

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRÓNICA**



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN MANTENIMIENTO EN
EL SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA OPTIMIZACIÓN
DE LA INCUBADORA DE TRANSPORTE IT158TS EN EL
CENTRO DE SALUD EL PORVENIR - LA
VICTORIA, 2021”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO

AUTORES:

GARCÍA GARCÍA, PABLO ALEXIS
GARCÍA RUA, EDWARD ANDREE

ASESOR:

MG. ING. CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRÍGUEZ

Callao, 2022
PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : M.Sc. Ing. JULIO CÉSAR BORJAS CASTAÑEDA

SECRETARIO: M.Sc. Ing. RUSSELL CÓRDOVA RUIZ

VOCAL : M.Sc. Ing. LUIS ERNESTO CRUZADO MONTAÑEZ

ASESOR : MG. ING. CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRÍGUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA
MODALIDAD DE TESIS SIN CICLO DE TESIS

A los 20 días del mes de Setiembre del 2022 siendo las 11:00 Horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao, (Res. Resolución DECANAL N°098-2022-DFIEE)

M.Sc. Ing. JULIO CÉSAR BORJAS CASTAÑEDA	Presidente
M.Sc. Ing. RUSSELL CÓRDOVA RUIZ	Secretario
M.Sc. Ing. LUIS ERNESTO CRUZADO MONTAÑEZ	Vocal
M.Sc. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS	SUPLENTE

Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres GARCIA GARCIA, PABLO ALEXIS y GARCÍA RUA, EDWARD ANDREE, quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada “IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN MANTENIMIENTO EN EL SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA INCUBADORA DE TRANSPORTE IT158TS EN EL CENTRO DE SALUD EL PORVENIR- LA VICTORIA, 2021”, con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 14 y 17 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 047-92-CU, en el Capítulo N° 06, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó: Dar por aprobado Calificativo bueno nota: 16 a los expositores señores Bachilleres GARCIA GARCIA, PABLO ALEXIS y GARCÍA RUA, EDWARD ANDREE, con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 12.00 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.

	
M.Sc. Ing. JULIO CESAR BORJAS CASTAÑEDA PRESIDENTE	M.Sc. Ing. RUSSELL CORDOVA RUIZ SECRETARIO

	
M.Sc. Ing. LUIS ERNESTO CRUZADO MONTAÑEZ VOCAL	M.Sc. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS SUPLENTE

DEDICATORIA

Esta tesis la queremos dedicar con mucho amor a nuestros padres Cesar Garcia e Ysolina Garcia, Bertha Francia y Marín Garcia por su apoyo incondicional en cada etapa de nuestras vidas, por estar en los buenos y malos momentos, por siempre motivarnos a culminar la carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

Nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Nacional del Callao y a la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica por ser la casa donde pudimos lograr nuestros objetivos. Finalmente queremos expresar nuestro más grande y sincero agradecimiento al Mg. Ing. Carlos Humberto Alfaro Rodríguez por ser colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo. También agradecer al ingeniero Jesús Guerra Salas por todas las enseñanzas, experiencias y conocimientos durante el desarrollo de este trabajo y a todas las personas que nos han apoyado compartieron sus conocimientos para el desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	14
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1. Descripción de la realidad problemática	16
1.2. Formulación del problema.....	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos.....	19
1.3. Objetivos	19
1.3.1. Objetivo general.....	19
1.3.2. Objetivos específicos	20
1.4. Justificación	20
1.4.1. Justificación teórica	20
1.4.2. Justificación económica.....	20
1.4.3. Justificación social	21
1.4.4. Justificación tecnológica	22
1.5. Limitantes de investigación	22
1.5.1. Limitantes teórico.....	22
1.5.2. Limitantes temporales.....	22
1.5.3. Limitantes espaciales	23
II. MARCO TEÓRICO	24
2.1 Antecedentes: Internacional y nacional.....	24
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	24
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	26
2.2 Bases teóricas:	28
2.2.1. Funcionamiento de incubadora.....	29

2.2.2.	Mantenimiento de equipos.....	31
2.3	Conceptual:.....	34
2.3.1.	Funcionamiento de incubadora de transporte IT158TS.....	34
2.3.2.	Plan de mantenimiento	40
2.4	Definición de términos básicos:	45
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	47
3.1.	Hipótesis	47
3.1.1.	Hipótesis general	47
3.1.2.	Hipótesis específicas	47
3.2.	Definición conceptual de variables.....	47
3.2.1.	Operacionalización de la variable	48
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	49
4.1.	Tipo y diseño de investigación	49
4.2.	Método de investigación	49
4.3.	Población y muestra.....	49
4.4.	Lugar de estudio	50
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	50
4.6.	Análisis y procesamiento de datos.....	51
V.	RESULTADOS	52
5.1.	Resultados descriptivos	52
5.1.1	Plan de trabajo de campo.....	52
5.1.2.	Accesorios necesarios para el mantenimiento.....	55
5.1.3.	Insumos necesarios para el mantenimiento.....	56
5.2.	Resultados inferenciales	57
5.2.1.	Inspección visual y limpieza de cúpula, base y coche de transporte.	

5.2.2.	Limpieza y ajuste mecánico de accesorios.....	61
5.2.3.	Revisión y limpieza de módulo de control.....	64
5.2.4.	Revisión y limpieza de módulo de potencia.....	65
5.2.5.	Revisión y limpieza de módulo de carga y baterías.....	67
5.2.6.	Verificación y cambio de batería 9 V.	71
5.2.7.	Verificación y cambio de baterías 12V.....	73
5.2.8.	Verificación y cambio de colchón para paciente.....	74
5.2.9.	Verificación y cambio de esponja humidificadora.	74
5.2.10.	Verificación y cambio de filtro de aire.....	75
5.2.11.	Cambio de transistor de alta potencia MJ 15003.....	76
5.2.12.	Verificación de funcionamiento de iluminación auxiliar.....	78
5.2.13.	Verificación de sensor de temperatura y cambio de sensor de falta de circulación de aire.....	79
5.2.14.	Calibración y ajuste del sistema de control de temperatura de aire y piel. 80	
5.2.15.	Verificación de funcionamiento final de todos sus parámetros.....	81
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	82
6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	82
6.1.1.	Inspección visual y limpieza de cúpula, base y coche de transporte. 82	
6.1.2.	Limpieza y ajuste mecánico de accesorios.....	85
6.1.3.	Revisión y limpieza de módulo de control.....	85
6.1.4.	Revisión y limpieza de módulo de potencia.....	87
6.1.5.	Revisión y limpieza de módulo de carga y baterías.....	89
6.1.6.	Verificación y cambio de batería 9 V.	90
6.1.7.	Verificación y cambio de baterías 12V.....	91
6.1.8.	Verificación y cambio de colchón para paciente.....	91

6.1.9.	Verificación y cambio de esponja humificadora.	93
6.1.10.	Verificación y cambio de filtro de aire.	93
6.1.11.	Cambio de transistor de alta potencia MJ 15003.....	95
6.1.12.	Verificación de funcionamiento de iluminación auxiliar.....	96
6.1.13.	Verificación de sensor de temperatura y cambio de sensor de falta de circulación de aire.	98
6.1.14.	Calibración y ajuste del sistema de control de temperatura de aire y piel. 100	
6.1.15.	Verificación de funcionamiento final de todos sus parámetros	109
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	127
6.3.	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	128
CONCLUSIONES		129
RECOMENDACIONES		131
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....		133
VI.	ANEXOS	140
A.	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	140
B.	INSTRUMENTOS VALIDADOS.....	141
C.	CONSENTIMIENTOS.....	145
D.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	149

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Centro de salud materno infantil el Porvenir con un gran aforo de gente durante las mañanas.....	15
Figura 2. Incubadora de transporte IT158TS	18
Figura 3. Ambiente madre y recién nacidos en el Centro de salud materno infantil el Porvenir	21
Figura 4. Uso de la incubadora en los últimos 5 años, aumentando en el 2020 por el COVID -19.....	22
Figura 5. Modelo Organizacional de Henry Ford.....	28
Figura 6. Incubadoras desarrolladas por Lyons 1891	29
Figura 7. Factores clave para la planificación de un programa de mantenimiento	32
Figura 8. Diagrama de bloques del funcionamiento de la incubadora IT158TS	34
Figura 9. Componentes principales de la incubadora de transporte IT158TS ..	36
Figura 10. Panel de control de Incubadora de transporte IT158TS.....	39
Figura 11. Diagrama de ciclo de uso de un equipo Biomédico	40
Figura 12. Razonas por las cuales realizar un mantenimiento preventivo	42
Figura 13. Causas por las cuales realizar un mantenimiento correctivo	43
Figura 14. Factores que influyen en la vida útil de un equipo biomédico	44
Figura 15. Clasificando correctamente el mantenimiento, prolongaremos la vida útil y la producción del equipo	44
Figura 16. Propósitos del mantenimiento.....	45
Figura 17. Doctores y licenciadas del centro de Salud El Porvenir	49
Figura 18. Ubicación del centro de salud	50
Figura 19. Diagrama de flujo indicando el desarrollo del proyecto de investigación	51

Figura 20. Incubadora de transporte del centro de salud vista frontal.....	54
Figura 21. Incubadora de transporte del centro de salud vista trasera	54
Figura 22. Oxido en las ruedas con garruchas.....	57
Figura 23. Daños en los seguros blancos de base	58
Figura 24. Puños elásticos deteriorados	58
Figura 25. Suciedad en la cúpula externa	59
Figura 26. Suciedad en la cúpula interna.....	59
Figura 27. Suciedad en la base interna de la incubadora	60
Figura 28. Suciedad dentro de la cúpula.....	60
Figura 29. Desmontaje de base al coche de transporte.....	61
Figura 30. Suciedad y oxido en la parte superior del coche.....	62
Figura 31. oxido en las 4 garruchas con ruedas del coche de transporte	62
Figura 32. garruchas con oxido en el sistema de frenado.....	63
Figura 33. oxido en el sistema lateral de conversión del coche	63
Figura 34. Suciedad en los porta balones de oxigeno	64
Figura 35. Estado del panel de control.....	64
Figura 36. Estado de tarjeta mainboard o tarjeta principal.....	65
Figura 37. Panel de módulo de fuente o módulo de potencia	65
Figura 38. Tarjeta del módulo fuente con conectores al conjunto resistencia y tarjeta principal.....	66
Figura 39. Suciedad en la Tarjeta del módulo fuente y conectores.....	66
Figura 40. Suciedad en el transformador de 220 V a 12 V del módulo fuente en estado de suciedad	67
Figura 41. Estado del panel de control de modulo carga	68
Figura 42. Fusibles de 10A a 220V	68
Figura 43. Puerto de alimentación de 12Vcc.....	69

Figura 44. Módulo de carga completo encontrado en estado de suciedad	69
Figura 45. Transformador de 220V a 12 V del módulo de carga en estado de suciedad.....	70
Figura 46. Tarjeta de módulo de carga en estado de suciedad	70
Figura 47. Batería de 9v encontrada en el equipo con conexión a la tarjeta principal.....	71
Figura 48. Batería de 9V	72
Figura 49. Verificación y medida del voltaje de la batería de 9V	72
Figura 50. Batería de 12 V 26 A recargable	73
Figura 51. Verificación y medida de las baterías de 12 V	73
Figura 52. Estado del colchón neonatal de la incubadora de transporte.....	74
Figura 53. Estado de esponja de humedad	75
Figura 54. Estado del filtro de aire colocado en la incubadora.....	75
Figura 55. Estado del filtro de aire y el degradado que sufrió por el uso	76
Figura 56. Conjunto resistencia del calefactor	76
Figura 57. Estado del kit transistor con disipador.....	77
Figura 58. Medición de la base con el colector del transistor de alta potencia .	77
Figura 59. Medición de la base con emisor del transistor de alta potencia	78
Figura 60. Estado de la iluminación auxiliar	78
Figura 61 Estado de los focos y cables de alimentación de la iluminación auxiliar	79
Figura 62 Sensor falta de circulación de aire y el conjunto del motor con ventolina	79
Figura 63 Estado de cables de sensores y motor.	80
Figura 64. Estado de la incubadora antes de realiza el mantenimiento.	80
Figura 65. Estado del panel de control antes del mantenimiento	81
Figura 66. Limpieza de cúpula	82

Figura 67. Bases de la cúpula con mantenimiento realizado	83
Figura 68 Colocación de puños elásticos.....	83
Figura 69. Seguros blancos colocados	84
Figura 70. Cúpula con limpieza general externa	84
Figura 71. Mantenimiento de la estructura metálica de la base	85
Figura 72. Mantenimiento general de la estructura interna del panel de control	86
Figura 73. Mantenimiento de componentes electrónicos del panel de control ..	86
Figura 74. Mantenimiento de indicadores del panel de control	87
Figura 75. Mantenimiento del circuito electrónico del circuito de potencia.....	88
Figura 76. Mantenimiento del transformador	88
Figura 77. Cambio de baterías.....	89
Figura 78. Mantenimiento de circuito electrónico del módulo de carga.....	89
Figura 79. Mantenimiento de módulo de baterías	90
Figura 80. Prueba de medición de batería de 9V del panel de control.....	90
Figura 81. Validación de presencia de voltaje en las baterías nuevas. Muestra descarga por la falta de uso, pero en funcionamiento del equipo, vuelve a su estado normal	91
Figura 82. Colchón nuevo para paciente	92
Figura 83. Muestra del colchón nuevo desde un ángulo frontal.....	92
Figura 84. Esponja humificadora nueva. El cambio se realiza cada 12 meses.	93
Figura 85. Mantenimiento externo del módulo de filtro de aire.....	94
Figura 86 Instalación de nuevo transistor de alta potencia	94
Figura 87. Cambio de esponja de filtro de aire.....	95
Figura 88. Circuito del termostato de alta temperatura de alta potencia	95
Figura 89. Medición de la base con el colector del transistor.....	96
Figura 90. Medición de la base con el emisor del transistor de alta potencia ...	96

Figura 91. Validación externa del funcionamiento de la iluminación	97
Figura 92. Validación interna del funcionamiento correcto de la iluminación	97
Figura 93. Sensor nuevo de circulación de aire con empaque de fabrica	98
Figura 94. Sensor nuevo de circulación de aire	98
Figura 95. Instalación del nuevo sensor de circulación de aire. Atrás se puede apreciar el módulo de circulación de aire y por último, el sensor de temperatura	99
Figura 96. Circuito de del sistema de circulación de aire	99
Figura 97. Prueba inicial de la incubadora de transporte, temperatura 21.4°C	100
Figura 98. Termómetro digital infrarojo modelo 568 marca Fluke	101
Figura 99. simulador multifuncional marca Fanem.....	101
Figura 100. Calibración del modo aire con el termómetro digital	102
Figura 101. Calibración de temperatura modo aire, encontrando una variación de 0,8°C	103
Figura 102. Ubicación de los trimpots	103
Figura 103 Vista interna de los Trimpots de ajuste de temperatura	104
Figura 104 Ajuste de calibración del TP3.....	105
Figura 105 Incubadora de transporte a 36°C en modo Aire	106
Figura 106 Incubadora se encontró descalibrada en el modo piel.	106
Figura 107 Se realiza el ajuste en el TP3.	107
Figura 108 Se vuelve a medir con el simulador para corroborar teniendo un resultado aceptable.....	107
Figura 109 Se mide con el simulador para corroborar teniendo un resultado dentro del rango.....	108
Figura 110 Aplicación de pasta térmica en el transistor de alta potencia MJ 15003.....	122

Figura 111 Transistor correctamente colocado.....	122
Figura 112 Presencia el día de la capacitación de la incubadora	123
Figura 112 Explicación sobre el panel de control.....	124
Figura 112 Explicación sobre las recomendaciones de uso del equipo	124
Figura 113 Cronograma de actividades	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones eléctricas	37
Tabla 2 Dimensiones del coche de transporte	38
Tabla 3 Clasificación y características	38
Tabla 4 Operacionalización de variables	48
Tabla 5 Activadas del plan de mantenimiento.....	53
Tabla 6 Costo estimado de accesorios para mantenimiento.....	55
Tabla 7 Costo estimado de utensilios	56
Tabla 8. Imágenes de la primera prueba con detalle en la temperatura (°C) y hora.....	109
Tabla 9. Resumen de mediciones de la primera prueba.....	113
Tabla 10. Imágenes de la primera segunda con detalle en la temperatura (°C) y hora.....	114
Tabla 11. Resumen de mediciones de la segunda prueba	117
Tabla 12. Imágenes de la tercera prueba con detalle en la temperatura (°C) y hora.....	118
Tabla 13. Resumen de mediciones de la tercera prueba.....	121
Tabla 14. Procedimiento del plan de mantenimiento	125
Tabla 15. Procedimiento del plan de mantenimiento preventivo	126
Tabla 16. Procedimiento del plan de mantenimiento correctivo	126

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es dirigido a la incubadora de transporte IT158TS de la marca Fanem del centro de salud materno infantil El Porvenir el cual estaba inoperativo sin ningún diagnóstico para reparación. El objetivo de esta investigación fue implementar un plan de mantenimiento para el sistema electrónico y así optimizar el funcionamiento de la incubadora de transporte del centro de salud a través de un cronograma de actividades. Para esta investigación aplicada se utilizó el método experimental a través de las visitas, diagnósticos y pruebas.

Como resultado de nuestro plan de mantenimiento obtuvimos el funcionamiento de la incubadora de transporte a la cual se le encontró fallas en el sistema electrónico como por ejemplo en el transistor de alta potencia el cual no permitía la correcta elevación de temperatura. Esperamos que con la investigación desarrollada pueda servir como guía para el desarrollo de futuros planes mantenimientos actuales y futuros en los centros de salud, así mismo como un antecedente para futuros trabajos de investigación.

ABSTRACT

The present research work is directed to an IT158TS transport incubator of the Fanem brand of the El Porvenir maternal and child health center, which was inoperative without any diagnosis for repair. The objective of this research was to implement a maintenance plan for the electronic system and thus optimize the operation of the transport incubator of the health center through a schedule of activities. For this applied research, the experimental method was used through visits, diagnoses and tests.

As a result of our maintenance plan, we obtained the operation of the transport incubator, which found failures in the electronic system, such as in the high-power transistor, which did not allow the correct temperature rise. We hope that with the research developed it can serve as a guide for the development of future current and future maintenance plans in health centers, as well as a background for future research work.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en las áreas pediátricas de los centros de salud, es de vital importancia la presencia de una incubadora ante varios neonatos que nacen con complicaciones. Los casos más frecuentes de neonatos que necesitan de una incubadora son los prematuros.

Hasta antes de 1850, un bebe prematuro y con complicaciones adicionales tenía poquísimas posibilidades de sobrevivir. Desde entonces se empezó a desarrollar tecnología con el fin de ayudar al recién nacido a completar de manera adecuada su formación. Esas innovaciones derivaron en lo que hoy conocemos como incubadoras neonatales. [1]

Las incubadoras son de vital utilidad durante las primeras horas de vida de los neonatos, ya que le brindan la temperatura ideal y el cuidado necesario para el cuidado del paciente neonatal. Los distintos parámetros que contiene una incubadora tienen una base eléctrica-electrónica como por ejemplo la medición de temperatura corporal, control de temperatura, control de flujo de aire, etc. Dependerá del modelo a usarse para ver otros parámetros en ella que permitan realizar un monitoreo más óptimo en el neonato.

Existen las incubadoras estacionarias, las incubadoras de transporte y duales o híbridas que cumplen la función de cuna calor radiante e incubadora. La segunda cumple un rol importante a diferencia de la estacionaria ya que su nombre propio lo dice, permite el traslado del neonato de un punto a otro sin dejar de mantener el microclima que el neonato necesita para las condiciones adecuadas. Dicho lo anterior, es de vital importancia que los centros de salud con área pediátrica tengan incubadoras de transporte ante el nacimiento de bebés prematuros o con distintas enfermedades graves que requieran del equipo.

En el proyecto de investigación hablamos sobre la implementación del mantenimiento correctivo para solucionar la incubadora de transporte del centro de salud el porvenir – La Victoria, la cual tiene dos incubadoras para su área de neonatología y una de ellas lleva más de dos años parada, actualmente la victoria cuenta con 4 centros de salud que pertenece a la DIRIS Lima centro, los cuales son: El Pino, San Cosme, El Porvenir y Max Arias Schreiber, Centro de salud El Porvenir cual se encuentra ubicado en Jr. Sebastián Barranta 977, en el distrito de La Victoria, provincia de lima, este centro de salud atiende las 24 horas del día, los 7 días a la semana. Teniendo en cuenta que es el único centro de salud de los 4 existentes que trabaja las 24 horas teniendo la categoría I-4.

La coyuntura actual en la salud mundial ha causado muchos cambios drásticos que han resaltado en muchas deficiencias en varias áreas de salud. Una de las deficiencias más resaltantes son la precariedad de equipos médicos para que se pueda tratar a los pacientes infectados con el virus COVID-19, el centro de salud El Porvenir trata estos pacientes con la mejor atención posible.



Figura 1. Centro de salud materno infantil el Porvenir con un gran aforo de gente durante las mañanas.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial sucede la precariedad del funcionamiento de incubadoras de transporte en muchos establecimientos de salud, especialmente en lugares con pocos recursos económicos y tecnológicos ya que esto provoca el poco accionar ante averías de equipos importantes como la incubadora de transporte.

Cada año nacen más de 20 millones de bebés prematuros o con bajo peso, y aproximadamente 450 de ellos mueren cada hora, aunque la mayoría de estas muertes podrían evitarse manteniendo únicamente el calor, por lo que la disponibilidad de incubadoras es fundamental en cualquier hospital del mundo. [2, p. 1]

América latina no es ajena a lo comentado, ya que es común encontrarse con equipos de salud con un nulo funcionamiento o con equipos biomédicos que se escogen dar de baja, debido a la falta de capacitación e instrucciones para la reparación de estos equipos, muchas veces la falta de presupuesto o la falta de componentes o accesorios para la operatividad de los equipos pone en aprietos a los establecimientos de salud, teniendo una gran variedad de marcas extranjeras y de América latina de equipos en general, entre ellas las incubadoras en general, muchas veces dejando abandonadas estas por la falta de mantenimientos ya sean predictivos, preventivos o correctivos.

