin embargo, la mayoría también pueden monitorear el ECG a través de las paletas de desfibrilación. Cuando se usan las conexiones del ECG, el ECG puede ser manipulado en muchas de las mismas maneras que un monitor de cama.

Las paletas de desfibrilación vienen en varios tipos: adulto externa, pediátrica externa, interna (hay varios tamaños, todas usadas cuando el pecho está abierto) y electrodos desechables o adhesivos. Los desfibriladores externos para adultos y pediátricos requieren que se agregue un gel conductor entre el paciente y la paleta. El gel es usado para asegurar conducción entre las paletas y la pared torácica.

El desfibrilador trabaja cargando un condensador, luego descargando parte de la energía almacenada en el condensador a través del paciente. Los desfibriladores antiguos se descargaban al paciente a través de un circuito LCR. En estos dispositivos, el pulso puede ser tan alto como 7,500 voltios. Estos circuitos de descarga tienen una forma de onda características a la corriente de descarga llamada una forma de onda Edmark. Los dispositivos de forma de onda Edmark todavía son muy comunes en el mundo en desarrollo. Ya que la forma de onda Edmark puede causar daños severos, hasta la muerte, todos tienen que estar alejados del paciente durante la entrega de la descarga del condensador. Los desfibriladores más modernos descargan el condensador a través de una red de transistores para entregar una forma de onda más efectiva, bifásica. Es menos probable que la forma de onda bifásica cause daños, pero el riesgo aún existe.

Todos los desfibriladores tienen un sistema de baterías de respaldo. De esta manera usted puede traer el desfibrilador al paciente, en vez de traer el paciente al desfibrilador, lo que podría agregar minutos de tiempo hasta que se trate la FV. Las baterías son a menudo la razón por la que los desfibriladores son tan pesados. Desafortunadamente, también son, a menudo, la causa de su falla en el mundo en desarrollo.

2.8.2 Problemas Comunes

Los desfibriladores son dispositivos altamente confiables, los cuales requieren relativamente muy poco mantenimiento si son almacenados y usados apropiadamente. El problema más común en el mundo en desarrollo son las baterías. Las baterías deberían ser cambiadas cada 24 meses, o menos, para asegurar la operación apropiada del desfibrilador. Sin embargo, esto casi nunca se hace en el mundo en desarrollo. Refiérase al capítulo sobre baterías por instrucciones acerca de remplazar y probar las baterías.

Si las baterías no se pueden cambiar, algunos desfibriladores no funcionarán. Sin embargo, algunos funcionarán solo con el poder de la red. Si el desfibrilador es para usarlo en la SO, la necesidad de baterías es mínima. Si la unidad es para usarla en la SE, y no funcionara sin baterías, es mejor devolverla con una extensión larga, en vez de negarle a la SE de su único desfibrilador. Para los EMT un desfibrilador sin baterías que funcionen no tiene ningún valor.

Algunos desfibriladores contendrán un sincronizador para desfibrilación auricular. Esto raramente se usa en el mundo en desarrollo, pero puede causar problemas si el usuario, sin querer, activa el sincronizador. Para fibrilación ventricular, el sincronizador no juega ningún papel y debería de estar apagado. Si esta función está dañada, el sincronizador debería de ser sobrepasado o su sensibilidad aumentada para disparar la descarga.

2.8.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Hay unos cuantos temas de mantenimiento de los que usted debería de encargarse antes de liberar el desfibrilador al piso. El gel a veces se acumulará sobre las paletas y tiene que ser limpiado. Alcohol ablandará el gel y hará su retiro más fácil.

Las paletas externas deben de ser inspeccionadas por marcas de mella; estas pueden causar una densidad de corriente alta y dejar quemaduras sobre el pecho. Las marcas pueden quitarse usando papel lija. Las paletas internas deben de ser inspeccionadas para asegurar que no haya rupturas en el aislamiento alrededor de la parte conductora de la paleta. Si hay rupturas presentes, intente repararlas con epoxi o un baño plástico. Cinta no aguantará la SO.

Usted debe de probar el desfibrilador antes de devolverlo al piso. Si el desfibrilador no está desfibrilando, el paciente puede morir. Sin embargo, el desfibrilador nunca debería ser descargado juntando las dos paletas o electrodos y presionando el interruptor de descarga. Esto mínimo dañará las paletas y potencialmente la unidad.

Idealmente, usted debería descargar el desfibrilador a través de un desfibrilador de prueba. Sin embargo, estos son raros en el mundo en desarrollo. Algunos desfibriladores tienen una carga de prueba interna que usted puede usar.

Recientemente, Engineering World Health comenzó a distribuir probadores de desfibriladores con funciones limitadas libre de costos. Usted puede contactarlos para obtener uno. Sin embargo, en la mayoría de los casos, usted no tendrá un probador ni una carga de prueba interna.

Si usted se encuentra sin ningún equipo de prueba, usted puede intentar desfibrilando a través de un pedazo grande de carne. Aunque ya sea pollo (o mejor aún pavo), cerdo o carne de res funcionarán, usted a menudo puede comprar un cerdo recién sacrificado a un muy bajo costo en el mundo en desarrollo. Asegúrese de tocar la paletas en los lados opuestos del animal, al menos seis pulgadas entre los acercamientos más cercanos de las paletas. También, asegúrese de estar usando guantes y que nadie más esté tocando el animal. Se necesita gel entre las paletas y el animal, pero asegúrese de que las áreas con gel de la piel no estén más cerca de seis pulgadas. Un cerdo recién sacrificado saltará varias pulgadas cuando se aplique apropiadamente un pulso de desfibrilación. Áreas endémicas grandes (rojas) se desarrollarán donde se aplique las paletas. Es seguro comerse el cerdo después de este procedimiento, luego de retirar el gel.

En la ausencia de un cerdo recién sacrificado, la siguiente mejor elección es un pedazo grande de carne. Usted necesita algo lo suficientemente grande para que las paletas de desfibrilación nunca estén menos de seis pulgadas aparte en su lugar de acercamiento más cercano. Por supuesto, la carne muerta no saltará. No obstante, después de diez choques de 360 J, usted debe comenzar a ver marcas de quemaduras sobre la carne, típicamente delineando donde se coloca el electrodo.

2.9 Monitor Fetal y Monitor Doppler

2.9.1 Uso Clínico y Principios de Operación

Los monitores fetales documentan dos funciones importantes: 1) el ritmo cardiaco del feto, y 2) las contracciones de la madre. Un ritmo cardiaco fetal normal está de 110 a 160 latidos por minuto. El sonido del latido usualmente es fuerte y regular. Es normal tener algún cambio en el ritmo cardiaco fetal durante el parto, pero cambios drásticos en el ritmo cardiaco antes o después de una contracción puede indicar que el feto está en riesgo. Un feto con cambios grandes en el ritmo cardiaco puede necesitar ser retirado del vientre inmediatamente por Cesárea.

El monitoreo fetal durante el parto, cuando es más comúnmente aplicado, ha sido controversial desde su inepción. Algunos claman que el monitoreo fetal ofrece una herramienta de monitoreo que puede reducir la fatalidad y morbosidad fetal. Otros culpan a la tecnología por el gran aumento de operaciones cesáreas y de la mortalidad materna asistente.

Actualmente, hay tres métodos ampliamente utilizados para monitorear el ritmo cardíaco fetal: Doppler, Electrodo de Superficie, y un Electrodo de Cuero cabelludo.

Los electrodos de superficie son aplicados directamente al cuerpo de la madre, típicamente con electrodos adhesivos de plata-cloruro de plata. La técnica del electrodo de superficie opera idénticamente a un electrocardiograma típico, pero con un procesamiento de señal mucho más complejo para reducir la probabilidad de confundir un latido cardíaco materno con un latido cardíaco fetal. El acercamiento del electrodo de superficie para medir el ritmo cardíaco fetal tiene las ventajas de no ser invasivo, se puede aplicar en cualquier momento durante el embarazo, y son de muy bajo costo. Sin embargo, son sujetos a artefactos desde el latido cardíaco materno, no trabajan bien con ciertas posiciones fetales y no pueden resolver embarazos de múltiples fetos.

Para la técnica Doppler, un doctor, enfermera, o técnico aplica gel ultrasonido al extremo de un transductor plano y lo mueve a lo largo del abdomen hasta que se encuentra un buen reflejo desde el corazón. La técnica Doppler es la más común ya que es menos propensa a artefactos que los electrodos de superficie e igual son fáciles de aplicar. No obstante, el transductor y la electrónica que le acompaña son costosos, pueden requerir reposicionamiento durante el parto, y no resuelve muy bien los embarazos fetales múltiples.

La sonda fetal Doppler también es usada por sí misma para detectar el latido cardíaco fetal. Como un dispositivo de mano, se puede usar desde cerca del final del primer trimestre para el parto. La sonda produce ondas de presión ultrasónicas a alrededor de 2.5 MHz y la unidad de mano produce un sonido con latido de corazón. Un dispositivo de mano típico no tiene pantalla o cartilla. El doctor debe de tomar el tiempo o contar los latidos cardíacos para determinar el ritmo cardíaco fetal.

El principio de operación de la sonda Doppler es el Efecto Doppler. Si ondas de una dada frecuencia son transmitidas a un reflector estacionario, las ondas reflejadas son de la misma frecuencia que las ondas transmitidas. Si el reflector se está moviendo hacia el transmisor-receptor, la frecuencia reflejada será más alta que la frecuencia transmitida. En este caso, las ondas son rebotadas del corazón fetal. La ocurrencia de un cambio de frecuencia es tomada como la presencia de un latido del corazón por la máquina.

Los electrodos de cuero cabelludo son aplicados directamente sobre la cabeza del feto y operan en una manera idéntica a un electrocardiograma estándar. Este acercamiento es usado solo con pacientes de alto riesgo, si el parto está yendo muy lento o si el monitor fetal externo no está detectando el ritmo cardíaco fetal. Se debe romper el saco amniótico para aplicar el electrodo. El electrodo de cuero cabelludo da electrocardiogramas fetales precisos. Sin embargo, es invasivo, abre el saco amniótico a infecciones, y no puede aplicarse fácilmente a embarazos con múltiples fetos.

Las contracciones son medidas con un transductor manómetro (usualmente llamado TOCO) ya sea montado externamente o con un cinturón alrededor del abdomen.

El ritmo cardíaco fetal es mostrado digitalmente en muchas unidades y en forma gráfica sobre una cartilla. Los ritmos cardíacos fetales típicos están en el rango de 110 a 160 latidos por minuto. Durante las contracciones, el ritmo cardíaco bajara y se revertirá a los niveles previos después del final de la contracción. Si hay un retraso en el ritmo cardíaco regresando a su nivel previo, puede indicar que hay sufrimiento fetal.

2.9.2 Problemas Comunes

Los errores de usuario son comunes con el monitoreo fetal. Las conexiones incorrectas de los transductores y la carga incorrecta del papel, o la carga del papel equivocado son los más comunes de estos problemas. Los problemas de suministro de poder, típicamente baterías muertas, son comunes con los dispositivos Doppler fetales de mano. Asegúrese de estar usando gel entre el transductor ultrasónico y el paciente.

La sonda Doppler es la parte más sensible de ambos dispositivos, los de mano y los de cama. Cuando se avería no se escucha ninguna salida, aun cuando el estetoscopio o fetoscopio indica la presencia de un latido cardíaco fetal. Usted puede revisar rápidamente la operación de la sonda golpeando suavemente la superficie de la sonda por alrededor de un segundo. Si esto no es detectado, ciertamente hay un problema con la sonda.

La sonda consiste del ensamble transductor, el cable, y un conector fijable de múltiples pines. El cable contiene entre 5 y 80 conductores separados. El funcionamiento defectuoso más frecuente ocurre como resultado de una ruptura en uno o más de los cables conductores. Tales funcionamientos defectuosos usualmente son el resultado de manejar mal el cable o de mojarlo con gel. La sonda es costosa y típicamente no se puede remplazar en el mundo en desarrollo.

Afortunadamente, a menudo se puede arreglar el cable. La cara de la sonda usualmente es un lente acústico. Debe de ser manejado con cuidado. No deje caer la sonda, y evite rayar la cara con objetos afilados. Mantenga el ensamble de la sonda limpia de aceite y gel. Siempre limpie la sonda y el cable con un pañuelo o trapo húmedo, después de terminar el trabajo.

Los problemas del electrodo de superficie son similares o idénticos a esos discutidos en el capítulo sobre electrocardiogramas. Una pobre función del electrodo resultará en que no se reporte un latido cardíaco fetal. Revise que las conexiones de paciente del electrodo estén limpias y en buenas condiciones. Revise que los cables al

paciente estén en buenas condiciones, que el conductor no esté roto, y que no haya un cortocircuito en la protección que rodea a los otros conductores.

El último problema común es con el papel. El papel a menudo es mal instalado o se usa el papel equivocado con el dispositivo. Revise que el latido cardíaco digital y el papel trazo estén dando la misma lectura cuando usted golpea el transductor o aplica los electrodos a usted mismo. Las cartillas grabadoras mismas son idénticas a esas usadas para electrocardiogramas. Revise ese capítulo por ideas sobre que podría estar mal con una cartilla grabadora.

2.9.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Todos los transductores diseñados para medir el ritmo cardíaco fetal pueden ser usados para medir su propio ritmo cardíaco. Para electrodos de superficie, usted tiene que colocarse un juego de electrodos a usted mismo (como la madre) y un juego de electrodos a un amigo (como el feto) para poder satisfacer cualquier condición de alarma antes de operar la máquina. La sonda Doppler debería trabajar cuando es colocada en su pecho, con el gel apropiado, cerca de su corazón. Revise la precisión de ambos, la pantalla digital y el papel trazo, comparando sus salidas con una medida de su propio ritmo cardíaco desde un reloj. Los dos deberían estar entre 1 o 2 latidos por minuto del ritmo correcto.

Para el monitor de contracción, estire el cinturón, o presione gentilmente sobre el transductor a un ritmo de un empujón suave cada minuto. Use un reloj para verificar el tempo entre aplicaciones. El monitor debería reflejar su aplicación de presión (aproximadamente) y ritmo (con precisión – alrededor de 10%).

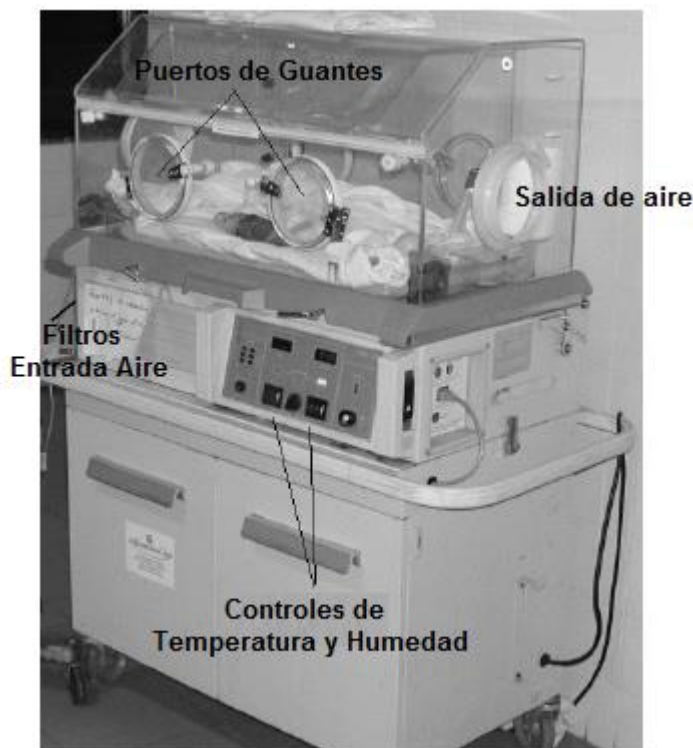
Si ambos, el ritmo de contracción y el ritmo cardíaco fetal son reportados con precisión, entonces el dispositivo está listo para ser liberado al piso.

2.9 Incubadora Infantil

2.10.1 Uso Clínico y Principios de Operación

Una incubadora de bebés es una cámara de aislamiento que ayuda a regular la temperatura de un infante y puede proveer aire, el cual es enriquecido en humedad u oxígeno. La máquina básica tiene un lugar para que el bebé se recueste y está rodeado por una caja plástica transparente. Un elemento de calefacción está debajo del bebé. Siempre hay un control para el calentador, y generalmente un mecanismo de retroalimentación para regular la temperatura y que este dentro de un grado de un punto establecido. La mayoría de las incubadoras en el mundo en desarrollo

tienen guantes de látex incorporados dentro de la cámara que permiten la manipulación del bebé sin tener que entrar en el ambiente aislado (ver al figura).



Una incubadora infantil provee un ambiente tibio, húmedo y a veces esterilizado para un recién nacido. En el mundo en desarrollo, como se muestra en esta incubadora en Togo, los puertos quedan abiertos y los filtros no están, dejando el ambiente tibio y húmedo, pero no esterilizado. El infante descansa sobre una plataforma cubriendo un tanque con agua y ventiladores.

En algunas unidades viejas la temperatura es controlado por un reóstato y debe de ser ajustada manualmente a medida que las condiciones cambian. La temperatura es mostrada por medio de pantallas de panel, digitalmente en las unidades más nuevas, con un medidor análogo en las unidades viejas y con un termómetro en las unidades más viejas. La mayoría de las unidades tienen un ventilador pequeño para que el aire se mueva pasando el calentador y dentro de la cámara del infante. Todas las unidades menos las más viejas tendrán configuraciones de alarmas para temperaturas muy altas o muy bajas en la incubadora. También hay un cierre de temperatura alta predeterminada que evita que la incubadora se caliente por encima de los 40 grados C.

En algunas unidades, hay un tanque de reserva de agua por la que se mueve el aire para aumentar la humedad en la cámara infantil. Esto a menudo es suplementado por otras fuentes de humedad. Para reducir la pérdida de agua de un infante en una incubadora, la literatura sugiere que la humedad relativa en la incubadora este entre 60% y 90%.

Todas las puertas de acceso deben de tener pestillos positivos para que permanezcan cerradas. Las campanas tendrán uno o más puertos de entrada de cables/tubería para permitir cables de monitoreo, líneas IV, tubería de succión, etc., para entrar en la cámara del infante sin tener que pasar por una puerta de acceso.

2.10.2 Problemas Comunes

Si la cámara no está calentando, puede ser el elemento de calefacción. El elemento de calefacción típicamente es un alambre (nicromo) especial. Típicamente el alambre no puede ser reparado, pero es común, y un remplazo puede encontrarse a menudo en una ciudad grande. Los únicos requisitos para remplazar el elemento de calefacción con uno nuevo son que el poder y resistencia del nuevo elemento de calefacción sean igual al viejo.

Partículas pueden acumularse adentro de la cámara de humidificación. La cámara de humidificación debería de lavarse y secarse después de cada uso. Si fuese necesario, es aceptable usar cloro diluido para limpiar la cámara.

Si el control del calentador es un reóstato, se debe de revisar la perilla para asegurar que no esté suelta y girando sobre el eje. Las marcas sobre el control solo son aproximaciones. Un punto muerto en el reóstato puede causar que la temperatura cambie drásticamente solo con un pequeño cambio de posición. Trate de limpiar el polvo del reóstato. Si eso no funciona, tendrá que reemplazarse el reóstato.

Si ha caído el flujo de aire, revise el filtro del ventilador. La frecuencia para cambiarlo depende del ambiente y del uso. El ventilador también asiste en remover dióxido de carbono de la cámara, el cual debería mantenerse por debajo de lo 500 ppm.

Si no se mantiene la temperatura en la cámara, puede haber una fuga o apertura grande. Revise los sellos alrededor de las puertas. También revise por una fuente externa de calor, luz solar o luces de fototerapia (bili). Estas pueden afectar las características de calefacción de la incubadora.

Si el ventilador se está volviendo ruidoso, trate de lubricar el motor o ajustar cualquier tornillo suelto. Si el ventilador es ruidoso, puede afectar a largo plazo el oído del infante. Las paredes internas son sostenidas en su lugar con postes de apoyo plásticos y pueden aflojarse con el uso. Estas deben de ser inspeccionadas para asegurar que estén apropiadamente ajustadas en su lugar.

2.10.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Cuando esté decidiendo si libera o no una incubadora infantil al piso, la temperatura debe de funcionar entre 34 y 40 grados Celsius y debe ser precisa hasta dentro de 0.5 grados en todas las configuraciones posibles. Asegúrese que la temperatura no pueda exceder los 40 grados Celsius.

El ventilador no debería ser excesivamente ruidoso (por debajo de los 65 db). Asumiendo que usted no tiene un medidor de sonido con usted, trate de estimar el ruido del ventilador con su propio oído colocado donde estaría el bebe. Debería de

ser tan callado que usted podría escuchar cómodamente todas las conversaciones alrededor suyo en la habitación.

La cámara de humidificación debe de estar limpia y seca cuando la devuelva.

2.10 *Calentador Infantil*

2.11.1 **Uso Clínico y Principios de Operación**

El calentador infantil es un dispositivo abierto para mantener a un bebe tibio. Los calentadores de infantes verdaderos usan elementos de calefacción de resistencia o radiantes (energía infrarroja), no lámparas de calefacción, las cuales pueden quemar. Los calentadores a menudo son usados para pacientes que requieren el mayor cuidado, y es más fácil trabajar en el infante en un calentador en vez de en una incubadora que es un sistema cerrado. Por otra parte, como son abiertos, los calentadores no ofrecen la protección ambiental que ofrece una incubadora de partículas en el aire, patógenos o variaciones de humedad.



Los calentadores infantiles como este no son comunes en el mundo en desarrollo. Muchas de las habitaciones de los hospitales siempre están a 37 grados Celsius o más son la necesidad de calefacción. En esta unidad, el bebe es colocado sobre la plataforma en medio de la imagen. Los elementos de calefacción están en la parte superior de la imagen.

En el elemento de resistencia, hay rodillos largos colocados aproximadamente a 1 metro por encima del nivel del infante, reflejando calor hacia abajo. Hay una rejilla abierta que cubre los rodillos. Cuando están energizados los rodillos brillan rojos. Algunas versiones viejas todavía pueden usar bobinas abiertas, las cuales dan una distribución inconsistente sobre el infante.

Con los calentadores radiantes los elementos de calefacción no son visibles porque están empotrados en el material de cubierta o detrás de la cubierta. Los elementos están enfocados sobre el infante proveyendo una distribución consistente del calor. Es difícil juzgar si la unidad está trabajando solo viéndola, pero si está trabajando usted debería de sentir el calor.

En unidades de calefacción más sofisticadas, se coloca un termistor sobre el hígado del infante, (el órgano interno más grande, cercano a la piel, con un buen flujo sanguíneo), y es conectado al módulo de control. La salida de los calentadores varía alrededor del punto establecido, similar a una incubadora, ya que la temperatura del infante varía. En el mundo en desarrollo, estas sondas termistoras a menudo se pierden, rompen u olvidan cuando son donadas. Por lo tanto, la mayoría de las unidades están operando en el modo manual (salida constante desde los calentadores). Este modo es más peligroso ya que el bebé puede ser sobrecalentado.

Muchos calentadores infantiles tendrán luces de examinación y de bilirrubina (ver el siguiente capítulo) incorporados dentro de las campanas de calentamiento. Estas luces de examinación pueden variar de simples bombillos de luz incandescente, a luces de mini-punto a lámparas tipo reflector (Halógeno). Las luces de bilirrubina pueden ir de tubos fluorescentes a lámparas de tipo reflector con filtros especiales para solo pasar la longitud de onda apropiada de la luz.

2.11.2 Problemas Comunes

Hay pocos problemas con errores de usuario y suministro de poder en los calentadores infantiles, ya que generalmente son dispositivos simples. Sin embargo, la sonda, como ya mencionamos, es un problema frecuente. La tecnología en la sonda es simple; típicamente solo un termistor. No obstante, determinar el tipo y resistencia exacta del termistor requiere datos del fabricante. Si estos datos se pueden obtener, entonces se puede fabricar una sonda de remplazo de un termistor estándar y el conector apropiado. Sin embargo, sin los datos del fabricante, puede ser imposible construir la sonda.

Una solución posible a una sonda de termistor faltante es colocar un resistor fijo y conocido en su lugar, esencialmente forzando al dispositivo a operar en modo manual. Un potenciómetro puede ser usado para determinar el valor de la resistencia que se requiere para forzar las luces a que se enciendan.

A veces se usan sondas termopar en las unidades de calefacción, en cuyo caso una resistencia no sustituirá la sonda. Sin embargo, una fuente de voltaje puede funcionar. Usando un potenciómetro, una batería y un resistor fijo, a veces se puede crear un divisor de voltaje y ajustarlo hasta que se encienda la unidad de calefacción. Ya que el dispositivo está ahora en el modo manual, se debería de

tener cuidado para asegurar que se monitoree cuidadosamente la temperatura del paciente.

Las unidades de calefacción se queman de vez en cuando. Encontrar remplazos puede ser difícil en el mundo en desarrollo. Algunas unidades usan elementos de cuarzo y algunos usan elementos resistivos. Ambos son comunes en el mundo en desarrollo, pero encontrar uno exactamente igual al elemento de cuarzo es muy difícil. En algunos casos, usted puede encontrar a un especialista que puede adaptar o reemplazar el elemento de calefacción con una unidad de calentamiento resistiva.

2.11.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Si usted ha vencido la función sensora de temperatura, entonces usted tiene que explicarle cuidadosamente el riesgo de sobrecalentamiento al personal de enfermería. Poner un dispositivo sensor de temperatura alternativo a la unidad de calefacción con una alarma es una opción excelente, si es posible.

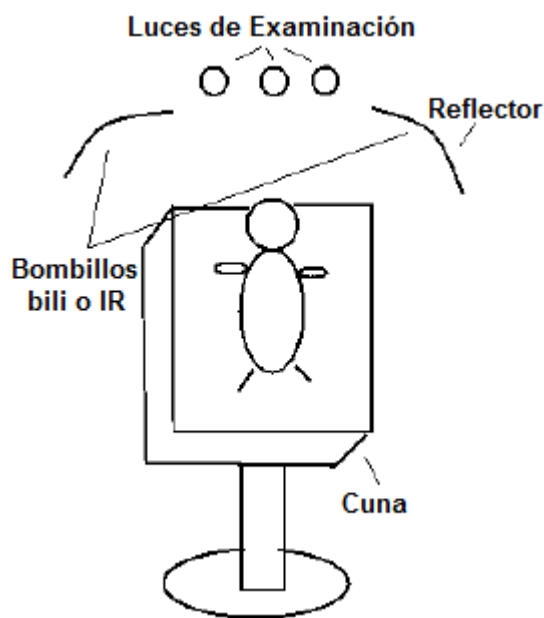
Además de las preocupaciones con el modo manual, la otra prueba necesaria es la habilidad del dispositivo para calentar. La temperatura en una sábana colocada donde debería de ir el bebé debería de ser uniforme a lo largo del campo. En la mayoría de los casos, usted puede simplemente marcar puntos muertos y avisarle al personal. En algunos casos, usted puede ajustar los reflectores para distribuir menor el calor. La temperatura no debe elevarse alrededor de los 40 grados Celsius. Sin embargo, si usted tiene que dejar el dispositivo en el modo manual, podría exceder este valor. Sea especialmente cuidadoso al explicarle los riesgos de usar tal dispositivo a un doctor. En algunos casos, si no hay otros calentadores infantiles, todavía podría ser preferible liberar el dispositivo que sobrecalienta comparado con no tener un calentador. Sin embargo, en la mayoría de los casos, si la temperatura excede los 40 grados en cualquier lugar sobre la sábana o en el área del paciente, usted necesitará ajustar el sistema de calefacción para suministrar menos calor, o abandonar la unidad.

2.11 Luces de Fototerapia

2.12.1 Usos Clínicos y Principios de Operación

La acumulación de bilirrubina en la sangre de un infante, causada por funciones reducidas del hígado, puede causarle daños al niño a largo plazo. La acumulación de bilirrubina causa que el color de los pacientes vaya de amarillo a anaranjado a rojo dependiendo del nivel de bilirrubina en el sistema. Al exponer al paciente a luz con longitudes de onda entre 425 y 475 nm, se rompe la bilirrubina, y luego es eventualmente expulsada del cuerpo.

La unidad de fototerapia, o luces bili, como son llamadas comúnmente, es simplemente una fuerte fuente de luz en la longitud de onda correcta. El bebé se sienta en una cuna debajo de las luces por 20 minutos o más, dependiendo de lo que recete el doctor (ver figura). La luz es tan fuerte que puede dañar la retina. Así que, se deben de proteger los ojos del paciente de la luz cuando se usa la luz de bilirrubina.



Las luces de fototerapia son comunes en el mundo en desarrollo. Sin embargo, los bombillos a menudo se quiebran o son inefectivos. Las luces de examinación a menudo son incluidas así como las lámparas (IR) de calefacción.

2.12.2 Problemas Comunes

El problema más común es un bombillo de luz dañado o que falta. Hay muy pocas cosas más que pueden fallar. Hay muchos sustitutos para las fuentes de luz. El uso de tubos marca Florissant o bombillos azules Daylight es muy común. La luz "Gro-Lux", también usada por los jardineros de interiores fue la forma más común de tratamiento. Desafortunadamente los tubos Gro-Lux se degradan y tienen que cambiarse después de unas 200 horas de uso para mantener la luz en el rango de longitud de onda adecuado. El mismo espectro de luz es usado en una unidad PUMA para tratar ciertos desordenes de la piel en adultos. Los bombillos de luz en las camas de bronceado también están en el rango de longitud de onda correcta.

2.12.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Si la luz enciende y aún está en el rango de longitud de onda correcto, entonces se puede usar la unidad. Para verificar que la luz esté en el rango correcto, usted necesita un medidor de luz y un filtro. Un medidor de luz de fotógrafo puede ser usado si tiene a mano el filtro apropiado. Si usted tiene tiempo, usted puede revisar la fuente de luz dejando su brazo expuesto a la luz por 30 minutos. Al día siguiente, esa parte de su piel debería estar bronceada, pero no quemada.

Si usted tiene que cambiar el bombillo de luz, o ha construido una unidad de fototerapia de bombillos de luz que usted haya comprado (luces gro-lux or de camas de bronceado, por ejemplo), luego usted tiene que estar seguro que las luces no sean muy intensas para el paciente. De nuevo, la prueba ideal es un medidor de luz y un filtro apropiado. Sin embargo, usted puede usar la prueba de broncear su brazo, mencionada arriba. Comience con 5 minutos para estar seguro de no quemarse. Pruebe intervalos más y más largos hasta que usted pueda aguantar 30 minutos sin quemarse, pero recibiendo un bronceado significativo. Explique su prueba al personal para que sepan que es seguro hasta por 30 minutos, pero que no lo ha probado para exposiciones más largas.

Si la luz está trabajando y usted tiene un medidor, también puede revisar que la intensidad sea consistente sobre toda la superficie del paciente.

2.12 Medidor de Ritmo Respiratorio o Monitor Apnea

2.13.1 Uso Clínico y Principios de Operación

Apnea es definido como el cese del flujo de aire respiratorio. El aire puede haber dejado de fluir porque el paciente ha dejado de tratar de respirar (apnea central o diafragmática) o porque la vía respiratoria está obstruida (apnea obstructiva). Los dos tipos de apnea son tratados muy distinto clínicamente. La apnea obstructiva es algo más común en los niños y a menudo desaparece a medida que el niño se desarrolla. Sin embargo, en casos severos, los neonatos y bebés se pueden mantener en un monitor apnea por hasta un año. Cuando se teme el Síndrome de Muerte Infantil Súbita (SMIS), el doctor puede prescribir monitoreo apnea continuo.

Un monitor apnea es un dispositivo usado para monitorear el ritmo respiratorio del paciente y a menudo la actividad cardíaca y la saturación de oxígeno. La mayoría de los monitores intentarán distinguir entre la apnea central y obstructiva, sonando una alarma si cualquiera es prolongada. La mayoría de los monitores funcionan en baterías y líneas de poder.



Este monitor apnea autónomo sería inusual de encontrar en el mundo en desarrollo. La mayoría de los monitores apnea son medidores de ritmo incorporados dentro de un monitor de signos vitales.

Impedancia Eléctrica Transtorácica

El tipo más popular de monitoreo apnea está basado en la impedancia eléctrica transtorácica. Para usar este dispositivo, se colocan electrodos en el 5to espacio intercostal a cada lado del neonato. Una señal de 55kHz de 2 a 3 mV es inyectada entro de los electrodos y se mide la impedancia del pecho. A medida que el pecho se expanda durante inspiración, aumenta la impedancia. Durante espiración, la impedancia se reduce. Simultáneamente, los electrodos de impedancia son usados para monitorear el ECG.

Es posible que el monitor lea un falso positivo (presencia de respiración cuando no hay ninguna) porque puede ser engañado por movimiento muscular. Los falsos negativos pueden ocurrir si el movimiento del pecho es leve o en la presencia de excesivo ruido electrónico. A pesar de la popularidad de este monitor, no es efectivo al distinguir entre apnea obstructiva o central.

Sensor Neumático Abdominal

A diferencia del monitor apnea transtorácico, el monitor abdominal mide el movimiento del abdomen. Sin embargo, la impedancia del abdomen no tiende a cambiar, ya que la cavidad no está llena con aire. Por lo tanto, el sensor abdominal opera detectando la circunferencia aumentada del abdomen, típicamente con un transductor lineal de desplazamiento variable (TLDV) u otro tipo de transductor de desplazamiento.

Termistores y Sensores de Presión

Ni el monitor apnea torácico ni el abdominal pueden distinguir entre apnea central y obstructiva. Actualmente, solo el termistor y los monitores apnea sensores de presión pueden hacer esta distinción. Ninguno es probable de ser encontrado en el mundo en desarrollo. Un termistor monitor mide la temperatura del aire ingresando o saliendo de las fosas nasales. Un sensor proximal de la presión en la vía respiratoria mide el cambio de presión en la boca y nariz.

2.13.2 Problemas Comunes

La fuente de error más frecuente es causada por alarmas falsas. El peor caso es cuando un monitor apnea falla de sonar la alarma durante apnea porque detecta un artefacto y lo interpreta como respiración (falso negativo). Artefactos incluyen vibración de equipo, interferencia del ECG, y movimiento del paciente. Los monitores de impedancia eléctrica son los más propensos a este tipo de error.

Un falso positivo (cuando la alarma suena innecesariamente) a menudo es causado por el movimiento del infante que suelta un electrodo o sensor. También, una alarma

de falso positivo puede sonar cuando el niño está respirando normalmente pero poco profundo para que lo detecte el monitor.

Por cualquier alarma falsa considere primero un error de usuario. Los límites de las alarmas pueden estar configuradas inapropiadamente. Pueden ser confusas de programar, y pueden necesitar ser cambiadas a medida que el paciente madura. Nunca cambie un límite sin consultar con el doctor.

La siguiente causa más probable de alarmas falsas son los electrodos. Los electrodos pueden no estar colocados correctamente (a través del pecho). O, el sensor está en un cinturón, y el cinturón puede estar demasiado flojo. Pida ayuda a una enfermera para apretar el cinturón, ya que apretar excesivamente podría llevar a complicaciones.

Si los electrodos están colocados correctamente, pueden estar sucios o viejos. Trate de enjuagarlos en alcohol isopropílico, luego agua. Los cinturones de electrodos pueden limpiarse gentilmente con jabón y agua. Tenga cuidado de lavar todo residuo de jabón y cuelgue para secar antes de aplicárselo a la piel del paciente. También, revise para ver si la piel está sucia. El niño puede tener loción o polvo en la piel debajo de los electrodos. Usted puede limpiar la piel del niño con agua y jabón. En algunos casos, se puede usar pasta de electrodos, y puede mejorar las mediciones.

2.13.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Los monitores apnea son fácilmente probados en usted mismo. Sostenga la respiración para disparar una alarma. Si la alarma no suena cuando usted está respirando normalmente y suena cuando sostiene su respiración, el monitor apnea está listo para ser liberado al piso. Si la máquina es un medidor de ritmo respiratorio, revise para ver que el ritmo iguale lo que usted mide cuando cuenta respiraciones con un reloj. Si el monitor apnea incluye ECG, asegúrese de revisar su ritmo cardiaco contra el ritmo de la máquina. Los ritmos deben estar bastante cercanos (dentro de 5 latidos por minuto).

2.13 Máquinas de Electrocirugía

2.14.1 Uso Clínico y Principios de Operación

La electrocirugía es un acercamiento alterno para cortar a un paciente. Típicamente, es usado como una alternativa a un escalpelo. La electrocirugía puede cortar como un escalpelo, pero también puede coagular la sangre en vasos pequeños para que el campo quirúrgico este seco, o sea, sin sangre. La electrocirugía les permite a los cirujanos trabajar más rápido ya que no tienen que estar amarrando manualmente

cada vaso que cortan. El paciente se recupera mejor y hay menos pérdida de sangre y una sanación más rápida.



Las máquinas de electrocirugía vienen en muchos tamaños y formas. El panel frontal de este dispositivo es típico de máquinas mucho más modernas.

La electrocirugía es lograda convirtiendo corriente eléctrica de alta frecuencia a calor, causado por la resistencia del tejido al paso de corriente eléctrica. Como la corriente tiene que pasar por el cuerpo, se deben de hacer al menos dos conexiones eléctricas entre el paciente y la máquina. El poder necesitado es de 400 vatios. Si la forma de onda es amortiguada, coagulará la sangre y detendrá el sangrado (configuración coag). Si la forma de onda no está amortiguada, el tejido es extirpado dejando un vacío, o corte, o incisión (configuración corte). En todos de los procedimientos de electrocirugía hay el olor de carne quemándose y humo.

Hay cuatro técnicas comunes usadas en electrocirugía: electrodisecación, electrofulguración, electro-sección y electrocoagulación. Para electrodisecación, una forma de onda amortiguada altamente o moderadamente es suministrada al punto de contacto, electrodo activo, una bola, aguja u hoja que es colocado sobre el tejido antes de energizarlos y produce coagulación alrededor del sitio. Para electrofulguración, se usa la misma forma de onda pero el electrodo activo es sostenido de 1 a 2 mm por encima del tejido y cuando es energizado, chispas riegan el área secándola y dejando quemaduras de bordes celulares. Para electrosección, una forma de onda desamortiguada modulada o ligeramente amortiguada es aplicada al electrodo activo, el cual es colocado sobre la superficie del tejido creando una incisión. Para electrocoagulación, una onda sinusoidal amortiguada es suministrada al paciente sin hacer ningún corte adicional.

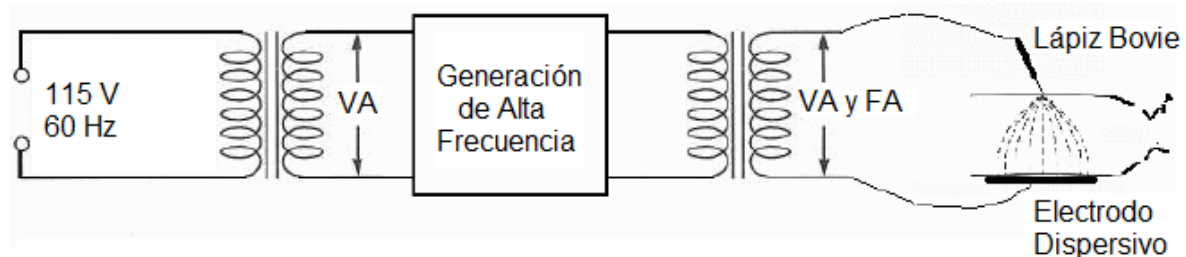
Todas las técnicas de electrocirugía requieren dos conexiones al paciente, usualmente conocidas como el electrodo activo (o lápiz, lápiz Bovie) y el electrodo de referencia (o electrodo dispersivo o tierra). Para electrocirugía monopolar, el electrodo de referencia es colocado debajo del paciente y el electrodo activo es sostenido en la mano del cirujano.

Para electrocirugía bipolar, los electrodos de referencia y activo son ambos sostenidos por el cirujano en un lápiz combinado. Bipolar es usado más comúnmente con vasos pequeños y para destrucción precisa del tejido. La función bi-polar puede no estar en todos los generadores electroquirúrgicos. Si está

contenido en el la misma unidad que el monopolar, tendrá conexiones separadas y posiblemente controles separados de las funciones mono-polares.

La activación de la electrocirugía es hecha por el cirujano usando ya sea un interruptor de mano sobre el lápiz Bovie o parándose en un pedal interruptor. Ambos tienen dos contactos, uno etiquetado CORTE para electrosección y el otro etiquetado COAG para electrodisecación o electrofulguración.

La unidad generadora misma es a menudo llamada una Bovie. Es generalmente un dispositivo de estado sólido que puede producir de 300 a 3000 kilo Hertz. La mayoría de las máquinas producen de 25-200 vatios. Conceptualmente, el Bovie rompe los 60 o 50 Hz de la pared en muchos pulsos más cortos, luego usa un transformador para generar el voltaje alto requerido (ver figura).



La mayoría de las máquinas de electrocirugía usan un proceso de dos etapas para cambiar el poder de pared a voltaje alto (VA), luego a frecuencia alta y voltaje alto (VA y FA). Muchas se convierten a frecuencia alta, luego a voltaje alto. El lápiz Bovie (o lápiz ESU: Electrical Surgery Unit) es sostenido sobre el paciente por el doctor. En las máquinas ESU modernas, el electrodo dispersivo debe de tocar al paciente para prevenir una alarma.

El electrodo dispersivo puede ser una placa de metal cubierta por un gel conductor o trapos mojados con solución salina. Sin embargo, ahora muchos están usando electrodos dispersivos de un solo uso. Los dispositivos de un solo uso a menudo son almohadillas adhesivas conductoras con gel, que incluyen conexiones múltiples a la máquina. Las conexiones múltiples son usadas para permitir que el dispositivo constantemente revise por un buen contacto entre el paciente y el electrodo dispersivo. Un pobre contacto con el electrodo dispersivo es la causa más común de quemaduras no intencionadas al paciente.

