



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO ELECTROMÉDICO
DEL ÁREA DE INTENSIVO DEL HOSPITAL NACIONAL DE SAN MARCOS**

Diego Esteban Orozco Orozco

Asesorado por el Ing. Luis Fernando García Cienfuegos

Guatemala, octubre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO ELECTROMÉDICO
DEL ÁREA DE INTENSIVO DEL HOSPITAL NACIONAL DE SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DIEGO ESTEBAN OROZCO OROZCO

ASESORADO POR EL ING. LUIS FERNANDO GARCÍA CIENFUEGOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO


DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Fernando García Cienfuegos
EXAMINADOR	Ing. José Aníbal Silva de Los Ángeles
EXAMINADOR	Ing. Otto Fernando Andrino González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO ELECTROMÉDICO DEL ÁREA DE INTENSIVO DEL HOSPITAL NACIONAL DE SAN MARCOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica-Eléctrica, con fecha enero de 2012.


Diego Esteban Orozco Orozco.

Guatemala 18 de agosto de 2014

Ingeniero

Carlos Eduardo Guzmán Salazar

Coordinador del Área de Electrónica

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Facultad de Ingeniería, USAC.

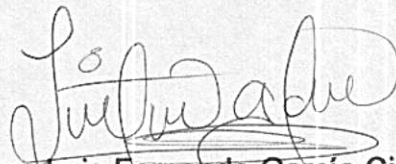
Estimado ingeniero Guzmán.

Me permito dar autorización al trabajo de graduación titulado: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO ELECTROMÉDICO DEL ÁREA DE INTENSIVO DEL HOSPITAL NACIONAL DE SAN MARCOS”**, del señor **Diego Esteban Orozco Orozco**, por considerar que cumple con los requisitos establecidos.

Por tanto, el autor de este trabajo de graduación y yo, como su asesor, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, me es grato saludarle.

Atentamente.



Ing. Luis Fernando García Cienfuegos

Colegiado 8631

Asesor

LUIS FERNANDO GARCÍA CIENFUEGOS
Ingeniero Electrónico
Colegiado No. 8631

LUIS FERNANDO GARCÍA CIENFUEGOS
Ingeniero Electrónico
Colegiado No. 8631



Ref. EIME 43. 2014
Guatemala, 20 de AGOSTO 2014.

Señor Director
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

**Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO
ELECTROMÉDICO DEL ÁREA DE INTENSIVO DEL
HOSPITAL NACIONAL DE SAN MARCOS, del estudiante
Diego Esteban Orozco Orozco, que cumple con los requisitos
establecidos para tal fin.**

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador Área Electrónica




STO



REF. EIME 43. 2014.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; DIEGO ESTEBAN OROZCO OROZCO titulado: PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO ELECTROMÉDICO DEL ÁREA DE INTENSIVO DEL HOSPITAL NACIONAL DE SAN MARCOS, procede a la autorización del mismo.


Ing. Guillermo Antonio Puente Romero



GUATEMALA, 22 DE SEPTIEMBRE 2,014.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 535.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO ELECTROMÉDICO DEL ÁREA DE INTENSIVO DEL HOSPITAL NACIONAL DE SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario **Diego Esteban Orozco Orozco**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 9 de octubre de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Fuente de sabiduría, quien me ha bendecido con vida y salud para poder cumplir mis metas de acuerdo con su voluntad.
Mis padres	Mario Orozco y Marleny Orozco, por su apoyo incondicional y amor brindado durante todo momento.
Mis hermanos	Jesús Orozco y María Orozco, por su comprensión, fortaleza y apoyo incondicional en todo momento.
Mi esposa	Marceley Ramos, por su amor, paciencia, comprensión y apoyo en todos los momentos de mi vida.
Mis hijos	Ester, Diego y Marcela Orozco Ramos, por ser motivo de inspiración y superación.
Mis abuelos	Esther Vásquez, Gumersindo Orozco (q.e.p.d.), Gerardo Orozco (q.e.p.d.) y Filiberta Godínez (q.e.p.d.), por el apoyo brindado en todo momento y sus sabios consejos.

Mis tíos

En especial a mi tío Oscar Orozco a quien rindo homenaje a su memoria.

Mis primos

Por su cariño sincero.

Mis amigos

Gerson Baten, Keneth Zacarías, Luis Enrique Pivaral, Edgar Zúñiga, Belter Molina, Javier Pérez, Jorge Fuentes, Víctor Morales y Jorge Padilla, por el apoyo brindado en todo momento durante mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de convertirme en profesional.

Facultad de Ingeniería

Gloriosa Facultad, le agradezco al personal administrativo y a mis docentes por sus sabios conocimientos.

Mi asesor

Luis Fernando García Cienfuegos, por apoyarme y compartir sus conocimientos para la elaboración de este trabajo de graduación.

**Hospital Nacional de
San Marcos**

Por la oportunidad de elaborar mi trabajo de graduación en dicha institución.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES DE LA INSTITUCIÓN	1
1.1. Antecedentes generales	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Misión.....	2
1.1.3. Visión	3
1.2. Estructura del hospital	3
1.3. Cartera de servicios que brinda el hospital.....	4
1.3.1. Departamento de Emergencia	4
1.3.2. Departamento de Consulta Externa	4
1.3.3. Departamento de Cirugía	6
1.3.4. Departamento de Medicina	6
1.3.5. Departamento de Maternidad.....	6
1.3.6. Departamento de Intensivo	6
1.3.7. Departamento de Pediatría	6
1.3.8. Departamento de Radiología	7
1.4. Ubicación hospital nacional de San Marcos	7
2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES BÁSICAS DEL EQUIPO ELECTROMÉDICO	9

2.1.	Conceptos y definiciones de electrónica	9
2.1.1.	Ondas electromagnéticas.....	9
2.1.2.	Señal	9
2.1.3.	Señal ECG	10
2.1.4.	Longitud de onda.....	10
2.1.5.	Frecuencia.....	11
2.1.6.	Onda	11
2.1.7.	Onda cuadrada.....	11
2.1.8.	Onda senoidal	12
2.1.9.	Onda triangular.....	12
2.1.10.	Amplitud de onda	13
2.1.11.	Periodo de onda	13
2.1.12.	Led	13
2.1.13.	Sensor	13
2.1.14.	Sensor de temperatura.....	13
2.1.15.	Fusible.....	14
2.1.16.	Equipo electromédico	14
2.2.	Conceptos básicos de mantenimiento.....	14
2.2.1.	Mantenimiento.....	14
2.2.2.	Tipos de mantenimiento	15
2.2.2.1.	Mantenimiento preventivo	15
2.2.2.2.	Mantenimiento correctivo	15
2.2.2.3.	Mantenimiento predictivo.....	16
2.2.3.	Técnicas de mantenimiento.....	16
2.2.3.1.	Calibración	16
2.2.3.2.	Verificación o inspección	16
2.2.3.3.	Limpieza	16
2.2.3.4.	Lubricación	17
2.2.3.5.	Rutina de mantenimiento.....	17

	2.2.3.6.	Beneficios del mantenimiento preventivo	17
	2.2.3.7.	Seguridad eléctrica	18
3.		DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO ELECTROMÉDICO	19
3.1.		Descripciones técnicas	19
3.2.		Bomba de infusión	20
	3.2.1.	Justificación	20
	3.2.2.	Sistemas de infusión.....	21
		3.2.2.1. Aplicaciones.....	21
		3.2.2.2. Tipos de sistemas de infusión.....	22
	3.2.3.	Controlador de infusión.....	23
	3.2.4.	Partes bomba de infusión	23
3.3.		Respirador artificial.....	24
	3.3.1.	Justificación	24
	3.3.2.	Símbolos y etiquetas	25
	3.3.3.	Configuración respirador artificial	26
	3.3.4.	Partes del respirador artificial	27
		3.3.4.1. Teclado respirador artificial.....	27
		3.3.4.2. Conexión y utilización de la batería interna y externa.....	28
		3.3.4.3. Conexión de la alimentación eléctrica	29
		3.3.4.4. Conexión del suministro de oxígeno....	30
		3.3.4.5. Instalación del vial colector.....	32
		3.3.4.6. Instalación del brazo flexible.....	32
		3.3.4.7. Instalación del humidificador	33
3.4.		Monitor de signos vitales	34
	3.4.1.	Justificación	34

3.4.2.	Partes del monitor de signos vitales	35
3.4.2.1.	Sistema monitor de signos vitales	38
3.4.2.2.	Unidades del sistema de monitor de signos vitales	40
3.4.2.2.1.	Fuente de alimentación	40
3.4.2.2.2.	Unidad de procesador ..	41
3.4.2.2.3.	Unidad control de usuario	41
3.4.2.2.4.	Unidad de sonido	42
3.4.2.2.5.	Unidad de comunicación	42
3.4.2.2.6.	Unidad de interfaz gráfica de usuario.....	43
3.4.2.2.7.	Unidad de impresión térmica	43
3.4.2.2.8.	Unidad de control analógico.....	44
3.5.	Incubadora	45
3.5.1.	Justificación.....	45
3.5.2.	Partes de incubadora	46
3.5.3.	Funcionamiento de incubadora	48
3.5.4.	Control de temperatura	52
3.5.5.	Sensor de temperatura de aire.....	52
3.5.6.	Sensor de temperatura de piel	53
3.6.	Desfibrilador	53
3.6.1.	Justificación.....	54
3.6.2.	Partes de desfibrilador TEC-5500	55

4.	PROPUESTA PLAN DE MANTENIMIENTO AL EQUIPO ELECTROMÉDICO	59
4.1.	Mantenimiento preventivo bomba de infusión	59
4.1.1.	Rutina de mantenimiento diaria bomba de infusión	59
4.1.1.1.	Limpieza de bomba de infusión	60
4.1.2.	Rutina de mantenimiento bimensual de bomba de infusión... ..	60
4.1.2.1.	Servicio a bomba de infusión.....	61
4.1.2.2.	Revisiones regulares a bomba de infusión	61
4.1.3.	Desmontaje de piezas para realizar mantenimiento	62
4.1.4.	Seguridad eléctrica	68
4.2.	Mantenimiento preventivo respirador artificial	69
4.2.1.	Rutina de mantenimiento diaria respirador artificial	69
4.2.2.	Rutina de mantenimiento por intervalo de tiempo del respirador artificial.....	70
4.2.3.	Desmontaje de piezas para realizar mantenimiento	74
4.2.4.	Procedimiento de limpieza colector vial y filtro de refrigeración.....	76
4.2.5.	Seguridad eléctrica	76
4.3.	Mantenimiento preventivo monitor de signos vitales	77
4.3.1.	Rutina de mantenimiento semanal de monitor de signos vitales	77
4.3.2.	Rutina de mantenimiento semestral de monitor de signos vitales	79

4.3.3.	Desmontaje de piezas para realizar mantenimiento.....	79
4.3.4.	Seguridad eléctrica.....	90
4.4.	Mantenimiento preventivo incubadora.....	91
4.4.1.	Calendario de mantenimiento de incubadora.....	91
4.4.1.1.	Mantenimiento incubadora semanal.....	91
4.4.1.2.	Rutina de mantenimiento mensual de incubadora.....	92
4.4.2.	Procedimiento de limpieza	93
4.4.3.	Desmontaje de piezas para realizar mantenimiento.....	94
4.4.4.	Seguridad eléctrica.....	97
4.5.	Mantenimiento preventivo desfibrilador.....	98
4.5.1.	Rutina de mantenimiento semanal de desfibrilador.....	98
4.5.2.	Inspecciones periódicas	99
4.5.3.	Desmontaje de piezas para realizar mantenimiento.....	99
4.5.4.	Seguridad eléctrica.....	107
4.6.	Personal a efectuar mantenimiento.....	107
4.6.1.	Operador del equipo.....	107
4.6.2.	Técnico de equipo médico.....	108
4.7.	Control de mantenimiento	108
4.7.1.	Formato para el control de mantenimiento	109
4.7.1.1.	Formato de solicitud de mantenimiento.....	109
4.7.1.2.	Formato de rutina de mantenimiento preventivo.....	109

4.7.1.3.	Formato de orden de trabajo	111
4.7.1.4.	Control anual de mantenimiento preventivo	111
4.7.1.5.	Procedimiento de utilización de rutina de mantenimiento	111
CONCLUSIONES.....		113
RECOMENDACIONES.....		115
BIBLIOGRAFÍA.....		117
ANEXOS.....		119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama Hospital Nacional de San Marcos	5
2.	Ubicación Hospital Nacional de San Marcos.....	7
3.	Señal	9
4.	Señal ECG	10
5.	Longitud de onda	10
6.	Onda cuadrada	11
7.	Onda senoidal	12
8.	Onda triangular	12
9.	Bomba de infusión.....	20
10.	Clasificación de sistemas de infusión.....	22
11.	Esquema de conexión contenedor y controlador de infusión	23
12.	Partes bomba de infusión.....	24
13.	Respirador artificial.....	25
14.	Diagrama de bloques, respirador serie 700	26
15.	Teclado respirador	27
16.	Indicador de carga de la batería interna.....	28
17.	Conexión de la batería externa al respirador	28
18.	Desconexión de la batería externa.....	29
19.	Conexión del cable del respirador.....	29
20.	Almacenamiento del cable del respirador	30
21.	Conexión del suministro de oxígeno	31
22.	Conexión del circuito de respiración	31
23.	Instalación del vial colector	32

24.	Instalación del brazo flexible	32
25.	Acortamiento del brazo flexible	33
26.	Instalación del humidificador	33
27.	Monitor de signos vitales.....	34
28.	Partes monitor Nellcor.....	35
29.	Panel trasero del monitor de signos vitales.....	36
30.	Panel derecho del monitor de signos vitales.....	37
31.	Panel izquierdo del monitor de signos vitales	37
32.	Diagrama de bloques 1 monitor N5500.....	38
33.	Diagrama de bloques 2 monitor N5500.....	39
34.	Diagrama de bloques 3 monitor N5500.....	39
35.	Diagrama de bloques fuente de alimentación	40
36.	Diagrama de bloques unidad de procesador	41
37.	Diagrama de bloques unidad control de usuario.....	41
38.	Diagrama de bloques unidad de sonido.....	42
39.	Diagrama de bloques unidad de comunicación 1	42
40.	Diagrama de bloques unidad de comunicación 2	43
41.	Diagrama de bloques unidad de impresión térmica	43
42.	Diagrama de bloques unidad de control analógico	44
43.	Incubadora de infantes.....	45
44.	Partes incubadora de infantes	46
45.	Sistema de circulación	49
46.	Diagrama de bloques de control de incubadora.....	50
47.	Diagrama de bloques procedimiento de incubadora.....	51
48.	Sensor de temperatura del aire.....	52
49.	Sensor de temperatura de piel.....	53
50.	Desfibrilador.....	54
51.	Parte frontal desfibrilador TEC-5500.....	55
52.	Panel superior desfibrilador TEC-5500	56

53.	Controles desfibrilador TEC-5500	56
54.	Palancas externas desfibrilador TEC-5500	57
55.	Panel lateral izquierdo desfibrilador TEC-5500	57
56.	Panel trasero desfibrilador TEC-5500	58
57.	Partes desfibrilador TEC-5500	58

TABLAS

I.	Símbolos y etiquetas respirador artificial serie 700	25
II.	Descripción de las partes de la incubadora.....	47
III.	Reemplazo de batería interna	62
IV.	Reemplazo de fusible.....	63
V.	Desmontaje para ajuste de pantalla LCD.....	63
VI.	Reemplazo de <i>display</i> PWA.....	64
VII.	Reemplazo del módulo PWA	65
VIII.	Reemplazo del mecanismo PWA.....	66
IX.	Reemplazo fuente de alimentación del módulo PWA.....	66
X.	Reemplazo de cargador de batería PWA.....	67
XI.	Reemplazo de la placa de puerto I/O	68
XII.	Limpieza respirador artificial.....	71
XIII.	Procedimientos de mantenimiento respirador artificial.....	73
XIV.	Cambio de batería interna del respirador	74
XV.	Desmontaje del colector vial	74
XVI.	Desmontaje del filtro del ventilador de refrigeración	75
XVII.	Desmontaje del filtro de entrada de aire	75
XVIII.	Reemplazo de fusible de entrada de AC de monitor de signos vitales	80
XIX.	Reemplazo de fusible de batería de monitor de signos vitales	81
XX.	Reemplazo de batería de monitor	82

XXI.	Desmontaje del monitor	83
XXII.	Cambio del soporte LCD.....	85
XXIII.	Desmontaje placa base principal	85
XXIV.	Desmontaje de placa de transistor de películas finas	85
XXV.	Desmontaje de led de alarma de la placa principal de LCD	86
XXVI.	Desmontaje de soporte SMPS.....	87
XXVII.	Desmontaje de conector secundario del monitor	87
XXVIII.	Desmontaje de conector SPO ₂	88
XXIX.	Desmontaje conector ECG	89
XXX.	Desmontaje del conector de temperatura	89
XXXI.	Deshabilitando seguro	94
XXXII.	Desmontaje de controlador de incubadora	94
XXXIII.	Desmontaje de moisés	95
XXXIV.	Desmontaje del sello de cubierta principal.....	95
XXXV.	Desmontaje del conector de aire	96
XXXVI.	Cambio de batería de incubadora.....	96
XXXVII.	Cambio de fusible	97
XXXVIII.	Reemplazo de papel de registro	99
XXXIX.	Cambio de conector paleta	100
XL.	Cambio de batería	101
XLI.	Extracción del soporte de abajo.....	102
XLII.	Extracción de la placa CPU	102
XLIII.	Extracción de la tarjeta madre	103
XLIV.	Extracción de la unidad grabadora	103
XLV.	Extracción de la unidad bifásica HV.....	104
XLVI.	Extracción del capacitor HV	105
XLVII.	Extracción de la unidad AC/DC	106

GLOSARIO

Alarma	Dispositivo que advierte de alguna falla o irregularidad en un equipo electrónico.
Cuidados intensivos	Instalación especial dentro del área hospitalaria que proporciona medicina intensiva.
<i>Display</i>	Pantalla o indicador numérico utilizado para visualizar una determinada información de un aparato electrónico.
Electrocardiograma	Representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón, que se obtiene con un electrocardiógrafo en forma de cinta continua.
Fibrilación	Trastornos del ritmo cardíaco en la que una de las cámaras del corazón desarrolla múltiples circuitos de reentrada, haciendo que los impulsos se vuelvan caóticos y las contracciones arrítmicas.
Mantenimiento	Proceso periódico que se efectúa para minimizar el riesgo de falla y asegurar la continua operación de los equipos, logrando de esta manera extender su vida útil.

Monitor	Dispositivo electrónico, que muestra la información de una acción o un fenómeno a estudiar.
Rack	Soporte metálico destinado a alojar equipamiento electrónico.
Ruido	Señal indeseable que se suma a cualquier señal de mensaje.
Sensor	Dispositivo que detecta una determinada acción externa de temperatura, presión, luz, etc.
Signos vitales	Medidas de varias estadísticas fisiológicas que se toman frecuentemente por profesionales de la salud, con el fin de controlar las funciones corporales básicas de las personas.

RESUMEN

El área de Intensivo del Hospital Nacional de San Marcos tiene como principal función garantizar la salud y bienestar a toda la población que requiera los servicios de atención; es de vital importancia en esta área el buen estado del equipo electromédico.

Para que este funcione correctamente es necesario que sea manipulado con el cuidado necesario, sin maltratarlo, y que se les brinde un mantenimiento adecuado, periódicamente.

Con esto se hace necesario diseñar una propuesta de un plan de mantenimiento, para que estandarice la forma de limpiar y mantener el equipo en buenas condiciones, así como los cuidados que se deban tener a la hora de manipularlos.

De lo anterior surge la necesidad de contar con las rutinas de mantenimiento adecuadas a los equipos electromédicos del área de Intensivo, como las presentadas en este trabajo, para ofrecer parámetros a los técnicos encargados de realizarlas.

El objetivo del plan de mantenimiento es velar por el buen funcionamiento del servicio médico de dichos equipos, al menor costo de operación posible, realizando el mantenimiento adecuado y justo a tiempo.

OBJETIVOS

General

Proponer un plan de mantenimiento para el equipo electromédico correspondiente al área de Intensivo del Hospital Nacional de San Marcos.

Específicos

1. Presentar los antecedentes del Hospital Nacional de San Marcos.
2. Presentar los conceptos y definiciones básicas del equipo electromédico que se encuentra en el área de Intensivo del Hospital Nacional de San Marcos.
3. Realizar una descripción del equipo electromédico que se encuentra en el área de Intensivo del Hospital Nacional de San Marcos.
4. Proponer un plan de mantenimiento al equipo electromédico que se encuentra en el área de Intensivo del Hospital Nacional de San Marcos.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de graduación se diseña una propuesta de un plan de mantenimiento de equipo electromédico del área de Intensivo del Hospital Nacional de San Marcos. El mantenimiento preventivo en equipos médicos es sumamente importante, ya que con ello se puede evitar que los aparatos se deterioren rápidamente.

Para que el equipo electromédico funcionen correctamente es necesario que sean manipulados cuidadosamente, sin maltratarlos y que se les brinde un mantenimiento adecuado, periódicamente.

Con esto se hace necesario diseñar una propuesta de un plan de mantenimiento, para que estandarice la forma de limpiar y mantener el equipo en buenas condiciones, así como los cuidados que se deba tener a la hora de manipularlos.

De lo anterior surge la necesidad de contar con las rutinas de mantenimiento adecuadas a los equipos electromédicos del área de Intensivo, como las presentadas en este trabajo, para ofrecer parámetros a los técnicos encargados de realizarlas.

El objetivo del plan de mantenimiento es velar por el buen funcionamiento de los equipos electromédicos del área de Intensivo, al menor costo de operación posible, realizando el mantenimiento adecuado y justo a tiempo.

1. ANTECEDENTES DE LA INSTITUCIÓN

El Hospital Nacional de San Marcos Dr. Moisés Villagrán es una institución que pertenece al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, con fines no lucrativos, con la misión de brindar atención médica a la población del departamento de San Marcos y lugares aledaños; cuenta con personal técnico y profesional especializados en cada área.

1.1. Antecedentes generales

A continuación se describe la reseña histórica, misión y visión del Hospital Nacional de San Marcos.

1.1.1. Reseña histórica

El Hospital Nacional del municipio de San Marcos se inauguró el 30 de junio de 1905; cuenta con cuatro salones para enfermos, uno para la dirección y otro para el personal doméstico. Al principio se le dio el nombre “Estrada Cabrera” y se encontraba ubicado en un edificio antiguo de la zona 3 de la cabecera departamental de San Marcos (edificio que actualmente ocupa el Centro Universitario de San Marcos), en este tiempo era administrado por una junta administrativa o de beneficencia conformada por vecinos honorables de la comunidad márquense, quienes se rotaban mensualmente el cargo de director, contando con la aprobación del gobierno.

El 6 de agosto de 1942, el edificio hospitalario sufrió daños considerables por el terremoto que azotó al país; la junta de beneficencia dictaminó que era

inhabitable dicho edificio, por lo que el 20 de agosto del mismo año se organizó el Comité Proconstrucción del hospital. El 24 de enero de 1943 el presidente de la República comandante general Jorge Ubico, resolvió reconstruir el hospital, autorizando Q. 100,000 semanales y que las fincas deberían pasarle anualmente Q.0.01 de quetzal por cada quintal de café cosechado. El 16 de octubre de 1945 el Dr. William Batz fue nombrado como director permanente del hospital por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, asignándole un sueldo por desempeñar dicho cargo.

El 9 de junio de 1950 entregaron la reconstrucción del edificio iniciada en 1943; pero lamentablemente el 23 de octubre de ese mismo año, por un sismo, sufre nuevamente daños considerables el edificio. El 21 de agosto de 1979, a los 74 años de estar ocupando las instalaciones del antiguo edificio, se coloca la primera piedra de la construcción del moderno edificio, el cual fue construido en un predio de 17 cuerdas, donado por la dama marquense Margorie Bassila.

El 1 de octubre de 1980 toma el cargo de director el Dr. Francisco José Antonio Pratdesaba Barrillas y estando él como director se inauguró el actual edificio hospitalario, el 13 de agosto de ese mismo año. Todo el personal principia a trabajar en el nuevo y moderno hospital. (Dicho hospital actualmente lleva el nombre de “Dr. Moisés Villagrán Mazariegos”).

1.1.2. Misión

“La misión del hospital nacional Dr. Moisés Villagran Mazariegos de San Marcos, estará siempre de acuerdo con la del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, aportando lo que corresponde como parte de la red hospitalaria nacional con la responsabilidad de contribuir al mejoramiento del estado de salud de la población, con especial énfasis en los grupos de mayor

necesidad y postergación y con mayor riesgo biológico y social, sin distinción de raza, credo o creencias políticas, prestando servicios especializados y una atención médica humanizada, caracterizada por su alta calidad y excelencia que permita expresar que se forma parte de la organización social del departamento de San Marcos “ (Hospital Nacional de San Marcos, 2014).

1.1.3. Visión

“Ser una institución pública, integrada con colaboradores con un perfil de habilidades multidisciplinarias que trabajen coordinadamente en equipo, motivada e identificada con la filosofía de trabajo y de los principios éticos definidos para todo el personal debidamente remunerado, en función de su contribución al logro de sus fines. Ser una institución hospitalaria que se caracterice por la prestación de un servicio eficiente y eficaz, que promueva permanentemente la investigación, tecnificación y la aplicación de la medicina previa y la medicina clínica, con atención inmediata. Reglamentos de los aspectos laborales y disposiciones comunes a todo el personal“ (Hospital Nacional de San Marcos, 2014).

1.2. Estructura del hospital

Siendo una dependencia pública el Hospital Nacional de San Marcos, depende exclusivamente del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; su finalidad es prestar atención médica de calidad a través de la optimización de recursos, acoplado según sus necesidades las políticas nacionales. En el cumplimiento a cabalidad de las múltiples funciones del hospital, es necesario que exista una organización que propicie la división de las responsabilidades y funciones.