En Perú, es un país en el que cada año que pasa, es un año más de muchas noticias resaltando la precariedad de la salud pública la cual ha afectado y afecta de manera severa a los ciudadanos. Una de las causas comunes es por falta de implementación, pero otra también muy común y aún más grave es que hay equipos biomédicos inoperativos ya sea por mala gestión, por falta de mantenimiento preventivo o por falta de mantenimiento correctivo. Los equipos médicos no deben estar inoperativos si no se han realizado ninguna de las tres razones mencionadas. Sin embargo, existen centros de salud que tienen equipos

médicos inoperativos por el hecho de que dejó de funcionar y sin haberle hecho una revisión técnica para determinar si el equipo se encuentra inoperativo o si tiene solución de reparación. Esta falta del correcto funcionamiento de los equipos biomédicos sumado a la alta demanda de citas diarias en los establecimientos de salud genera un gran problema sin una solución definida por el estado peruano, las incubadoras son los principales apoyos vitales para los neonatos, teniendo así la falta de atención en neonatos y madres gestantes. En el 2019 casi un centenar de bebés murieron por falta de incubadoras en dos hospitales públicos de Perú. [3]

El funcionamiento nulo del equipo es causado por una falta de mantenimiento preventivo el cual debió ser gestionado cada periodo de tiempo por parte del personal encargado. Cabe mencionar que en el estado peruano no se cuenta con suficiente personal capacitado en todas las marcas o equipos, por esto el estado contrata a tercero con la finalidad de poder poner operativos los equipos, pero lamentablemente no todos cuentan con el presupuesto necesario para realizar este costeo ya sea para la repotenciación de equipos o los mantenimientos correspondientes. Además, el mal uso del equipo por el área usuaria es otra de las causas, especialmente en el poco cuidado al manipular el equipo. Las consecuencias pueden ser más graves que en un inicio, ya que la falta de revisión provocará que las partes no afectadas también se vean perjudicadas por el pasar del tiempo por falta de revisión. Lo mencionado puede llevar al equipo a un descarte total para su uso y dejando al centro de salud con un equipo menos para el traslado del neonato cuando sea necesario.

Parte de los afectados ante estas precariedades, son los neonatos. Es de vital importancia que los centros de salud con áreas pediátricas tengan incubadora de transporte, pero, sobre todo, que estén del todo operativas, a menos que una esté totalmente averiada con previa revisión técnica. Es por ello que se está optando por brindar el mantenimiento correctivo a la incubadora de transporte IT158TS para ponerla nuevamente en funcionamiento. En el centro de salud El

Porvenir - La Victoria tenía una incubadora de transporte IT158TS con funcionamiento nulo.

El centro de salud El Porvenir - La Victoria cuenta con solo dos incubadoras de transporte y una de ella estaba inoperativa por una falla en su funcionamiento, pero no ha sido revisada por más de dos años. Se realizó un análisis general de la incubadora para encontrar las averías y optar por una solución en la incubadora averiada para que al final pueda estar operativa y reducir la precariedad del centro de salud con respecto a las incubadoras de transporte para neonatos.

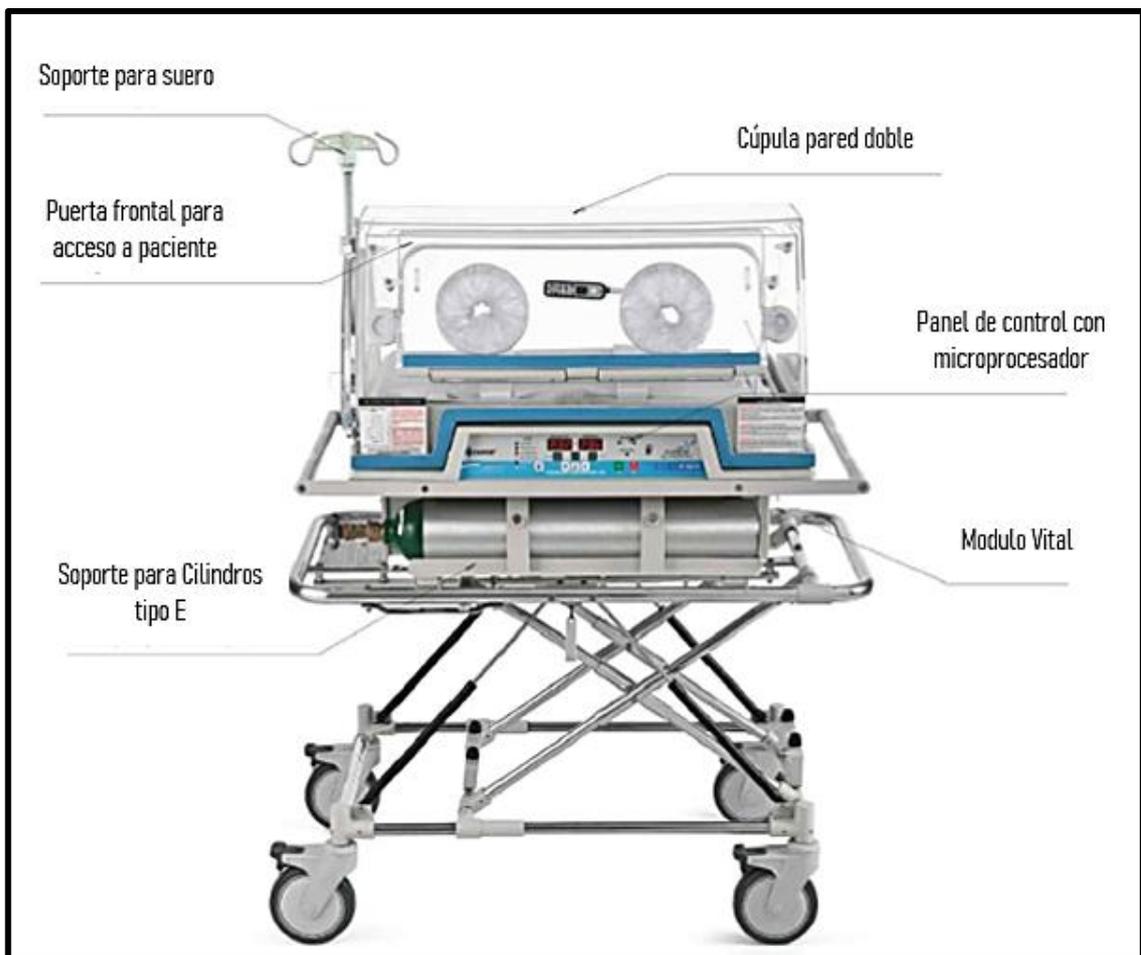


Figura 2. Incubadora de transporte IT158TS

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿En qué medida el diseño e implementación de un plan de mantenimiento en el sistema electrónico incide en la optimización de la incubadora de transporte IT158TS en el centro de salud el Porvenir – La Victoria?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida el diseño e implementación de un mantenimiento predictivo en el sistema electrónico incide en la optimización de la incubadora de transporte IT158TS?
- ¿En qué medida el diseño e implementación de un mantenimiento preventivo en el sistema electrónico incide en la optimización de la incubadora de transporte IT158TS?
- ¿En qué medida el diseño e implementación de un mantenimiento correctivo en el sistema electrónico incide en la optimización de la incubadora de transporte IT158TS?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la implementación de un plan de mantenimiento en el sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS en el centro de salud El Porvenir - La Victoria.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar un mantenimiento predictivo en el sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.
- Determinar un mantenimiento preventivo en el sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.
- Planear un mantenimiento correctivo en el sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.

1.4. Justificación

La investigación se dio por la falta de más incubadoras de transporte en el centro de salud materno infantil El Porvenir – La Victoria. La importancia de este resultado de esta investigación mejoro el equipamiento del centro de salud en el área neonatología. El proyecto ayudo principalmente a neonatos recién nacidos y también al presupuesto del centro de salud ya que no gastaron en comprar un equipo nuevo ni en la reparación. El estudio tuvo como base otros proyectos de mantenimiento de incubadoras neonatales y de gestión de equipos biomédicos. Este proyecto puede ser usado como ejemplo para el mantenimiento de equipamiento de otros centros de salud.

1.4.1. Justificación teórica

El centro de salud debe contar con más equipos operativos para brindar un mejor servicio, satisfaciendo la necesidad que requiere, ya que contaba con solo una incubadora en su servicio y esta no se da abasto para todos los neonatos y diversos casos que se presentan todos los días.

1.4.2. Justificación económica

El mantenimiento que plantea el presente proyecto implicó no comprar nuevos equipos a corto plazo el cual presenta como costo actual en el mercado de S/. 60,000 soles aproximadamente, implicando así que el costo de la reparación de

este equipo costo aproximadamente la doceava parte del costo de un equipo nuevo (tabla 6 y 7). Ayudando a la atención de los pacientes.

1.4.3. Justificación social

Volver operativo un equipo biomédico en un centro de salud con poca atención de las autoridades, implica una mejoría en la atención de pacientes evitando que nuestros neonatos no pasen frio, debido a la falta de ambientación del centro de salud, así como muestra la figura 3. La incubadora ayuda a un mejor cuidado y evitando bajas temperatura en el ambiente sobre todo en las estaciones del año con frio como es el invierno ya que los neonatos son puestos en cunetas la cual no ayudan a la temperatura corporal de los pequeños, así como lo haría una incubadora con el correcto funcionamiento, evitando posibles decesos y tratando posibles contagios de COVID -19 en neonatos ante la coyuntura mundial como muestra en la figura 4 de casos presentados en el 2020.



Figura 3. Ambiente madre y recién nacidos en el Centro de salud materno infantil el Porvenir



Figura 4. Uso de la incubadora en los últimos 5 años, aumentando en el 2020 por el COVID -19

1.4.4. Justificación tecnológica

El proyecto desarrollo un plan de mantenimiento que se ejecutó en el sistema electrónico y que estará registrado en el centro de salud. Con el plan de mantenimiento se optimizo el servicio poniendo operativo a la incubadora de transporte IT158TS, la cual le permite atender a una mayor afluencia de neonatos.

1.5. Limitantes de investigación

1.5.1. Limitantes teórico

Nuestras limitantes teóricas fueron la falta de pocos informes, artículos y tesis sobre nuestras variables dependientes e independientes.

1.5.2. Limitantes temporales

El periodo de tiempo del presente proyecto fue a partir de julio del 2021 y tuvo una duración de 6 meses.

1.5.3. Limitantes espaciales

El proyecto se desarrolló en el centro de salud materno infantil El Porvenir, al cual tuvimos que pedir permiso a la DIRIS Lima Centro para poder desarrollarlo y esto nos tomó tiempo en la espera de la respuesta.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes: Internacional y nacional.

2.1.1. Antecedentes internacionales

- ❖ Cabrera y Gómez (2021) realizaron un estudio titulado “Propuesta de un sistema de gestión mantenimiento de equipos biomédicos en un Hospital en el Valle del Cauca” en la ciudad de Valle del Cauca en el país de Colombia.

El proyecto con diseño experimental fue realizado para elaborar un plan de mantenimiento en los equipos biomédicos en el hospital. Para el desarrollo del proyecto fueron usados los equipos biomédicos y el personal del hospital. Los instrumentos usados fueron los inventarios de los equipos biomédico del hospital. Los resultados obtenidos fueron positivos ya que se mejoró el nivel de servicio y el nivel de eficiencia en sus trabajadores.

- ❖ Leal (2019) realizó un estudio titulado “Diseño de un plan de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos para la red de salud del sur oriente E.S.E. de Santiago de Cali – Valle del Cauca” en la ciudad de Valle del Cauca en el país de Colombia.

El proyecto con diseño pre experimental fue elaborado para diseñar un plan de gestión de mantenimiento para el cumplimiento de estándares de los equipos biomédicos. La muestra estuvo constituida por los equipos biomédicos a través. Las herramientas a usarse fue el inventario de los equipos. Se logró evidenciar una mejora en el proceso de mantenimiento y facilitó al personal técnico.

- ❖ Llácer (2019) realizó un estudio titulado: “Caracterización experimental de un prototipo de incubadora de neonatos prematuros” en la ciudad de Valencia en el país de Colombia.

El objetivo del estudio fue establecer las características experimentalmente de una incubadora de neonatos prematuros Innato para realizar el diseño de una más económica. Se usó un diseño experimental ya que se extrajo información de la incubadora en funcionamiento. Para la extracción de información se usó un sistema de medición conformado por sensor de temperatura y humedad. El estudio arrojó ciertos defectos a eliminar de la incubadora y además que hay partes innecesarias que sobrevaloran el equipo.

- ❖ Herrera (2018) realizó un estudio titulado: “Implementación de un plan de mantenimiento a la empresa ELECTROAUTOMATISMOS.ST, para los equipos biomédicos a su cargo” en la ciudad de Ocaña del país de Colombia.

El propósito del estudio fue la implementación de un plan de mantenimiento en la empresa ELECTROAUTOMATISMOS.ST. Se usaron equipos biomédicos que estaban a cargo de la empresa. Se trató de un diseño experimental debido a que fue ordenado en procedimientos secuenciales en los equipos biomédicos. Se usó el inventario de los equipos para un mejor orden de clasificación. Con el estudio se pudo cubrir muchas falencias en el plan de mantenimiento de la empresa que eran debido a un desorden de procedimientos.

- ❖ González y Londoño (2017) realizó un estudio titulado: “Diseño conceptual de una incubadora de bajo costo que posibilite abordar la atención al recién nacido prematuro en poblaciones vulnerables” en la ciudad de Santiago de Cali del país de Colombia.

El estudio consistió en elaborar un prototipo de una incubadora económica para la atención del recién nacido prematuro en poblaciones vulnerables. Se realizó con el apoyo del personal relacionado con el diseño de equipos, personal estudiantil de ingenierías biomédica que hayan realizado prácticas en centros hospitalarios. El diseño usado fue concurrente debido a que es un modelo óptimo, eficaz y eficiente en cuanto al prototipo de una incubadora. Para la simulación del diseño se usaron softwares como Solid Works, Proteus y Multisim. Se obtuvo un buen funcionamiento del sistema ya que había un control correcto de la temperatura y buen funcionamiento de los indicadores.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- ❖ Aliaga y Lobato (2020) realizaron un estudio titulado “ Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos médicos en el área de servicios del centro médico María Belén S.R.L.- Cajamarca” en la ciudad de Cajamarca del país Perú.

Este trabajo se enfoca en el diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos en los servicios del Centro Médico María Belén S.R.L., obteniendo un resultado positivo y logrando aumentar la disponibilidad del 89% a un 94%. Así mismo una gran evolución económica.

- ❖ Carbajal y Chuman (2019) realizaron un estudio titulado “Gestión De Mantenimiento Y La Eficiencia De Los Equipos Biomédicos En La Unidad De Cuidados Intensivos De Un Establecimiento De Salud Nivel II-2 De La Región Callao, Período 2018-2019” en la ciudad de Callao del país Perú.

El objetivo del estudio fue determinar la relación que hay entre la gestión del mantenimiento y la eficiencia de los equipos biomédicos con el apoyo de 30 trabajadores del área de mantenimiento del hospital de Luis

Negreiros a través de un diseño no experimental. Se usó una lista de 15 preguntas obteniéndose como resultado que hay una alta relación entre la gestión del mantenimiento y la eficiencia de los equipos biomédicos ya que hay una dependencia notoria del último respecto al primero.

- ❖ Alba y Chinchay (2019) realizaron un estudio titulado “Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos – unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz, 2018” en la ciudad de Huaraz del país Perú.

Usando el método deductivo y con una investigación tipo pre experimental, desarrollaron un plan de mantenimiento preventivo propio para los 20 equipos de UCI del Hospital Víctor Ramos Guardia, logrando un resultado del 94% de efectividad de la producción en estos equipos biomédicos.

- ❖ Zavala (2018) realizó un estudio titulado “Plan De Mantenimiento Preventivo Para Mejorar La Disponibilidad De Los Equipos Médicos En Essalud – Virú 2018” en la ciudad de Trujillo del país Perú.

Lo principal en el estudio fue lograr incrementar la disponibilidad de equipos críticos que estaban a un 90% de 45 equipos pertenecientes a la empresa ESSALUD – Virú a través de un diseño pre experimental. Se usaron métodos deductivos y análisis de criticidad de riesgos y a partir de ambos métodos se obtuvo un incremento de la disponibilidad de 90% a 98%.

- ❖ Flores (2017) realizó un estudio titulado “Optimización del mantenimiento preventivo para Mejorar la productividad de Los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017” en la ciudad de Lima del país Perú.

El principal objetivo del presente trabajo es mejorar la productividad de los equipos y a la vez disminuir los trabajos imprevistos, tomando una muestra de 852 equipos, de los cuales 30 eran los que siempre se reportaban a los cuales se les realizó un seguimiento a través de evaluaciones diarias y los reportes de mantenimientos anteriores, el resultado del trabajo fue la mejora en un 30% en la productividad de los equipos biomédicos.

2.2 Bases teóricas:

❖ Breve historia del mantenimiento:

En los inicios de las empresas que existían, contenían trabajadores que tenían múltiples funciones desde la producción hasta la reparación de las máquinas productoras. Debido a esas múltiples labores es que el tiempo de producción no era tan bueno. Es por ello que en 1930 el empresario Henry Ford, ejecutó un sistema al que llamó "Producción en cadena". Consistía en la asignación de responsabilidades específicas a los trabajadores a través de la organización mostrada en la Figura 5. Es a través de la implementación del nuevo modelo nace el mantenimiento. [4, p. 355]

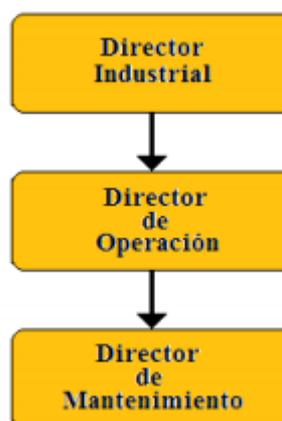


Figura 5. Modelo Organizacional de Henry Ford

❖ Breve historia de la incubadora neonatal:

Durante 1878 el obstetra S. Tamier modificó una cámara que contenía un calentador en base a la incubadora para pollos. Luego junto a la criadora de pollos Odile Martin, construyeron un aparato que pudiera, al igual que a los pollos, dar cuidado a los recién nacidos y esto logró disminuir la mortalidad de neonatos con peso menor a 2Kg. Según muchas referencias indican que W. C. Deming fabricó la primera incubadora en 1888, pero otros indican que la incubadora apareció entre los años 1850 y 1859. Según publicaciones de la época, fue Alexander Lyons quien realizó más aportes tecnológicos a través del desarrollo de la “couveuse” o también llamada incubadora. [5, p. 2]

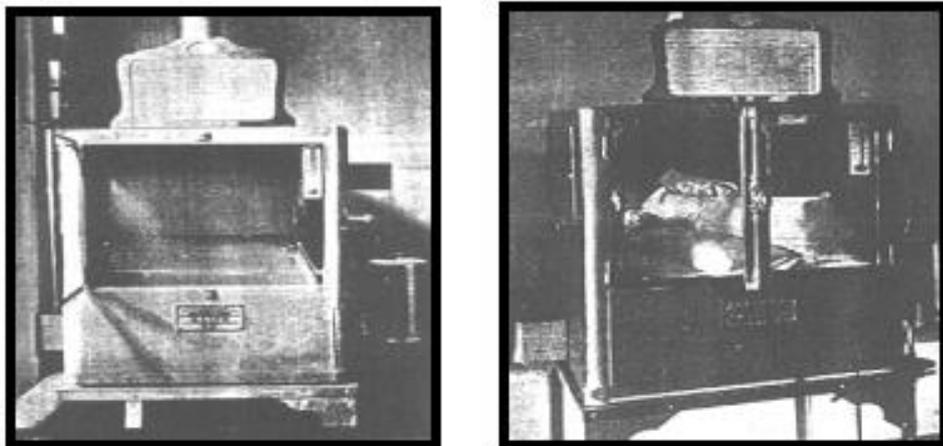


Figura 6. Incubadoras desarrolladas por Lyons 1891

2.2.1. Funcionamiento de incubadora

La incubadora es un equipo médico que proporciona un entorno controlado para neonatos que necesitan de ciertos cuidados. [6, p. 55]

Es empleado para brindar oxígeno y calor con la temperatura adecuada al estar fuera del vientre materno. [7, p. 2]

❖ Principio

El funcionamiento de la incubadora tiene como propósito establecer una temperatura y humedad adecuada para el neonato para condiciones óptimas en su vitalidad dentro de ella. [8, p. 122]

La incubadora es una cámara con paredes de plástico de una o doble capa. Debajo del colchón del neonato está el sistema encargado de proporcionar un microclima adecuado para el neonato variando parámetros como la temperatura y humedad a través de termostatos, reguladores y sistema de ventilador. Además de una oxigenación pasiva FiO_2 . [9, p. 3]

El rango de temperatura corporal que debe mantener el neonato va entre $36.7^{\circ}C$ y $37^{\circ}C$ y el microclima debe encontrarse entre $22^{\circ}C$ y $37^{\circ}C$. La humedad relativa debe estar entre 45% y 80% de humedad. Para que puedan cumplir las condiciones nombradas se deben cumplir ciertos funcionamientos correctos como un ambiente hermético donde no interfiera el clima externo y que el sistema de ventilación proporciones de manera homogénea el calor y la humedad. [10, pp. 42-43]

La razón más general de la falla de una incubadora es por la falta de aseo del equipo al retirar al neonato de la incubadora. [11, p. 34]

❖ Actualidad

Las incubadoras cuentan con sistemas que con el tiempo se van a desarrollando. El sistema de alarma se desarrolla para un mejor monitoreo del personal médico y además que algunos tienen un sistema de inclinación para evitar el reflujo del neonato. Al tratarse de un equipo para neonato, existen normal nacionales e internacionales que permiten regular los cambios que se van dando. [10, p. 33]

Un avance interesante con el pasar del tiempo, es el desarrollo de una incubadora que además de cumplir las funciones básicas, tienen aplicaciones que pueden acercar más al neonato a sentirse en el vientre materno. Estas aplicaciones restablece el ruido de los latidos del corazón y la respiración de la madre. Las funcionalidades mencionadas se incorporan con el propósito de recortar el tiempo de permanencia del neonato en la incubadora. [10, p. 34]

2.2.2. Mantenimiento de equipos

El mantenimiento son un conjunto de actividades que nos permiten conservar las condiciones básicas de los equipos para una correcta dirección en las empresas. [12, p. 2]

El objetivo del mantenimiento comprende cumplir las condiciones de funcionamiento seguridad, eficiencia y confiabilidad a un bajo costo de operación en las instituciones. [13, p. 19]

❖ Mantenimiento en Centro médicos:

El mantenimiento en los centros médicos comprende la parte técnica y administrativa, previniendo y mejorando el funcionamiento de los equipos biomédicos. [14, p. 15]

Entre las actividades técnicas y administrativas los ingenieros biomédicos buscan un ambiente seguro y cómodo mejorando así la productividad de los mantenimientos. [15, p. 12].