Las chispas ocurren comúnmente cuando se usa la electrocirugía. Cuando se está administrando oxígeno al paciente, este puede fugarse, creando una atmosfera donde se pueden iniciar fácilmente incendios. Las cortinas que cubren a los pacientes deben de ser retardantes a las llamas pero se quemarán bajo las condiciones apropiadas. Se requiere cuidado especial cuando se hace una cirugía de cuello o boca para evitar un incendio repentino.

2.14.2 Problemas Comunes

Un número de problemas pueden ocurrir durante electrocirugía. Aunque la mayoría de estos accidentes no son basados en los instrumentos sino que causados por descuido y una comunicación extremadamente mala, ocasionalmente el equipo puede estar fallando.

Los problemas evitables más comunes involucran el electrodo dispersivo. El primer problema es un pobre contacto del electrodo dispersivo. El electrodo dispersivo siempre debe de estar colocado en un área del cuerpo que tenga un buen flujo sanguíneo y que no esté sujeto a una alta concentración de peso. El lado del muslo es una ubicación muy común, bajo los glúteos no es una buena ubicación ya que generalmente es un punto donde descansa bastante peso.

El segundo problema es que no hay contacto con el electrodo dispersivo. En máquinas antiguas, la falta de contacto puede no ser detectado por el generador mismo. El efecto puede ser quemaduras al paciente donde la corriente encuentre una ruta alterna a tierra. En las máquinas más nuevas, el generador tiene dos conexiones al electrodo dispersivo. Cuando están conectados al paciente, se pasa una pequeña corriente entre las dos mitades de los electrodos dispersivos. Cuando no están conectados correctamente al paciente, la corriente no puede pasar y sonará una alarma. Asegúrese que las dos mitades del electrodo dispersivo estén en contacto con el paciente o la superficie de prueba.

Si la punta está sucia, puede haber poquita o nada, de corriente pasando a través del paciente. Los lápices Bovie no son para ser reutilizados. Sin embargo, usualmente son reutilizados en el mundo en desarrollo. Además de los problemas con las puntas sucias, los alambres se rompen con el reusó. Son alambres simples que pueden volver a soldarse para reparaciones. Si la ruptura del alambre es en el lápiz, se puede desarmar el lápiz, reconectar los alambres y pegar el lápiz de nuevo.

Si el doctor desea una punta distinta para una unidad de electrocirugía monopolar, es suficiente conectar cualquier punta de metal a la punta ya existente. Asegúrese de que la conexión a la punta y lápiz existentes están bien electrónica y mecánicamente.

El reusó de los lápices desechables lleva a rupturas frecuentes de los alambres. No hay nada especial acerca de estos alambres. Pueden ser re-alambrados usando técnicas estándares.

2.14.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Una unidad de electrocirugía puede ser revisada y calibrada fácil y eficientemente por medio del uso de un probador de electrocirugía. Sin embargo, tal probador a menudo no está disponible en el mundo en desarrollo.

Usted no puede probar el dispositivo realizando la operación en un resistor en la mayoría de los casos. Aunque 400 ohmios trabajarían, solo un resistor con un porcentaje de poder muy grande sobrevivirá el procedimiento. Generalmente no hay tales resistores de gran poder disponibles en el mundo en desarrollo. En la mayoría de los casos, una barra de jabón o un pedazo fresco de una fruta cítrica (como una naranja) puede ser usada para hacer su prueba inicial. Asegúrese que ambos lados del electrodo dispersivo estén tocándose para prevenir una alarma.

En muchos casos, usted querrá una prueba final sobre carne. Una prueba final razonable es cortar un pedazo crudo de pollo, cerdo o res. Asegúrese que el electrodo indiferente esté tocando la carne antes de hacer la prueba. ¡Ambos lados de un electrodo dispersivo abierto deben de tocar la carne para evitar una alarma! Es mejor llevar a cabo la última prueba con el doctor presente. De esta manera, usted no solo puede asegurar que el dispositivo esté mínimamente operando, sino que también puede estar seguro de que está operando de una manera que satisfaga al doctor.

Para unidades más modernas, asegúrese que la alarma del electrodo dispersivo esté funcionando desconectando la mitad del electrodo de la carne, o halando el electrodo dispersivo fuera de la máquina.

2.14 *Máquinas de Succión*

2.15.1 **Uso Clínico y Principios de Operación**

Una bomba de succión puede tener cientos de usos en el ambiente médico, todos los cuales están relacionados a remover fluidos o sustancias del cuerpo. Las bombas de succión pueden ser usadas para remover toxinas ingeridas (una bomba estomacal), grasas no deseadas (liposucción), secreciones mucosas del esófago, sangre del campo quirúrgico, y muchas otras aplicaciones.

La succión aplica presión negativa, la cual es cualquier presión menor a la presión atmosférica (760 mmHg, 100 kPa o 14.7 psi), para permitir el movimiento de fluidos o sustancias. La succión desarrollada por la máquina será medida como presión. Las unidades de presión comunes son milímetros de mercurio (mm Hg) o pascales (Pa or kPa), pulgadas o centímetros de agua (en H₂O), o libras por pulgada cuadrada (psi). Para convertir entre presiones:

$$1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa} = 1.36 \text{ cmH}_2\text{O} = 0.193 \text{ psi}$$

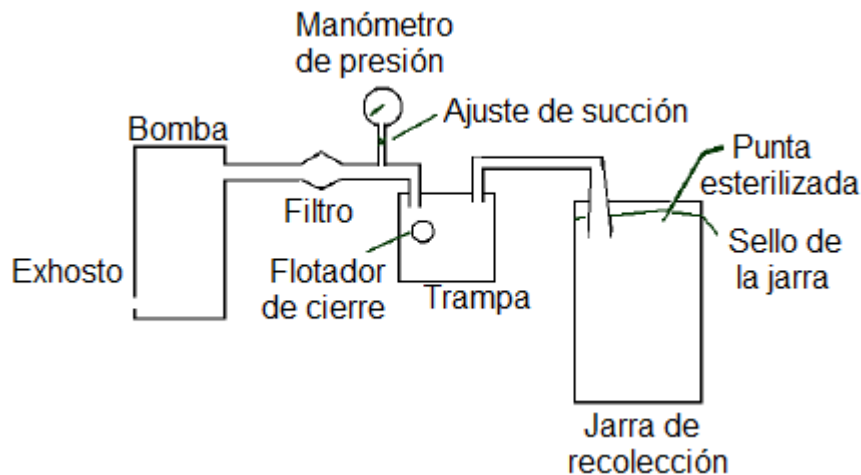
Los elementos esenciales de una máquina de succión son la fuente de succión, la tubería, el frasco de recolección o botella y si hay presente, un manómetro para medir la cantidad de succión. Para la fuente de succión, hay dos tipos de máquinas de succión más comúnmente encontradas en el mundo en desarrollo: bombas eléctricas y succión operadas por pedal. La succión eléctrica a menudo es llamada “Gomco” por una de las marcas más populares. Una máquina de succión impulsada térmicamente también se puede ver ocasionalmente.



Esta es una máquina de succión típica simple. La jarra recolectora y el sello hacen falta. La válvula flotadora y trampa están mostradas cerca del fondo a la izquierda (flecha).

No importa el tipo de succión, el vacío es halado a través de un frasco de recolección. También puede haber presente una trampa de agua, para prevenir que liquido entre en la fuente de vacío.

La máquina de succión más común usará un motor eléctrico para impulsar un solo pistón. A medida que el pistón desciende, produce un vacío por una de dos válvulas de retención, a menudo válvulas Reed, típicamente en la parte superior del pistón. A medida que el pistón se mueve hacia arriba aire es expulsado de la cámara del pistón a través de la segunda válvula.



Cada máquina de succión es un poco diferente, pero los componentes básicos son casi iguales. Los gases de escape raramente son filtrados en el mundo en desarrollo, y la ausencia del filtro de entrada a menudo es causa de falla.

Con una succión operada con pedal, la labor manual actúa para impulsar el pistón. El ensamble de la válvula es idéntico. En la carrera de retorno del pistón, a medida que se retira el pie de encima del pedal, el pistón regresará a su configuración original, por medio de un resorte, y se crea succión con una serie de válvulas dirigiendo el flujo de fluido y el flujo de aire.

En todos los casos, el nivel de succión puede, o ser totalmente ajustable o tener configuraciones baja, media y alta. Las configuraciones altas son usadas para succión de las vías respiratorias y gástricas. La configuración media para tubos del pecho y la configuración baja para succión de heridas.

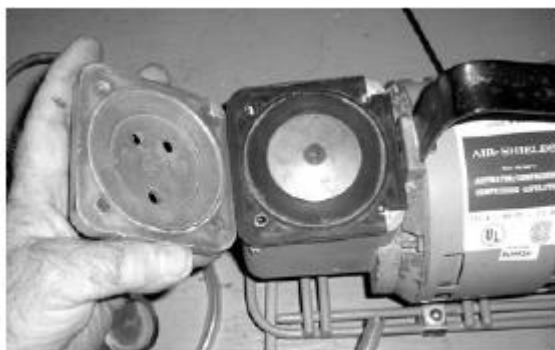
Las unidades impulsadas térmicamente son llamadas a veces unidades termiónicas. Ellas operan en el principio del movimiento de aire causado por calentamiento y enfriamiento. Una bobina en la unidad se calienta por aproximadamente 45 segundos y en ese punto el poder a la bobina es apagado y se enfría rápidamente. Este enfriamiento crea flujo aéreo de succión y extrae líquido del lugar de la herida.

2.15.2 Problemas Comunes

La mayoría de los problemas con las máquinas de succión son obstrucciones, fugas y el motor.

Material del bote recolector puede migrar dentro de la máquina de succión. Esto puede ser muy dañino a la máquina, dañando posiblemente la máquina de succión.

Para evitar esto, las máquinas deben ser operadas con algún tipo de filtro o válvula antes de la máquina de succión. No obstante, el filtro y la válvula presentan problemas porque se pueden obstruir.



Si el dispositivo es operado sin un filtro, se puede dañar la bomba de succión. Retire la cabeza, como se muestra, para ver si se puede limpiar y reparar.

Un flotador de cierre a veces es suministrado para cerrar la succión antes de que el frasco de recolección se rebose dentro del motor. El volumen del flotador debe de estar en el lado de la bomba, no del paciente, del frasco de recolección. Si se usa un montaje con múltiples frascos, solo el último frasco antes de la conexión a la fuente de succión debe de tener una válvula flotadora. Los otros frascos, más cercanos al paciente, no tendrán los flotadores. A menudo, alguien en la sala de operaciones también retirará el flotador de cierre del último frasco de succión. Si entra líquido dentro de la máquina de succión, necesitará ser desarmada completamente, limpiada y re-ensamblada.

En algunas máquinas Gomco, se usan filtros bacteriales en la entrada y salida de la máquina. Estos deben de ser remplazados después de cada paciente, pero en el mundo en desarrollo no se hace. Si la unidad es usada sin un filtro, eventualmente necesitará ser reconstruida. Sin embargo, esta puede ser una solución de corto plazo. Para una solución más duradera, se debe de cambiar el filtro por cualquier filtro con un tamaño de 3 micrones. Los filtros PTFE de la manguera de lengüeta con púas a menudo se pueden encontrar por menos de US \$ 1 cada uno. Hay adaptadores de mangueras de lengüeta (para convertir la conexión NIPT en el Gomco a una manguera de lengüeta) disponibles para permitir el uso de mangueras con lengüetas/filtros de mangueras con lengüetas.

Las fugas de aire son probablemente el problema más común. Una fuga causará que el flujo y la presión cesen o sean reducidos. El primer lugar para buscar fugas de aire es la tapa del frasco recolector, particularmente en los frascos desechables. La tubería se puede cambiar con cualquier tubería compatible. Si la fuga está cerca de un extremo, se puede cortar la tubería y usarla como tubería acortada. Para encontrar la fuga, frote la parte superior con agua enjabonada mientras sopla a través del tubo limpio (cerca del extremo distal). Se formarán burbujas donde haya una fuga.

El frasco recolector a menudo se rompe. El frasco recolector no es especial. Cualquier frasco de vidrio o plástico rígido se puede usar como sustituto. La

alternativa debe de ser hermético y tener dos conexiones del tamaño adecuado para encajar en él set recolector. El sello entre el frasco recolector y su tapa puede ser improvisado con una pequeña cantidad de vaselina, o cambiado con goma, incluso cuero, cortado al tamaño y forma apropiada.

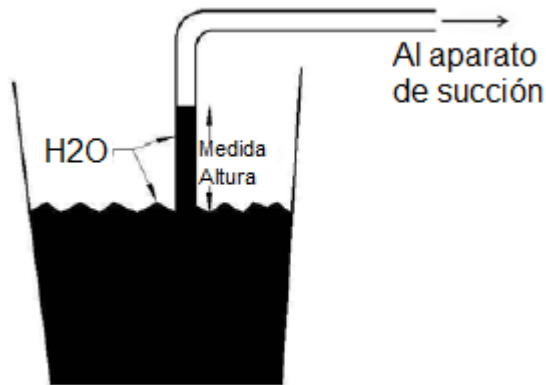
El ruido es una queja frecuente de las bombas eléctricas. Trate de colocar una almohadilla debajo de la máquina para reducir el ruido de vibración entre la máquina de succión y el piso.

Los pistones generalmente son impulsados con un motor de inducción. Un motor de inducción es usado ya que es el motor más fácil y barato para impulsar un dispositivo médico. No hay engranajes o cadenas. Revise la sección sobre la centrifuga (más adelante en este libro) por más información sobre reparación y prueba de un motor eléctrico.

2.15.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

La bomba está conectada al pistón a través de un cojinete. Para limpiar los cojinetes sin desmontarlos, se puede lavar con aceite ligero caliente a 180-200° a través de la caja mientras se gira el eje lentamente. Aceites de transformador ligeros, aceites de cabezal o aceites de lavado de automóvil son adecuados para limpiar cojinetes, pero los aceites más pesados que los aceites livianos de motor, tal como el SAE 10, no son tan efectivos. Para lubricar las bombas, primero, limpie completamente la boquilla de engrase y fuera de la carcasa del cojinete. Luego remueva el tapón de drenaje e inyecte grasa limpia y nueva para hacer que salga la grasa vieja. Arranque y haga funcionar la bomba por un corto periodo de tiempo para sacar cualquier exceso de grasa, lo que después debe de limpiarse de las superficies, y luego remplazar el tapón de drenaje.

La mayoría de los aparatos de succión no se pueden calibrar, por así decir. Sin embargo, la precisión del manómetro de presión puede ser revisada así como se puede revisar la habilidad de la máquina de succión para tirar un vacío en el rango deseado. Para revisar la presión, coloque agua en un balde. Anote la altura en pulgadas o milímetros y calcule la presión actual en mmHg como él (Altura de Agua (en pulgadas) * 25.4 (mm/pulg)) /13.6 (mmH₂O/mmHg). Esto puede ser comparado a la presión mostrada sobre el manómetro y comparado con el uso deseado de los doctores.



Para revisar la presión, coloque agua en un balde. Encienda el vacío y saque agua tan alto como pueda.

Como los juegos de recolección (tubos y puntas de succión) frecuentemente son re-usados en el mundo en desarrollo, a menudo se obstruyen y gotean. Antes de liberar una máquina de succión para uso, si usted sospecha que se reutilizará un juego de recolección, intente llevar a cabo sus revisiones del equipo usando el juego de recolección deseado.

Los filtros a menudo se obstruyen, y no son remplazados a menudo porque el filtro correcto requiere un extremo macho NIPT roscado para algunos modelos. Sin embargo, con un adaptador manguera-lengüeta NIPT, usted puede usar el filtro más barato, los que tienen mangueras con lengüetas en ambos extremos.

2.15 *Lámparas de Operación y Otras Luces*

2.16.1 **Uso Clínico y Principios de Operación**

Todas las luces en todas las partes del hospital operan bajo los mismos principios. Sin embargo, la sala de operaciones tiene la mayor variedad de luces.

Las salas de operación en el mundo en desarrollo tienen varias fuentes de luz separadas. La primera es la luz general de la habitación encontrada en el cielo raso. Esta es usada durante el montaje de las habitaciones, limpieza y como luz de fondo para el personal que no esté trabajando en el campo esterilizado.

La segunda fuente de luz son las luces de techo del quirófano. Estas pueden ser reflectores grandes con uno o más bombillos, montados sobre un brazo contrabalanceado que se puede posicionar sobre el sitio de operación. Estas unidades tienen un mango de posicionamiento esterilizado que a menudo es ajustado por el periodo de la operación. Muchos de los problemas asociados con estas luces son mecánicos, problemas en los que no permanecen en la posición seleccionada y los contrapesos tienen que ser ajustados. Un problema secundario es que una o más de las luces se quemarán dando puntos oscuros en el campo quirúrgico. Estas luces tienen cajas de control sobre o en la pared donde se encuentra el control de intensidad con los controles de encendido y apagado. Esta caja de control usualmente contiene una tarjeta de control SCR, o transformador que energiza las luces a algún voltaje bajo 115 voltios.



Una SO típica en África mostrando dos fuentes de luz principales: La luz de techo del quirófano y la ventana. Contra la pared lejana está un rayos-X mirando la fuente de luz.

En algunas habitaciones puede haber una luz de quirófano portátil. Estas son grandes luces reflectoras que se pueden llevar de habitación a habitación. Ellas

simplemente se conectan a una salida de 115 a 220 voltios y son posicionadas según la necesidad de los cirujanos.

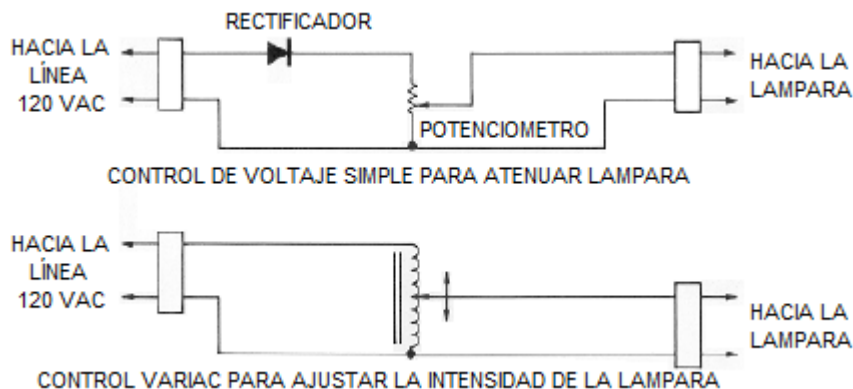
La tercera fuente de luz es la “luz de cabeza personal” que un cirujano lleva. Este es un lente que enfoca la luz transmitida a él por un cable de fibra óptica desde una fuente de luz remota. Esta fuente de luz puede tener una multitud de bombillos en ella, que se pueden cambiar por medio de una perilla sobre la parte superior de la unidad, o moviendo el cable de fibra óptica de un lado a otro y encendiendo esa luz. Estas unidades a menudo son propiedad privada del cirujano.

Algunas luces usarán sistemas de refrigeración para la luz filtrando porciones infrarrojas de la luz. Los diferentes espejos y superficies reflectoras en el interior de la luz permitirán la máxima transferencia de luz al área de operación. También, las luces pueden tener una capa plástica y guarda térmica en la parte exterior de la caja para asegurar una superficie más fría cuando se ajuste la luz.



Lámpara de cabeza de un cirujano.

Para las luces de techo, la distancia desde el borde inferior de la luz a la mesa de operaciones debe ser de aproximadamente un metro. El posicionamiento inicial es logrado usando el riel sobre la caja de la lámpara para moverlo a su lugar. El cirujano tiene la opción de ajustar la luz usando la manilla en el centro, la cual está provista con una manga esterilizada y reemplazable.



Las lámparas viejas usan circuitos simples, tal como los que se muestran aquí, para variar la intensidad de la luz. Se usan circuitos similares para 220 voltios.

La mayoría de las lámparas de operación trabajan directamente de la salida de poder a través de un interruptor. Sin embargo, algunas luces pueden suministrar circuitos de atenuación. Los atenuadores antiguos encontrados en el mundo en desarrollo a menudo trabajarán con un rectificador o transformador variable (variac), variando gradualmente el voltaje aplicado a la lámpara y por lo tanto, la intensidad de la luz suministrada. Algunos atenuadores operan usando electrónicas de estado sólido (SCR). Estas raramente se ven en el mundo en desarrollo y son típicamente imposibles de reparar.

Algunas luces de salas de operación usan bombillos fluorescentes. Los bombillos fluorescentes generalmente operan a través de un transformador y usan un circuito de inicio (a veces llamado balastro). En algunos casos, el bombillo es calentado antes de activar el arranque. El calor causa ambos, un cambio en la presión del tubo interno y un flujo electrónico aumentado entre los electrodos. Un voltaje pico alto (25,000 V) del arranque establece un arco en la atmosfera entre los electrodos. Después del pico inicial, el bombillo operará a una corriente y temperatura baja.

2.16.2 Problemas Comunes

Tome cuidados especiales cuando trabaje con las luces médicas. Las intensidades más altas de las luces pueden causar ceguera si usted ve directamente dentro de la luz. Por la misma razón, no se debe de usar la luz si la tapa de vidrio o el sistema de filtro está dañada o destruida. Al colocar la luz para comenzar a trabajar, sus ojos deberían estar más de dos pies o aproximadamente sesenta centímetros alejados de la fuente.

Las lámparas pueden ser xenón, cuarzo-halógeno, mercurio-vapor o metal haluro. Estos tipos de bombillos no son intercambiables por el voltaje que le suministra al bombillo, el conector del bombillo y el calor generado por el bombillo. Los bombillos tienen una expectativa de vida de alrededor de 250 horas y necesitan ser monitoreados para remplazarlos. Cuando se cambien los bombillos se debe de tener cuidado y evitar tocar la parte reflectora del bombillo ya que puede afectar el brillo en el sitio quirúrgico. También, evite tocar el bombillo mismo. Sus huellas digitales pueden causar que se caliente el vidrio, acortando dramáticamente la vida del bombillo. Si se ha tocado el vidrio del bombillo, limpie las huellas con alcohol.

Puede ser muy difícil encontrar bombillos de remplazo en el mundo en desarrollo e imposible enviar remplazos al país. Aunque puede ser posible alambrar un tomacorriente para un bombillo más disponible, el ingeniero debe de estar seguro y considerar el tamaño, voltaje, temperatura y materiales. Puede ser más prudente comenzar con un bombillo y tomacorriente fácilmente disponible y diseñar un accesorio completamente nuevo.

2.16.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

No se necesita calibración para las luces de las salas de operaciones. Si las luces encienden, cambian intensidad (si están equipadas con eso) y permanecen en su lugar después de ser ajustadas, están listas para ser usadas.

2.17 Máquinas de Anestesia

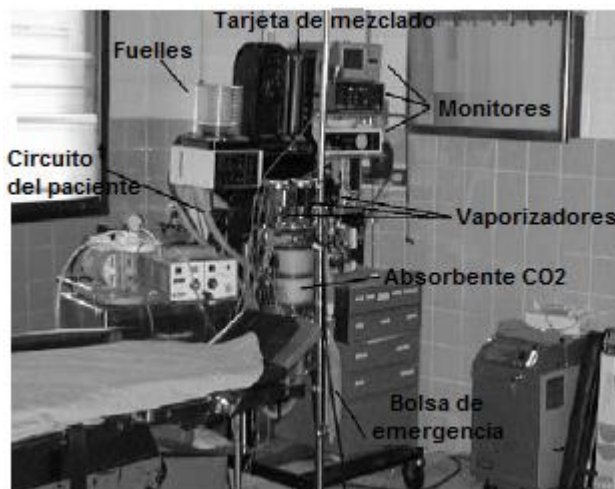
2.17.1 Uso Clínico y Principios de Operación

Anestesia es definida como la pérdida del sentido o sensación. Durante la mayoría de los procedimientos quirúrgicos, se usa algún tipo de anestesia. Hay por lo menos cuatro tipos distintos de anestesia que se encuentran en el mundo en desarrollo.

La anestesia general es un estado de inconciencia, con la ausencia de la sensación del dolor sobre el cuerpo entero, producido por agentes anestésicos, a menudo con relajantes musculares. Anestesia general es administrada por inhalación, intravenosamente, intramuscularmente, rectalmente o por medio del estómago. La anestesia local es donde un área específica es “adormecida” como en una clínica dental. El paciente está despierto y puede sentir algún dolor limitado. La anestesia pudendo o bloque de silla de montar es cuando el paciente está consciente y el área del cuerpo que tocara el pudendo es afectada. Esto es logrado inyectando un agente anestésico bajo en el saco dural y es común para partos. La anestesia espinal es donde un agente anestésico es inyectado debajo de la membrana de la medula espinal. No hay sensación debajo de ese punto hasta que el agente pasa.

Unidad de Anestesia General, inhalación

La máquina de anestesia, a veces llamada máquina Boyle, trabaja mezclando concentraciones de gases y drogas que el paciente inhala. La conciencia es reganada relativamente rápido después de que termina el procedimiento.



Esta máquina de anestesia en Togo muestra todos los componentes básicos. Hay poca diferencia entre esta unidad y las unidades más modernas vistas en los EEUU.

Las máquinas de anestesia generalmente son grandes, sobre ruedas, y contienen uno o más vaporizadores, tubos de flujo, accesorios para cilindros de gases compresos, un ventilador, puertos para obtener gases compresos de conexiones de pared, un absorbente de dióxido de carbono, otras trampas de gas (o depuradores)

y varios dispositivos de monitoreo ya sea incorporados o sujetos a la unidad. Estas máquinas pueden costar más de \$60,000.00 para comprarlos y requieren mantenimiento regular. Algún mantenimiento requiere equipo de pruebas especializado que puede no haber disponible en el mundo en desarrollo, incluyendo dispositivos para la medición de concentraciones de gases, ritmos de flujo y presiones. Capacitación adicional es típica en los hospitales occidentales antes de intentar cualquier calibración o reparación del sistema de suministro de gas. Sin embargo, en el mundo en desarrollo, la reparación, calibración y mantenimiento a menudo son hechos por quien sea que esté disponible.

El flujo de gases puede ser rastreado desde la fuente hasta el paciente. Típicamente, los gases compresos como el aire, oxígeno y óxido nitroso son suministrados desde cilindros de gas o tomas de pared. Al pasar por un regulador de presión, gas en el cilindro es reducido de miles de psi a una presión de suministro típicamente entre 20 y 50 psi (los reguladores y cilindros son cubiertos en otra parte de este libro). Desde el regulador, gas en la línea a menudo pasara por un detector de falla O₂. Luego los gases pasan por la taza de mezclado la cual contiene rotámetros para medir el flujo de gas. De ahí, los gases se mueven a través de vaporizadores donde un agente volátil como halotano será agregado a la mezcla. La entrega del producto gaseoso final al paciente es logrado con un serie de tubos, válvulas y una máscara lo que es conocido o referido como el circuito de anestesia.

Vaporizadores

Los vaporizadores son usados para convertir un agente anestésico líquido a vapor. Ya que están diseñados para funcionar bajo en ambiente de presión y flujo continuos, a veces son llamados vaporizadores plenos (impelentes). A medida que el aire entra en el vaporizador, es dirigido dentro de las cámaras vaporizadoras o a una cámara de derivación (bypass). El anestesiólogo controlará la válvula de derivación para permitir más o menos de los gases entrantes para que fluyan a través de la cámara de vaporización usualmente por medio de una perilla grande enfrente del vaporizador. El agente anestésico líquido reside en la parte inferior de la unidad. A medida que el gas se mueve a través de la parte superior del líquido, el agente anestésico se vaporiza y es transportado por el gas hacia la salida, donde es unido al gas que había derivado la cámara.



Dos vaporizadores (para dos anestésicos distintos) están junto a la tarjeta de mezclado y un manómetro grande.

Ya que la presión del vapor es afectada por la temperatura, un ambiente tibio normalmente ayudaría a que más del agente anestésico se vaporice y un ambiente frío a que se vaporice menos. Además, el proceso de vaporización mismo remueve calor del vaporizador y del agente anestésico. Para poder compensar por los efectos de la temperatura, una válvula bimetálica es agregada al sistema de derivación. La válvula bimetálica físicamente se distorsiona para ajustarse a los cambios de temperatura. Es posible compensar por las distorsiones de temperatura al calentar el fluido a una temperatura fija, pero este acercamiento es menos común.

El vaporizador debe de mantenerse nivelado ya que la operación fuera de nivel puede afectar la calibración. También, cuando se esté trabajando con un vaporizador, se debe de ejercitar cuidado de no inclinar el vaporizador ya que esto puede causar un derrame peligroso. Si ocurriese un derrame, se puede usar agua para limpiar el agente anestésico y se deben de abrir las puertas para sacar los vapores. Los vaporizadores generalmente deben de ser calibrados cada seis meses; sin embargo, en el mundo en desarrollo esto raramente llevado a cabo. Los vaporizadores son confiables, pero si el vaporizador se daña, debe de ser enviado de regreso a la fábrica u otro servicio de reparación calificado. Es muy poco lo que un ingeniero de campo puede hacer para reparar un vaporizador dañado.

Rotámetros (Medidores de Flujo)

Una **tarjeta** de mezclado en la máquina de anestesia permitirá que el anesthesiólogo mezcle oxígeno, gases anestésicos y el aire espirado por el paciente a los ratios deseados de entrega para el paciente. El ratio de gases frescos es medido continuamente para medir sus ritmos de flujo. Una **tarjeta** de mezclado típica contendrá varios rotámetros para medir el flujo de gas. Los rotámetros son hechos ya sea de tubos de vidrio o plásticos conteniendo una bola metálica o de cerámica que sirve como un flotador. Las paredes de los rotámetros son ligeramente en forma de "V" para que cuando la bola se eleve, más del gas sea desviado alrededor de la

bola bajando la fuerza ascendente sobre la bola. Cuando la fuerza de gravedad solo es balanceada por la fuerza ascendente del gas, la bola dejará de moverse. A medida que el ritmo de flujo aumenta, la bola se mueve hacia arriba y a medida que el ritmo de flujo disminuye, la bola se mueve hacia abajo. No obstante, a medida que la bola sube, la fuerza del gas sobre la bola cae porque más del gas es desviado alrededor de la bola. Entonces, la altura de la bola puede ser usada para determinar el ritmo de flujo del gas en el rotámetro.



Una pequeña tarjeta de mezclado con solo dos rotámetros. En algunas máquinas de anestesia puede haber cuatro o cinco rotámetros.

Los rotámetros son calibrados en centímetros cúbicos (cc) o milímetros (ml) de gas por minuto. La cantidad de gas ingresando en la **tarjeta** de mezclado es controlado por válvulas de aguja en la base de cada rotámetro.

Manejo del Gas

Los gases anestésicos son suministrados desde tanques que están montados sobre el carro de anestesia o de una fuente central en el hospital. En el último caso, habrá monturas de pared en la habitación con boquillas especializadas para que las mangueras no sean conectadas incorrectamente. Como característica de seguridad, los tanques de gas tienen lo que se llama una conexión de pasadores indexados que solo permite que específicos yugos sean conectados al tanque. El tanque está sujeto a un yugo que tiene pasadores sobresaliendo que igualan los orificios en el cuello del tanque. Durante cada inspección de la unidad de anestesia, se debe de verificar que todos los pasadores en el yugo están presentes y en las posiciones correctas para el tanque designado. No obstante, en el mundo en desarrollo como las donaciones vienen de muchas fuentes, los pasadores indexados pueden estar faltando, se les haya manipulado o ignorado. Un respaldo al pasador indexado es el código de color de la pintura sobre los tanques. En los EEUU, los tanques de oxígeno están pintados de verde (azul en algunos otros

países) mientras que los tanques de óxido nitroso son azules y los tanques de aire son amarillos. Similarmente, las mangueras de conexión para el sistema de gas centralizado deberían tener el código de color para igualar el tanque de gas. Europa tiene un esquema de códigos de color diferente, y en el mundo en desarrollo, puede no haber sistema para el color de los tanque o mangueras.

Enfrentado con tanques, conectores y mangueras sin marcar, el ingeniero primero tiene que discutir bien el sistema, y etiquetarlo, antes de intentar darle servicio.

La máquina de anestesia moderna contendrá un botón de purga que sirve como un botón bypass, by-passing la taza de mezclado, vaporizadores y rotámetros. Este botón permite que 10% de oxígeno fluya a la conexión del paciente. Es usado antes de que comience un caso quirúrgico para sacar cualquier residuo de gases de la conexión del paciente. Adicionalmente, es usado para proveer una ráfaga rápida de oxígeno al paciente despertándose (y reduce el nivel de anestesia del paciente) cuando termina el caso.

Ya que los gases espirados por el paciente contienen gases anestésicos, no se les debe permitir entrar en la sala de operaciones. Además de potencialmente colocar al personal de operación bajo los efectos anestésicos, ciertos agentes son inflamables, y la exposición crónica puede causar fiebres altas y daños severos al hígado. Para remover este peligro, las máquinas de anestesia contendrán un recolector de residuos (o depurador o trampa) antes de ventear el gas espirado en la habitación. En el mundo en desarrollo, el carbón activado puede no ser cambiado – tal vez ni disponible – forzando al personal a ventilar el gas espirado en el exterior.

Si el gas espirado es re-inhalado – eso es retornado al paciente – entonces se usa un absorbente CO₂.



Este sistema recolector de residuos muestra el material absorbente de CO₂ (material blanco en el contenedor de vidrio detrás de la jaula en la parte izquierda inferior). Se muestran dos válvulas debajo de los domos de vidrio en medio a la derecha.

Bolsas auto inflables o fuelles, son dispositivos puramente mecánicos que le permiten al anestesista medir la ventilación del paciente. Por su movimiento en una

cámara calibrada, un fuelle indica el volumen de aire que el paciente está respirando.

Los fuelles pueden estar conectados a un ventilador que controla la ventilación del paciente. El ventilador fuerza aire dentro de los pulmones del paciente a un ritmo y volumen prescrito. Los ventiladores son cubiertos en otro lugar de este texto. Cuando se requiere ventilación intermitente, el doctor puede usar una bolsa (bolsa de emergencia), o bolsa de reserva. La bolsa permite que el doctor empuje aire manualmente dentro de los pulmones del paciente. Esta bolsa también se usa para dar al anestesista una sensación del cumplimiento pulmonar y resistencia del paciente, lo que se puede usar para indicar que agentes anestésicos se necesitan más o menos, o que la fisiología de los pulmones está cambiando.

El Circuito

El circuito contiene tuberías y válvulas requeridas para la operación de la máquina de anestesia. Ambos, los fuelles y la bolsa auto-inflable, son llenadas a través de una válvula de retención que asegura que los gases apropiados sean suministrados al paciente. El circuito también contiene una válvula espiratoria no re-inhaladora en el extremo del paciente que desvía los gases inspirados y espirados a través de dos rutas distintas. A menudo, estas válvulas de no re-inhalación son parte del circuito. El circuito incluye la conexión al paciente, la máscara, el tubo endotráqueal y otros componentes.

Aunque es considerado un artículo desechable, en el mundo en desarrollo el circuito puede no ser remplazado después de cada paciente. Aun en el mundo en desarrollo, puede haber conexiones hacia y desde el absorbente que, aunque son parte del circuito, no son remplazados después de cada uso. Si el circuito será reusado, después de que lo use el paciente, es mejor colgar la tubería verticalmente para secarla, en un área de almacenamiento.

Monitoreo

La máquina de anestesia también puede tener un monitor para el ECG del paciente, presión sanguínea invasiva o no-invasiva, y oximetría de pulso. Más detalles acerca de estos monitores están disponibles en sus respectivos capítulos.

Anestesia de Extracción

Un sistema de anestesia de extracción provee anestesia sin necesitar un suministro de gases comprimidos. Los sistemas de anestesia de extracción tienen las ventajas agregadas de ser (1) baratas de comprar, (2) fáciles de darle mantenimiento, y (3)

compactas y portátiles. Al usar un sistema de extracción, el aire atmosférico sirve como el transporte primario del gas y es extraído a través del vaporizador por el esfuerzo inspiratorio del paciente. Ya sea que un paciente esté siendo ventilado artificialmente o respirando espontáneamente, el paciente extraerá aire a través del vaporizador. Por lo tanto, el vaporizador debe de tener una resistencia baja al flujo intermitente del gas. Una vez en el vaporizador, el aire atmosférico se mezcla con el agente anestésico, el cual es típicamente éter o halotano. El paciente ahora inhala este aire por medio de una válvula de no re-inhalación. Oxígeno de bajo flujo, tal como el de un concentrador de oxígeno, puede ser agregado al sistema de extracción usando un conector T.

Anestesia General, Inyectables

Las anestесias inyectables son más baratas y por lo tanto más comunes en el mundo en desarrollo que en los EEUU. Son más peligrosas, ya que una sobredosis no puede ser revertida fácilmente. Estos agentes están combinados con relajantes musculares y solo deben de ser usados para procedimientos de corta duración. Ketamina es un agente anestésico general muy común, y la lidocaína es un anestésico local popular. No se necesita equipo adicional para usar estos agentes.

2.17.2 Problemas Comunes

Como con otras piezas de equipo médico, el suministro de poder y los errores de usuario dan cuenta por la mayoría de los problemas en las máquinas de anestesia. Los anestésicos inyectables generalmente no son referidos al técnico cuando hay un problema. Las máquinas de extracción tienen menos problemas que las máquinas de anestesia, pero todas las máquinas sufren de fugas y válvulas pegajosas.

Fugas

Los tubos tienden a deteriorarse en los ambientes calientes y húmedos. También, el reutilizar los materiales desechables tiende a favorecer la deterioración. Una fuga en el lado de espiración que ocurre antes del recolector de residuos es más crítica de revisar, pero también la más fácil porque los gases anestésicos tienen un olor distintivo el cual es fácil de detectar. Si ocurre una fuga en la SO, se deben de abrir las puertas de la sala para permitir que fluya aire por la habitación (consulte con el personal antes de hacer esto). Más aun, un segundo peligro con las fugas de gas es que algunos de los gases anestésicos son inflamables. Halotano y éter son dos gases explosivos.

La tubería a menudo desarrolla fugas entre las corrugaciones. Usted puede revisar por fugas colocando la tubería en un balde con agua, bloqueando un extremo, soplando en el otro, y mirando si hay burbujas de aire escapando. Repare las fugas de tuberías con epoxi o un sellador de silicona. No obstante, esta es una reparación temporal. Es mejor cambiar la tubería. Consulte con el anestesiólogo antes de acortar una sección del circuito.

Otros problemas

Los dispositivos de monitoreo están cubiertos en otras secciones de este libro.

Las válvulas de aguja controlando el flujo dentro de los rotámetros pueden estar pegadas o bloqueadas. También, los flotadores en un rotámetro pueden estar pegados. Los rotámetros y válvulas de aguja pueden ser desmontados y lavados con alcohol. Asegúrese que estén completamente secas antes de usarlas de nuevo. Cuando se desarmen múltiples rotámetros, flotadores y válvulas de aguja, asegúrese de ponerlas todas de vuelta como un set. El flotador de un gas puede no trabajar en el tubo de vidrio de otro. Una solución simple es desarmar un rotámetro a la vez.

Si hay válvulas que parecieran estar pegajosas en el circuito, se necesita cambiar el circuito. Otras válvulas pegajosas se pueden limpiar con agua y secarse bien antes de reutilizarlas.

Si el problema está en el ventilador, en el absorbente CO₂ o el vaporizador, y el problema no es una fuga, típicamente el problema será muy difícil de reparar en el campo. Generalmente es necesario reemplazar toda la sub-unidad desde otra máquina de anestesia.

2.17.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Si se ha sacado el dispositivo de la sala de operaciones debido a un problema que usted ya ha reparado, usted debería probarlo antes de devolverlo para uso. Sin embargo, muy a menudo usted no tendrá el equipo requerido para probar la función de un vaporizador, absorbente CO₂ o ventilador. Como los itinerarios quirúrgicos pueden ser afectados severamente o detenidos hasta que la máquina de anestesia esté funcionando, puede no ser del mejor interés para la población de pacientes esperar hasta que usted tenga el equipo de prueba apropiado para liberar la máquina de anestesia para uso. Si una reparación resultase en un cambio del vaporizador, absorbente o ventilador, usted necesitará consultar con el anestesista sobre qué tipo de prueba será requerida antes del uso.

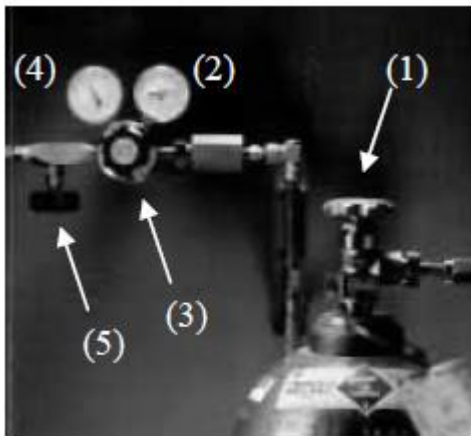
Si la reparación requiere reparar una fuga, es suficiente con volver a probar la tubería para asegurar que la fuga esté reparada.

Si la reparación involucró los rotámetros, deberían de ser revisados antes de usarlos, aun si el problema solo fuese una válvula o flotador pegado. Una manera simple de revisar los ritmos de flujo es dejar fluir el gas dentro de un globo por 60 segundos. El volumen puede ser aproximado conectando un globo a la tubería del paciente. Usted debe de calibrar el globo a volumen antes de comenzar. La manera más fácil de hacer esto es llenar el globo con un volumen conocido de agua. Haga dos marcas sobre el globo a una distancia aparte fija, indicando el volumen junto a la marca. Repita este procedimiento por varios volúmenes. Ahora, cuando el globo se expanda al volumen indicado, las marcas deberían ser la distancia apartada establecida.

2.18 Gases Envasados

2.18.1 Uso Clínico y Principios de Operación

El uso clínico de los gases envasados (presurizados) puede ir desde máquinas de anestesia a espectroscopia. El gas envasado más común en el mundo en desarrollo es el oxígeno. Sin embargo, los gases de anestesia, el aire seco y dióxido de carbono son vistos ocasionalmente. Los envases de gases a presión alta pueden ser explosivos e inflamables. Por lo tanto, el manejo de los envases debe de hacerse con cuidado.