Existen tres niveles de división:

- En el nivel superior es representado por la Dirección General o Dirección Ejecutiva, el Consejo Directivo y los comités, quienes se encargan de supervisar las actividades de planificación, dirección, control y organización.
- El segundo nivel pone en marcha las direcciones del nivel superior y está integrado por las subdirecciones, departamentos y subcomités.
- El tercer nivel está representado por los operativos que desarrollan y ejecutan directamente las actividades hospitalarias.

1.3. Cartera de servicios que brinda el hospital

Para un mejor control de los servicios médicos que el hospital brinda, estos se han dividido en departamentos, como se ve en el organigrama de la figura 1, en donde se detallan estos departamentos y las derivaciones que cada uno de ellos tiene.

1.3.1. Departamento de Emergencia

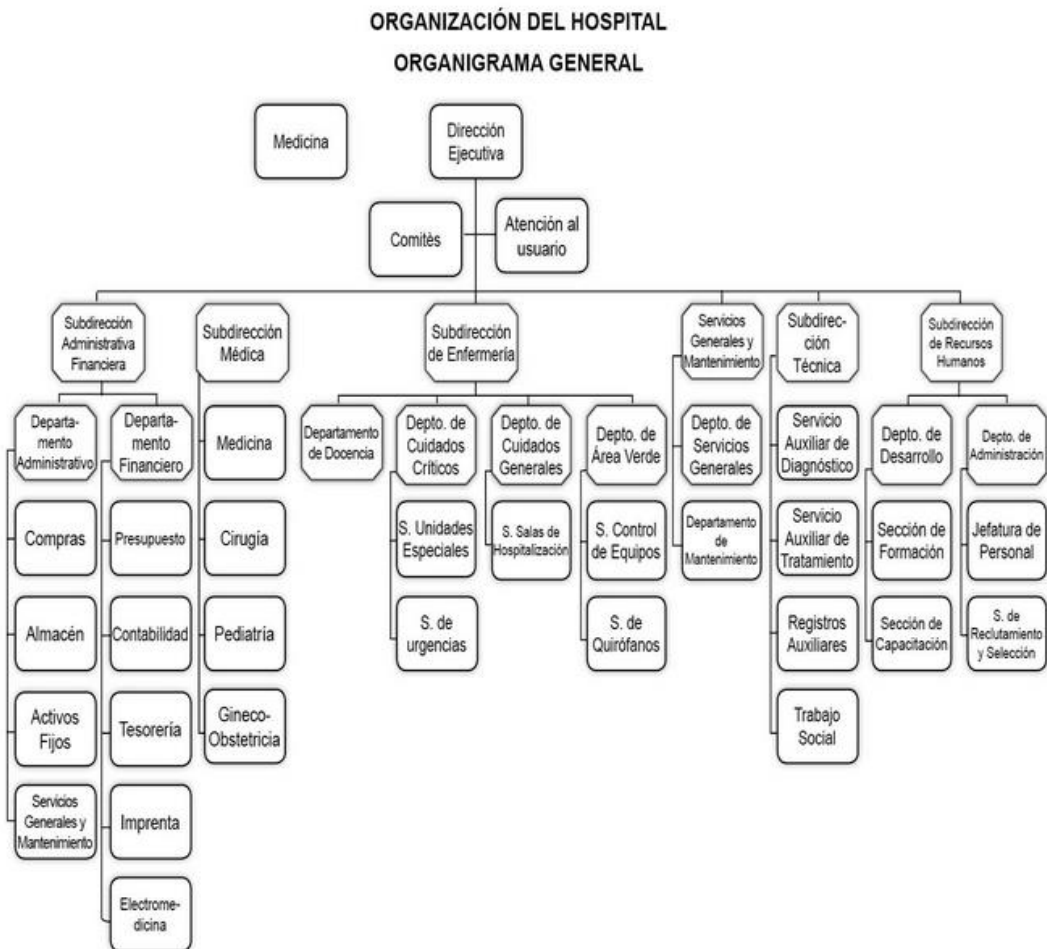
En este Departamento se atienden casos urgentes por cualquier proceso patológico que ponga en peligro la vida del ser humano.

1.3.2. Departamento de Consulta Externa

En consulta externa se atienden pacientes de enfermedades comunes, y si es necesario es de este Departamento de donde se hace el ingreso para los

pacientes hacia el departamento que lo amerite; en este Departamento se tiene servicio de Odontología, Ginecología, Traumatología, Pediatría, Psicología, Medicina Interna, Cirugía, Cardiología, Nutrición.

Figura 1. **Organigrama Hospital Nacional de San Marcos**



Fuente: Departamento de Informática, Hospital Nacional de San Marcos.

1.3.3. Departamento de Cirugía

En este Departamento se hacen dos grandes diferencias, cirugía de hombres y de mujeres. Se realizan cirugías generales, apendicetomía, cesárea, etc.

1.3.4. Departamento de Medicina

Aquí están los pacientes, hombres y mujeres, que necesitan un tratamiento médico sin cirugía; por lo regular son enfermedades comunes, que necesitan encamamiento.

1.3.5. Departamento de Maternidad

El mismo se subdivide en ginecología y obstetricia, complicaciones prenatales, labor y partos, postparto.

1.3.6. Departamento de Intensivo

En el intensivo se tiene catalogados a los pacientes en tres grupos: los de cuidados intensivos, cuidados intermedios y cuidados coronarios.

1.3.7. Departamento de Pediatría

Este Departamento atiende niños de 0 a 13 años; el Departamento de Pediatría se subdivide en 3 grandes áreas que son: consulta externa, intensivo y emergencia.

1.3.8. Departamento de Radiología

En este Departamento se llevan a cabo estudios radiográficos simples, como son: radiografías.

1.4. Ubicación hospital nacional de San Marcos

El Hospital Nacional de San Marcos se encuentra ubicado en 5ta. calle zona 5, colonia Justo Rufino Barrios, de la cabecera departamental.

Figura 2. **Ubicación Hospital Nacional de San Marcos**



UBICACION DEL HOSPITAL REGIONAL DE SAN MARCOS

ESCALA 1:6,000

Fuente: elaboración propia, utilizando programa ArcGIS.

2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES BÁSICAS DEL EQUIPO ELECTROMÉDICO

2.1. Conceptos y definiciones de electrónica

A continuación se describen los conceptos y tipos de mantenimiento así como las definiciones de electrónica utilizadas en la manipulación de equipo electromédico.

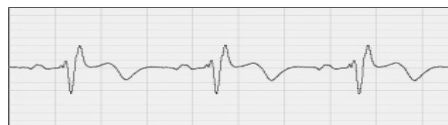
2.1.1. Ondas electromagnéticas

Una onda electromagnética es la forma de propagación de la radiación electromagnética a través del vacío. Las ondas electromagnéticas ocurren como consecuencia de dos efectos: un campo magnético variable genera un campo eléctrico, o un campo eléctrico variable produce un campo magnético.

2.1.2. Señal

Una señal es la representación gráfica de la información como una función de una variable independiente

Figura 3. Señal

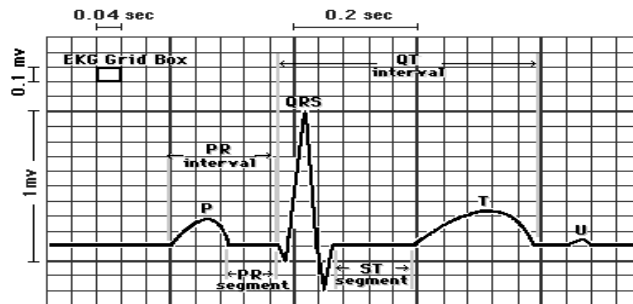


Fuente: elaboración propia, utilizando Circuit Maker.

2.1.3. Señal ECG

Es la representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón, que se puede observar en un monitor de signos vitales.

Figura 4. Señal ECG

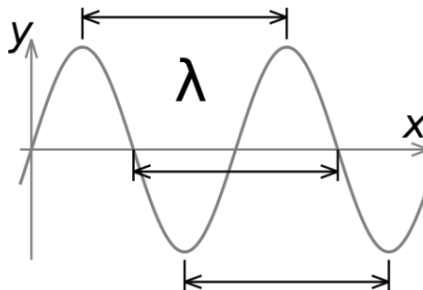


Fuente: elaboración propia, utilizando Circuit Maker.

2.1.4. Longitud de onda

Es el período espacial o la distancia que hay de pulso a pulso. Normalmente se consideran 2 puntos consecutivos que poseen la misma fase: 2 máximos, 2 mínimos y 2 cruces por cero.

Figura 5. Longitud de onda



Fuente: elaboración propia, utilizando Circuit Maker.

2.1.5. Frecuencia

Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

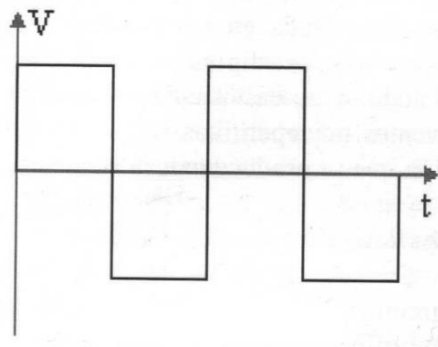
2.1.6. Onda

Una onda se define como la propagación de una perturbación de alguna propiedad de un medio, por ejemplo: densidad, presión, campo eléctrico o magnético, a través de dicho medio, implicando un transporte de energía sin transporte de materia.

2.1.7. Onda cuadrada

Onda que se utiliza en electrónica que tiene dos valores extremos sin pasar por valores intermedios, se usa para la generación de pulsos eléctricos que son utilizados como señales 1 y 0.

Figura 6. **Onda cuadrada**

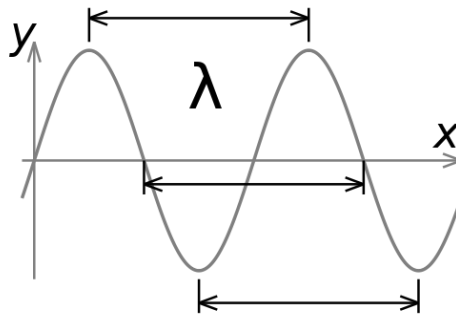


Fuente: elaboración propia, utilizando Circuit Maker.

2.1.8. Onda senoidal

Onda que representa valores de corriente alterna a través de un tiempo continuamente variable, en los ejes de amplitud y tiempo.

Figura 7. Onda senoidal

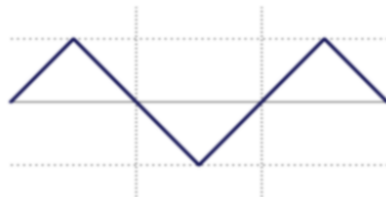


Fuente: elaboración propia, utilizando Circuit Maker.

2.1.9. Onda triangular

Onda que presenta velocidades de subida y bajada constantes. Lo más habitual es que sea simétrica, es decir que, los tiempos de subida y bajada sean iguales.

Figura 8. Onda triangular



Fuente: elaboración propia, utilizando Circuit Maker.

2.1.10. Amplitud de onda

La amplitud de una onda es la medida de variación máxima del desplazamiento que varía periódicamente en el tiempo.

2.1.11. Periodo de onda

El periodo de una onda es el tiempo transcurrido entre dos puntos equivalentes de la misma.

2.1.12. Led

Dispositivo electrónico semiconductor emisor de luz. Utilizado en equipos electromédicos, para representar procesos y señales.

2.1.13. Sensor

Dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables pueden ser por ejemplo: temperatura, presión, intensidad luminosa, entre otras.

2.1.14. Sensor de temperatura

Dispositivo electrónico que transforma los cambios de temperatura en cambios de señales eléctricas que son procesadas por el equipo electrónico.

2.1.15. Fusible

Dispositivo, constituido por un soporte adecuado, un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica, para que se funda por efecto Joule, cuando la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito o un exceso de carga, un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos.

2.1.16. Equipo electromédico

Equipo electrónico utilizado para el estudio, análisis y cuidado de la salud de las personas, desde el punto de vista tecnológico.

2.2. Conceptos básicos de mantenimiento

A continuación se describen los conceptos y técnicas de mantenimiento que reutilizan en equipos electromédicos.

2.2.1. Mantenimiento

Es el proceso periódico que se efectúa para minimizar el riesgo de falla y asegurar la continua operación de los equipos, logrando de esta manera extender su vida útil, conservar su buen estado y garantizar la correcta prestación de los servicios.

2.2.2. Tipos de mantenimiento

Las técnicas de mantenimiento son de mucha importancia en los equipos electromédicos, los tipos de mantenimiento utilizados son: preventivo, correctivo y predictivo.

2.2.2.1. Mantenimiento preventivo

Se puede definir como la programación de una serie de inspecciones (de funcionamiento y de seguridad), ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan y no una demanda del operario o usuario; su propósito es prever las fallas manteniéndolos en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. Con una buena organización del mantenimiento preventivo se obtienen experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo; además, se llegan a conocer puntos débiles de los equipos. Sin excluir el mantenimiento que a diario debe realizar el operador del equipo (limpieza de sensores, limpieza externa, procedimientos de autocalibración, etc.).

2.2.2.2. Mantenimiento correctivo

Es un procedimiento que se lleva a cabo luego de ocurrir una falla en un equipo, que ocasiona parálisis indefinida o mal funcionamiento de los servicios y da lugar a reparación del equipo afectado.

2.2.2.3. Mantenimiento predictivo

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar la posibilidad de falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detección de la producción.

2.2.3. Técnicas de mantenimiento

Conjunto de procedimientos utilizados para poder realizar un mantenimiento adecuado al equipo electromédico.

2.2.3.1. Calibración

Consiste en comprobar los resultados obtenidos, producto del proceso realizado con patrones o estándares internacionales o normados, actividad que se hace a través de instrumentos, patrones o estándares.

2.2.3.2. Verificación o inspección

Consiste en hacer un examen minucioso en forma visual y mediante elementos de medición de cada una de las partes y componentes del equipo, con el fin de comprobar que el estado de funcionamiento es el óptimo y que está de acuerdo con las características y condiciones técnicas de construcción y operación dadas por los fabricantes.

2.2.3.3. Limpieza

Consiste en la remoción de elementos extraños o nocivos en la estructura externa o componentes que son parte del equipo, incluyendo la parte interna.

2.2.3.4. Lubricación

Es la acción por medio de la cual se aplica un elemento viscoso entre cuerpos rígidos y móviles con el fin de reducir la fricción y el desgaste de las partes.

2.2.3.5. Rutina de mantenimiento

Es el procedimiento de mantenimiento planificado al equipo, para que funcione de mejor manera.

2.2.3.6. Beneficios del mantenimiento preventivo

- Alarga la vida útil del equipo.
- Disminuye el deterioro debido al uso normal.
- Disminuye la cantidad de fallas debidas al desgaste.
- Promueve una cultura de la “prevención” a nivel institucional.
- Disminuye la cancelación y el tiempo de espera para citas debidas a fallas por el desgaste de piezas de equipo.
- Prevención de fallas en los equipos o instalaciones, con lo que se evita paros y gastos imprevistos.
- Reducción del remplazo de equipos durante su vida útil.

- Reducción de la cantidad de repuestos de reserva.
- El buen estado de los equipos e instalaciones durante su vida útil.
- Utilización planificada del recurso humano.

2.2.3.7. Seguridad eléctrica

Una instalación insegura de un equipo, ofrece un peligro potencial tanto al equipo mismo como a las personas. Se debe de revisar que la instalación del mismo ofrezca seguridad, ya sea que esté montado sobre una superficie, instalado en la pared, o sobre una superficie móvil.

3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO ELECTROMÉDICO

3.1. Descripciones técnicas

A continuación se muestra el equipo electromédico utilizado en el área de Intensivo del Hospital Nacional de San Marcos.

Para cada equipo se consideran de tres aspectos:

- Foto del equipo: se incluye una foto (representativa del equipo en cuestión, dentro de la variedad de modelos y marcas existentes en el mercado) de cada uno de los sistemas electromédicos.
- Descripción: es un resumen de las principales aplicaciones médicas del equipo, su funcionamiento global y partes que lo componen.
- Justificación: se incluyen las razones de tipo médico y/o electrónico por las cuales se debe realizar mantenimiento de tipo preventivo y correctivo menor a los diferentes equipos. También se mencionan brevemente las principales revisiones y ajustes más comunes y útiles que deben realizarse en los mismos.

3.2. Bomba de infusión

Equipo portátil para administrar medicamentos, soluciones intravenosas, componentes sanguíneos, y nutrición parenteral, en periodos de tiempo determinados, con dosis exactas y a presiones y flujos requeridos. Posee un sistema estéril y desechable para la dosificación en cada paciente, así como un sistema mecánico servocontrolado que verifica las dosis aplicadas.

3.2.1. Justificación

Este tipo de equipo requiere atención en el cumplimiento del mantenimiento programado para el mismo, así como una revisión continua de la exactitud de su funcionamiento, teniendo en cuenta el porcentaje de error en la relación cantidad de dosis programadas y administradas, indicado por el fabricante.

Figura 9. Bomba de infusión



Fuente: área de Intensivo, Hospital Nacional de San Marcos.

3.2.2. Sistemas de infusión

El objetivo de los sistemas de infusión es el control y administración de fluidos dentro del organismo de forma parenteral (ejemplo, vía intravenosa IV) o enteral (ejemplo, vía nasogástrica) de forma automatizada, confiable y segura.

Los sistemas de infusión poseen las siguientes propiedades y características:

- Precisión
- Suministro constante
- Seguridad y confiabilidad
- Sistemas de control
- Alarmas
- Alimentación eléctrica y a baterías

3.2.2.1. Aplicaciones

Algunas de las aplicaciones típicas donde se utilizan los sistemas de infusión son:

- Anestesia
- Infusión de alimentos
- Infusión de medicamentos: antibióticos, antiarrítmicos, sedantes, etc
- Microinfusión (neonatal, pediátrico y adulto en alto riesgo)
- Quimioterapia
- PCA (Patient Controlled Analgesia)

3.2.2.2. Tipos de sistemas de infusión

Los sistemas de infusión se dividen en dos categorías:

- Controladores de infusión
- Bombas de infusión

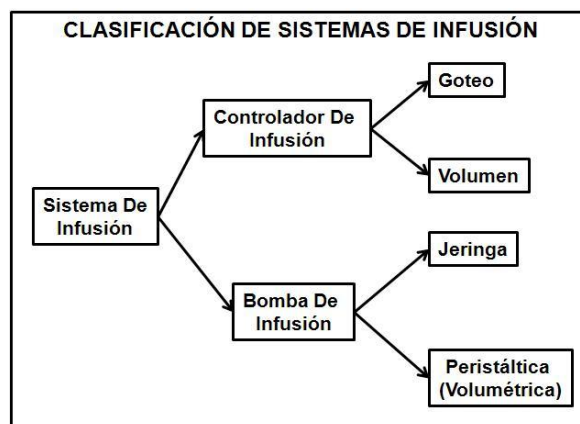
Los controladores de infusión controlan la infusión y pueden ser de dos tipos:

- Controladores de goteo
- Controladores volumétricos

Las bombas de infusión utilizan un medio mecánico para infundir y controlar la infusión. Los tipos de bombas pueden ser:

- De jeringa
- Peristálticas

Figura 10. Clasificación de sistemas de infusión



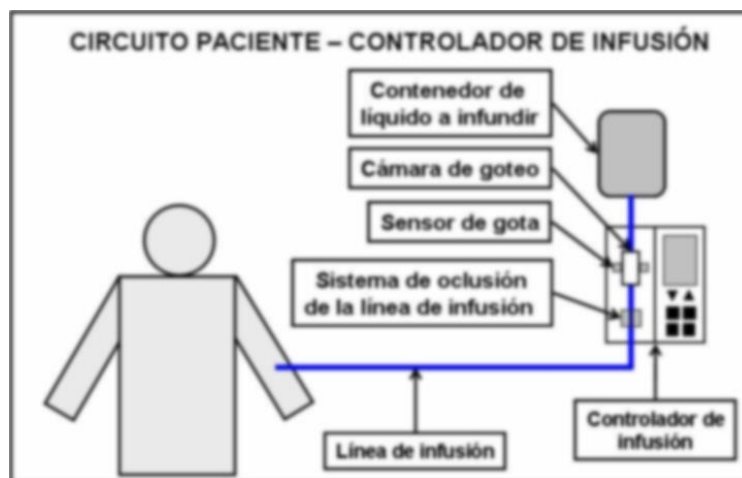
Fuente: SEFH. *Manual de sistemas de infusión*. p.6.

3.2.3. Controlador de infusión

Equipos destinados a controlar el flujo de líquido al interior del paciente, bajo presión positiva generada por la fuerza de gravedad y no por un medio mecánico. Estos dispositivos controlan la infusión, incluyendo la línea de infusión; la misma depende de:

- Altura del contenedor de líquido a infundir
- Oclusión de la línea de infusión

Figura 11. Esquema de conexión contenedor y controlador de infusión



Fuente: SEFH. *Manual de sistemas de infusión*. p.15.

3.2.4. Partes bomba de infusión

A continuación se describen las partes de la bomba de infusión JMS Ot-701.

Figura 12. Partes bomba de infusión



Fuente: www.jmsna.net/hospital_products/sp_infusion_pump. Consulta: 15 octubre de 2013.

3.3. Respirador artificial

Aparato electromédico diseñado para proveerle oxígeno a una persona en estado delicado, también se conoce como ventilador artificial.

3.3.1. Justificación

Este equipo es de vital importancia para el área de intensivo del Hospital Nacional de San Marcos; de manera es importante realizar el mantenimiento adecuado a este equipo, para que pueda funcionar de manera correcta y que garantice la salud de las personas.

Figura 13. **Respirador artificial**








Fuente: área de Intensivo, Hospital Nacional de San Marcos.



3.3.2. **Símbolos y etiquetas**

Los símbolos y etiquetas del respirador artificial se describen en la siguiente tabla.

Tabla I. **Símbolos y etiquetas respirador artificial serie 700**

	Posición interruptor de potencia
	Información a consultar
	Punto potencial de ecualización
	Conexión a batería externa
	Cortocircuito

Continuación de la tabla I.

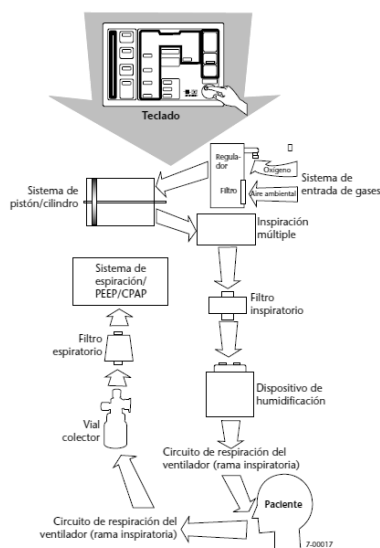
<small>7-00414</small> NS	Numero de serie
 <small>7-00427</small>	Corriente alterna
 <small>7-00415</small>	Equipo tipo B

Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 1. p. 9.

3.3.3. Configuración respirador artificial

En la siguiente figura puede analizarse los bloques que conforman al respirador artificial.

Figura 14. **Diagrama de bloques respirador serie 700**



Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 1. p. 5.

3.3.4. Partes del respirador artificial

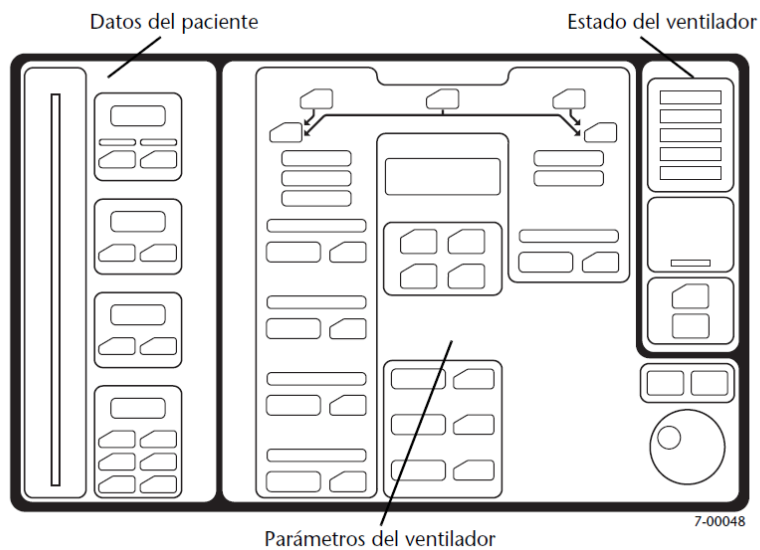
A continuación se describen las partes del respirador artificial Nellcor serie 700.

3.3.4.1. Teclado del respirador artificial

El teclado del respirador artificial se divide en tres partes:

- Parámetros del ventilador
- Datos del paciente
- Estado del ventilador

Figura 15. Teclado respirador

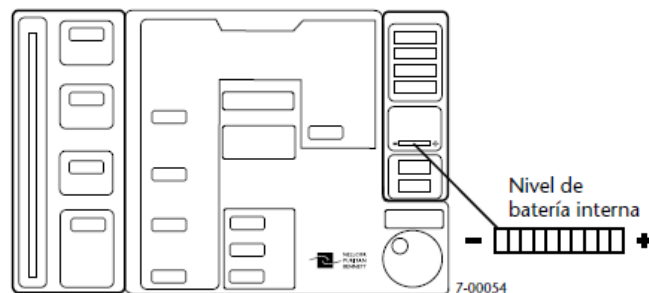


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 1. p. 14.