❖ Tipos de mantenimientos:

✓ Mantenimiento preventivo:

Es la programación de una serie de inspecciones periódicas de acuerdo a un plan para prever errores y mantener el equipo en un estado óptimo. [14, p. 16]

✓ **Mantenimiento correctivo:**

Es el procedimiento que permite reparar un equipo con mal funcionamiento o rendimiento a través de un análisis, permitiéndonos encontrar las diferentes fallas o defectos que pueda presentar el equipo médico. [16, p. 17]

✓ **Mantenimiento predictivo:**

Es el procedimiento está en constante diagnóstico y nos permite anticipar las posibles pérdidas de calidad del producto o servicios del equipo. [17, p. 41]

Otra importancia del mantenimiento predictivo es conservar el equipo con las constantes revisiones evitando un desperdicio de tiempo y dinero en las reparaciones. [18, p. 66]

❖ **Planificación del plan de mantenimiento**

La planificación del mantenimiento nos permite elaborar un programa integral a través de un examen de factores clave como se ve en la imagen así obteniendo un programa de mantenimiento apropiado y costo eficaz acorde con la situación. [19, p. 14]

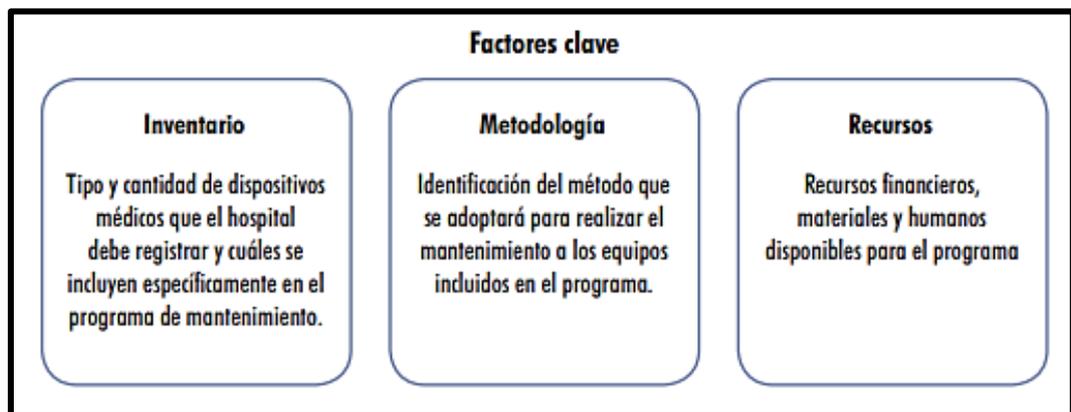


Figura 7. Factores clave para la planificación de un programa de mantenimiento

Elaborando una correcta planificación de los recursos necesarios para los mantenimientos nos permite generar un plan apropiado para las necesidades de los hospitales y centros médicos. [20, p. 23]

❖ **Sistema de gestión del mantenimiento**

El sistema de gestión de mantenimiento es el conjunto de actividades funcionales que nos permiten lograr una efectividad del mantenimiento para lograr prevención de fallas y deterioro de los equipos, edificaciones y inmuebles del centro médico. [18, p. 60]

❖ **Determinación de frecuencias de mantenimiento**

Para determinar las frecuencias del mantenimiento tuvimos que tener presente las necesidades, estándares y condiciones a las cuales el equipo es expuesto además así generando una proyección de un plan de mantenimiento preventivo anual de los equipos. [21, pp. 40-41].

2.3 Conceptual:

2.3.1. Funcionamiento de incubadora de transporte IT158TS

La incubadora de transporte modelo IT158TS usualmente usada para transporte de prematuros de alto riesgo, bajo peso o recién nacidos con graves enfermedades. Este equipo ayuda a los pacientes neonatales a estar en un ambiente cerrado y poder controlar la temperatura de aire, oxígeno, humedad relativa y mantener un aislamiento del ambiente externo a través del microfiltro de aire para calentarlo mediante la circulación de aire caliente sobre la piel durante el transporte del neonato. La principal función de la incubadora de transporte es suministrar un ambiente adecuado para el paciente a través del control adecuado de la temperatura del aire, este ambiente permite que el neonato con complicaciones mantenga una correcta temperatura corporal con bajas tasas metabólicas ya que esta condición ayuda al correcto desarrollo y con una menor incidencia de complicaciones clínicas.

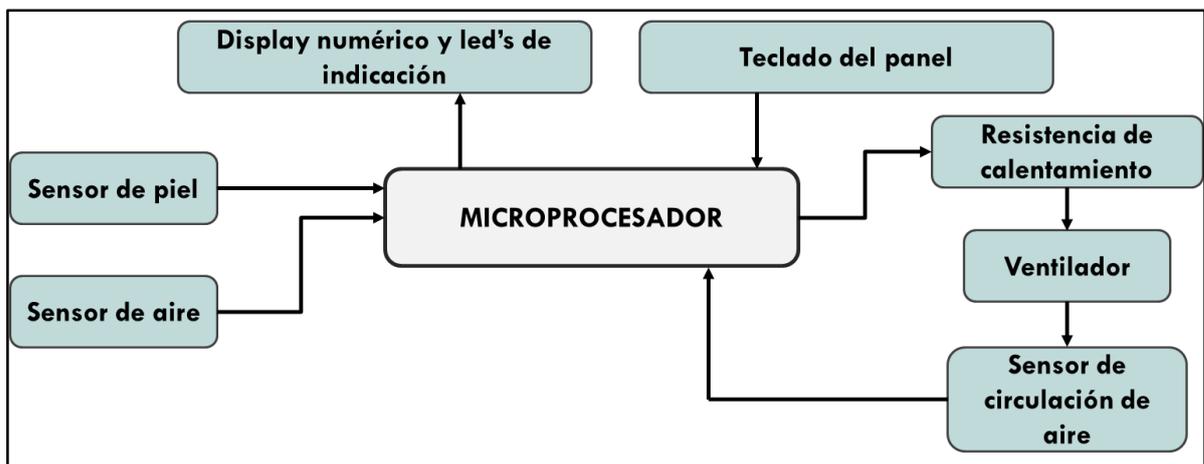


Figura 8. Diagrama de bloques del funcionamiento de la incubadora IT158TS

El equipo está compuesto de distintas etapas las cuales a su vez contienen ciertos sensores, mecanismos, estructuras, etc. En resumen, las partes son las siguientes:

- Sensores de monitoreo: Temperatura de piel y circulación de aire
- Sistemas de alarma audiovisuales: Indicadores para fallas en la incubadora que puedan afectar al neonato.

- Sistema de calentamiento: Brinda temperatura adecuada al interior del equipo.
- Sistema de humedad pasivo: Proporciona humedad adecuada al interior y se debe rosear con 450 ml de agua destilada para una duración por lo menos de 12 horas.
- Cúpula acrílica de pared doble: Aísla del ambiente externo al neonato.
- Colchón: Revestido con una funda atóxica
- Puerta de acceso frontal y lateral: Contienen aberturas con tres portezuelas con puño elástico (dos en la puerta frontal y uno en la puerta lateral).
- Lecho de colchón: Estructura que contiene al colchón, soporta hasta 7 Kg y puede ser removida hasta 24 cm fuera de la cúpula.
- Iluminación auxiliar: Para ambientes oscuros.
- Dos portabalones: Ubicados en cada lado de la base.
- Acopladores para vehículos de transporte.
- Estructura de conversión: Cambia de coche a camilla.
- Porta suero para infusiones y soporta un peso máximo de 2 Kg.

Esta incubadora puede trabajar con una red de alimentación de 127V ó 220V, o también con una tensión externa de 12 Vcc provenientes de ambulancias o aeronaves. Cuenta con un sistema de alimentación adicional el cual está conformado con dos baterías internas de 12V_{DC} que proporcionan una autonomía de 4 horas de funcionamiento con carga total. Estas baterías son constantemente cargadas cuando el equipo está conectado a la red eléctrica.

Este equipo mecánico eléctrico móvil está especialmente desarrollado para el transporte seguro de recién nacidos con diferentes edades gestacionales y condiciones clínicas. Durante la asistencia y tratamiento en las modalidades de remoción interna entre los diferentes sectores del hospital e incluso externas como para otros hospitales. En el panel de control, de fácil visualización y operación de los parámetros, se puede apreciar la temperatura del aire (ATC) la cual marca en el display de 20 °C a 39 °C. La temperatura de 20 °C hasta 30 °C

es utilizada como parámetro de precalentamiento y la temperatura de trabajo recomendado al paciente es de 30 °C a 39 °C. La temperatura de la piel (ITC) tiene un rango de 20 °C a 38 °C. Al estar fuera de ese rango, el display muestra la simbología “LLL”. La ITC de trabajo recomendado al paciente es de 34 °C y 38 °C, con indicaciones de modo de operación (modo AC – red eléctrica y modo DC – baterías). Las alarmas audiovisuales reflejan ciertos parámetros como falta de energía; falla de circulación de aire; alta y baja temperatura; falla del sensor piel y batería. También presenta un botón el cual tiene símbolo de una campana con un aspa encima el cual nos permite inhibir el sonido durante 10 minutos.

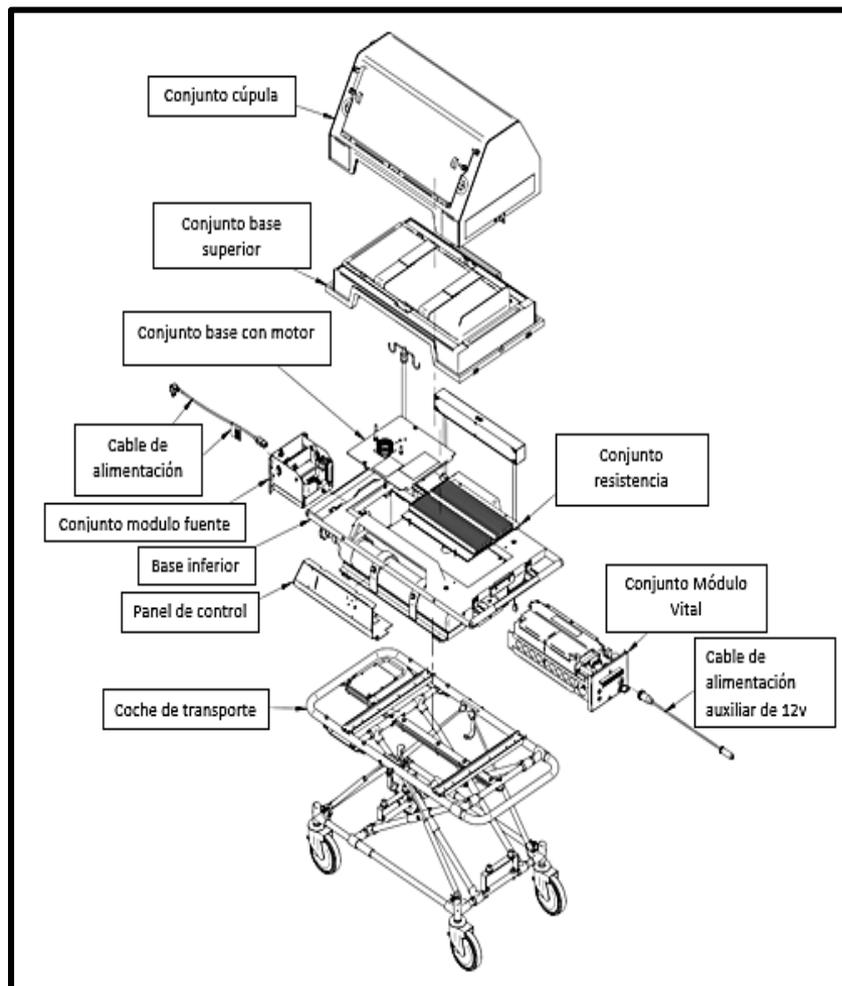


Figura 9. Componentes principales de la incubadora de transporte IT158TS

❖ **Especificaciones generales de la incubadora de transporte:**

Tabla 1 Especificaciones eléctricas

Tensión de alimentación externa	127V ~ o 220V ~
Tensión de alimentación interna (dos baterías recargables)	12Vdc
Frecuencia	50 o 60 Hz
Corriente de fuga (para el gabinete)	< 100 μ A
Potencia (alimentación externa e interna)	180W y 115W
Tiempo mínimo de carga de las baterías (para baterías totalmente descargadas)	30 horas
Autonomía	4 horas
Expectativa de vida de baterías	200 (cargas y descargas)
Tensión de alimentación externa 127V ~	3 A – Tipo F
Tensión de alimentación externa 220V ~	2 A – Tipo F
Tensión de alimentación externa 12VDC	10 A – Tipo F

Fuente: [30, p. 2]

Tabla 2 Dimensiones del coche de transporte

Ancho	56,5 cm
Profundidad	102 cm
Altura con carro en la posición alta	118,7 cm
Altura con carro en la posición baja	88,3 cm
Peso con accesorios	86,7 kg
Altura interna del colchón para cúpula	27 cm
Altura de paso del colchón / panel de acceso	18 cm
Dimensiones de colchón	32 cm x 63 cm

Fuente: [30, p. 3]

Tabla 3 Clasificación y características

Máximo % de CO ₂	<0,2 %
Velocidad del aire sobre el colchón	< 0,35 m/s
Ruido interno (ambiente < 45 dB _A)	< 60 dB _A
Resolución de los displays de temperatura	0,1 °C
Tiempo de elevación de la temperatura (temp. Amb.= 25 °C)	1 hora
Sobre elevación de la temperatura	0,8 °C
Uniformidad de la temperatura	<0,6 °C
Variación de la temperatura del aire	± 2 °C
Concentración de oxígeno (%O ₂)	21% a 90%

Fuente: [30, p. 3]

❖ Pantalla de control de la incubadora de transporte IT158TS

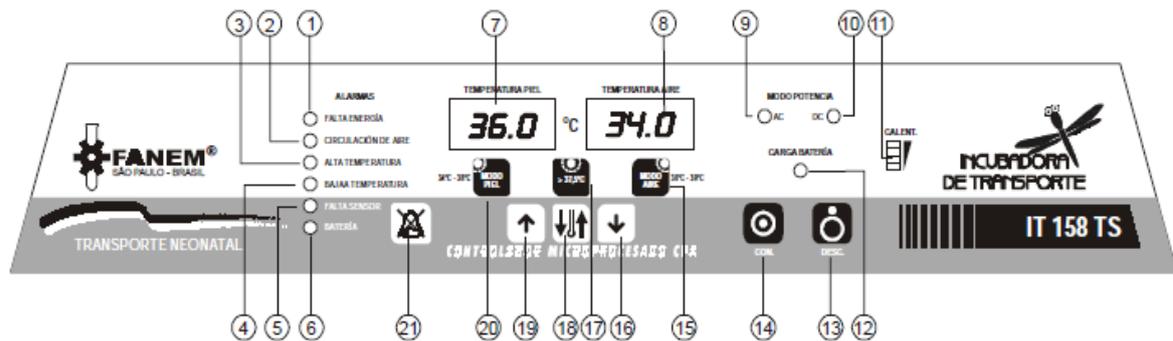


Figura 10. Panel de control de Incubadora de transporte IT158TS

- Alarmas audio visuales:

- 1) Led de indicación de FALTA DE ENERGÍA.
- 2) Led de indicación de CIRCULACIÓN DE AIRE.
- 3) Led de indicación de ALTA TEMPERATURA.
- 4) Led de indicación de BAJA TEMPERATURA.
- 5) Led de indicación de FALLA SENSOR.
- 6) Led de indicación de BAJA TENSION DE LA BATERÍA.
- 7) Display numérico de indicación de la TEMPERATURA DE LA PIEL.
- 8) Display numérico de indicación de la TEMPERATURA DE AIRE.
- 9) Led de indicación del MODO DE POTENCIA AC.
- 10) Led de indicación del MODO DE POTENCIA DC.
- 11) Led de indicación de CALENTAMIENTO.
- 12) Led de indicación de la CARGA BATERÍA.
- 13) Tecla de APAGADO del panel de control.
- 14) Tecla de ENCENDER del panel de control.
- 15) Tecla selección MODO AIRE.
- 16) Tecla de DECREMENTO de la temperatura de ajuste.
- 17) Tecla selección modo > 37,5 °C.
- 18) Tecla para seleccionar la TEMPERATURA DE AJUSTE.
- 19) Tecla de INCREMENTO de la temperatura de ajuste.
- 20) Tecla selección MODO PIEL.
- 21) Tecla de INHIBIR SONIDO de las alarmas.

2.3.2. Plan de mantenimiento

Es la actividad que agrupa una serie de procedimientos cuya ejecución permite alcanzar un elevado grado de confiabilidad en los equipos biomédicos. Estas actividades permiten que un equipo se conserve o restaure de tal manera que pueda mantenerse durante más tiempo y con las condiciones específicas. Un mantenimiento adecuado puede prolongar la vida útil del equipo biomédico para obtener un rendimiento óptimo y reducir el número de fallas. Decimos que el equipo falla cuando nos deja de brindar el servicio que debería darnos o aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño y técnicas de cada equipo.

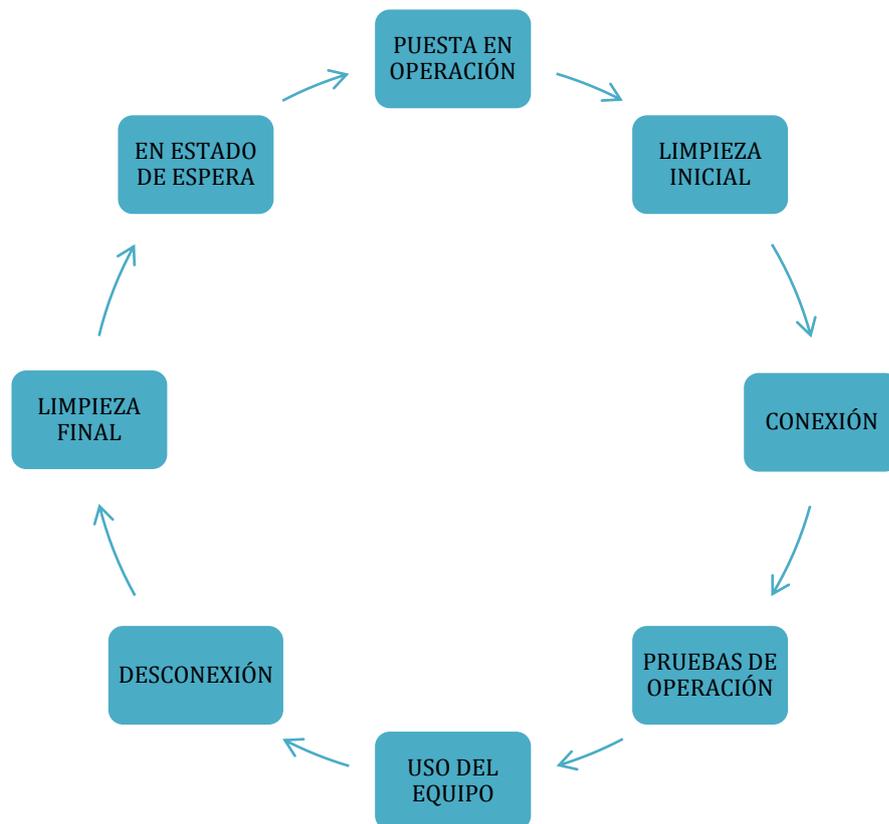


Figura 11. Diagrama de ciclo de uso de un equipo Biomédico

❖ **Tipos de mantenimiento:**

De acuerdo con sus formas de intervención, se puede categorizar en 3 diferentes maneras:

✓ **Mantenimiento predictivo**

Este mantenimiento se basa en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos médicos, así se pueda predecir las fallas antes de que se presenten. Este mantenimiento se realiza en intervalos regulares para prevenir o detectar fallas en cualquier condición (presente o futuro) que pudiera impedir el uso apropiado, seguridad del equipamiento y paciente de ser este el caso. Para este mantenimiento es necesario identificar los parámetros (temperatura, humedad, etc.) que pueden dañar al equipo, usando el conocimiento analítico y técnico necesario para evitar fallas.

✓ **Mantenimiento preventivo**

Este tipo de mantenimiento nace a raíz de la necesidad de evitar el mantenimiento correctivo y así reducir la reparación mediante una rutina denominada “plan mantenimiento”. Este plan consiste en inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, ajuste, reparación, análisis, limpieza, lubricación, calibración, etc. Según indique el plan de mantenimiento, el propósito de este plan es prever averías o desperfectos en su estado inicial y corregirlas para mantener los equipos en completa operación a eficiencia y niveles óptimos. El mantenimiento preventivo nos permite prever averías en su estado inicial y corregirlas a tiempo, así teniendo nuestros equipos médicos con una prolongada vida útil disminuyendo el costo de reparaciones futuras. Para un correcto mantenimiento preventivo también se debe considerar el MPP (mantenimiento preventivo planificado).



Figura 12. Razonas por las cuales realizar un mantenimiento preventivo

✓ **Mantenimiento correctivo**

Es el mantenimiento que se realiza para corregir y reparar fallas o defectos presentados en equipo médico y están divididos en dos:

- No planificado, es el mantenimiento que se presenta de improviso y es de emergencia en muchos casos, debe llevarse a cabo con urgencia y lo antes posible, ya sea por una condición imperativa que se debe cumplir.
- Planeado, se sabe la falla de antemano y se programa la reparación, ya sea para el cambio de repuesto y documentación técnica necesaria para realizar el mantenimiento.

Para un correcto mantenimiento correctivo también se debe considerar el MCP (mantenimiento correctivo planificado).



Figura 13. Causas por las cuales realizar un mantenimiento correctivo

❖ **Gestión de Mantenimiento a equipos biomédicos:**

La gestión de mantenimientos se ha vuelto de vital importancia para los establecimientos e instituciones de salud, debido a que nos permite reducir fallas, ya sea en inversiones y ahorro mesurable en las organizaciones de los servicios. La gestión de mantenimiento es un soporte, dirección, control y preservación de los equipos médicos. Esto nos permite aumentar la calidad de en los servicios prestados, logrando incrementar la relación objetiva entre costo – beneficio. Para nosotros lograr una calidad en gestión debemos considerar los procesos que nos habiliten la disminución del tiempo en la reparación de equipos biomédicos y así prolongar la vida útil a través de un correcto plan, procedimiento y pruebas de los mantenimientos. La gestión del mantenimiento de equipos ha tenido un gran crecimiento y demanda en los establecimientos de salud, ya sea por su metodología, presupuesto y apoyo profesional en el área de ingeniería, causando así una comodidad al área usuaria y a los pacientes de los establecimientos de salud.

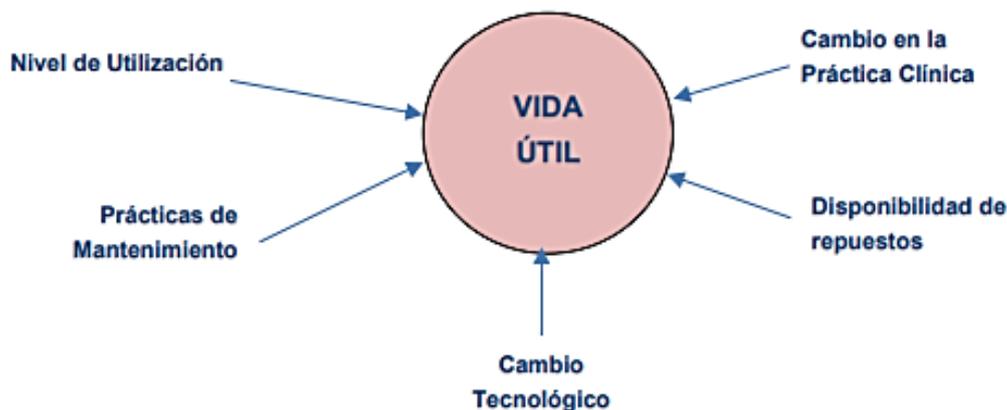


Figura 14. Factores que influyen en la vida útil de un equipo biomédico

❖ **Importancia de la clasificación de los mantenimientos a equipos biomédicos:**

Clasificar correctamente los mantenimientos nos permite organizar las actividades técnicas y administrativas aplicadas para el cuidado de nuestro equipo. Para clasificar correctamente los mantenimientos necesitamos aplicar los conocimientos científicos y técnicos para aprovechar al máximo nuestros recursos. Esto nos permite minimizar el tiempo de paros de equipos, una correcta selección, distribución del personal y el desempeño de los técnicos.