Los componentes de un gas envasado. (1) La válvula principal del cilindro. (2) El manómetro de presión del cilindro, (3) el regulador de presión y válvula reguladora de presión, (4) la salida del manómetro de presión del gas y (5) la válvula de control de flujo de salida del gas.

Un gas envasado tiene pocos componentes, el cilindro, la válvula principal del cilindro (el manómetro más cercano al cilindro), un regulador de presión para reducir la presión, el manómetro de salida de presión del gas y típicamente una válvula de control del flujo de salida del gas. El regulador de presión usualmente tiene un control de ajuste. Este control puede tener una perilla grande, o puede requerir una llave creciente para ajustar la presión de salida. Todo el ensamble a menudo es referido como el regulador.

Cuando no están siendo usados, los cilindros deben de tener un tapón que se atornille sobre la parte superior del cilindro para proteger la válvula del cilindro de gas de que se rompa, si se cayese el cilindro. Este tapón siempre debe de usarse cuando se esté transportando el cilindro de gas.

En los Estados Unidos, los cilindros de oxígeno son verdes, con una boquilla de manguera específica, y traen una válvula de cilindro principal con una rosca inversa (contra las manillas del reloj para apretarla). Sin embargo, la mayoría de estos estándares son distintas alrededor del mundo, y no son seguidas en el mundo en desarrollo. Aun en un hospital, los tanques de oxígeno pueden ser de distintos colores y tener distintos tipos de reguladores. Los botes de oxígeno a veces se ven en un tamaño pequeño el cual usa un regulador de presión distinto. Sin embargo, estos son raros en el mundo en desarrollo.

2.18.2 Problemas Comunes

El problemas más común en el mundo en desarrollo es un regulador que falte o que este dañado, seguido de un juego de mangueras que no igualen los estándares del regulador. Los juegos de mangueras desiguales necesitan ser adaptadas con cualquier parte y herramientas que estén disponibles. Este tipo de parcheo solo puede ser logrado después del regulador de presión (en el lado de presión baja). Etiquete/marque claramente la salida de la manguera después de la adaptación de la manguera, en el idioma local, de ser posible.

Si el regulador está roto, puede ser imposible de reparar. Los manómetros de presión alta y baja son removibles, simplemente desenroscándolos. A menudo se pueden encontrar repuestos en el mundo en desarrollo. Use una cinta Teflón para roscas de tubo cuando remplace los manómetros, si le es posible, ya que sellará mejor que el sello metal-metal requerido sin la cinta. La válvula de control de flujo de salida típicamente no es muy importante, y se puede remplazar con cualquier válvula que se pueda hacer encajar en el sistema. Si el regulador de presión está dañado, hay poco que se pueda hacer. Esta pieza no se puede reparar.

Si usted tiene que mover un cilindro para repararlo, o el regulador, coloque el tapón en el cilindro antes de comenzar. Mover un cilindro de gas es peligroso y difícil. Siempre pida ayuda. Antes de mover el cilindro, revise de nuevo el tapón para confirmar que este asegurado. La mejor manera de mover un cilindro es rodándolo suavemente por la parte de abajo, mientras el cilindro está inclinado unos cuantos grados. El personal muy experimentado puede mover los cilindros rápido con aparente facilidad. Sin embargo, si usted no es muy experimentado moviendo cilindros, puede perder fácilmente el control (del cilindro). Haga que un amigo estabilice el cilindro mientras usted lo inclina y rueda. Revise el tapón frecuentemente mientras lo mueve.

Si usted debe de trabajar en el cilindro, no lo vacíe enteramente (dejando la válvula del cilindro abierta). Esto puede permitir que entre aire ambiente en el cilindro y causar que se acumule humedad dentro del cilindro. La humedad puede arruinar el cilindro y contaminar el siguiente llenado.

Las fugas de los tubos y tubería, aunque no son exactamente un problema del cilindro, son comunes. Frote algo de agua enjabonada sobre el tubo para revisar por burbujas y localizar la fuga. Trate de cortar la sección de tubo con fuga y acortar el tubo, si la fuga está cerca del comienzo o final de un pedazo largo. De otro modo, epoxi puede servir como un reparo temporal para una tubería con fugas.

Cuando usted este colocando el cilindro de nuevo en línea, no solo conecte el regulador y abra la válvula del cilindro. Esto puede poner estrés innecesario sobre el regulador de presión, puede introducir contaminación, y puede estresar el sistema descendente. La secuencia de reconexión típica es primero "crack" la válvula principal del cilindro. Cracking la válvula significa abrir y cerrar rápidamente la válvula del cilindro un poquito para permitir brevemente el paso de una muy pequeña cantidad de gas. El gas saldrá con presión y velocidad altas. Así que, permanezca fuera de la corriente de gas. Este cracking limpia suciedad en la válvula de salida. Luego conecte el regulador al sistema. Ahora crack de nuevo la válvula principal del cilindro. Esta pondrá presión en el regulador, pero no lo estresará excesivamente. Finalmente, abra de nuevo la válvula del cilindro para comenzar a usar el sistema.

Más allá de lo que ya se ha discutido para el cuidado y mantenimiento del cilindro de gas, se debe de poner más atención al gas específico usado. El oxígeno ya se ha discutido. El dióxido de carbono es un gas no-inflamable. Sin embargo, tenga cuidado de tener una ventilación apropiada cuando esté usando dióxido de carbono ya que las fugas pueden ser riesgosas. Una concentración de CO_2 hasta 10% bajo puede causar inconciencia.

A menudo se usa óxido nitroso para anestesia, aunque su uso es raro en el mundo en desarrollo. Cualquier cilindro conteniendo tal mezcla debe estar almacenado por encima de los 10°C o el óxido nitroso se separará. Caliente y agite tales mezclas antes de usarlas. Cuando está mezclado con oxígeno, el óxido nitroso puede ser explosivo.

Butano, Propano y Acetileno son gases altamente inflamables que no se pueden usar en la medicina. Sin embargo, a menudo se ven en el hospital. El butano y el propano son líquidos bajo presión baja y son usados para cocinar y calefacción, incluyendo calentamiento del laboratorio clínico. El acetileno es usado más que todo para cortar metal con una antorcha de llama. No obstante, raramente se usa para espectroscopia de absorción atómica, un procedimiento que ya es raro en el mundo en desarrollo. El acetileno se incendiará explosivamente en aire.

2.18.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Los cilindros de gas son dispositivos intrínsecamente simples que necesitan muy poca calibración. Los únicos aparatos que se deberían revisar son los manómetros de presión y la tubería. Los manómetros de presión pueden ser revisados adjuntando un segundo manómetro (que se sepa este preciso) en series con el primero y asegurando que ambos manómetros den la misma lectura. Si esto no es posible, la salida de gas puede ser conectada directamente a un manómetro de mercurio el cual permitirá revisiones de presión a presiones relativamente bajas, que van de 0 – 300 mmHg típicamente (hasta 40 kPa). Se pueden revisar fugas pasando agua jabonosa diluida sobre las conexiones de tuberías y buscando formaciones de burbujas. Si la salida de gas está a la presión correcta y no hay fugas, el cilindro está listo para ser usado.

2.19 Baterías

2.19.1 Uso Clínico y Principios de Operación

Aunque en sí no es un dispositivo médico, la batería, como el generador, es a menudo la fuente de problemas en un hospital del mundo en desarrollo. Las baterías vienen en una variedad de formas y pueden ser usadas para proveer energía eléctrica y portabilidad para todo tipo de dispositivos clínicos, desde alumbrado quirúrgico a dispositivos clínicos de alto drenaje (e.g., máquina de rayos-x). El propósito final de la batería permanece el mismo, simplemente convertir energía almacenada químicamente en energía eléctrica que se puede usar fácilmente en un dispositivo dado.



Las baterías vienen en muchas formas y medidas. Estas pilas recargables (secundarias) son ácido de plomo (fondo a la derecha) níquel-cadmio.

Hay dos clases principales de baterías, baterías primarias (de un solo uso) y secundarias (recargables). Las baterías primarias se están volviendo más comunes según crece el número de dispositivos médicos de mano. Las baterías primarias, o baterías secas, son típicamente alcalina-manganeso (alcalina), litio, o carbono de zinc. Cada una de estas combinaciones químicas es llamada química de batería o

tecnología de batería. Estos sistemas secundarios son usados con instrumentos que requieren mayores cantidades de energía eléctrica y particularmente cuando recargar es una opción viable.

Además de ser descritas por su tecnología, las baterías son descritas por su voltaje y capacidad. El voltaje de la batería está determinado largamente por su química. Por ejemplo, todas las baterías alcalinas son de 1.5 voltios o se pueden poner juntas para conseguir múltiplos de 1.5 voltios. La capacidad de la batería es mayormente determinada por el tamaño físico de la batería. Desafortunadamente, la capacidad de las baterías no está promediada en Joules o Colombos, lo que tendría más sentido ingeniería y químicamente, sino que en Amp-horas (Ah). Una Amperio-hora es el equivalente de 3600 Colombos de carga.

Una pila de batería consiste de cuatro partes principales, un ánodo, un cátodo, un electrolito que suministra el mecanismo de flujo de carga entre el ánodo y el cátodo (un gel en los sistemas primarios modernos), y un aislante poroso el cual aísla eléctricamente el cátodo del ánodo.

La batería de carbono de zinc sirve como un ejemplo útil. El estuche está hecho de metal de zinc, sirviendo como un electrodo y un rodillo de carbono untado con óxido de manganeso (MnO_2) sirve como el otro. La solución electrolito es cloruro amónico (NH_4Cl). Las siguientes reacciones toman lugar:

Electrodo zinc: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

Electrodo de carbono: $2\text{Mn}^{\text{IV}}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Mn}^{\text{III}}\text{O}(\text{OH})$

El electrodo de zinc está oxidado, dando dos electrones dentro de la solución. El Manganeso es reducido en el electrodo de carbón por la presencia de los dos electrones y los iones de hidrógeno provistos por la solución de cloruro de amonio. Esta reacción química estimula el flujo de electrones una vez el circuito está completo. Los electrones continuarán fluyendo hasta que la batería esté completamente descargada, p.e., la reacción química ya no tomará lugar si cualquiera de los electrodos está enteramente oxidado o reducido.

Los sistemas secundarios difieren de los sistemas primarios en que las reacciones químicas son reversibles. Cuando usted suministra la energía eléctrica apropiada a las terminales, usted recarga la batería. La batería de plomo puede servir como un ejemplo. La batería de ácido de plomo es una batería de sistema líquido y viene en dos formas principales, sellada y no sellada. Las rejillas angostas de plomo u óxido de plomo (PbO_2) sirven como los electrodos. La solución líquida es 20-30% ácido sulfúrico, sirviendo como el transportador de la carga electrolito. Las ecuaciones de óxido y reducción son:

Óxido: $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$

Reducción: $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

A diferencia de la pila primaria y sus reacciones químicas, ambas reacciones de la pila secundaria son reversibles, permitiendo que la batería de plomo sea recargada.

2.19.2 Problemas Comunes

El problema más común con las baterías en el mundo en desarrollo es que las baterías en la máquina han dejado de funcionar y no se puede encontrar un remplazo exacto. El problema esencialmente está dividido en dos partes: (1) determinando que las baterías estén, de hecho, más allá de su vida útil, y (2) ideando una batería substituta de las baterías que están disponibles. Determinar si una batería está más allá de su vida útil depende de la tecnología (o química, NiCd, Pb-Ácido, etc.). Así que, la vida de la batería estará cubierta por cada tecnología individual abajo. El segundo problema más común en el mundo en desarrollo es que se ha perdido o dañado el cargador, y no se puede encontrar un cargador exactamente igual a ese en el mercado. Recargar también es una tecnología específica y será cubierta abajo.

Substituyendo las Baterías

Idear una batería substituta es un tema que corta a través de todas las tecnologías. El problema más fácil es cuando usted puede encontrar baterías de la tecnología apropiada, pero no la capacidad o voltaje apropiados. Si se desean diferentes voltajes o capacidades conecte las baterías en series para obtener más voltaje, o en paralelo para obtener más capacidad (ver ejemplo abajo). Es muy raro que tales combinaciones no puedan ser substituidas directamente por las pilas que se han removido.

Ejemplo Paquete Substitución

Asuma que usted hace un paquete de 12 pilas, 600 mAh, 1.2 V, NiCd conectadas 4x# (tres juegos de 4 baterías en series, los tres juegos en paralelo).

Las cuatro pilas en series proveen

$$1.2 \text{ V} \times 4 = 4.8 \text{ V}$$

Los tres juegos en paralelo proveen

$$600 \text{ mAh} \times 3 = 1800 \text{ mAh}$$

Por lo tanto, usted ha creado un paquete de baterías de 4.8 V, 1800 mAh.

Para cargar su paquete, use

Carga lenta: $1800/100 = 18 \text{ mA}$ para unos pocos días

Carga máx.; para NiCd=1800 mA (1.8 A)

También es común que usted pueda encontrar las baterías de la tecnología correcta, con el voltaje y capacidad correctas (ya sea combinados o solos), pero el tipo de conexión está equivocada. Por ejemplo, las baterías que usted ha usado sueldan etiquetas, pero usted necesita conexiones de botones. En estos casos, simplemente suelde alambres a la tarjeta de circuitos y alambres a la batería. Cuando esté soldando en las baterías con conexiones de botones, use lija gruesa para carraspear la superficie. Luego cúbrala con una gran cantidad de soldadura – sosteniendo la varilla de soldadura el menor periodo posible. Finalmente, derrita la soldadura sobre la batería mientras sostiene el alambre encima. Usted todavía puede necesitar encintar el alambre sobre el lado de la batería para evitar cualquier esfuerzo físico sobre esta combinación relativamente débil.

Un problema más difícil es cuando usted no puede encontrar la tecnología correcta, pero debe de encontrar una batería substituta. Primero usted debe típicamente igualar el voltaje a dentro de 0.7 voltios. Eso quiere decir que el voltaje de la batería de remplazo debe igualar la pila original, o debe ser más alto que la pila original. Si la pila de remplazo es menos de 0.7 voltios más alta que la original, usted probablemente puede usar la substituta sin modificación del voltaje. Si la diferencia es más grande que 0.7 voltios, entonces use un diodo en series con la batería para bajar la batería de remplazo dentro de 0.7 voltios de la original.

La capacidad de la pila de remplazo es el detalle más difícil de igualar porque la capacidad afecta ambos la carga dentro de la batería y la cantidad máxima de corriente que la batería puede proveer. La cantidad máxima de corriente que la pila puede proveer a veces es especificada como la impedancia interna de las pilas. Desafortunadamente, cambiar la tecnología de las baterías, aun cuando se seleccionen capacidades idénticas, cambia la impedancia interna de la pila. Por lo tanto, si la batería fue seleccionada por el diseñador basado puramente en su capacidad (dispositivos de mano sin motores están a menudo en esta categoría), en vez de una tecnología substituta probablemente funcionara ya que la impedancia no es crítica. En muchas situaciones, el personal médico tendrá que aceptar un tiempo más corto entre pilas de remplazo (o recargables), para que se pueda usar una capacidad más baja o alta, siempre y cuando se cumpla el criterio del voltaje.

Pero, si se seleccionó el tamaño de la batería por diseñador para cumplir una especificación de corriente máxima (rayos-x, desfibrilación, y muchos dispositivos impulsados por un motor están dentro de esta categoría), entonces un cambio en la tecnología de la batería, y por lo tanto de la impedancia interna, podría volver el dispositivo inútil. Si usted conoce la impedancia interna de las pilas que está quitando (a menudo se puede encontrar en el sitio web del fabricante, si usted tiene acceso a internet), entonces usted puede simplemente seleccionar una pila de impedancia interna más baja de una tecnología substituta. Sin embargo, típicamente usted no tendrá acceso a internet. En este caso, si usted puede encontrar un modelo del dispositivo funcionando, puede ser capaz de medir el

drenaje de corriente máximo y seleccione una capacidad de batería substituta basado en su capacidad de suministrar la corriente máxima.

Si no hay equipos iguales funcionando, usted puede tener que usar la prueba y error. Como punto de inicio, para todas las pilas primarias y secundarias (excepto las de plomo-ácido seleccionadas por drenaje de corriente) usted probablemente puede cambiar la tecnología de las baterías si la pila de remplazo tiene el doble de capacidad de la pila original. Para plomo-ácido seleccionado por drenaje de corriente (tal como rayos-x y algunas aplicaciones motrices), usted necesitará un factor de capacidad mucho más alto para las tecnologías substitutas. Hay baterías de plomo-ácido disponibles en las ciudades grandes del mundo en desarrollo. Así que, la substitución de tecnologías en este caso no es recomendada.

En resumen, el primer paso es igualar el voltaje de la pila de reserva. El segundo es seleccionar una capacidad basado ya sea en la longevidad del dispositivo entre remplazo (o recargando), o en la habilidad de suministrar la corriente necesitada.

Cuando se cambien tecnologías, si la batería original era una pila primaria, debería ser remplazada con una pila primaria. Son más baratas de remplazar y durarán más tiempo antes de necesitar un remplazo. Si usted las cambia con una pila secundaria, entonces el hospital tendrá que encontrar una pila de remplazo secundaria a más costos más altos en pocos años.

No obstante, si la pila original era una pila secundaria, es posible remplazarla con una pila primaria. En general, las pilas primarias de la misma capacidad y voltaje tendrán impedancias más bajas y pueden ser usadas como substitutos directos. Pero, si el cargador es interno, no se pueden substituir las pilas primarias excepto en una emergencia (un desfibrilador que no descargara sin pilas, por ejemplo), porque recargar las pilas primarias puede destruir el equipo y las pilas.

Si la pila original era una pila secundaria y la tecnología de remplazo era una pila secundaria, entonces usted debe de preocuparse de cargar sus pilas de remplazo. Generalmente es imposible encontrar una batería la cual hará ambos, operar el dispositivo y lograr el mismo desempeño de carga que la tecnología original. Si la diferencia simplemente es que se necesitan tiempos más largos de carga, esto se le puede explicar al personal. No obstante, si el cargador entrega demasiada carga, entonces se puede dañar las pilas y el dispositivo. Usted también tendrá que cambiar el cargador, cuando cambie las pilas secundarias. Seleccione el cargador basado en la tecnología de remplazo, como se describe abajo.

Sustituyendo Cargadores

Un problema más y más común en el mundo en desarrollo es que haga falta o este dañado el cargador de un aparato de mano. La mayoría de los cargadores son transformadores con conectores coaxiales hembra en un extremo. Cuando se

cambie un cargador dañado, usted solo tiene que igualar el voltaje de entrada (típicamente 110 o 240 V), el voltaje de salida, el tipo de salida (AC o DC) y la capacidad de la corriente de salida. Cualquier característica física del cargador es irrelevante, incluyendo el conector, ya que usted puede simplemente arrancar el conector del cargador dañado y soldárselo a su remplazo, teniendo cuidado de igualar la polaridad original para cargadores DC. No hay nada mágico acerca de los transformadores de pared. Usted puede sentirse libre de cambiar cualquier suministro de poder, incluyendo un suministro de poder variable de mesa, siempre y cuando cumpla con las especificaciones declaradas antes.

Si usted no tiene el cargador original y el dispositivo está marcado, entonces el problema original solo es más complejo en el sentido que usted no tiene el conector. A menudo es aceptable abrir el dispositivo y alambrear un conector nuevo (si usted puede encontrar el macho y el hembra en el mercado). Si usted no puede encontrar conectores, simplemente saque alambres desnudos claramente marcados (con pinzas de cocodrilo sobre el cargador). Hay un poco de peligro para el personal o dispositivo por cualquier voltaje por debajo de los 24 voltios.

Si el dispositivo no está marcado y el cargador original está perdido y usted no tiene el manual – algo que ocurre comúnmente en el mundo en desarrollo – entonces se debe ingeniar un sustituto. Si usted ha hecho una batería secundaria sustituta, entonces usted también tendrá que proveer un cargador de remplazo. En cualquiera de los casos, usted tendrá que determinar el voltaje y corriente de carga correctos basado en el voltaje, capacidad y tecnología de la batería. Cada tecnología secundaria debe ser considerada separadamente. El más común encontrado en los dispositivos médicos en el mundo en desarrollo son NiCd y Plomo-Ácido.

NiCd (Níquel Cadmio)

Las baterías NiCd (pronunciado Nai-Cad) son menos confiables en climas más calientes debido a un aumentado ritmo de auto descarga. Son menos eficientes para recargar en temperaturas más altas. Una batería NiCd tiene una diferencia potencial de 1.25 V la cual se cae a 1.0 V cuando está completamente descargada.

Para determinar si una pila NiCd está más allá de su vida útil, mida primero el potencial. Si está por debajo de 1.0 voltios, las pilas probablemente no se puedan salvar. Siguiendo, intente cargar las pilas (como se describe abajo). Si el potencial a través de una sola pila no sube a 1.25 voltios, las pilas probablemente estén más allá de su vida útil. Si las pilas miden bien un circuito abierto, y se pueden cargar, aún puede que hayan perdido la mayoría de su capacidad. Mida el voltaje antes y después de una breve carga de 10 veces la corriente de recarga de la batería (colocando un resistor a través de la pila del tamaño correcto para obtener la corriente requerida por cinco segundos). Completamente cargadas, las pilas operando apropiadamente solo mostrarán una ligera diferencia, en cambio las

baterías más viejas darán una lectura de menos de 1.0 V después de esta breve carga.

En algunos casos, se pueden rejuvenecer pilas NiCd aparentemente destruidas al borrar su “memoria”. Esto se puede lograr al descargar completamente las pilas a su capacidad de carga por un día. Luego cárguelas a un décimo de su capacidad de carga por 12 horas. Luego, finalmente, complete una carga llena de las pilas.

Las baterías NiCd pueden ser cargadas seguramente esencialmente por una cantidad infinita de tiempo a 0.1 veces su capacidad (llamada recarga 0.1C). En otras palabras, si la pila es una pila 1000 mAh, entonces la pila se puede cargar a 100 mA por el tiempo que usted guste. Estas son corrientes DC medida con el positivo del cargador conectado al positivo de la batería (o paquete de baterías) y el negativo conectado al negativo del paquete. Tomará 10 horas o más cargar completamente una pila totalmente descargada. Recargar a 0.1C es llamado carga lenta. Los dispositivos médicos se pueden dejar en carga lenta por todo el tiempo que no estén en uso. Para una recarga más rápida, la NiCd se puede cargar con seguridad hasta 1.0C. En otras palabras, una pila de 2000 mAh se puede cargar a un máximo de 2000 mA. La pila se calentará mucho cuando se cargue a este ritmo, lo suficientemente caliente como para quemar. Asegúrese de que haya suficiente ventilación para disipar este calor o la pila se destruirá. Las pilas NiCd no se pueden cargar más de una hora cuando se cargan a 1.0C o se destruirán.

Ácido-Plomo

Las baterías de ácido de plomo tienen un voltaje de 2.1 voltios. Sin embargo, típicamente son soldadas y usadas en paquetes que incluyen 3 o 6 en series, cediendo 6.3 voltios o 12.6 voltios. El voltaje no cambia apreciablemente durante descarga, tal vez 0.3 voltios para una batería de 12.6 voltios cuando está cargada a un 50% de capacidad. Una batería de plomo debería ser recargada cuando tenga una capacidad residual alrededor del 30%. Mas descarga acorta considerablemente la vida de la batería.

Tenga mucho cuidado cuando esté trabajando con baterías de ácido ya que se puede acumular gas hidrogeno si la ventilación apropiada ha fallado. La acumulación de hidrogeno puede causar que la batería explote. Como usted está tratando con una batería de capacidad alta, se debe de tener cuidado para evitar un cortocircuito en las terminales. Retire cualquier joyería antes de trabajar en las baterías. Una sola batería de ácido de plomo de 12.7 voltios es suficientemente fuerte para destruir un dedo si el anillo hiciese cortocircuito con las terminales. Mantenga el exterior de la batería limpia y libre de humedad y grasa para evitar descargas entre las terminales.

Hay dos tipos principales de baterías de plomo, selladas y destapadas. Un indicador de color en la parte superior de la batería de plomo sellada le puede decir si es necesario recargar la batería. Si no hay un indicador de color disponible, es más

fácil realizar una prueba de carga. Una batería de 12V 100% cargada mide típicamente alrededor de 12.7V con un voltímetro, con una caída de solo 0.3V para una batería 50% cargada. Es más fácil identificar una batería exhausta midiendo el voltaje antes y después de uso pesado – mientras más alta la diferencia en voltaje más vacía la batería.

El método más confiable para determinar la capacidad de la batería de una batería de ácido de plomo descubierta es medir la densidad de H_2SO_4 . Esto se puede hacer usando un hidrómetro. Los hidrómetros se encuentran en las tiendas de autopartes en el mundo en desarrollo. La densidad del ácido sulfúrico puede ser 1.23 kg/litro en los países tropicales. Si usted no tiene un hidrómetro, usted puede típicamente hacer que una tienda de autopartes le mida las baterías. Si tiene un hidrómetro, siga las direcciones con el hidrómetro. Si no es posible una medición de intensidad específica, lleve a cabo una prueba de carga como se describe arriba.

Si el nivel electrolito aparece bajo o el nivel del ácido es demasiado alto, agregue agua. Use solamente agua destilada. Si no hay agua destilada, agua en botella o agua lluvia recién recolectada pueden sustituir en una emergencia. De ser necesario haga su propia agua destilada enfriando vapor y recolectando la condensación. No use agua de la llave a no ser que no haya alternativa. Si se debe agregar ácido, se puede comprar en tiendas de auto repuestos.

Cuando se recarguen baterías de ácido de plomo en ambientes tropicales, el voltaje de recarga debe permanecer entre 11.2 y 13.9 V. Limite la corriente de recarga a menos de un décimo de la capacidad ($<0.1 C$). Por ejemplo, limite la recarga a 10 A para una batería clasificada a 100 Ah y 5 A para una batería clasificada a 50 Ah.

2.19.3 Pruebas Mínimas Sugeridas

Si la batería está operando y un cargador apropiado está disponible, está listo para liberarse. No hay procedimientos de prueba adicionales requeridos.

3 Equipo Encontrado en el Laboratorio Clínico

Las áreas con equipo más intenso en el hospital son la sala de operaciones, la unidad de cuidados intensivos y el laboratorio clínico. Aun en el mundo en desarrollo, donde a menudo los laboratorios clínicos son el departamento más débil del hospital, hay una significativa cantidad de equipo concentrado en esa área. Porque este equipo no contacta (toca) directamente al paciente, a veces es tratado diferentemente del equipo en las otras áreas. Por lo tanto está en una sección separada en este libro.

Debido a los altos costos capitales y la tecnología cambiante, muchos de los dispositivos más grandes en el mundo desarrollado no son propiedad de los hospitales sino que rentados u obtenidos en bases de “renta de reactivos” en los EEUU. La renta de reactivos significa que el equipo es esencialmente gratis, pero el hospital paga por los reactivos usados para conducir las pruebas. Este modelo económico ha hecho el uso de la mayoría del equipo de laboratorio clínico en el mundo en desarrollo imposible. Ellos simplemente no pueden sostener la compra de los reactivos. Por lo tanto, hay enormes diferencias entre un laboratorio clínico en los EEUU y uno en el mundo en desarrollo.

Mientras que algunos de los equipos automatizados encontrados en EEUU se verán en el mundo en desarrollo, a menudo estará sentado inútilmente en la esquina. Los esfuerzos para repararlos pueden ser fútiles ya que no habrá reactivos. Esta sección solo cubre el equipo más común que rutinariamente se usará en un laboratorio clínico del mundo en desarrollo.

En la mayoría de los laboratorios clínicos, usted verá equipo antiguo viejo, el cual, si es usado apropiadamente, dará excelentes resultados. Sin embargo, pueden ser usados incorrectamente or dañados. Hay un alto rango de error asociado al equipo de laboratorio clínico, donde los procedimientos son más intensos que en otras áreas de los hospitales. A menudo usted está pasando más de su tiempo, como un ingeniero, determinando si el problema está relacionado al procedimiento seguido o al equipo.

3.1.1 Secciones encontradas en esta parte del libro.

A diferencia del equipo descrito en la primera sección de este libro, usted raramente necesitará calibrar una pieza de equipo de laboratorio clínico solo. En la mayoría de los casos, una dada pieza de equipo solo tendrá un técnico que sabrá cómo usarlo – o que regularmente lo usa – en un dado hospital. Por lo tanto usted puede, y debería, compartir la responsabilidad con esa persona para determinar lo que está mal con el equipo y determinar si el equipo está trabajando adecuadamente después de su reparación. Usted no necesitará saber cómo calibrar el equipo en muchos casos porque el técnico asignado para usar esa pieza de equipo debería

saber cómo determinar si el equipo está trabajando apropiadamente y debería ser capaz de recalibrar esa pieza de equipo.

Por lo tanto, para reparaciones de laboratorio clínico, es esencial desarrollar primero una relación con el usuario del equipo. Lleve a cabo una entrevista extensa con los técnicos asignados a esta pieza de equipo para determinar el problema. Luego siéntese con ellos de nuevo cuando usted esté listo, para determinar si el problema se ha arreglado adecuadamente.

Entonces, en esta sección del libro, hay pocas descripciones de las pruebas requeridas antes de liberarlos para uso. Esto no significa que no se necesitan pruebas, sino que las pruebas deben de ser realizadas con el técnico. Un técnico de laboratorio experimentado está bien versado en calibrar su propio equipo.

3.2 Balanzas

3.2.1 Uso Clínico y Principios de Operación

Las balanzas son instrumentos exactos y precisos usados para medir el peso o masa de una sustancia o material. La habilidad de medir material tan grande como 50kg y tan pequeño como 10 μ g las hace muy comunes.

Hay dos categorías principales de balanzas, mecánicas y electromagnéticas. Las balanzas mecánicas tienden a ser las más simples de las dos. Generalmente consisten de resortes y brazos de palanca, y usan ya sea una fuerza o masa conocida para determinar la medición desconocida.

Las balanzas electromagnéticas son un poco más complejas, pero generalmente más usuario-amigables. A menudo están basadas en la medición de la corriente necesitada para elevar el plato y la masa. Un alambre está sujeto al platillo de pesaje. El alambre es colocado entre dos polos de un imán permanente. Cuando se coloca una sustancia sobre el plato, el alambre es movido y se requiere una corriente adicional para devolver el alambre a su estado de reposo original. Esta diferencia de corriente es medida internamente y usada para determinar la masa de la sustancia sobre el plato.

3.2.2 Problemas Comunes

Los problemas internos de una balanza electromagnética usualmente no pueden ser reparados por el ingeniero de campo en el mundo en desarrollo. Las balanzas mecánicas son muy confiables y raramente necesitan mayores reparaciones. Por tanto, los problemas más probables que ocupan al ingeniero trabajando en el mundo en desarrollo son menores en naturaleza.

Los problemas más comunes asociados con una balanza electromagnética son el resultado de factores ambientales y errores de usuario. Los factores ambientales primarios llevando a resultados pobres de la balanza son la temperatura, electricidad estática, vibración, fuera de nivel (inclinada), y el viento. Si las lecturas son imprecisas o erráticas, cualquiera de estas podría ser la causa. Proteger la balanza de vibración, electricidad estática y corrientes de aire es logrado fácilmente y puede resolver el problema. Nivelar la balanza es logrado fácilmente. Por otra parte, controlar la temperatura puede ser problemático. Si usted encuentra que la balanza opera correctamente durante la noche o temprano en la mañana, pero no al mediodía, usted puede tener que restringir sus periodos de uso cuando la temperatura esté estable y baja.

El problema más común con las balanzas mecánicas son los factores ambientales y el mantenimiento. Los movimientos de la balanza mecánica deben estar libres de sucio y otros residuos. Si una balanza mecánica está dando lecturas erráticas, limpie y aceite todas las partes móviles antes de intentar cualquier otro diagnóstico o reparación.

3.2.3 Pruebas Sugeridas

Las balanzas son tan confiables, que el técnico no tiene que llevar a cabo una calibración. Sin embargo, una calibración cruda es muy directa. Primero, coloque un contenedor limpio en el centro del plato de pesaje. Si la balanza tiene un estuche, cierre la puerta. Coloque en cero la balanza presionando el botón TARAR (una barra rectangular larga, un giro de un dial, o, si el TARAR está ausente, anote la lectura de la balanza con el contenedor). Coloque un volumen de agua conocido sobre la balanza. En la mayoría de los casos, la manera más precisa de agregar la cantidad de agua deseada es con una jeringa. Ahora lea la balanza. (Si no había TARAR, reste su medición original). Compare la lectura al peso actual del agua (el agua pesa un gramo por mililitro). La precisión de la balanza probablemente excederá la precisión de su medición del volumen de agua, así que repita la medición cuatro o cinco veces.

3.3 *Motores Centrifugas y Eléctricos*

3.3.1 **Uso Clínico y Principios de Operación**

Si un líquido contiene partículas, las partículas eventualmente caerán al fondo bajo la fuerza de gravedad. Una centrifuga separa más rápidamente partículas del líquido al rotar un líquido para simular una fuerza de gravedad más alta. Ya sea una mezcla líquido/líquido o una líquido/sólido, puede ser separada con la sustancia de mayor densidad migrando hacia la parte exterior de la centrifuga. Las centrifugas varían en tamaño, en la velocidad de la rotación, cuanto funcionaran, la temperatura y ángulos de rotación de las muestras.



Una centrifuga eléctrica pequeña, de mesa, es común en el mundo en desarrollo. No obstante, las clínicas más pequeñas pueden solo tener una centrifuga operada a mano.

Una centrifuga consiste de una base y un cilindro interno giratorio en el que se coloca la sustancia a ser separada. Algunas centrifugas tienen temporizadores que las apagan automáticamente después de un periodo de tiempo establecido y algunas tienen reguladores de velocidad de alta precisión para controlar la velocidad con la que gira la centrifuga. Las centrifugas pueden ser usadas para preparar una sustancia para análisis o para analizar el contenido de partículas. Hay dos tipos de centrifugas preparativas: mecánicas y eléctricas. De las centrifugas analíticas, la única usada en medicina es la micro-hematocrito, usada para separar plasma de la suspensión sanguínea.



Con la tapa de esta centrifuga inclinada hacia atrás, usted puede ver los cuatro tubos donde el espécimen o tubos de ensayo estarían colocados. Cuando el rotor gira, los tubos se inclinarán a un ángulo. El pequeño punto redondo justo debajo del interior blanco (en el centro del fondo) es un cierre interno que previene que la unidad gire si la tapa está abierta.

Las centrifugas más simples tienen un motor de una velocidad, un temporizador mecánico y un rotor que sostiene las muestras a un ángulo preestablecido de 20 a 40 grados. Para seguridad del usuario, la tapa de la centrifuga debe tener un cierre interno para que la unidad no gire con la tapa abierta.

Un rotor simple está hecho de metal con 4, 6 u ocho orificios taladrados dentro de él a un ángulo donde se colocan las muestras. Balancear el rotor es muy importante. Si el usuario solo tiene unas pocas muestras para girarlas, puede tener que usar "tubos de ensayo" para balancear apropiadamente la carga. Ya que el eje del motor está sujeto al rotor, las cargas desiguales pueden causar daño al motor y velocidades desiguales. Otro tipo de rotor tiene porta muestras que están verticales en reposo pero cuando giran se mueven a 20 y 40 grados.

Las centrifugas más simples tienen una sola velocidad que va de 2,500 a 10,000 RPM. Las centrifugas de baja velocidad pueden alcanzar 125,000 RPM. Las centrifugas de velocidad variable más simples tendrán un control de velocidad reóstato, el cual puede ser no lineal. La mayoría de las centrifugas de velocidad variable más nuevas tienen tacómetros incorporados que le proveen al usuario una indicación de velocidad. Los sistemas de control más sofisticados pueden involucrar SCR, motores ascendentes y sistemas servo.

La mayoría de las unidades de alta velocidad y velocidad ultra alta son refrigeradas porque la fricción causada por el aire en las muestras las secará y cambiará los resultados.

Las centrifugas tienen un temporizador ya sea electrónico o mecánico incorporado en los controles. Dependiendo de la centrifuga, el tiempo se puede fijar de segundos a días. Si no se ha seleccionado ningún tiempo probablemente la centrifuga no funcione. También, la centrifuga puede tener un tiempo de retraso en el inicio donde no comenzará a girar por varios segundos después de que el ritmo RPM y el temporizador estén establecidas y se presione el botón de inicio.

3.3.2 Problemas Comunes

Cualquier parte de la centrifuga puede causar un problema. Sin embargo, no cada parte de la centrifuga puede o debería ser reparada. Después de eliminar el temporizador, rotor y la mayoría del resto de la máquina, la única parte reparable de la centrifuga que necesita mucha más explicación es el motor.

Si el temporizador está fallando, a menudo la única solución práctica en el campo es sobresaltarse el temporizador (para que la centrifuga siempre gire cuando se encienda), e instruir al personal para que use el temporizador manual. Ya que siempre hay bastante personal en un hospital del mundo en desarrollo, esta solución a menudo es muy bien aceptada por el personal, especialmente si han estado intentando operar sin ninguna centrifuga.

Si el rotor está rajado o doblado, no debería ser reparado. Hay tremendas fuerzas desarrolladas en una centrifuga. Si el rotor está debilitado o fuera de balance porque está doblado, la máquina puede destruirse y herir al personal en el proceso.

Las centrifugas mecánicas típicamente solo necesitan lubricación y limpieza para retornarlas a uso. Si una pieza está rota, a veces no se puede reparar.

En todas las centrifugas producidas después de 1990 se requiere que tengan un sistema de bloqueo interno que no le permite al rotor girar a no ser que la cubierta esté cerrada. Algunos de estos sistemas de bloqueo interno son muy simples: un solenoide que empuja un rodillo a través de un orificio en el pestillo de la cubierta es común. Otras son más complicadas y pueden involucrar varios solenoides, cables flexibles y un reloj. El reloj se puede atar al indicador RPM y no liberará los solenoides hasta que haya pasado un tiempo establecido después de que la velocidad caiga a cero. Estas unidades temporizadas pueden dar la apariencia de fallas porque el operador no puede abrir inmediatamente la tapa. Revise el manual, si hay disponible, para confirmar ambos el retraso y si el retraso es ajustable.

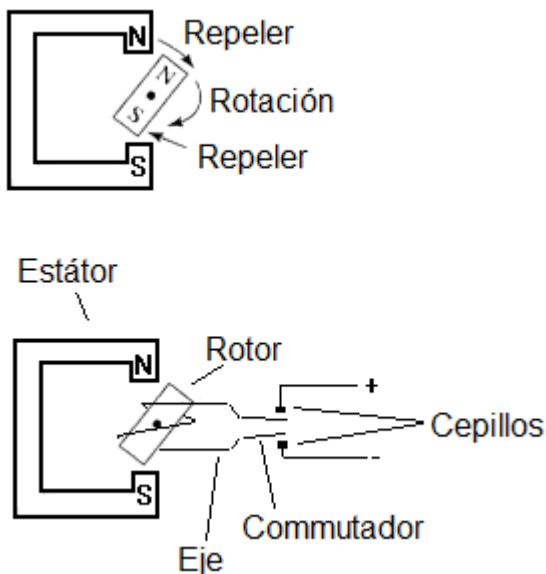
Siempre hay la tentación de vencer un sistema de bloqueo interno. Esto solo debe de hacerse para los departamentos de laboratorios clínicos que no tienen una centrifuga alterna y luego solo después de consultarlo cuidadosamente con el técnico que estará usando la máquina. Pegue una imagen encima de la máquina mostrando un dedo dañado y una tapa abierta para que los futuros usuarios sepan acerca de este peligro.

3.3.3 Motores



La parte interior de una centrifuga simple no es nada más que un motor y unos cuantos interruptores. Esta centrifuga más sofisticada incluye dos ventiladores (motores adicionales) y un poco de electrónica (no mostrado).

El corazón de la centrifuga es el motor. Casi todos los motores eléctricos de velocidad variable en el mundo en desarrollo trabajan bajo el mismo principio, aunque están en una centrifuga o cualquier otra pieza de equipo (motores de velocidad fija, tales como bombas y compresores son a menudo del tipo de inducción, no discutido aquí). El motor trabaja pasando corriente eléctrica a través de electro-magnetos fijados a un eje rotativo. Magnetos estacionarios, permanentes, atraen o repelen los electro-magnetos dependiendo de la orientación de los campos magnéticos. Las orientaciones del campo son cambiadas de tal manera que los electro-magnetos son atraídos progresivamente a los magnetos permanentes alrededor del círculo, trayendo al eje del motor alrededor con ellos.



Si un magneto está colocado dentro de otro magneto, puede hacerse rotar alrededor de un eje alineando los magnetos para que se repelan entre sí. Si la polaridad del magneto rotante es luego cambiada, el eje y el magneto continuarán rotando, y el dispositivo será un motor. Para poder cambiar la polaridad, cepillos contactan conmutadores, los cepillos y los conmutadores formando interruptores. A medida que el eje gira, los cepillos contactan distintas partes conmutadoras, alternando la polaridad del magneto rotando.

En general, el ingeniero en el campo no será llamado para reconstruir un motor eléctrico. Casi cada ciudad grande del mundo en desarrollo tiene un taller que puede lograr este trabajo. Sin embargo, la mayoría de los motores usan cepillos de carbón para hacer contacto eléctrico con los electro-magnetos en la parte rotativa del motor.

Estos cepillos se desgastan con el tiempo y necesitan ser cambiados. Los cepillos pueden ser cambiados por el ingeniero de campo.

Los cepillos solo pueden ser cambiados por cepillos del mismo tamaño. No use cepillos más pequeños ya que se desgastarán disparejamente y marcar el eje del motor. Los cepillos son sostenidos contra el eje por presión de resorte, si el resorte se debilita, rompe o hace falta el motor puede no girar. Si las tapas sosteniendo los cepillos en su lugar se sueltan o rajan, eso también puede ser causa de que los cepillos pierdan contacto y el motor no funcionará o no correrá consistentemente.