3.3.4.2. Conexión y utilización de la batería interna y externa

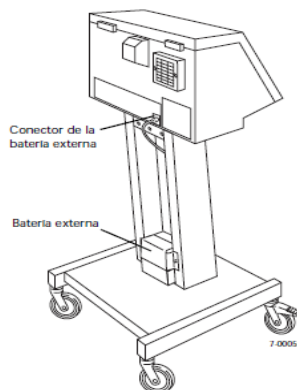
Siempre debe haber una batería de Nellcor Puritan Bennett instalada en el ventilador. Sin esta, el ventilador no estará protegido contra la baja pérdida de corriente alterna. No usar el ventilador si no se tiene una batería que cuente al menos con la carga mínima.

Figura 16. Indicador de carga de la batería interna



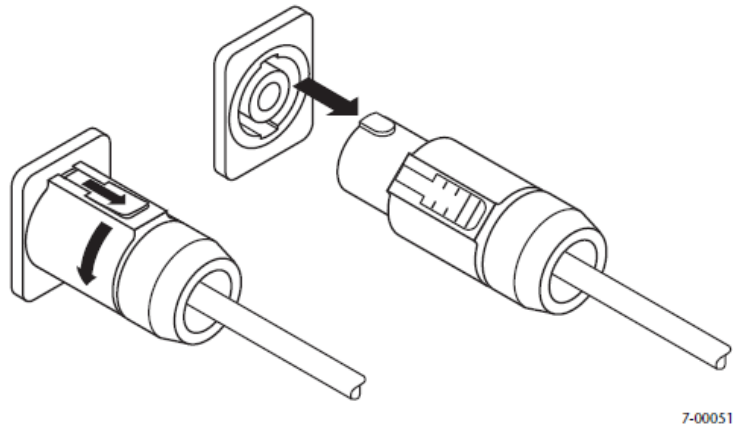
Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 2. p. 3.

Figura 17. Conexión de la batería externa al respirador



Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 2. p. 5.

Figura 18. **Desconexión de la batería externa**

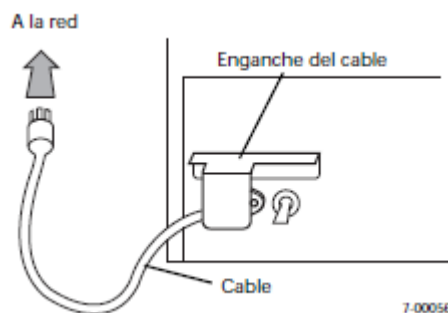


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 2. p. 6.

3.3.4.3. **Conexión de la alimentación eléctrica**

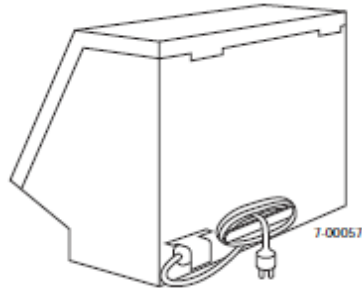
Para evitar el peligro de descargas eléctricas, debe conectarse el cable del ventilador a un enchufe de corriente alterna con toma de tierra. Si existen dudas sobre la toma de tierra, utilizar el ventilador con la batería interna o externa.

Figura 19. **Conexión del cable del respirador**



Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 2. p. 7.

Figura 20. **Almacenamiento del cable del respirador**

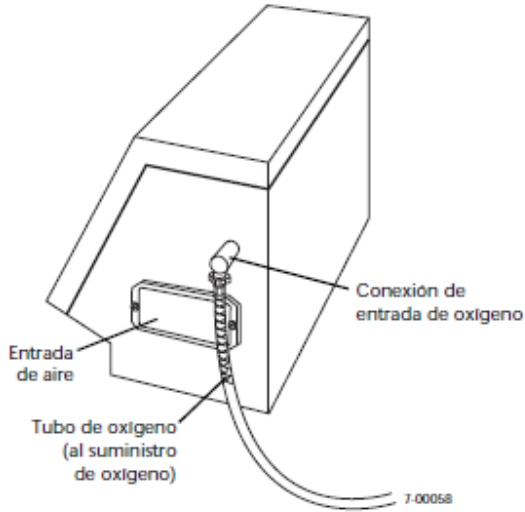


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 2. p. 9.

3.3.4.4. Conexión del suministro de oxígeno

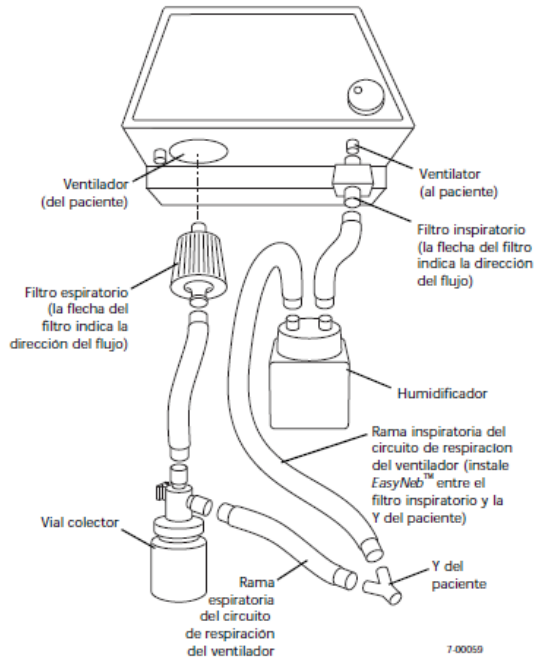
- Para que la concentración de oxígeno sea la adecuada, no debe obstruirse la entrada de aire del ventilador.
- Para asegurar el suministro adecuado de oxígeno al paciente, utilizar únicamente las mangueras de oxígeno suministradas por Nellcor Puritan Bennett. La utilización de otras mangueras de oxígeno podría provocar presiones inadecuadas o inapropiadas, o fugas en la entrada de oxígeno.
- Cuando se utiliza un suministro de oxígeno por botella, debe situarse el dispositivo de escape de presión de la botella lejos de la entrada de aire del ventilador. Esto ayuda a evitar que se cree un ambiente rico en oxígeno dentro del ventilador, en el caso de que se produzca un fallo en el funcionamiento del regulador de oxígeno de la botella.

Figura 21. **Conexión del suministro de oxígeno**



Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 2. p. 7.

Figura 22. **Conexión del circuito de respiración**

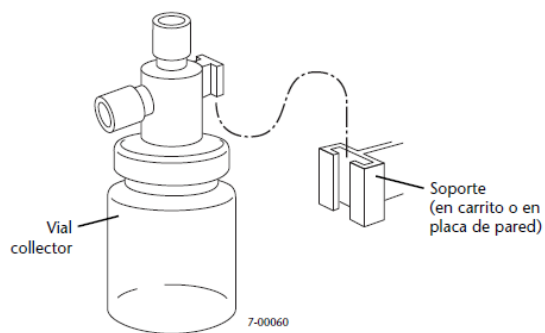


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 2. p. 12.

3.3.4.5. Instalación del vial colector

La forma correcta de colocar el vial colector en el soporte del carrito o en la placa de montaje de la repisa se muestra en la siguiente imagen.

Figura 23. Instalación del vial colector

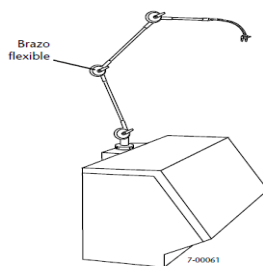


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 2. p. 13.

3.3.4.6. Instalación del brazo flexible

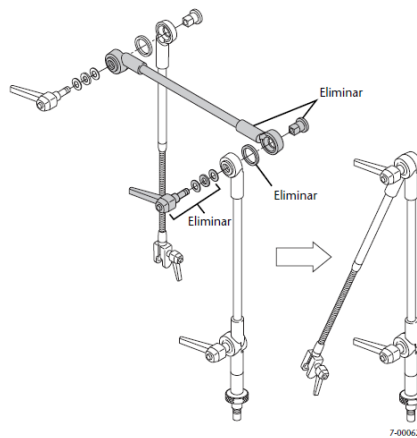
La forma correcta de instalar el brazo flexible en la cavidad roscada del ventilador se muestra en la siguiente imagen.

Figura 24. Instalación del brazo flexible



Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 2. p. 14.

Figura 25. **Acortamiento del brazo flexible**

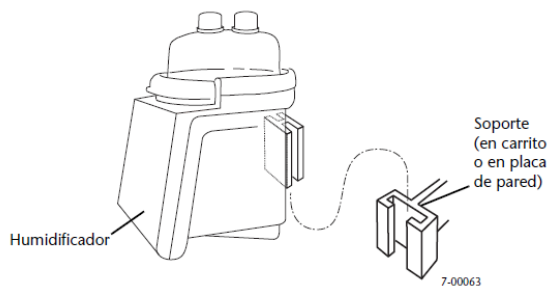


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 1. p. 5.

3.3.4.7. **Instalación del humidificador**

El humidificador debe recibir energía eléctrica independiente del ventilador, tanto si este funciona conectado a la red o con baterías. La forma correcta de colocar el humidificador en el soporte del carrito o en la placa de montaje de la repisa se muestra en la siguiente imagen.

Figura 26. **Instalación del humidificador**



Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 2. p. 16.

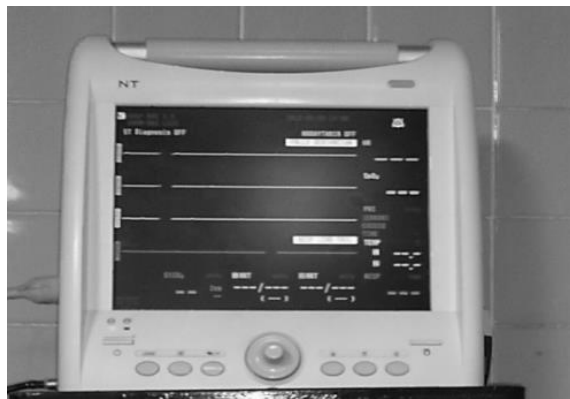
3.4. Monitor de signos vitales

Equipo de monitorización en tiempo real de signos vitales (y en algunos modelos, con almacenamiento digital de las señales por tiempo limitado); la clasificación más común define dos tipos de monitores: los no modulares, que incorporan de forma fija y en un solo gabinete un *display* o monitor y sistemas de adquisición de las principales señales fisiológicas como: electrocardiograma (ECG), presión arterial no invasiva (PANI) y saturación de oxígeno (SPO₂), y los modulares, los cuales se componen de un *display* o monitor y un *rack* concentrador para la conexión de submódulos de adquisición y proceso de las señales de interés a medir.

3.4.1. Justificación

La importancia de mantener este equipo en perfecto estado funcional es debido a que se emplea generalmente en pacientes que presentan un estado delicado, para observar gráficamente el estado de sus signos vitales.

Figura 27. Monitor de signos vitales

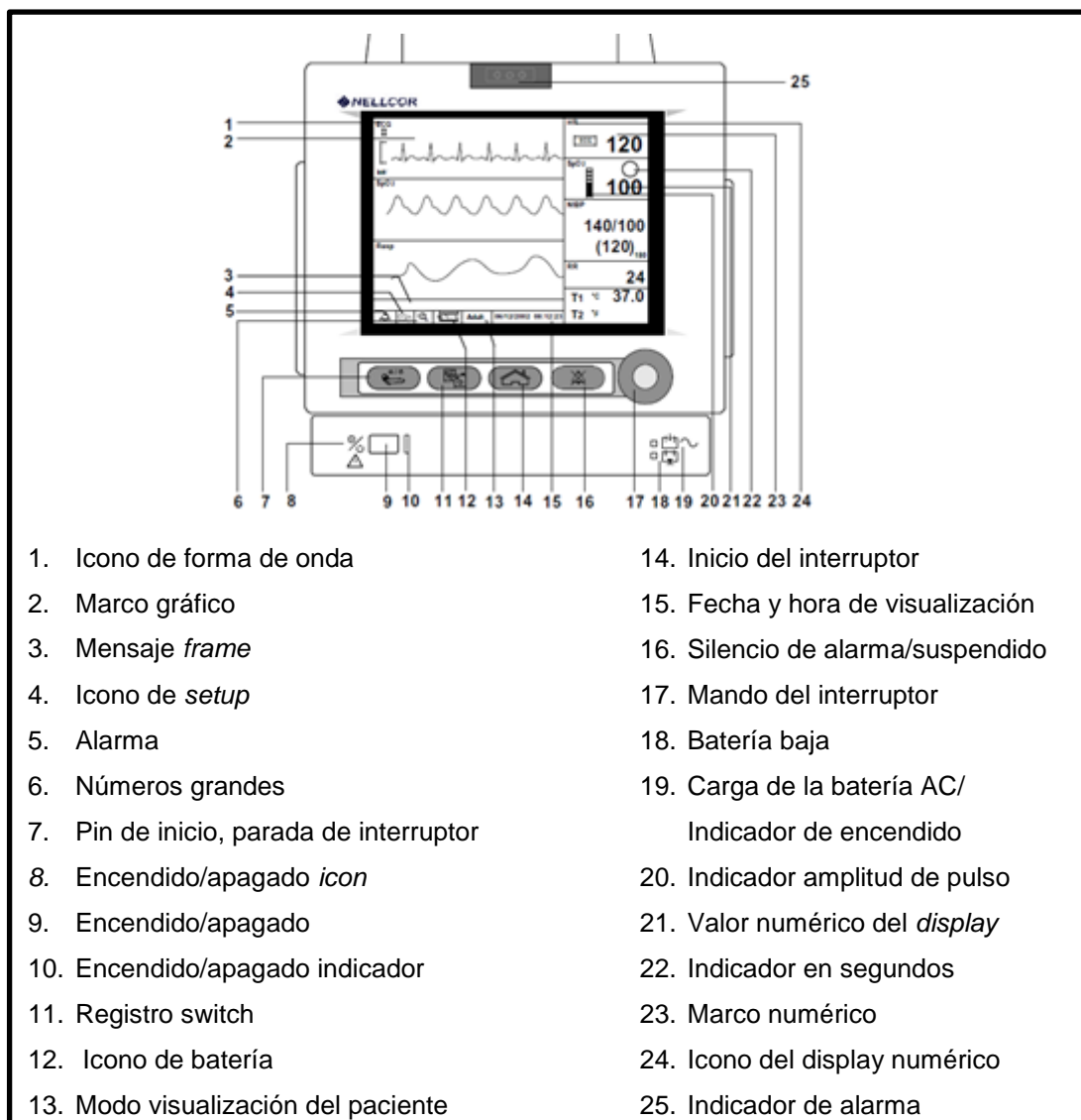


Fuente: área de Intensivo, Hospital Nacional de San Marcos.

3.4.2. Partes del monitor de signos vitales

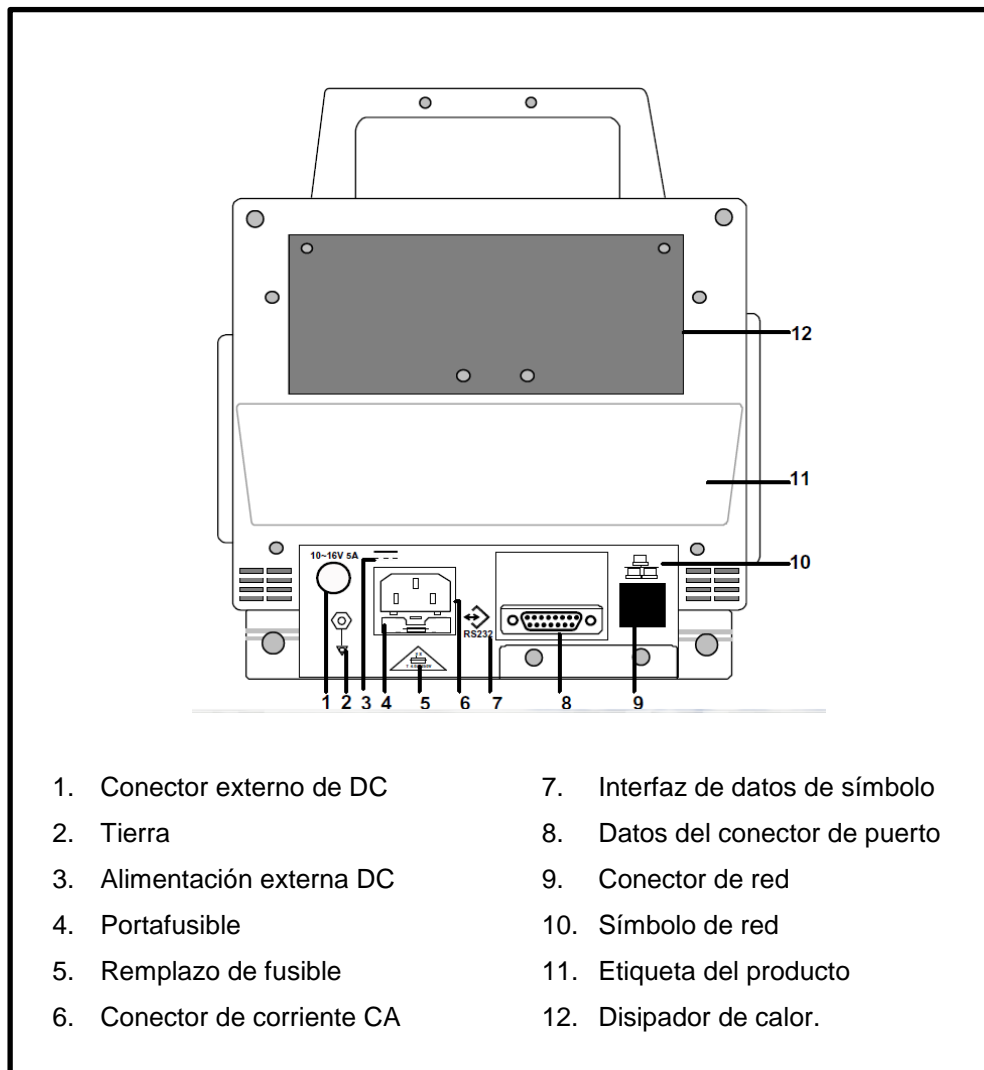
El monitor de signos vitales está conformado por un conjunto de partes que se describen a continuación.

Figura 28. Partes monitor Nellcor



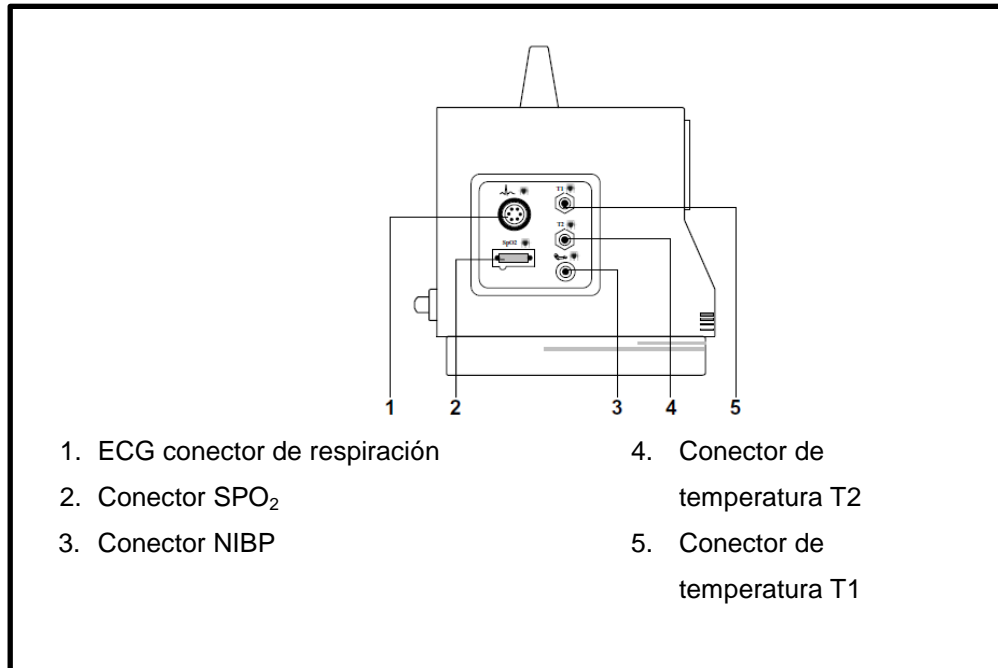
Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 4.

Figura 29. **Panel trasero del monitor de signos vitales**



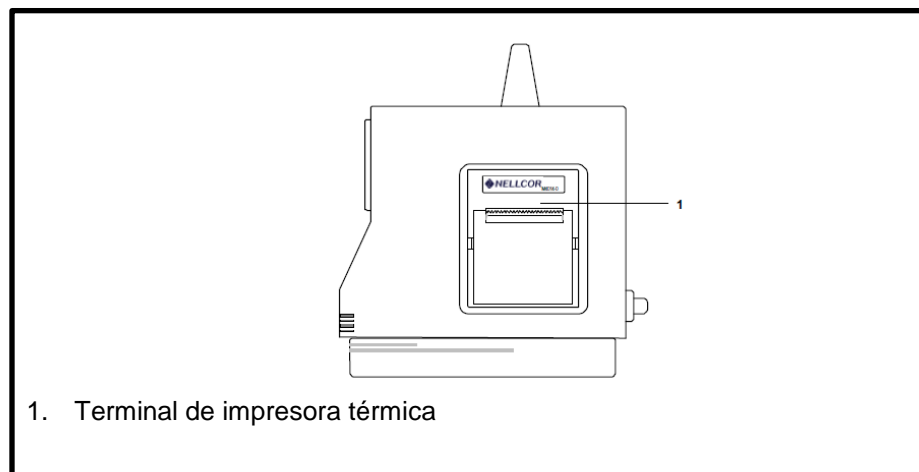
Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 4.

Figura 30. **Panel derecho del monitor de signos vitales**



Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 6.

Figura 31. **Panel izquierdo del monitor de signos vitales**

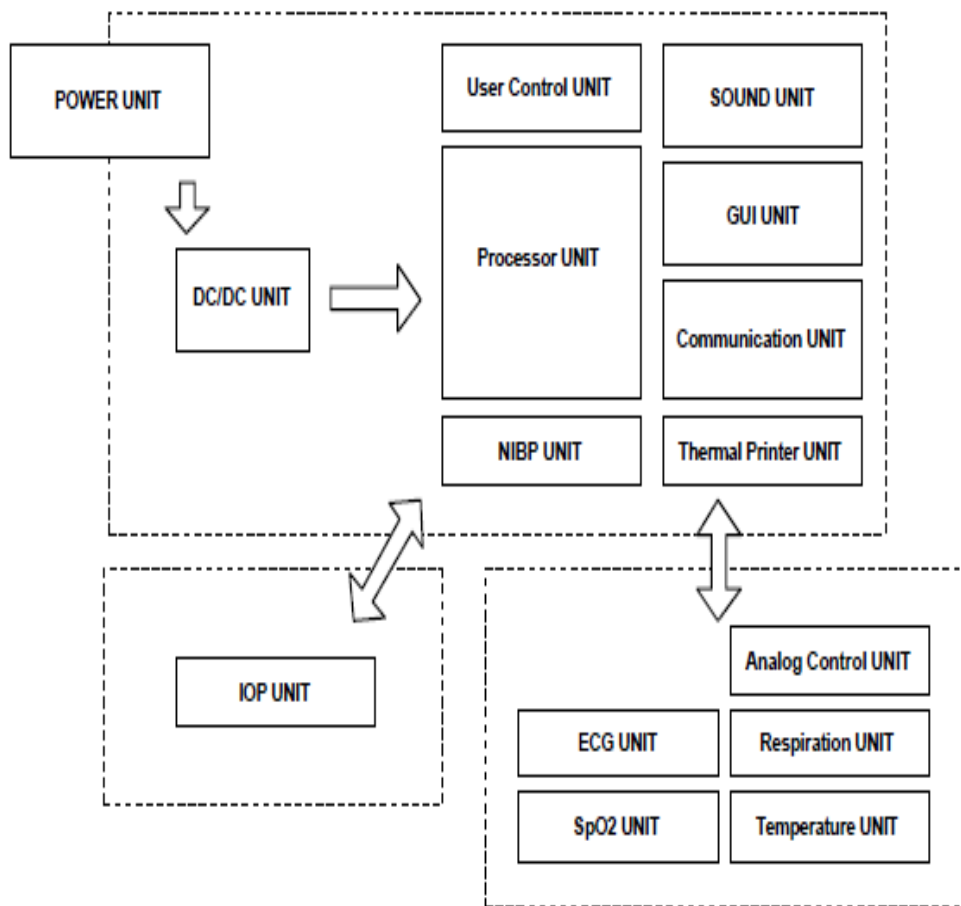


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 6.

3.4.2.1. Sistema monitor de signos vitales

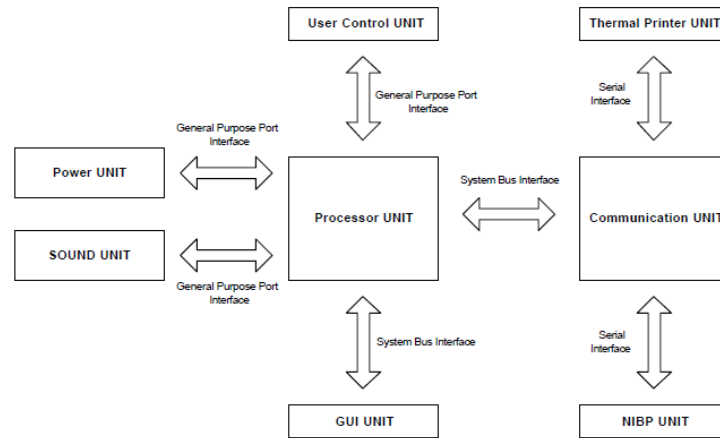
A continuación se describe la configuración interna del monitor nellcor por medio de sus diagramas de bloques.