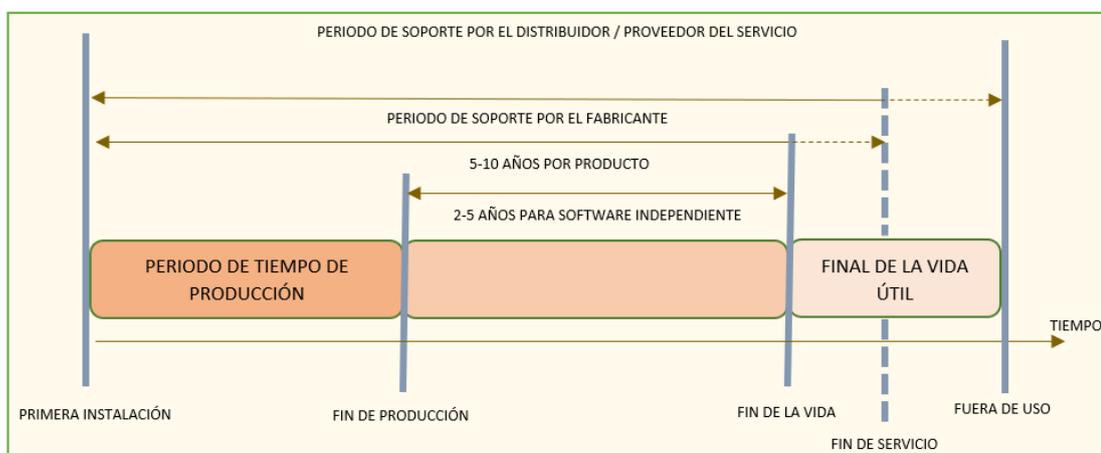


Figura 15. Clasificando correctamente el mantenimiento, prolongaremos la vida útil y la producción del equipo

❖ **Propósitos del mantenimiento a equipos biomédicos:**

Los propósitos del mantenimiento son evitar, reducir fallas y reparaciones, disminuyendo la gravedad de las fallas que se lleguen a presentar, evitando así las detenciones o paros inútiles de los equipos médicos y así conservando la vida útil los equipos en condiciones aceptables y correctamente operativas. Balanceando así el costo del mantenimiento en caso que se presente una carta fianza o prestación accesoria de por medio.



Figura 16. Propósitos del mantenimiento

2.4 **Definición de términos básicos:**

- **Baja de equipos:** Es el proceso en el cual se procede retirar del servicio y retirar del patrimonio de la entidad aquellos equipos que han perdido la posibilidad de ser utilizados nuevamente. [18, p. 30]
- **Ciclo de vida útil:** Tiempo en el cual el equipo conserva su capacidad de ser utilizado. [18, p. 30]
- **Control de temperatura:** Acción para mantener la temperatura en un valor o un rango de ella. Se realiza a través de un sistema de retroalimentación conformado por sensores y actuadores. [10, p. 19]
- **Ficha técnica:** Permite identificar los datos y características más resaltantes de los equipos, brindándonos así información, origen, fabricación, ubicación, etc. [22, p. 255]
- **Funcionamiento nulo:** Equipo se encuentra totalmente inoperativo sin brindar los servicios que debería.

- **Eficiencia:** Obtener el máximo beneficio posible a partir de los recursos disponibles. [23, p. 8]
- **Equipo biomédico:** Dispositivo que se utiliza para diagnóstico, tratamientos, prevención y rehabilitación de alguna enfermedad. [17, p. 41]
- **Humedad relativa:** Variable ambiental a considerarse en la incubadora neonatal manteniendo cierto rango para simular condiciones del vientre materno. [10, p. 19]
- **Incubadora:** Dispositivo biomédico que apoya en la vitalidad del neonato tratando de simular el vientre materno para un óptimo desarrollo a través del control de variables como la temperatura y humedad. [10, p. 19]
- **Ingeniería Biomédica:** Es la aplicación de ciencias exactas, administrativas y recursos humanos, que tiene como objetivo la mejora de la de tecnología en los centros de salud. [14, p. 13]
- **Neonato:** Recién nacido menor a 28 días, cuya edad de gestación sea mayor a 37 semanas y menor a 42. [24, p. 35]

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Mediante el diseño e implementación de un plan de mantenimiento en el sistema electrónico se obtendrá una optimización de la incubadora de transporte IT158TS en el centro de salud El Porvenir – La Victoria.

3.1.2. Hipótesis específicas

- Iniciando un mantenimiento predictivo se hallará las posibles fallas del sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.
- Estableciendo un plan de mantenimiento preventivo se prolongará la vida útil del sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.
- Determinando la implementación de un mantenimiento correctivo se corregirá las averías del sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.

3.2. Definición conceptual de variables.

Las variables que usamos para nuestro proyecto de estudio nos conllevan a la explicación, demostración y comprobación de la formulación de nuestras hipótesis, las cuales son:

- **VARIABLE INDEPENDIENTE:** Plan de mantenimiento
- **VARIABLE DEPENDIENTE:** Incubadora de transporte

3.2.1. Operacionalización de la variable

Tabla 4 Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES				
Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operativa	Dimensiones	Indicadores
PLAN DE MANTENIMIENTO	El plan de mantenimiento apoya al personal de ingeniería en la gestión de diferentes programas de mantenimiento para su ejecución, con el fin de una correcta operación de los equipos médicos. [29]	Se puede ejecutar a través de una previa evaluación del equipo y estableciendo un correcto diseño del plan mantenimiento para finalmente implementarlo.	Mantenimiento predictivo	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento atípico. • Inspección visual
			Mantenimiento preventivo	<ul style="list-style-type: none"> • Localización de posibles averías • Cambio de consumibles • Limpieza integral del equipo • Test de inicio
			Mantenimiento correctivo	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de repuesto • Reparación de fallas • Prueba de funcionamiento
Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operativa	Dimensiones	Indicadores
INCUBADORA DE TRANSPORTE	Las incubadoras neonatales proporcionan un ambiente contralando con diferentes variables como temperatura, humedad y luminosidad auxiliar para pacientes prematuros. [6]	Correcto funcionamiento de parámetros de temperatura para un adecuado microclima del paciente.	Sistema de elevación de temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento del equipo. • Falla en el circuito de elevación de temperatura. • Calibración y ajuste de la temperatura.
			Alimentación eléctrica DC	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en modo DC. • Estabilidad. • Voltaje de baterías.
			Ruido interno del equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido < 60 Db • Funcionamiento del motor. • Funcionamiento del transformador.

Fuente Diseño propio

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

Por el tipo de investigación usada para el proyecto reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada, en razón que mediante el mantenimiento correctivo se pondrá en funcionamiento la incubadora de transporte IT158TS.

4.2. Método de investigación

El método de investigación que se usó para el proyecto es Experimental, porque a través de las evaluaciones técnicas se busca detectar la falla de la incubadora de transporte IT158TS del centro de salud materno infantil el porvenir.

4.3. Población y muestra

En el proyecto de investigación se trabajó con la incubadora de transporte IT158TS y teniendo como muestra al personal médico del área de neonatología, sala de parto y UCI los cuales son de 60 a 70 personas entre médicos, licenciadas y personal técnico en enfermería, en los diferentes horarios rotativos.



Figura 17. Doctores y licenciadas del centro de Salud El Porvenir

4.6. Análisis y procesamiento de datos

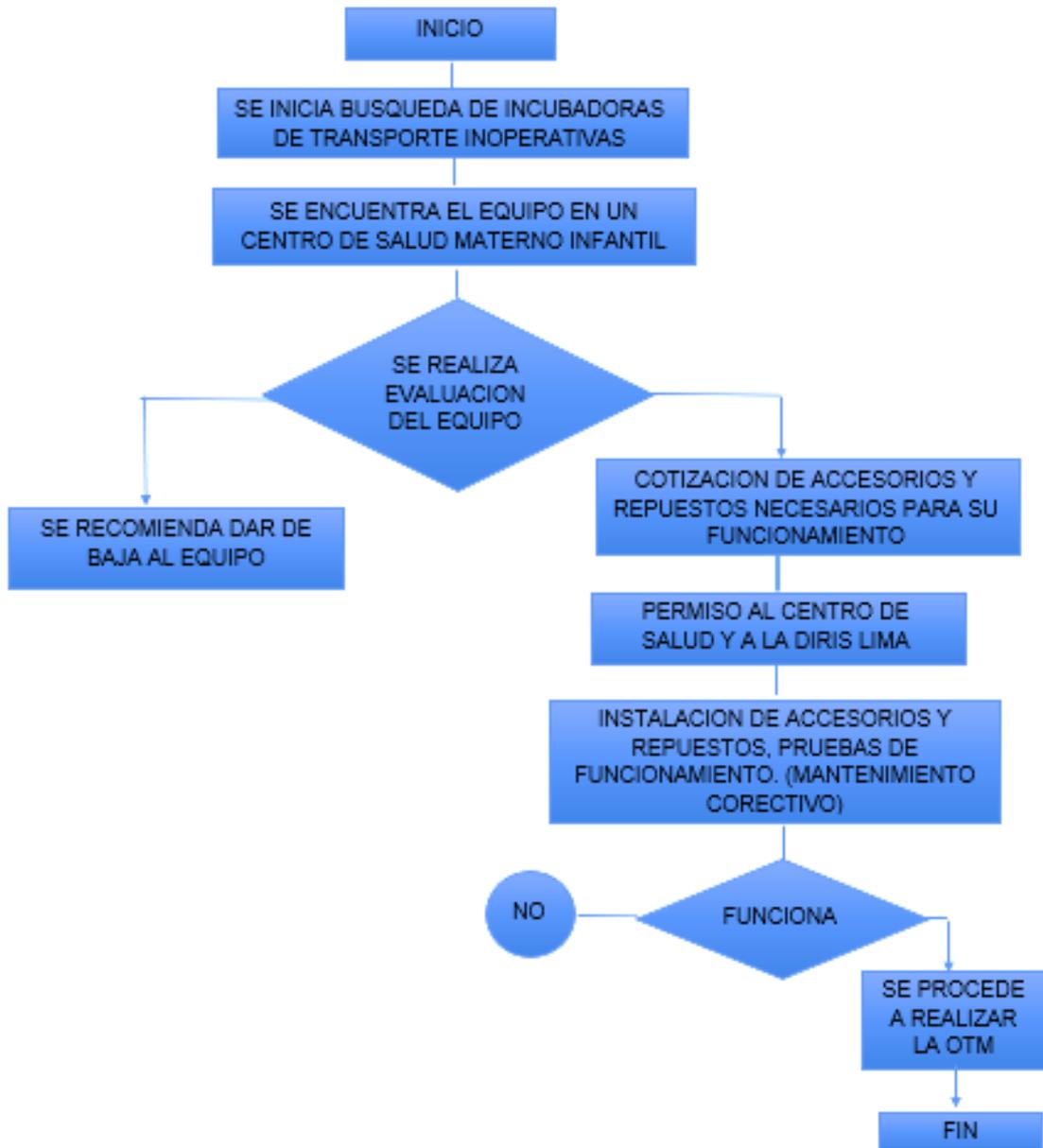


Figura 19. Diagrama de flujo indicando el desarrollo del proyecto de investigación

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Con la finalidad de lograr los objetivos planteados a un inicio de la investigación, se tramitó la solicitud para lograr el permiso de la DIRIS Lima Centro, ente encargado de supervisor a los centros de salud de los distritos de Lima Centro. Los datos principales del equipo al cual se efectuó el mantenimiento son:

- **Nombre del equipo:** incubadora de transporte
- **Marca:** FANEM
- **Modelo:** IT158TS
- **N/S:** CF-3255
- **Año de Fabricación:** 2007

Luego de obtenida la autorización se procedió con el mantenimiento encontrando la incubadora en el estado como se muestra en la figura 20 y 21. Comenzando así con los objetivos planteados en la investigación teniendo como guía la tabla número 5 y se siguiendo la tabla numero 6 la cual es el procedimiento que se realizó durante la implementación de nuestro plan de mantenimiento que se propuso en el presente trabajo, el cual explicaremos en los siguientes subtemas más afondo.

5.1.1 Plan de trabajo de campo

El plan de mantenimiento que efectuamos para la optimización de la incubadora de transporte consistió principalmente en la limpieza integral del equipo, ajuste de piezas, reemplazo de componentes e insumos dañados, calibración y ajuste de temperatura y se concluirá con las pruebas de funcionamiento del equipo. Tal como lo indica la siguiente tabla:

Tabla 5 Activadas del plan de mantenimiento

N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO
1	Inspección visual y limpieza de cúpula, base y coche de transporte.
2	Limpieza y ajuste mecánico de accesorios.
3	Revisión y limpieza de módulo de control.
4	Revisión y limpieza de módulo de potencia.
5	Revisión y limpieza de módulo de carga y baterías.
6	Verificación y cambio de batería 9 V.
7	Verificación y cambio de baterías 12V.
8	Verificación y cambio de colchón para paciente.
9	Verificación y cambio de esponja humidificadora.
10	Verificación y cambio de filtro de aire.
11	Cambio de transistor de alta potencia MJ 15003
12	Verificación de funcionamiento de iluminación auxiliar.
13	Verificación de sensor de temperatura y cambio de sensor de falta de circulación de aire.
14	Calibración y ajuste del sistema de control de temperatura de aire y piel.
15	Verificación de funcionamiento final de todos sus parámetros

Fuente Diseño propio



Figura 20. Incubadora de transporte del centro de salud vista frontal



Figura 21. Incubadora de transporte del centro de salud vista trasera

5.1.2. Accesorios necesarios para el mantenimiento

Tabla 6 Costo estimado de accesorios para mantenimiento

Consumibles y accesorio del equipo				
N°	Materiales	Precio	Cantidad	Costo total
1	Espuma de humidificación	S/.60.00	1	S/.60.00
2	Filtro de aire	S/.120.00	1	S/.120.00
3	Funda del colchón en PVC atoxico	S/.40.00	1	S/.40.00
4	Colchón de espuma auto extingible	S/.80.00	1	S/.80.00
5	Puño elástico para portazuela	S/.50.00	3	S/.150.00
6	Batería recargable de 12 V	S/.800.00	2	S/.1,600.00
7	Batería recargable DE 9V	S/.50.00	1	S/.50.00
8	Transistor de alta potencia	S/.150.00	1	S/.150.00
9	Seguros blancos de base	S/.200.00	2	S/.400.00
10	Sensor de falta de circulación de aire	S/.2000.00	1	S/. 2000.00
Costo total				S/.4,650.00

Fuente Diseño propio

5.1.3. Insumos necesarios para el mantenimiento

Lo presupuestado en lo necesario fue buscado minuciosamente para evitar imprevistos al momento de intentar reparar el equipo.

Tabla 7 Costo estimado de utensilios

Materiales e insumos necesarios para el mantenimiento				
N°	Materiales	Precio	Cantidad	Costo total
1	Crema de limpieza	S/.17.00	1	S/.17.00
2	Lubricante W40	S/.28.00	1	S/.28.00
3	Limpia contacto	S/.18.00	1	S/.18.00
4	Pintura spray crema	S/.12.00	1	S/.12.00
5	Pintura spray negro	S/.12.00	1	S/.12.00
6	Pintura spray plateado	S/.12.00	1	S/.12.00
7	1L Amonio cuaternario	S/.58.00	1	S/.58.00
8	Lijas	S/.1.00	2	S/.2.00
9	1KG. Trapos de limpieza	S/.10.00	1	S/.10.00
Costo total				S/.169.00

Fuente Diseño propia

5.2. Resultados inferenciales

El mantenimiento del equipo contó con 15 puntos los cuales se procederá a explicar y comentar, también se hablará del estado de cómo se encontró el equipo.

5.2.1. Inspección visual y limpieza de cúpula, base y coche de transporte.

Durante esta actividad se realizó la inspección visual del equipo donde se encontró el óxido de las garruchas producidas por el mismo tiempo de uso como se puede apreciar en la figura 22. Además, la falta de dos seguros blancos rotos como puede ver en la figura 23. También se puede ver los 3 puños elásticos amarillos y el desgaste del elástico interno por el tiempo y constate uso se puede evidenciar en la figura 24. En la figura 25 y 26 podemos ver la suciedad y polvo en las dos cúpulas tanto interna y externa. En las figuras 27 y 28 podemos ver suciedad dentro de la base de la cúpula luego de retirar el colchón y el lecho de base.



Figura 22. Oxido en las ruedas con garruchas



Figura 23. Daños en los seguros blancos de base

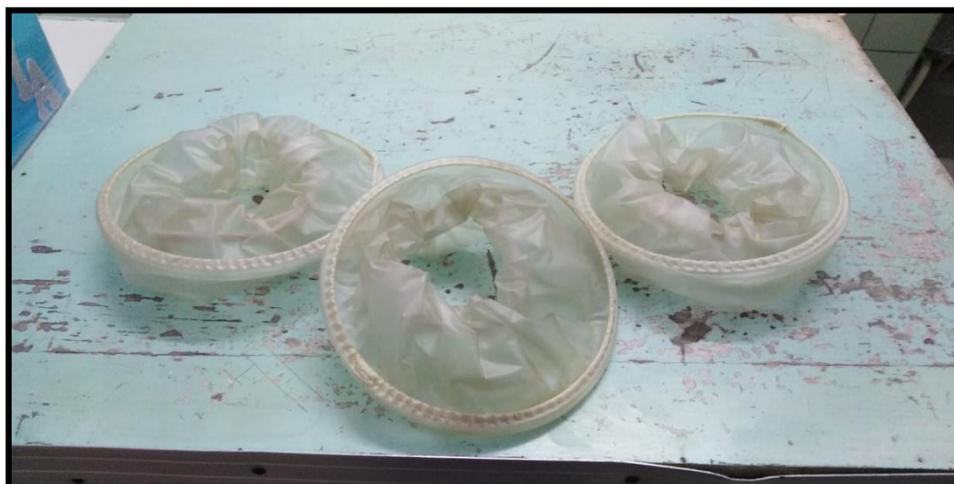


Figura 24. Puños elásticos deteriorados



Figura 25. Suciedad en la cúpula externa



Figura 26. Suciedad en la cúpula interna



Figura 27. Suciedad en la base interna de la incubadora



Figura 28. Suciedad dentro de la cúpula

5.2.2. Limpieza y ajuste mecánico de accesorios.

Durante esta actividad se procedió a desmontar la base del coche, como lo podemos apreciar en la figura 29, donde se encontró oxido y suciedad entre las varillas de acero como vemos en la figura 30, además se procedió a voltear el coche y ver las garruchas metálicas como se ve en la figura 31 y 32 con oxido. En la figura 33 se ve oxido y suciedad en el sistema lateral de conversión del coche, finalmente se retiraron la porta balones laterales como se puede apreciar en la figura 34 y se realizó la limpieza integra de estos.



Figura 29. Desmontaje de base al coche de transporte



Figura 30. Suciedad y oxido en la parte superior del coche



Figura 31. oxido en las 4 garruchas con ruedas del coche de transporte



Figura 32. garruchas con oxido en el sistema de frenado



Figura 33. oxido en el sistema lateral de conversión del coche



Figura 34. Suciedad en los porta balones de oxígeno

5.2.3. Revisión y limpieza de módulo de control.

Para el módulo de control se procedió a retirar la porta balón frontal para luego extraer los cuatro pernos que sujetan al panel de control como se ve en la figura 35, encontrando la tarjeta mainboard como se aprecia en la figura 36 y la batería de 9v.



Figura 35. Estado del panel de control



Figura 36. Estado de tarjeta mainboard o tarjeta principal

5.2.4. Revisión y limpieza de módulo de potencia.

En los lados laterales de la incubadora encontramos los módulos de potencia y de batería, en este punto se hablará sobre el módulo de potencia en el cual se puede apreciar el año de fabricación y el número de serie del equipo también la entrada para el sensor de temperatura piel del paciente; se puede ver también un rotulo con la norma EN 60601.1 el cual es la norma que se aplica a todos los equipos eléctricos médicos y sistemas electromecánicos, también se puede ver el switch de encendido del equipo, la conexión de cable de poder y los dos fusibles de protección de 3 A 220v. Este módulo tiene en su interior un transformador de 220v a 12 V y la tarjeta del módulo fuente la cual distribuye los voltajes de trabajo a todo el equipo.