Los cepillos que son instalados apropiadamente y con la tensión correcta hacen que los cepillos se desgasten parejo y se miren brillantes casi luminosos en el extremo de contacto. Si los cepillos están defectuosos o no están haciendo un buen contacto la cara de contacto del cepillo estará opaca y no estará lisa. Ambos cepillos deben de quitarse de la unidad y comparados cuando se estén solucionando problemas.

El eje es sostenido en el centro de los magnetos permanentes por cojinetes. Estos a menudo no son la causa del problema, pero en ciertos casos pueden causar ruidos a medida que el eje se sacude en vez de estar sostenido en lugar. Los cojinetes se pueden quitar y cambiar. La mayoría de ciudades en el mundo en desarrollo tienen talleres de reparación de motores los cuales pueden cambiar o reparar los cojinetes.

Además de los cepillos y cojinetes del motor, muchos sistemas motrices, incluyendo las centrifugas, tendrán sistemas de freno. Si el rotor de una centrifuga, por ejemplo, se deja parar por sí mismo, podría tomar un largo tiempo para que el rotor caiga de 100,000 RPM a cero. Para acortar el tiempo, la mayoría de las unidades tienen un freno. El freno no es un dispositivo mecánico como el de su auto. En algunos casos, el freno es un resistor que es colocado temporalmente a través del motor. El motor está operando esencialmente como generador, con la energía mecánica viniendo del rotor girando y la energía eléctrica cayendo dentro de la resistencia.

A menudo los motores son usados en un país de 50 Hz, a pesar de estar diseñadas para ser usados con 60 Hz. En general, esto causa pocos problemas en las centrifugas. En otras aplicaciones, podría causar sobrecalentamiento. De ser posible baje el voltaje a alrededor de 10% en estos motores para reducir el calentamiento.

En sistemas más sofisticados, el freno invierte el campo eléctrico en los electro-magnetos para hacerlos intentar girar el rotor en la dirección opuesta. El operador tiene que energizar el interruptor y solo debería sostener el interruptor en la posición de reversa o parar por unos pocos segundos a la vez.

3.3.4 Pruebas Sugeridas

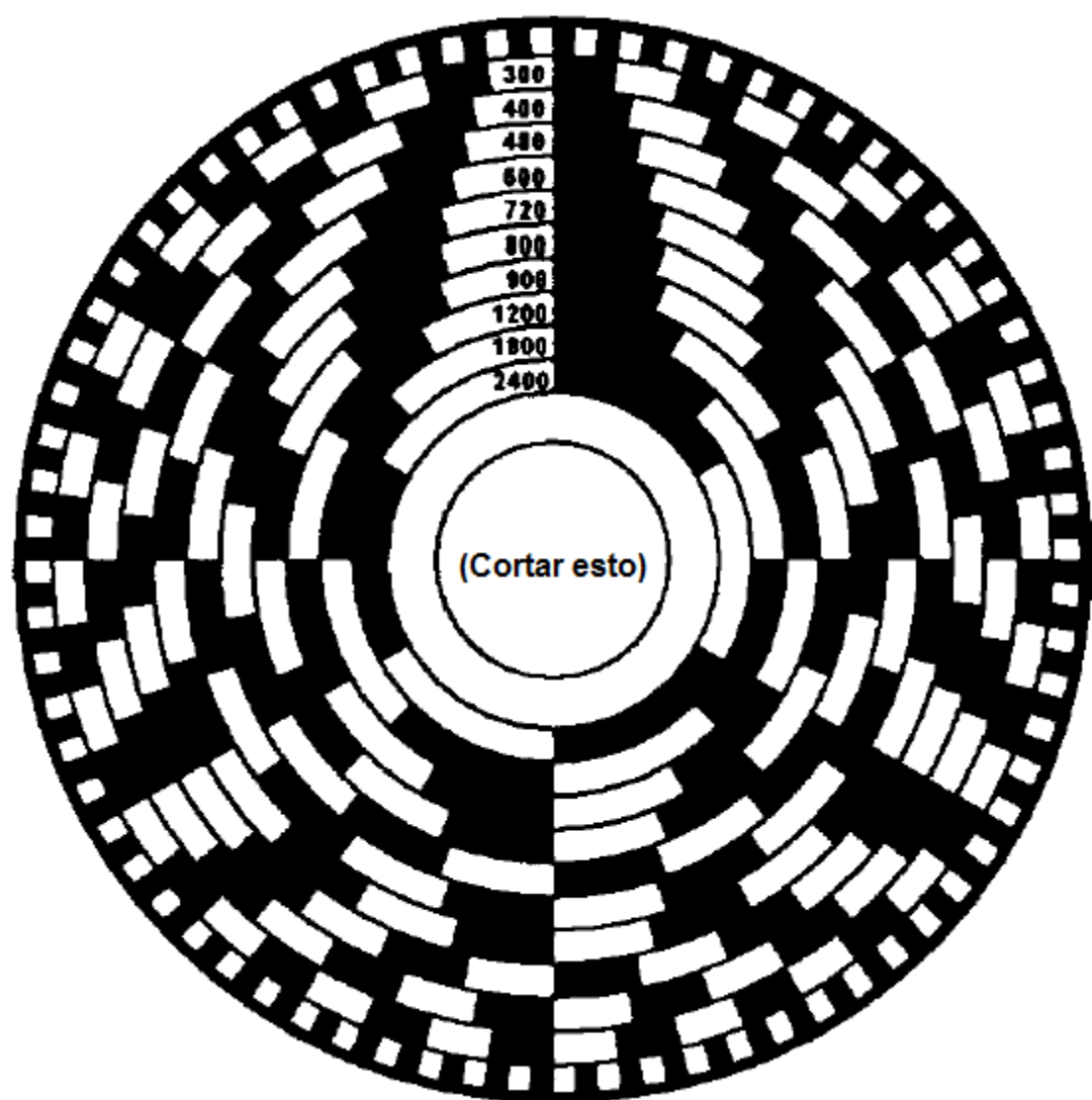
La centrifuga crea fuerzas tremendas adentro del vaso cuando está en uso. Si el rotor se quebrarse o dislocarse, se podría dañar la máquina o herir al usuario. Por tanto, usted debería realizar alguna forma de prueba antes de liberar el equipo para uso.

Primero, revise que la tapa no pueda abrirse cuando el rotor esté girando. Nunca libere una centrifuga que pueda abrirse cuando el rotor esté girando sin una discusión completa de los peligros para el personal. Si esta es la única centrifuga que el hospital tiene a su disposición, usted puede tener que liberar el dispositivo para usarlo sin un bloqueo interno de seguridad.

Segundo, usted debe asegurarse que el dispositivo pueda girar a su velocidad y frenar sin ruido excesivo. Asegúrese de balancear el rotor (con cantidades iguales de tubos llenos con agua en cada lado) antes de encenderlo. Revise el rotor por rajaduras o torceduras antes de iniciar la centrifuga. Se debe de prestar atención particular a las centrifugas que tienen rotores que se pueden cambiar. Se ha sabido de usuarios quienes no han apretado completamente la perilla asegurando el rotor al eje del motor causando daño severo al dispositivo y laboratorio cuando el rotor se ha soltado mientras gira.

La prueba ideal para una centrifuga es un tacómetro usado para verificar las rpm. Sin embargo, usted puede hacer una medición aproximada de la velocidad de las centrifugas sin uno. Bajo luz de un bombillo fluorescente que corre en corriente de 60 Hz, el manómetro mostrado abajo le dará una lectura precisa cuando usted esté funcionando a una de la velocidad del manómetro. El “parpadeo” del bombillo fluorescente a 120 Hz causará que una de las dos bandas parezca detenerse al RPM indicada por esa banda. El manómetro no funcionará con un bombillo de luz incandescente.

Para usar el manómetro, fotocópielo, córtelo, y colóquelo en el cabezal. Usted puede recubrirlo en cinta de embalaje transparente para hacerlo más rígido. Gire la centrifuga hasta que una de las bandas se haya detenido, usted puede aumentar la velocidad y encontrar la siguiente vez que esta banda se detenga. Esta velocidad corresponde al doble del RPM marcado. De igual manera, usted puede encontrar velocidades que son tres, cuatro o más veces lo que está marcado al contar el número de veces que la banda se detiene a medida que usted aumenta las RPM. Para determinar las RPM, detenga la centrifuga, lea la banda, y multiplique por el número de veces que paro mientras usted estuvo aumentando la rotación. Usted necesitará intentar esto unas cuantas veces antes de conseguir resultados consistentes.



3.4 *Micrótomos*

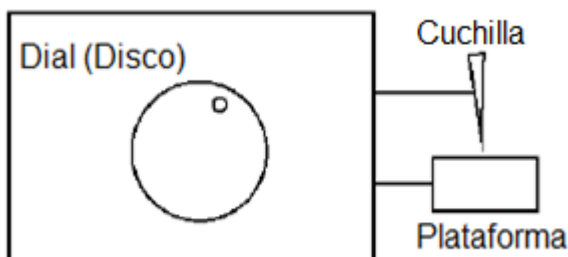
3.4.1 **Uso y Principios de Operación**

Histología es el estudio del tejido, restringido en el mundo en desarrollo a usar luz visible y un microscopio, lentes de magnificación o a simple vista. Para poder examinar mejor la muestra de tejido del paciente, este primero es cortado (o seccionado) en dispositivos delgadas, típicamente de 1 – 10 micrones (micrómetros) de grueso. El tejido es cortado tan delgado, que es transluciente. El instrumento que corta el tejido en estas pequeñas secciones delgadas es el micrótomos.



Los hospitales más grandes del mundo en desarrollo tendrán un micrótomos pequeño y manual, como este.

Un hospital pequeño en el mundo en desarrollo puede tener un micrótomos operado a mano. Los hospitales más grandes en el mundo en desarrollo tendrá o una unidad rotativa o un micrótomos criostato para hacer las secciones congeladas. No importa qué tipo de micrótomos esté siendo usado, el espécimen es preparado, a menudo en parafina, y luego amordazado dentro del micrótomos. El tejido es entonces avanzado sobre el trinquete hasta que su borde esté en la zona de corte. La cuchilla es movida por un volante de inercia (o avanzándolo a mano). A medida que la cuchilla desciende se hace una dispositiva del espécimen. En un micrótomos automático, a medida que la cuchilla ascienda el espécimen es retirado hacia atrás para que el borde de la cuchilla no toque el espécimen.



Un micrótomos manual taja una pieza delgada de tejido de la preparación con una cuchilla. La plataforma sostiene el tejido. El disco avanza el tejido unos cuantos micrómetros.

Hay tipos adicionales de micrótomos tal como el micrótopo trineo (para cortar a mano grandes pedazos), el micrótopo de congelación (con una plataforma de corte que congela el tejido) y el ultra-micrótopo (el cual corta secciones bien finas), pero estos raramente son vistos en el mundo en desarrollo.

3.4.2 Problemas Comunes

El problema más típico con un micrótopo es la cuchilla. Muchos micrótomos modernos usan cuchillas desechables. Estas no son convenientes en el mundo en desarrollo debido al costo. Las cuchillas desechables a menudo son reusados por esa razón. Las cuchillas durables son la mejor opción, siempre y cuando sean afiladas periódicamente. Afilas las cuchillas típicamente se puede hacer en el mundo en desarrollo, pero puede no ser realizado.

El ángulo de la cuchilla puede causar problemas. El ángulo de espacio es el ángulo entre el borde del bisel de la cuchilla y el bloque, típicamente entre 2 y 4 grados para secciones de parafina, y entre 5 y 7 grados para secciones de resina o congeladas, siendo más efectivo. Si el ángulo de corte es demasiado grande puede causar compresión en la sección de corte. Si el ángulo de corte es demasiado fino, el borde de la cuchilla puede vibrar causando castaño en la sección. Estos ángulos pueden ser ajustados y secciones cortadas hasta que el técnico esté satisfecho con los resultados.

La máquina necesita estar bien mantenida para operar correctamente. Debería limpiarse después de cada uso. Usted puede usar un aceite muy ligero para prevenir corrosión y mejorar la operación del mecanismo. Se debe de retirar la cuchilla después de cada uso. Una cubierta para el polvo debería cubrir las superficies de corte de la máquina después de cada uso. Si usted no ve evidencia de que estos procedimientos son implementados, limpie meticulosamente la máquina e intente seccionar de nuevo.

Sobre las máquinas de criostato, usted también puede sospechar de los elementos de calefacción. Hay un mecanismo de desempañar que le permite al usuario ver la sección adentro de la cámara fría. Este se puede taponar o de otra manera dañarse.

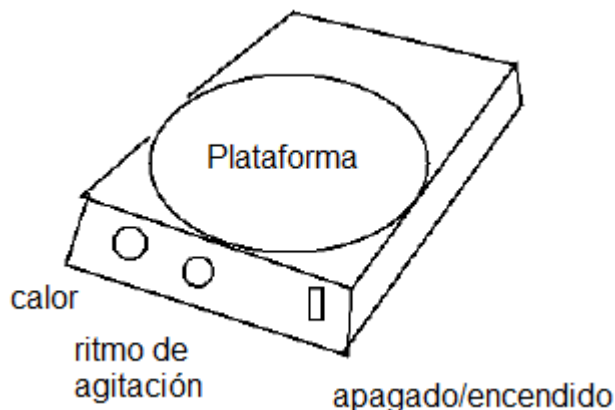
Finalmente, usted debe de sospechar error de usuario. La preparación y el manejo del tejido después de seccionar pueden afectar grandemente los resultados. La dureza del compuesto de incrustación siendo uno de los factores primarios afectando el seccionamiento del tejido. Los compuestos de incrustación van de gelatina (50 a 200 micrones), simplemente congelando el tejido (5 a 20 micrones), parafina (1 a 15 micrones), mezclas de parafina/cera/resina (0.5 a 2 micrones) y resina pura (0.05 a 1 micrón). Usted puede encontrar cualquiera de estas preparaciones en el mundo en desarrollo, y usted puede encontrar un técnico usando el material de incrustación equivocado para el grosor de la sección deseada.

3.5 Baños María, Platos de Mezclado y Calientes

3.5.1 Uso y Principios de Operación

Como el nombre sugiere, un baño maría es simplemente un dispositivo que mantiene el agua a una temperatura establecida para bañar un objeto. Un baño maría es normalmente usado para controlar la temperatura de las botellas y frascos que contienen enzimas, medicina, o sangre, así como muchas otras sustancias. Pueden ser usados para ambas configuraciones, clínica o de investigación, dependiendo de las necesidades del usuario. En una configuración clínica, el baño maría es usado comúnmente para traer un espécimen más frío a temperatura ambiente, tal como la sangre o un órgano para trasplante. De igual manera, un baño maría refrigerado puede enfriar un espécimen hasta o por debajo de cero de ser necesario.

Los baños maría pueden ser usados a varias temperaturas distintas, y dependiendo del fabricante, pueden tener ya sea puntos establecidos, a menudo 37° C, o el usuario puede fijar la temperatura del baño maría. Dependiendo del dispositivo y especificaciones, la temperatura puede ser mantenida dentro de un rango muy angosto, con algunos tan precisos como más o menos (+/-) un décimo de un grado Celsius. Otros modelos pueden fluctuar tanto como un grado o dos.



Los baños maría más básicos son sistemas "abiertos", ya sea platos calientes o platos de agitación. El sistema de agitar agrega un imán giratorio bajo la plataforma (activando un segundo imán puesto dentro de la jarra encima). Sin un control de temperatura, el operador debe monitorear y ajustar la temperatura a mano.

Hay cuatro tipos comunes de baños maría: estándar, agitado, refrigerado y agitador. El primero es el baño maría estándar con muy pocos componentes eléctricos, y es el más simple de los baños maría. Estos son llamados platos calientes. No hay retroalimentación con este tipo de dispositivo (control abierto). En otras palabras, el dispositivo no ajusta la cantidad de calor suministrado dependiendo de la temperatura sentida. Este tipo de baño maría usualmente tendrá un disco análogo para fijar crudamente la temperatura deseada (en realidad el calor suministrado).

Otro tipo de baño maría es el agitador, también conocido como un baño maría circulante. El baño maría agitador incluye un imán rotativo debajo de la superficie

caliente. Un imán botado dentro del líquido rota con el magneto debajo de la plataforma, agitando el fluido en el frasco. La acción de agitar permite que el agua se caliente más rápido y parejo.

El baño maría refrigerado es usado para enfriar sustancias más lentamente que solo colocándolo en el refrigerador. Es relativamente raro en el mundo en desarrollo.

El baño maría sacudidor orbital, es el avance más reciente en la tecnología de baños maría. Provee medios para sacudir la solución sin la necesidad de botar un imán en la solución. Los baños maría de sacudir usualmente tendrán un control para la temperatura así como una velocidad de sacudir, duración de la carrera, y ocasionalmente un temporizador para mezclado. Son raros en el mundo en desarrollo.

3.5.2 Problemas Comunes

Mientras más complejo el modelo, más componentes pueden fallar y causar que la máquina o no trabaje o que trabaje incorrectamente. Sin embargo, los componentes básicos de un baño maría son el elemento de calefacción y el motor (si es un baño agitador o sacudidor). Para más detalles sobre los motores, ver el capítulo sobre centrifugas. El elemento de calefacción típicamente es un alambre Nicromo, los cuales a menudo se puede quitar y cambiar en el mundo en desarrollo.

Errores de usuario son bastante común con los baños maría, porque las alarmas de nivel y temperatura pueden ser confusas. Esté seguro que el dispositivo esté lleno y nivelado antes de intentar usarlo.

El único dispositivo que se requiere para calibrar en un baño maría es un termómetro, y tal vez un reloj. Si usted desea probar el dispositivo solo para estar seguro que trabaja, asegúrese que el baño esté lleno y nivelado antes de encenderlo. Si se calienta y mueve, está listo para la prueba final. Discuta los aspectos más críticos de la operación con el técnico quien usa el dispositivo y pruebe esos aspectos del dispositivo a sus especificaciones.

3.6 Microscopios

3.6.1 Uso y Principios de Operación

En histología, patología, hematología y otras secciones de los laboratorios clínicos, el microscopio es un dispositivo crítico. Aun los hospitales lo menos y más pobremente equipados en el mundo en desarrollo tendrán un microscopio. Mientras estas unidades raramente fallan, requieren limpieza y lubricación en una base regular.

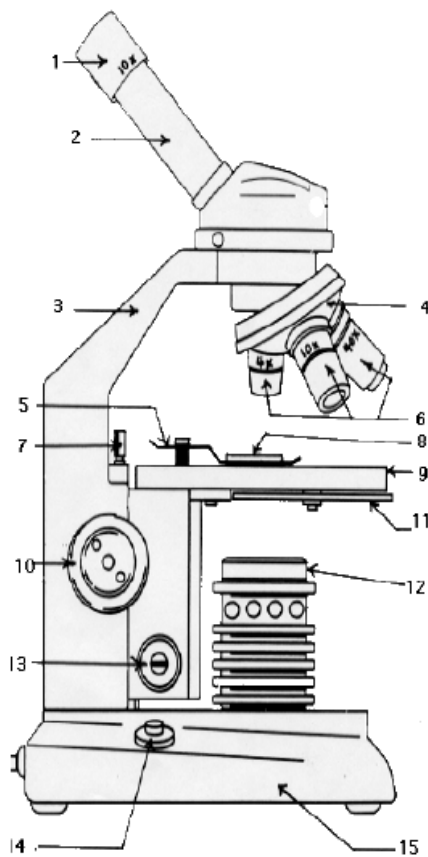


Figura 2: Distribución general de un microscopio de luz compuesto estándar, etiquetado por parte. (1) ocular, (2) tubo del cuerpo, (3) brazo, (4) pieza de nariz, (5) pinzas de plataforma, (6) objetivos, (7) frenos de plataforma, (8) apertura, (9) plataforma, (10) perilla de ajuste grueso, (11) diafragma, (12) fuente de luz, (13) perilla de ajuste fino, (14) interruptor de poder, y (15) base.

Hay muchos tipos de microscopios, sin embargo, el único que se encuentra regularmente en el mundo en desarrollo es el microscopio de luz compuesto. Un microscopio de luz compuesto puede tener una magnificación máxima en el orden de los 2000. Sin embargo, las fuerzas clínicas típicas van solo hasta 1000 X (objetivo 100X y un ocular 10X).

Los microscopios compuestos tienen una fuente de luz, ya sea externa o incrustada, que es usada para poner luz en el fondo del espécimen montado en una dispositiva. Puede ser un haz de luz directo o enfocado a través de un espejo. En algunas unidades hay un diafragma que controlará el tamaño del haz de luz golpeando sobre el espécimen. También puede haber un control de intensidad sobre la fuente de luz. También puede haber un filtro entre la luz y el espécimen que remueve ciertas longitudes de onda de luz del espectro o polariza la luz.

La disposición general de un microscopio de luz compuesto es mostrada en la figura a la izquierda. Consiste de quince componentes principales.

Los componentes más críticos son los objetivos (6), las perillas de ajuste (10), la fuente de luz (12) – a menudo ubicada en la base (15) y el ocular (1). El lente objetivo de un microscopio es pequeño y esférico, lo que significa que tiene una longitud focal pequeña, para traer el objeto

dentro de enfoque a una distancia más corta. La imagen es luego magnificada por un segundo lente, llamado ocular o el lente ocular.

Normalmente, en un microscopio clínico compuesto, los tres objetivos serán una magnificación cuatro veces (4X), diez veces (10X), y cuarenta veces (40X). A veces hay un objetivo 100X presente, pero requerirá aceite entre el objetivo y el tejido, no aire. Los objetivos son intercambiables dentro de un microscopio y a veces entre microscopio de un mismo fabricante. A menudo no son intercambiables entre fabricantes. El ocular usualmente es fijado a alguna magnificación, usualmente diez veces (10X).

El grosor del vidrio de cubierta del espécimen también puede afectar la habilidad de enfocar la imagen, y a veces el grosor correcto cubierta-vidrio está escrito al lado de los lentes objetivos.

3.6.2 Problemas Comunes

El problema más común con los microscopios son los objetivos sucios o dañados. Desafortunadamente, los objetivos no se pueden reparar y son muy costosos de remplazar. Puede ser más barato cambiar el microscopio entero que remplazar un objetivo.

Los ópticos se pueden limpiar con un trapo libre de pelusa humedecido con alcohol. Es una buena idea soplar cualquier polvo con aire envasado antes de limpiarlos. Tenga cuidado de no rayar los ópticos ya que están untados con capas muy precisas y delgadas para corregir por aberraciones de color. Las capas deben ser significativamente más suaves que el lente mismo.

La fuente de luz es la siguiente causa más común de problemas. Los bombillos solo deberían ser cambiados por el mismo bombillo. Si el bombillo es diferente puede haber diferentes salidas de luz, de voltajes de filamento, de calor o espectros de luz que podrían afectar la lectura del espécimen. Ver el capítulo sobre alumbrado por más información.

Si los ajustes de posicionamiento mecánicos no operan libremente es una indicación que se ha estado usando mucho o muy poco lubricante. Limpie cualquier exceso de lubricante, especialmente si se ha secado y se está agrupando. Use un trapo suave humedecido con alcohol para la limpieza. No use ningún solvente que pueda dejar un residuo. También tenga cuidado de no dejar pelusas sobre alguna superficie.

Cuando el aceite es usado en habitaciones calientes y húmedas, como es a menudo en el mundo en desarrollo, una preocupación seria es el crecimiento de hongos sobre el microscopio, especialmente en las superficies de los lentes, y las ranuras de los tornillos. Para ayudar a prevenir que la humedad y los hongos destruyan el microscopio, almacénelo bajo una cubierta hermética con un disco lleno con sílice

azul para disecar el aire bajo la cubierta. Una vez que el sílice se vuelve rojo, habrá perdido la capacidad de absorber humedad del aire, y necesitará ser regenerado para reusarlo, calentándolo en un horno de aire caliente o sobre un fuego. Si no hay sílice disponible, ponga una bolsa plástica hermética sobre el microscopio y coloque una pequeña cantidad de arroz seco en la bolsa con el microscopio. Cambie el arroz cada semana o algo así.

Cuando se ha completado una reparación, usted puede desear asegurar que el microscopio este trabajando a alguna extensión. La operación precisa de un microscopio toma habilidad y práctica. Sin embargo, un conocimiento rudimentario de la operación de un microscopio es suficiente para determinar si está trabajando del todo. Siempre cargue un microscopio por el brazo con una mano, y la base con la otra. El microscopio debería ser colocado en una meza nivelada. Antes de usar un microscopio, gire la perilla de ajuste grueso para elevar el tubo del cuerpo a su nivel más alto y revolver la pieza de nariz hasta que los lentes del objetivo de bajo poder caigan en su lugar. Luego ajuste el diafragma y los espejos mientras ve a través del ocular hasta que se vea un círculo blanco brillante de luz. Luego coloque la dispositiva espécimen sobre la plataforma y central sobre la apertura en la plataforma, usando las pinzas de plataforma para sostener la dispositiva en su lugar. Mirando la plataforma desde un lado, gire cuidadosamente la perilla de ajuste grueso para bajar el tubo del cuerpo hasta que casi toque la dispositiva. Mientras ve a través del ocular, muy lentamente gire la perilla de ajuste grueso hasta que el espécimen se vea en una vista clara. Cuando usted esté listo para una prueba detallada, consulte con el técnico a cargo de usar el dispositivo.

3.7 Autoclaves

3.7.1 Uso y Principios de Operación

Una autoclave es un dispositivo usado para esterilizar instrumentos y equipo médico. Usa vapor y presión en la ausencia de aire para asegurar condiciones esterilizadas. La autoclave de mesa pequeña usa calor para hervir agua a vapor. El vapor continúa calentándose y la presión continúa aumentando. La bacteria no puede sobrevivir en estas condiciones. Sin embargo, no todos los virus y esporas son matados. Exponer los materiales a un solo ciclo de calor es algo efectivo, pero esterilizarlos 3 veces en un periodo de tres días matará a la mayoría de las esporas vegetativas.



Interior y exterior de una autoclave eléctrica pequeña.

La mayoría de los hospitales tienen autoclaves eléctricas de vapor, pero usted también encontrará una autoclave como la “All American” distribuida por UNICEF. Usa un fuego abierto como su fuente de calor.



La pequeña autoclave de fuego abierto aún es común en el mundo en desarrollo.

Una autoclave es un instrumento bastante simple de operar pero podría ser peligroso si es operado inapropiadamente. ¡Es importante esperar hasta que la cámara esté completamente despresurizada antes de abrirla! ¡Si es abierta bajo presión, grandes cantidades de vapor podrían escapar causando quemaduras serias! La mayoría de los hospitales modernos tienen autoclaves automáticas. Estos dispositivos pasan por los pasos de operación sin intervención. Si la máquina no

está pasando por sus pasos correctamente, es poco lo que se puede hacer para cambiar la secuencia de los pasos.

Las máquinas manuales, tal como la All American, deben de ser operadas correctamente para asegurar esterilización. Las máquinas automáticas siguen los mismos pasos, aunque automáticamente.

Comience asegurándose que la reserva de agua esté llena al nivel apropiado con agua destilada o agua lluvia filtrada. El agua de pozo con el tiempo dejará un depósito de cal sobre los instrumentos y la autoclave. Una tira indicadora debería usarse con cada paquete siendo esterilizado. Sin embargo, en el mundo en desarrollo, esta práctica no es seguida. Coloque los instrumentos dentro de la cámara y cierre la tapa seguramente. Abra la válvula de salida de aire. Las máquinas automáticas pueden usar varios ciclos de vacío para remover el aire. Las máquinas manuales dependen del vapor para empujar el aire fuera de la cámara.

Ahora, la máquina está lista para comenzar su ciclo. Encienda o prenda el elemento de calefacción. Durante esta parte del ciclo, la máquina manual está evacuando el aire. Por tanto, es importante esperar hasta que haya un chorro de vapor continuo saliendo de la autoclave. Si la válvula de liberación de aire está escupiendo y chisporroteando, debe de permanecer abierta. El aire que haya quedado dentro de la cámara llevará a puntos fríos, y una pobre esterilización.

Cuando el aire sea evacuado completamente de la máquina, ya sea por vacío en las máquinas automáticas o por vapor en las máquinas manuales, la válvula de salida de aire debe estar cerrada. La presión del vapor comenzará a elevarse. En este punto, es suficiente monitorear la temperatura y el tiempo para asegurar la esterilización. No abra la cámara o válvulas, ya que la presión del vapor escapando puede ser peligrosa.

El ciclo de esterilización y a veces el ciclo de enfriamiento puede ser temporizado. El tiempo y temperatura apropiada se muestra abajo para instrumentos quirúrgicos desenvueltos. Permita 30 minutos más a la temperatura y presión sostenida si los instrumentos están envueltos.

Temperatura de Esterilización (C)	Presión apropiada (kPa)	Presión apropiada (psi)	Tiempo mínimo retención (min)	Tiempo general (min)
115	75	11	30	50
122	115	17	15	40
128	150	22	10	30
136	225	33	3	20

Luego del tiempo de retención especificada, el ciclo de esterilización se ha completado. Apague completamente el elemento de calefacción. Ahora comienza

el tiempo de enfriamiento. El progreso del enfriamiento se puede seguir por tiempo, temperatura, o simplemente echando agua sobre el exterior del vaso. Si hierve, el vaso aún está demasiado caliente. Cuando se enfríe completamente, se puede abrir la cámara. Si se usó cinta de esterilización, revise que esté completamente negro.

3.7.2 Problemas Comunes

Hay un número de distintos tipos problemas que usted puede encontrar. Sin embargo, la autoclave manual es un instrumento muy confiable. Raramente falla cuando es operada y mantenida apropiadamente.

El problema más común en el mundo en desarrollo es una acumulación de una placa debido al uso de agua no destilada en el ciclo de esterilización. La placa puede ser raspada de la máquina y simplemente es botada. En las máquinas manuales, la placa puede ser la causa de que las válvulas de liberación de aire y la de liberación de sobrepresión se taponen. Ambos de estos sistemas son difíciles de raspar limpios. Si se pueden retirar de la máquina (los sistemas) y forzados o dejados abiertos, entonces simplemente remojarlos por varios días en agua destilada debería disolver cualquier depósito. Puede ser mejor correr unas cuantas docenas de ciclos con agua destilada, donde la válvula de liberación de aire es dejada intencionalmente abierta (vapor escapará por la válvula el ciclo entero). Esto ayudará a disolver cualquier placa que quede. Si la válvula de liberación no puede abrirse y limpiarse, es mejor cambiar este componente.

Las máquina automáticas con acumulación de placa también ven obstrucciones en las líneas de vacío y válvulas asociadas. Si la máquina aun es operable, el mejor procedimiento puede ser remover cualquier acumulación visible, luego correr muchos ciclos con agua pura destilada hasta que la placa que quede se disuelva. Si las válvulas se bloquean, quítelas y límpielas todas (no solo la taponada). Si solo una está taponada, es más que seguro que el resto están cerca de hacerlo.

El segundo problemas más común para las autoclaves en el mundo en desarrollo es la obstrucción de los filtros debido al uso de agua sucia, como el agua lluvia no filtrada. Esto principalmente plaga las autoclaves automáticas que a menudo tienen filtros de entrada entre el almacenamiento de agua y el cuerpo principal. Algunos de estos filtros pueden quitarse y ser retro-lavados (se corre agua hacia atrás a través del filtro) para limpiarlos y restaurarlos. Asegúrese de limpiar el tanque de cualquier partícula que se haya asentado en el fondo. En otros casos, se debe de cambiar el filtro.

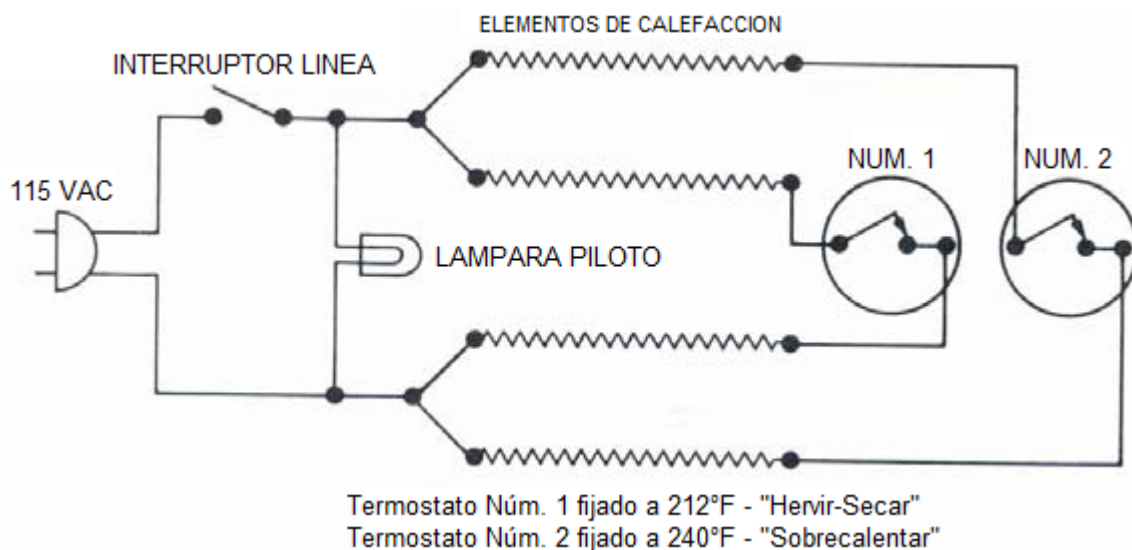
Si usted escucha un ruido de siseo, entonces hay una fuga en el cuerpo o válvula de presión. Trate de aislar el problema buscando vapor escapando y usando su oído. Si el problema es una válvula, probablemente sea necesario cambiar la válvula. Si el problema es el cuerpo, es imposible repararlo y la autoclave debe de

ser descartada. El sello sobre el cuerpo también es una fuente común de fugas. Revise para ver si no hay obstrucciones (sucio, o acumulación de placa) a lo largo del sello. En algunos casos, el sello puede ser rectificado, pero a menudo, se requiere cambiar el sello.

Algunas máquinas usan un sello plástico o de goma. Para estas máquinas, meta su uña dentro del sello. Debe de ser flexible. Si el sello está duro, o peor rajado, entonces debe de ser cambiado. En ciudades grandes, usted puede ser capaz de encontrar un taller de reparación de automóviles que le puede cortar un gásket de remplazo. Se puede usar sellante de silicona para sellar rajaduras en gáskets de las puertas hasta que se pueda encontrar e instalar un gásket de remplazo.

Si los sellos están funcionando y no hay fugas u obstrucciones, la autoclave manual debería funcionar. La autoclave automática aún puede no alcanzar su temperatura apropiada. La causa puede ser el termostato o elemento de calefacción. En las autoclaves más sofisticadas, se puede sospechar del controlador.

Si no se genera calor, podría ser el elemento de calefacción o los termostatos. Los elementos de calefacción típicos consisten de dos bobinas de alambre de resistencia níquel-cromado, cada una de las cuales tiene aproximadamente 14 ohmios de resistencia. Si la resistencia a través de la bobina es significativamente más alta, probablemente esté dañada. Estos calentadores están en paralelo y la combinación es colocada en series con el interruptor de encendido/apagado y uno o ambos de los termostatos. El alambre nicromo es común y usualmente puede ser encontrado en el mundo en desarrollo. Iguale la resistencia y largo tan cercano como sea posible.



Circuito de una autoclave eléctrica simple.

A menudo hay dos termostatos. Uno es un termostato de seguridad hervir-secar conectado en series con uno de los elementos y fijado para abrirse a 212 grados F.

Esto reducirá la violencia de hervido una vez se alcance 212. El segundo termostato, a menudo llamado el relé de sobrecalentamiento, está fijado para apagar la electricidad que va a los elementos nicromos cuando la temperatura es excesiva, usualmente significando que el agua se ha evaporado. Ambos termostatos para este instrumento usualmente son del interruptor tipo bimetálico. Estos raramente se degradan ellos mismos, pero el dispositivo que los sostiene en su lugar a menudo se deteriora.

3.7.3 Pruebas Sugeridas

Las autoclaves son como las centrifugas en que hay un asunto de seguridad asociado con su uso. El dispositivo puede herir al operador o dejar el equipo indetectablemente contaminado. Por lo tanto, se deben de hacer algunas pruebas antes de devolver el dispositivo para uso.

Antes de devolver una autoclave al piso, revise los gaskets y revise por placas. Usted puede prevenir obstrucciones futuras removiendo cualquier placa o sucio ahora. Si el gasket para el vaso se rompe, puede fugar vapor, lo que puede ser peligroso. Si la autoclave tiene un seguro interno que previene que se abra durante un ciclo, revíselo de nuevo por seguridad.

De ser posible, revise la temperatura adentro del vaso durante la esterilización. La mayoría de los usuarios en los hospitales de los EEUU ponen tiras de prueba con cada paquete de esterilización. Estas tiras verifican que la temperatura haya alcanzado el nivel requerido, por el tiempo requerido, y que había humedad presente. Sin embargo, en el mundo en desarrollo, estas tiras raramente se usan. Aun así, es posible probar la autoclave.

Una prueba completa de una autoclave incluye una prueba Bowie-Dick (para ver que todo el aire esté siendo removido) y ya sea una prueba de temperatura o de presión para ver si la temperatura y presión alcanzaron los niveles necesarios (ya que $PV = nRT$ y la cámara solo está llena con vapor, no es necesario medir ambos la temperatura y la presión). El tiempo del ciclo de esterilización puede ser medido con un reloj. La prueba Bowie-Dick para remover el aire puede ser aproximada colocando una tira de prueba de Tiempo-Temperatura estándar sobre una hoja de papel en el centro de una pila de toallas 100% algodón y colocadas en una lata metálica apósito. La lata apósito es colocada en un esterilizador pre-vac calentado y se corre un ciclo corto usando la cinta sobre las toallas de algodón como una revisión. Si ha quedado aire en la cámara de esterilización, entonces estaría atrapada en las toallas. Porque el aire no permitirá que el vapor toque la cinta, el cambio de color no sería uniforme alrededor de la cinta. Para poder pasar la prueba, toda la cinta debe de cambiar colores, no solo los bordes. Este procedimiento probará el proceso de retiro de aire de ambos la temperatura y el aire.

Si no hay tiras de prueba disponibles, entonces no es posible probar con precisión ambos el retiro de aire y temperatura/presión. Usted tendrá que conformarse por una medición de presión. En este momento, no hay una alternativa re-usable a las tiras de pruebas fácilmente disponibles en el mundo en desarrollo.

Revise la válvula de seguridad en el vaso. Si está sucia o corroída, intente cambiarla. Si no la puede cambiar, es posible probar la válvula de seguridad al sobrepasar el interruptor límite de sobrecalentamiento. Esto solo debería ser intentado por técnicos experimentados vistiendo trajes de seguridad apropiados. Más aún, usted solo puede probar la válvula de seguridad en autoclaves con manómetros de presión funcionando. La válvula de seguridad es fijada para abrirse a 30 psi. Para probar esta válvula, haga corto circuito en el termostato con un cable pinza, opere la autoclave como iniciando un ciclo normal. Esté listo para jalar el enchufe de la pared rápidamente, si fallase la válvula de seguridad y la presión se elevase por encima de 31 psi. Si la válvula de seguridad falla de operar en este límite superior, debe de ser cambiada. Si no puede encontrar un remplazo, discuta el peligro con la administración. Aunque no tener una válvula de seguridad es un peligro severo para el operador, no tener una autoclave es un peligro severo para los pacientes.

3.8 Incubadoras de Laboratorio

3.8.1 Uso y Principios de Operación

Las incubadoras de laboratorio son dispositivos que mantienen condiciones ambientales controladas. Estas condiciones incluyen, pero no están limitadas a, oxigenación, humedad y temperatura adecuadas. Generalmente están diseñadas para cultivar cultivos celulares y bacteriales.

Las incubadoras de laboratorio vienen en varios tamaños y niveles de tecnología. Todas están diseñadas para mantener temperaturas y condiciones establecidas dentro de las cámaras. Algunas pueden tener salidas AC internas para que otros dispositivos puedan ser usados adentro de la incubadora. La mayoría tendrán ventiladores para mover aire de los elementos de calefacción alrededor de los cultivos (especímenes) y fuera de una ventilación. Mucho del aire es recirculado dentro de la cámara y no venteadado. Las puertas tienen que sellarse bien y solo deben de abrirse en una base estrictamente según sea necesario. Cada vez que se abra la puerta tomará varios minutos para que la temperatura y humedad se estabilicen. Una diferencia de 1°C puede causar que el crecimiento de cultivo se ponga lento o que se detenga, lo que afecta los resultados clínicos.

En todas las incubadoras, un sensor de temperatura compara la temperatura adentro de la cámara a una temperatura establecida en el panel frontal. Si la temperatura es muy baja, saldrá calor a calentar la cámara. El ventilador puede encenderse con el calor u operar continuamente.

Las incubadoras pueden variar bastante en tamaño yendo desde 2' a 6' alto y 1.5' a 5' de ancho. Generalmente tienen interiores/exteriores de acero inoxidable y puertas de vidrio con bisagras. Incluyen controles y pantallas de las temperaturas de la cámara, así como seguridades de falla de temperatura para proteger los contenidos en el evento poco probable de un cambio de temperatura. Las incubadoras tienen varios números de estantes y están equipadas con lámparas fluorescentes.

3.8.2 Problemas Comunes

Generalmente hay una o más luces en la incubadora no solo para visibilidad sino para promover el crecimiento en los cultivos. Si la luz necesita ser cambiada usted debe usar un remplazo exacto y no solo una que encaje. El espectro de luz emitido es muy importante para el funcionamiento apropiado de la incubadora.

Filtros en el sistema de aire tienen que limpiarse en una base regular. No es una buena idea remover y limpiar el filtro mientras hay cultivos en la incubadora. También se debe de limpiar cualquier trampa de humedad al mismo tiempo.