Figura 32. Diagrama de bloques 1 monitor N5500



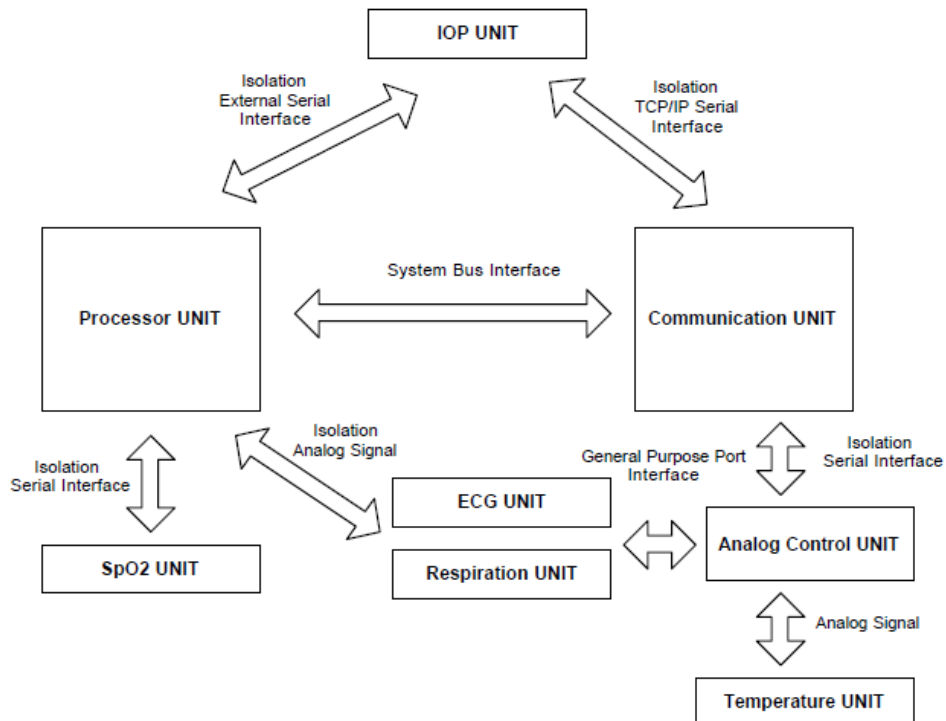
Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 81.

Figura 33. Diagrama de bloques 2 monitor N5500



Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 82.

Figura 34. Diagrama de bloques 3 monitor N5500



Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 82.

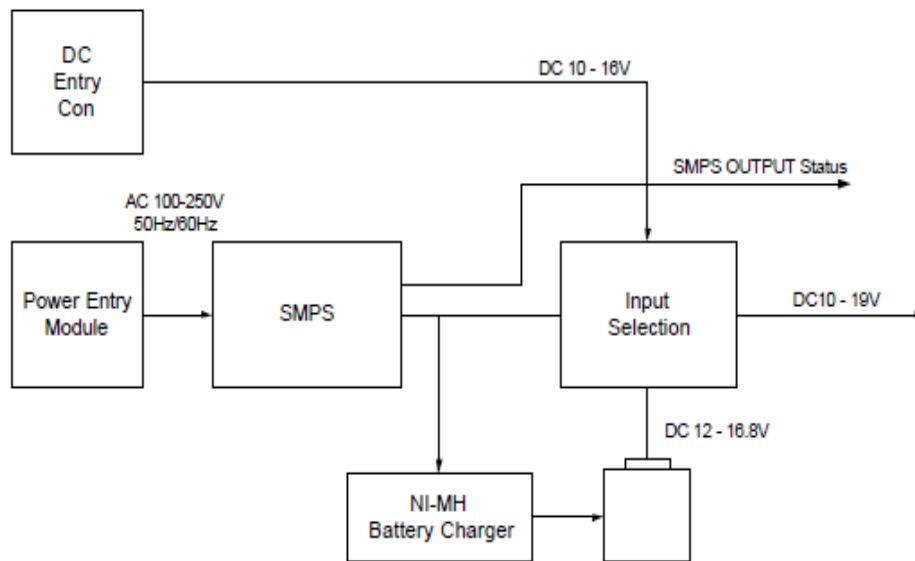
3.4.2.2. Unidades del sistema de monitor de signos vitales

El monitor de signos vitales está conformado por un conjunto de unidades que se describen a continuación.

3.4.2.2.1. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación se compone de un módulo de alimentación, SMPS, cargador de batería, batería, entrada externa de CC y la unidad de CD / CD.

Figura 35. Diagrama de bloques fuente de alimentación

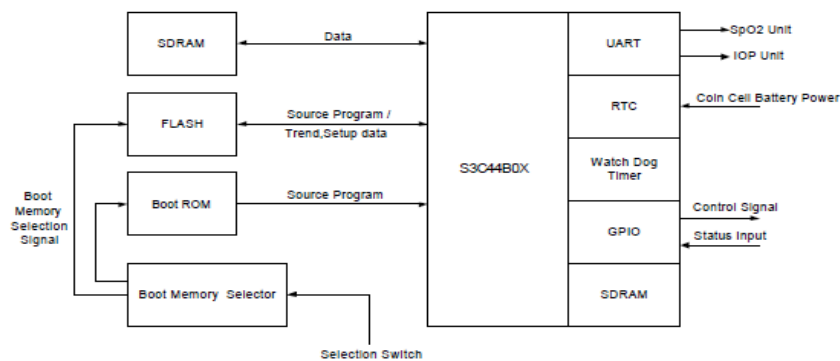


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 83.

3.4.2.2. Unidad de procesador

La unidad de procesador consta de Samsung S3C44B0X CPU, SDRSM, Boot ROM y Flash.

Figura 36. Diagrama de bloques unidad de procesador

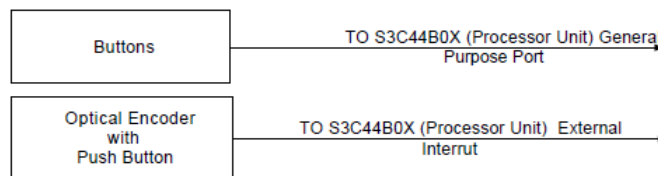


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*, p. 83.

3.4.2.3. Unidad control de usuario

La unidad de control de usuario consiste en un interruptor de encendido/apagado, 4 interruptores funcionales, óptica y codificador, el indicador de alimentación de CA y LED indicador de batería baja.

Figura 37. Diagrama de bloques unidad control de usuario

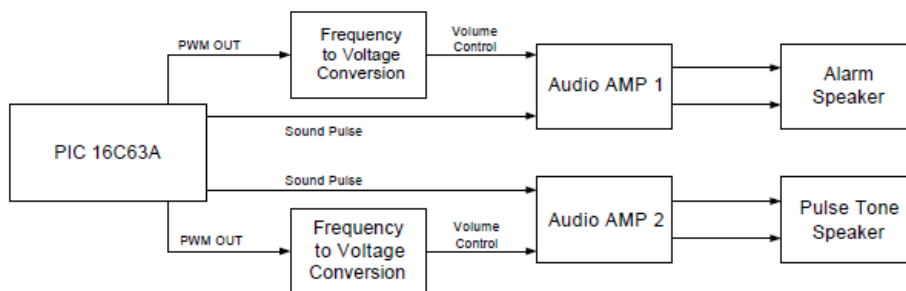


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*, p. 83.

3.4.2.2.4. Unidad de sonido

La unidad de sonido consiste en PIC de 8 bits y amplificadores de 2 canales de altavoz.

Figura 38. Diagrama de bloques unidad de sonido

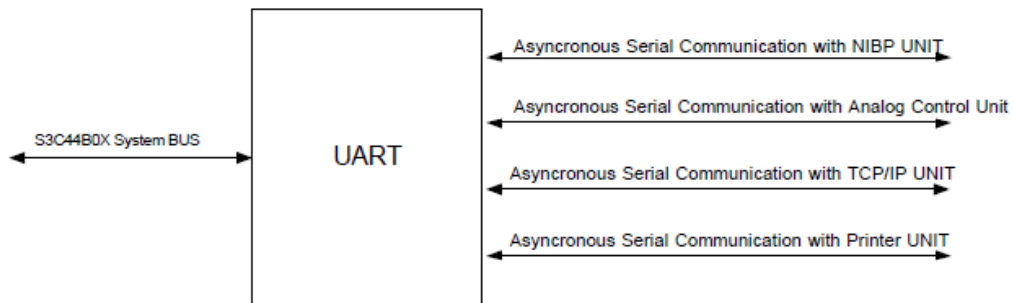


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 84.

3.4.2.2.5. Unidad de comunicación

La unidad de comunicación está conformada por cuatro canales UART.

Figura 39. Diagrama de bloques unidad de comunicación 1

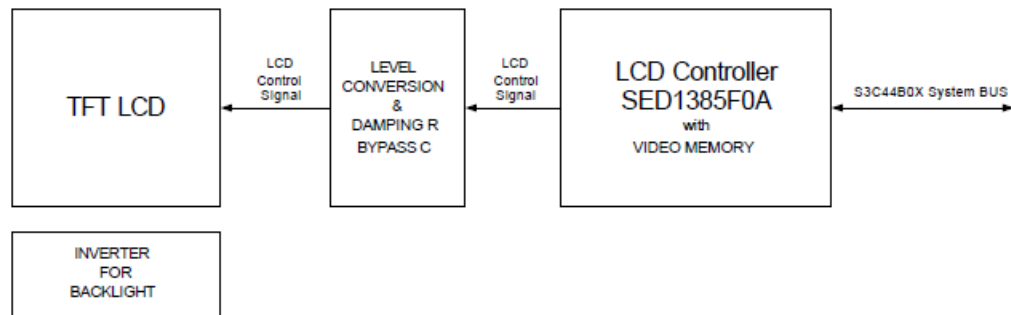


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 84.

3.4.2.2.6. Unidad de interfaz gráfica de usuario

La unidad de interfaz gráfica de usuario está conformada por una pantalla TFT-LCD, inversor de retroalimentación y controlador de video interno.

Figura 40. Diagrama de bloques unidad de comunicación 2

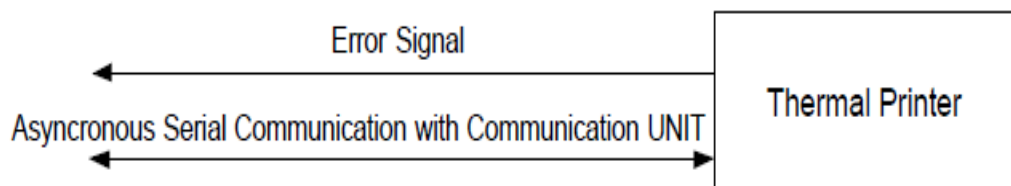


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. P. 84.

3.4.2.2.7. Unidad de impresión térmica

Esta unidad contiene el registro de datos grabados del monitor de signos vitales.

Figura 41. Diagrama de bloques unidad de impresión térmica

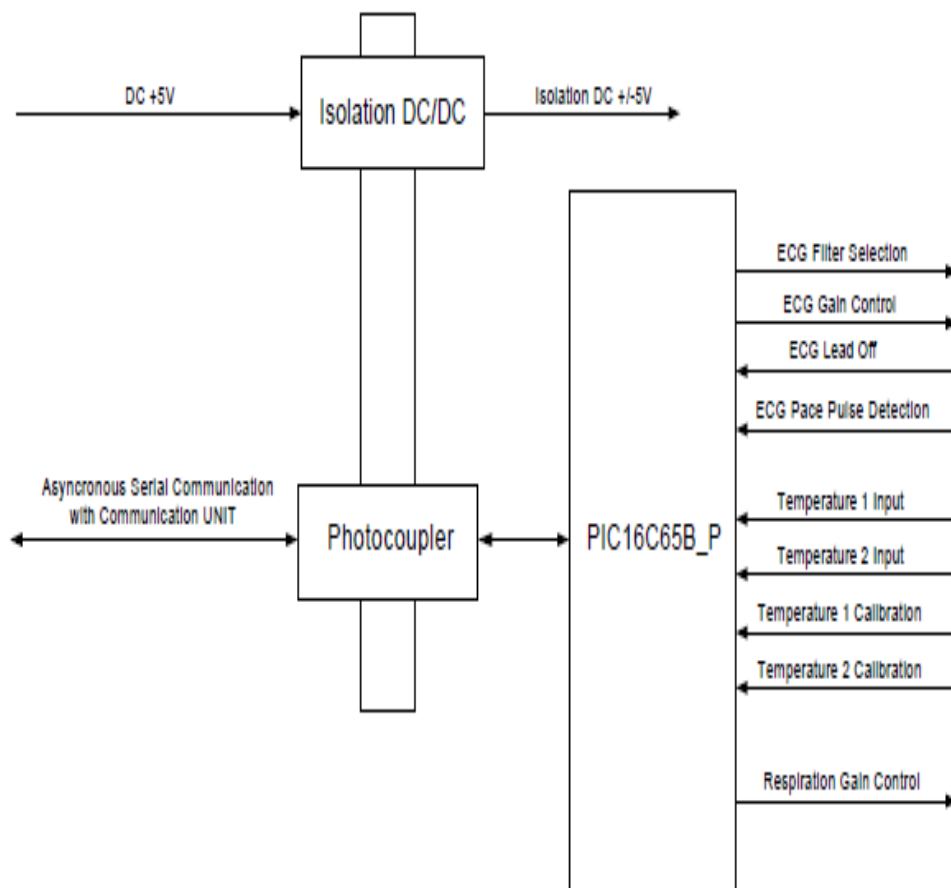


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 84.

3.4.2.2.8. Unidad de control analógico

La unidad de control analógico consiste de un circuito PIC16C65, que realiza la selección de canales de ECGy el filtro, ajuste de tamaño, la verificación de plomo fuera, QRS y el ritmo cardíaco.

Figura 42. Diagrama de bloques unidad de control analógico



Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 84.

3.5. Incubadora

Equipo con cubierta cerrada, con control de la temperatura, oxigenación y humedad del aire, así como el monitoreo de la temperatura en piel, oximetría y báscula electrónica autointegrada, que permite el pesado del paciente en el interior de la incubadora.

3.5.1. Justificación

Dado que es un equipo empleado en la terapia con pacientes neonatales que presentan como común denominador capacidades funcionales reducidas en sus órganos vitales y en ocasiones aunado a alguna patología, es necesario llevar un control de calidad continuo de los sistemas de medición de los diferentes parámetros que controlan el sistema, para su correcto funcionamiento de forma integral.

Figura 43. Incubadora de infantes

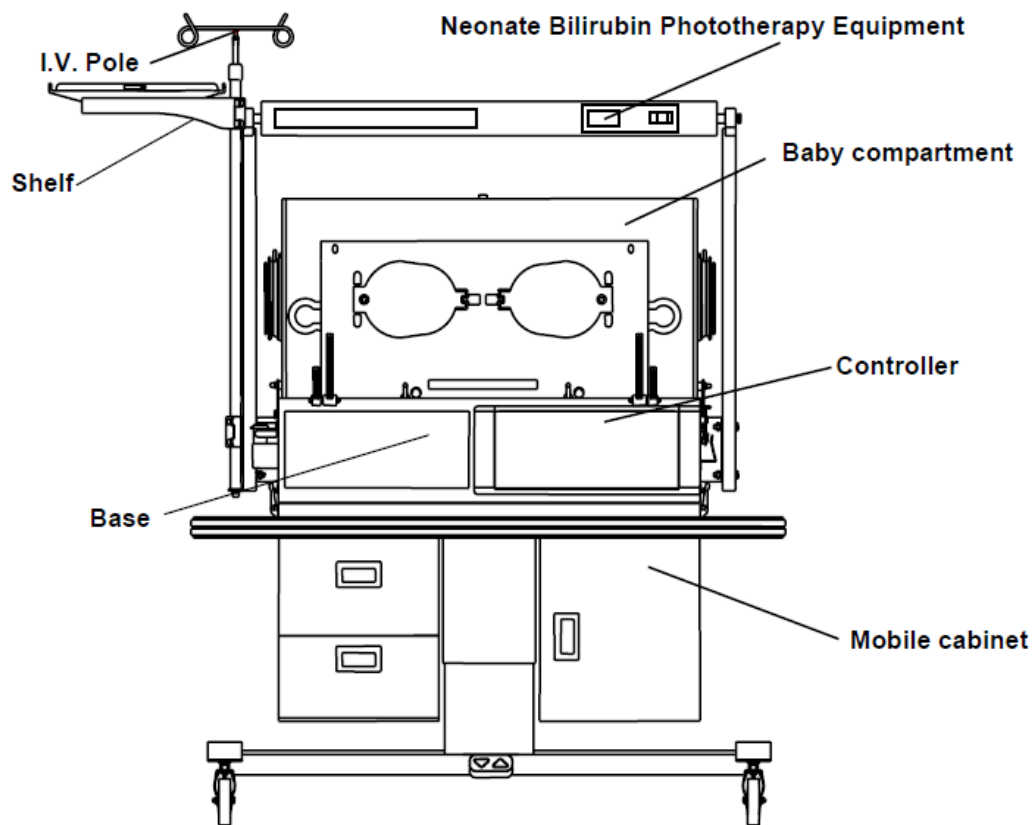


Fuente: área de Intensivo, de Hospital Nacional de San Marcos.

3.5.2. Partes de incubadora

La incubadora de infantes esta formada por un grupo de partes que se describen a continuación.

Figura 44. Partes de incubadora de infantes



Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de usuario incubadora serie YP-90*. Sección 1. p. 1.

Tabla II. **Descripción de las partes de la incubadora**

Parte de Incubadora	Explicación
I.V. Pole.	Parte que tiene un cojinete, que se utiliza para colgar la botella de infusión, con una carga máxima de 2 kg.
Controlador	Es la parte central de la incubadora; genera dos modos de tipo de control. El modo de bebé con temperatura > 37° y el modo anular que se utiliza para el control automático de calor de salida.
Shelf (estante)	Pieza que contiene un cojinete en el cual se colocan objetos y herramientas para la incubadora, con una carga máxima de 3.5 Kg.
Compartimiento de bebé	Parte donde se coloca el bebé incluyendo el moisés, el tamaño del colchón es de 630 por 355 mms. La cuna se puede inclinar entre $\pm 12^\circ$ de acuerdo con las necesidades clínicas y la carga máxima es de 10 Kg.
Base	Es la parte más importante de la incubadora, que se compone principalmente del tanque de aluminio, cámara de humedad y filtro de aire.
Armario móvil	Parte de apoyo para la incubadora en forma de gabinete.
Neonato fototerapia	Esta parte está montada en la parte superior de la incubadora y su fuente de luz tiene dos tipos: lámparas fluorescentes y lámparas LED que el usuario pueda elegir. Se efectúa el tratamiento para bilirrubina y fototerapia para recién nacidos, con lámpara fluorescente.

Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de usuario incubadora serie YP-90*. Sección 1. p. 2.

3.5.3. Funcionamiento de incubadora

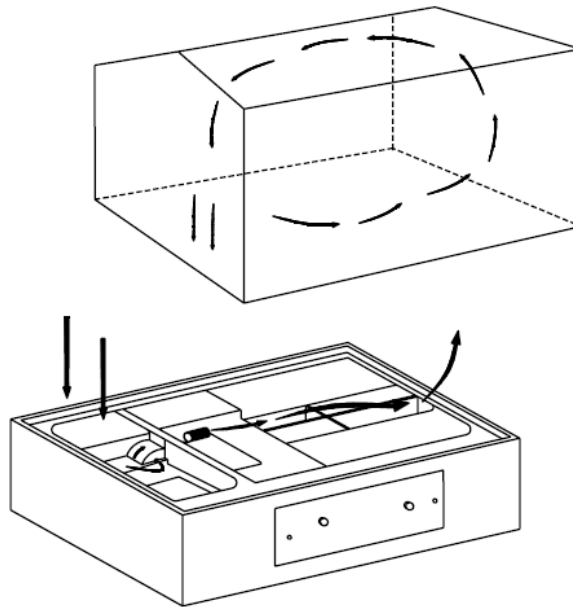
Los servicios que presta la incubadora a un paciente son variados, dependiendo de la calidad del equipo; pero lo que tienen en común son los parámetros de servicio, los cuales requieren que genere la temperatura adecuada, una buena proporción de oxígeno, según lo requiera el paciente y la humedad necesaria.

El interior de una incubadora parte de un mismo principio, el cual tiene un mecanismo en su interior, como en las incubadoras modernas, que están apoyadas por circuitos electrónicos. El mecanismo interior empieza desde el entorno, donde se debe obtener una proporción de aire a cual debe contener como mínimo el 40 % de oxígeno y como apoyo se debe de ayudar con oxígeno al vacío en un 100 %. Para filtrar la contaminación del oxígeno extraído del entorno debe de llevar un filtro que no deje pasar los agentes que contaminen la incubadora.

El flujo del oxígeno pasa por una resistencia gradual, que en la entrada de la resistencia entra a temperatura ambiental, y al salir sale a temperatura graduada, según lo programó el operador del equipo. La salida de este torrente de gas a la temperatura ideal, debe pasar por una manguera que contiene agua, para que esté humidificado el ambiente final.

El control de la temperatura se consigue por medio de un sistema de circulación de aire, como se muestra en la figura 45. Una cantidad controlada de aire de la habitación es aspirado a través del filtro de entrada de aire por medio del accionador del motor en el controlador.

Figura 45. **Sistema de circulación**

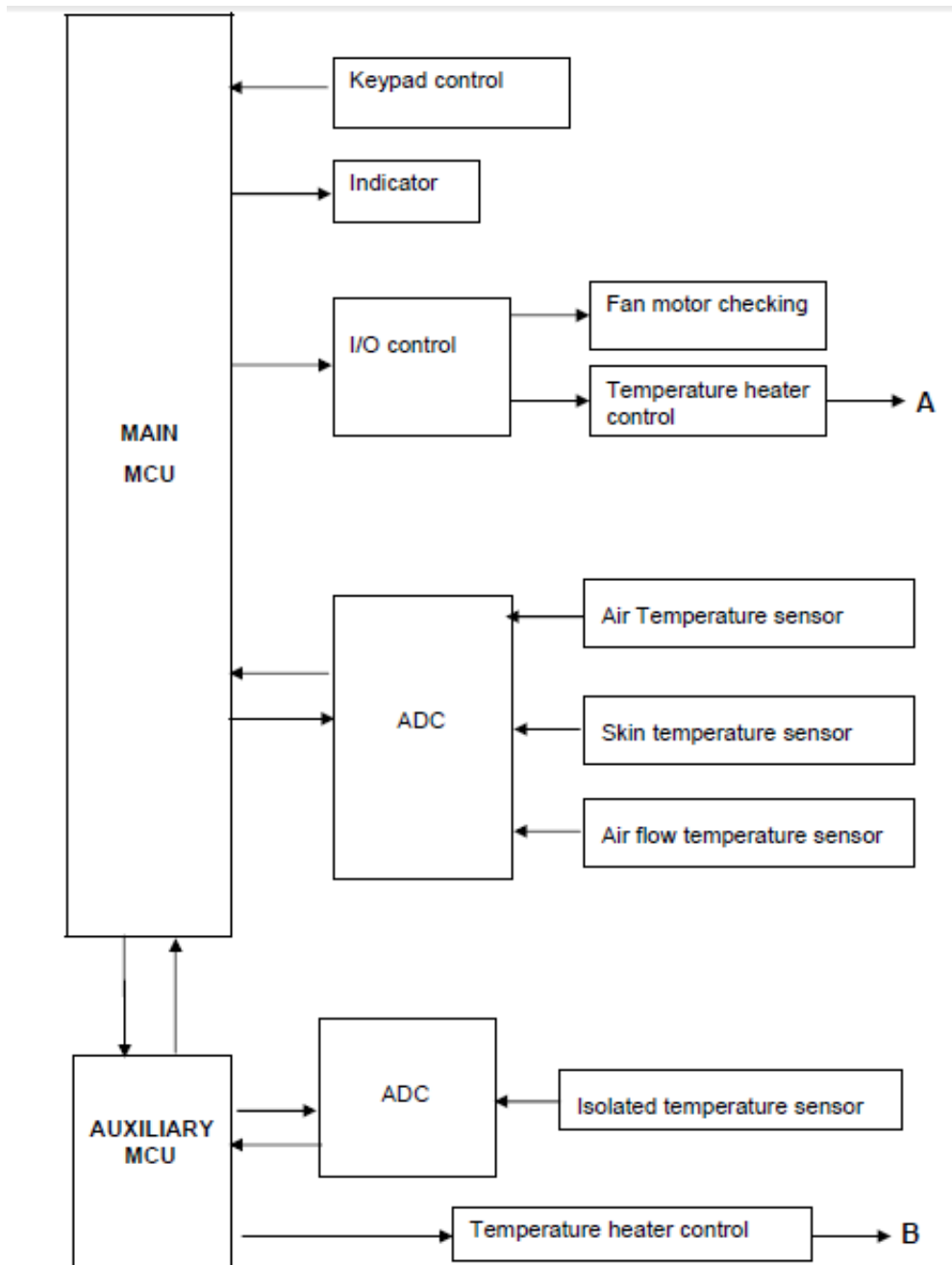


Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de incubadora serie YP-90*. Sección 3. p. 3.