Figura 37. Panel de módulo de fuente o módulo de potencia

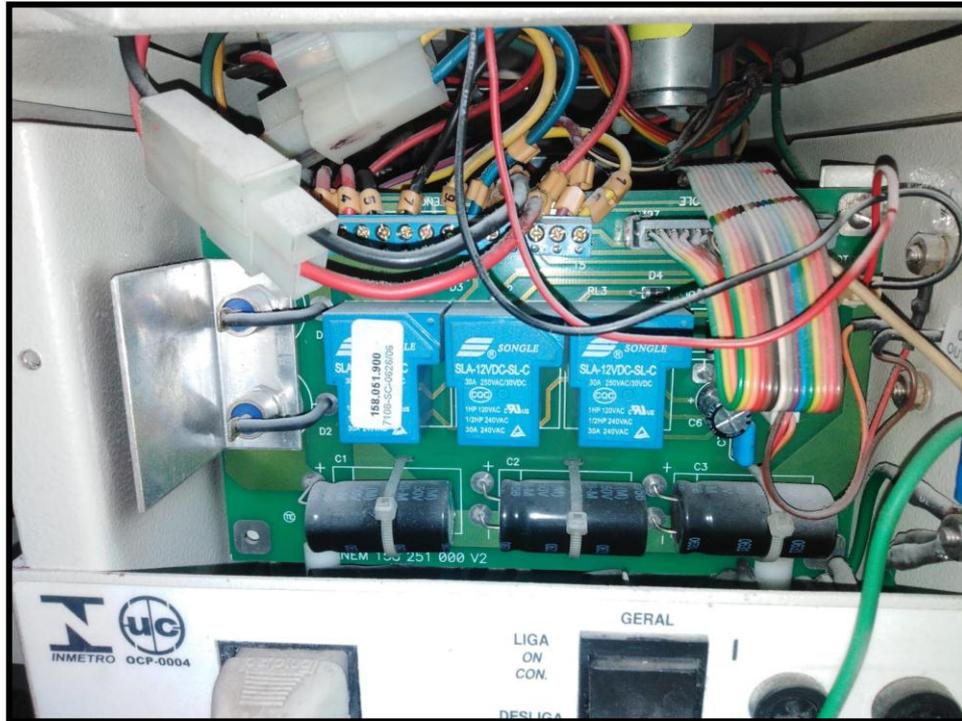


Figura 38. Tarjeta del módulo fuente con conectores al conjunto resistencia y tarjeta

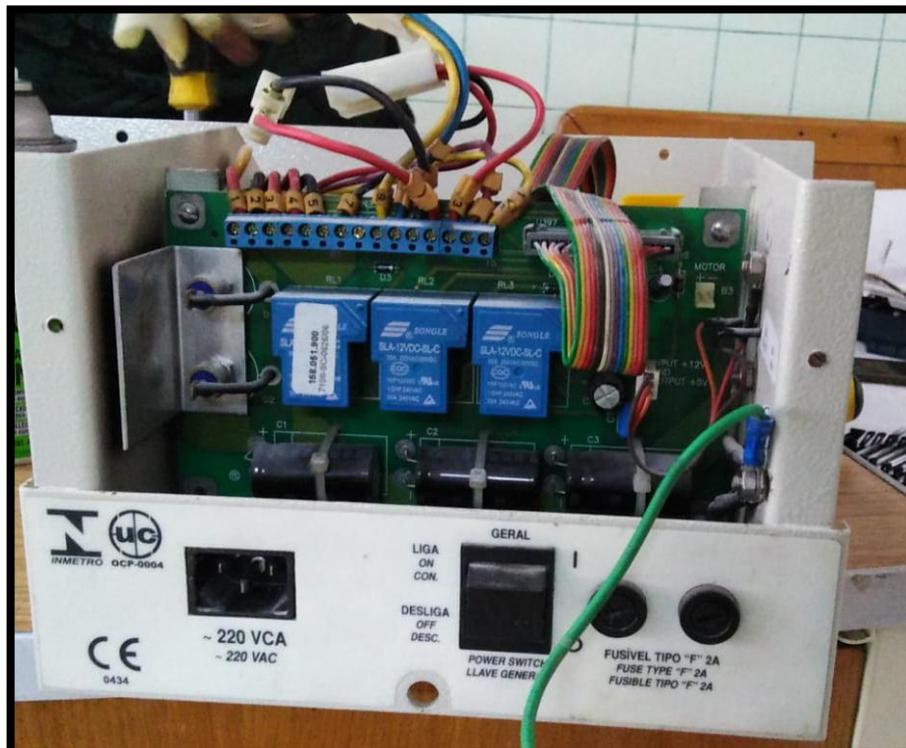


Figura 39. Suciedad en la Tarjeta del módulo fuente y conectores

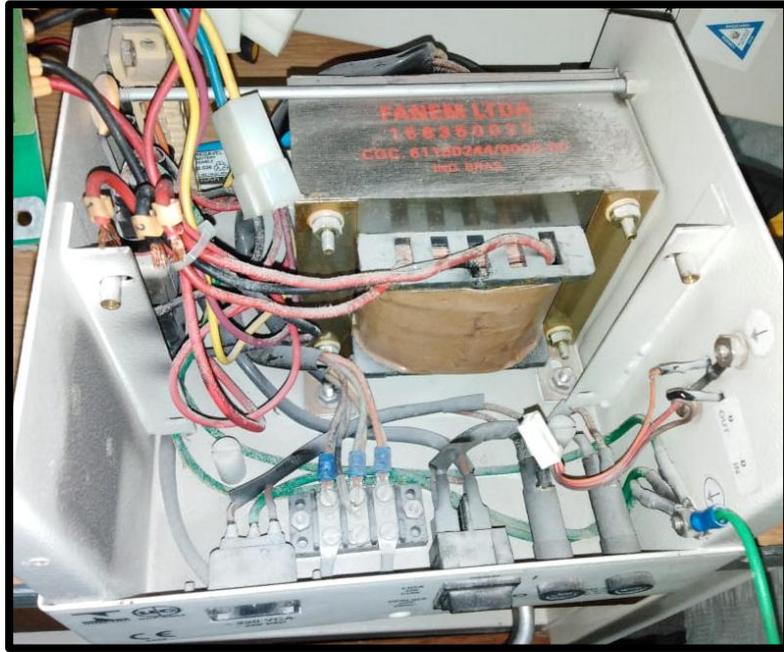


Figura 40. Suciedad en el transformador de 220 V a 12 V del módulo fuente en estado de suciedad

5.2.5. Revisión y limpieza de módulo de carga y baterías.

En el lado lateral derecho vemos el módulo de carga, el encargado de la alimentación auxiliar del equipo a la hora del transporte del paciente neonatal como vemos en la figura 41 con su panel, tiene dos fusibles de protección de 10 A a 220 V como se puede ver en la figura 42, un led de seguridad que nos indica cuando hay bipolaridad es decir cuando las baterías estén colocadas al revés, un enchufe de alimentación auxiliar de 12Vcc como se puede ver en la figura 43 para cuando se encuentre en el traslado pueda ser alimentado por la ambulación en caso de que el viaje sea mayor a las 4 horas de uso. En la figura 44 vemos el módulo de carga completo el cual básicamente está compuesto por dos baterías de 12 Vcc las cuales brindan la alimentación en el traslado, en la figura 45 vemos el transformador de 12v y finalmente en la figura 46 vemos una tarjeta de carga la cual es la encargada de alimentar a las baterías ayudando a las cargas de estas.



Figura 41. Estado do painel de controle de modulo carga



Figura 42. Fusíveis de 10A a 220V

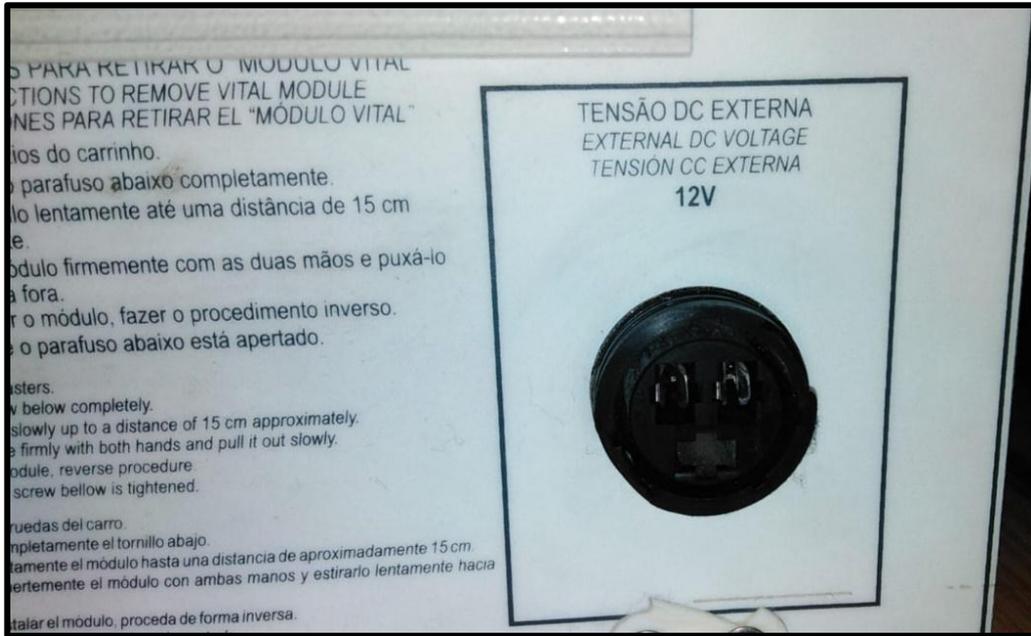


Figura 43. Puerto de alimentación de 12Vcc



Figura 44. Módulo de carga completo encontrado en estado de suciedad

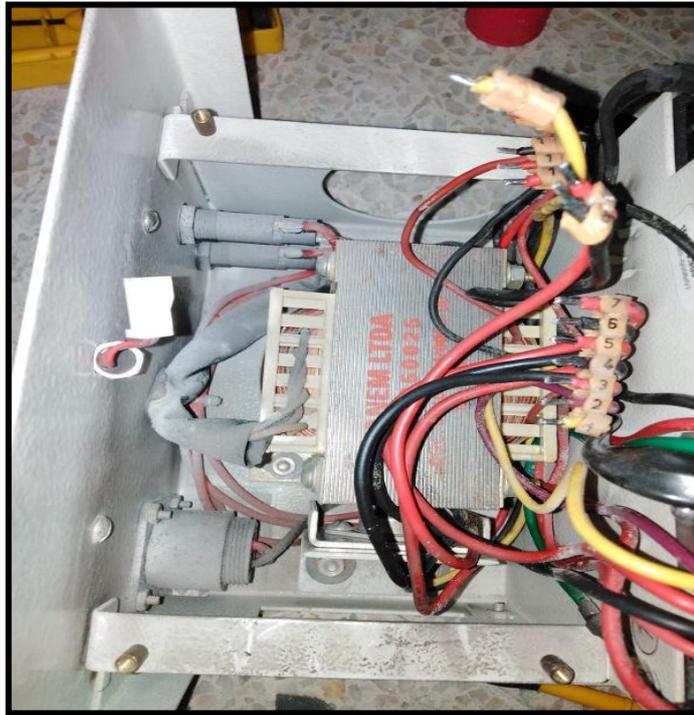


Figura 45. Transformador de 220V a 12 V del módulo de carga en estado de suciedad

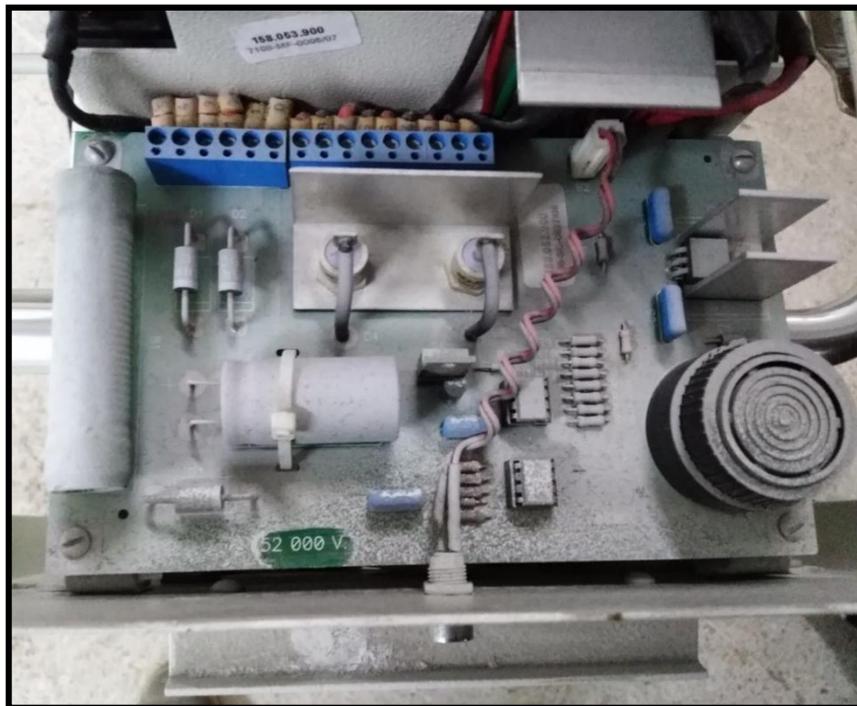


Figura 46. Tarjeta de módulo de carga en estado de suciedad

5.2.6. Verificación y cambio de batería 9 V.

Para la batería recargable de 9V 160 mA la cual ayuda a la alimentación de las alarmas audiovisuales del panel de control en el modo DC y está ubicada en dentro del módulo de control al lado de la tarjeta mainboard o tarjeta principal, conectado directamente a esta como se ve en la figura 47. En la figura 48 está la batería de 9 V sola y finalmente en la figura 49 vemos que se realizó la medida con un multímetro digital a la batería la cual nos brinda el valor de 05.83 V, valor el cual se encuentra inferior al mínimo que es 7.5 V .



Figura 47. Batería de 9v encontrada en el equipo con conexión a la tarjeta principal



Figura 48. Batería de 9V

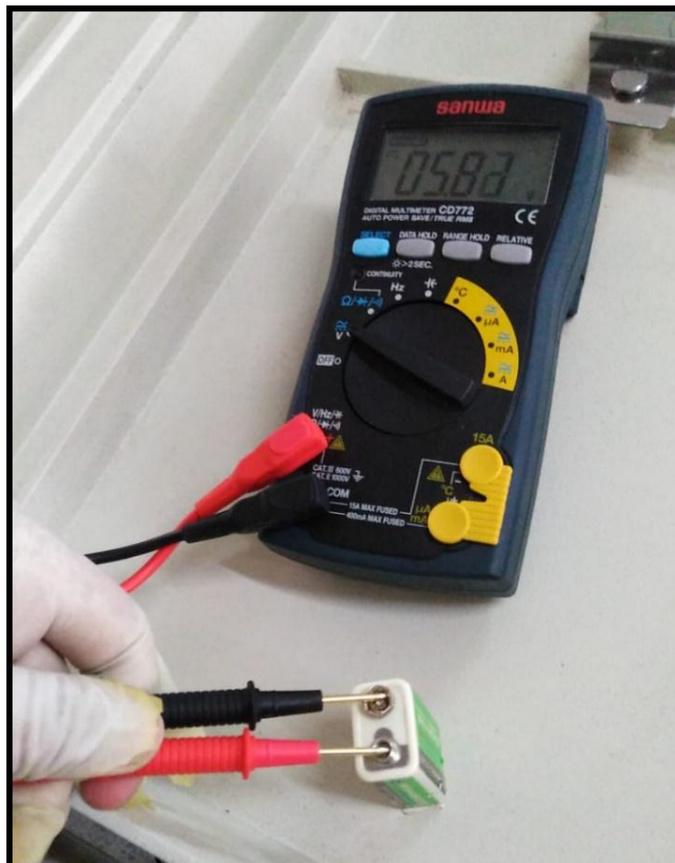


Figura 49. Verificación y medida del voltaje de la batería de 9V

5.2.7. Verificación y cambio de baterías 12V.

En la figura 50 se puede ver la imagen de una de las baterías de 12V a 26 A, para verificar el estado de las baterías de 12 V se realizaron las mediciones de estas como se puede ver en la figura 51 donde se puede ver que una tiene un voltaje de 06.16 V y la otra 06.71 V, siendo el voltaje mínimo 10.5 V para el correcto funcionamiento de estas.

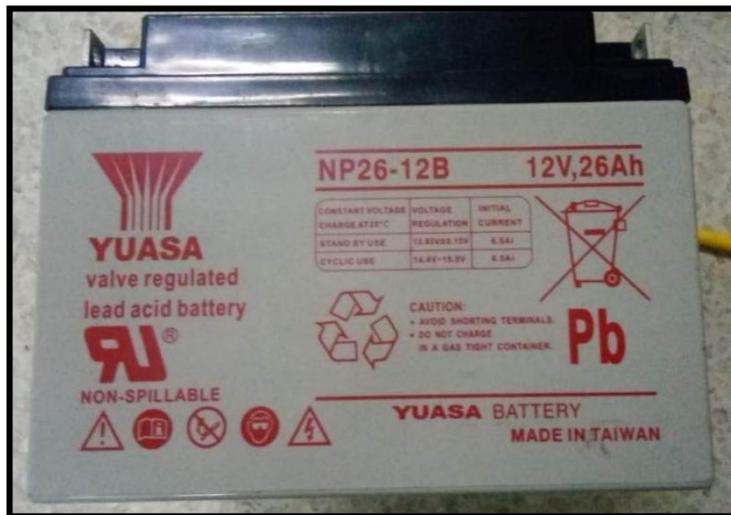


Figura 50. Batería de 12 V 26 A recargable



Figura 51. Verificación y medida de las baterías de 12 V

5.2.8. Verificación y cambio de colchón para paciente.

Como muestra la figura 52 el estado del colchón es de color crema siendo su color original blanco pero debido al pasar del tiempo este perdió su color original, recordando que es un consumible que a medida que se va utilizando se puede ir degradando.



Figura 52. Estado del colchón neonatal de la incubadora de transporte

5.2.9. Verificación y cambio de esponja humidificadora.

Como se ve en la figura 53 la esponja de humedad ha sufrido el pasar de los años al ser un consumible que se debe cambiar anualmente se degrada con el uso y el pasar del tiempo requiere un cambio, cabe resaltar que esta esponja humidificadora es de uso pasivo para el paciente.



Figura 53. Estado de esponja de humedad

5.2.10. Verificación y cambio de filtro de aire.

En la figura 54 podemos observar el estado en el se encontró el filtro de aire y en la figura 55 vemos el estado del filtro el cual se encontró sucio debido a su constante uso con el equipo, recordando que este es un consumible y debe ser cambiado cada 3 meses.



Figura 54. Estado del filtro de aire colocado en la incubadora



Figura 55. Estado del filtro de aire y el degrado que sufrió por el uso

5.2.11. Cambio de transistor de alta potencia MJ 15003

En la figura 56 vemos el conjunto resistencia con calefactor el cual es el responsable de la elevación de la temperatura en la incubadora garantizando la elevación y estabilidad de la temperatura al equipo, este conjunto este compuesto principalmente por el disipador con la resistencia de 2 ohm, el kit transistor con disipador como se puede ver en la figura 57 y el termostato de seguridad el cual ayuda a evitar la sobre elevación de temperatura en el conjunto resistencia. En la figura 58 y 59 se realizó la medición de base-colector y base-emisor para verificar la avería del transistor.

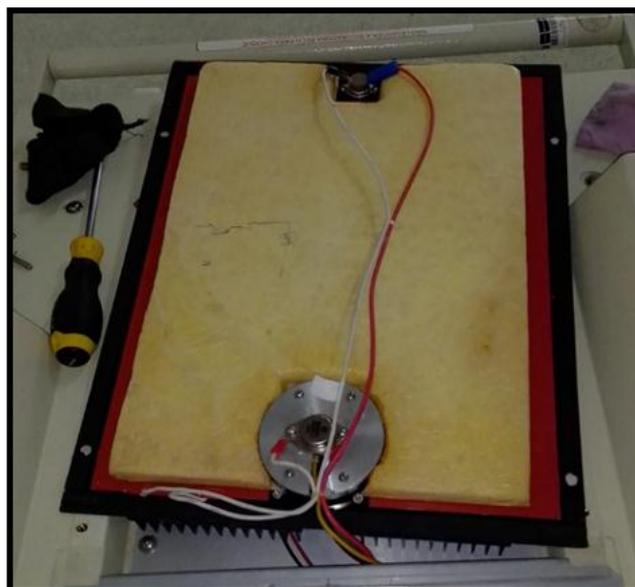


Figura 56. Conjunto resistencia del calefactor

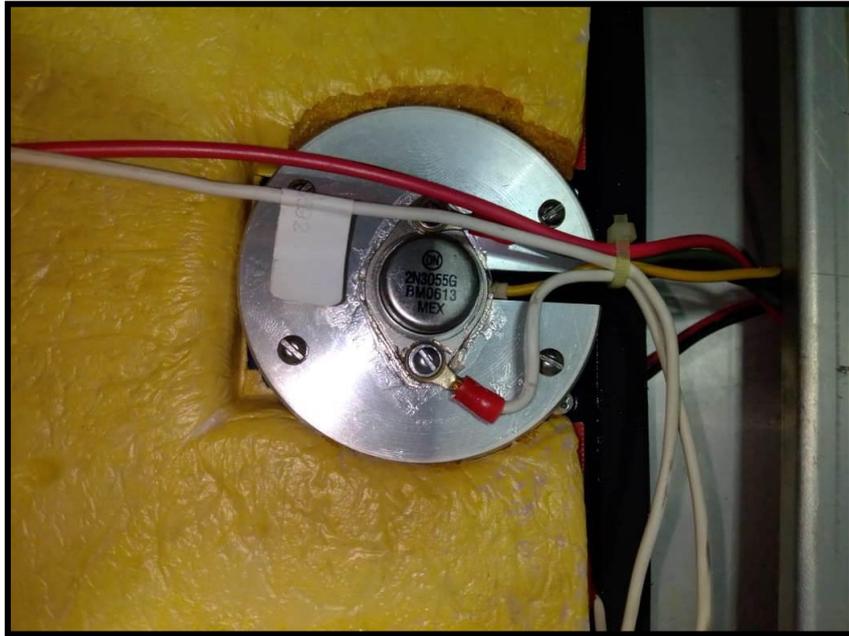


Figura 57. Estado del kit transistor con disipador

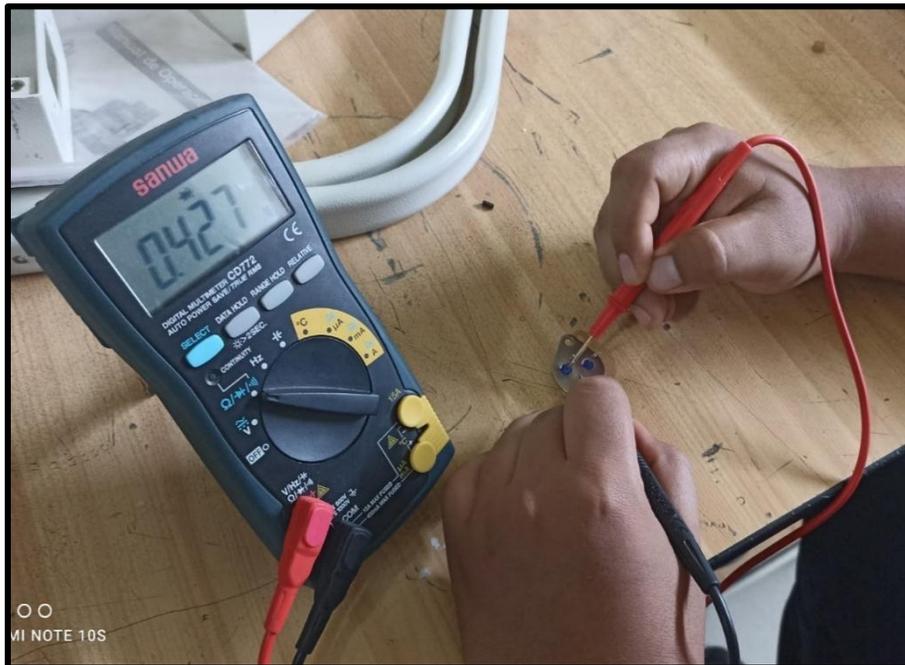


Figura 58. Medición de la base con el colector del transistor de alta potencia



Figura 59. Medición de la base con emisor del transistor de alta potencia

5.2.12. Verificación de funcionamiento de iluminación auxiliar.

Para la iluminación auxiliar se encontró empañado y con suciedad el lente ofuscante el cual es encargado de reducir la luz para el paciente durante alguna emergencia en el proceso como se ve en la figura 60, en la figura 61 se puede apreciar el interior el cual se encontró con suciedad y desorden en los cables.