Los problemas más comunes con una incubadora son el ventilador, el elemento de calefacción y el controlador. El controlador generalmente no puede ser reparado si se daña. El ventilador es un motor y está sujeto a todos los problemas y reparaciones descritas en la sección centrífuga de este libro. El elemento de calefacción es generalmente un alambre nicromo el cual se puede quitar y cambiar con un alambre nuevo en el mundo en desarrollo.

La única prueba crítica que usted puede hacer sin la ayuda del técnico es la medición de la temperatura. La incubadora debe mantener una temperatura constante, típicamente dentro de un grado Celsius. Usted también puede revisar que la alarma de sobre-temperatura trabaje a la configuración correcta y que todos los diales lean correctamente. Pruebas más detalladas deberían ser conducidas en cooperación con el técnico usando la incubadora.

Después de asegurar que la incubadora esté trabajando apropiadamente, puede ser necesario desinfectar la unidad. Discuta esto con el técnico. El procedimiento de desinfección comienza removiendo el material poroso de la incubadora. Esto incluye los filtros y fábricas, incluyendo las sabanas. Coloque una taza con 250 ml de solución formaldehído (formalina) en la incubadora. Encienda la incubadora a 20°C y deje que caliente, con el ventilador circulando, por al menos 1.5 horas. Después de este tiempo, remplace la taza con 200 g/l de solución amoníaco por otras 1.5 horas. (El amoníaco funciona para remover el olor a formalina.) Cuando pase el tiempo remueva la solución de amoníaco y limpiar la máquina. (Si después de limpiarla todavía hay un residuo de olor a formalina, deje que la incubadora funcione hasta que desaparezca el olor).

3.9 Purificadores de Agua

3.9.1 Uso y Principios de Operación

En el escenario hospitalario es crucial tener agua pura. En muchos casos, el éxito del laboratorio depende de la calidad del agua disponible. En la unidad de cuidados intensivos, mucha de la medicina administrada a los pacientes puede ser mezclada con agua o agua y sal antes de suministrarla. Aun el lavado de los pacientes y la preparación de la comida pueden requerir agua que haya sido purificada en el hospital a algún nivel en el mundo en desarrollo.

Purificación es un término general usado para describir el proceso de remover impurezas del agua. Puede ir de una filtración simple a un procesamiento multi-etapas complejo, la complejidad dependiendo de la fuente del agua y su uso eventual. Las impurezas a ser removidas pueden ir de parásitos, bacteria, y virus a compuestos orgánicos e iones, más o menos en el orden del tamaño y dificultad del problema. Tan variados como lo son los usos del agua en el hospital, así son los requisitos de la pureza necesitada del agua. Los requisitos van de esencialmente cero contaminación tolerable (por parásitos) a indiferencia relativa (por iones). De igual manera, el costo de la purificación puede ir de unos cuantos centavos por galón a mucho más.

Algunos componentes se encuentran en cada sistema de purificación sin importar que método de purificación esté siendo usado. Estos componentes incluyen la entrada, salida, ventilación, filtro y drenajes. La entrada es simplemente donde el agua entra al sistema y el proceso de limpieza comienza. Los drenajes permiten que se almacenen o desechen el exceso de impurezas. Las ventilaciones permiten que el gas, más que todo aire, salga del sistema. Finalmente, una vez se ha filtrado el agua, sale del sistema a través de la salida.

Hay al menos ocho métodos comunes de purificación en los hospitales del mundo en desarrollo: 1) Destilación, 2) Intercambio de iones, 3) Absorción de carbono, 4) Filtración, 5) Ultrafiltración, 6) Osmosis Reversa, 7) Electro-deionización, y 8) Radiación Ultravioleta (UV).

Destilación

Destilación es el método más antiguo de purificación de agua. El proceso involucra calentar agua en una fuente a su punto de ebullición y condensar el vapor resultante de nuevo a agua. Remover los contaminantes depende de que tan bien esté diseñado el destilador. Si la ebullición es muy vigorosa, puede tomar lugar un “choque”, donde el agua líquida se dispara fuera de la caldera directamente dentro

del condensador. Cualquier compuesto orgánico con puntos de ebullición más bajos de 100° C no se puede remover. De hecho, puede concentrarse en el proceso.



Los destiladores no necesitan ser sofisticados. Aquí, un simple jarrón es sostenido sobre un fuego y cubierto por un tazón grande con agua. Tres rocas sostienen el jarrón en su lugar. El tubo largo permite la condensación. La condensación cae dentro del cuerpo recolector en la esquina derecha de abajo.

La destilación es una técnica simple y robusta que tiene la ventaja de remover un amplio rango de contaminantes. Desafortunadamente, requiere un mantenimiento cuidadoso para asegurar la pureza. También, la destilación consume una gran cantidad de agua y energía, ninguna de las cuales son de buen suministro en el mundo en desarrollo.

Intercambio de Iones

La purificación por intercambio de iones es un proceso rápido y reversible en el que los iones impuros presentes en el agua son remplazados por iones liberados por unas perlas de resina de intercambio iónico. Los iones impuros son tomados por las perlas, las que luego son periódicamente regeneradas. Los métodos de intercambio de iones más comunes son suavizante y deionización.

Suavizante es usado primariamente como un método de tratamiento para reducir la dureza del agua antes de invertir el proceso de osmosis. Los suavizantes contienen perlas que intercambian dos iones de sodio por cada ion de calcio o magnesio retirados del agua “suavizada”.

Las perlas de deionización intercambian ya sea iones de hidrogeno para cationes o iones de hidroxilo para aniones. Las resinas de intercambio de cationes intercambiarán un ion de hidrogeno por cualquier catión que encuentren. El ion de hidrogeno del intercambiador de cationes se une con el ion de hidroxilo del intercambiador de aniones para formar agua pura. La resina conteniendo los contaminantes cargados debe luego ser regenerada una vez que haya intercambiado todos sus iones de hidrogeno y/o hidroxilo en el agua, las impurezas siendo botadas al drenaje.

La deionización remueve algunos inorgánicos disueltos y la mayoría de los iones. Requiere una inversión capital inicial barata. Sin embargo, no se puede usar para remover partículas, pirógenos o bacteria. De hecho, las perlas de deionización pueden liberar partículas de resina dentro del agua y sirve como un medio de cultivo para el crecimiento de bacteria.

Absorción de Carbón

Como se mencionó anteriormente, resinas de intercambio de iones remueven aniones y cationes del agua cruda, pero algunas molécula orgánicas no-iónicas pueden recubrir la resina. Para remover las moléculas orgánicas no-iónicas y proteger la resina de intercambio de iones, a menudo se colocan filtros ascendentes (antes del filtro de intercambio de iones).

Además de las moléculas orgánicas no iónicas, el carbón también remueve cloro libre y protege otros medios de purificación en el sistema que puedan ser sensibles a oxidantes.

El proceso de absorción en un filtro de carbón es controlado por el diámetro de los poros en el filtro de carbón y por el ritmo de difusión de moléculas orgánicas a través de los poros. El ritmo de absorción es una función del peso molecular y del tamaño molecular de los orgánicos.

Los filtros de carbón remueven orgánicos disueltos y cloro efectivamente y tienen una vida relativamente larga. Sin embargo, pueden liberar partículas de carbón dentro del agua.

Filtración

La filtración remueve partículas del agua basada en sus tamaños. Hay tres tipos de acercamientos de filtración micro poroso: 1) profundidad, 2) malla, y 3) superficie. Cada acercamiento sirve un propósito diferente.

Los filtros de profundidad son fibras enmarañadas o materiales compresos para formar una matriz que retiene partículas por absorción o entrapamiento al azar. Los filtros de profundidad usualmente son usados como pre-filtros porque son económicos y pueden remover casi todos (tálvez 98%) de los sólidos suspendidos, protegiendo los elementos descendentes de ensuciamiento u obstrucciones.

Los filtros de malla son estructuras de una capa y uniformes las cuales retienen todas las partículas más grandes que un tamaño de poros controlados con precisión. Las partículas son retenidas en una superficie del filtro.

Los filtros de superficie son hechos de múltiples capas de medios. Cuando pasa fluido a través del filtro, las partículas más grandes que el tamaño especificado son retenidas, acumulándose primariamente sobre la superficie del filtro. Los filtros de

superficie son bastante eficientes, removiendo casi todos los sólidos suspendidos (talvez un 99.99%). Los filtros de superficie pueden ser usados ya sea como pre-filtros o como filtros de clarificación.

Ya que el tamaño pobre puede ser especificado debajo del tamaño de la bacteria y parásitos, los filtros de superficie pueden ser usados como un proceso parcial de esterilización. La filtración casi no requiere mantenimiento, pero los filtros pueden ser remplazados ocasionalmente porque el ritmo de flujo cae a medida que las partículas retenidas taponan el filtro. La filtración no puede remover inorgánicos disueltos, pirógenos, coloidales o virus. Pueden ser costosos de remplazar y no pueden ser re-utilizados.

Electrodesionización

Esta tecnología nueva es una combinación de electrodiálisis e intercambio de iones. El proceso consiste de un número de "celdas" intercaladas entre dos electrodos. Cada celda consiste de un marco de polipropileno sobre el cual está pegada en un lado una membrana catiónica permeable, y en el otro una membrana iónica permeable. El espacio en el centro de la celda, entre las membranas selectoras de iones, está enfilada con una cama delgada de resinas de intercambio de iones. Las celdas están separadas la una de la otra por un separador de malla.

La fuente de agua entrando en el módulo es dividida en tres partes. Un pequeño porcentaje fluye sobre los electrodos, 65-75% de la fuente de agua pasa a través de las camas de resina en la celda, y el resto pasa a lo largo del separador de malla entre las celdas. El potencial de los electrodos jalan los iones fuera de las camas de resina. Los iones viajan hacia los electrodos hasta que llegan a la membrana selectora de iones adyacente, la cual es de la carga opuesta. Los iones permanecen en el espacio entre las celdas hasta que son descargadas fuera del sistema al drenaje.

La electrodeionización deioniza efectivamente el agua. Las resinas de intercambio de iones son regeneradas continuamente por la corriente eléctrica de la unidad aumentando el tiempo entre las llamadas de mantenimiento para el purificador. El resultado es un acercamiento de deionización que es relativamente barata de operar. Sin embargo, la electrodeionización requiere pre-filtración para prevenir la obstrucción de las pilas.

Radiación Ultravioleta (UV)

La radiación ultravioleta está comenzando a ser un método usado ampliamente para la esterilización de agua en el mundo en desarrollo. En la mayoría de los sistemas, lámparas de mercurio de baja presión generan 254 nm de luz ultravioleta. La exposición a luces UV intensas de esta longitud de onda destruye el ADN y otras proteínas en la bacteria, parásitos y virus, dejando el agua esterilizada. Algunas lámparas generan ambas luces UV de 185 nm y 254 nm. Esta combinación de

longitudes de onda es capaz de foto-oxidación de compuestos orgánicos adicionales.

La técnica UV puede matar microorganismos y, en algunos casos, foto oxidar compuestos orgánicos fragmentos más pequeños. Sin embargo, los organismos no son retirados del agua. Por lo tanto, partículas o grumos de microorganismos pueden causar sombreado, lo que puede afectar la eficiencia de la desinfección por luz ultra-violeta. El agua con cantidades significativas de color y compuestos orgánicos también reducirán la intensidad de la luz y por lo tanto su eficiencia.

3.9.2 Problemas Comunes

Los purificadores de agua pueden ser máquinas complicadas y etapas múltiples. En muchos casos usted no será capaz de influir una reparación sin herramientas especializadas. Sin embargo, hay unos cuantos problemas comunes que pueden ser diagnosticados y reparados en el campo.

Uno de los problemas más comunes son los filtros obstruidos, típicamente indicado por un ritmo de flujo bajo. Algunos filtros se pueden limpiar retrolavandolos (corriendo agua de una plataforma a la siguiente a través de ellos al revés – descartando los resultados). No use agua ascendente para este propósito. Sin embargo, de ser posible, los filtros pueden ser remplazados.

Las fugas también son comunes. Revise toda la tubería, vidrio y reservas por rajaduras o fugas. Si la fuga está en la entrada a los sistemas, puede ser reparada con epoxi o sellante de silicona. Una vez que el agua entre al sistema, los solventes de los pegantes y adhesivos pueden contaminar el agua. Remplace la tubería o componente en vez de repararlos.

Cuando el desionizador falle, la conductividad eléctrica del agua aumentará. Cuando esto suceda, revise la cama de resina para ver si las perlas necesitan ser remplazadas o regeneradas.

Los sistemas antiguos pueden acumular depósitos los cuales no están siendo removidos en los drenajes. Si se encuentran depósitos, ráspelos del sistema y lave y saque esos componentes con el agua más pura disponible.

3.9.3 Pruebas Sugeridas

La mayoría de los usuarios no sabrán cómo determinar si el purificador de agua está trabajando. Más aún, a diferencia de otro equipo de laboratorio clínico, típicamente no hay una persona usando el agua. Por lo tanto, la carga es sobre el ingeniero para probar el purificador de agua. Desafortunadamente, en el mundo en desarrollo, el

equipo de pruebas necesario puede no estar disponible, dejándole al ingeniero pocas opciones.

Si el ritmo de flujo fue la razón de llamada inicial, entonces esto se puede revisar fácilmente con una copa de medición o cilindro graduado y un reloj. Sin embargo, después de cualquier trabajo, se debería revisar el purificador por la pureza del agua que está saliendo del sistema. Esto se puede hacer midiendo el contenido de proteína en un espectrofotómetro y el contenido de iones midiendo la conductividad. La esterilización puede ser asegurada por cultivo. Sin embargo, todas o algunas de estas mediciones pueden no ser posibles en un hospital del mundo en desarrollo. A pesar del hecho que estas mediciones deberían ser llevadas a cabo por el ingeniero, usted puede no tener más elección que recurrir a una discusión con el personal del laboratorio como su mejor alternativa para probarlas. Ellos deberían ser capaces de indicar cual problema fue que inicio la llamada de reparación en primer lugar, y por tanto, deberían ser capaces de determinar si se ha arreglado el problema.

3.10 *Hornos de Laboratorio Clínico*

3.10.1 Uso y Principios de Operación

Los hornos de laboratorio son usados para secar muestras y para evaporación, deshidratación o esterilización. De manera limitada algunos son usados como una incubadora seca. En muchos casos, se requiere un control de temperatura preciso.

Los hornos clínicos pueden ser en tamaño de banco, gabinete o cabina. No obstante, los de banco son los más comunes en el mundo en desarrollo. Todos los hornos incluirán una fuente de calor, así como un contenedor aislado (usualmente incluyendo un puerta con gaskets de sellado que cierran apretados), y un termostato/termómetro. Los hornos más avanzados pueden incluir temporizadores/alarmas, ventiladores para circular aire dentro del horno para lograr un calefacción uniforme, unidades de estantes o bastidores, opciones de control de humedad, o filtración de aire. El mecanismo de calefacción puede ser eléctrico, de gas natural, propano, aceite, radiofrecuencia o microondas, pero el calentador eléctrico es el más común en el mundo en desarrollo.

La operación es simple. Coloque la muestra en el horno (o vacíelo si lo está probando). Cierre la puerta. Fije la temperatura deseada. El horno puede tener una función temporizadora o de tiempo que puede tener que ser completado manualmente. Después del ciclo de calefacción, permita que el horno se enfríe antes de abrirlo.

Si el horno está siendo usado para esterilización, se debe de usar la siguiente tabla. El tiempo de esterilización no debe de comenzar hasta que el horno haya alcanzado la temperatura requerida.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)
160	180
170	120
180	30

3.10.2 Problemas Comunes

La fuente de poder y el elemento de calefacción son los problemas más probables de problemas. El elemento de calefacción eléctrico es de una construcción y material típicos y probablemente pueden ser remplazados en el mundo en desarrollo, siempre y cuando se iguale la resistencia y poder máx. (alambre nicromo).

Si el horno no está alcanzando la temperatura deseada, usted debe de sospechar del gásket de la puerta, el ventilador o el dispositivo sensor. Si el gásket de la puerta no sella herméticamente, intente limpiar el sello con agua y jabón. Enjuague bien antes de volver a probar. Puede ser posible encontrar un material para sellar una puerta de horno en el mundo en desarrollo, si se debe de cambiar el sello.

Si hay un ventilador, y no está girando, y el problema no es el suministro de poder, se puede cambiar el motor del ventilador con cualquier motor de tamaño similar (ver el capítulo sobre centrifugas y motores por más sugerencias).

El dispositivo sensor de temperatura puede ser parte del mecanismo retroalimentador de temperatura. Un juego exacto es necesario a menudo. Usted puede ser capaz de derrotar el sensor de temperatura con un cortocircuito o circuito abierto, dejando el horno en la posición de encendido todo el tiempo. Se necesitará que el usuario monitoree la temperatura cuidadosamente. Instale un interruptor en la línea de poder principal para que puedan ciclar el calentador según sea necesario. Esto claramente no es una solución ideal, pero es mejor que no tener un horno.

Si el horno está alcanzando la temperatura deseada y sosteniendo esa temperatura, entonces el dispositivo está trabajando. En algunos casos, el usuario puede quejarse acerca de un calentamiento altamente no uniforme. En muchos casos, esto será causado por un ventilador dañado. De ser así, intente medir la temperatura en varias partes de la cámara. Discuta el grado de uniformidad requerida para satisfacer las necesidades del usuario. En el mundo en desarrollo, tendrán que sobrevivir con poca uniformidad, pero al menos con un horno funcionando.

La precisión de la temperatura varía tremendamente con las aplicaciones del horno. Los errores más grandes pueden ser aceptables si el horno es usado para secar vidrio, pero precisión puede ser crucial si se están calentando fluidos biológicos en el horno. Lo mismo es cierto con el ventilador. Un ventilador operando puede no ser crítico dependiendo del uso del horno. Discuta estos asuntos con el usuario antes de devolver el horno.

4 Temas Relacionados

4.1 Seguridad Eléctrica

Probar la seguridad eléctrica es uno de los procedimientos más comunes hechos por un ingeniero biomédico en un hospital. Cada dispositivo relacionado con los pacientes debe de ser probado por seguridad eléctrica antes de ser inicialmente puesto en uso. Todos los dispositivos eléctricos/electrónicos tienen una fuga de corriente que va de unos cuantos microamperios hasta 500 mA. Varias agencias han fijado límites de corriente para las fugas de corriente eléctricas en los dispositivos médicos. No todas las agencias tienen los mismos límites. La Agencia Nacional para la Protección contra Incendios, NFPA, AAMI, (Asociación para el Avance de la Instrumentación Médica), o IEC/ISO, (Comisión Eléctrica Internacional) son algunas de las agencias que están fijando límites seguros de corriente para los dispositivos médicos operados eléctricamente.

A finales de 1960 hubo varias publicaciones declarando que hasta 10,000 personas al año fueron electrocutadas en hospitales por equipo electrónico defectuoso que fue aplicado a pacientes. En varios estudios se ha mostrado que tan poco como 30 microamperios aplicados directamente a una porción del corazón durante una parte crítica del ciclo cardiaco puede causar una arritmia, o latido anormal. Si este latido anormal dispara latidos anormales adicionales se presenta un potencial para una arritmia letal.

La solución más común para fugas de corriente en dispositivos después de 1970 es aislar al paciente del dispositivo. Esto se hizo utilizando transformadores de aislamiento, diodos emisores de luz o enlaces electromagnéticos entre las conexiones del paciente y el dispositivo.

Sin un analizador de seguridad, no es posible hacer una prueba de seguridad completa. A pesar de eso, un sustituto razonable para el peligro más común es descrito en el capítulo sobre ECG. Esta sección describe cuales otros dispositivos deberían ser considerados para pruebas de seguridad.

Equipo encontrado a lo largo del hospital o clínica que no esté directamente conectado a pacientes incluye ambos dispositivos médicos y no-médicos. En general, estos dispositivos no necesitan ser probados para nada o solo deberían ser probados una vez.

Los dispositivos que no están conectados a pacientes, pero están en la vecindad del paciente (por ejemplo, el equipo de rayos-X) deberían ser probados a tierra después de cada reparación mayor. Una técnica usualmente utilizada es seleccionar un punto a tierra en el área y medir la resistencia a tierra de todas las superficies expuestas a ese punto. El problema con este método es que un alambre

de sonda puede tener hasta 20 pies de largo para alcanzar todas las superficies en esa área. Una variación de esta técnica es seleccionar un punto, tal como la mesa de rayos-X como tierra y medir todo en la “vecindad del paciente” a ese punto tierra. Con cualquiera de las técnicas la resistencia a tierra no debería exceder 0.5 ohmios. Un punto clave para recordar al llevar a cabo este tipo de pruebas a la resistencia a tierra es seleccionar su punto de inicio y documentarlo para que se pueda repetir la prueba. Un poco de esmalte de uñas junto al punto de tierra es un método de documentar la ubicación del punto a tierra.

Los dispositivos conectados a pacientes usados para propósitos de diagnóstico amplifican y procesan señales detectadas en el cuerpo por electrodos. Las señales viajan sobre alambres conectores y cables de paciente al dispositivo donde son amplificadas, procesadas y visualizadas. El punto clave es que detecta una señal y tiene alambres entre el paciente y el dispositivo. Esta categoría de equipo contiene dispositivos grabadores y monitores de pacientes tales como EKG, EEG, EMG. Para todos estos dispositivos, probarlos debe de ser completado después de cada reparación como se describe en la sección sobre ECG.

Los dispositivos conectados a los pacientes usados para propósitos terapéuticos suministran energía, fluidos o gases a un paciente. El suministro puede durar por unos pocos milisegundos, como con un desfibrilador, a años para un ventilador o bomba IV. En el caso de una bomba IV, los fluidos están contenidos en un plástico no conductivo así que cualquier contacto eléctrico requiere que haya un orificio en la tubería. En los ventiladores la tubería es no-conductiva, así como lo son la mayoría de las mezclas de gas que serán administradas. Ya que se suministra energía al paciente no es requerido probar el aislamiento del cable mientras la unidad está entregando esa energía. De hecho, probar el dispositivo mientras está en operación podría ser peligroso. Los mismos procedimientos de prueba que se describen en el capítulo ECG son llevados a cabo después de cada reparación, pero la fuga solo es probada con el dispositivo enchufado y el poder apagado.

4.1.1 Tomacorrientes o Enchufes Eléctricos

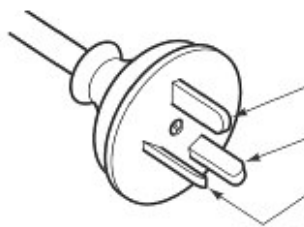
La fuente primaria del peligro eléctrico es el enchufe mismo. Estos deberían de probarse una vez al año. Sin embargo, en el mundo en desarrollo, muchos de los enchufes están alambrados incorrectamente. Por tanto, como con otro trabajo, este esfuerzo tiene que ser priorizado antes de reparar equipo dañado.

Reino Unido



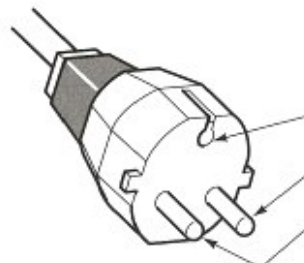
Tierra	Verde/Amarillo	13 Amp/250 V
Neutral	Azul Celeste	
Viva	Café	

Australia/Nueva Zelanda



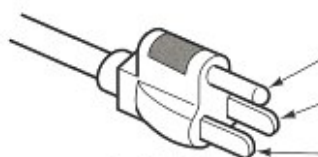
Tierra	Verde/Amarillo	15 Amp/250 V ac
Neutral	Azul Celeste o Negro	
Viva	Café Claro o Rojo	

Europa/Arabia Saudita



Tierra	Verde/Amarillo	16 Amp/250 V ac
Neutral	Azul Celeste	
Viva	Café	

USA/Canada



Tierra	Verde/Amarillo o Verde	15 Amp/125 V ac
Viva	Café o Negro	
Neutral	Azul Celeste o Blanco	

Casi todos los países en el mundo en desarrollo siguen uno de los estándares arriba. En muchos casos, los enchufes estarán alambrados incorrectamente. Los voltajes pueden no igualar los voltajes dados aquí, o los voltajes previstos. A menudo el poder oscila (a menudo incluyendo periodos de cero voltios). Hay muchas variaciones en estos enchufes.

Los tomacorrientes conectados incorrectamente constituyen un peligro. Cada salida tiene solamente un alambre que lleva la energía (llamada caliente o en vivo). El otro es neutral y la tercera es la tierra (o tierra). El fusible de una pieza de equipo se coloca entre la fuente de alimentación y la carga en la línea "caliente". Si el tomacorriente eléctrico está cableado al revés, entonces el fusible está en el cable neutral, no en la línea de alimentación. En caso de que el dispositivo encontrase un camino alternativo a la corriente de retorno a tierra, entonces la línea de alimentación no se fusionará. Este tipo de falla puede ser mortal para el cuidador o el paciente.

El cableado del tomacorriente puede ser probado con un probador de bombillo de neón de dos pines encontrados en cualquier tienda de herramientas. Insertar los pines en las palas de toma derecha e izquierda (de un enchufe EEUU, o los dos pines redondos de un enchufe Europeo) iluminará la lámpara. Note el voltaje registrado en la lámpara. En algunos hospitales del mundo en desarrollo, los enchufes usados para 120V estándar estarán cableados para 220V y viceversa. Asegúrese de marcar el voltaje en la pared junto al tomacorriente si encuentra un tomacorriente no igualado a estándar.

Insertar un pin en el conector de pala grande (de la clavija estándar de los EEUU) y tocar el otro pasador a cualquier superficie conectada a tierra a probar no debe encender la lámpara. Solo la pala de toma pequeña es "viva o caliente", y debería encender la lámpara contra tierra. Esta prueba preliminar simple es buena para todos los tomacorrientes de pared de tres alambres y la mayoría de los tomacorrientes de dos alambres europeos, con la excepción de esos que están alambrados a través de un transformador de aislamiento.

Los transformadores de aislamiento tienen sus bobinados primarios conectados a la línea de poder principal pero los bobinados secundarios no están conectados a ningún sistema de tierra. Son raramente usados en el mundo en desarrollo, pero son requeridos en hospitales de algunas partes de los EEUU. Cuando se usa un transformador de aislamiento, el probador de bombillo de neón se encenderá sólo entre las dos palas de horquilla y no en contra de tierra para cualquier enchufe.

El uso de tal probador de polaridad de bombillo de neón indica el voltaje, pero no la calidad del alambrado. Una lámpara con un bombillo incandescente de 60 a 100 vatios (W) conectado entre los enchufes o entre la pequeña pala de horquilla y tierra se debe encender. Usualmente está es una prueba adecuada para el alambrado/cableado.

4.1.260 Hz versus 50 Hz

Es común que un ingeniero encuentre un dispositivo diseñado para 60 Hz que fue donado hace años. Si el sistema de poder en el hospital usa 50 Hz, el ingeniero es enfrentado con la pregunta: ¿Aún es seguro usar ese dispositivo? ¿Funcionará? La respuesta es..... depende.

También es común que el sistema de poder esté en 220V cuando el dispositivo está diseñado para 110V. Sin embargo, se puede usar un transformador para adaptar el voltaje. Esto todavía deja la pregunta respecto a la frecuencia sin atender.

Dispositivos sin un Motor

Si el dispositivo no tiene un motor en él, entonces la única preocupación es el suministro de poder. Después de 1980, la mayoría del equipo médico estaba diseñado con suministros de poder conmutados. Estos suministros pueden manejar ya sea 50 Hz o 60 Hz sin la necesidad de conversión. Usted usualmente puede diferenciar estos suministros porque estarán etiquetados 50/60 Hz.

Si el equipo médico es más antiguo, entonces el suministro de poder puede ser de un diseño tradicional. Algunas de estas máquinas usarán transformadores multi-pulsaciones. Si este es el caso, entonces debería haber un interruptor o jumper en el lado primario del transformador (el lado por donde entra el poder) que se puede mover para adaptar el equipo. Ocasionalmente, el jumper estará en el lado secundario (donde el poder sale a las partes electrónicas en el equipo).

Si el transformador no es de la variedad multi-pulsaciones, entonces no hay manera cierta de decir si el equipo trabajará cuando se alterne entre frecuencias. Cambiar de 60 Hz a 50 Hz causará que alrededor de 17% más corriente fluya a través del lado primario del transformador (porque la impedancia se habrá reducido de $2\pi 60L$ a $2\pi 50L$, donde L está en inductancia del transformador). Esta corriente adicional causará que el transformador primario se caliente más de lo originalmente anticipado. Por lo tanto, si el transformador no es de la variedad multi-pulsaciones, típicamente será suficiente para dar cuenta de cualquier diferencia de voltaje, y luego proveer más enfriamiento al dispositivo (un disipador de calor, más ventilaciones de enfriamiento, dejar la tapa sin poner, etc.).

Dispositivos con un Motor

Si el dispositivo solo usa un pequeño motor o funciona en baterías la mayoría del tiempo, entonces el motor probablemente es un motor DC. Estos motores son típicamente del tamaño de un pulgar o más pequeños. Los motores DC pequeños solo son sensibles al voltaje, y por tanto no son afectados por el cambio de frecuencia.

Si el dispositivo usa un motor del tamaño de un puño o más grande, entonces probablemente el motor sea un motor AC y está hecho para una frecuencia

especifica. Cambiar frecuencias tendrá varios efectos. Primero, cuando se cambia de 60 Hz a 50 Hz, el motor andará más lento; a $5/6$ del rpm original. De igual manera, cuando se cambia de 50 Hz a 60 Hz, el motor andará demasiado rápido; $6/5$ del rpm deseado. Segundo, cuando se va de 60 Hz a 50 Hz, la corriente aumenta por un 17% en el bobinado. Esto causa calentamiento adicional el cual está compuesto por el hecho de que la caída en rpm disminuirá el enfriamiento mecánico. Ir de 50 Hz a 60 Hz no causa tales problemas de calentamiento. Finalmente, dependiendo del tipo de motor, los caballos de poder o torque pueden haber sido afectados por un cambio en frecuencia. Todos estos cambios pueden afectar la operación de un dispositivo médico.

El aumento o disminución en velocidad no se puede corregir. Si este cambio es crítico para la operación del dispositivo, entonces debe de ser abandonado.

Cuando se usa un motor de 60 Hz a 50 Hz, la preocupación más grande es el segundo problema: acumulación de calor. Para evitar destruir el motor, el ingeniero puede proveer enfriamiento adicional (dejándolo destapado, aumentando el tamaño del ventilador, etc.). Otra manera de evitar la acumulación de calor es usar un transformador para reducir el voltaje en el bobinado por un 17%, reduciendo la corriente de vuelta a su valor original. Sin embargo, reducir el voltaje puede reducir el poder disponible.

El problema más retador es el tercer problema: el cambio en caballos de poder o torque. Los caballos de poder es una función de frecuencia y torque $P = \tau N$, donde P es el poder del motor, τ es el torque, y N son los rpm del motor. La frecuencia es inversamente proporcional al torque. Así que, a medida que la frecuencia del motor va de 60 Hz a 50 Hz, el torque aumenta, aumentando la salida de poder del motor. Cuando va de 50 Hz a 60 Hz, el torque cae, cayendo el poder que sale.

La mayoría de los motores encontrados en el equipo médico tienen torque y caballos de poder variables. Las máquinas que caen dentro de esta categoría incluyen ventiladores, sopladores, bombas centrifugas, mezcladores y agitadores. Cuando se va de 60 Hz a 50 Hz, la salida de poder del motor aumenta y como se requiere que el motor entregue más salida a velocidades más rápidas, aumentará el torque y los caballos de poder. Además del riesgo de calor aumentado, ya mencionado, el torque aumentado esfuerza al motor y acelera el ritmo de quemarse.

Al contrario, cuando se lleva un motor de 50 Hz a 60 Hz, la preocupación primaria es la reducción de torque disponible. Si el torque disponible cae por debajo de lo que es necesario para arrancar el motor, puede fallar de arrancar y quemarse.

Guías Generales

Puede ser posible predecir el resultado preciso de cambiar la frecuencia de operación de un dispositivo médico. Sin embargo, la discusión de arriba puede usarse para clasificar el equipo médico dentro de unas pocas categorías.

Dispositivos Médicos sin Transformadores

Ejemplos: calentadores infantiles, autoclaves, incubadoras, hornos clínicos

Algunos dispositivos médicos antiguos no usan nada electrónico y pueden no tener ningún transformador. En general estos dispositivos no son sensibles a la frecuencia y pueden ser usados una vez se haya adaptado el voltaje.

Dispositivos Electrónicos Médicos con Transformadores pero Sin Motores

Ejemplos: electrocardiógrafos, máquinas de presión sanguínea invasivas, oxímetros de pulso, desfibriladores, monitores fetales, Doppler fetal, balanzas, luces (de todos los tipos), unidades de electrocirugía,

Para estos dispositivos, revise primero para ver si está marcado 50/60 Hz compatible. Si lo está, entonces use el dispositivo sin modificación. Si no está clasificado para ambas frecuencias, revise para ver si el transformador es multi-pulsación. Si lo es, cambie el cableado para usar la pulsación correcta. Si el transformador no es multi-pulsación, entonces intente usar el dispositivo sin la tapa y revise la temperatura frecuentemente. Si el transformador no está calentando excesivamente, entonces use el dispositivo como está. Si se está calentando, suministre extra enfriamiento.

Dispositivos Médicos con Bombas

Ejemplos: Succión, máquinas de anestesia, purificadores de agua.

Cuando esté cambiando de 60 Hz a 50 Hz, los dispositivos con bombas probablemente no se sobrecalentarán. Si no se puede disipar el calor, el motor se quemará. Intentar proveer enfriamiento adicional puede prolongar la vida del dispositivo. Cuando se esté cambiando de 50 Hz a 60 Hz, intente usar el dispositivo con cuidado. Si el dispositivo no arranca, el motor se quemará rápidamente. Si el dispositivo arranca consistentemente, entonces debería ser posible usar el dispositivo sin problemas.

Dispositivos Motorizados sin Bombas

Ejemplos: centrífugas, micrótomos, baños maría,

Estos dispositivos operarán a distintas velocidades cuando se esté cambiando entre frecuencias. El cambio en frecuencia puede alterar la utilidad clínica del dispositivo. Asegúrese de discutir esto con el personal antes de adaptar el voltaje para uso. Además, cuando esté cambiando de 60 Hz a 50 Hz, los dispositivos muy probablemente se sobrecalentarán. Si no se puede disipar el calor, el motor se

quemará. Intentar proveer enfriamiento adicional puede prolongar la vida del dispositivo.

4.2 Solucionando Problemas del Equipo Médico

Solucionar problemas del equipo médico requiere paciencia, persistencia y buena voluntad de hacer muchas preguntas. El error más común al solucionar problemas es apurarse en el camino equivocado, tal vez por un malentendido o una mala explicación del personal. La voluntad de sentarse y darle una nueva mirada al problema es esencial. Un acercamiento estructurado ayuda a evitar los errores comunes. Esta sección presenta un posible acercamiento estructurado a la solución de problemas.

Antes de Iniciar

Considere la seguridad primero. Conozca los peligros que están asociados con el dispositivo ya sea eléctrico, mecánico, químico, gas o bacterial. Como mínimo, re-familiarícese con los principios de operación y uso clínico del equipo, como se describe en este libro. Si no está seguro respecto a un riesgo, consulte con alguien antes de comenzar.

Los errores de usuario dan cuenta de una gran fracción del equipo averiado en el mundo en desarrollo, de acuerdo a un reporte reciente de Engineering World Health. Asegúrese de saber cómo funciona el equipo antes de comenzar. Si puede encontrar el manual, léalo.

Aquí están siete pasos que usted debería seguir, una vez esté convencido de estar listo para proceder.

No importa cuál sea el problema, comience evaluando la pieza de equipo. Es absolutamente esencial que usted no se salte los pasos de evaluación. Puede pasar horas de su tiempo reparando un problema el cual nunca existió en primer lugar. EWH reporta que la mayoría de los problemas que usted encontrará están relacionados a error de usuario. Otro cuarto de los problemas están relacionados a temas del suministro de poder. Usted siempre debe de considerar estas dos posibilidades antes que todo. De los problemas que quedan, los más probables a ser resueltos son los relacionados a la presencia o ausencia de las entradas o salidas apropiadas. En otras palabras, el problema está relacionado a alguna otra pieza de equipo, el cual tiene ya sea un error de usuario o un problema de suministro de poder.

Mire el dispositivo

De ser posible, retire el equipo del piso de pacientes a un banco callado y limpio donde pueda trabajar sin interrupción. Mire el dispositivo y toda la información que pueda tener alrededor. ¿Hay notas de los usuarios? ¿Hay una descripción del problema o solamente está etiquetado como “dañado”? ¿Hay un registro de error en el dispositivo? ¿Hay evidencia de una caída, derrame, humo, calor u otro daño?

Si hay evidencia de algún derrame debe de ser considerado peligroso y limpiado por alguien capacitado para manejar derrames peligrosos. Los derrames, aun los que no son peligrosos usualmente son conductivos y pueden causar cortocircuitos en los circuitos del dispositivo. Algunas soluciones son bastante espesas y pueden actuar como pegamento que sobrecargarán los motores en una bomba. Siempre siga los Procedimientos Universales de Precaución contra agentes infecciosos.

Luego mire cualquier conector, cable de poder, cables de entrada o salida para estar seguros que están en las posiciones correctas y asegurados. Revise las posiciones de todos los interruptores y controles para estar seguro de que estén posicionados correctamente y funcionando. Antes de mover cualquier interruptor o cable, tome una foto digital del panel de control. De esa manera usted podrá regresar a las configuraciones originales del dispositivo.

Asumiendo que no hay señales de daño mecánico al dispositivo, realice una “auto-prueba” o “calibración” del dispositivo. Esto también puede darle el “código de error” en el dispositivo que debe de ser revisado y los problemas anotados.

Mire el manual (si lo puede encontrar), el historial del dispositivo (si existe), y el manual de servicio (si lo puede encontrar) para estar seguro de que ha cubierto lo que necesita hacerse para operar el dispositivo apropiadamente y para determinar si el problema ha ocurrido en el pasado. Si es un problema repetitivo, intente determinar cómo fue reparado anteriormente. Si puede conseguir el manual de servicio, revíselo brevemente para ver si hay una prueba de sistema o pruebas automáticas adicionales que puedan ayudar.

Escuche al usuario

Entreviste al usuario. En la mayoría de los casos, el usuario no es la persona quien le dio el equipo. Así que, pregunte hasta que encuentre al usuario del dispositivo. Usted quiere hablar directamente con el usuario del dispositivo. Muchos problemas surgen de malentendidos entre el usuario y la persona que le dio a usted el equipo.

Escuche cuidadosamente las quejas que da el usuario del dispositivo. Entérese de que ven ellos como el problema. ¿Qué ha cambiado con las salidas o procesos? ¿Aún está dentro de los rangos normales o no? ¿Ha cambiado la velocidad del proceso? ¿Ha aumentado el uso de los consumible/insumos?

Es común que un usuario u operador no conozca todas las funciones de un dispositivo. Para evitar verse como tontos le darán malas respuestas a las preguntas que estén fuera de su conocimiento. También, es común que un usuario no le diga una pieza de información la cual es crítica para diagnosticar el problema. Lo opuesto también es cierto. A veces el usuario dice saber exactamente cuál es el problema, cuando de hecho hasta ellos mismos están adivinando. Usted debe de actuar como un detective, escuchando todo, pero rechazando y aceptando hechos a medida que usted pone junta una hipótesis con respecto al problema con el dispositivo.

Sospeche Error de Usuario

Siempre sospeche de un error de usuario. Si usted ha seguido los primeros pasos, entonces usted no ha, aún, abierto el dispositivo. Verifique de nuevo que el equipo está, de hecho, fallando. Casi la mitad de las veces, el dispositivo está operando correctamente; la persona simplemente está usándolo incorrectamente. Siga las pruebas recomendadas descritas aquí.

Si el dispositivo está funcionando como usted espera, entonces es un error de usuario. ¿Pero de qué tipo? Intente determinar si el problema es el idioma, programación o configuraciones incorrectas o un mal entendimiento de lo que el dispositivo es capaz de hacer.

Si el problema es un mal entendimiento de las habilidades del equipo, tal vez usted pueda sugerir una alternativa. Si el problema es programación, o configuraciones, mire si puede programar o reparar las funciones del dispositivo permanentemente. Considere cinta sobre los interruptores o etiquetar las configuraciones correctas.

Si el problema requiere una secuencia de pasos para resolver; o si es un problema de idioma. Considere crear una “**hoja de copia**” que se pueda pegar a la máquina. Esto es una explicación simple de la operación del dispositivo (o la operación específica que está causando el problema). Escriba oraciones cortas y directas describiendo como lograr la tarea. Estas deberían estar acompañadas de dibujos cada vez que sea posible. Una cámara digital y un café internet pueden ser usados para crear una secuencia de imágenes de “como-hacer”. A menudo las fotos le dirán la historia mejor que las palabras. La **hoja de copia** debe estar escrita en el idioma local. Asegúrese de probar la **hoja** con la enfermera o doctor antes de pegarla al dispositivo. Haga que ellos intenten la operación usando la **hoja** – y sin su intervención. Si usted tiene algo que decir mientras ellos intentan la operación, entonces necesita revisar la **hoja de copia**. Usted no puede confiar en el hecho de que esta enfermera o doctor en particular siempre estará en el hospital para entrenar al resto del personal. Las enfermeras y doctores a menudo están muy ocupadas para devolverse a una pieza de equipo.

Sospeche del Suministro de Poder

Usted puede sentir que está listo para abrir el dispositivo. Hay un área más que probar, antes de abrir el dispositivo: el suministro de poder.

¿El dispositivo se energiza un poco? Las señales de que un dispositivo está energizado incluyen luces indicadoras, se ilumina la pantalla, escuchar un ventilador o motor funcionar (aunque no siempre, pueden tener un suministro de poder separado), que los indicadores de presión no estén en cero, un calentamiento del dispositivo. En las unidades energizadas neumáticamente, hidráulicamente o por vacío, ¿escucha o ve fugas/goteos?