Los flujos del aire que circula a través del sensor de detección de temperatura y el controlador de temperatura, modulan automáticamente la temperatura dentro de la campana, de acuerdo con la temperatura detectada por el sensor de detección de la temperatura del aire:

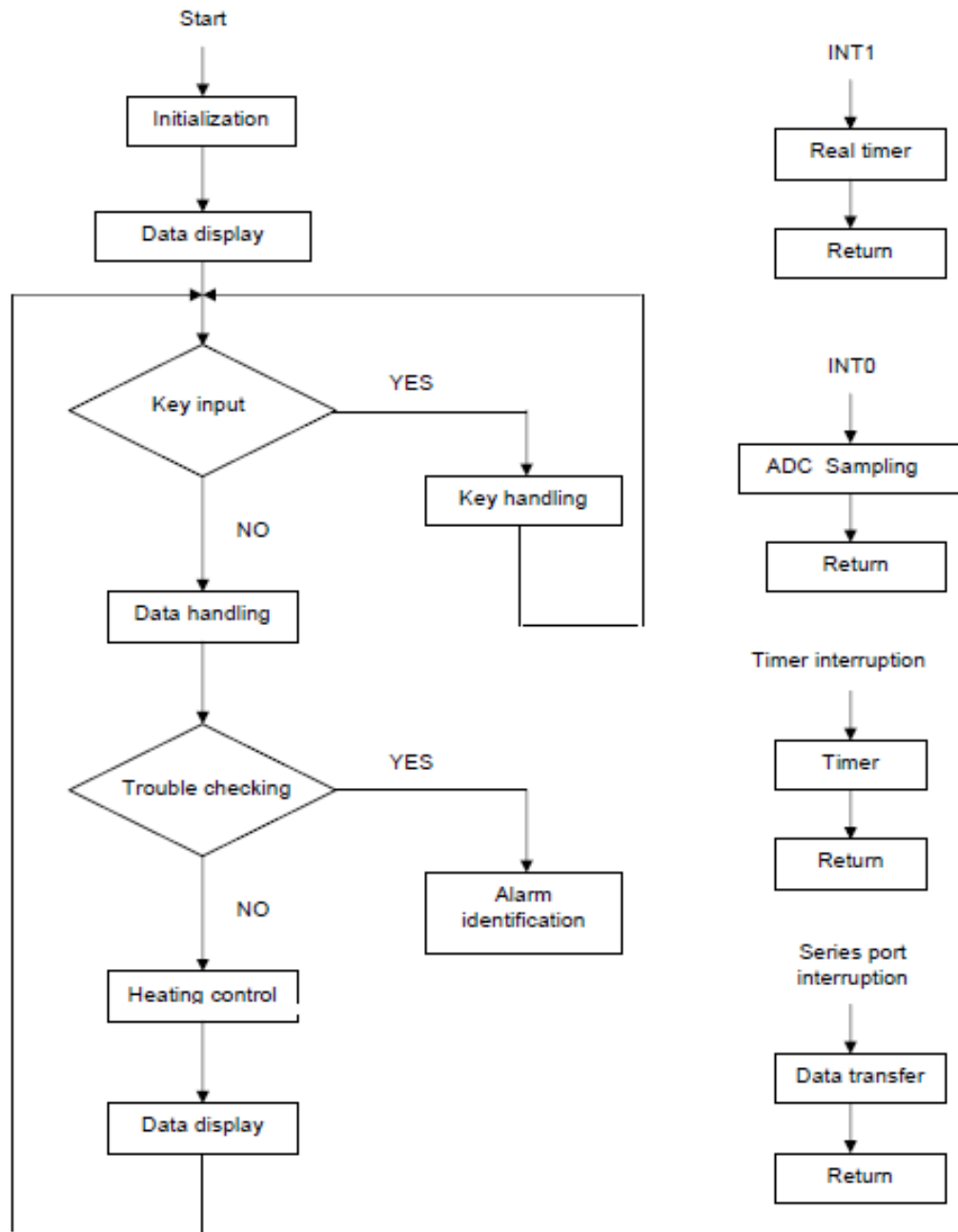
- Control de salida de calor en el modo de aire: controlar la salida de calentador de acuerdo con la temperatura del aire de forma automática.
- Control de salida de calor en el modo de bebé: controlar la salida del calentador con base en la temperatura de la piel de forma automática.

Figura 46. Diagrama de bloques de control de incubadora



Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de incubadora serie YP-90*. Sección 3. p. 4.

Figura 47. Diagrama de bloques procedimiento de incubadora



Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de incubadora serie YP-90*. Sección 3. p. 5.

3.5.4. Control de temperatura

En el modo de bebé, se controlará la temperatura de la incubadora automáticamente, para mantener el aire a temperatura próxima al valor establecido. La comparación de la temperatura y del sistema de aire, se debe realizar; el regulador ajustará la proporción de salida de calor para mantener su balance en el interior de la campana.

La otra sonda en el interior de sensor de aire es considerada como el sensor de temperatura aislado, cuando la temperatura establecida es $< 37^{\circ}\text{C}$ la temperatura de la incubadora debe ser $\leq 38,0^{\circ}\text{C}$ (la temperatura, mientras está ajustado es $> 37^{\circ}\text{C}$ la temperatura de la incubadora debe ser $\leq 40,0^{\circ}\text{C}$) el calentador se corta automáticamente.

3.5.5. Sensor de temperatura de aire

Este sensor es el encargado de detectar la temperatura del aire de entrada en la incubadora.

Figura 48. **Sensor de temperatura del aire**



Fuente: www.lacasadelsensor.files.wordpress.com/2014/03/mat_sensor_6238.jpg. Consulta: 19 de octubre de 2013.

3.5.6. Sensor de temperatura de piel

Este sensor es el encargado de detectar la temperatura del bebé que se conecta al cuerpo de este en la incubadora.

Figura 49. Sensor de temperatura de piel



Fuente: www.solostocks.cl/venta-productos/otros-productos-medicina-salud/sensor-temperatura-cutaneo-piel-891257. Consulta: 19 de octubre de 2013.

3.6. Desfibrilador

Equipo externo, portátil, empleado para el manejo del paro cardiaco súbito por fibrilación o taquicardia ventricular. Consta de un par de paletas por medio de las cuales se aplica una descarga de energía conocida sobre la piel, en el tórax del paciente, entre otras funciones; se utiliza también como monitor de ECG y marcapasos externo.

Estos equipos son utilizados en áreas de riesgo, tales como unidad de terapia intensiva y urgencias, por lo que incluyen una batería autointegrada que debe estar cargada permanentemente por cualquier eventualidad.

3.6.1. Justificación

La importancia de mantener este equipo en perfecto estado funcional, es debido a que es empleado generalmente en pacientes que presentan un evento cardiaco catastrófico, como fibrilación, taquicardia y sincronía en la actividad eléctrica, muscular y mecánica del corazón, lo cual origina una situación de emergencia, en donde literalmente cada segundo de tiempo transcurrido es de vital importancia.

Figura 50. **Desfibrilador**

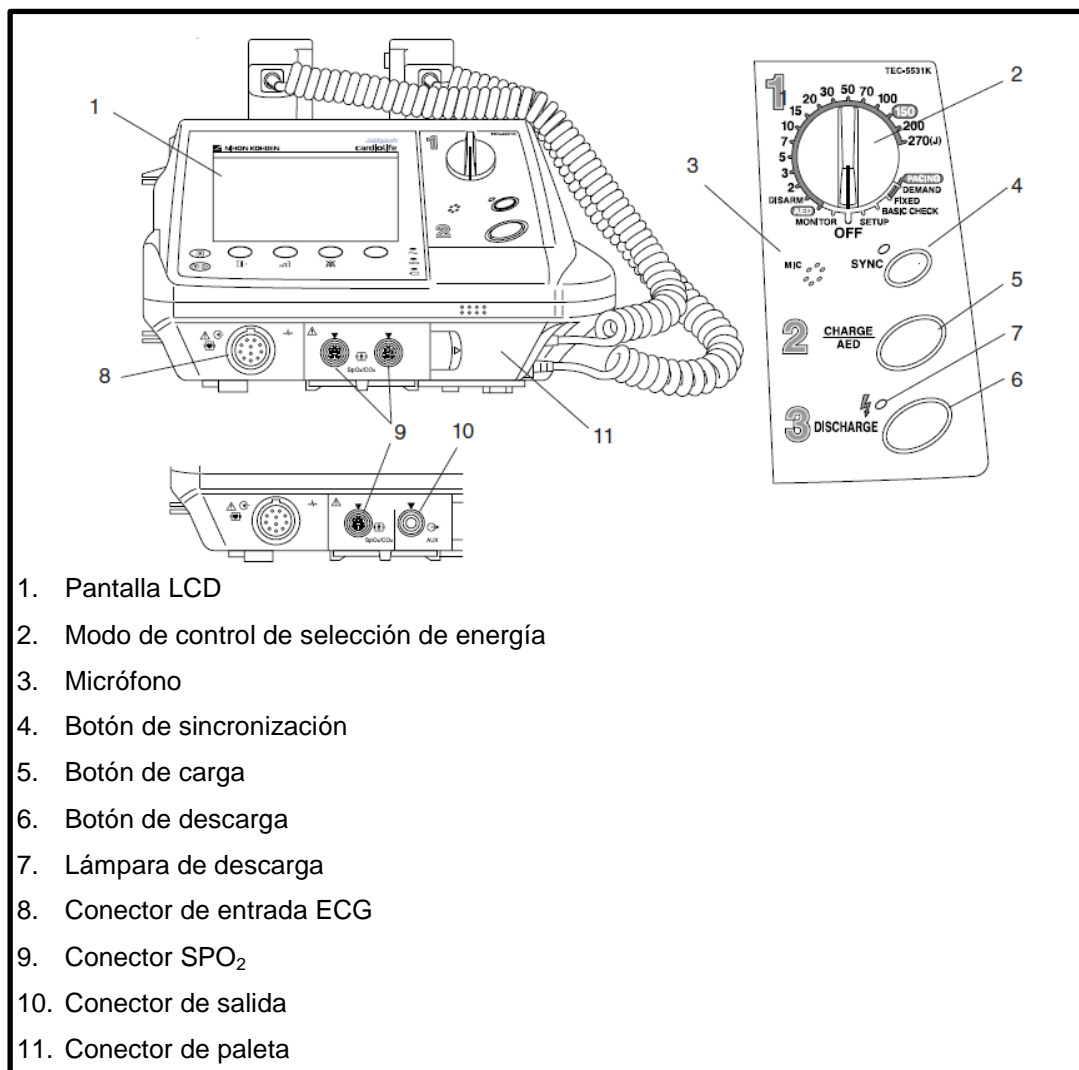


Fuente: área de Intensivo, Hospital Nacional de San Marcos.

3.6.2. Partes de desfibrilador TEC-5500

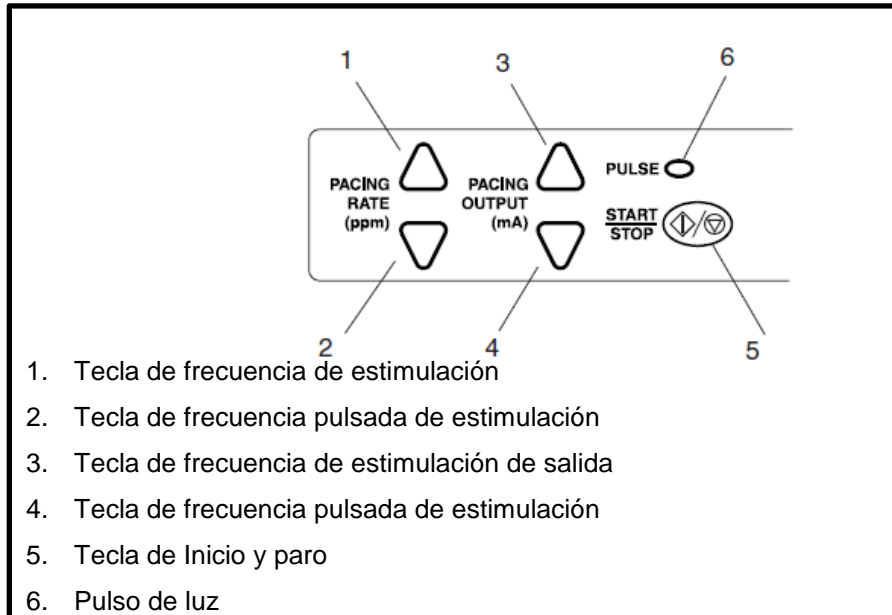
El desfibrilador esta formado por un grupo de partes que se describen a continuación.

Figura 51. Parte frontal desfibrilador TEC-5500



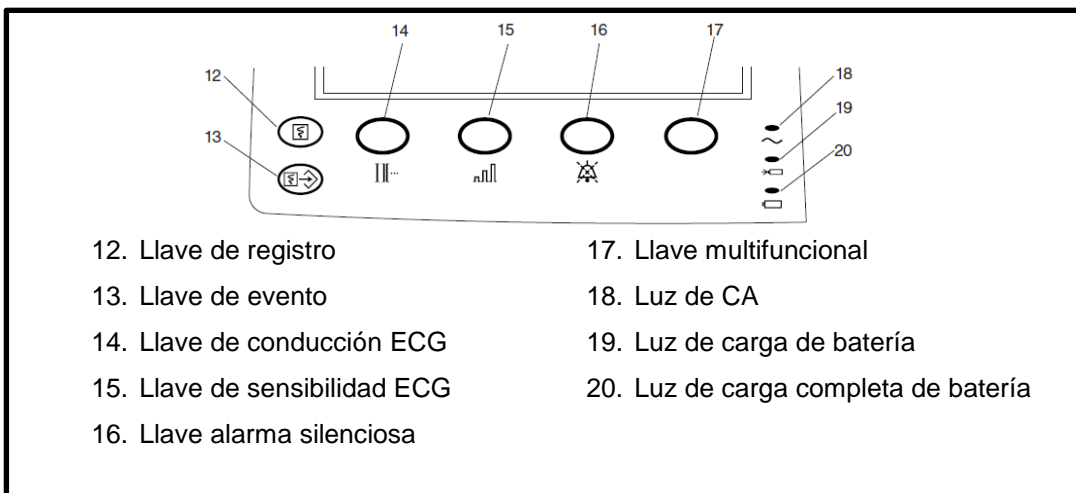
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 1. p. 5.

Figura 52. **Panel superior desfibrilador TEC-5500**



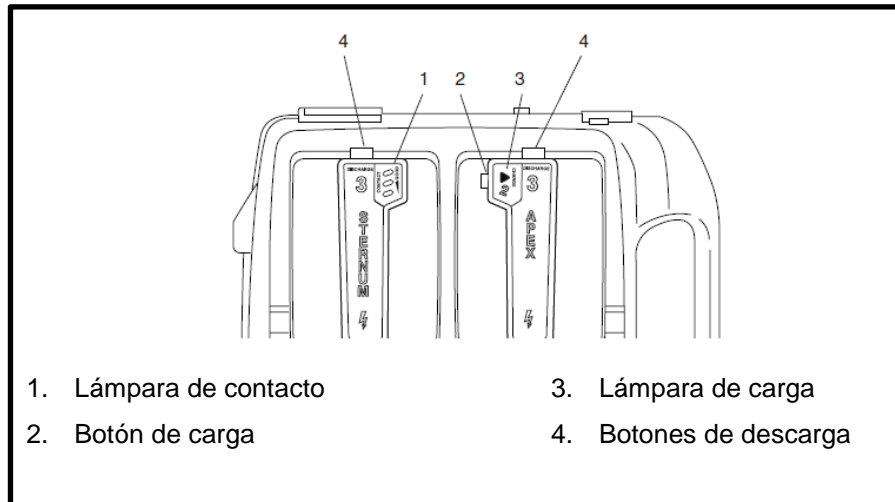
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección1. p. 6.

Figura 53. **Controles desfibrilador TEC-5500**



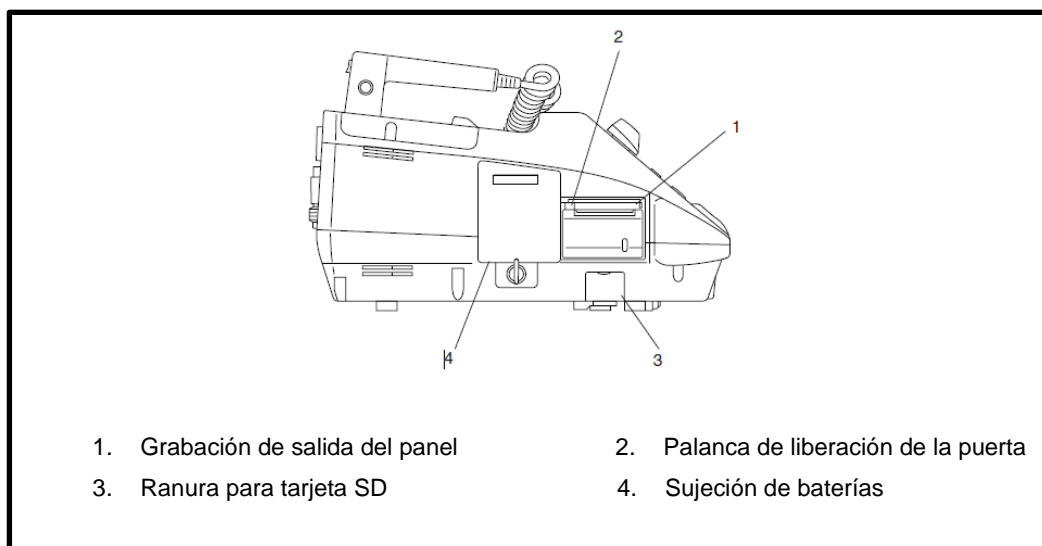
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección1. p. 6.

Figura 54. **Palancas externas desfibrilador TEC-5500**



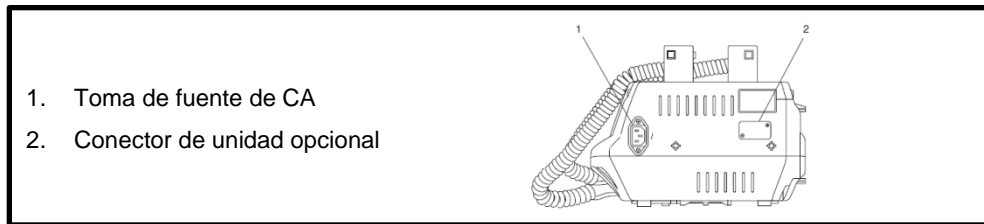
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 1. p. 7.

Figura 55. **Panel lateral izquierdo desfibrilador TEC-5500**



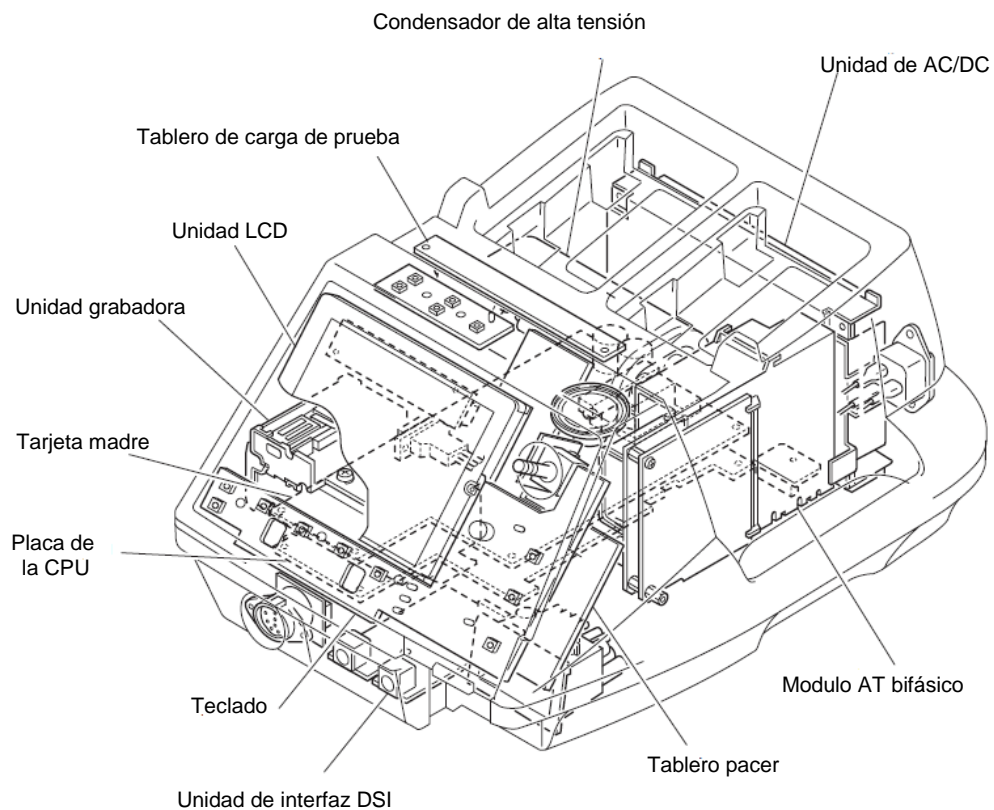
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 1. p. 7.

Figura 56. **Panel trasero desfibrilador TEC-5500**



Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 1. p. 8.

Figura 57. **Partes desfibrilador TEC-5500**



Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 1. p. 34

4. PROPUESTA PLAN DE MANTENIMIENTO AL EQUIPO ELECTROMÉDICO

El plan de mantenimiento surge de la necesidad de preservar el equipo electromédico del área de intensivo; la función del plan es programar, ordenar, administrar, ejecutar y controlar las actividades de mantenimiento, entre las cuales se encuentran: inspecciones y rutinas de mantenimiento preventivo.

El plan de mantenimiento tiene como objetivo preservar, mantener en funcionamiento y alargar la vida útil de los equipos del área de intensivo del hospital.

4.1. Mantenimiento preventivo de la bomba de infusión

La bomba de infusión forma parte del entorno cercano del paciente. Se aconseja limpiar y desinfectar diariamente las superficies externas del aparato para proteger mejor al paciente, así como al personal de los riesgos de contaminación.

4.1.1. Rutina de mantenimiento diaria bomba de infusión

Técnica y procedimientos que se realizarán diariamente antes de la utilización de la bomba de infusión.

4.1.1.1. Limpieza de bomba de infusión

- Desconectar la bomba de la red antes de limpiarla.
- No colocar en autoclave, ni sumergir el aparato. Evitar la entrada de líquidos en la carcasa del aparato.
- Si el aparato está en un servicio de alto riesgo de contaminación, tras desinfectarlo con un trapo húmedo, se aconseja dejarlo en la habitación durante la desinfección aérea.
- Usar un trapo con detergente o desinfectante, si es necesario diluido previamente en agua, para la destrucción de los microorganismos. Evitar un cepillado demasiado abrasivo que podría rallar la carcasa. No aclarar ni secar las superficies.
- No usar productos a base de: tricloroetileno-dicloro de etileno-amoniaco cloruro de amoniaco hidrocarburos clorados y aromáticos-dicloruro de etileno-cloruro de metileno-cetonas. Estos agentes agresivos podrían dañar las partes plásticas y provocar un malfuncionamiento del aparato.

4.1.2. Rutina de mantenimiento bimensual de bomba de infusión

A continuación se describen los pasos para realizar el mantenimiento de la bomba de infusión ya establecidos.

4.1.2.1. Servicio a bomba de infusión

Para asegurar un funcionamiento óptimo del aparato, se recomienda reemplazar la batería interna cada 3 años. Esto debe hacerlo un técnico calificado. Es importante que se realicen procedimientos a la bomba de infusión tales como:

- Realizar servicio con el instrumental requerido para efectuar el mantenimiento preventivo, como un analizador de seguridad eléctrica, en el cual se detectarán fallas eléctricas.
- Realizar servicio con el instrumental requerido para efectuar el mantenimiento preventivo, como un analizador de bombas de infusión, el cual detectará fallas en la bomba de infusión.

4.1.2.2. Revisiones regulares a bomba de infusión

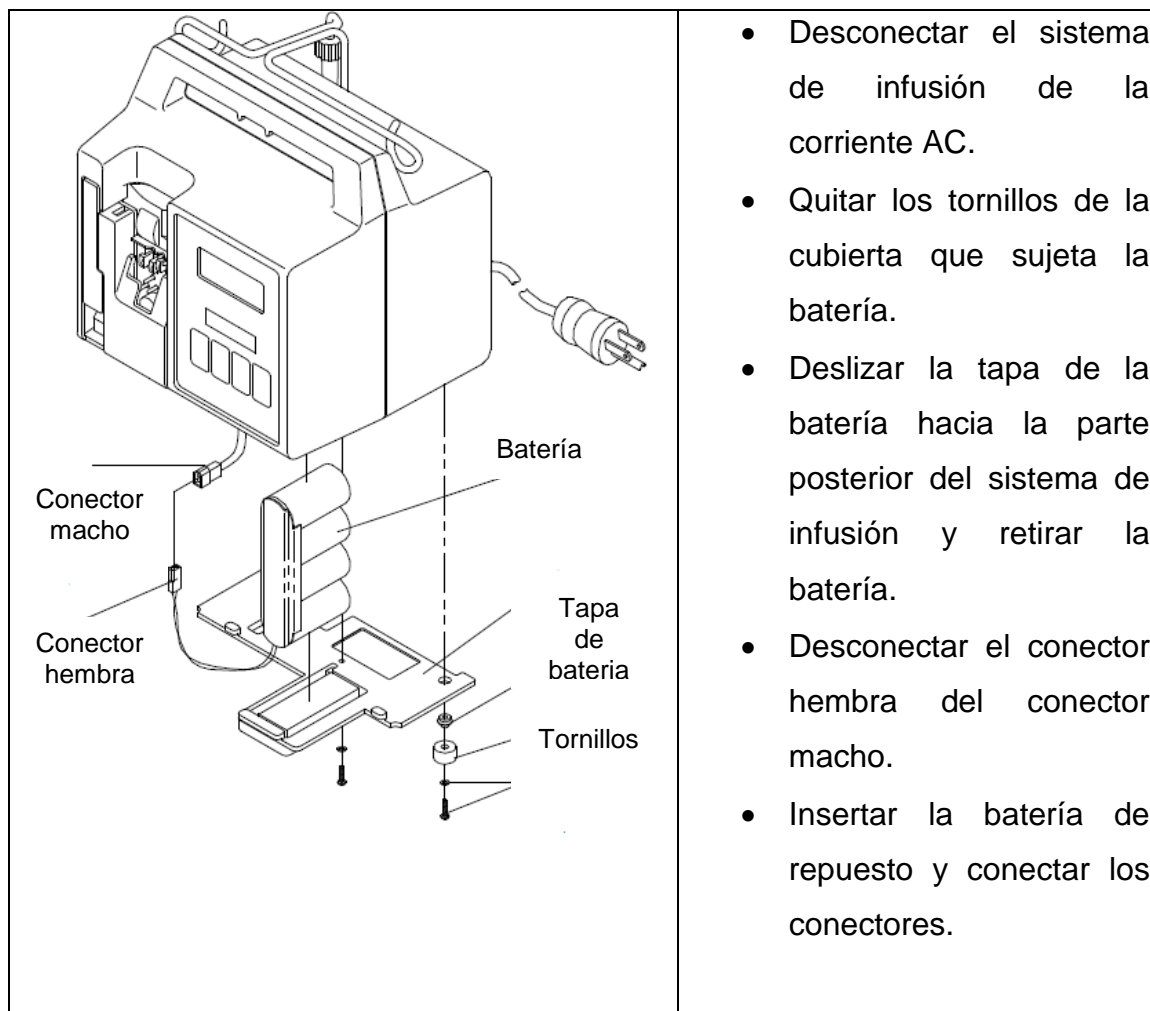
Por la utilidad de la bomba de infusión es importante realizar las siguientes revisiones.