Figura 60. Estado de la iluminación auxiliar



Figura 61 Estado de los focos y cables de alimentación de la iluminación auxiliar

5.2.13. Verificación de sensor de temperatura y cambio de sensor de falta de circulación de aire.

En el conjunto base del motor el cual está constituido por el sensor aire y seguridad, sensor falta de circulación de aire y el conjunto del motor con ventolina como se puede apreciar en la figura 62. En la figura 63 se puede ver el estado y suciedad de los cables los cuales se deberán hacer un mantenimiento y una correcta limpieza.

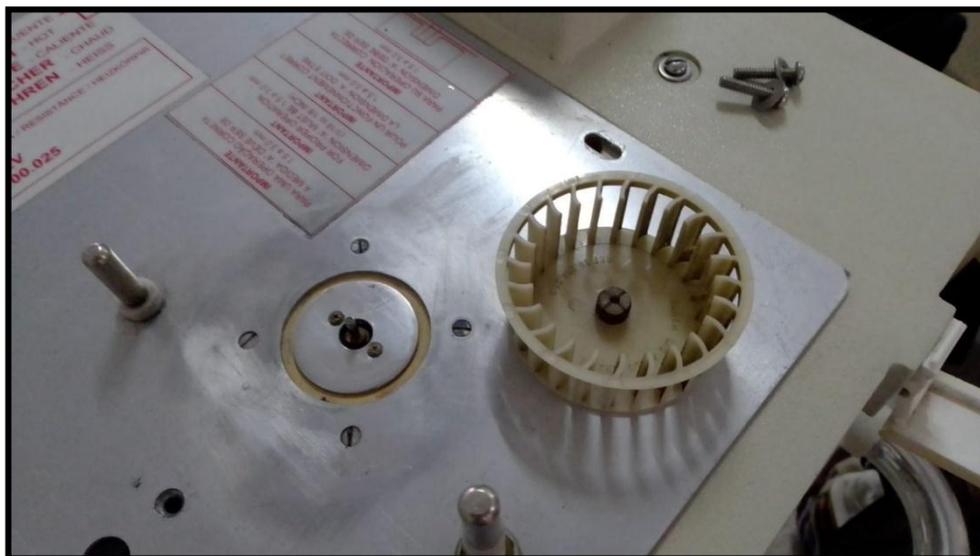


Figura 62 Sensor falta de circulación de aire y el conjunto del motor con ventolina



Figura 63 Estado de cables de sensores y motor.

5.2.14. Calibración y ajuste del sistema de control de temperatura de aire y piel.

Para la calibración y ajuste del sistema de control se necesitó primero que la incubadora pueda elevar la temperatura requerida (36°C) para los ajustes requeridos, nosotros encontramos la incubadora sin poder elevar viendo como falla principal esta observación. En la figura 64 la incubadora mantenía los 20°C pese a estar encendida largo tiempo y haberla programado a 36°C .



Figura 64. Estado de la incubadora antes de realiza el mantenimiento.

5.2.15. Verificación de funcionamiento final de todos sus parámetros

Para comprobar el funcionamiento de los parámetros de funcionamiento se necesita que la incubadora suba hasta los 36° C para realizar las calibraciones según fabricante, debido a la falla presentada en el transistor de alta temperatura no se puede elevar a la temperatura programada. En la figura 65 se puede ver que la incubadora mantiene los 20° C la cual es la temperatura ambiente en ese momento.



Figura 65. Estado del panel de control antes del mantenimiento

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

6.1.1. Inspección visual y limpieza de cúpula, base y coche de transporte.

La limpieza de la cúpula se realizó con amonio cuaternario (figura 66). En la cúpula no se pudo quitar ciertos defectos que opacaba la estructura ya que en algún momento rosearon alcohol y para el material de la cúpula (acrílico) el alcohol no debe tener contacto alguno. Luego se procedió a retirar la estructura básica de la cúpula la cual solo tenía defectos de suciedad que fueron retirados con una crema limpiadora (figura 67). Los puños elásticos fueron reemplazados por nuevos ya que el desuso era notorio a través de un color amarillento que mostraba (figura 68). Los seguros blancos de base también fueron cambiados debido a que mostraban daños irreparables (rupturas) que no permitían la unión de la incubadora con la base (figura 69)



Figura 66. Limpieza de cúpula



Figura 67. Bases de la cúpula con mantenimiento realizado



Figura 68 Colocación de puños elásticos



Figura 69. Seguros blancos colocados



Figura 70. Cúpula con limpieza general externa

6.1.2. Limpieza y ajuste mecánico de accesorios

La base del coche se encontraba con partes oxidadas las cuales se retiraron con el lubricante W40 con ayuda de un cepillo o lija. Con ayuda del lubricante mencionado, las llantas recuperaron su movilidad fluida ya que el óxido provocaba poca movilidad en el giro. Además, se lubricó las partes laterales de la estructura inferior para un mejor despliegue ante la subida o bajada de la estructura.



Figura 71. Mantenimiento de la estructura metálica de la base

6.1.3. Revisión y limpieza de módulo de control.

El mantenimiento a la parte electrónica del módulo de control (figura 72 y 73) se realizó con limpia contacto para evitar la contaminación que pueda provocar el ambiente o la falta de uso. La parte interna de la estructura tenía manchas de suciedad las cuales se quitaron con la crema limpiadora (figura 74).



Figura 72. Mantenimiento general de la estructura interna del panel de control

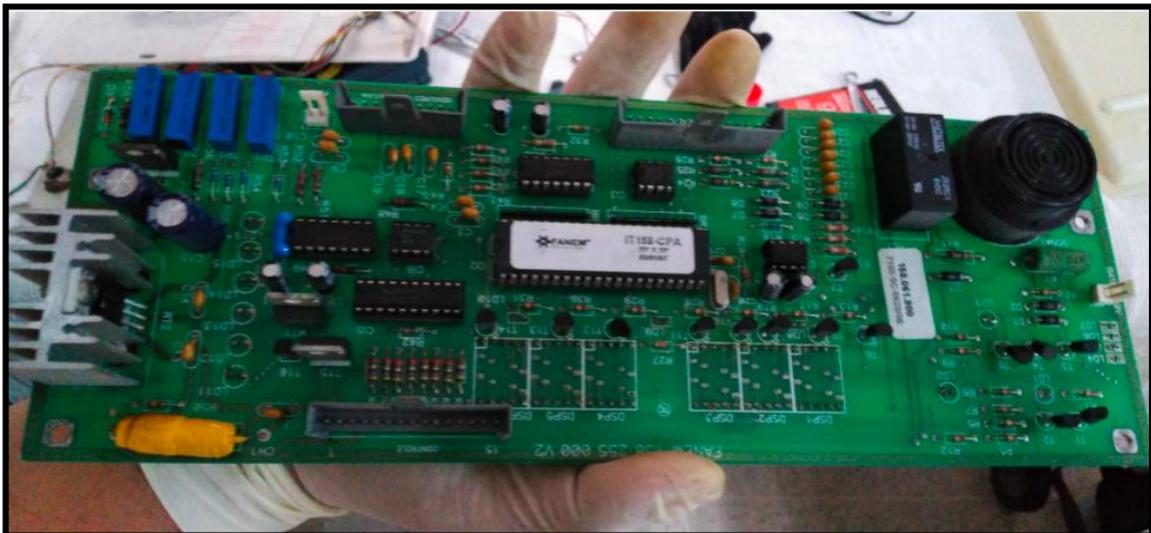


Figura 73. Mantenimiento de componentes electrónicos del panel de control

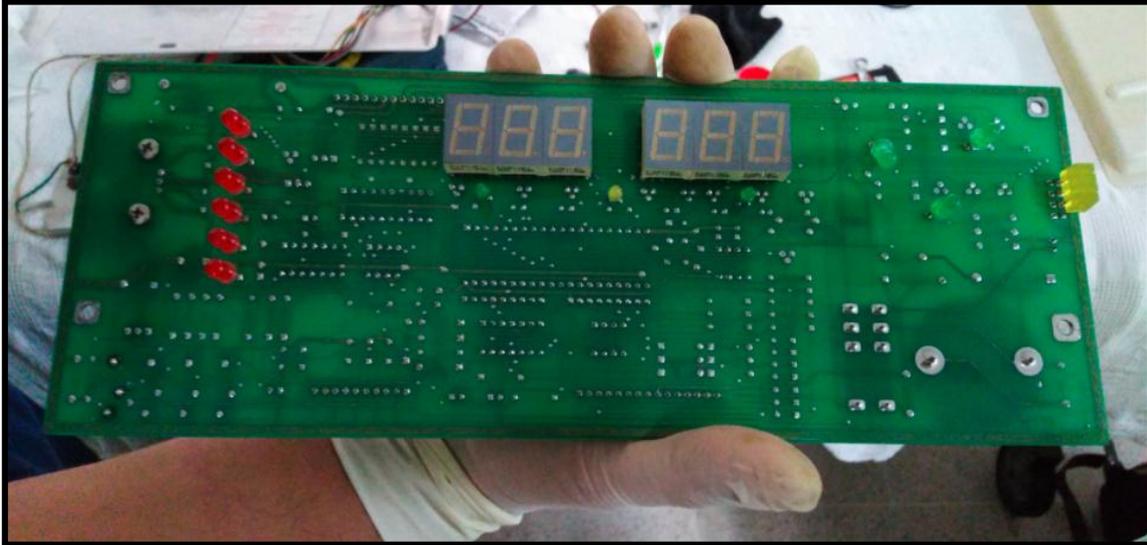


Figura 74. Mantenimiento de indicadores del panel de control

6.1.4. Revisión y limpieza de módulo de potencia

Los componentes se encontraban en buen estado por lo que solo fue necesario limpiar el polvo y rosear limpia contacto (figura 75). Se retiraron los cables conectados en las borneras para revisar el estado de los terminales y rosear limpia contacto. Sobre las partes del transformador, se retiró el polvo y moho acumulado (figura 76).

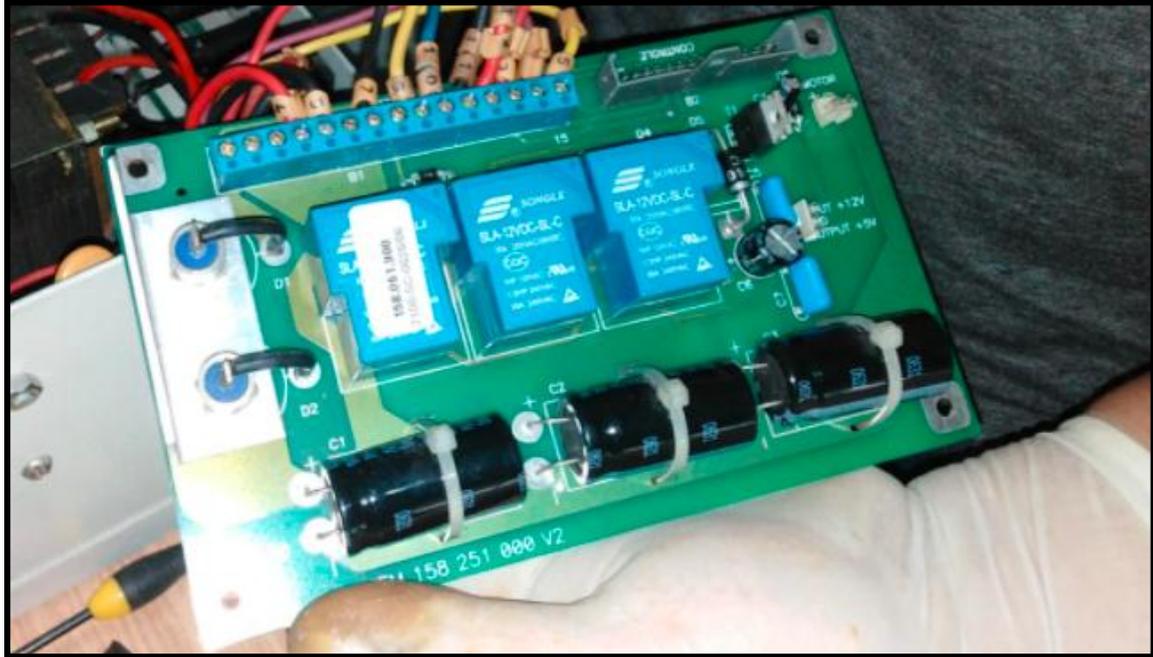


Figura 75. Mantenimiento del circuito electrónico del circuito de potencia

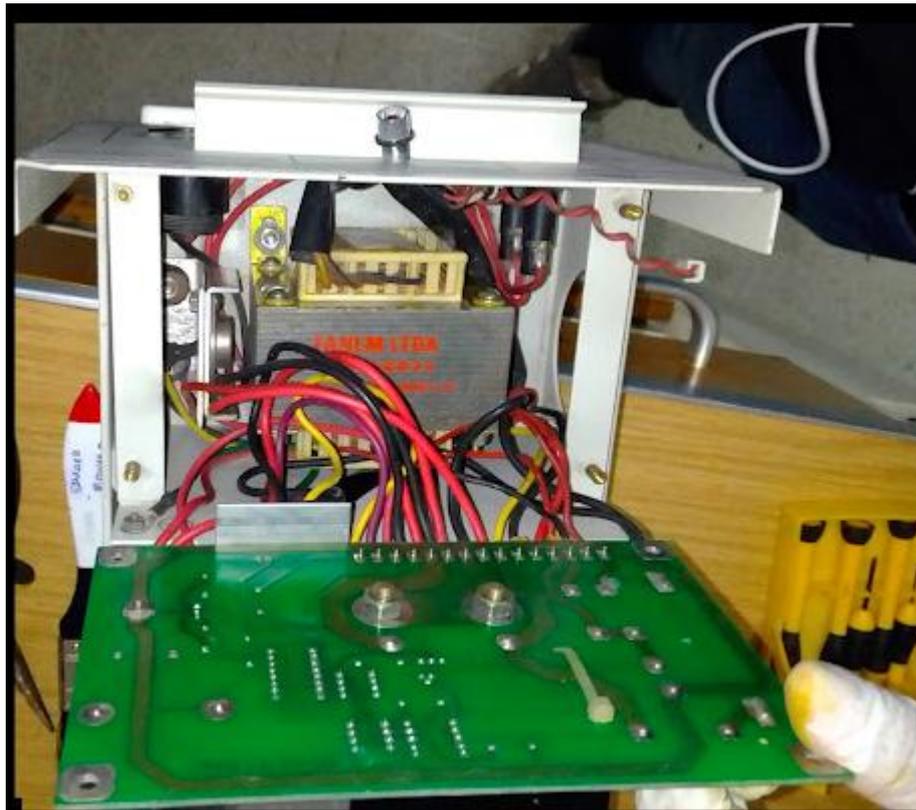


Figura 76. Mantenimiento del transformador

6.1.5. Revisión y limpieza de módulo de carga y baterías.

Las baterías de 12V fueron cambiadas como se muestra en la figura 77 ya que las anteriores no emitían la suficiente energía eléctrica. El módulo de carga fue limpiado del polvo y roseado con limpia contacto (figura 78). Por último, se cambiaron los terminales a conectarse a los polos de las baterías como se muestra en la figura 79.



Figura 77. Cambio de baterías

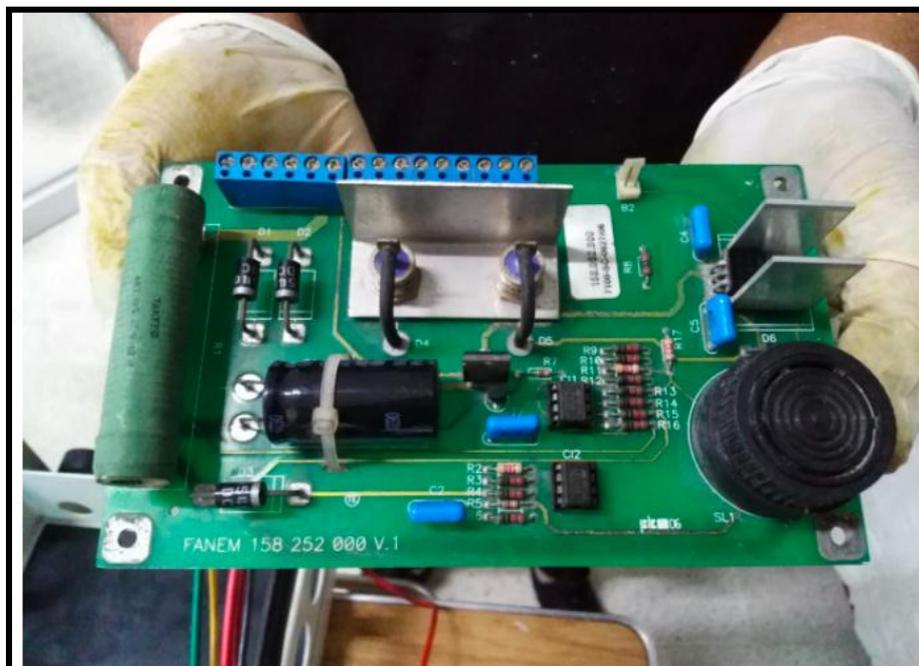


Figura 78. Mantenimiento de circuito electrónico del módulo de carga

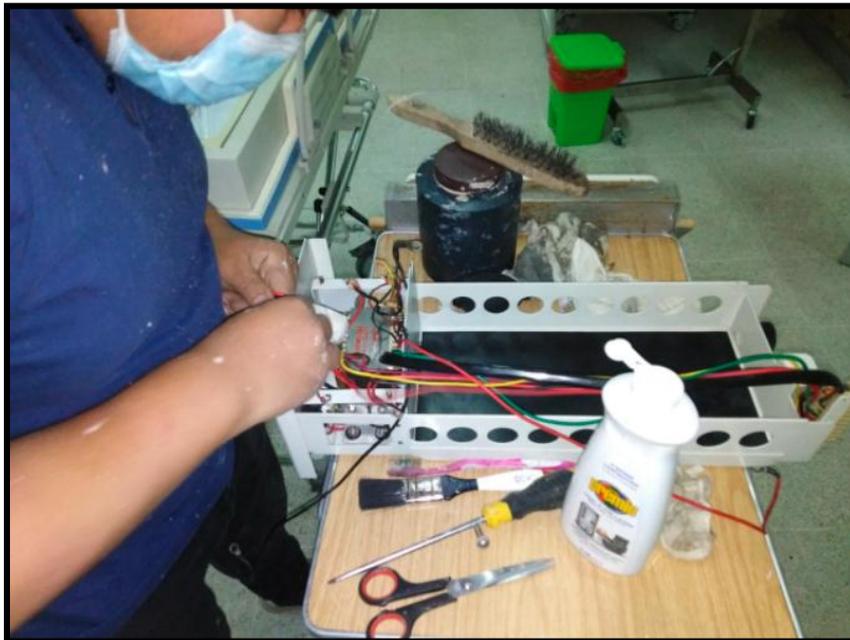


Figura 79. Mantenimiento de módulo de baterías

6.1.6. Verificación y cambio de batería 9 V.

El cambio de la batería se realizó debido a que el anterior se encontraba desgastada y con impurezas en sus terminales. El voltaje de la nueva batería es mayor del límite (8.5V) permitido para suministrar energía tal como lo muestra en la figura 80.



Figura 80. Prueba de medición de batería de 9V del panel de control

6.1.7. Verificación y cambio de baterías 12V.

Las baterías nuevas tuvieron mediciones mayores al límite (10.5V) permitido para brindar energía DC al sistema tal como lo muestra la figura 81. Las baterías deberían estar en uso continuo para evitar su descarga y que vayan puedan llegar a tener un voltaje menor al permitido.



Figura 81. Validación de presencia de voltaje en las baterías nuevas. Muestra descarga por la falta de uso, pero en funcionamiento del equipo, vuelve a su estado normal

6.1.8. Verificación y cambio de colchón para paciente.

En las figuras 82 y 83 se puede apreciar el colchón nuevo colocado en la incubadora. Por tratarse de un consumible, el cambio de debe realizar dependiendo el uso que se le esté dando. Uno de los indicios es el cambio de color del colchón el cual normalmente se vuelve crema al darle mucho uso.



Figura 82. Colchón nuevo para paciente



Figura 83. Muestra del colchón nuevo desde un ángulo frontal

6.1.9. Verificación y cambio de esponja humificadora.

La esponja se cambió debido a que la anterior mostraba una resequead la cual es un indicio de cambio. El tiempo habitual de cambio es anual a menos que muestre indicios ya avanzados de uso (descoloramiento, resequead, etc.)

En la figura 84 se aprecia la ubicación de la esponja humificadora nueva, sin deformaciones, ruptura y descoloramiento lista para brindar humedad al sistema en funcionamiento.



Figura 84. Esponja humificadora nueva. El cambio se realiza cada 12 meses

6.1.10. Verificación y cambio de filtro de aire.

La estructura externa del lugar donde se ubica el filtro de aire tenía manchas de suciedad la cual se quitó con crema limpiadora como se muestra en la figura 85. Lo mismo se hizo con la parte interna tal como se muestra en la figura 86. El filtro de aire se colocó con mucho cuidado de no deformarlo mucho para evitar que pierda su eficacia.



Figura 85. Mantenimiento externo del módulo de filtro de aire



Figura 86 Instalación de nuevo transistor de alta potencia

6.1.11. Cambio de transistor de alta potencia MJ 15003

La instalación del transistor (figura 87) en el circuito termostato (figura 88) de alta temperatura (figura 91.1) fue realizada con mucho cuidado debido a que cada parte que contiene es muy importante para su funcionamiento. Se evitó la alta exposición al calor provocada por el caudín al momento de soldarlo ya que una calentura en exceso podría averiar o disminuir la eficiencia del transistor. Al realizar las mediciones para validar los parámetros adecuados del transistor, arrojó mediciones correctas (figura 89 y 90).