Primero, revise lo obvio. ¿Está enchufada, (ambos extremos del cable de poder)? ¿Está la salida “viva”? ¿Está bueno el cable de poder (pruebe otro)? ¿Hay un segundo interruptor de poder en la unidad? ¿Está bueno el fusible (menos de un ohmio)? ¿Está abierto el interruptor (presione para reconfigurar)? ¿Son las baterías del tipo apropiado, están instaladas correctamente y cargadas?

En algunos dispositivos hay un interruptor de compensación de voltaje. Revise para estar seguro de que esté en la configuración correcta (110 o 220 V), también, algunos dispositivos tienen un interruptor de 50/60 Hz que necesita estar en la configuración correcta (ver la sección separada sobre ajustes de frecuencia).

Después de revisar lo obvio, revise de nuevo el dispositivo. Si aún no se energiza, o se energiza pero no opera correctamente, usted necesitará quitar las cubiertas.

Ahora que la cubierta ha sido retirada, sea muy cuidadoso. En la mayoría de los equipos modernos hay más de un suministro de poder en un instrumento. A menudo hay suministros de poder de ± 5 , ± 12 o 15 voltios, hasta 150,000 KV. Usted necesitará revisar cada uno de ellos para ver si están produciendo los voltajes esperados.

Nunca trabaje solo sobre un dispositivo con la cubierta removida y el poder encendido. Vuelva a revisar que usted no está usando joyas. Los guantes de látex o goma ofrecen algo de protección de los voltajes altos. Coloque sus cables de sonda con cuidado para evitar hacer corto circuito entre las dos líneas. Proceda despacio.

Una vez ha quitado la cubierta/tapa, mire cuidadosamente por acumulación de polvo sobre los ventiladores u orificios de ventilación, por derrames de fluidos, elementos sueltos, o peor, elementos que estén flotando, limpiando y corrigiendo a medida que usted procede. Asegúrese que todos los componentes del chasis estén asegurados. Busque por señales de calor, humo o componentes quemados.

Busque por cualquier fluido cuidadosamente. En equipo muy viejo, si son a base de aceite puede ser una indicación de que un condensador o transformador está

goteando o que falló. Generalmente si esto ha sucedido también habrá señales de daños por calor alrededor del componente que falló.

Siguiente, muévase a las tarjetas de circuitos. ¿Están sentadas apropiadamente? ¿Hay polvo o derrames sobre ellas? ¿Hay alguna señal de acumulación de calor? ¿Están los componentes bien asegurados a la tarjeta? Corrija los problemas según los vaya encontrando. Usted puede revisar las conexiones soldadas sobre las tarjetas para estar seguro de que no hay uniones “frías” de reparaciones previas. Usted también puede querer limpiar los conectores con un borrador de lápiz (los blancos son mejores). Note cualquier reparación previa: Estas son pistas de problemas de corriente.

Error de Suministro de Poder o Usuario en otro lugar

Si usted ha descartado el error de usuario y de suministro de poder, y el problema no es uno de los errores comunes enlistados en este manual, entonces solo hay dos categorías de error que valen la pena su tiempo de investigación: errores de entrada y de salida.

Los errores de entrada pueden causar que un dispositivo de otra manera operando parezca que esté fallando. Busque ¿de dónde viene la entrada? ¿Es un cable, electrodo, sonda, muestra de tejido, muestra líquida? ¿Qué, si algo, ha cambiado en la entrada? Si el dispositivo prueba muestras de sangre o tejido, ¿están preparadas correctamente? ¿Están las muestras siendo presentadas correctamente?

Si el dispositivo funciona en su mesa de trabajo, pero no en el paciente, todavía puede ser un problema del dispositivo, pero más probablemente es un problema de entrada. Por tonto que parezca, ¿está vivo el paciente? ¿Ha cambiado la condición del paciente? ¿Hay movimiento, (temblores, escalofríos, se mueve de un lado a otro en la cama)? ¿Se cayó un electrodo u otro sensor? ¿Están los cables de sonda y cables bien?

La salida o emisión del dispositivo es su producto final. En muchos casos es una energía suministrada, un gráfico o una visualización. En algunos casos puede ser más de una. Si pareciese que el dispositivo está funcionando, pero la pantalla está fallando, intento todo lo que pueda para ingeniar una pantalla o visualización alterna. Trabajar con equipo en el mundo en desarrollo es demasiado precioso para abandonarlo debido a errores de pantalla o visualización.

En el equipo más viejo, a veces usted puede encontrar un voltaje el cual es proporcional a la salida deseada. Si este es el caso, considere mostrar este voltaje sobre un multímetro y darle al usuario una tabla para convertir de voltios a las unidades deseadas. Tal vez se pueda usar una pantalla de otro dispositivo, o de un dispositivo que sea de otro tipo de equipo no relacionado. Tal vez el usuario puede

vivir con menos resolución y precisión, haciendo posible el encontrar una pantalla sustituta. Sea tan creativo como le sea posible antes de abandonar el dispositivo debido a errores de pantalla.

4.3 Juegos de Herramientas Mínimas Recomendadas

Si usted está a punto de salir de viaje al mundo en desarrollo para trabajar en equipo médico, a no ser que usted sepa diferente, debe de asumir que el hospital al que usted va no tendrá herramientas para que usted use. De hecho, puede haber un montón de herramientas de baja calidad regadas. Sin embargo, usted no debería depender de estas para lograr el trabajo que deseará ver hecho.

Cambios recientes en las regulaciones de seguridad en los aeropuertos han forzado a los ingenieros a cargar sus herramientas en equipaje revisado en vez de equipaje de mano. El único problema significativo que esto impone es la probabilidad aumentada de que sus herramientas no llegaran cuando usted lo haga. Afortunadamente, a menudo usted puede comprar las herramientas adecuadas en el mundo en desarrollo. Sin embargo, los precios no serán menos que los que usted paga en casa. Usted también puede comprar herramientas inferiores a precios más bajos en la mayoría de las grandes ciudades del mundo en desarrollo.

Como un juego de herramientas mínimo, usted debe planear en traer lo siguiente:

Cinta eléctrica, super glue, epoxi (30-minutos, dos partes), lija (una hoja, med), un marcador negro, tijeras (shears), baterías (4-AA, 1-9v), un cuchillo, un juego de llaves hexagonales (llaves Allen), una llave ajustable, cinta de medición, un multímetro, un tubo o rollo de estaño para soldar, un solder sucker and/or desoldering wick, una soldadora, una tenaza corta alambres, una tenaza para pelar alambres, destornilladores (Philips #1 y #2, y un destornillador plano pequeño, uno mediano), destornilladores de joyero, tenazas de punta de aguja, una linterna que funcione, globos (para probar volúmenes de aire), una copa de medición pequeña, guantes de látex, y adaptadores de tomacorriente para el país al que viajará.

Si tiene espacio, considere agregar las siguientes herramientas a su bolsa:

WD-40 (lata pequeña), bolsas Ziploc (10 para meter ahí las partes mientras usted trabaja), baterías (4-AAA), fusibles (250 v, 0.5 v, y 1.5 tipo tubo de vidrio (, una analizador/probador de salida AC (para probar rápidamente por 110 y 220 v), una adaptador universal AC-a-DC, cables de extensión, **hemostátos** y tenazas (abrazaderas pequeña y pinzas), y sujetadores/remachadores de alambre.

4.4 Definiciones de Algunos Equipos Médicos Comunes

Es relativamente fácil encontrar definiciones de equipo médico y terminologías en línea. Muchos de los diccionarios en línea son suficientes, e.g., www.webster.com. También hay muchas bibliografías de ingeniería médica en línea, e.g., www.msdistributors.com/biomed/meh/index.htm y som.finders.edu.au/FUSA/BME/FBEHomePage.htm. Sin embargo, usted puede encontrar lo que necesita solo con buscar la pieza de equipo en Google. Esta sección solo cubre las piezas más comunes de equipo encontradas.

Máquina de Anestesia o Máquina Boyle – A veces referido como el carro anestésico (máquina Boyle o máquina de gas), esto normalmente se refiere a un carro sobre el cual están montados cilindros de gas o y/o tuberías para varios gases usados en anestesia, junto con las varias válvulas, controles y equipo auxiliar usado por el anestesista. El carrito usualmente incluye algún monitoreo básico tal como ECG y ox. de pulso. Sobre los carritos, se pueden dispensar y mezclar los gases. Estos usualmente incluyen oxígeno, óxido nitroso y dióxido de carbono, y a veces aire médico, ciclopropano y vapores anestésicos tales como el halotano, éter, etc.

Autoclave – un aparato en el cual se pueden establecer condiciones especiales (tales como presión o temperatura alta o baja) de una variedad de aplicaciones; *especialmente*: un aparato (como para temperatura) usando vapor super calentado bajo alta presión

Aspiradoras – un aparato para producir succión o mover o recolectar materiales por succión; *especialmente*: un instrumento hueco tubular conectado con un vacío parcial y usado para remover fluido o tejido o cuerpos extraños del cuerpo

Analizador, hematología (csc, conteo sanguíneo completo) – Un dispositivo usado como un contador de glóbulos sanguíneos, especialmente glóbulos rojos y blancos.

Bolsa Ambu – Parte de un resucitador ambulatorio, la bolsa ambu es usada para proveer respiración artificial de emergencia para resucitación. La bolsa permanece inflada en su estado de reposo y cuando es exprimida cierra el puerto espiratorio e infla los pulmones del paciente. Cuando se suelta la bolsa se re-infla automáticamente con aire fresco y el aire espirado por el paciente sale a la atmosfera por la válvula espiratoria.

Analizador Químico (electrolitos) – un dispositivo usado para medir la cantidad de electrolitos, especialmente potasio, sodio y cloro en la sangre.

Luz bili (o Luz de bilirrubina) – ver fuente de luz

Analizador de gas sanguíneo – Un dispositivo usado para medir la cantidad de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre.

Broncoscopio – un instrumento tubular iluminado usado para inspeccionar o pasar instrumentos dentro del bronquio.

Calentador de sangre – Durante una transfusión sanguínea es deseable precalentar la sangre a la temperatura corporal. El dispositivo más común para esto es un baño maría de temperatura controlada. La temperatura del baño es mantenida normalmente ligeramente por encima de la temperatura corporal para permitir cualquier enfriamiento en el tubo alimentador al paciente. El dispositivo consiste de un baño con un elemento de calefacción, un mezclador (usualmente) para asegurar una distribución pareja de la temperatura, y circuitos electrónicos para controlar la temperatura y proveer un límite de sobre-temperatura en el evento de falla del sistema o del nivel bajo de agua.

Centrifuga, hematocrito, orina – una máquina usando fuerza centrífuga para separar sustancias de distintas densidades, para remover la humedad, o para simular efectos gravitacionales

Compresor, de aire – Un dispositivo usado para suministrar aire a otra máquina a una presión más alta que la atmosférica. Un dispositivo usado para llenar botes de gases.

Conteo Sanguíneo Completo (CSC o Conteo Coulter) – Un analizador de hematología para determinar el número de células de distintos tipos en una muestra de sangre.

Concentrador, de oxígeno – Un dispositivo usado para suministrar oxígeno a una concentración más alta que la atmosférica. Puede o puede no comprimir el aire y entregarlo a una presión más alta.

Carro de choques – Un carro usado en situaciones de emergencia (paciente de choque). Contiene los suministros más vitales y equipo de administración necesitados para tratar los casos de emergencias repentinas (choques). A menudo usado en paros cardíacos. El equipo típico consiste de un laringoscopio, monitor cardíaco y desfibrilador.

Sierra de yeso (sierra stryker, sierra de hueso) – Sierras de mano que se ven como sierras de carpintero son a menudo usadas para trabajar en los huesos más grandes. Sin embargo, hay sierras eléctricas las cuales caen dentro de los tipos eléctricos y neumáticas. Las de tipo eléctrico usualmente tienen una cuchilla que vibra. La ventaja de tener una cuchilla vibradora en vez de una que gire es que, si las vibraciones son pequeñas, el corte solo ocurrirá en los materiales duros (e.g., Hueso) pero no ocurrirá en materiales blandos.

Las sierras de aire comprimido son más comunes particularmente para cirugías ortopédicas. A menudo vienen como un kit que consiste de un motor operado con aire y un control de velocidad de pedal, y un juego de boquillas para cortar, taladrar, atornillar y para fijar (con pines). Son hechas para trabajar con nitrógeno o aire a una presión de 7 bar, la cual puede venir de una tubería o de cilindros.

Cardiotocografo – Este esencialmente es un dispositivo para grabar las contracciones uterinas durante el parto. Sin embargo, el término usualmente es aplicado a un instrumento el cual también graba el ritmo cardíaco fetal latido-a-latido para monitorear el progreso del parto y en particular el buen estado del feto. Las contracciones uterinas a veces son monitoreadas usando un tocodinamómetro levemente atado al abdomen de la madre, el cual consiste de un embolo central acoplado a un transductor de fuerza y un anillo guarda externo para que el embolo este presionado durante las contracciones uterinas. Esto provee una indicación cualitativa de la fuerza y ocurrencia de las contracciones y esto es comparado con los ritmos cardiacos fetales que resultan. A veces se usa un transductor interno una vez que se han roto las membranas fetales y un catéter de grabación puede ser introducido dentro del útero. El catéter de grabación puede ser un tubo lleno de líquido conectado a un transductor de presión externo o puede tener un transductor de presión miniatura incrustado dentro de la punta del catéter.

Criostato – Un aparato para mantener una temperatura baja constante especialmente por debajo de los 0°C.

Lápices de cauterización – Un dispositivo usado para cauterizar, lo que significa chamuscar o quemar. Los lápices están conectados a máquinas de electrocauterio.

Cauterizadores (unidades de electrocirugía) – Un instrumento que aplica corriente eléctrica directa para destruir el tejido. Ver lápices de cauterización.

Máquinas de diálisis – Un instrumento que remueve ciertos elementos de la sangre basado en la diferencia de su radio de difusión a través de una membrana semi-permeable. Ver Dializador.

Desfibriladores – Dispositivos electrónicos que aplican un choque eléctrico para restaurar el ritmo de un corazón en fibrilación.

Dializador, hemodiálisis, peritoneal – Los hemodializadores (a veces llamados riñones artificiales) toman sangre del cuerpo y la pasan a lo largo de un lado de la membrana de diálisis para que las moléculas pequeñas indeseadas se puedan difundir dentro de un fluido de diálisis especial pasando a lo largo del otro lado. Las moléculas pequeñas que no necesitan ser removidas son incluidas en el dializado porque haya una difusión igual de estas moléculas en cada dirección. El peritoneo es una membrana doble envolviendo la mayoría de los órganos en el abdomen, y la diálisis renal se puede lograr al bombear un fluido de diálisis especial dentro de la cavidad entre las dos membranas y permitiendo tiempo para que la difusión ocurra.

antes de sacarlo. Esta técnica es llamada diálisis peritoneal la cual puede ser un procedimiento del hospital operado por series de bombas, válvulas y temporizadores, o puede ser usado en el hogar del paciente sin aparatos especiales pero usando una bolsa plegable desde la cual se suministra fluido y es retornado después de que se ha completado el proceso.

Diatermia – Ver cauterizadores, unidades de electrocirugía.

Doppler, no fetal, fetal – Información acerca del movimiento de la sangre en los vasos más grandes puede ser obtenida de los reflejos desplazados Doppler recibidos por un transductor afuera del cuerpo. Esto comúnmente es usado para asesorar la calidad del flujo de una señal audible producida desde los componentes de desplazamiento Doppler o procesando estas señales para indicar el patrón de flujo o ritmo de flujo. También se pueden producir imágenes combinando la información derivada de estas señales Doppler con imágenes de escaneo-B. Esto es particularmente útil ya que una arteria enferma tendrá un flujo turbulento. La visualización de color puede proveer evidencia inequívoca de una enfermedad arterial e identificar el lugar de cualquier constricción o dilatación. Tales técnicas son usadas por cirujanos vasculares en clínicas especiales y ofrecen el potencial de evitar procedimientos de contrastes de rayos-X peligrosos o dolorosos.

Unidad de Electrocauterio, diatermia (ESU) – Ver cauterizadores.

Endoscopios – Un instrumento para visualizar el interior de un órgano hueco (cómo el recto o la uretra).

EKG o Unidades ECG – Una unidad que graba momento a momento las fuerzas electromotrices del corazón como son proyectadas sobre varios sitios de la superficie corporal, delineando un función escalar del tiempo. Los tipos mayores son 12-cables (primariamente diagnostico) y 3-cables (primariamente monitoreo).

Dispositivos/Equipo I.V. – Cualquiera de las muchas piezas de equipo usadas para ganar acceso intravenoso.

Gomco – una jerga para llamar al aspirador

Glucómetro – Un dispositivo para medir la cantidad de glucosa en la sangre

Camilla & colchón – una plataforma que se ve como una cama la cual puede ser usada para mover a un paciente dentro del hospital

GastroscoPIO – Un instrumento para ver el interior del estómago.

Máquina Corazón Pulmón – ver bomba, corazón-pulmón

Hematocrito – Un instrumento para determinar usualmente por centrifugación las cantidades relativas de plasma y glóbulos en la sangre, también se refiere a la tasa del volumen de glóbulos rojos en paquetes para el volumen de sangre total.

Incubadora, lab – Un dispositivo de laboratorio clínico usado para mantener especímenes y muestras tibias. Típicamente usadas para hacer crecer cultivos de muestras tomadas de los pacientes. Los cultivos pueden luego ser examinados para determinar que bacterias se encuentran en el paciente.

Incubadora, neonatal – Un aparato con una cámara usada para proveer condiciones ambientales controladas, especialmente para el cultivo de microorganismos o el cuidado y protección de bebés prematuros o enfermos.

Laringoscopio – Un instrumento para examinar el interior de la laringe.

Manillas de Luz para cirugía – La parte esterilizada de la luz de techo en un teatro de operaciones. La manilla le permite al doctor ajustar la luz sin romper la esterilidad.

Laparoscopio - Un instrumento de fibra óptica insertado a través de una incisión en la pared abdominal y usada para examinar visualmente el interior de la cavidad peritoneal

Unidad Laser – Un dispositivo que produce un haz laser que se puede usar para cortar o coagular tejido con gran precisión.

Fuente de luz (luz de bilirrubina, fototerapia) – Las luces de bilirrubina son usadas para tratar pacientes con un exceso de bilirrubina, una condición común en los recién nacidos. Ver también, lámparas

Microscopios – Un instrumento óptico consistente de un lente o una combinación de lentes para hacer imágenes agrandadas de objetos diminutos.

Manómetros – Un instrumento (como un manómetro de presión) para medir la presión de gases y vapores.

Micrótopo – Un instrumento para cortar secciones (como de tejidos orgánicos) para examinación microscópica.

Microondas – Un dispositivo para calentar tejidos. Usa radiación electromagnética para calentar.

Monitor, cardíaco, UCI, fetal, neonatal, temperatura, maternal, paciente – Equipo que está al lado del paciente para medir los signos vitales (ritmo cardíaco, presión sanguínea y temperatura) u otros parámetros críticos del paciente. El monitor fetal es sujeto a la madre pero monitorea al feto.

Nebulizadores – Un dispositivo el cual reduce un líquido a un rocío fino (atomizador) antes de permitir que el paciente lo respire. Usado para suministrar medicina y agua a un paciente.

Presión Sanguínea No-Invasiva (PSNI o esfigmomanómetro) – Un dispositivo para medir la presión sanguínea arterial. Consiste de un brazalete inflable que va

alrededor del brazo cerca de una pulgada del codo, con tubería que conecta el brazalete al dispositivo de medición.

Oxímetro, de pulso – Un dispositivo no-invasivo el cual mide el porcentaje de hemoglobina saturada con oxígeno.

Tienda de Oxígeno (con regulador) – Un contenedor el cual puede ser colocado sobre el paciente para aumentar el porcentaje de oxígeno en el aire que el paciente respira naturalmente.

Unidad de Otoscopio – Un instrumento para usar y ver el tambor del oído y el oído exterior/medio.

Oftalmoscopio – Un instrumento para usar y ver el interior del ojo y especialmente la retina.

Regulador de Oxígeno, medidor de flujo – Un dispositivo para medir y regular el flujo de oxígeno desde un cilindro de oxígeno compreso.

Oxímetros de pulso (ox pulso) – Ver Oxímetro de pulso

Bomba, corazón – pulmón – Un dispositivo grande usado para sobrepasar el corazón y los pulmones durante una cirugía de corazón abierto. También llamada máquina corazón-pulmón o dispositivo de perfusión.

Emulsificador Phaco – Un dispositivo ultrasónico para emulsionar (liquidificar) el lente del ojo. Usado para cirugía catarática.

Prostratron, unidad laser – Un dispositivo para suministrar pulsos laser de alta energía a la próstata.

Fotómetro – Un instrumento para medir la intensidad luminosa, flujo luminoso, iluminación, o brillo.

Marca pasos & suministros – Dispositivo usado para marcar el corazón artificialmente cuando el marca pasos natural falla.

Mascaras de Respiración – Métodos para suministrar oxígeno concentrado al paciente quien está respirando naturalmente.

Resucitadores – Un aparato usado para restaurar la respiración (como a una persona parcialmente asfixiada).

Escala (balanza, pesaje, niño, infante, adulto) – Un instrumento o máquina para pesar a un paciente.

Espéculo, vaginal, oído – Herramientas de mano o implementos usados por los profesionales de la salud para realizar tareas quirúrgicas. Insertado típicamente dentro de una cavidad para abrir el pasaje para inspección. Las variedades típicas incluyen un espejo vaginal y de oído.

Esfigmomanómetro – Un instrumento no-invasivo para medir la presión sanguínea y especialmente la presión sanguínea arterial.

Estetoscopio, adulto, amplificado, fetal (fetoscopio), pediátrico – Un instrumento usado para detectar y estudiar los sonidos producidos en el cuerpo.

Monitor apnea del sueño – Un dispositivo para monitorear la respiración del paciente mientras duerme.

Espirómetro – Un instrumento para medir el aire ingresando y saliendo de los pulmones. Los instrumentos avanzados pueden medir ritmos de flujo, volumen tidal y ritmo respiratorio.

Sigmoidoscopio – Un instrumento largo y tubular hueco pasado a través del ano para inspección, diagnóstico, tratamiento, y fotografía especialmente el colon sigmoideo.

Lámpara de rendija – Un dispositivo usado en exámenes oculares.

Esterilizador, de mesa, gas, vapor, grande/pequeño – Ver autoclave.

Sierra Stryker – Ver sierra de moldes/yesos

Máquina de Succión, continua / aspiradora, de mesa, presión alta, quirúrgica – Ver Aspiradora

Microscopios Quirúrgicos – Un microscopio de luz que típicamente tiene control de movimiento remoto x-y o x-y-z.

Máquina de Movimiento – Un dispositivo usado para aplicar tensión a algún(os) ligamento(s) del cuerpo.

Ultrasonido (Doppler, diagnostico, terapéutico, cardiaco, abdominal, ob / gin) – Un dispositivo grande para uso diagnostico o terapéutico de ondas de presión y especialmente una técnica involucrando la formación de una imagen bi-dimensional usada para la examinación y medición de estructuras corporales internas y la detección de anomalías corporales – también llamado sonografía, ecografía, ecocardiografía.

Ventilador / respirador – Un dispositivo para introducir aire fresco o para expeler aire contaminado o estancado. También puede ser usado para mantener la presión positiva para inflar los pulmones, o para asistir a un paciente que esté de otra manera respirando espontáneamente.

Calentador, infantil – Dispositivo para dar calor a un grado moderado o adecuado de un infante.

Lavadora, ultrasónica – Un baño maría que puede excitar el agua con pulsos de presión de alta frecuencia. Puede remover partículas efectivamente de los instrumentos. A menudo usado como un prelude a la esterilización.

Succión de heridas (Hemovac) – Ver Aspiradora.

4.5 *Diccionario Español-Inglés para un BME*

Actualmente no hay un diccionario de ingeniería biomédica Español/Inglés disponible. Esta sección cubre muchas de las palabras que probablemente encontrará. Sin embargo, si no encuentra el diccionario en esta sección suficiente, considere una de estas:

Diccionario enciclopédico de términos técnicos: inglés-español / español-inglés.

Collazo, Javier L.S. McGraw-Hill, 1980. ISBN 0-07-079172-4 (English Binding) / 0-07-079162-7 (Spanish binding). 2217 pp.

Diccionario Técnico Inglés-Español / Español-Inglés. Beigbender, Federico. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1996. ISBN 84-7978-221-8. 1253 pp.

Diccionario Técnico Español-Inglés. Malgorn, Guy. Madrid: Editorial Paraninfo, 1991. ISBN 84-283-1354-7. 569 pp.

ENGLISH

SPANISH

A

Abatement	disminución
Abbreviated dialing	marcación abreviada
Abend	(v) terminar anormalmente – (s) terminación anormal
Abort	(v) abortar – (s) interrupción
AC dump	corte de energía
AC input	entrada de CA
AC line	línea de corriente alterna
AC outlet	salida de CA
Access	(v) acceder, accesar – (s) acceso
Ack	ver acknowledgement
Acknowledge	ver acknowledgement
Acknowledgement	reconocimiento
Acronym	acrónimo, sigla
Actuator	Accionador, actuador
Admittance	Entrada, admitancia
Ageing fault	avería por envejecimiento, falla por envejecimiento
Aging failure	avería por envejecimiento, falla por envejecimiento
Air circulation vents	tomas de aire
Air compressor	compresor de aire
Air conditioner	acondicionador de aire
Air cooling	enfriamiento de aire
Air duct	ducto de aire
Air exhaust	descarga de aire
Air inlet	admission de aire – toma de aire
Air intake	toma de aire
Air leak	fuga de aire
Alarm	alarma
Alert	(v) alertar, avisar (s) alerta, aviso
Alias	alias, seudónimo
Alignment	alineación, alineamiento
Allen wrench	llave inglesa, llave Allen
Allocation	asignación
Ammeter	amperímetro
Amperes	amperios
Analog	análogo, analógico
Analog to digital converter	convertor análogo-digital
Ancillary equipment	equipo de apoyo, equipo auxiliar
Anesthesia machine	máquina de anestesia,
Announcement	anuncio, locución, mensaje
Anode	ánodo
Anomaly	anomalía
Answering machine	contestador telefónico contestadora telefónica
Antifase	Ver antiphase

Antiphase	oposición de fase – contrafase
Apparatus	aparato
Append	añadir
Appendix	apéndice, anexo
Applique	la apliqué
area	área, zona
armor wire	alambre de refuerzo
armored cable	cable blindado
assemble	ensamblar
assembler	ensamblador
assembling	ensamblaje
assembly	ensamblaje
assembly stand	soporte de ensamblado
asymmetric	asimétrico
asynchronous	asincrónico, asíncrono
asynchronous interface	interfaz asíncrono
at the same time	al mismo tiempo, simultáneamente
ATM	cajero automático
Attach	adjuntar – asociar
Attached equipment	equipo asociado
Attachment	dispositivo, accesorio
Attempt	intent, tentative
Authenticate	autenticar
Autoboot	arranque automático
Autoclave	Autoclave
Autodiagnostic	autodiagnóstico
Automate	automatizar
Automatic data processing	procesamiento automático de datos
Automatic dial modem	módem de marcación automática
Automatic distributor	distribuidor automático
Autopump	recarga automática
Autotransformer	autotransformador
Avoid	Evitar

ESPAÑOL

INGLÉS

A

Abandonar	quit
Abandono (s)	quit
Abortar (s)	abort
Acabar (el tiempo asignado)	time out
Acceder (v)	access
Accesar (v)	access
Acceso (s)	access

Acceso aleatorio	random access
Acceso denegado	denied access
Accesorio	attachment
Accionador	actuator
Aceite	oil
Acido de bateria	battery acid
Acondicionador de aire	air conditioner
Acrónimo	acronym
Activador	trigger
Activar (un programa)	start
Actualización (s)	upgrade
Actualización (s)	update
Actualizar (v)	update
Actualizar (v)	update
Adjuntar	attach
Administración	management
Administrador	manager
Admisión de aire	air inlet
Admitancia	admittance
Afilar	sharpen
Aflojar	loosen
Agotar	timeout, deplete
Agrupación (s)	cluster
Agrupamiento	batching
Agrupar (v)	cluster
Agua de llave	tap water
Agua purificada	purified water
Aislación	insulation
Aislamiento	insulation, isolation
Aislante termoencogible	heatshrink
Aislante termoretráctil	heat shrink
Autoclave	Autoclave
Ajustable	tunable, settable
Ajustar	tune
Al mismo tiempo	at the same time
Alambrado	wire, wiring
Alambre	wire
Alambre armado	armor wire
Alarma	alarm
Alarma crítica	critical alarm
Alarma mayor	major alarm
Alarma menor	minor alarm
Alarma muy urgente	critical alarm
Alarma no urgente	minor alarm
Alarma óptica	visual alarm
Alarma secudaria	minor alarm
Alarma urgente	major alarm

Alarma visual	visual alarm
Alcance	coverage
Alcohol de fricción	rubbing alcohol
Alcohol isopropílico	isopropyl alcohol
Aleatorización	scrambling
Aleotorizador	scrambler
Alerta	alert
Alertar	alert
Aleta de ventilador	fan blade
Alias	alias
Alicate	plier, wire cutter
Alimentación de CC	DC power
Alimentación para servicios auxiliares	utility power
Alineación	alignment
Alineamiento	alignment
Almacenamiento	storage
Almacenar	save
Alta tecnología	hi tech
Alta tensión	high voltage
Altavoz	speaker, loudspeaker
Alteración	corruption, disturbance
Alterar	disturb
Alto voltaje	high voltage
Altoparlante	speaker
Ambiente	environment
Ambiente esterilizado	sterilized environment
Amperímetro	ammeter
Amperios	amperes
Amplificador de potencia	power amplifier
Añadir	append
Analizador bioquímico	biochemical analyzer
Analógico	analog
Análogo	analog
Ancho de banda	bandwidth
Anexo	appendix
Anfitrión	host
Anillo	ring
Ánodo	anode
Anomalía	anomaly
Antenas rectilíneas	linear antennas
Antiparras	goggles
Anuncion	announcement
Apagar	turn off, shutdown (equipment)
Aparato	apparatus
Apéndice	appendix
Aperture	opening

Apoyo	support
Apretar	squeeze, tighten
Archivo	log
Archivo de anotaciones	logfile
Archivo de registro	logging file
Archivo histórico	logfile
Archivo reutilizable	scratch file
Área	area
Área reutilizable	scratch area
Armario	cabinet
Armazón	rack, framework, frame
Arrancar (v)	boot
Arranque	startup, boot
Arranque automático	autoboot
Arranque en frío	cold start
Arranque general	bog boot
Arrastrar	drag
Arreglar	fix (to repair), repair
Asegurarse	make sure
Asignación	allocation
Asimétrico	asymmetric
Asincrónico	asynchronous
Asíncrono	asynchronous
Asistencia técnica	technical assistance
Asociar	attach, link
Aspa de ventilador	fan blade
Aspirador general	general aspirator
Aspirador para cirugía	surgery aspirator
Atenuación	loss
Atenuador de luz	dimmer
Atornillador	screw driver
Aumentar	increase
Autenticar	authenticate
Autocomprobación	self check
Autodiagnostico	autodiagnostic, self diagnostic
Automatizar	automate
Autónomo	standalone
Autotransformador	autotransformer
Autoverificación	self check
Avería	fault, trouble
Avería por envejecimiento	ageing fault, aging failure
Avisar (v)	alert
Aviso (v)	alert

ENGLISH

SPANISH

B

Backpanel	panel posterior
Backup	respaldo, seguridad
Backup copy	copia de respaldo, copia de seguridad
Backup drive	unidad de reserva
Bacteriologic chamber	cámara bacteriológica
Bacteriologic incubator	incubador bacteriológico
Balanced circuit	circuito balanceado, circuito equilibrado
Banana plug	enchufe tipo banana
Band pass filter	filtro pase banda
Bandwidth	ancho de banda
Bar chart	gráfico de barras
Baseband	banda base
Basic	básico
Batching	agrupamiento
Battery	batería, pila
Battery acid	ácido de batería (m)
Battery rack	banco de baterías
Bay	bastidor, compartimiento
Bay frame	bastidor
Beacon	baliza
Beare	portadora
Benchmark	Benchmark, punto de referencia, prueba de desempeño
Bent	doblado
Bias	(v) polarizar – (s) polarización
Bias current	corriente de polarización
Big boot	inicialización general, arranque general
Billi light (phototherapy light)	lámpara de fototerapia
Billirubin meter	bilirubinómetro
Bin	depósito
Biochemical analyzer	analizador químico
Biomotor	biomotor
Bleach	cloro
Blockage	bloqueo
Board	placa, tarjeta
Boiler	caldera
Boot	(v) inicializar, arrancar – (s) inicialización, arranque
Boot up, boot-up	(v) reiniciar – (s) reinicio
Both way, bothway	bidireccional
Branch	(v) derivar, bifurcar – (s) derivación, bifurcación
Break down time	tiempo de reparación
Broke (torn)	quebrar
Broken	roto, quebrado

Broken (but can be fixed)	dañado
Broken connection	conexión interrumpida
Brushes (motor)	carbones (m)
Bubbles	burbujas (f)
Bucket	balde (m)
Built-in	incorporado, integrado, interno
Bulb	ampolleta, bombilla
Burst	ráfagas
Button	botón
Buzzer	timbre, zumbador
By default	por defecto
Bypass	(v) desviar, pasar de lado/por alto – (s) desvío, derivación

ESPAÑOL

INGLÉS

B

Bajar (programas de datos)	download
Bajo voltaje	undervoltage
Baliza	beacon
Banco de baterías	battery rack
Banda ancha	wideband
Banda de base	base band
Bandeja de cables	cable tray
Barra de alimentación	power bus
Base de datos	database
Básico	basic
Bastidor	bayframe, frame, rack, bay, shelf
Bastido de montaje	mounting frame
Batería	battery
batería de plomo	lead acid battery
Batería de plomo sellada	sealed lead acid battery
Batería solar	solar battery
Batidor industrial	industrial mixer
Benchmark	benchmark
Bidireccional	both way, bothway
Bifurcación (s)	fork, branch
Bifurcar (v)	fork, branch
Biliribinómetro	billirubin meter
Biomotor	biomotor
Bitácora	history
Blindaje de cable	cable shield
Bloquear (v)	lockout
Bloqueo	lockout, blockage, lock
Bobina térmica	heat coil

Bobinado	winding
Bocina	speaker
Bomba central	central pump
Bomba contra incendios	fire pump
Bomba de agua	water pump
Bomba de infusión	infusion pump
Bomba de vacío	vaccum pump
Bombillo	light bulb
Boquilla	tip of a probe
Borrar	delete
Botón	button
Botón de reinicialización	reset button
Botón de reseteo	reset button
Bucle de conductores	leadloop
Burbujas (f)	bubbles
Buscar	hunt – search
Búsqueda	hunting - search

SPANISH

ENGLISH

C

Cabinet	gabinete, armario
Cable	cable
Cable cutter	pelacables, cortador de cable
Cable manhole	caja de empalme, cámara de empalme
Cable pair	cable par, par de cables
Cable shield	blindaje de cable – manguito de cable
Cable tray	conducto de cable, bandeja de cables
Cable vault	caja de empalme de cables
Cable wiring	conexión de cables
Cabling	cableado, tendido de cables
Calibrate	calibrar
Cancel	cancelar
Capacitance	capacitancia / capacidad
Capacitor	Condensador
Card	tarjeta
Cardiac monitor	monitor cardíaco
Carriage return	retorno de carro Return
Cartridge	cartucho
Case	
(surrounding equipment)	estuche (m)
Cassette	cassette, casete
Cathode	cátodo
Cathode ray tube (CTR)	tubo de rayos catódicos

Cause (v)	causar
Cause, source of problem	causa
CD	CD, compact disc, disco compacto
CD Drive	lector de CD
Cell	celda
Centigrade	centígrados
Central pump	bomba central
Centrifuge	centrífuga
Chamber	cámara
Charge (battery)	cargar
Check (out or test)	chequear, comprobar, verificar
Check list, checklist	lista de comprobaciones, lista de control
Chip	chip, circuito integrado
Circuit	circuito
Circuit board	tarjeta de circuitos
Circuitry	circuitería
Clad	revestir
Cladding	revestimiento
Clamp	abrazadera, grapa, pinza
Click	oprimir, hacer clic
Clipboard	portapapeles
Clockwise	como las manecillas del reloj
Clothes dryer	secadora de ropa
Cluster	(v) agrupar – (s) agrupación
Coagulation meter	coagulómetro
Coaxial cable	cable coaxial
Code	(v) codificar – (s) código
Codirectional	codireccional
Cold start	arranque en frío
Collect	colectar, recolectar
Color monitor	monitor en color
Command	comando
Comercial AC	red eléctrica comercial
Comercial power	corriente industrial
Commissioning	Puesta en servicio
Common channel signaling	señalización por canal común
common trunk	troncal común, enlace común
compander	compresor-expansor
companding	compresión-expansión
compability	compatibilidad
compatible	compatible
compensator	compensador
complementary metal oxide	
semiconductor (CMOS)	semiconductor complementario de óxido metálico
compliance test	pruebas de conformidad

component	componente
compression	compresión, reducción
compressor	compresor
compute	calcular
computer	el computador, el ordenador
conduit	ducto, canal, conducto
connect	conectar
connectivity	conectividad
connector	conector
connectorize	conectorizar
conscious	consiente
Console	consola
Container	Contenedor, container
Controller	Controlador
Copy	(v) copiar – (s) copia
Cork	corcho
Corrective	correctora, correctivo
Corruption	corrupción, alteración
Counter	Contador
Counter clockwise	contra las manillas del reloj
Cover	cubierta, carcasa, tapa
Coverage	alcance – cobertura
Crack	grieta
Craft person, craft personnel	personal de mantenimiento, técnico de mantenimiento
Crash	falla abrupta, caída
Critical alarm	alarma muy urgente, alarma crítica
Cross check, crosscheck	verificación cruzada
Cross connect, Crossconnect	(v) interconectar – (s) interconexión, conexión transversal
Current (of electricity)	corriente
Cursor	Cursor
Custom	personalizado
Custom made	hecho a la medida
Customer	usuario, cliente

ESPAÑOL

INGLES

C

Caber	fit (inside)
Cabeza impresora	printhead
Cabezal térmico	Thermal head
Cable	Cable
Cable a tierra	Ground cable

Cable blindado	armored cable
Cable coaxial	coaxial cable
Cable de alimentación	power cable
Cable de fibra óptica	optical fiber cable
Cable de puente	jumper cable
Cable par	cable pair
Cable plano	ribbon cable
Cable trenzado	Stranded cable
Cableado	wiring
Cabones (m)	brushes (motor)
Cadena	String
Caída	Crash
Caída de alimentación	power loss
Caída de tensión	voltage drop
Caída de voltaje	voltage drop
Caja	housing
Caja de conexiones	junction box
Caja de contacto	receptacle
Caja de empalme	splice box
Caja de empalme	junction box
Caja de empalme	cable manhole
Caja de empalme de cables	cable vault
Caja de juntura	Junction box
Cajero automático	ATM
Calcular	compute
Caldera	boiler
Calibrar	Calibrate
Calibre	gauge
Cámara	chamber
Cámara bacteriológica	Bacteriologic chamber
Cámara de empalme	cable manhole
Cámara subterránea	manhole
Cambiar el tamaño	resize
Campo de excitación	excitation field
Canal	conduit
Canal de servicio	order wire
Canalización	ductwork
Cancelar	Cancel, quit
Capa transversal	
Dieléctrica	dielectric crossply
Capacitancia	capacitance
Característica	setting, feature
Carcaza	cover
Carga desequilibrada	Unbalanced load
Cargar	Upload, charge (battery)
Carpeta	folder

Cartucho	cartridge
Casete	Cassette
Casilla postal	post office box
Cátodo	Cathode
Causa	Cause, source of problem
Causar	to cause (v)
CD	CD
Celda	cell
Centelleo	flashing
Centígrados	Centigrade
Central eléctrica	power station
Centrífuga	Centrifuge
Cerrar	shutoff
Chequear	Check (out or test)
Chip	chip
Cinta adhesiva	scotch tape
Cinta de impresión	ribbon
Cinta de muñeca	wrist strap
Cinta fusible	fuse link
Cinta de impresoras	ribbon
Circuitería	Circuitry
Circuito	circuit
Circuito a dos hilos	two wire circuit
Circuito alquilado	leased circuit
Circuito arrendado	leased circuit
Circuito balanceado	balanced circuit
Circuito de disparo	trigger circuit
Circuito de ordenes	order circuit
Circuito en reposo	idle circuit
Circuito equilibrado	balanced circuit
Circuito fantasma	phantom circuit
Circuito integrado	chip
Circuito virtual	virtual circuit
Circuitos eléctricos	electrical circuits
Cirugía	surgery
Cirujano	surgeon
Clave	keyword
Clavija	pin
Clavijero	Jack
Clavo	nail
Cliente	customer
Cloro	bleach
Coagulómetro	coagulation meter
Cobertura	coverage
Cocina industrial	industrial stove
Codificación	scrambling
Codificador	scrambler

Codificar (v)	code
Código (s)	code
Código de barras	bar code
Código de operación	op code
Código de seguridad	security code
Codireccional	codirectional
Cola de espera	queue
Colectar	collect
Coma decimal	decimal point
Comando	command
Comenzar	start
Como las manecillas del reloj	clockwise
Disco compacto	CD
Compartimiento	bay
Compatibilidad	compatibility
Compatibilidad	
Electromagnética	Electromagnetic compatibility
Compatible	compatible
Compensador	compensator
Compensar	offset
Componente	component
Compresión	compression
Compresión	companding
Compresor	compressor, compander
Compresor de aire	air compressor
Comprobación de validez	sanity check
Comprobar	check (out or test)
Compuerta	gate, gating
Computador portátil de sobremesa	laptop computer
Con falla	failed
Concentrador	hub
Condensador	capacitor
Conducir	drive
Conducto	conduit, duct
Conducto de cable	cable tray
Conducto subterráneo	underground duct
Conductor de	
Conexión a tierra	ground wire
Conectado a tierra	grounded
Conectar	connect, link
Conectarse al sistema	logon
Conectividad	connectivity
Conector	connector
Conector macho	male connector
Conector óptico	optical connector