- Comprobación de la batería
- Prueba de flujo
- Prueba de volumen
- Accesorio de bomba de infusión se encuentre en buen estado
- Cables de alimentación estén en buen estado
- Prueba de fusibles

4.1.3. Desmontaje de piezas para realizar mantenimiento

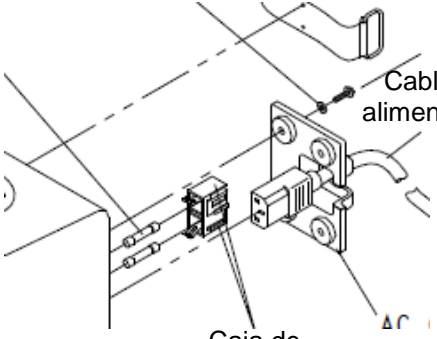
Esta sección detalla todas las piezas y subconjuntos del sistema de infusión que son reparables dentro del mantenimiento de este manual.

Tabla III. Reemplazo de batería interna



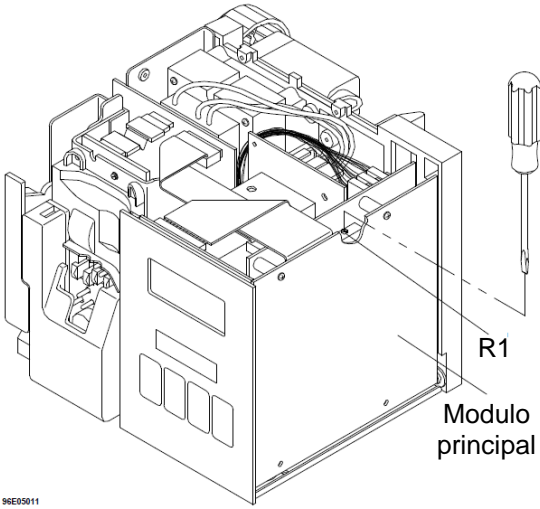
Fuente: JMS NORTH AMERICA. *Manual del operador bomba de infusión JMS ot-701*. p. 5.

Tabla IV. **Reemplazo de fusible**

 <p>Diagrama que muestra la conexión del cable de alimentación a la caja de fusibles. El cable de alimentación está etiquetado como 'Cable de alimentación' y la caja de fusibles como 'Caja de fusibles.'.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desconectar el sistema de infusión de la corriente alterna. • Retirar los tornillos para remover el cable de alimentación para tener acceso a la caja de fusibles. • Aflojar y retirar los tornillos de la caja de fusibles. Los fusibles dañados deben sustituirse.
--	--

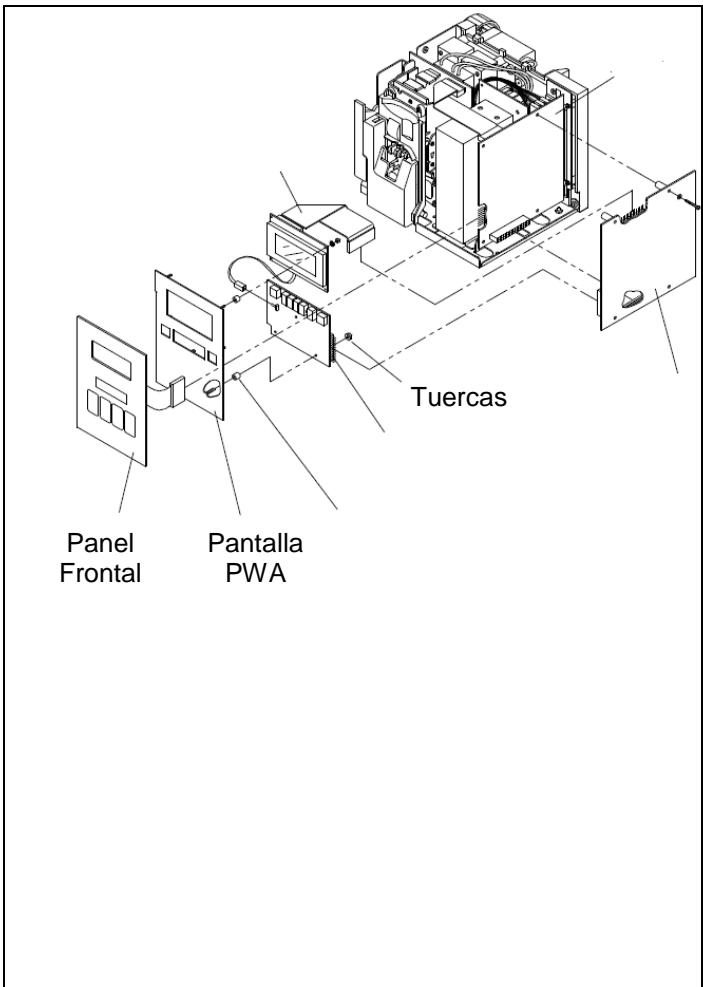
Fuente: JMS NORTH AMERICA. *Manual del operador bomba de infusión JMS ot-701*. p. 6.

Tabla V. **Desmontaje para ajuste de pantalla LCD**

 <p>Diagrama que muestra el módulo principal con el potenciómetro R1. El potenciómetro R1 está etiquetado como 'R1' y el módulo principal como 'Modulo principal'. Se muestra un destornillador plano pequeño apuntando al potenciómetro R1.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desconectar el sistema de infusión de la corriente alterna. • Separar la cubierta trasera de la delantera. • Retirar el protector EMI. • Localizar el potenciómetro R1 en el módulo principal. • Ajustar el potenciómetro por medio de un desarmador plano pequeño.
---	---

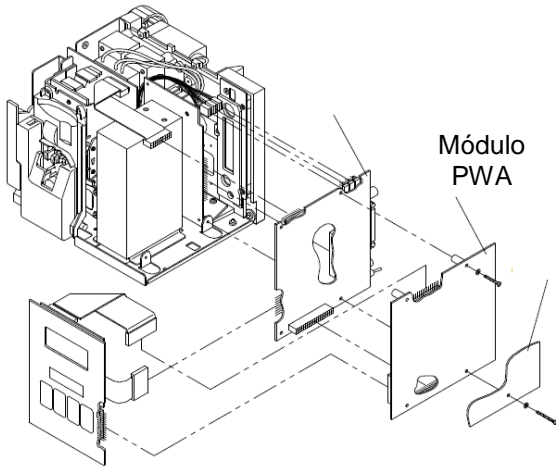
Fuente: JMS NORTH AMERICA. *Manual del operador bomba de infusión JMS ot-701*. p. 8.

Tabla VI. Reemplazo de *display* PWA

 <p>Panel Frontal</p> <p>Pantalla PWA</p> <p>Tuercas</p>	<ul style="list-style-type: none">• Retirar el panel frontal.• Utilizar una llave de tuercas de $\frac{1}{4}$ de pulgada para retirar las 3 tuercas.• Levantar la pantalla PWA y desconectar los conectores de los pines que conectan la LCD.• Sustituir la pantalla PWA en los pernos, por una nueva.
--	--

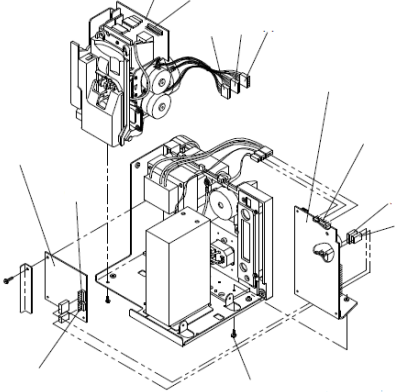
Fuente: JMS NORTH AMERICA. *Manual del operador bomba de infusión JMS ot-701*. p. 10.

Tabla VII. **Reemplazo del módulo PWA**

 <p>Módulo PWA</p>	<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el sistema de infusión de la corriente alterna.• Separar la cubierta trasera de la delantera.• Retirar los tornillos que sujetan al módulo PWA.• Utilizar el movimiento balanceado, halar suavemente le módulo PWA del sistema de infusión para desconectar el conector de 40 pines.• Retirar y reemplazar el módulo PWA.
---	---

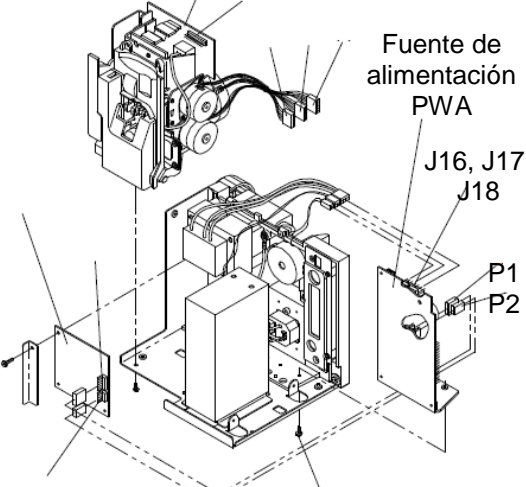
Fuente: JMS NORTH AMERICA. *Manual del operador bomba de infusión JMS ot-701*. p. 12.

Tabla VIII. **Reemplazo de mecanismo PWA**

<p>Mecanismo PWA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Desconectar el sistema de infusión de la corriente alterna. • Separar la cubierta trasera de la delantera. • Retirar los tornillos que sujetan el mecanismo PWA. • Desconectar los conectores P7, P8, P9. • Retirar y reemplazar el mecanismo.
--	--

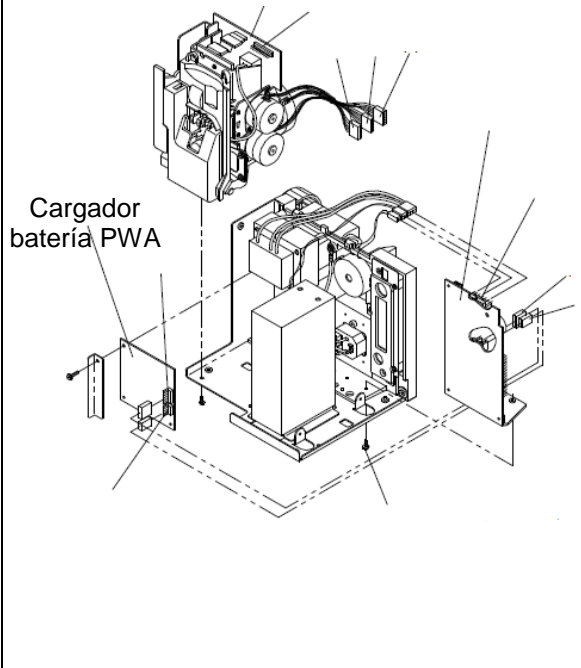
Fuente: JMS NORTH AMERICA. *Manual del operador bomba de infusión JMS ot-701*. p. 13.

Tabla IX. **Reemplazo fuente de alimentación del módulo PWA**

 <p>Fuente de alimentación PWA</p> <p>J16, J17, J18</p> <p>P1, P2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desconectar el sistema de infusión de la corriente alterna. • Separar la cubierta trasera de la delantera. • Utilizar una llave para quitar las tuercas que aseguran la fuente de alimentación. • Desconectar los conectores J16, J17, J18, P1 y P2. • Retirar y reemplazar la fuente de alimentación PWA.
--	--

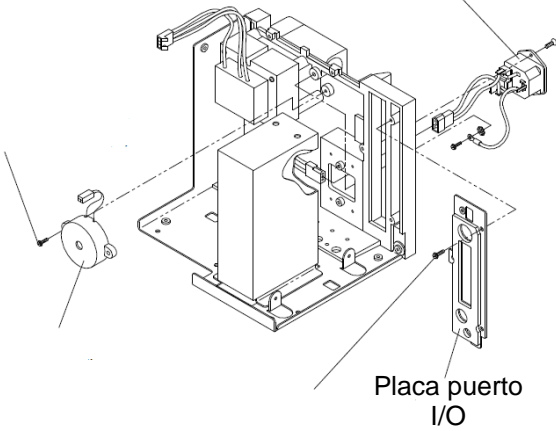
Fuente: JMS NORTH AMERICA. *Manual del operador bomba de infusión JMS ot-701*. p. 15.

Tabla X. **Reemplazo de cargador de batería PWA**

 <p>Cargador batería PWA</p>	<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el sistema de infusión de la corriente alterna.• Separar la cubierta trasera de la delantera.• Retirar los tornillos que sujeta el chasis del cargador.• Retirar y reemplazar el cargador.
--	---

Fuente: JMS NORTH AMERICA. *Manual del operador bomba de infusión JMS ot-701*. p. 16.

Tabla XI. **Reemplazo de la placa de puerto I/O**

 <p>Placa puerto I/O</p>	<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el sistema de infusión de la corriente alterna.• Separar la cubierta trasera de la delantera.• Retirar el panel frontal.• Retirar el módulo principal PWA.• Retirar los tornillos que sujetan la placa de puerto I/O.• Retirar y reemplazar la placa del puerto I/O.
---	---

Fuente: JMS NORTH AMERICA. *Manual del operador bomba de infusión JMS ot-701*. p. 17.

4.1.4. Seguridad eléctrica

Una instalación insegura de un equipo, ofrece un peligro potencial tanto al equipo mismo, como a las personas. Revisar que la instalación del equipo ofrezca seguridad, ya sea que esté montado sobre una superficie, instalado en la pared, o sobre una superficie móvil.

También debe verificarse que la instalación eléctrica a la que está conectado, se encuentre polarizada, protegida con medios de desconexión apropiados, y que no permita la producción de cortocircuitos o falsos contactos por movimientos mecánicos normales. Esto implicará el tomacorriente, y subtablero de protección y distribución más cercana.

4.2. Mantenimiento preventivo respirador artificial

El respirador artificial forma parte del entorno cercano del paciente. Se aconseja limpiar y desinfectar diariamente las superficies externas del aparato para proteger mejor al paciente.

4.2.1. Rutina de mantenimiento diaria respirador artificial

Esta rutina será más bien una rutina de preparación y limpieza. Realizada por el operador del equipo (enfermera).

- Descripción:
 - Verificación de la limpieza del equipo en general
 - Inspección de accesorios, indicadores de funcionamiento
 - Verificación de parámetros de funcionamiento, alarmas, etc.

- Procedimiento:
 - Apagar el equipo, luego desconectarlo de la red eléctrica, mientras se hace la limpieza.

- Inspeccionar la limpieza en general del respirador artificial. Limpiar toda la superficie exterior del respirador artificial, humedecido previamente con agua y jabón líquido. Tener cuidado de que la tela esté solamente húmeda para no escurrir agua en el interior del equipo.
- Verifique que los cables tanto de suministro de energía, como las mangueras, estén bien colocados.
- Conectar nuevamente el respirador artificial encendiéndolo; verificar el buen funcionamiento del equipo, incluyendo parámetros establecidos y alarmas; hacer correcciones si se necesitan.

4.2.2. Rutina de mantenimiento por intervalo de tiempo del respirador artificial

En esta rutina se realizarán procedimientos más a fondo para mantener el equipo en buen estado.

- Descripción:
 - Limpieza profunda del equipo
 - Técnicas de mantenimiento

Tabla XII. Limpieza respirador artificial

Pieza	Procedimiento	Comentario
Exterior del respirador (incluyendo el teclado y el brazo flexible)	Frotar con un trapo húmedo y un detergente suave. Limpiar el teclado con un <i>spray</i> limpiador de teclado (P/N G-061576-00).	Impedir que el líquido penetre en el Respirador.
Tubos del circuito de respiración	Reutilizable: desmontar y limpie los componentes; a continuación, esterilizarlos en autoclave, pasteurizarlos o desinfectarlos químicamente. Desechable: desinfectar o esterilizar los componentes a continuación, desecharlos.	Si se sumerge en líquido, usar aire a presión para eliminar la humedad del interior de los tubos antes del uso. Buscar muescas y cortes y sustituirlos si es necesario. Ejecutar el ATC para comprobar que no existen fugas cuando se instale un nuevo circuito de respiración. Seguir las instrucciones del circuito para las tareas de instalación y limpieza.
Receptáculo de agua en línea	Desmontar, limpiar y a continuación en autoclave, pasteurizar o desinfectar químicamente.	Buscar roturas y sustituir si hay daños. Seguir las instrucciones del circuito para las tareas de instalación y limpieza.
Acoplamiento y conectores	Esterilizar en autoclave, pasteurizar o desinfectar químicamente.	Si se sumerge en líquido, use aire a presión para eliminar la humedad del interior antes de usarlo.

Continuación de la tabla XII.

Pieza	Procedimiento	Comentario
Filtro del respirador de refrigeración	Cada 250 horas (o un mes de uso) o cuando sea necesario: lavarlo o sustituirlo.	Sustitúyalo cuando los elementos del filtro parezcan gastados u obstruidos, o se produzca el mensaje "ALERTA FALLO".
Filtro de entrada de aire	Sustituya cada 1.000 horas (o tres meses) de uso, o cuando sea necesario.	Sustitúyalo cuando se produzca el mensaje "ENTRADA AIRE BLOQ". No intente limpiar o reutilizar el filtro de entrada de aire.
Sensor de oxígeno	Cada dos años o cuando sea necesario sustituya el sensor de oxígeno (un experto calificado del servicio técnico deberá realizar esta operación)	La duración real depende del entorno de funcionamiento; si funciona a altas temperaturas o altos niveles de "FIO2" el sensor tendrá una vida más corta. Consulte la función Resumen servicio de la tecla "MENU" para obtener un cálculo del tiempo de vida que le queda al sensor de oxígeno.
Batería interna	Cada dos años o cuando sea necesario sustituya la batería interna.	La duración real depende del tipo de uso.

Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Tabla A-1.

Tabla XIII. **Procedimientos de mantenimiento respirador artificial**

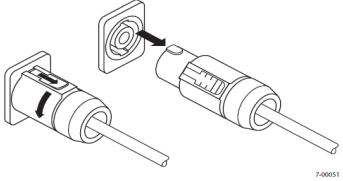
Frecuencia	Pieza	Mantenimiento
Semanalmente	Circuito de respiración del respirador.	Comprobar la composición del agua. Vaciar y limpiar cuando sea necesario.
250 horas o 1 mes de uso (o más a menudo, si es necesario)	Filtro del respirador de refrigeración	Limpiar. Sustituir el filtro cuando muestre signos de desgaste o se produzca una alarma ALERTA FALLO VENT.
1.000 horas o 3 meses de uso (o más a menudo si es necesario)	Filtro de entrada de aire	Sustituir en el intervalo recomendado o cuando se produzca una alarma ENTRADA AIRE BLOQ.
Anualmente o tras 100 ciclos de autoclave	Filtros bacterianos inspiratorios y espiratorios reutilizables	Esterilizar entre paciente y paciente y cada vez que cambie el circuito, o según el procedimiento de su institución. Esterilizar antes de desechar sin destruir.
Según se requiera	Sensor de oxígeno	Realizar una calibración seleccionando la función. Calibrar sensor de O ₂ de la tecla MENU o la función Sensor de oxígeno. (Un experto calificado del servicio técnico puede consultar las horas de funcionamiento que le quedan al sensor de oxígeno en el menú servicio.)
Cada 2 años o cuando sea necesario	Batería interna y externa.	Un experto calificado del servicio técnico puede consultar las horas de funcionamiento que le quedan al sensor de oxígeno en el menú servicio.

Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Tabla A-2.

4.2.3. Desmontaje de piezas para realizar mantenimiento

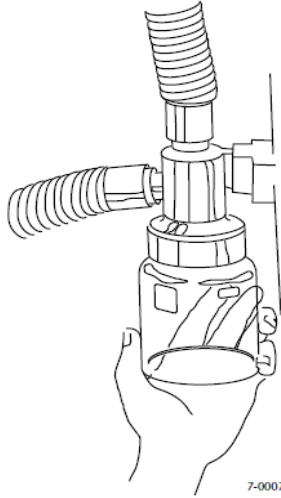
A continuación se describe el procedimiento para desmontar las piezas del respirador artificial.

Tabla XIV. **Cambio de batería interna del respirador artificial**

	<p>Desconectar la batería interna del módulo de alimentación y extraerla en la dirección que indica la flecha como se muestra en la figura.</p>
---	---

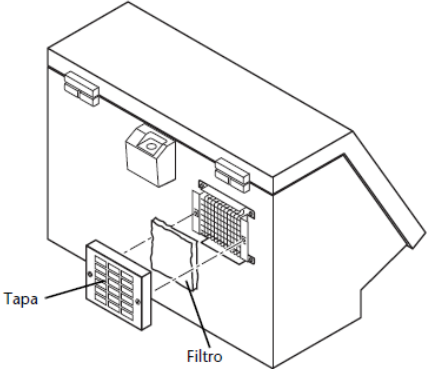
Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección 2. p. 6.

Tabla XV. **Desmontaje del colector vial**

	<ul style="list-style-type: none">• Girar el vial colector en el sentido contrario a las agujas del reloj, para soltarlo del circuito de respiración del ventilador.• Vaciar el vial colector, como se indica en la imagen.• Volver a colocar el vial colector vacío: girarlo en el sentido de las agujas del reloj para asegurarlo en su sitio.
---	--

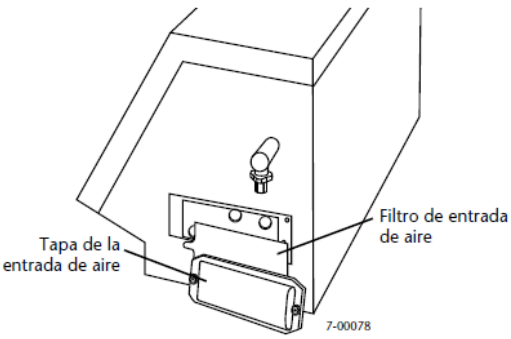
Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección A. p.11.

Tabla XVI. **Desmontaje del filtro del ventilador de refrigeración**

 <p>Tapa</p> <p>Filtro</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Quitar la tapa del ventilador de refrigeración de la parte trasera, aflojando los dos tornillos. • Quitar el filtro del ventilador de refrigeración. • Volver a colocar el filtro dentro del ventilador de refrigeración. • Volver a colocar la tapa del ventilador y ajustar los dos tornillos.
---	---

Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección A. p. 13.

Tabla XVII. **Desmontaje del filtro de entrada de aire**

 <p>Tapa de la entrada de aire</p> <p>Filtro de entrada de aire</p> <p>7-00078</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Girar manualmente los dos tornillos estáticos para quitar la tapa de la entrada de aire. • Tirar el filtro de entrada de aire usado. • Colocar el nuevo filtro de entrada de aire sobre el puerto del mismo que hay dentro del ventilador. • Volver a colocar la tapa de la entrada de aire.
---	---

Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario respirador artificial Nellcor serie 700*. Sección A. p. 14.

4.2.4. Procedimiento de limpieza colector vial y filtro de refrigeración

Para poder realizar un procedimiento adecuado de limpieza se deben utilizar agentes químicos que no produzcan conducción, ya que algunos dejan residuos que son conductores.

- Limpieza del colector vial: vaciar el colector vial antes de que se llene y realizar la limpieza del colector sumergiéndolo en un recipiente con etileno, durante un periodo de 30 minutos; secarlo adecuadamente con un paño limpio o toalla de papel.
- Limpieza del filtro del ventilador de refrigeración: lavar el filtro en una solución de detergente suave, aclararlo bien y secarlo cuidadosamente con un paño limpio o toalla de papel. Si el filtro no se limpia en su totalidad, sustituir el filtro.

4.2.5. Seguridad eléctrica

Una instalación insegura de un equipo ofrece un peligro potencial tanto al equipo mismo, como a las personas. Revisar que la instalación del equipo ofrezca seguridad, ya sea que esté montado sobre una superficie, instalado en la pared, o sobre una superficie móvil. Además, verificar que la instalación eléctrica a la que está conectado se encuentre polarizada, protegida con medios de desconexión apropiados, y que no permita la producción de cortocircuitos o falsos contactos por movimientos mecánicos normales. Esto implicará el tomacorriente, y subtablero de protección y distribución más cercano.

4.3. Mantenimiento preventivo monitor de signos vitales

El monitor de signos vitales forma parte del entorno cercano del paciente. Se aconseja realizar procedimientos de mantenimiento al aparato para proteger mejor al paciente.

4.3.1. Rutina de mantenimiento semanal de monitor de signos vitales

En esta rutina de mantenimiento se desarrollará la limpieza y preparación del monitor de signos vitales, la cual realizará el operador del equipo (enfermera); el proceso de limpieza conlleva lo siguiente:

- Utilizar únicamente las soluciones de limpieza recomendadas.
- Los agentes químicos fuertes degradan el plástico y pueden comprometer la seguridad del dispositivo.
- Antes de limpiarlo, desconectar siempre el equipo del paciente y de la fuente de alimentación.
- No permitir que entre líquido en el interior del módulo o del equipo de monitorización.
- No sumergir el equipo o los cables en agua, ni en soluciones de limpieza.
- No esterilizar en autoclave.

Para limpiar el exterior del monitor, módulos y cables se debe:

- Preparar una solución de limpieza de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Mojar un paño limpio con la solución de limpieza elegida.
- Eliminar el exceso de líquido del paño y escurrirlo completamente.
- Limpiar las superficies expuestas de los dispositivos y cables.
- Eliminar cualquier resto de jabón, aplicando suavemente un paño limpio humedecido.
- Secar con un paño limpio y seco.