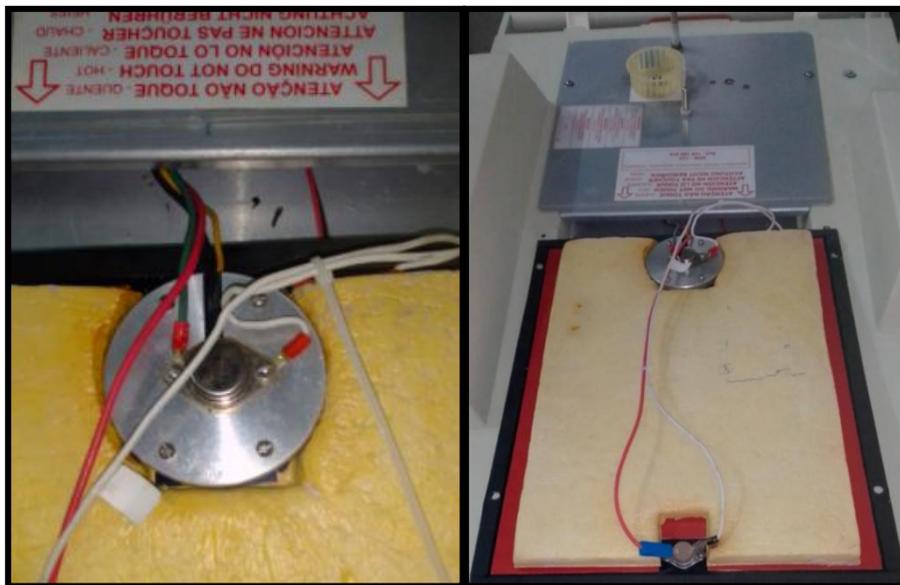


Figura 87. Cambio de esponja de filtro de aire

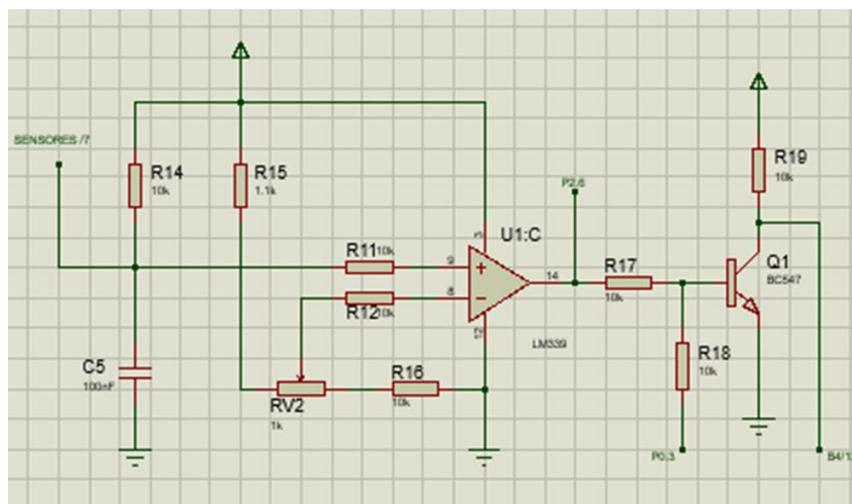


Figura 88. Circuito del termostato de alta temperatura de alta potencia

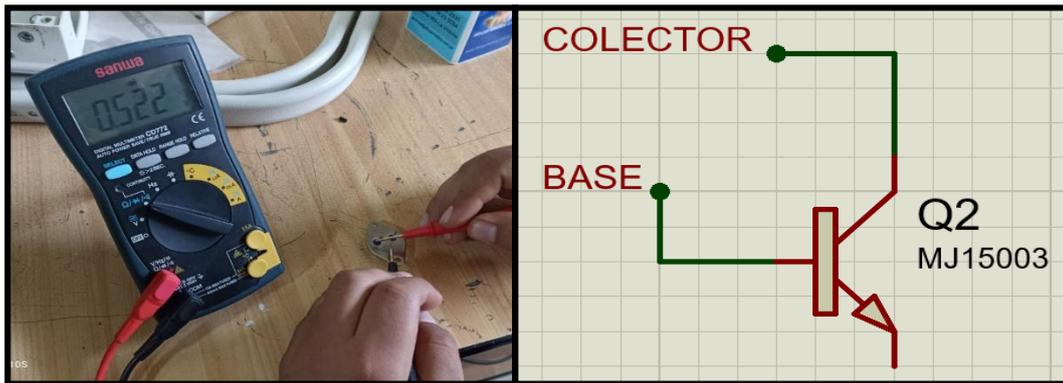


Figura 89. Medición de la base con el colector del transistor

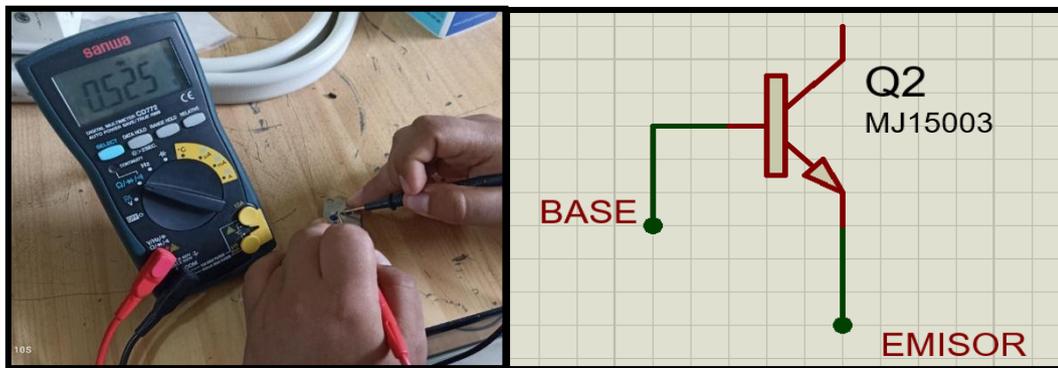


Figura 90. Medición de la base con el emisor del transistor de alta potencia

6.1.12. Verificación de funcionamiento de iluminación auxiliar.

Se realizó una limpieza básica del sistema de iluminación: extracción de polvo y rosear limpia contacto para los terminales conectados. Los bombillos mostraron mayor intensidad de iluminación tal como se muestran en las figuras 91 y 92.



Figura 91. Validación externa del funcionamiento de la iluminación

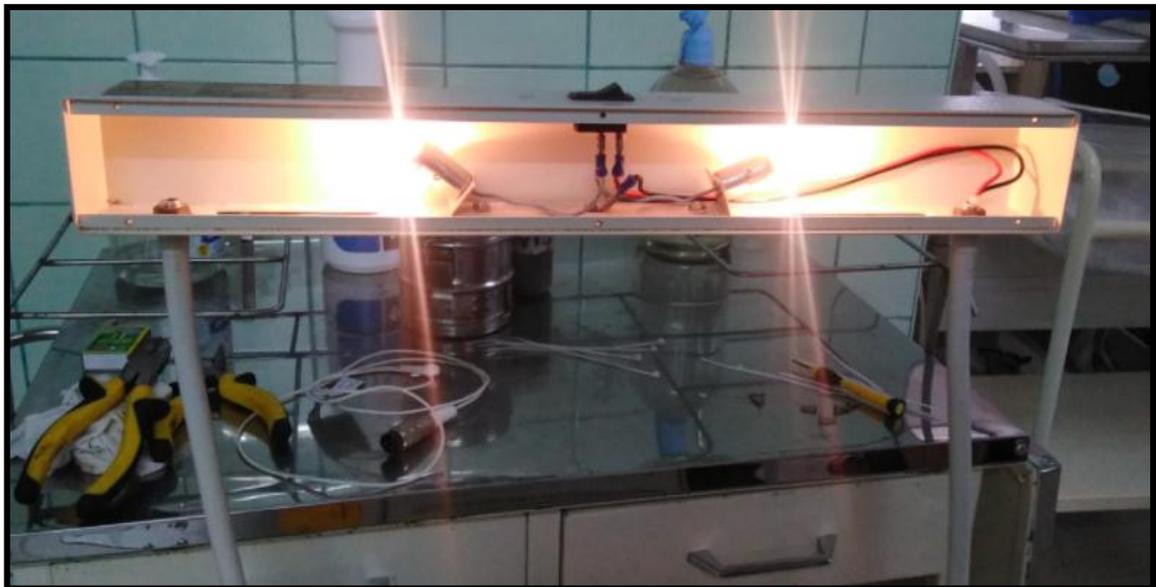


Figura 92. Validación interna del funcionamiento correcto de la iluminación

6.1.13. Verificación de sensor de temperatura y cambio de sensor de falta de circulación de aire.

El sensor a cambiarse por uno nuevo fue el de aire (figura 93 y 94) el cual se colocó con cuidado para que la posición que tenga sea la correcta ya que si tiene una desviación puede averiarse al colocar la incubadora sobre la base. El sensor de temperatura y el módulo de circulación de aire (figura 95), fueron limpiados superficialmente ya que mostraban un funcionamiento correcto a través del circuito de circulación de aire (figura 96).



Figura 93. Sensor nuevo de circulación de aire con empaque de fabrica

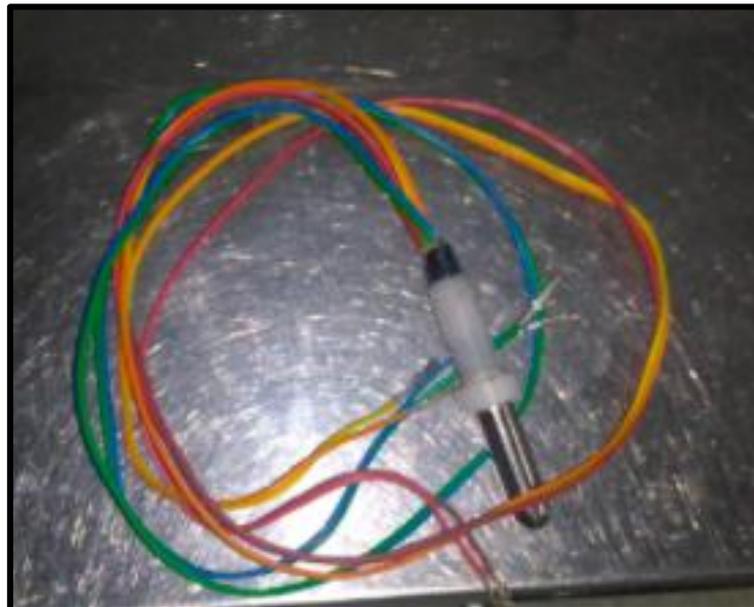


Figura 94. Sensor nuevo de circulación de aire



Figura 95. Instalación del nuevo sensor de circulación de aire. Atrás se puede apreciar el módulo de circulación de aire y por último, el sensor de temperatura

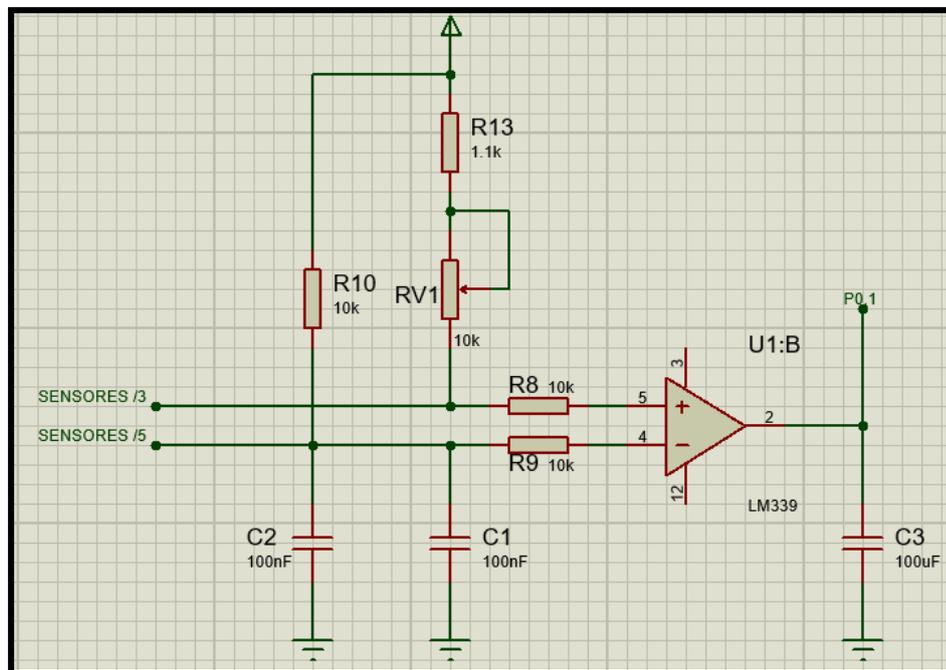


Figura 96. Circuito de del sistema de circulación de aire

6.1.14. Calibración y ajuste del sistema de control de temperatura de aire y piel.

Luego de realizar los cambios de repuestos y accesorios se procedió a encender la incubadora para una primera prueba, iniciando con una temperatura de 21.4°C como se ve en la figura 97.



Figura 97. Prueba inicial de la incubadora de transporte, temperatura 21.4°C

Para la calibración de las temperaturas se usó un termómetro digital infrarrojo modelo 568 marca Fluke (figura 98) y el simulador multifuncional de la marca Fanem (figura 99). Usando cada uno de estos para los dos modos de trabajo, modo aire y piel respectivamente.



Figura 98. Termômetro digital infrarojo modelo 568 marca Fluke

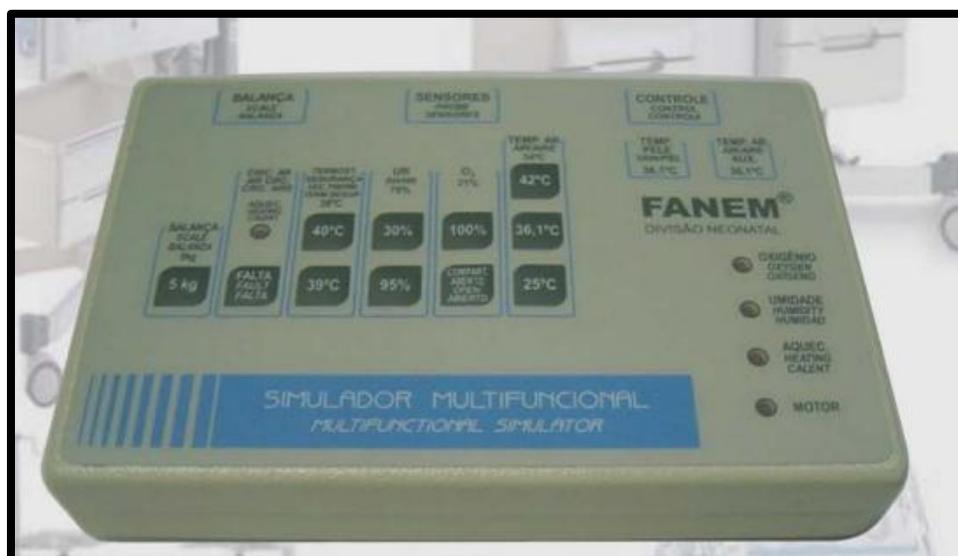


Figura 99. simulador multifuncional marca Fanem

➤ **Calibración y ajuste de la temperatura de trabajo modo aire**

Se inició las pruebas de cada modo de temperatura, comenzando con el modo aire, contrastando la temperatura del equipo con la temperatura del termómetro digital Fluke modelo 568, esta calibración se realizó poniendo la termocupla en el centro y a 10 cm de altura del colchón como se ve en la figura 100.



Figura 100. Calibración del modo aire con el termómetro digital

Luego que el equipo alcanzo los 36.8°C en un tiempo estimado de 130 min se pudo apreciar una diferencia de temperaturas, encontrando una leve descalibración de 0.8°C grados como se ve en la figura 101, para realizar el ajuste de calibración tenemos que saber dónde están ubicados los trimpots de ajuste, estos se encuentran en la parte inferior del panel de control como se muestra en la figura 102, para poder acceder a ellos de debe despegar el sticker que se encuentra debajo del panel y se verá un agujero donde se podrá introducir un perillero para realizar el ajuste, luego podemos apreciar los trimpots que nos permiten realizar el ajuste de calibración en la figura 103 tenemos una imagen de estos internamente.



Figura 101. Calibración de temperatura modo aire, encontrando una variación de 0,8°C

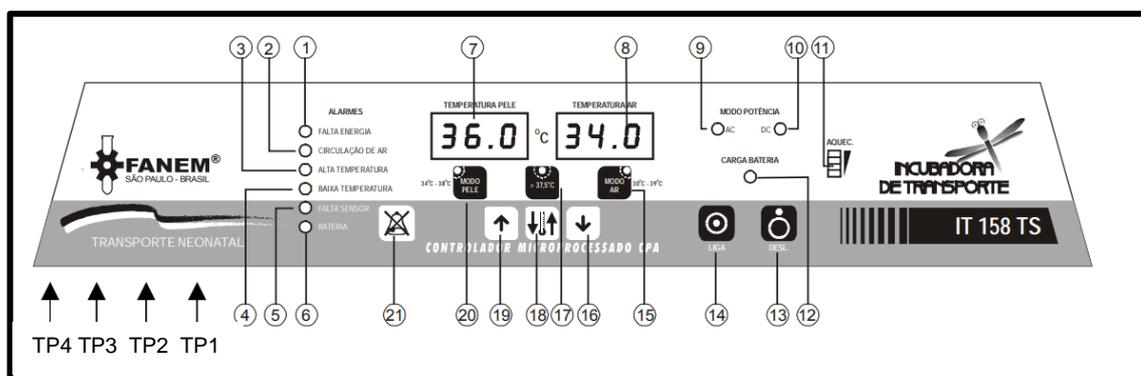


Figura 102. Ubicación de los trimpots

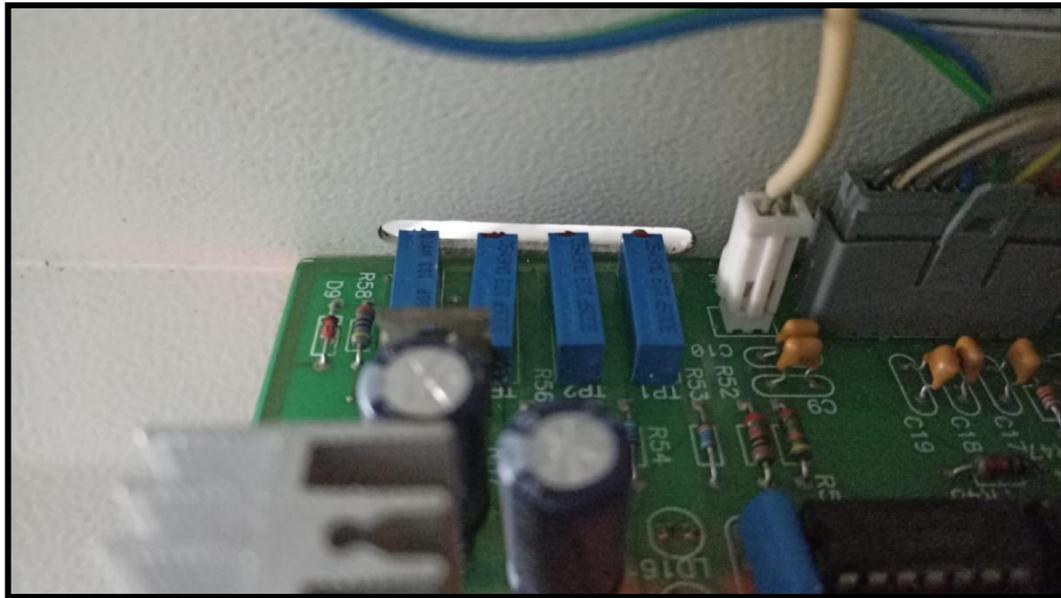


Figura 103 Vista interna de los Trimpots de ajuste de temperatura

Cada trimpot nos permite realizar un ajuste diferente, el orden podemos apreciarlo en la figura 104:

- TP1: Ajuste de alarma de falla de circulación, para la calibración de esta tenemos que esperar que la temperatura llegue a los 36°C, esperando que estabilice. Luego se procede a desconectar el motor del punto B3 del circuito fuente y la alarma debería sonar luego de 90 segundos. Si en caso no es así se debe ajustar el TP1, volviendo a conectar el motor y aguardando 5 min. Finalmente repetir el último pasó de desconexión del motor y aguardar los 90 segundos correspondientes.
- TP2: Ajuste del termostato de alta temperatura, para este ajuste se procede a programar la incubadora a 39°C en modo aire, luego procedemos a tapar las salidas de aire y verificamos que llegue a 40°C, finalmente realizamos el ajuste en TP2 para la alarma de alta temperatura.

- TP3: Ajuste de temperatura aire, con la incubadora a 36°C y estabilizada la temperatura se procede a calibrar el equipo con la ayuda de un termómetro digital ajustando el TP3 con un hasta adquirir la temperatura que nos muestre el termómetro digital, teniendo en cuenta que las variaciones permitidas son de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Cuando se conecta el simulador Multifuncional de Fanem nos permite calibrar la temperatura piel a 25°C.
- TP4: Ajuste de la temperatura piel, de igual manera del TP3 cuando está conectado el simulador multifuncional de Fanem nos permite calibrar la temperatura piel a 36,1°C.

Teniendo en cuenta para sirve cada Trimpots, finalmente se realizó el ajuste de calibración a través del trimpot TP3 que se encuentran en la parte inferior del panel de control como se ve en la imagen 104. Teniendo como resultado la incubadora correctamente calibrada a 36°C como se ve en la figura 105.



Figura 104 Ajuste de calibración del TP3



Figura 105 Incubadora de transporte a 36°C en modo Aire

➤ **Calibración y ajuste de la temperatura de trabajo modo piel**

Para la calibración de la temperatura del modo piel se usó el simulador multifuncional Fanem (figura 99). Como primer paso conectar el simulador a la entra donde se conecta el sensor piel, se presiona en el simulador los valores de 25° C sin soltar vemos que nos arroja el valor de 27,5°C como se ve en la figura 106.



Figura 106 Incubadora se encontró descalibrada en el modo piel.

Luego realizamos el ajuste el ajuste en el TP3 como anteriormente lo mencionamos como se ve en la figura 107 teniendo un margen de $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$, obteniendo $24,8^{\circ}\text{C}$ y volvemos a conectar el simulador multifuncional al equipo como se ve en la figura 108, mostrándonos un valor de $25,2^{\circ}\text{C}$, se encuentra en el rango permitido.



Figura 107 Se realiza el ajuste en el TP3.



Figura 108 Se vuelve a medir con el simulador para corroborar teniendo un resultado aceptable.

Para la segunda prueba se presiona 36,1°C, mostrándonos los valores que vemos en la figura 108, teniendo como resultado el valor de 36,4°C; un valor dentro del rango permitido. No necesitando un ajuste de calibración en el TP4.



Figura 109 Se mide con el simulador para corroborar teniendo un resultado dentro del rango.

6.1.15. Verificación de funcionamiento final de todos sus parámetros

- Pruebas de funcionamiento

- ✓ Primera prueba:

Tabla 8. Imágenes de la primera prueba con detalle en la temperatura (°C) y hora.