Conectorizar	connectorize
Conexión	joint
Conexión a tierra	grounding
Conexión de cables	cable wiring
Conexión en puente	strapping
Conexión interrumpida	broken connection
Conexión permanente (s)	hard wire
Conexión transversal (s)	cross connect, crossconnect
Conexión entrada al Sistema	login
confiabilidad	reliability
Confiable	reliable
Configurable	settable
Configuración	setting
Configurar	setup
Confirmación	acknowledgement
Confirmar	acknowledgement
Congelador	freezer
Conjunto	set
Consiente	conscious
Consola	console
Consume de corriente	power drain
Contacto de relé	Relay contact
Contacto en circuit sin corriente	dry contact
Contacto seco	dry contact
Contador	counter
Contador residencial	home meter counter
Container	container
Contenedor	container
Contestador telefónico	
Contestadora automática	answering machine
Contra las manecillas del reloj	counter clockwise
Contrafase	antiphase
Contraseña	password
Control	monitoring
Control de flujo	flow control
Control de ganancia	gain control
Control remoto	remote control
Controlador	handler
Controlador	controller, driver
Controlador de Dispositivos	device driver
Controlador de errores	error handler
Controlar	drive
Conversor análogo	analog to digital converter

Convertidor serie/paralelo	deserializer
Copia (s)	copy
Copia de respaldo	backup copy
Copia de seguridad	backup copy
Copia impresa	printout
Copiar (v)	copy
Corcho	cork
Correa de transmisión	drive belt
Correctivo	corrective
Correctora	corrective
Correlación	mapping
Correo electrónico	electronic mail, e-mail
Corriente	current (of electricity)
Corriente de polarización	bias current
Corriente de régimen	rate current
Corriente industrial	commercial power, industrial power
Corriente residual	follow current
Corrupción	corruption
Cortador de cable	cable cutter
Cortar	shutoff
Corte	outage
Corte de energía	power off, AC dump
Cortocircuito	shortcircuit, short
Cuadrícula	raster
Cuantificación	quantization
Cuantificar	quantify
Cuarto de vuelta	quarter turn
Cubierta	housing, jacket, cover
Cubierta antipolvo	dust cover
Cursor	cursor

English

Spanish

D

Database	base de datos
Datagram	diagrama de datos
DC input	entrada de CC
DC power	alimentación de CC
Dealer	proveedor
Deblocking	desbloquear
Decimal point	punto decimal, coma decima
Decouple	desacoplar
Decrease	disminuir
Dedicated line	línea dedicada
Dedicated link	enlace dedicado
Deenergized	desactivado, desenergizado
Deault	por defecto – por omisión – predeterminado
Defect	defecto
Defective	defectuoso
Defibrillator	desfibrilador
Degraded secons	segundos degradados
Degrading	degradación
Degrees	grados
Dehydratoor	deshidratador
Deinterleave	desintercalar
Delay	(v) retardar, demorar – (s) retardo, demora
Delete	borrar, suprimir, eliminar
Demonstrate	demostrar
Denaied access	acceso denegado
Deny	denegar, negar
Deplete	agotar
Depres	pulsar, oprimir
Deserializer	convertidor serie/paralelo
Desolder	desoldar
Device	dispositivo
Device driver	controlador de dispositivos
Diacritical	diacrítico
Diagnose	diagnosticar
Diagnostic	diagnostico
Dial	perilla
Dielectric crossply	capa transversal dieléctrica
Dielectric strength	resistencia dielectrica
Dilute	diluir
Diluted	diluido
Dimensioning	dimensionar, dimensionamiento
Dimmer	dimmer, atenuador de luz
Diode bridge	punto de diodo, puente diócico

Dip switch	interruptor dip – microinterruptor
Disable	inhabilitar – desactivar, deshabilitar
Disassemble	desensamblar, desmontar
Disassembler	desensamblador
Disassembly	desensamblado
Disconnect	desconectar
Disengage	desenganchar
Disk	disco
Display terminal	teminal de despliegue, terminal de visualización
Display unit	unidad de despliegue, unidad de visualización
Disposable	desechable
Disruption	disrupción
Dessassembly	desensamblado
Dissolve	disolver
Distilled	destilado
Distorsion meter	distorsiómetro
Distort	distorsionar
Distortion	distorsión
Disturb	perturbar, alterar
Disturbance	perturbación, alteración
Dolly	plataforma móvil (para el transporte, plataforma rodante
Double click	hacer doble clic
Download	transferir (descargar), bajar (programas, datos)
Downtime	tiempo de indisponibilidad
Downtime ratio	promedio de tiempo muerto
Drag	arrastrar
Drive	(v) conducir, controlar, manejar (s) controlador
Drive belt	unidad, impulsor
Driver	correa de transmisión
Dry	controlador
Dry contact	secar
Dryer	contacto seco, contacto en circuito sin corriente
Dual	secadora
Duct	dual, doble
Ductwork	conducto – ducto (de aire)
Dummy	red de conductos, canalización
Dump	falso, vacío, ficticio
Dust cover	vaciado
	cubierta antipolvo

ESPAÑOL

INGLES

D

Dañado	broken (but can be fixed)
Daño	trouble
De entrada	inbound
De llegada	inbound
De marca registrada	proprietary
De regreso	inbound
De reserva	standby
De retorno	inbound
De tecnología avanzada	state of the art
Debíl	weak
Defecto	defect
Defectuoso	defective
Deflector de calor	heat baffle
Degradación	degrading
Demora (s)	delay
Demorar (v)	delay
Demostrar	demonstrate
Denegar	deny
Depósito	bin
Derivación	branch, bypass
Derivar	branch
Desacoplar	decouple
Desactivado	deenergized
Desactivar	disable
Desalineado	misaligned
Desbloquear	unblock
Desbloqueo	unblocking
Desbordamiento	overflow
Descarga de aire	air exhaust
Descarga electroestática	electrostatic discharge
Descargas estáticas	static discharge
Desconectar	disconnect, trip, shutoff
Desconectarse (v)	log off
Desconexión	shutdown, tripping
Desechable	disposable
Desempeño	performance
Desenchufar	unplug
Desenergizado	deenergized
Desenganchar	disengage
Desensamblado	dissassembly
Desensamblador	disassembler
Desensamblar	disassemble
Defibrilador	defibrillator

Deshabilitar	disable
Deshacer	undo
Deshidratador	dehydrator
Desintercalar	deinterleave
Deslizamiento	slip
Desmayarse	faint
Desmontar	disassemble
Desoldar	desolder
Desplazamiento	offset, slip, scrolling
Desplazar	scroll
Destello	flashing
Destilado	distilled
Destilador de agua	water still
Destinatario	recipient
Destornillar	unscrew
Desvanecer	fade
Desvanecimiento	fading
Desviar	bypass
Desvio	bypass
Detección	sensing
Detección de voltaje	voltage sensing
Detectar	sense
Detector	sensor
Determinar	set
Diacrítico	diacritical
Diagnosticar	diagnose
Diagnóstico	diagnostic
Diagrama de datos	datagram
Diagrama de flujos	flowchart
Diario (s)	log
Diferencia de impedancias	impedance mismatch
Digital	analog to digital converter
Diluido	diluted
Diluir	dilute
Dimensionamiento	dimensioning
Dimensionar	dimensioning
Dimmer	dimmer
Diodo de avalancha	Zener diode
Diodo emisor de luz (LED)	light emitting diode (LED)
Diodo fotoemisor	light emitting diode (LED)
Diodo laser	laser diode
Diodo Zener	Zener diode
Dirigir (v)	route
Disco	disk
Disco compacto	CD, compact disk
Disco duro	hard disk
Disco rígido	hard disk

Disipación térmica	thermal dissipation
Dispador electrónico	electronic sink
Dispador térmico	heat sink
Disminución	abatement
Disminuir	decrease
Disolver	dissolve
Dispositivo	device
Dispositivo periférico	peripheral device
Disrupción	disruption
Distorsiómetro	distortion meter
Distorsionar	distort
Distribuidor automático	automatic distributor
Divisor	splitter
Doblado	bent
Doble	dual
Dos hilos	two wire
Dual	dual
Ducto	conduit
Ducto (de aire)	duct
Ducto de aire	air duct

ENGLISH

SPANISH

E

Ecograph	Ecografó
Edge	filo
Edit	editar
Editing	Edición
Eject	Expulsar
Elastometer	Elastómetro
Electrical circuits	Circuitos eléctricos
Electrical outlet	Toma eléctrica
Electrical surge	Sobrevoltaje, sobrecarga eléctrica
Electricity	Electricidad
Electrocardiograph	Electrocardiógrafo
Electrocauterizer	Electrocauterio
Electrolytic	Electrolítico
Electromagnetic compatibility	Compatibilidad electromagnética
Electromagnetic interference	Interferencia electromagnética
Electromotive force	Fuerza electromotriz
Electronic mail	Correo electrónico
Electronic sink	disipador electrónico
Electrophoresis	Electroforesis
Electrophoresis source	Fuente de electroforesis
Electrostatic discharge	Descarga electroestática
Electrostimulus	Electroestímulo
E-mail	Correo electrónico, E-mail
Embedded	Incrustado, empotrado, intercalado- interno
Emergency power plant	Planta de emergencia
Empty	Vaciar
Emulador	Emulador
Enable	Habilitar
Enabling	Habilitación
Encapsulating	Encapsulación
Enclosure	Encapsulado
Enhanced port	Puerto ampliado
Environment	Ambiente, entorno
Error handler	Controlador de errores, manejador de errores
Error prone	Susceptible a/de errores
Error rate	Índice de errores
Escalability	Escalabilidad
Escalate	(v) intensificar, escalar – (s) intensificación, escalación
Excitation field	Campo de excitación
Exit	Salir

Expiration date
Explode

Fecha de vencimiento
Estallar

ESPAÑOL

INGLES

E

Ecografó
Edición
Editar
El computador
El ordenador
Elastómetro
Electricidad (f)
Electricidad estática
Electrocardiografo
Electrocauterio
Electroestimulo
Electroforesis
Electrolítico
Eliminación (s)
Eliminar
E-mail
Emisión de calor
Emisor
Emitir por impulso (v)
Empalmar
Empalme
Empaque
Empotrado
Empujar
Emulador
En el sitio
En pantalla
En reserva
En serie
En un solo sentido
Encabezamiento
Encadenamiento
Encaminamiento
Encaminar
Encapsulación
Encapsulado
Encendido

Ecograph
Editing
Edit
Computer
Computer
Elastometer
Electricity, power (electrical)
Static electricity
Electrocardiograph
Electrocauterizer
Electrostimulus
Electrophoresis
Electrolytic
Purge
Delete
E-mail
Heat release
Originator, sender
outpulse
splice
splicing
washer for sealing
Embedded
Push
Emulator
On site
On screen
Standby
Serial
one way
heading
Linkage
Routing
Route
Encapsulating
Enclosure
Starup

Enchufar	Plug in
Enchufe	plug, jack
Enchufe tipo banana	banana plug
Energía calórica	Heat energy
Energía solar	Solar energy
Enfermera	Nurse
Enfriamiento por aire	Air cooling
Enlace (s)	Link
Enlace común	Common trunk
Enlace de microondas	Microwave links
Enlace dedicado	Dedicated link
Enlazar	Link
Enmascarable	Maskable
Enmascaramiento	Masking
Ensamblador	Assembler
Ensamblaje	Assembling, assembly
Ensamblar	Assemble
Entorno	Environment, setting
Entrada	Admittance
Entrada de CA	AC input
Entrada de CC	DC input
Entrada errónea	Misentry
Entrante	Incoming, inbound
Envoltura	Wrapping
Equipo	Set
Equipo asociado	Attached equipment
Equipo auxiliar	Ancillary equipment
Equipo de apoyo	Ancillary equipment
Equipo de inmunología	Immunology equipment
Equipo para montaje en bastidor	Rack mounting kit
Error	Fault
Error de secuencia	Sequence error
Escalabilidad	Escalability
Escalación (s)	Escalate
Escalamiento	Scaling
Escalar (v)	Escalate
Ecanear	Scan
Escaneo	Scanning
Escáner	Scanner
Escape	Leak, leakage
Escuadra de soporte	Support bracket
Espectro	Spectrum
Establecer	Set
Establecer un cortocircuito (v)	Short
Estado sólido	Solid state
Estallar	Explode
Estándar	Standard

Estante
Estante metálico
Estéreo
Esterilizar
Estrella
Estructura
Estuche (m)
Etiqueta
Evitar
Exclusión (s)
Expansión
Expansor
Exploración
Explorador
Explorar
Expulsar
Externo
Extremo cercano

Shelf
rack
Stereo
Sterilize
Star
Framework
Case (surrounding equipment)
Label
Avoid
Lockout
Offset, companding
Compander
Scanning
Scanner
Scan
Eject
Outboard
Near end

ENGLISH

SPANISH

F

Fabric
Faceplate
Facility
Fade
Fading
Fahrenheit
Failed
Failure
Faint
Fan blade
Farad
Fast pump
Fastener
Fault
Fax
Feasibility
Feature
Fiber glass
Fiber optic
Fiberglass
Fire pump
First in/first out (FIFO)
Fit (inside)
Fix (to repair)
Fixed (value)
Flash
Flashing
Flow control
Flowchart
Fluctuation
Fluid
Flutter
Floder
Follow current
Fork
Format
Formatting
Frame
Framework
Freezer
Full screen
Fuse
Fuse holder

Malla
Placa frontal
Instalación, facilidad, servicio
Desvanecer
Desvanecimiento
Fahrenheit
Defectuoso, dañado, con falla, fallido
Falla, fallo
Desmayarse
Aspa de ventilador, aleta de ventilador
Faradio
Recarga rápida
Sujetador
Falla, avería, fallor, error
(v) faxear – (s) fax, facsímil
Factibilidad
Característica, función
Fibra de vidrio
Fibra óptica
Ver fiber glass
Bomba contra incendios
Primero en entrar/primero en salir
Caber
Arreglar
Fijo
Parpadear, pestañear
Parpadeo, centelleo, destello
Control de fuga
Flujograma, diagrama de flujos
Fluctuación
Fluido
Fluctuación
Carpeta
Corriente residual
(v) bifurcar – (s) bifurcación
(v) formatear - (s) formato
Formateo
Bastidor, armazón
Armazón, estructura
Congelador
Pantalla completa
Fusible
Portafusible, soporte de fusible

Fuse link

cinta fusible

ESPAÑOL

INGLES

F

Fabricante

Manufacturer

Facilidad

Facility

Facsímil (s)

Fax

Factibilidad

Feasibility

Factor de potencia

power factor

Fahrenheit

Farenheit

Falla

outage

Falla abrupta

Crash

Falla/fallo de conexión a tierra

Grounded fault

Fallido

Failed

Fallo

Failure, fault

Fallo por envejecimiento

Ageing fault, aging failure

Fallo(a) permanente

Hard fault

Falso

Dummy

Faradio

Farad

Fase de prueba

Test step

Fax

Fax

Faxear (v)

Fax

Fecha de vencimeinto

Expiration date

Ferretería

Hardware store

Fiabilidad

Reliability

Fiable

Reliable

Fibra de índice graduado

Graded index fiber

Fibra de vidrio

Fiber glass

Fibra óptica

Fiber Optic

Fichero de registro

Logfile

Ficticio

Dummy

Fijo

Fixed (value)

Filo

Edge

Filtración

Screening

Filtrar

Screen

Filtro pasa banda

Band pass filter

Fin de sesión (s)

Log off

Fluctuación

Fluctuation, flutter, jitter

Fluctuación de fase

Jitter

Fluido

Fluid

Flujo

Stream

Flujo interno

Interflow

Flujograma

Flowchart

Formatear (v)	Format
Formateo	Formatting
Formato (s)	Format
Fotocinético	Photokinetic
Fotodiodo	Light emitting diode (LED), photodiode
Fotorreflectante	Photoreflective
Frecuencia cardíaca	Heart rate
Frecuencia de muestreo	Sampling frequency
Fuente	Source
Fuente de alimentación	Power source, power supply
Fuente de electroforesis	Electrophoresis source
Fuera de gama	Out of range
Fuera de límite	Out of range
Fuera de rango	Out of range
Fuera de servicio	Out of order
Fuerza electromotriz	Electromotive forec
Fuga	Leak, leakage
Fuga de aire	Air leak
Fuga de gas	Gas leak
Función	Feature
Funcionamiento defectuoso	malfunction
Fusible	Fuse
Fusión (s)	Merge
Fusionar (v)	Merge

ENGLISH

SPANISH

G

Gage
Gain
Gain control
Gas leak
Gasket
Gasmeter
Gate
Gateway
Gating
Gauge
General aspirator
General purpose system
Generator
Glitch
Globalization
Gloves
Glucose meter
Glue
Goggles
Graded index fiber
Grease
Ground cable
Ground potential

Ground wire
Grounded
Grounded fault
Grounding

Medidor
Ganancia
Control de ganancia
Fuga de gas
Junta (metálica, elástica, etc.)
Gasómetro
Compuerta
Puerta de acceso
Compuerta
Calibre
Aspirador general
Sistema de propósito general
Generador
Interferencia, señal de deformación
Globalización
Guantes
Glucómetro
Pegar
Gafas protectoras, antiparras
Fibra de índice graduado
Grasa
Cable a tierra
Potencial de toma de tierra, conductor de
conexión a tierra, hilo de conexión a tierra
Cable a tierra
Conectado a tierra
Falla/fallo de conexión a tierra
puesta a tierra, (de) conexión a tierra,
toma de tierra

ESPAÑOL

INGLES

G

Gabinete
Gafas protectoras
Gama
Ganancia
Gasómetro
Generador
Gerente

Cabinet
Goggles
Range
Gain
Gasmeter
Generator
Manager

Gestión
Gestionar
Gestor
Girar
Globalización
Glucómetro
Grabación
Grabadora
Grabar
Grados
Graficar
Gráfico de barras
Grapa
Grasa
Grieta
Grupo (s)
Guantes

Management
Manage
Manger, handler
Turn a knob
Globalization
Glucose meter
Recording
Recorder
Save, record
Degrees
Plot
Bar chart, bar graph
Clamp
Grease
Crack
Set
Gloves

ENGLISH

SPANISH

H

Half turn
Half-duplex
Hammer
Hand held
Hand off

Handhole
Handle
Handler

Handling
Hard disk
Hard fault
Hard reset
Hard return
Hard wire

Hardware store
Hardwired
Heading
Heart beat
Heart rate
Heart rhythm

Media vuelta
Semidúplex
Martillo
Portátil, manual
(v) traspasar, transferir –
(s) reencaminamiento, transferencia
Pozo de inspección a mano
Manejar, manipular
Gestor, controlador – tratamiento,
manejador, manipulador
Manejo, manipulación
Disco duro, disco rígido
Fallo(a) permanente
Reinialización manual
Retorno manual
(s) conexión permanente –
(a) de conexión permanente
Ferretería
Ver hard wire
Encabezamiento
Latido del corazón
frecuencia cardíaca
Ritmo del corazón

Heat baffle
Heat coil
Heat dissipation
Heat energy
Heat release
Heat shrink

Heat sink
Hertz
Heterochronous
Hi tech
Hierarchy
High voltage
Histogram
History
Home meter
Home meter counter

Host
Housing
Hub

Hunt
Hunting
Hybrid system

Deflector de calor
Bobina térmica
Disipación térmica
Energía calórica
Emisión de calor
Aislante termoretráctil,
aislante termoencogible
Disipador térmico
Hertz, hertzio
Heterócrono
Alta tecnología
Jerarquía
Alto voltaje, alta tensión
Histograma
Historia, bitácora, historial

Medidor domiciliario, medidor residencial,
contador residencial
anfitrión, host
Caja, cubierta
Hub – repetidor multipuerto – nodo,
concentrador
Buscar
Búsqueda
Sistema híbrido

ESPAÑOL

INGLES

H

Habilitación
Habilitar
Hacer clic
Hacer doble clic
Hecho a la medida
Herramienta
Hertz
Heterócrono
Hilo A e hilo B
Hilo de conexión a tierra
Hilo de órdenes
Hilo trenzado
Histograma
Historia
Historial
Horno

Enabling
Enable
Click
Double click
Custom made
Tool
Hertz
Heterochronous
Tip and ring
Ground wire
Order wire
Stranded wire
Histogram
History
History
Oven

Host
Hub
Humedad relative

Host
Hub
Relative humidity

ENGLISH

SPANISH

I

Icon
ICU
Identifier (ID)
Idle circuit
Immunology equipment
Impedance
Impedance mismatch

Ícono
Unidad de Cuidado Intensivo (UCI)
Identificador
Circuito en reposo
Equipo de inmunología
Impedancia
Diferencia de impedancias,
incompatibilidad de impedancia
Entrante, de entrada, de llegada,
de regreso, de retorno

Inbound

Incinerador

Incinerator

Incoming

Entrante

Increase

Aumentar

Inductance

Inductancia

Industrial blender

Licuadora industrial

Industrial mixer

Batidor industrial

Industrial power

Corriente industrial

Industrial stove

Cocina industrial

Infusion pump

Bomba de infusion

Initialization

Inicializacion

Initialize

Inicializar

Inject

Inyectar

Insanity

Invalidez

Insertion loss

Perdida de inserción

Install

Instalar

Insulation

Aislación, aislamiento

Interchanger

Intercambiador

Interconnectivity

Interconectividad

Interface

(la) interfaz, (el) interface

Interference

Interferencia

Interflow

Flujo interno

Intravenous infusion

Suero

Invalid

Inválido, no válido

Invasive

Invasivo

Inventory

Inventario

Inverter

Inversor

Isochronous

Isócrono

Isolation

Aislamiento

Isopropyl alcohol

Alcohol isopropílico

SPANISH

ENGLISH

I

Ícono

Icon

Identificación

Recognition

Identificador

Identifier (ID)

Idioma (inglés, francés, etc.)

Language

Impedancia

Impedance

Impedancia desequilibrada

Mismatch impedance

Impedancia óhmica

Ohmic impedance

Impresión

Printout

Impreso

Printout

Impresora laserjet [VE]

Laserjet printer

Imprimir

Print

Impulso de salida (s)

Outpulse

Incinerador

Incinerator

Incompatibilidad de impedancia

Impedance mismatch

Incorporado

Built-in

Incrustado

Embedded

Incubador bacteriológico

Bacteriologic incubator

Independiente

Standalone

Indicador

Pointer

Indicador luminoso

Light emitting diode (LED)

Indicar

Prompt

Indicador de errores

Error rate

Indisponibilidad

Outage

Inductancia

Inductance

Informe

Report

Ingresar/entrar al sistema (v)

Login

Inhabilitar

Disable

Inicialización

Boot, initialization

Inicialización general

Big boot

Inicializar

Initialize, boot

Iniciar (una tarea, un proceso)

Start

Inicio de sesión

Logon

Instalación

Facility

Instalar

Install

Integrado

Built-in

Intensificación

Escalate

Intensificar

Escalate

Intento

Attempt

Intercalado

Embedded

Intercambiador
Interceptar
Interconectar (v)
Interconectividad
Interconexión
Interfaz
Interfaz asíncrona
Interferencia
Interferencia electromagnética
Interno
Interrumpir
Interrupción (alimentación)
Interrupción (s)
Interrupción de la alimentación
Interrupción por sobrecarga
Interruptor
Interruptor dip
Intervalo
Intervalo de espera
Intervalo de muestreo
Intervalo de tiempo
Invalidez
Inválido
Invasivo
Inventario
Inversor
Inyectar
Isócrono

Interchanger
Shutoff
Cross connect, crossconnect
Interconnectivity
Cross connect, crossconnect
Interface
Asynchronous interface
Interference, glitch
Electromagnetic interference
Embedded, built-in
Shutoff
Shutdown
Abort
Power disruption
Overload shutdown
Pushbutton, switch
Dip switch
Slot
Timeout
Sampling interval
Timeslot
Insanity
Invalid
Invasive
Inventory
Inverter
Inject
Isochronous

ENGLISH

J

Jack
Jacket
Jitter

Joint
Jumper
Jumper cable
Junction box

SPANISH

Jack, receptáculo, clavijero, enchufe
Cubierta
Fluctuación, variaciones cíclicas,
Fluctuación de fase
Conexión
Puente
Cable de puente
Caja de empalme, caja de conexiones,
caja de junta

ESPAÑOL

J

Jack
Jerarquía
Jeringa
Junta (metálica, elástica, etc.)

INGLES

Jack
Hierarchy
Syringe
Gasket

ENGLISH

K

Kettle
Keyboard
Keyword
Knob

SPANISH

Marmita
Teclado
Palabra clave, clave
Perilla

ENGLISH

L

Label
Lamp
Language

Laptop
Laptop computer
Laser diode
Laserjet printer
LCD display
LCD screen
Lead
Lead acid battery
Leadloop
Leak
Leakage
Leased circuit
Level
Lid
Light
Light emitting diode (LED)

Limit

SPANISH

Etiqueta
Lámpara
Lenguaje (hombre/máquina) –
idioma (inglés, francés, etc.)
Laptop
Computer portátil de sobremesa
Diodo láser
[VE] impresora laserjet
ver LCD screen
Pantalla de cristal líquido
Plomo
Batería de plomo
Bucle de conductors
Fuga, escape
Fuga, escape
Circuito arrendado, circuito alquilado
Nivel
Tapa
Luz
Indicador luminoso,
diodo emisor de luz (LED)
Límite

Line card
Linear antennas
Link
Linkage
Liter
Lock
Lockout
Log
Log off

Logbook
Logfile

Logging
Logging file
Login

Logon
Logout

Loosen
Loosen (prepare to remove)
Loss
Loss of signal
Loudspeaker
Lower limit
Lubricate

Tarjeta de línea
Antenas rectilíneas
(v) enlazar, asociar, conectar (s) enlace
Encadenamiento
Litro
Bloqueo
(v) bloquear – (s) bloqueo, exclusión
(v) registrar – (s) registro, archivo – diario
(v) salir del sistema, desconectarse –
(s) fin de sesión
Registro cronológico
Archivo histórico, fichero de registro,
archivo de anotaciones
Registro
Archivo de registro
(v) ingresar/entrar al sistema –
(s) conexión, entrada al sistema, login
Inicio de sesión, conectarse al sistema
Logout, procedimiento de fin de registro
- Salir del sistema
Aflojar
Soltar
Pérdida, atenuación
Pérdida de señal
Parlante, altavoz
Límite inferior
Lubricar

ENGLISH

SPANISH

M

Maintainer
Maintenance
Major alarm
Make sure
Male connector
Malfunction
Manage
Management
Manager
Manhole
Manual
Manufacturer
Map
Mapping

Mantenedora
Mantenimiento
Alarma urgente, alarma mayor
Asegurarse
Conector macho
Funcionamiento defectuoso
Manejar, gestionar
Manejo, administración, gestión
Gerente, administrador, gestor, manejador
Cámara subterránea
Manual
Fabricante
Mapa – tabla de correspondencia
Maqueo, correlación

Maskable	Enmascarable
Masking	Enmascaramiento
Master	Maestro, principal
Maximize	Maximizar
Mean time between failures	Tiempo medio entre fallos/fallas
Mean time to repair	Tiempo promedio de reparación, tiempo medio de reparación
Measure	Medir
Measurement	Medida
Menu	Menú, (pl) menús
Mercury	Mercurio
Merge	(v) fusionar – (s) fusión
Mesh	Malla
Microcentrifuge	Microcentrífuga
Microchip	Microchip
Microlaser	Microláser
Micrometer	Micrómetro
Micron	Micrón
Microphone	Micrófono
Microprogram	Microprograma
Microscope	Microscopio
Microwave links	Enlace de microonda
Migrate	Migrar, transferir
Migration	Migración, transferencia
Milliammeter	Miliamperímetro
Millisecond	Milisegundo
Miniaturization	Minituarización
Miniaturized	Miniaturizado
Minimize	Minimizar
Minor alarm	Alarma menor, alarma secundaria, alarma no urgente
Misaligned	Deslineado
Misentry	Entrada errónea
Mismatch impedance	Impedancia desequilibrada
Mixer	Mezclador
Mnemonic	Nemónico, nemotécnico
Monitor	(v) monitorear, supervisar (s) monitor
Monitoring	Monitoreo, supervisión, control
Monochromatic	Monocromático
Mounting	Montaje
Mounting frame	Bastidor de mensaje
Mounting plate	Placa de montaje
Mounting stud	Perno de montaje
Mouse	Mouse, ratón
Multifrequency	Multifrecuencia
Multifrequency compelled	Multifrecuencia obligada
Multiplexer (DMM)	Multímetro

Multiplex
Multiplexer
Multiplexing
Multipoint
Multiprocessing
Multitrack
Mute
MUX

ver multiplexer
Multiplexor
Multiplexión, multiplexación
Multipunto
Multiprocesamiento
Multipista
Silenciar
ver multiplexer

ESPAÑOL

INGLES

M

Maestro
Malla
Manejador
Manejador de errores
Manejar
Manejo
Manguera
Manguito de cable
Manipulación
Manipulador
Manipular
Mantenición preventiva
Mantenedora
Mantenimiento
Mantenimiento preventivo
Manual
Mapa
Mapping
Máquina de anesthesia
Marcación abreviada
Marmita
Martillo
Maximizar
Media vuelta
Medida
Meiddor
Medidor domiciliario
Medidor residencial
Medir
Mensaje
Menú
Mercurio
Meter

Master
Mesh
Manager, handler
Error handler
Manage, handle drive
Management, handling
Tube (flexible hosing)
Cable shield
Handling
Handler
Handle
Preventive maintenance
Maintainer
Maintenance
Preventive maintenance
Manual
Map
Mapping
Anesthesia machine
Abbreviated dialing
Kettle
Hammer
Maximize
Half turn
Measurement
Gage
Home meter counter
Home meter counter
Measure
Announcement
Menu
Mercury
Medidor

Meter	Put in
Mezclador	Mixer
Microcentrífuga	Microcentrifuge
Microchip	Microchip
Micrófono	Microphone
Microinterruptor	Dip switch
Microláser	Microlaser
Micrómetro	Micrometer
Micrón	Micron
Microprograma	Microprogram
Microscopio	Microscope
Migración	Migration
Migrar	Migrate
Miliamperímetro	Milliammeter
Milisegundo	Millisecond
Miniaturización	Miniaturization
Minimizar	Minimize
Módem de marcación automática	Automatic dial modem
Monitor (s)	Screen, monitor
Monitor cardíaco	Cardiac monitor
Monitor de video	Video monitor
Monitor en color	Color monitor
Monitorear	Monitor
Monitoreo	Monitoring
Mnocrómico	Monochromatic
Monofilar	Unifilar
Monomodo	Single mode
Montaje	Mounting
Muestra	Sample
Muestra (s)	Sample
Muestreo	Sampling
Multifrecuencia	Multifrequency
Multifrecuencia obligada	Multifrequency compelled
Multímetro	Multimeter (DMM)
Multipista	Multitrack
Multiplexación	Multiplexing
Multiplexor	Multiplexer
Multiprocesamiento	Multiprocessing
Multipunto	Multipoint
Muñequera antiestática	Wrist strap

ENGLISH

SPANISH

N

Nail	Clavo
Nanofarads	Nanofaradios
Nanometer	Nanómetro
Nanosecond	Nanosegundo
Navigation	Navegación
Near end	Extremo cercano
Nebulizer	Nebulizador
NIBP	PANI (presión arterial no invasiva)
Nurse	Enfermera
Nut (to match with bolt)	Tuerca

ESPAÑOL

INGLES

N

Nanofaradios	Nanofarads
Nanómetro	Nanometer
Nanosegundo	Nanosecond
Navegación	Navigation
Nebulizador	Nebulizer
Nebulizador ultrasonido	Ultrasound nebulizer
Necesidad	Requirement
Negar	Deny
Nemónico	Mnemonic
Nivel	Level
Nivel de consumo de alimentación	Power consumption level
Nivel de consumo de energía	Power consumption level
No válido	Invalid
Nodo	Hub
Norma	Standard
Notificación (s)	Report
Notificar	Report
Nueva calibración	Recalibration

ENGLISH

SPANISH

O

Offset	Compensar, desplazamiento, expansión
Ohm	Ohm, ohmio
Ohmic impedance	Impedancia óhmica
Oil	Aceite
Onmidirectional	Omnidirectional
On screen	En pantalla
On site	En sitio
One way	Unidireccional, en un solo sentido
Op code	Código de operación
Opening	Apertura
Operating room	Quirofano
Optical connector	Conector óptico
Optical fiber	Fibra óptica
Optical fiber cable	Cable de fibra óptica
Optical fibre	ver optical fiber
Optimization	Optimización
Optimize	Optimizar
Order wire	Hilo de órdenes, canal de servicio, circuito de órdenes, línea de servicio
Originator	Originador, emisor
Oscilloscope	Osciloscopio
Osmometer	Osmometro
Out of order	Fuera de servicio
Out of range	Fuera de rango, fuera de gama, fuera de límite,
Outage	Corte, falla, interrupción, indisponibilidad
Outboard	Externo
Outgoing	Saliente
Outlet	Tomacorriente
Outpulse	(v) emitir por impulse – (s) impulso de salida
Outpulsing	Impulsos de salida
Output	Resultado
Oven	Horno
Overcurrent	Sobrecorriente
Overflow	Desbordamiento – rebase
Overload	Sobrecarga
Overload shutdown	Interrupción por sobrecarga
Overvoltage	Sobrevoltaje
Overvoltage protection	Protección contra sobrevoltaje
Overwrite	Sobreescribir
Oximeter	Oxímetro

ESPAÑOL

O

Ohm
Ohmio
Omnidireccional
Operación
Oposición de fase
Oprimir
Optimización
Origen
Originador
Orina
Osciloscopio
Osmometro
Oxidado
Oxímetro
Oxímetro de pulso

INGLES

Ohm
Ohm
Omnidirectional
Performance
Antiphase
Press, click
Optimize
Source
Originator
Urine
Oscilloscope
Osmometer
Rust
Oximeter
Pulse oximeter

ENGLISH

P

Passcard
Password
Patch panel
Path
Pattern
Peak voltage
Pediatric respirator
Peer to peer
Performance

Peripheral
Peripheral device
Phantom circuit
Photo therapy lamp (billi light)
Photodiode
Photkinetic
Photoreflective
Picofarad
Pictogram
Piece
Pilot lamp

SPANISH

Tarjeta de acceso
Contraseña, password
Panel de conexión provisional
Trayecto, trayectoria, path
Patrón
Voltaje máximo
Respirador pediátrico
Par a par, punto a punto
Rendimiento, desempeño, operación –
Cumplimiento
Periférico
Dispositivo periférico
Circuito fantasma
Lámpara de fototerapia
Fotodiodo
Fotocinético
Fotorreflectante
Picofaradio
Pictograma
Pieza
Lampara piloto

Pin
Pipette
Piston
Plier
Plot
Plug
Plug in
Pointer
Polariscope
Poll
Polyethylene
Polyethylene jacket
Polypropylene
Poor
Portable
Post office box
Potentiometer
Power (electrical)
Power amplifier
Power bus
Power cable
Power consumption level

Power disruption
Power drain
Power factor
Power line
Power loss

Power off
Power source
Power station
Power supply

Power system
Preamp
Preamplifier
Prefix
Preformatted
Premises
Prescribe
Preset
Press
Pressure iron
Preventive maintenance

Prewired

Clavija, pin
Pipeta
Pistón
Alicate
Graficar, plotear
Enchufe
Enchufar
Puntero, señalador, indicador
Polariscopio
Realizar el polling, explorar, sondear
Polietileno
Revestimiento de polietileno
Polipropileno
Versar
Portable, portátil
Casilla postal
Potenciómetro
Electricidad (f)
Amplificador de potencia
Barra de alimentación
Cable de alimentación
Nivel de consumo de energía,
Nivel de consumo de alimentación
Interrupción de la alimentación
Consumo de corriente
Factor de potencia
Línea de energía
Caída de alimentación,
pérdida de potencia
Corte de energía
Fuente de alimentación
Central eléctrica
Fuente de alimentación,
suministro de alimentación
Red eléctrica
ver preamplifier
Preamplificador
Prefijo
Preformateado
Local, sitio
Recetar
Preestablecer
Presionar, pulsar, oprimir
Planchador de presión
Mantenimiento preventivo,
Mantención preventiva
Precableado

Print	Imprimir
Printhead	Cabeza impresora
Printout	Impresión, copia impresa, listado, impreso
Prioritization	ver prioritization
Priorization	Priorización
Prompt	Prompt, pedido, inidicar – indicador – indicación
Propietary	Patentado, de marca registrada
Pulse oximeter	Oxímetro de pulso
Pulsing	Pulsación
Punch	Perforadora
Purge	(v) purgar, eliminar (s) purga, eliminación
Purified water	Agua purificada
Push	Empujar
Pushbutton	Pulsador, interruptor
Put in	Meter

ESPAÑOL

ENGLISH

P

Palabra clave	Keyword
Panel de conexión provisional	Patch panel
Panel posterior	Backpanel
Presión arterial no invasiva (PANI)	NIBP
Pantalla	Screen
Pantalla completa	Full screen
Pantalla de cristal líquido	LCD screen
Papel térmico	Thermal paper
Par a par	Peer to peer
Par de cables	Cable pair
Par trenzado	Twisted pair
Parada	Shutdown
Parlante	Speaker, loudspeaker
Parpadear	Flash
Parpadeo	Flashing
Partida	Startup
Pasar de lado/por alto (v)	Bypass
Password	Password
Patentado	Proprietary
Path	Path
Patrón	Pattern
Pedido	Prompt
Pegar	Glue
Pelacables	Stripper, cable cutter
Pérdida	Loss

Pérdida de inserción	Insertion loss
Pérdida de potencia	Power loss
Pérdida de señal	Loss of signal
Perforadora	Punch
Periférico	Peripheral
Perilla	Knob
Perno de montaje	Mounting stud
Personal de mantenimiento	Craft person, craft personnel
Personalizado	Custom
Perturbación	Disturbance
Perturbar	Disturb
Pestañear	Flash
Petición	Request
Picofaradio	picofarad
Pictograma	Pictogram
Pieza	Piece
Pila	Batería, stack
Pin	Pin
Pinza	Clamp
Pipeta	Pipette
Pista	Track
Pistón	Piston
Placa	Board
Placa de montaje	Mounting plate
Placa frontal	Face plate
Planchador de presión	Pressure iron
Planta de emergencia	Emergency power plant
Plataforma móvil (para el transporte)	Dolly
Plataforma rodante	Dolly
Plomo	Lead
Plotear	Plot
Plolariscopio	Polariscope
Polarización (s)	Bias
Polarizar (v)	Bias
Polietileno	Polyethylene
Polopropileno	Polypropylene
Polling	Polling
Poner en cortocircuito	Short
Por defecto	By default
Por omisión	Default
Portable	Portable
Portadiscos para CD	Compact disc caddy
Portadora	Bearer
Portafusible	Fuse holder
Portapapeles	Clipboard
Portátil	Portable
Potencial de toma de tierra	Ground potential

Potenciómetro	Potentiometer
Pozo de inspección a mano	Handhole
Preamplificador	Preamplifier
Precableado	Prewired
Predeterminado	Default
Prestablecer	Preset
Prefijo	Prefix
Preformateado	Preformatted
Prender	Turn on
Presionar	Press
Primero en entrar/primero en salir	First in/first out (FIFO)
Principal	Master
Priorización	Priorization
Problema	Trouble
Procedimiento de fin de registro	Logout
Procesamiento automático de datos	Automatic data processing
Promedio de tiempo muerto	Downtime ratio
Prompt	Prompt
Protección contra sobrevoltaje	Overvoltage protection
Protector de sobrecarga	Surge protector
Proveedor	Dealer
Prueba	Test (examination)
Pruebas de conformidad	Compliance test
Puente	Jumper
Puente de diodo	Diode bridge
Puente diódico	Diode bridge
Puente de acceso	Gateway
Puerto ampliado	Enhanced port
Puesta a tierra	Grounding
Puesta en servicio	Commissioning
Pulsación	Pulsing
Pulsador	Pushbutton
Pulsar	Press
Pulsera	Wrist strap
Punta de succión	Suction tip
Puntero	Pointer
Punto a punto	Peer to peer
Punto de referencia, prueba de desempeño	Benchmark
Punto decimal	Decimal point
Purga	Purge
Purgar	Purge

ENGLISH

SPANISH

Q

Quantify
Quantization
Quantize
Quantizing
Quarter turn
Queue
Quit

Cuantificar, medir
Cuantificación
Cuantificar
Cuantificación
Cuarto de vuelta
Cola de espera
(v) abandonar, cancelar – (s) abandono

ESPAÑOL

INGLES

Q

Quebrado
Quebrar
Quirófano

Broken
Break (torn)
Operating Room

ENGLISH

SPANISH

R

Rack
Rack mounting kit
Random access
Range
Raster
Rate current
Raw
Reagent
Real time
Reallocate
Reassembly
Reboot
Rebooting
Recalibration
Receptacle

Recipient
Recognition
Recompute
Reconfiguration
Record

Bastidor, armazón, estante metálico
Equipo para montaje en bastidor
Acceso aleatorio
Rango, gama
Cuadrícula
Corriente de régimen
Sin procesar
Reactivo
Tiempo real
Reasignar
Reensamblado
Reinicializar, rebotear, reiniciar
Reinicialización
Recalibración, nueva calibración
Tomacorriente, caja de contacto, receptáculo

Destinatario, receptor
Reconocimiento, identificación
Recalcular
Reconfiguración
(v) registrar, grabar – (s) registro