Utilizar únicamente las soluciones de limpieza recomendadas a continuación:

- Solución de agua y jabón suave
- Jabón verde USP (U.S. Pharmacopeia)
- Solución de hipoclorito de sodio (dilución 1:10 de cloro [lejía, lavandina] en agua).
- Detergentes germicidas fenólicos (solución acuosa al 1 %)
- Glutaraldehído (2.4 %) (Cidex)

- Alcohol isopropílico (solución al 70 %)

4.3.2. Rutina de mantenimiento semestral de monitor de signos vitales


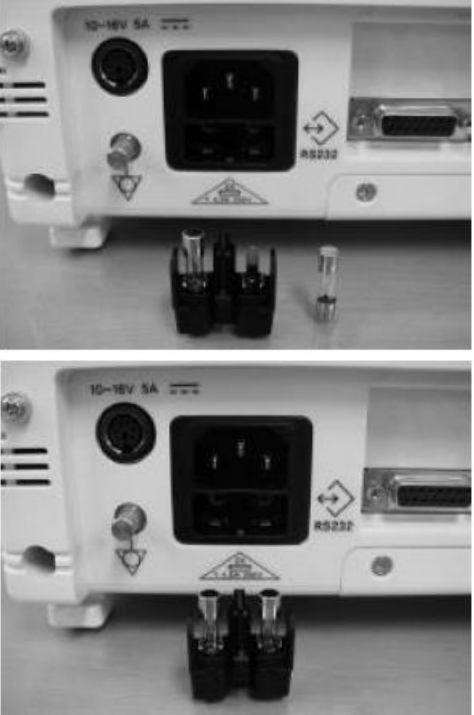
En esta rutina de mantenimiento se evaluará el funcionamiento de los módulos del monitor de signos vitales, así también se efectuará una limpieza interna a fondo del monitor de signos vitales.

- Desarmar el monitor de signos vitales, para poder limpiar y verificar el funcionamiento de los módulos.
- Verificar que el indicador luminoso de conexión a la red eléctrica y de operación a batería se encuentran funcionando correctamente. Probar el funcionamiento de la batería con base en las especificaciones del fabricante y reemplazarla cada 24 meses.
- Verificar que todas las alarmas se encuentren operativas y que los indicadores visuales y sonoros estén en funcionamiento.

4.3.3. Desmontaje de piezas para realizar mantenimiento

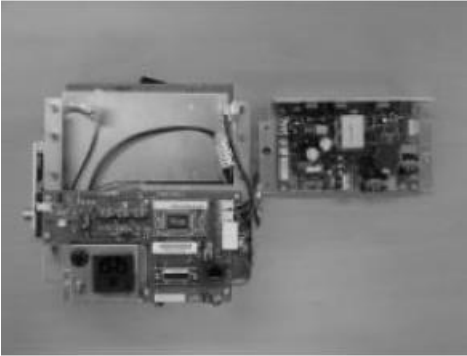


A continuación se describe el procedimiento para desmontar la piezas del monitor de signos vitales.

Tabla XVIII. **Reemplazo de fusible de entrada de AC de monitor de signos vitales**

	<ul style="list-style-type: none">• Empujar el socket del fusible de la entrada de CA ligeramente hacia abajo.
	<ul style="list-style-type: none">• Tirar hacia afuera el socket del fusible de la entrada de CA.• Retirar el fusible de la toma y reemplazarlo por uno nuevo, con las características de (250V/4A).




Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 47.

Tabla XIX. **Reemplazo de fusible de batería de monitor de signos vitales**

	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el desmontaje del módulo B2-1 SMPS
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el estado de los fusibles del <i>socket</i>, con las siguientes características. F1: Fusible externo DC (250V/6.3A). F2: Fusible de batería (250V/6.3A).
	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar un fusible nuevo (250V/6.3A), a continuación, ensamblar el módulo de la SMPS.



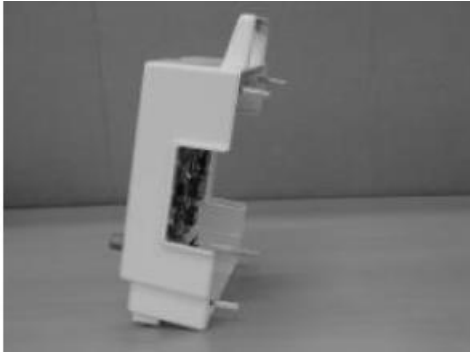
Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 48.

Tabla XX. **Reemplazo de batería de monitor**

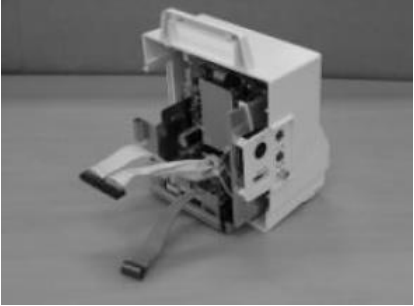
	<ul style="list-style-type: none">• Retirar los dos tornillos de la parte inferior de la caja trasera que sujeta la cubierta de la batería a la caja trasera.
	<ul style="list-style-type: none">• Retirar la cubierta de la batería y desconectar el cable de la batería.
	<ul style="list-style-type: none">• Reemplazar la batería por una nueva.

Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 49.

Tabla XXI. **Desmontaje del monitor**

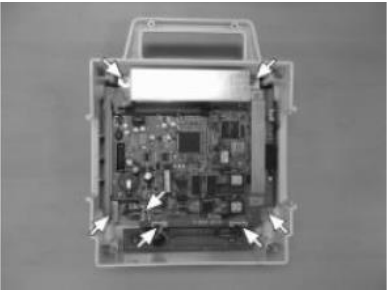

	<ul style="list-style-type: none">• Quitar los 6 tornillos del monitor
	<ul style="list-style-type: none">• Separar la caja frontal de la caja trasera.
	<ul style="list-style-type: none">• Bajar los seguros de la placa principal del conector del cable del PCB principal, para desconectar el cable de la placa principal.

Continuación de la tabla XXI.

	<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el cable del módulo PANI al PCB principal.
---	--


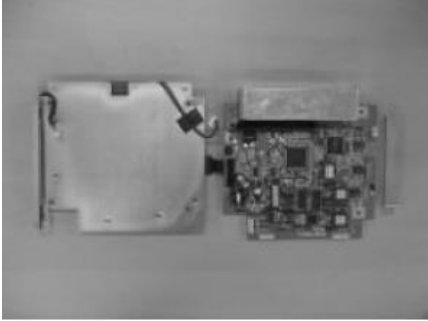
Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 50.

Tabla XXII. **Cambio del soporte LCD**

	<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el cable del codificador.• Desconectar el cable del interruptor de alimentación de la placa principal.
	<ul style="list-style-type: none">• Retirar el soporte de la LCD de la parte frontal de la caja.


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 51.

Tabla XXIII. **Desmontaje placa base principal**

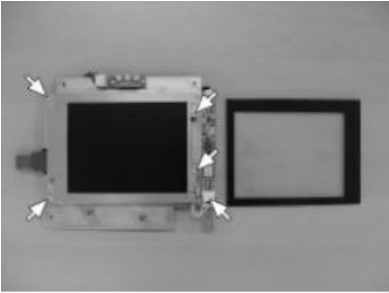
	<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el cable del inversor y el led que está conectado a la placa principal.• Retirar los cuatro tornillos de la placa principal.• Retirar el soporte del puente de la placa principal.• Retirar el cable de la LCD de la placa principal.
	<ul style="list-style-type: none">• Precaución: Tener cuidado al desconectar el cable de la LCD, debido a su sensibilidad.

Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 52.

Tabla XXIV. **Desmontaje de placa de transistor de películas finas**

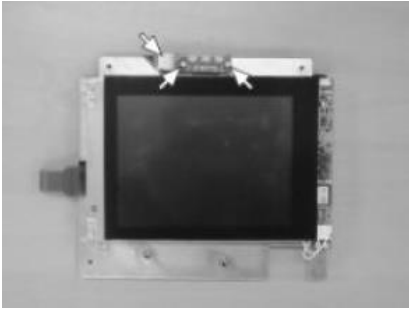
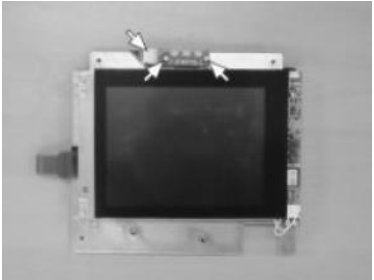
	<ul style="list-style-type: none">• Retirar la ventana de la pantalla LCD.
---	--

Continuación de la tabla XXIV.

	<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el cable de la luz de fondo de la LCD.• Retirar los 4 tornillos del panel LCD.
---	---



Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*, p. 52.

Tabla XXV. **Desmontaje de led de alarma de la placa principal de LCD**

	<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el cable de la placa de led de alarma, de la alarma de la placa.
	<ul style="list-style-type: none">• Retirar los dos tornillos de la alarma led de la placa.


Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*, p. 53.

Tabla XXVI. **Desmontaje soporte SMPS**


	<ul style="list-style-type: none">• Retirar los 4 tornillos y agarradores en la parte trasera de la caja.
	<ul style="list-style-type: none">• Separar la caja trasera, de la parte trasera del monitor.

Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 56.

Tabla XXVII. **Desmontaje de conector secundario del monitor**


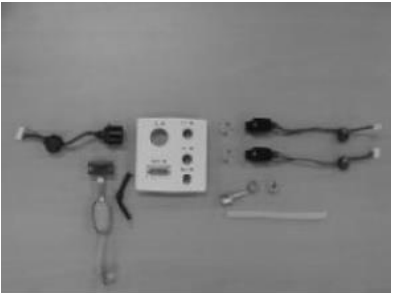
	<ul style="list-style-type: none">• Desmontar el soporte SMPS y quitar los 4 tornillos de las esquinas.• Retirar el cable de pararrayos.
---	---

Continuación de la tabla XXVII.

	<ul style="list-style-type: none">• Retirar la pared de los conectores laterales.
---	---

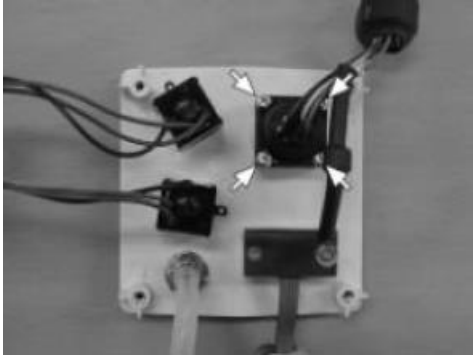
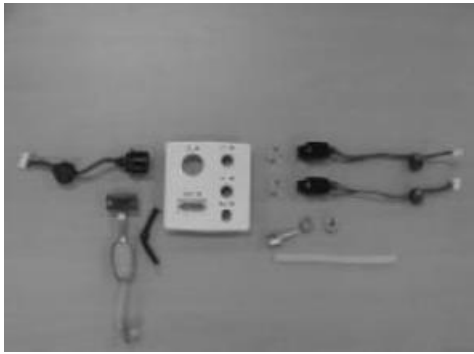
Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 62.

Tabla XXVIII. **Desmontaje de conector SPO₂**

	<ul style="list-style-type: none">• Retirar los dos tornillos de ambos lados del conector SPO₂.
	<ul style="list-style-type: none">• Retirar el conector de SPO₂. de los conectores laterales del soporte.

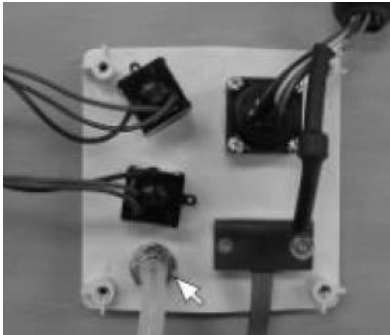
Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 63.

Tabla XXIX. **Desmontaje conector ECG**

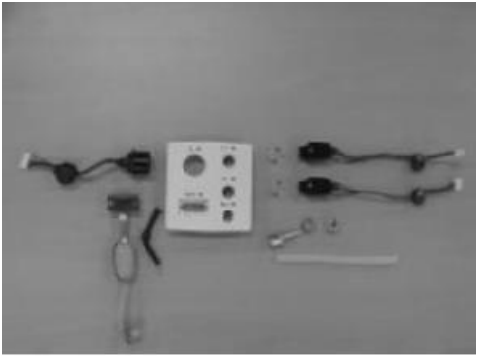
	<ul style="list-style-type: none">• Retirar los cuatro tornillos de las esquinas del conector ECG.
	<ul style="list-style-type: none">• Retirar el conector ECG del soporte del conector.

Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 64.

Tabla XXX. **Desmontaje del conector de temperatura**

	<ul style="list-style-type: none">• Girar el conector de temperatura a la izquierda.
---	--

Continuación de la tabla XXX.

	<ul style="list-style-type: none">• Retirar el conector de temperatura del soporte del conector.
---	--

Fuente: COVIDIEN. *Manual de usuario monitor Nellcor N5500*. p. 65.

4.3.4. Seguridad eléctrica

Una instalación insegura de un equipo ofrece un peligro potencial tanto al equipo mismo, como a las personas. Revisar que la instalación del equipo ofrezca seguridad, ya sea que esté montado sobre una superficie, instalado en la pared, o sobre una superficie móvil.

Verificar que la instalación eléctrica a la que está conectado, se encuentre polarizada, protegida con medios de desconexión apropiados, y que no permita la producción de cortocircuitos o falsos contactos por movimientos mecánicos normales. Esto implicará el tomacorriente, y subtablero de protección y distribución más cercano.

4.4. Mantenimiento preventivo incubadora

El mantenimiento a la incubadora debe ser realizado en los momentos oportunos; para que este equipo garantice la vida de los seres humanos es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Desconectar la alimentación eléctrica antes de realizar cualquier maniobra de reparación o mantenimiento.
- Después de limpiar la unidad con soluciones inflamables dejar que seque por completo al aire.

4.4.1. Calendario de mantenimiento de incubadora

Para el mantenimiento de la unidad se seguirán los procedimientos detallados a continuación; dichos procedimientos debe de realizarlos una persona técnicamente competente.

4.4.1.1. Mantenimiento incubadora semanal

Esta rutina de mantenimiento indica la frecuencia mínima, con la que debe realizarse cada procedimiento:

- Una vez a la semana desinfectar el humidificador, limpiar la incubadora y comprobar el filtro de aire.
- Cada semana evaluar el filtro de aire.

4.4.1.2. Rutina de mantenimiento mensual de incubadora

- Calibración de la programación de la temperatura de operación, en los dos modos de operación (servocontrol y manual).
- Revisión del correcto estado del sensor de temperatura.
- Revisión del correcto estado de la cámara y ventanillas, así como del burlete para evitar fugas de calor.
- Revisión del motor ventilador y turbina de aire.
- Limpieza de cámara interna de almacenamiento de agua destilada.
- Revisión de termómetro de cabina, comparándolo con termómetro patrón.
- Limpieza de tarjetas de control y de potencia (parte electrónica).
- Limpieza con sustancias jabonosas de la cámara principal (externa e internamente).
- Verificación de garruchas.
- Cambio de filtro de entrada de oxígeno.
- Verificación de la correcta operatividad de oxímetro, incorporado con oxímetro patrón (en caso que lo tenga).

Es importante tomar en cuenta que para realizar algunas operaciones de sustitución o reparación de dispositivos de la incubadora es necesario desconectar todas las conexiones a dispositivos de alimentación de oxígeno; si se efectúa el mantenimiento con el oxígeno conectado podría realizar un incendio o explosión.

4.4.2. Procedimiento de limpieza


Para poder realizar un procedimiento adecuado de limpieza se deben utilizar agentes químicos que no produzcan conducción, ya que algunos dejan residuos que son conductores. Se dan los siguientes casos de limpieza.

- Limpieza del sensor de temperatura de piel: utilizar desinfectante o detergente para limpiar a fondo todas las superficies, luego secar con un paño limpio o toalla de papel.
- Limpieza del tubo de aire: utilizar clorhexidina en un recipiente para sumergir el tubo por un tiempo de 30 minutos, luego retirarlo y secarlo completamente con un paño limpio o una toalla de papel.
- Limpieza de controlador de incubadora: limpiar con detergente la superficie del controlador y tener especial cuidado al limpiar ventiladores, calentador y la superficie del sensor de temperatura.
- Limpieza del moisés: limpiar todas las superficies del moisés con detergente, y luego secarlas con un paño limpio o una toalla de papel.

4.4.3. Desmontaje de piezas para realizar mantenimiento


Para poder realizar el mantenimiento adecuado de una pieza se debe de desmontar como se presenta a continuación.

Tabla XXXI. **Deshabilitando seguro**

 <p>Seguro</p>	<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el cable de alimentación y sensores conectados a la incubadora y soltar el seguro de cada lado del controlador.
---	---

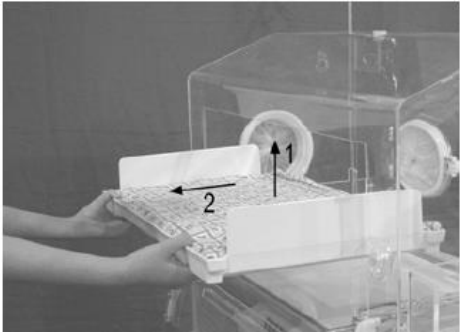
Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de usuario incubadora serie YP-90*. Sección 4. p. 1.

Tabla XXXII. **Desmontaje de controlador de incubadora**

	<ul style="list-style-type: none">• Extraer el controlador de temperatura de la incubadora, como lo indica la flecha.
---	---


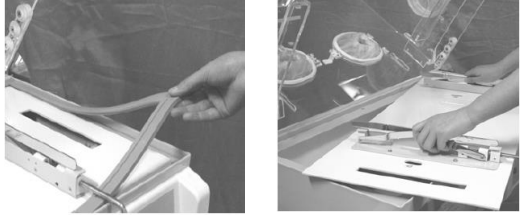
Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de usuario incubadora serie YP-90*. Sección 4. p. 1.

Tabla XXXIII. **Desmontaje de moisés**

	<ul style="list-style-type: none"> • Presionar el moisés hacia adentro y elevarlo como la flecha 1 lo indica. • Retirar el moisés como la flecha 2 lo señala; luego retirar la hoja de la cama.
---	---

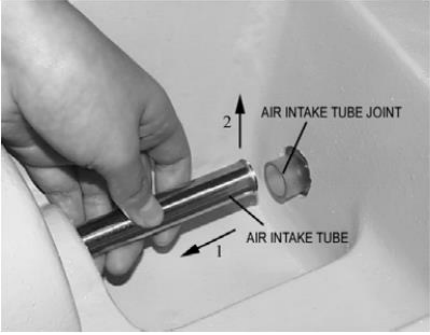
Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de usuario incubadora serie YP-90*. Sección 4. p. 2.

Tabla XXXIV. **Desmontaje del sello de la cubierta principal**

<p>BLOQUEADO ABIERTO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Girar la perilla a la posición de desbloqueo.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retirar el sello de la cubierta principal.

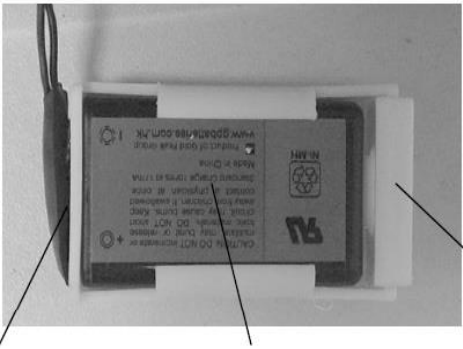
Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de usuario incubadora serie YP-90*. Sección 4. p. 2.

Tabla XXXV. **Desmontaje del conector de aire**

	<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el tubo de aire en sentido de la flecha 1 y mover el tubo de aire de admisión en el sentido de la flecha 2.
---	---


Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de usuario incubadora serie YP-90*. Sección 4. P. 3.

Tabla XXXVI. **Cambio de batería de incubadora**

	<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el sujetador de la batería interna y sacar el deflector, para reemplazar la batería.
---	--

Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de usuario incubadora serie YP-90*. Sección 5. p. 1.

Tabla XXXVII. **Cambio de fusible**

	<ul style="list-style-type: none">• Abrir el controlador de temperatura, reemplazar el fusible por otro igual que tenga las mismas especificaciones de la etiqueta del controlador.
---	---

Fuente: NINGBO DAVID. *Manual de usuario incubadora serie YP-90*. Sección 5. p. 3.

4.4.4. Seguridad eléctrica

Una instalación insegura de un equipo ofrece un peligro potencial tanto al equipo mismo, como a las personas. Revisar que la instalación del equipo ofrezca seguridad, ya sea que esté montado sobre una superficie, instalado en la pared, o sobre una superficie móvil.

Verificar que la instalación eléctrica a la que está conectado, se encuentre polarizada, protegida con medios de desconexión apropiados, y que no permita la producción de cortocircuitos o falsos contactos por movimientos mecánicos normales. Esto implicará el tomacorriente, y subtablero de protección y distribución más cercano.

4.5. Mantenimiento preventivo desfibrilador

El mantenimiento al desfibrilador debe ser realizado continuamente; para que este equipo garantice la vida de los seres humanos es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones.

4.5.1. Rutina de mantenimiento semanal de desfibrilador

En esta rutina de mantenimiento se desarrollará la limpieza y preparación del desfibrilador. El proceso de limpieza es el siguiente:

- Utilizar únicamente las soluciones de limpieza recomendadas.
- Los agentes químicos fuertes degradan el plástico y pueden comprometer la seguridad del dispositivo.
- Antes de limpiarlo, desconectar siempre el equipo del paciente y de la fuente de alimentación.
- No sumergir el equipo o los cables en agua ni en soluciones de limpieza.
- Limpiar el monitor desfibrilador TEC-5500, los cables de terapia y de ECG y las baterías con una esponja o trapo humedecido. Utilizar únicamente los agentes limpiadores enumerados en la siguiente lista:
 - Compuestos de amonio cuaternario
 - Alcohol isopropílico
 - Soluciones de ácido peracético (peróxido)

4.5.2. Inspecciones periódicas

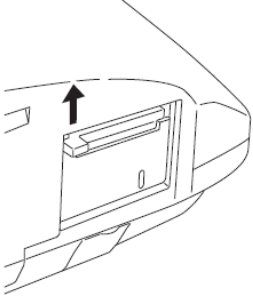
Es importante realizar los procedimientos de mantenimiento que a continuación se describen.

- Comprobar la luz verde de listo para trabajar, si la luz verde no parpadea, consultar información para resolver el problema.
- Reemplazar los suministros y accesorios usados, dañados o caducados.
- Comprobar el exterior del desfibrilador. Si se observan fisuras u otros signos de daños.

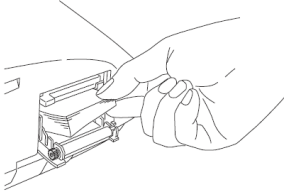
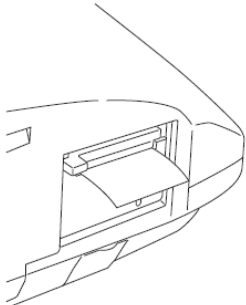
4.5.3. Desmontaje de piezas para realizar mantenimiento

Para poder realizar el mantenimiento adecuado de una pieza se debe desmontar como se presenta a continuación.

Tabla XXXVIII. **Reemplazo del papel de registro**

	<ul style="list-style-type: none">• Levantar la palanca de apertura del cargador de papel para abrir la puerta. Por motivos de seguridad, la puerta solo baja hasta la mitad. Empujarla del todo con la mano.
---	---

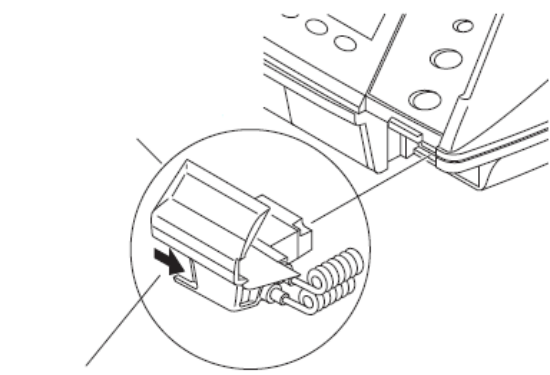
Continuación de la tabla XXXVIII.

	<ul style="list-style-type: none">• Colocar el papel de registro en el cargador con la cara impresa hacia arriba.
	<ul style="list-style-type: none">• Sacar el extremo del papel y cerrar la puerta hasta que oiga "clic".• Pulsar la tecla Registrar del panel frontal para alimentar el papel de registro.

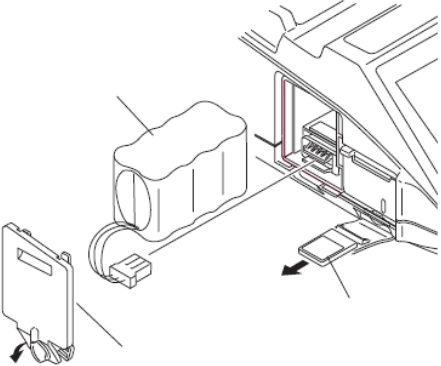
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500.*

Sección 2. p. 11.

Tabla XXXIX. **Cambio de conector paleta**

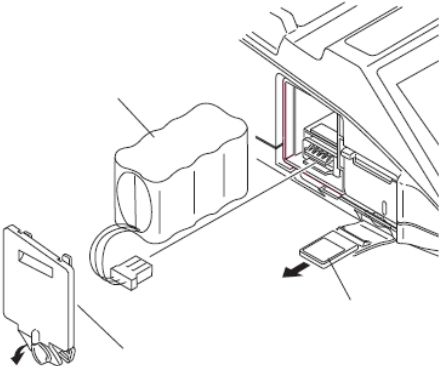
 <p>perilla de liberación</p>	<ul style="list-style-type: none">• Asegurarse de que el cable de poder del desfibrilador esté apagado.• Desconectar el cable de alimentación de CA de la toma de CA y desfibrilador.• Retirar las paletas. Para quitarlas, pulsar y sostener la perilla de liberación del conector paleta y halar .
--	--

Continuación de la tabla XXXIX.

	<p>1. Si la tarjeta SD está dañada cambiarla y retirar la tarjeta SD como lo indica la flecha.</p>
---	--

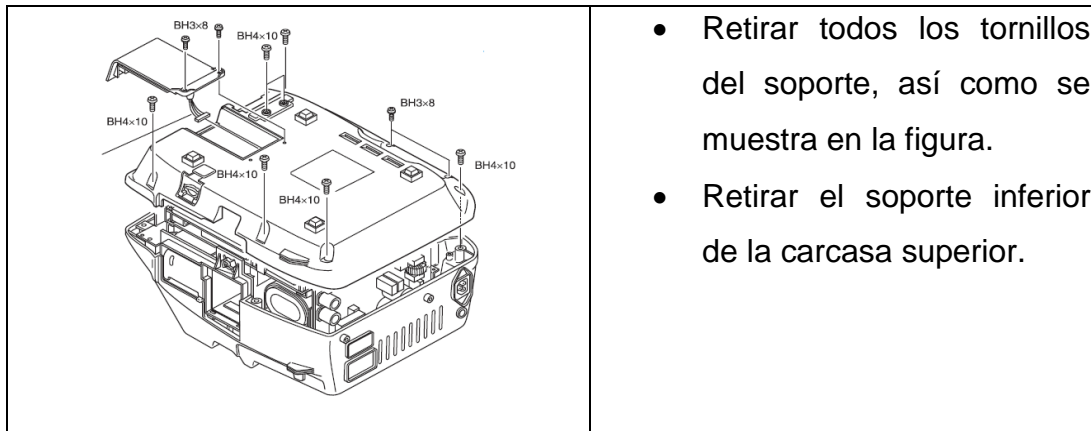
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 3. p. 5.

Tabla XL. **Cambio de batería**

	<ul style="list-style-type: none">• Girar la perilla de la cubierta del soporte de la batería hacia la izquierda y retirar la cubierta de baterías.• Desconectar el cable de la batería sujetando el cable de la batería conector; retirar la batería del desfibrilador y sustituirla por una nueva que tenga las mismas características técnicas.
---	---

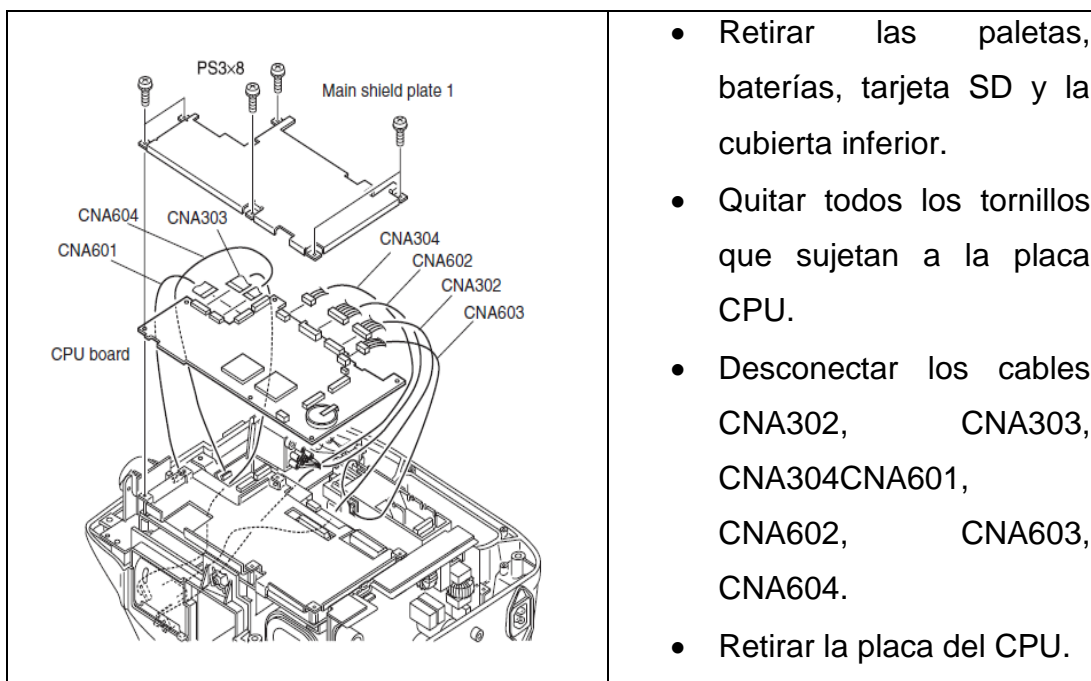
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 3. p. 5.

Tabla XLI. Extracción del soporte de abajo



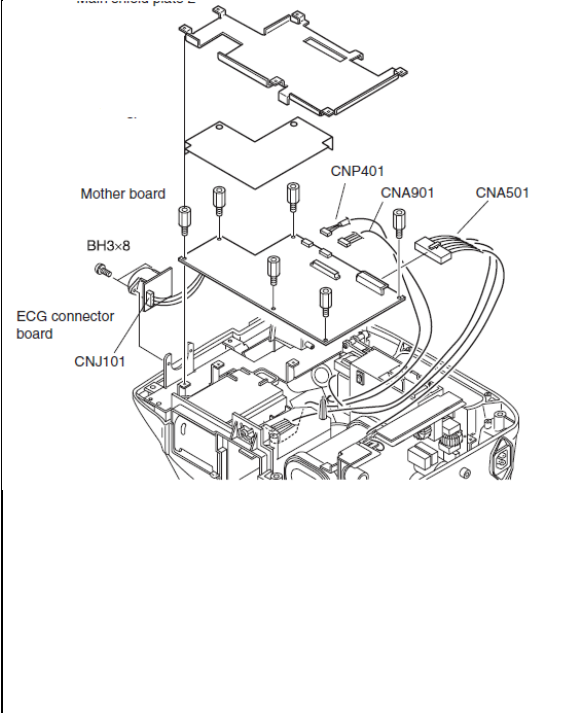
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 3. p. 6.

Tabla XLII. Extracción de la placa CPU



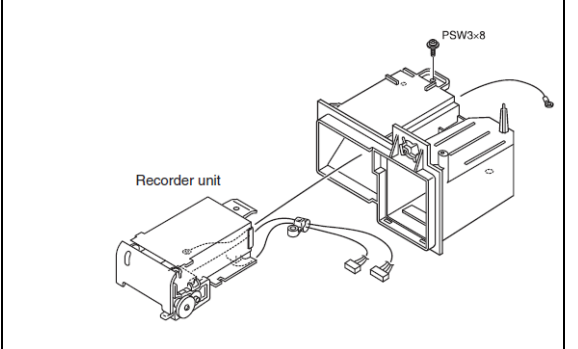
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 3. p. 7.

Tabla XLIII. Extracción de la tarjeta madre

	<ul style="list-style-type: none"> • Retirar la placa de protección principal 2 y la superficie de malla. • Quitar todos los tornillos que aseguran la placa base. • Retirar los tornillos que aseguran el módulo ECG. • Desconectar los cables CNA501, CNA401, CNA901. • Retirar la placa madre, de la carcasa superior.
--	--

Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 3. p. 8.

Tabla XLIV. Extracción de la unidad grabadora

	<ul style="list-style-type: none"> • Retirar los tornillos que aseguran la unidad de grabación a la carcasa lateral. • Retirar la unidad de grabación de la caja lateral.
---	---

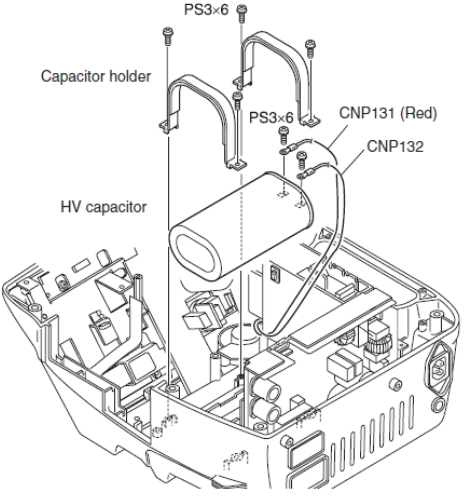
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 3. P.11.

Tabla XLV. **Extracción de la unidad bifásica HV**

	<ul style="list-style-type: none"> • Retirar las paletas, batería, tarjeta SD y la cubierta inferior. • Retirar la placa del CPU y la placa madre. • Retirar el chasis delantero. • Quitar el <i>socket</i> de la parte frontal. • Quitar todos los tornillos conectados al panel frontal. • Desconectar los conectores CNA002, CNA411, CNA501, CNP011 Y CNA022. • Sacar la unidad HV bifásica.
--	--

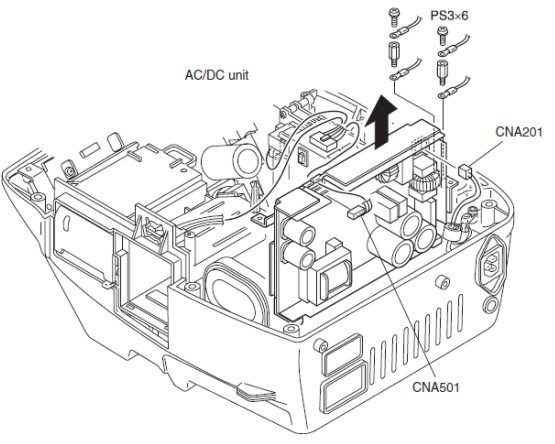
Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 3. p. 12.

Tabla XLVI. Extracción del capacitor HV

 <p>Diagrama de extracción del capacitor HV. Muestra un capacitor de alta tensión (HV capacitor) montado en un soporte (Capacitor holder) dentro de un gabinete. Se indican los tornillos PS3x6 que sujetan el soporte y los conectores CNP131 (Red) y CNP132 que están conectados al capacitor.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Retirar las paletas, batería, tarjeta SD y la cubierta inferior.• Retirar la placa de la CPU y la placa madre.• Retirar la cubierta lateral.• Retirar los tornillos que sujetan la carcasa superior.• Retirar los tornillos que sujetan los terminales de CNP131 y CNP132 al condensador de alta tensión.• Sacar el condensador de alta tensión.
--	---

Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 3. p. 14.

Tabla XLVII. **Extracción de la unidad AC/DC**

	<ul style="list-style-type: none">• Retirar las paletas, batería, tarjeta SD y la cubierta inferior.• Retirar los tornillos y retirar los cuatro cables de tierra CNA001, CNA002, CNA003 y CNA004.• Desconectar los siguientes cables: Cable CNA201: se conecta a la toma de la fuente de CA. Cable CNA501: se conecta a la batería, tarjeta madre y unidad bifásica HV.• Extraer la unidad de AC / DC.
---	--

Fuente: NIHON KOHDEN. *Manual de usuario desfibrilador TEC-5500*. Sección 3. P. 16.

4.5.4. Seguridad eléctrica

Una instalación insegura de un equipo ofrece un peligro potencial tanto al equipo mismo, como a las personas. Revisar que la instalación del equipo ofrezca seguridad; ya sea que esté montado sobre una superficie, instalado en la pared, o sobre una superficie móvil. Además verificar que la instalación eléctrica a la que está conectado se encuentre polarizada, protegida con medios de desconexión apropiados, y que no permita la producción de cortocircuitos o falsos contactos, por movimientos mecánicos normales. Esto implicará el tomacorriente, y subtablero de protección y distribución más cercano.

4.6. Personal a efectuar mantenimiento

El personal que efectúe el mantenimiento dependerá de la rutina que se realice; puede ser el operador del equipo mismo o un técnico de equipo electromédico.

4.6.1. Operador del equipo

Los operadores de los equipos son las personas que utilizan directamente los equipos y que en forma directa son los responsables del cuidado de los mismos; a este grupo se le atribuyen las siguientes actividades:

- Revisar y limpiar diariamente los equipos electromédicos.
- Conocer la buena técnica en la operación de los equipos, tal como la conexión y desconexión del equipo, en condiciones normales de trabajo (temperatura, humedad, etc.), chequeo de las conexiones eléctricas.

- Informar al jefe inmediato de cualquier falla detectada en los equipos electromédicos.

El operador del equipo, que en este caso es la enfermera o enfermero que se encuentre de turno en ese momento, es el encargado del mantenimiento diario y este incluye únicamente la limpieza y preparación del equipo electromédico para que esté listo cuando se necesite; se le capacitará sobre los cuidados que debe guardar para no dañar el equipo; además deberá informar al departamento de mantenimiento sobre cualquier anomalía que el equipo presente, para que así se realice una revisión a fondo por un técnico de equipo médico.

4.6.2. Técnico de equipo médico

Tanto el mantenimiento semanal, mensual como el semestral, será realizado por un técnico de equipo médico capacitado. Deberá ser como mínimo un técnico en electrónica graduado, al cual se le capacitará para darle los conocimientos necesarios para que realice todos los procedimientos antes mencionados.

4.7. Control de mantenimiento

Es indispensable llevar control de la ejecución o no de las rutinas de mantenimiento respectivas y las fechas que se realizaron por equipo. Para ello es necesario que el técnico de mantenimiento tome nota de todos los procesos que realizó para luego archivarlos en una base de datos. Para tomar nota de los procesos realizados el técnico deberá usar los formatos de control de mantenimiento.

4.7.1. Formato para el control de mantenimiento

El formato de control de mantenimiento son hojas impresas para que el técnico se guíe sobre los procesos que debe realizar; para nuestra propuesta de plan de mantenimiento usaran varios formatos.

4.7.1.1. Formato de solicitud de mantenimiento

Es un documento básico diseñado para el control y programación de las actividades del departamento de mantenimiento (ver anexo 1), así como para su manejo técnico y administrativo. El jefe del servicio elabora la solicitud y la hace llegar al jefe de mantenimiento, quien la revisa y decide si amerita una orden de trabajo.

4.7.1.2. Formato de rutina de mantenimiento preventivo

Es la guía para la ejecución de acciones técnicas de los procedimientos propios del mantenimiento preventivo sobre el equipo electromédico (ver anexo 2), con el objeto de obtener la máxima eficiencia y producción del equipamiento existente. El técnico de mantenimiento es el encargado de ejecutar y de registrar la información necesaria en el formato. Las partes que conforman el formato son:

- Encabezado: solicita la siguiente información
 - Nombre del hospital
 - Marca
 - Modelo

- Número de serie
 - Servicio en que se encuentra
 - Ambiente
 - Numero de inventario técnico
 - Número de identificación
- Registro de pasos de rutina: solicita la siguiente información
 - Frecuencia con que se ejecuta la rutina
 - Pasos de la operación de mantenimiento
 - Casillas, estas deben ser marcadas con un cheque, cada vez que se ejecutan los pasos del mantenimiento. Cada paso contiene varias casillas, es decir que cada formato está diseñado para utilizarse varias veces.
- Registro de datos: solicita la siguiente información
 - Fecha de realización
 - Código del técnico
 - Firma del técnico
 - Tiempo de ejecución: comprende desde el momento en que se inicia la ejecución de la rutina, hasta que se termina de ejecutar la misma (incluyendo la prueba de seguridad eléctrica). Para efectos de programación, se deben considerar también los tiempos de preparación de material, herramienta y repuestos necesarios para la ejecución de la rutina.

4.7.1.3. Formato de orden de trabajo

Es el documento a través del cual se lleva control del trabajo de mantenimiento y se contabilizan los costos ocasionados por el mismo (ver anexo 3). El jefe de mantenimiento la elabora a partir de una solicitud de trabajo recibida, o de las planificaciones realizadas. El encargado de ejecutarla es el técnico designado, quien es el responsable de registrar toda información que sea requerida en dicha orden.

4.7.1.4. Control anual de mantenimiento preventivo

Es la planificación y registro de las actividades del mantenimiento preventivo en la que se detallan a frecuencia y tiempos para su ejecución (ver anexo 4).

4.7.1.5. Procedimiento de utilización de rutina de mantenimiento

- Utilizar hoja para ejecutar la rutina correspondiente.
- Preparar el material, las herramientas, el equipo y los repuestos necesarios para ejecutar la rutina.
- Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el equipo.
- Llenar el encabezado del formato.
- Hablar con el operador para detectar fallas en el funcionamiento del equipo (ejecutar una prueba de funcionamiento junto con el operador).

- Ejecutar paso por paso la rutina indicada en el formato, señalando con un cheque después de ejecutar cada paso. Nota: si existe algo inusual o que merezca anotarse, registrarlo en el espacio para observaciones al reverso de la hoja
- Si el problema indicado por el operador no ha sido corregido, anotarlo en observaciones para que el jefe de mantenimiento pueda programar una visita para brindar el mantenimiento correctivo.
- Regresar la hoja al departamento de mantenimiento para la firma de aceptación.

CONCLUSIONES

1. El Hospital Nacional de San Marcos es de vital importancia para el departamento, ya que en él se presta atención médica a la mayor parte de la población.
2. Debido a la importancia del servicio que brinda el hospital, este debe de contar con un plan de mantenimiento de los equipos electromédicos, para que estos funcionen de una buena manera, que garantice la salud de la persona.
3. Por medio de las visitas realizadas al hospital se determinó que algunos equipos presentan problemas en su operación; el caso más dramático es el de los respiradores artificiales, que son de vital importancia en el área de intensivo.
4. El plan de mantenimiento es la base del mantenimiento preventivo que es de gran ayuda para la preservación, conservación y prolongación de la vida útil de los equipos médicos y de las instalaciones ubicadas en el área de Pediatría. Con este plan se estará mejorando el servicio médico brindado en el área.
5. El mantenimiento óptimo del equipo electromédico se obtiene de la combinación entre ejecutar correctamente un plan de mantenimiento y capacitar correctamente al personal de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Es aconsejable reparar los equipos en mal estado que se tienen fuera de servicio, para ponerlos nuevamente en funcionamiento.
2. Es conveniente que el personal de mantenimiento lea las especificaciones de cada equipo electromédico, como su forma de conectar cables y módulos e identificar señales.
3. Practicar las rutinas de mantenimiento en el momento en que está planeado con los materiales necesarios, ya que un equipo sin mantenimiento se deteriora aceleradamente, y en poco tiempo estaría como un equipo muerto.
4. Dar una buena capacitación a los técnicos del hospital, ya que ellos son quienes utilizan el equipo; de esa manera aplicarán el procedimiento adecuado, tanto para la limpieza, como para la manipulación del equipo electromédico.
5. Ninguna persona que no haya sido capacitada previamente sobre el mantenimiento de los equipos debe manipular los mismos.
6. La capacitación que se brinda tanto a usuarios de equipo como a los técnicos, debe ser teórica-práctica.

7. Poseer una base de datos para tener los registros informativos a la mano cada vez que se preste el servicio de mantenimiento, tanto en el departamento de intensivo como en el de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hospital Nacional de San Marcos Doctor Moisés Villagrán. [en línea]. <<http://hospitalsanmarcos.gob.gt>>. [Consulta: julio de 2013]
2. *Manual del operador bomba de infusión JMS ot-701*. Estados Unidos: JMS North America Corporation, 2006. 31 p.
3. *Manual del usuario Puritan Bennett Sistemas de ventilador 700 series*. Estados Unidos: COVIDIEN, 2011. 226 p.
4. MARTÍNEZ MATAMOROS, Walter Alejandro. *Gerencia del mantenimiento de hospitales*. Hawai: 2005. 207 p.
5. MUÑOZ SALAZAR, Karent Eliana. *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos*. Documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos. Suiza: Organización Mundial de la Salud, 2011. 96 p.
6. _____. *Manual de protocolos de mantenimiento de equipos biomédicos para el hospital Susana López de Valencia E.S.E. Colombia*: Universidad Autónoma de Occidente, 2008. 135 p.
7. *Service manual desfibrillator TEC-5500*. Japan: NIHON KOHDEN, 2005. 428 p.

8. *Service manual for infant incubator 90 Series.* Ningbo David China:
NINNBO DAVID, 2000.103 p.
9. *Service manual patient monitor OXIMAX N5500.* Korea del Sur:
COVIDIEN, 2003. 92 p.

ANEXOS

Anexo 1. Solicitud de mantenimiento

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO	HOSPITAL NACIONAL DE SAN MARCOS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
SERVICIO:	FECHA:	TEL:	HORA DE SOLICITUD:
DESCRIPCIÓN DE TRABAJO:			
NOMBRE Y FIRMA DEL SOLICITANTE:	SELLO DEL SERVICIO SOLICITANTE:	USO EXCLUSIVO DE MANTENIMIENTO	
		RECIBIDO POR:	NO. DE ORDEN:
		HORA:	
		FECHA:	
		FIRMA:	

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO	HOSPITAL NACIONAL DE SAN MARCOS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
SERVICIO:	FECHA:	TEL:	HORA DE SOLICITUD:
DESCRIPCIÓN DE TRABAJO:			
NOMBRE Y FIRMA DEL SOLICITANTE:	SELLO DEL SERVICIO SOLICITANTE:	USO EXCLUSIVO DE MANTENIMIENTO	
		RECIBIDO POR:	NO. DE ORDEN:
		HORA:	
		FECHA:	
		FIRMA:	

Fuente: Departamento de Informática, Hospital Nacional de San Marcos.


Anexo 2. **Formato de rutina de mantenimiento preventivo**

Rutina de mantenimiento preventivo	HOSPITAL REGIONAL DE SAN MARCOS. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.					
EQUIPO:		SERVICIO:				
MARCA:						
MODELO:						
SERVICIO:		DEPARTAMENTO:				
No. Inv.						
ID						
SEMESTRAL	1	2	3	4	5	6
Inspeccionar las condiciones ambientales en la que se encuentra el equipo.						
Efectuar limpieza externa del equipo.						
Inspeccionar componentes eléctricos quemados o dañados.						
Efectuar limpieza interna del equipo.						
Inspeccionar tarjetas electrónicas y limpiarlas.						
Verificar dispositivos de control.						
Chequear funcionamiento completo.						
Pruebas de seguridad eléctrica.						

Observaciones: _____ _____


Fuente: Departamento de Informática, Hospital Nacional de San Marcos.

Anexo 3. Formato de orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO <small>(Para Equipo)</small>		MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL HOSPITAL NACIONAL DE: _____ DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO							
Número de Orden: _____		Equipo							
MPP <input type="checkbox"/> MC <input type="checkbox"/> CIRO <input type="checkbox"/>		Servicio Solicitante		Modelo					
Nombre de solicitante/Tel.		Serie		No. Inventario Técnico: _____					
Fecha		Marca		Medida aplicada / última fecha					
Servicio Interno <input type="checkbox"/> Externo <input type="checkbox"/> Empresa <input type="checkbox"/>		Fabricante		Técnico Responsable					
Descripción del trabajo solicitado:				Firma y sello de autorización					
MANO DE OBRA									
Fecha	Código Técnico	Cantidad HH	Costo HH (€)	Valor (€)	Otros Costos	Total (€)	INFORMACIÓN TÉCNICA		
							Fallas Detectadas		
							Medidas Aplicadas		
							<input type="checkbox"/> 1. Ensayamiento <input type="checkbox"/> 2. Desgaste <input type="checkbox"/> 3. Operación inadecuada <input type="checkbox"/> 4. Medio ambiente <input type="checkbox"/> 5. Construcción <input type="checkbox"/> 6. Materia <input type="checkbox"/> 7. Mala instalación <input type="checkbox"/> 8. Accesorios <input type="checkbox"/> 9. Uso <input type="checkbox"/> A. Desconocida <input type="checkbox"/> B. MPP por usuario <input type="checkbox"/> C. Cambio interno <input type="checkbox"/> D. Sin falla		
							<input type="checkbox"/> 1. Pr. Funcionamiento <input type="checkbox"/> 2. Pr. Seguridad <input type="checkbox"/> 3. Limpieza <input type="checkbox"/> 4. MPP <input type="checkbox"/> 5. Supervisión <input type="checkbox"/> 6. Modificación <input type="checkbox"/> 7. Calibración <input type="checkbox"/> 8. Ajuste/retorno <input type="checkbox"/> 9. Protección médica <input type="checkbox"/> A. Asesoría técnica <input type="checkbox"/> B. Incentivación <input type="checkbox"/> C. Fabricación/Diseño <input type="checkbox"/> D. Storage/Desmontaje <input type="checkbox"/> E. Inspección de ingreso <input type="checkbox"/> F. Descarte		
TOTAL									
MATERIALES									
Código	Descripción					UM	Cantidad	P Unitario (€)	Valor (€)
<small>Para agregar más cantidad de materiales ver reverso</small>								TOTAL	
INFORME Y OBSERVACIONES DEL TÉCNICO						RECEPCIÓN DEL TRABAJO			
						FECHA:		HORA:	
						NOMBRE Y FIRMA DEL ENCARGADO:		SELLO DEL SERVICIO:	
FIRMA DE TÉCNICO			REVISADO POR JEFE						

Fuente: Departamento de Informática, Hospital Nacional de San Marcos.

Anexo 4. Control anual de mantenimiento

PROGRAMA ANUAL MPP AÑO:		MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL HOSPITAL NACIONAL DE: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO														
No	ACTIVIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DESEM.	SUMA DE HORAS	SUMA DE RUTINAS	TÉCNICO RESPONSABLE
	PLAN															
	REAL															
	PLAN															
	REAL															
	PLAN															
	REAL															
	PLAN															
	REAL															
	PLAN															
	REAL															
	PLAN															
	REAL															
	PLAN															
	REAL															
	PLAN															
	REAL															
RESPONSABLE:												TOTAL PÁGINA				
FIRMA:												TOTAL ACUMULADO		Pág. No /		

Fuente: Departamento de Informática, Hospital Nacional de San Marcos.