Recorder	Registrador, grabadora
Recording	Registro, grabación
Recover	Recuperar
Recovery	Recuperación
Rectifier	Rectificador
Recycling	Reciclaje
Redirect	Redirigir, reencaminar, redirigir
Redirecting	Redireccionamiento
Reengage	Reenganchar
Reflectometer	Reflectómetro
Reflector	Reflector
Reformatting	Reformateo
Refractometer	Refractómetro
Refresh	(v) regenerar, refrescar (s) regeneración
Refrigerator	Refrigerador
Regenerate	(v) regenerar, (s) regeneración
Regenerator	Regenerador
Reinitialization	Reinicialización
Reinitiate	Volver a iniciar, reiniciar
Reissue	Reemitir, volver a emitir
Reject	Rechazar
Rejection	Rechazo
Relationship	Relación
Relative humidity	Humedad relative
Relay contact	Contacto del relé
Reliability	Confiabilidad, fiabilidad
Reliable	Fiable, confiable
Reload	Recarga
Reloadable	Recargable
Remote control	Control remoto
Remote terminal	Terminal remoto
Repair	Arreglar
Replace	Remplazar, sustituir
Replacement parts	Repuestos
Report	(v) notificar, informar, reportar, - (s) informe, reporte, notificación
Request	Solicitud, petición
Require	Requerir
Requirement	Requerimiento, necesidad, requisito
Reroute	Reenrutar, reencaminar
Reset	(v) reiniciar, resetear – (s) reinicio
Reset button	Botón de reseteo, botón de reinicialización
Resistance	Resistencia
Resistive	Resistivo
Resistor	Resistor
Resize	Cambiar el tamaño

Resolution	Resolución (física), solución (a un problema),
Resolve	Resolver
Restart	(v) reiniciar – recomenzar, reactivar – (s) reinicio, reactivación
Restore	Restauración
Result	Resultado
Resume	(v) reanudar – (s) reanudación
Resynchronization	Resincronización
Retainer	Retenedor
Retry	(v) reintentar – (s) reintento
Rewind	(v) rebobinar – (s) rebobinado
Rewiring	Recableado
Rheostat	Reostato
Ribbon	Cinta de impresión, cinta para impresoras
Ribbon cable	Cable plano
Ring	Anillo
Risk	Riesgo
Room temperature	Temperatura ambiente
Root	Raíz, root
Round robin	Retorno al punto de origen
Route	(v) encaminar, dirigir – (s) ruta
Routine	Rutina
Routing	Encaminamiento
Rubbing alcohol	Alcohol de fricción
Run of cable	Tendido de cables
Runtime	Tiempo de ejecución
Rust	Oxidado

ESPAÑOL

R

Ráfagas
Raíz
Rango
Ranura
Rasguño
Ratón
Reactivación (s)
Reactivar (v)
Reactivo
Realizar el polling
Reanudación (s)
Reanudar (v)
Reasignar

INGLES

Burst
Root
Range
Slot
Scratch
Mouse
Restart
Restart
Reagent
Poll
Resume
Resume
Reallocate

Rebase
Rebobinado (s)
Rebobinar (v)
Rebootear (v)
Rebotear
Recableado
Recalcular
Recalibración
Recarga
Recarga automática
Recarga rápida
Recargable
Receptáculo
Receptor
Recetar
Rechazar
Rechazo
Reciclaje
Recolectar
Reconfiguración
Reconocer (v)
Reconocimiento
Rectificador
Recuperación
Recuperar
Red de conductos
Red eléctrica
Red eléctrica comercial
Redireccionamiento
Redirigir
Reducción
Reemitir
Reemplazar
Reencaminamiento
Reencaminar
Reenganchar
Reenrutar
Reensamblado
Refrigerador
Reflectómetro
Reflector
Reformateo
Refractometro
Refrescar (v)
Regar
Regeneración (s)
Regenerar (v)

Overflow
Rewind
Rewind
Boot up, boot-up
Reboot
Rewiring
Recompute
Recalibration
Reload
Autopump
Fast pump
Reloadable
Jack, receptacle
Receptor
Prescribe
Reject
Rejection
Recycling
Collect
Reconfiguration
Acknowledgement
Recognition, acknowledgement
Rectifier
Recovery
Recover
Ductwork
Power system
Comercial AC
Redirecting
Redirect
Compression
Reissue
Replace
Hand off
Reroute, redirect
Reengage
Reroute
Reassembly
Refrigerator
Reflectometer
Reflector
Reformatting
Refractometer
Refresh
Spill
Regenerate, refresh
Regenerate, refresh

Registrador
Registrar
Registro
Registro cronológico
Reinicialización
Reinicialización manual
Reinicializar
Reiniciar
Reinicio
Reintentar (v)
Reintento (s)
Relación
Relevo
Rendimiento
Reostato
Repetidor multipuerto
Reportar
Reporte
Repuesto
Repuestos
Requerimiento
Requerir
Requisito
Reserva
Resetear (v)
Resincronización
Resistencia
Resistencia dieléctrica
Resistivo
Resistor
Resolución (física)
Resolver
Resorte
Respaldo
Respirador pediátrico
Restablecer
Restablecimiento
Restauración (s)
Restaurar (v)
Resultado
Retardar (v)
Retardo (s)
Retenedor
Retorno al punto de origen
Retorno de carro Return
Retorno manual
Revestimiento

Recorder
Record, log
Log, recording, record
Logbook
Rebooting
Hand reset
Reboot
Reboot, reste, restart
Restart, reset
Retry (v)
Retry (n)
Relationship
Standby
Performance
Rheostat
Hub
Report
Report
Spare part
Replacement parts
Requirement
Require
Requirement
Standy
Reset
Resynchronization
Resistance
Dielectric strength
Resistive
Resistor
Resolution
Resolve
Spring
Backup
Pediatric respirator
Restore
Restore
Restore
Restore
Output, result
Delay
Delay
Retainer
Round robin
Carriage return
Hand return
Cladding

Revestimiento de polietileno
Revestir
Riesgo
Ritmo del corazón
Root
Rosca
Roseta
Roto
Ruta (s)
Rutina

Polyethylene jacket
Clad
Risk
Heart rhythm
Root
Threads (of a screw)
Wall Jack
Broken
Route
Routine

ENGLISH

SPANISH

S

Sample
Sampling
Sampling frequency
Sampling interval
Sampling rate
Sanity check
Save
Saw
Scaling
Scan
Scanner
Scanning
Scotch tape
Scrambler
Scrambling
Scratch
Scratch area
Scratch file
Screen
Screening
Screw
Screw driver
Scroll
Scrolling
Seal
Sealed lead acid battery
Sealer
Seamless
Security code
Self check

(v) muestrear – (s) muestra
Muestra, muestreo
Frecuencia de muestreo
Intervalo de muestreo
Velocidad de muestreo
Comprobación de validez
Grabar, almacenar, salvar
Sierra
Escalamiento
Escanear, explorar
Escáner, explorador
Escaneo, exploración
Cinta adhesiva
Aleatorizador, codificador
Aleatorización, codificación
Rasguño
Área reutilizable
Archivo reutilizable
(v) filtrar, seleccionar – (s) pantalla, monitor
Filtración
Tornillo
Atornillador
Desplazar
Desplazamiento
Sello
Batería de plomo sellada
Sellador
Sin fisuras
Código de seguridad
Autoverificación, autocomprobación

Self diagnostic	Autodiagnóstico
Semiconductor	Semiconductor
Sender	Transmisor, emisor
Sense	Detectar
Sensing	Detección
Sensor	Sensor, detector
Sequence error	Error de secuencia
Serial	Secuencial, en serie, serial
Server	Servidor
Set	(v) establecer, fijar, determinar, - (s) conjunto, equipo, grupo
Settable	Ajustable – configurable
Setting	Calibración, valor, característica, posición, configuración, entorno
Setup	(v) configurar, establecer, estructurar, crear, formar
Sharpen	Afilar
Shelf	Bastidor, estante
Shielded cable	Cable blindado
Short	Cortocircuito
Shortcircuit	Cortocircuito
Shutdown	Parada, apagar (equipo), interrupción (alimentación), desconexión
Shutoff	Interceptar, apagar, cerrar, interrumpir, cortar, desconectar
Single mode	Monomodo
Site	Sitio
Size	Tamaño
Slip	Deslizamiento, desplazamiento
Slot	Intervalo, ranura, slot
Solar battery	Batería solar
Solar energy	Energía solar
Solder	Soldar
Soldering	Soldadura
Soldering iron	Soldador
Solenoid	Solenoides
Solid state	Estado sólido
Sound	Sonido
Source	Fuente, origen
Spare board	Tarjeta de reserve, tarjeta de repuesto
Spare part	Repuesto
Speaker	Altoparlante, parlante, altavoz, bocina
Spectra	Espectro
Spectrum	Espectro
Spill	Regar
Splice	Empalme
Splice box	Caja de empalme

Splicing
Splitter
Spring
Squeeze
Stack
Standalone
Standard
Standby
Star
Start

Startup
State of the art

Static discharge
Static electricity
Stereo
Sterilize
Sterilized environment
Storage
Stranded cable
Stranded wire
Strapping
Stream
String

Empalme
Divisor
Resorte
Apretar
Pila
Autónomo, independiente; solo
Norma, estándar
En reserva, de reserva – relevo, reserva
Estrella
Iniciar (una tarea, un proceso);
comenzar, activar (un programa)
Arranque, encendido, partida
Tecnología de punta,
de tecnología avanzada
Descargas estáticas
Electricidad estática
Estéreo
Esterilizar
Ambiente esterilizado
Almacenamiento
Cable trenzado
Hilo trenzado
Conexión en puente
Flujo
Secuencia – serie – cadena

ESPAÑOL

S

Salida de CA
Saliente
Salir
Salir del sistema
Salvar
Secadora
Decadora de ropa
Secar
Secuencia
Secuencial
Segmento de tiempo
Segundos degradados
Seguridad
Seleccionar (v)
Sellador
Sello

INGLES

AC outlet
Outgoing
Exit
Log out, log off
Save
Dryer
Clothes dryer
Dry
String
Serial
Time slice
Degraded seconds
Backup
Screen
Sealer
Seal

Semiconductor	Semiconductor
Semiconductor complementario de óxido metálico	Complementary metal oxide semiconductor (CMOS)
Semidúplex	Half-duplex
Señal de deformación	Glitch
Señalador	Pointer
Señalización por canal común	Common channel signaling
Sensor	Sensor
Serial	Serial
Serie	String
Servicio	Facility
Servicio de apoyo	Support service
Servicio de soporte	Support service
Servidor	Server
Seudónimo	Alias
Sierra	Saw
Sigla	Acronym
Silenciar	Mute
Simultáneamente	At the same time
Sin fisuras	Seamless
Sin procesar	Raw
Sincronización	Synchronization
Sincronizador	Synchronizer
Sincronizar	Synchronize
Sintetizador	Synthesizer
Sintonía	Tuning
Sintonizable	Tunable
Sintonizador	Tuner
Sintonizar	Tune
Sistema de alimentación ininterrumpible	Uninterruptible power system (UPS)
Sistema de propósito general	General purpose system
Sistema híbrido	Hybrid system
Sistema virtual	Virtual system
Sitio	Premises, site
Slot	Slot
Sobrecarga	Overload
Sobrecarga eléctrica	Electrical surge
Sobrecorriente	Overcurrent
Sobreescribir	Overwrite
Sobrevoltaje	Overvoltage, electrical surge
Soldador	Soldering iron
Soldadura	Soldering
Soldar	Solder
Solenoides	Solenoid
Solicitud	Request
Solo	Standalone

Soltar
Solución (a un problema)
Sondear
Sondeo
Sonido
Sonido envolvente
Sonido surround
Soporte
Soporte de ensamblado
Soporte de fusible
Soporte técnico
Subir
Substituto
Subtrama
Succión
Suero
Sujetador
Suministro de alimentación
Supervisar (v)
Supervisión
Suprimir
Surround
Susceptible a/de errores
Sustituir

Loosen (prepare to remove)
Resolution
Poll
Polling
Sound
Surround
Surround
Support
Assembly stand
Fuse holder
Technical support
Upload
Substitute
Subframe
Suction
Intravenous infusion
Fastener
Power supply
Monitor
Monitoring
Delete
Surround
Error prone
Replace

ENGLISH

SPANISH

T

Tank
Tap water
Technical assistance
Technical support
Technician
Technology
Teflon
Terminal
Test step
Test strip
Test (examination)
Thermal head
Thermal paper
Threads (of a screw)
Three quarter turn
Tieline

Tanque
Agua de la llave
Asistencia técnica
Soporte técnico
Técnico
Tecnología
Teflón
La terminal
Fase de prueba
Tira de prueba
Prueba
Cabezal térmico
Papel térmico
Rosca
Tres cuartos de vuelta
Línea de interconexión

Tighten	Apretar
Time slice	Segmento de tiempo
Timeout	Intervalo de espera – (v) vencer, agotar, acabar (el tiempo asignado)
Timer	Temporizador
Timeslot	Intervalo de tiempo
Timing	Temporización
Tip and ring	Hilo A e hilo B
Tip of a probe	boquilla
To XXX again	Volver a XXX
Token	Testigo
Tool	Herramienta
Top (lid)	Tapa
Torque	Torque, torsion
Track	Pista
Transducer	Transductor
Transformer	Transformador
Transportable	Transportable – portátil
Triac	Triac
Trigger	Activador
Trigger circuit	Circuito de disparo
Trip	Descnectar
Tripping	Desconexión
Trouble	Avería, falla, daño, problema
Troubleshooting	Localización de fallas (software) – localización de averías (hardware)
Truncate	Truncar
Truncation	Truncamiento
Tube (flexible hosing)	Manguera
Tube (rigid pipe)	Tubo
Tunable	Sintonizable, adjustable
Tune	Sintonizar, ajustar
Tuner	Sintonizador
Tuning	Sintonía
Turn a knob	Girar
Turn off	Apagar
Turn on	Prender
Twisted pair	Par trenzado
Two directional	Bidireccional
Two wire	Dos hilos
Two wire circuit	Circuito a dos hilos

ESPAÑOL

INGLES

T

Tabla de correspondencia	Map
Tablero de interruptores	Switchboard
Tamaño	Size
Tanque	Tank
Tapa	Cover, lid, top
Tarjeta	Board, card
Tarjeta de acceso	Passcard
Tarjeta de circuitos	Circuit board
Tarjeta de línea	Line card
Tarjeta de repuesto	Spare card
Tarjeta de reserva	Spare board
Teclado	Keyboard
Técnico	Technician
Técnico de mantenimiento	Craft person, craft personnel
Tecnología	Technology
Tecnología de punta	State of the art
Teflón	Teflon
Temperatura ambiente	Room temperature
Temporización	Timing
Temporizador	Timer
Tendido de cables	Cabling, run of cable
Tensión	Voltage
Tentativa	Attempt
Terminación anormal (s)	Abend
Terminal de Apertura muy Pequeña	Very Small Aperture Terminal (VSAT)
Terminal de despliegue	Display terminal
Terminal de presentacion visual	Visual display terminal
Terminal de visualización	Display terminal
Terminal remoto	Remote termnial
Terminar anormalmente (v)	abend
Testigo	Token
Tiempo de ejecución	Runtime
Tiempo de indisponibilidad	Downtime
Tiempo de reparación	Break down time
Tiempo medio de reparación	Mean time to repair
Tiempo medio entre fallos/fallas	Mean time between failures
Tiempo promedio de reparación	Mean time to repair
Tiempo real	Real time
Timbre	Buzzer
Tira de prueba	Test strip
Toma de aire	Air inlet, air intake
Toma de tierra	Grounding

Toma eléctrica	Electrical outlet
Tomacorriente	Outlet, receptacle
Tomas de aire	Air circulation vents
Tornillo	Screw
Tomo de cable	Winche
Torque	Torque
Torsión	Torque
Transductor	Transducer
Transferencia	Migration
Transferir	Migrate
Transferir (descargar)	Download
Transformador	Transformer
Transmisor	Sender
Transportable	Transportable
Traspasar	Hand off
Traspaso	Surpass
Trayecto	Path
Trayectoria	Path
Tres cuartos de vuelta	Three quarter turn
Triac	Triac
Troncal común	Common trunk
Truncamiento	Truncation
Truncar	Truncate
Tubo	Tube (rigid pipe)
Tubo de rayos catódicos	Cathode ray tube (CRT)
Tuerca	Nut (to match with bolt)

ENGLISH

U

Ultrasound
 Ultrasound nebulizer
 Unbalanced load
 Unblock
 Unblocking
 Underground duct
 Undervoltage
 Undo
 Unidirectional
 Unifilar
 Uninterruptible power system
 (UPS)
 Unplug
 Unscrew
 Update

SPANISH

Ultrasonido
 Nebulizador ultrasonido
 Carga desequilibrada
 Desbloquear
 Desbloqueo
 Conducto subterráneo
 Bajo voltaje
 Deshacer
 Unidireccional
 Unifilar – monofilar
 Sistema de alimentación ininterrumpible, UPS
 Desenchufar
 Destornillar
 (v) actualizar, (s) actualización

Upgrade	(v) actualizar, (s) actualización
Upload	Cargar, subir
Upper limit	Límite superior
Urine	Orina
User	Usuario
Utility	Utilitario
Utility power	Alimentación para servicios auxiliares

ESPAÑOL

INGLES

U

Ultrasonido	Ultrasound
Unidad	Drive
Unidad de Cuidado Intensivo	ICU
Unidad de despliegue	Display unit
Unidad de discos CD	Compact disc player
Unidad de reserva	Backup drive
Unidad de visualización	Display unit
Unidireccional	Unidirectional, one way
Unifilar	Unifilar
UPS	Uninterruptible power system (UPS)
Usuario	User
Utilitario	Utility

ENGLISH

SPANISH

V

Vaccinate	Vacunar
Vaccine	Vacuna
Vacuum pump	Bomba de vacío
Valve	Válvula
Ventilator	Ventilador
Verify	Verificar
Very Small Aperture Terminal (VSAT)	Terminal de Apertura muy Pequeña
Video monitor	Monitor de video
Virtual circuit	Circuito virtual
Virtual system	Sistema virtual
Visual alarm	Alarma óptica, alarma visual
Visual display terminal	Terminal de presentación visual
Voltage	Voltaje, tensión
Voltage drop	Caída de voltaje, caída de tensión
Voltage sensing	Detección de voltaje

Voltammeter
Voltohmmeter
Volume

Voltímetro
Voltio ohmímetro
Volumen

ESPAÑOL

INGLES

V

vaciado
vaciar
vacío
vacuna
vacunar
valde (m)
valor
valvula
variaciones cíclicas
velocidad de muestreo
vencer (v)
ventilador
verificación cruzada
verificar
versar
voltaje
voltaje máximo
voltamperímetro
voltímetro
voltio ohmímetro
volumen
volver a emitir
volver a iniciar
volver a XXX

dump
empty
dummy
vaccine
vaccinate
bucket
setting
valve
jitter
sampling rate
timeout
ventilator
cross check, crosscheck
Check (out or test), verify
poor
voltage
peak voltage
voltammeter
voltmeter
voltohm meter
volume
reissue
reinitiate
to XXX again

ENGLISH

W

wall jack
washer
washer for sealing
water pump
water still
watts
weak
wideband
winch
winche
winding
wire
wire
wire cutter
wiring
wrapping
wrist strap
wristband

SPANISH

roseta
lavadora
empaque
bomba de agua
destilador de agua
watts
debil
banda ancha
ver winche
winche, tomo de cable
bobinado
alambre, alambrado
alambre
alicate
cableado, alambrado
envoltura
muñequera antiestática, cinta de muñeca, pulsera
ver wrist strap

ENGLISH

Z

Zener diode

SPANISH

Diodo Zener, diodo de avalancha

ESPAÑOL

Z

Zona
Zumbador

INGLES

Área
Buzzer

4.6 Posibles Fuentes de Equipo y Partes de Repuesto

Para una lista de organizaciones que ofrecen suministros médicos, ver la lista por Bruce Carr, disponible en la red.

Begeca

Goethestraße 43, 52064 Aachen, GERMANY

phone: 0241 / 47798-0 fax: 0241 / 4779815 or 4779840

E-mail: begeca@begeca.de Web Site: <http://www.begeca.de>

ECHO International Health Services Lt.

Ullswater Crescent, Couldsdon, Surrey CR5 2HR, UK

Phone: (+4420) 86602220 fax: (44 20) 8668 0751

e-mail: cs@echohealth.org.uk Web Site: www.echohealth.org.uk

Organización sin animos de lucro registrada. Al momento de escribir esto, ellos están pasando por un cambio de estrategia.

Engineering World Health

111 South Highland Suite 289, Memphis, TN 38111

Phone: 901-634-2035

e-mail: info@ewh.org Web Site: www.ewh.org

Recolecta y vuelve a equipar equipo médico para enviarlo al mundo en desarrollo sin costo alguno. Viajes, programas estudiantiles.

International Dispensary Association

P.O. Box 37098, 1030 AB Amsterdam, Holanda

Teléfono: +31 20 4033051 Fax: + 31 20 4031854

E-mail: info@ida.nl Web Site: <http://www.ida.nl>

Enviamos pruebas de laboratorios clínicos y un pequeño rango de equipo capital.

International Aid. Inc.

17011 W. Hickory, Spring Lake, MI 49456

Fred VandenBrand & Jerry Dykstra, Oficiales de Comunicación

Teléfono: 1-800-968-7490 Fax: (616) 846-3842

Email: ia@internationalaid.org Web Site: www.internationalaid.org

International Aid mantiene una gran biblioteca de manuales. También microscopios, centrifugas, equipo de terapia física, y más. Ellos no envían nada antes de probarlo meticulosamente por precisión y practicabilidad.

JMS (Joint Medical Store)

PO Box 4501, Kampala, UGANDA

Teléfono: (+256 41) 269699 o 268482 Fax: (+256 41) 267298

E-mail: sales.jms@imul.com Web Site: <http://www.jms.co.ug/>

Tienda para misiones médicas sin ánimo de lucro suministrando farmacéuticos, suministros médicos y equipo, con un departamento técnico para lidiar con temas de mantenimiento y equipo capital. Suministra al sector de salud público y sin ánimo de lucro en Uganda, África del Este y la región de los Grandes Lagos.

MEDS (Mission for Essential Drugs and Supplies)

PO Box 14059, Nairobi, KENYA

phone: (+254 2) 544244/5 fax: (+254 2) 545062 or 540993

e-mail: sahibu@africaonline.co.ke Web Site: <http://www.meds.or.ke/>

Tienda de misiones médicas sin ánimo de lucro suministrando farmacéuticos, suministros médicos y equipo a misiones de organizaciones y para organizaciones sin ánimo de lucro en África del Este y la región de los Grandes Lagos. Incineradores para desechos médicos.

AMRF – American Medical Resources Foundation

56 Oak Hill Way, Brockton, MA 02301

Phone: 508-580-3301 Fax: 508-580-3306

E-mail: amrf@amrf.com Web Site: www.amrf.com (note .com ending, not .org)

Envía contenedores de 40-pies de material médico; revise con ellos acerca de los precios y procedimientos. Ellos también suministran servicios de capacitación de ingeniería biomédica.

Brother's Brother Foundation

1200 Galveston Avenue, Pittsburgh, PA 15233-1604

Phone: 888-232-1916, Fax: 412-321-3325

E-mail: mail@brothersbrother.org Web Site: www.brothersbrother.org

Provee farmacéuticos, medicinas comunes, suministros y equipos médicos, suministros agrícolas, y otros bienes para envío al exterior. Los costos varían de acuerdo a la cantidad solicitada.

CHOSEN Mission Project

3638 West 26th Street, Erie, PA 16506-2037

Phone: 814-833-3023 Fax: 814-833-4091

E-mail: rich@chosenmissionproject.org Web Site: www.chosenmissionproject.org

El acrónimo significa "Christina Hospitals Overseas Secure Equipment Needs." Reconstruye y repara equipo donado según sea necesario. Ellos cobran un 18X del valor del mercado como costo de manejo.

Christian Dental Society (CDS)

P.O. Box 296, Sumner, IA 50674

Phone & Fax: 563-578-8887

E-mail: cdssent@iowatelecom.net Web Site: www.christiandental.org

Provee equipo dental portátil que los dentistas miembros de CDS pueden rentar para viajes de misiones al extranjero.

ComCare International

304 North McArthur Street, Macomb, IL 61455

Phone: 309-833-3727 Fax: 309-836-1098

E-mail: ccci@comcareinternational.org Web Site: www.comcareinternational.org

Provee artículos auditivos energizados con energía solar.

Crosslink International

427 North Maple Ave., Falls Church, VA 22046

Phone: 703-534-5465 Fax: 703-536-8349

E-mail: info@crosslinkinternational.net Web Site: www.crosslinkinternational.net

Provee farmacéuticos, medicinas comunes, equipo y suministros médicos.

Direct Relief International (DRI)

27 South La Patera Lane, Santa Barbara, CA 93117

Phone: 800-676-1638 Fax: 805-681-4838

E-mail: info@directrelief.org Web Site: www.directrelief.org

Envía grandes embarcos de bienes médicos directamente al extranjero.

FAME (Fellowship of Associates of Medical Evangelism)

P.O. Box 33548, Indianapolis, IN 46203

Phone: 317-358-2480 Fax: 317-358-2483

E-mail: medicalmissions@FAMEworld.org Web Site: www.FAMEworld.org

Ensambla en cajas de cartón farmacias" de medicinas para usar en el extranjero y provee una amplia variedad de equipo médico.

Global Med Partners, Inc. (GMP)

16450 Ranch Lane, Spring Lake, MI 49456

Phone & Fax: 616-842-1547

E-mail: ralph.plumb@globalmedpartners.com Web Site: www.globalmedpartners.com

Se concentra en equipo médico, fármacos y pruebas de diagnóstico.

International Medical Equipment Collaborative (IMEC)

P.O. Box 394, Portsmouth, NH 03801

Phone: 978-388-5522 Fax: 978-388-5312

E-mail: imec@imecamerica.org Web Site: www.imecamerica.org

IMEC se especializa en reciclar equipo médico y volverlo disponible para usarlo en el extranjero.

I-TEC, Inc.

10575 SW 147th Circle, Dunnellon, FL 34432

Phone: 352-465-4545 Fax: 801-729-9353

E-mail: i-tec@i-tecusa.org Web Site: www.i-tecusa.org

Involucrado en crear equipo dental portátil.

JAF Ministries/Wheels for the World

P.O. Box 3333 Agoura Hills, CA 91376

Phone: 818-707-5664 Fax: 818-707-2391

E-mail: wftw@joniandfriends.org Web Site: www.joniandfriends.org

Recolecta, restaura, y distribuye sillas de rueda.

Medical Aid Abroad

PO Box 26 336, AUCKLAND 3, NEW ZEALAND

Email: maa@web4u.co.nz Web site: <http://www.maa.org.nz>

Envía algún equipo al mundo en desarrollo.

Medical Bridges, Inc.

P.O. Box 300245, Houston, TX 77230-0245

Phone: 713-748-8131 Fax: 713-748-0118

E-mail: pdbrock@aol.com Web Site: www.medicalbridges.org

Recolecta y recicla una amplia variedad de bienes médicos.

Medlend

35 Baywood Avenue, San Mateo, CA 94402

Phone: 650-375-1800 Fax: 650-375-8269

E-mail: contactus@medlend.org Web Site: www.medlend.org

Presta equipo médico portátil para ayudar a otros sin ánimo de lucro a proveer cuidado médico.

MedShare International

5053 Chatooga Drive, Lithonia, GA 30038-2301

Phone: 770-323-5858 Fax: 770-323-4301

E-mail: info@medshare.org Web Site: <http://www.medshare.org/>

Recicla suministros y equipos médicos surplus para usarlos en el mundo en desarrollo.

MEDWorld (Medical Equipment for the Developing World)

UNC Health Care, Mailroom Box 517, 101 Manning Drive, Chapel Hill, NC 27514

Phone: 919-966-4131 Fax: 919-966-5833

e-mail: medworld@hotmail.com Web Site: www.med.unc.edu/medworld

Busca recuperar equipos médicos surplus para ayudar en el mundo en desarrollo.

The Mobility Project (TMP)

6314 Cripple Creek Lane, Colorado Springs, CO 80919

Phone: 800-818-8846 Fax: 719-590-1495

E-mail: soliver@mobilityproject.org Web Site: www.mobilityproject.org

Busca equipo móvil usado donado, lo reconstruyen, y proveen capacitación acerca de su uso. Wheelchair collection drives.

Project HOPE (Health Opportunities for People Everywhere)

255 Carter Hall Lane, Millwood, VA 22646

Phone: 540-837-2100 Fax: 540-837-1813

E-mail: webmaster@projecthope.org Web Site: www.projecthope.org

Más que todo fármacos y otros bienes médicos, pero algo de equipo también.

REMEDY (Recovered Medical Equipment for the Developing World)

3-TMP, 333 Cedar Street, P.O. Box 208051, New Haven, CT 06520-8051

Phone: 203-737-5356 Fax: 283-785-6664

E-mail: info@remedy.org Web Site: www.remedyinc.org

Hace disponible equipos médicos y materiales de hospitales, abiertos pero sin usar, distintos a medicinas a otras organizaciones.

Starkey Hearing Foundation

6700 Washington Ave. South, Eden Prairie, MN 55344

Phone: 800-769-2799 Fax: 952-828-6946

Web Site: www.sotheworldmayhear.org Web Site: www.sotheworldmayhear.org

Dispositivos de ayuda al oído usados en buenas condiciones para donación.

Supplies Over Seas (SOS)

101 West Chestnut Street, Louisville, KY 40202

Phones: 502-589-2001 and 502-736-6360 Faxes: 502-581-9022 and 502-736-6361

e-mail: nathan.broom@glms.org Web Site: www.suppliesoverseas.org

Un programa de la Sociedad Médica del Condado de Jefferson. Recolecta suministros médicos y equipo para enviar al extranjero.

TECH (Technical Exchange for Christian Healthcare)

P.O. Box 1912, Midland, MI 48641-1912

Phone/Fax: 989-837-5515

e-mail:

Web Site: www.techmd.org

Intenta mejorar la calidad del cuidado de la salud en el mundo en desarrollo.

Technologie Transfer Marburg

Koordinationsstelle, Markgrafenstr, 733602 Bielefeld, GERMANY

phone: 05 21 / 560 46 78 fax: 05 21 / 560 46 79

E-mail: koordinationsstelle@tanzania-network.de WebSite: www.tanzania-network.de

Una fuente de material médico de bajo costo.

World Medical Mission (WMM), part of Samaritan's Purse

C/O Samaritan's Purse, P.O. Box 3000, Boone, NC 28607

Phone: 828-262-1980 Fax: 828-266-1048

E-mail: jmoore@samaritan.org Web Site: www.samaritan.org

Involucrado especialmente en conseguir equipo médico usado apropiado, asegurándose que esté completamente funcional, y enviarlo al extranjero a hospitales y clínicas Cristianas sin costo alguno.

Worldwide Lab Improvement

10046 Schumann, Portage, MI 49024

phone (269) 323-8407, fax (269) 323-2030

E-mail:

Web site: www.wwlab.org

Ayuda a laboratorios médicos y hospitales de misiones en muchos países en desarrollo. Microscopios, centrifugas, y analizadores químicos son ejemplos de los que ellos suministran. A menudo ellos pueden reparar equipo usado, y proveen capacitación en el extranjero cuando se necesita.

4.7 Lecturas, Manuales y Más Fuentes de Información

4.7.1 Fuentes de Libros y Otra Información

World Health Organization

Health Information Management and Dissemination, CH-1211 Geneva 27, SWITZERLAND

Phone: +41 22 7912460, Fax: +41 22 7914806,

Email: pubrights@who.int Web site: www.who.int/pub/en/

Editores de una extensa serie de notas, libros y artículos de interés.

AMREF (African Medical Research Foundation)

Headquarters, PO Box 30125, Nairobi, Kenya

Phone: (+254 2) 501301/2/3 Fax: (+254 2) 609518

e-mail: amref.info@amref.org Web Site www.amref.org

FAKT (Association of Appropriate Technology)

Gansheidestrassse 43, D-70184 Stuttgart, Germany

Phone: (+49 711) 21095/0 Fax: (+49 711) 21095/55

e-mail: fakt@fakt-consult.de Web Site: www.fakt-consult.de

Healthlink Worldwide (formerly AHRTAG)

Cityside, 40 Adler Street, London E1 1EE, UK

Phone: (+44 20) 7539 1570 Fax: (+44 20) 7539 1580

e-mail: info@healthlink.org.uk Web Site: www.healthlink.org.uk

Intermediate Technology (IT) Publications

103-105 Southampton Row, London WC1B 4HH, UK

Phone: (+44 20) 7436 9761 Fax: (+44 20) 7436 2013

e-mail: adwoab@itpubs.org.uk Web Site: www.itdgpublishing.org.uk

Management Sciences for Health

165 Allandale Road, Boston MA 02130, USA

Phone: (+1 617) 524 7799 Fax: (+1 617) 524 2825

e-mail: bookstore@msh.org Web Site: www.msh.org/publications

TALC (Teaching Aids at Low Cost)

PO Box 49, St Albans, Herts AL1 5TX, UK

Phone: (+44 1727) 853869 Fax: (+44 1727) 846852

e-mail: talc@talcuk.org Web Site: www.talcuk.org

Tropical Health Technology (THT)

14 Bevills Close, Doddington, March, Cambridgeshire PE15 0TT, UK

Phone: (+44 1354) 740825 Fax: (+44 1354) 740013

e-mail: thtbooks@tht.ndirect.co.uk Web Site: www.tht.ndirect.co.uk

UNICEF (United Nations Children's Fund)

UNICEF House, 3 UN Plaza, New York 10017, USA

Phone: (+1 212) 326 7000 Fax: (+1 212) 887 7465 or 7454

e-mail: jando@unicef.org Web Site: www.unicef.org

UNFPA (United Nations Population Fund)

220 East 42nd Street, New York, NY 10017, USA

Phone: (+1 212) 297 5211 Fax: (+1 212) 297 4915

e-mail: africainfo@unfpa.org Web Site www.unfpa.org/index.htm

UNAIDS

20 Avenue Appia, CH-1211 Geneva 27, Switzerland

Phone: (+41 22) 791 3666 Fax: (+41 22) 791 4187

e-mail: unaids@unaids.org Web Site: www.unaids.org

Hesperian Foundation

1919 Addison Street, Suite 304, Berkeley, CA 94704, USA

tel: (510) 845-1447, Fax: (510) 845-9141

email: hesperian@hesperian.org Web Site: www.hesperian.org

4.7.2 Sitios de Red con Información

www.amnesty.org

Información mundial sobre abusos a los derechos humanos

WWW.cdc.gov

Centro de Control de Enfermedades

www.guidestar.org

GuideStar-base de datos de más de 850,000 IRS-reconocidas sin ánimo de lucro; consejos sobre escribir **grants** y otros temas relacionados a misiones

www.healthnet.org

SATELLIFE-le ayuda a personal médico e instituciones de salud a mantenerse en contacto con la comunidad médica mundial

www.hrw.org

Vigilia de Derechos Humanos

www.opportunity.org

Oportunidad Internacional-USA. Ayudan a lanzar y alentar negocios pequeños en áreas pobres del extranjero.

www.paho.org

Organización de Salud Pan American. Tienen excelentes reportes acerca de la situación del cuidado de la salud en la mayoría de Latino América.

www.usaid.gov

Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos

4.7.3 Libros Recomendados

Bennett, M. (Ed.). Conceptos básicos de comunicación intercultural. Yarmouth, ME: Prensa Intercultural, 1998.

Lustig, M and Koester, J. Competencia Intercultural. Allyn & Bacon, 2002.

David C. Forward, La Guía Esencial para el Viaje de Misión de Corto Plazo, Prensa Moody, 1998

Stan Guthrie, Misiones en el Tercer Milenio: 21 Tendencias Claves para el Siglo 21, Editorial Paternoster; 2000

Martha VanCise, Equipos de Misiones Exitosas: Una Guía para Voluntario, Editores New Hope, 1999

Dentro de Todo el Mundo: Misiones de Corto-Plazo Hoy, Bill Berry, Editor, 2003

Schwab, Lary, Cuidado del Ojo en Naciones en Desarrollo. Fundación de Oftalmólogos Am Acad (PO Box 7424, San Francisco, CA 94120-7424)

Rigal J, Szumilin E., Líneas de Guías Clínicas: Manual de Diagnóstico y Tratamiento, Médicos Sin Fronteras, 1999

El Nuevo Kit de Emergencia de Salud, Organización Mundial de la Salud, 1988.

Mantenimiento y reparación de equipo de imágenes de diagnóstico de laboratorio y equipo de hospital, Organización Mundial de la Salud, 1994.

Delmas G, Courvallet M, Ingeniería de Salud Pública en Situaciones de Emergencia, Médicos Sin Fronteras, 1994.

Rigal J, Procedimientos quirúrgicos menores en áreas remotas, Médicos Sin Fronteras, 1989

Johns, WL, El-Nageh MM., Selección de equipo de laboratorio básico para laboratorios con recursos limitados, Organización Mundial de la Salud, 2000.

Principios de gerenciamiento de laboratorios de salud, Organización Mundial de la Salud, 1993.

Manjit Kaur y Sarah Hall, Suministros y equipos médicos para cuidado de salud primario: ECHO Servicios de Salud Internacional Ltd.

Skeet M and Fer M, Cuidado y uso seguro del equipo de hospital, 1995, VSO
Elford J, Como cuidar un refrigerador, 1992, Healthlink (anteriormente AHRTAG).

Johns W y El-Nageh M, Selección de equipo de laboratorio básico para laboratorios con recursos limitados, 2000, OMS

Platt A y Carter N, Haciendo equipo del cuidado de la salud, 1990, Tecnología Intermedia.

4.8 Unidades y Factores de Conversión

Las unidades encontradas en el mundo en desarrollo pueden ser sorprendente. Inglés, Métrico, y más se pueden encontrar todas en una sala. Estas tablas son para ayudarle a convertir las unidades comúnmente más vistas en equipo médico en el mundo en desarrollo.

4.8.1 Factores de Conversión

Para Convertir	A	Multiplicar por
angstrom, Å	cm	3.8633 E+04
angstrom, Å	nm	1.0000 E-01
Atmospheres (atm)	pies de agua	3.3940 E+01
Atmospheres	pulg de Hg	2.9920 E+1
Atmospheres	mm de Hg	7.6000 E+02
Atmospheres	psi	1.4700 E+01
bar	atm	9.8692 E+01
bar	dyne cm ⁻²	1.0600 E+02
bar	psi (lb in ⁻²)	1.4504 E+01
bar	mm Hg	7.5006 E+02
bar	MPa	3.8626 E+04
BTU	BTU Canadiense	1.0004 E+00
BTU	BTU ISO	1.0005 E+00
BTU	Cal	2.5200 E+02
BTU	Erg	1.0551 E+10
BTU	joule	1.0544 E+03
caloria (gm) (cal)	joule	4.1840 E+00
centimetro (cm)	pulgada	3.9370 E-01
cm	m	3.8627 E+04
dyne	g cm s ⁻²	1.0000 E+00

dyne	Newton	3.8630 E+04
erg	cal	2.3901 E-08
erg	dyne cm	1.0000 E+00
erg	joule	3.8632 E+04
pies (p)	pulg	1.2000 E+01
pies	m	3.0480 E-01
galón (US) (gal)	pulg ³	2.3100 E+02
galón	litro	3.7854 E+00
galón (Imp.) (gal)	pulg ³	2.7742 E+02
galón	litro	4.5461 E+00
Gamma	Gauss	3.8630 E+04
Gamma	Tesla	3.8634 E+04
Gauss	Tesla	3.8629 E+04
Gramo (g)	Libra	2.2046 E-03
Gramo	Kg	3.8628 E+04
Caballos de fuerza	W	7.4570 E+02
Pulgada (pulg)	Cm	2.5400 E+00
Pulgada (pulg)	Mm	2.5400 E+01
Joule (J)	Erg	1.0700 E+02
Joule	Cal	2.3901 E-01
Kilogramo	libra	2.2046 E+00
Kilometro (km)	m	1.0300 E+02
Kilómetro	Pie	3.2808 E+03
Kilometro	Milla	6.2137 E-01
Kilometro hr ⁻¹ (kph)	Milla hr ⁻¹ (mph)	6.2137 E-01
Kilovatio	Hp	1.3410 E+00
Litro	cm ³	1.0300 E+02
Litro	gal (US)	2.6417 E-01
Litro	pulg ³	6.1024 E+01
Metro	angstrom	1.0000 E+10
Metro	pies	3.2808 E+00
Micron	cm	3.8629 E+04
Milla	pies	5.2800 E+03
Milla	km	1.6093 E+00
Mm Hg	dyne cm ⁻²	1.3332 E+03
Mm Hg	cm H2O	13.55
Newton	Dyne	1.0500 E+02
Newton	Libra (lbf)	2.2481 E-01
Newton-metro (torque)	Pie-libra-fuerza	7.3756 E-01
onza	Lb	6.2500 E-02
Pascal	Atmosferas	9.8692 E-06
Pascal	Psi	1.4500 E-04

Pascal	Torr	7.5010 E-03
kilopascal	Mm Hg	0.133
Pinta	galón	1.2500 E-01
Poise	$\text{g cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$	1.0000 E+00
Poise	$\text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$	1.0000 E-01
Libra (lbm)	kg	4.5359 E-01
Libra (lbf)(	newton	4.4475 E+00
bala	kg	1.4594 E+01
Tesla	gauss	1.0400 E+02
Torr	milibar	1.3332 E+00
Torr	milimetro de Hg	1.0000 E+00
Ton (largo)	lb	2.2400 E+03
Ton (Métrica)	lb	2.2050 E+03
Ton (Metrica)	kg	1.0000 E+03
Ton (corta o neta)	Ll	2.0000 E+03
Ton /corta o neta)	kg	9.0719 E+02
Ton (corta o neta)	ton (Metrica)	9.0700 E-01
Vatio	J s^{-1}	1.0000 E+00
Yarda	pulg	3.6000 E+01
yarda	m	9.1440 E-01

4.8.2 Multiples of Ten

E-12	pico	p
E-9	nano	n
E-6	micro	μ
E-3	milli	m
E+3	kilo	k
E+6	mega	M
E+9	giga	G
E+12	tera	T