<p>17-12-2021 08:28:14 a.m. / TEMP. AMBIENTE = 20.3°C</p>	<p>17-12-2021 08:30:13 a.m. / 22.6°C</p>
 <p>A digital thermometer with a black and yellow casing. The LCD screen displays '20.6 °C' in large blue digits, with '20.3' in a smaller blue box below it. Other indicators include a lock icon, a signal strength icon, and 'E=0.95'. The word 'Láser' is visible at the bottom right of the screen. The timestamp 'dic. 17, 2021 08:28:14 a.m.' is at the bottom.</p>	 <p>A photograph of the control panel of a FANEM incubator. The digital display shows '22.6' in red. The panel includes various indicator lights and buttons. The text 'FANEM' and 'INCUBADORA DE TRANSPORTE IT 158 TS' are visible. The timestamp 'dic. 17, 2021 08:30:13 a.m.' is at the bottom right.</p>
<p>17-12-2021 08:40:21 a.m. / 22.8°C</p>	<p>17-12-2021 08:50:11 a.m. / 24.0°C</p>
 <p>A close-up photograph of the FANEM incubator control panel. The digital display shows '22.8' in red. The panel features several indicator lights and buttons. The text 'FANEM' and 'INCUBADORA DE TRANSPORTE IT 158 TS' are visible. The timestamp 'dic. 17, 2021 08:40:21 a.m.' is at the bottom right.</p>	 <p>A close-up photograph of the FANEM incubator control panel. The digital display shows '24.0' in red. The panel includes various indicator lights and buttons. The text 'FANEM' and 'INCUBADORA DE TRANSPORTE IT 158 TS' are visible. The timestamp 'dic. 17, 2021 08:50:11 a.m.' is at the bottom right.</p>

17-12-2021 09:00:19 a.m. / 25.9°C



17-12-2021 09:10:22 a.m. / 27.4°C



17-12-2021 09:00:19 a.m. / 25.9°C



17-12-2021 09:10:22 a.m. / 27.4°C



17-12-2021 09:20:24 a.m. / 28.6°C



17-12-2021 09:30:15 a.m. / 29.7°C



17-12-2021 09:40:13 a.m. / 31.0°C



17-12-2021 09:50:05 a.m. / 32.1°C



17-12-2021 10:00:17 a.m. / 32.7°C



17-12-2021 10:10:29 a.m. / 33.4°C



17-12-2021 10:20:45 a.m. / 34.3°C



17-12-2021 10:30:54 a.m. / 35.3°C



<p>17-12-2021 10:40:33 a.m. / 35.7°C</p>	<p>17-12-2021 10:50:37 a.m. / 36.1°C</p>
	
<p>17-12-2021 11:00:24 a.m. / 36.0°C</p>	<p>17-12-2021 11:02:41 a.m. / 36.0°C</p>
	

Fuente Diseño propio

Tabla 9. Resumen de mediciones de la primera prueba

PRIMERA PRUEBA	
TIEMPO (min)	Δ TEMPERATURA ($^{\circ}$ C)
0 min	22.6 $^{\circ}$
10 min	23.1 $^{\circ}$
20 min	23.8 $^{\circ}$
30 min	24.1 $^{\circ}$
40 min	24.9 $^{\circ}$
50 min	25.7 $^{\circ}$
60 min	26.3 $^{\circ}$
70 min	27.4 $^{\circ}$
80 min	28.6 $^{\circ}$
90 min	29.7 $^{\circ}$
100 min	31 $^{\circ}$
110 min	32.1 $^{\circ}$
120 min	32.7 $^{\circ}$
130min	33.4 $^{\circ}$
140 min	34.3 $^{\circ}$
150min	35.3 $^{\circ}$
160 min	35.7 $^{\circ}$
170 min	36.1 $^{\circ}$
180 min	36 $^{\circ}$
TEMPERATURA AMBIENTE: 20.3 $^{\circ}$	
HORA DE INICIO: 08:00 AM	
HORA DE TERMINO: 11:00 AM	
Δ TIEMPO: 180 MIN	

Fuente Diseño propio

✓ Segunda prueba

Tabla 10. Imágenes de la primera segunda con detalle en la temperatura (°C) y hora.

<p>24-12-2021 10:32:21 a.m. / TEMP. AMBIENTE = 20.3°C</p>	<p>24-12-2021 10:30:21 a.m. / 21.6°C</p>
 <p>dic. 24, 2021 10:32:29 a.m.</p>	 <p>dic. 24, 2021 10:30:21 a.m.</p>
<p>24-12-2021 10:40:03 a.m. / 22.7°C</p>	<p>24-12-2021 10:50:37 a.m. / 24.6°C</p>
 <p>dic. 24, 2021 10:40:03 a.m.</p>	 <p>dic. 24, 2021 10:50:37 a.m.</p>
<p>24-12-2021 11:00:45 a.m. / 27.5°C</p>	<p>24-12-2021 11:10:55 a.m. / 28.5°C</p>
 <p>dic. 24, 2021 11:00:45 a.m.</p>	 <p>dic. 24, 2021 11:10:55 a.m.</p>

24-12-2021 11:20:18 a.m. / 29.6°C



24-12-2021 11:30:02 a.m. / 31.0°C



24-12-2021 11:40:37 a.m. / 31.9°C



24-12-2021 11:50:11 a.m. / 32.7°C



24-12-2021 12:00:08 p.m. / 33.9°C



24-12-2021 12:10:22 p.m. / 34.7°C



24-12-2021 12:20:54 p.m. / 35.9°C



24-12-2021 12:30:19 p.m. / 36.1°C



24-12-2021 12:40:51 p.m. / 36.0°C



24-12-2021 12:41:22 p.m. / 36.0°C



Fuente Diseño propio

Tabla 11. Resumen de mediciones de la segunda prueba

SEGUNDA PRUEBA	
TIEMPO (min)	Δ TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$)
0 min	21.6 $^{\circ}$
10 min	22.7 $^{\circ}$
20 min	24.6 $^{\circ}$
30 min	27.5 $^{\circ}$
40 min	28.5 $^{\circ}$
50 min	29.6 $^{\circ}$
60 min	31 $^{\circ}$
70 min	31.9 $^{\circ}$
80 min	32.7 $^{\circ}$
90 min	33.9 $^{\circ}$
100 min	34.7 $^{\circ}$
110 min	35.9 $^{\circ}$
120 min	36.1 $^{\circ}$
130 min	36.0 $^{\circ}$
TEMPERATURA AMBIENTE: 20.3 $^{\circ}$	
HORA DE INICIO: 10:30 AM	
HORA DE TERMINO: 12:40 PM	
Δ TIEMPO: 130 MIN	

Fuente Diseño propio

✓ Tercera prueba

Tabla 12. Imágenes de la tercera prueba con detalle en la temperatura (°C) y hora.

<p>31-12-2021 10:58:21 a.m. / TEMP. AMBIENTE = 20.4°C</p>	<p>31-12-2021 11:00:04 a.m. / 22.6°C</p>
 <p>dic. 31.2021 10:58:21 a.m.</p>	 <p>dic. 31.2021 11:00:04 a.m.</p>
<p>31-12-2021 11:10:55 a.m. / 22.7°C</p>	<p>31-12-2021 11:20:34 a.m. / 24.8°C</p>
 <p>dic. 31.2021 11:10:55 a.m.</p>	 <p>dic. 31.2021 11:20:34 a.m.</p>

31-12-2021 11:30:48 a.m. / 27.3°C



31-12-2021 11:40:18 a.m. / 28.7°C



31-12-2021 11:50:48 a.m. / 29.8°C



31-12-2021 12:00:17 p.m. / 31.1°C



31-12-2021 12:10:55 p.m. / 32.1°C



31-12-2021 12:20:50 p.m. / 32.8°C



<p>31-12-2021 12:30:52 p.m. / 34.0°C</p> 	<p>31-12-2021 12:40:20 p.m. / 34.8°C</p> 
<p>31-12-2021 12:50:08 p.m. / 35.9°C</p> 	<p>31-12-2021 01:00:48 p.m. / 36.1°C</p> 
<p>31-12-2021 01:10:08 a.m. / 21.6°C</p> 	<p>31-12-2021 1:02:55 p.m. / 36.0°C</p> 

Fuente Diseño propio

Tabla 13. Resumen de mediciones de la tercera prueba

TERCERA PRUEBA	
TIEMPO (min)	Δ TEMPERATURA ($^{\circ}$ C)
0 min	22.6 $^{\circ}$
10 min	22.7 $^{\circ}$
20 min	24.8 $^{\circ}$
30 min	27.3 $^{\circ}$
40 min	28.7 $^{\circ}$
50 min	29.8 $^{\circ}$
60 min	31. $^{\circ}$
70 min	32.1 $^{\circ}$
80 min	32.8 $^{\circ}$
90 min	34.0 $^{\circ}$
100 min	34.8 $^{\circ}$
110 min	35.9 $^{\circ}$
120 min	36.1 $^{\circ}$
130 min	36.0 $^{\circ}$
TEMPERATURA AMBIENTE: 20.4 $^{\circ}$	
HORA DE INICIO: 11:00 AM	
HORA DE TERMINO: 01:10 PM	
Δ TIEMPO: 130 MIN	

Fuente Diseño propio

Como se pudo observar en los resultados anteriores hubo una mejora en los tiempos luego de la primera prueba, debido a que se aplicó pasta térmica al conjunto de la resistencia, exactamente debajo del transistor de alta potencia MJ 15003 como se ve en la figura 110 para la disipación y mejorando la transferencia de calor entre el transistor y el calefactor. Teniendo como resultado la colocación y mejora en el funcionamiento del transistor como se ve en la figura 111. Esta aplicación mejoro los tiempos de 180 min a 130 min.

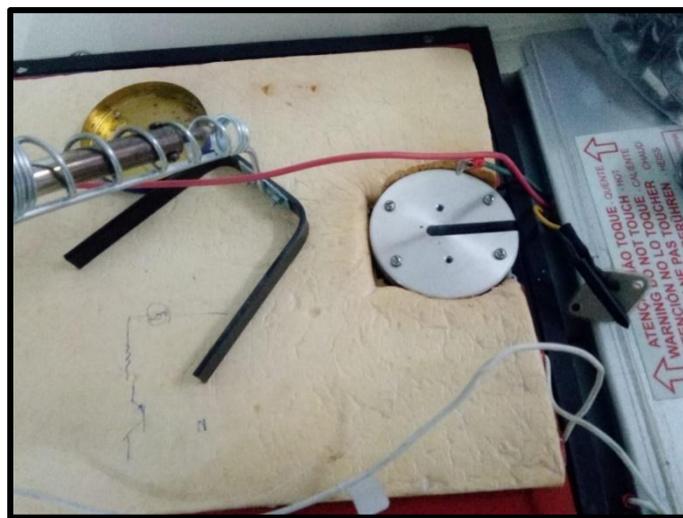


Figura 110 Aplicación de pasta térmica en el transistor de alta potencia MJ 15003.

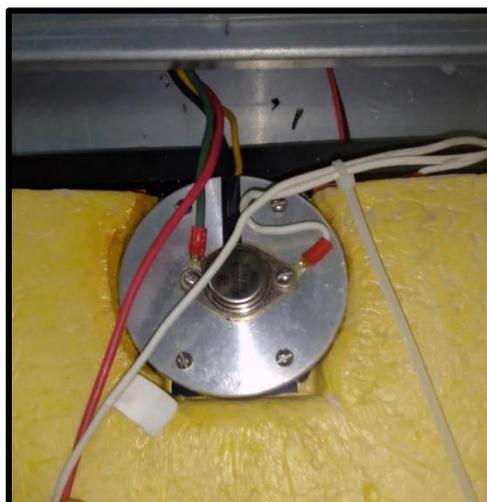


Figura 111 Transistor correctamente colocado.

- **Capacitación al área usuaria**

La capacitación constó principalmente del personal que labora en el área de neonatología. Consistió en tres bloques: Funcionamiento del equipo, recomendaciones técnicas del equipo y preguntas de los asistidos:

- ✓ **Funcionamiento Del Equipo**

- Manejo del panel de control, programación del modo de temperatura aire y piel, diversas funciones.
- Manejo y correcta conversación de la posición del coche de transporte de la incubadora según la necesidad (ambulancia o sala de partos).
- Uso de periféricos y correcto uso de la humificación pasiva.
- Activación del modo DC en caso se necesario transportar al neonato sin perder funcionalidad del equipo.

- ✓ **Recomendaciones técnicas:**

- Tiempo de vida útil de consumibles, correcta instalación y cambio de estos (filtro de aire, puños elásticos, esponja humificadora, etc.).
- Limpieza externa del equipo donde se dio indicaciones de la limpieza de la cúpula y los cuidados de esta.



Figura 112 Presencia el día de la capacitación de la incubadora



Figura 112 Explicación sobre el panel de control



Figura 112 Explicación sobre las recomendaciones de uso del equipo

• **Resumen del procedimiento del plan de mantenimiento**

Tabla 14. Procedimiento del plan de mantenimiento

N°	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO P/REALIZAR CADA ACTIVIDAD	MATERIALES Y REPUESTOS	HERRAMIENTAS INSTRUMENTOS
1	Inspección visual y limpieza de cúpula, base y coche de transporte.	Inspección visual	Crema blanca, trapos de limpieza	Herramientas de mano
2	Limpieza y ajuste mecánico de accesorios.	Utilización de herramientas de mano	Spray lubricante, trapos de limpieza	Herramientas de mano
3	Revisión y limpieza de módulo de control.	Desmontaje de módulo de control	Pincel, spray limpia contactos	Herramientas de mano
4	Revisión y limpieza de módulo de potencia.	Desmontaje de módulo de potencia	Pincel, spray limpia contactos	Herramientas de mano
5	Revisión y limpieza de módulo de carga y baterías.	Desmontaje de módulo de carga y baterías.	Pincel, spray limpia contactos	Herramientas de mano
6	Verificación y cambio de batería 9 V.	Desmontar tarjeta de control y cambiar batería 9 V.	Batería de 9V	Herramientas de mano
7	Verificación y cambio de baterías 12V.	Desmontaje de módulo de carga y cambiar baterías 12 V.	Batería de 12V	Herramientas de mano
8	Verificación y cambio de colchón para paciente.	Abrir puerta frontal de cúpula y retirar colchón antiguo.	Colchón	-----
9	Verificación y cambio de esponja humidificadora.	Abrir bandeja lateral de incubadora y retirar esponja antigua.	Esponja humidificadora	-----
10	Verificación y cambio de filtro de aire.	Abrir tapa del conjunto filtro de aire y colocar uno nuevo.	Filtro de aire	-----
11	Cambio de transistor de alta potencia MJ 15003	Retirar cúpula, abrir conjunto resistencia y realizar el cambio del transistor.	Transistor MJ15003	Herramientas de mano y cautín.
12	Verificación de funcionamiento de iluminación auxiliar.	Desmontar habitáculo de iluminación auxiliar y verificación de focos.	Herramientas de mano	Multímetro digital
13	Verificación de sensor de temperatura y cambio de sensor de falta de circulación de aire.	Desmontaje de conjunto del motor y cambio de sensor de falta de circulación de aire.	Sensor de falta de circulación de aire	Herramientas de mano
14	Calibración y ajuste del sistema de control de temperatura de aire y piel.	Calibrar y/o programar las temperaturas de aire y piel	-----	Termómetro digital y herramientas de mano
15	Verificación de funcionamiento final de todos sus parámetros	Verificar lo siguiente: - Alarma de alta temperatura de seguridad - Alarma de alta temperatura - Alarma de baja temperatura - Alarma de baja tensión de batería - Alarma de falla de energía	-----	Termómetro digital y herramientas de mano

Fuente Diseño propia

- **Plan de mantenimiento preventivo**

Tabla 15. Procedimiento del plan de mantenimiento preventivo

N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
1	Inspección visual y limpieza de cúpula, base y coche de transporte.
2	Limpieza y ajuste mecánico de accesorios.
3	Revisión y limpieza de módulo de control.
4	Revisión y limpieza de módulo de potencia.
5	Revisión y limpieza de módulo de carga y baterías.
6	Verificación y cambio de batería 9 V.
7	Verificación y cambio de baterías 12V.
8	Verificación y cambio de colchón para paciente.
9	Verificación y cambio de esponja humidificadora.
10	Verificación y cambio de filtro de aire.
11	Verificación de funcionamiento final de todos sus parámetros

Fuente Diseño propia

- **Plan de mantenimiento correctivo**

Tabla 16. Procedimiento del plan de mantenimiento correctivo

N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
1	Cambio de transistor de alta potencia MJ 15003
2	Verificación de funcionamiento de iluminación auxiliar.
3	Verificación de sensor de temperatura y cambio de sensor de falta de circulación de aire.
4	Calibración y ajuste del sistema de control de temperatura de aire y piel.

Fuente Diseño propia

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

- ❖ Cabrera y Gómez (2021) realizaron un estudio titulado “Propuesta de un sistema de gestión mantenimiento de equipos biomédicos en un Hospital en el Valle del Cauca” en la ciudad de Valle del Cauca en el país de Colombia.

En el proyecto se realizó una gestión previa para implementar el mantenimiento y seguir un procedimiento adecuado. Además, al culminar, se estableció tiempos de uso de las partes consumibles para su cambio y de las no consumibles para realizarles el mantenimiento preventivo.

- ❖ González y Londoño (2017) realizó un estudio titulado: “Diseño conceptual de una incubadora de bajo costo que posibilite abordar la atención al recién nacido prematuro en poblaciones vulnerables” en la ciudad de Santiago de Cali del país de Colombia.

Los problemas solucionados se realizaron en base a conceptos de funcionamiento de las partes de la incubadora. Fue necesario entender a mayor profundidad el sistema de la incubadora para poder hallar una solución al problema de funcionamiento que tenía la incubadora. Además, las partes externas de la incubadora deben cumplir ciertas condiciones para no afectar al sistema de la incubadora. Uno de los puntos importantes a considerar es evitar el contacto del acrílico con el alcohol ya que genera defectos que impiden una correcta visualización en el interior de la incubadora.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

La finalidad de esta investigación es poder generar un correcto plan de mantenimiento y también como guía para la correcta reparación de los equipos biomédicos como por ejemplo es el caso de esta oportunidad de la incubadora de transporte, esperando que este estudio pueda servir como antecedentes para futuros trabajos de investigación, garantizando y asegurando la validez científica, credibilidad de los métodos, fuentes y datos.

CONCLUSIONES

- Es de vital importancia emplear una rutina de mantenimiento preventivo y predictivo a los equipos biomédicos para una mayor vida útil y evitar que muchos equipos biomédicos se encuentren con paros innecesarios ya que quizás solo necesiten una revisión para diagnosticar ciertas fallas y validar si es reparable o no.
- La implementación de mantenimiento en una incubadora puede evitar un incremento de la tasa de mortalidad infantil.
- Muchos centros de salud tienen equipos inoperativos que no han tenido una revisión previa antes de declararlos inutilizables. Con un plan de mantenimiento, muchos de ellos pueden volver a su funcionamiento evitando gastos excesivos del centro de salud.

Las reparaciones en el sistema electrónico requieren fundamentalmente cierta cantidad de pruebas para un correcto funcionamiento para de paso ver ciertos defectos que se puedan dar y corregirlos tales como en los siguientes casos:

- Fue importante realizar un monitoreo del transistor en funcionamiento ya que es la parte inicial para la generación de calor.
- Las baterías deben ser monitoreadas continuamente a través del panel de control para observar el funcionamiento correcto cuando sea de necesidad.
- El monitoreo de la lectura de los valores de temperatura mostrados en el panel (modo aire y modo piel) comparándolo con la lectura de un termómetro digital en el microclima para validar un correcto

funcionamiento para luego confirmar una buena recepción y emisión de información por parte de los sensores.

- Renovar los consumibles de la incubadora cada cierto tiempo según manual para no disminuir la eficiencia en la función de la incubadora de transporte.

RECOMENDACIONES

- Usar y mantener las baterías de 12V cargadas para cualquier emergencia de uso y así también se evita el deterioro de estas por falta de uso.
- Cerciorar que el microclima de la incubadora esté totalmente aislado del clima exterior con un correcto cerrado de la cúpula evitando así fugas de corriente de aire.
- Tener presente la temperatura ambiente externa antes de encender la incubadora, debido a que si esta se encuentra a temperaturas cercanas a 0°C puede demorar más de lo normal (temperatura ambiente de 25°C permite una elevación en 45 minutos).
- Mantener a la incubadora limpia antes del uso de cada paciente, retirando el colchón y remueva el lecho, desplazándolo hacia la parte lateral y apretando la traba interna y así tendrá acceso a la esponja humificadora para su limpieza. También remueva todas las guarniciones de los accesos frontales y laterales, de igual manera con los 4 pasa sondas para una correcta esterilización. La limpieza y/o desinfección debe ser ejecutada hasta ese nivel de desmontaje, incluyendo la resistencia de calentamiento aletada, ventilador e interruptores térmicos de control.
- Recordar el cambio del filtro de aire cada 3 meses como máximo o en caso de tener al paciente con alguna enfermedad patógena cambiarlo luego del retiro del paciente. La esponja humificadora de igual manera su cambio es anual y se recomienda su limpieza luego de cada uso.
- El uso de guantes dieléctricos al manipular la tarjeta electrónica para evitar descarga de electricidad estática.

- Es importante la implementación de un pozo a tierra para uso de equipos sensibles como los biomédicos.
- Con un correcto mantenimiento preventivo cada 6 meses se prolongaría mucho más la vida útil de este equipo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] B. Ortiz (2019, Septiembre). “Las incubadoras y su papel en la atención a los bebés prematuros” [En línea]. Disponible: <https://elcomercio.pe/tecnologia/actualidad/incubadoras-bebes-prematuros-ciencias-atencion-ecpm-noticia-672571-noticia/?ref=ecr>.
- [2] J. Llácer, “Caracterización experimental de un prototipo de incubadora de neonatos prematuros”, Título en Ingeniería en Tecnologías Industriales, Univ. Politécnica de Valencia, Valencia, España, 2019.
- [3] Diario Gestión (2019, Septiembre). “Un centenar de bebés mueren este año en Perú por falta de incubadoras” (1ra ed.) [En línea]. Disponible: <https://gestion.pe/peru/un-centenar-de-bebes-mueren-este-ano-en-peru-por-falta-de-incubadoras-noticia/>.
- [4] W. Olarte, M. Botero y B. Cañon, “Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción”, Scientia Et Technica, vol. XVI, pp. 354-356, Abril 2010.
- [5] A. Guzmán (2006). “Historia de la Incubadora” [En línea]. Disponible: <https://elcomercio.pe/tecnologia/actualidad/incubadoras-bebes-prematuros-ciencias-atencion-ecpm-noticia-672571-noticia/?ref=ecr>.
- [6] L. Restrepo, N. Durango, N. Gómez, F. Gonzales y N. Rivera, “Prototipo de incubadora neonatal”, Revista Ingeniería Biomédica, vol. I, p.55, Mayo 2007.
- [7] S. X. Astidias y S. A. Villamizar, “Protocolo de mantenimiento de la incubadora”, Hospital Militar de San Cristóbal Capitan Guillermo Hernadez Jacobsen, Táchira, Venezuela, 2018.

- [8] M. Aguilar, "Tratado de enfermería infantil: Cuidados pediátricos", 3ra ed., Madrid: Editorial Edide, 2003. Disponible: https://books.google.com.pe/books?id=IAX2hkbeBQYC&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- [9] A. Saéz, A. Lopez, J. Gómez y T. Sanchez, "Protocolo de actuación en el manejo de incubadoras", Complejo Hospitalario Universitario de Albacete, Albacete, España, 2010.
- [10] A. Gonzales y J. Londoña, "Diseño conceptual de una incubadora de bajo costo que posibilite abordar la atención al recién nacido prematuro en poblaciones vulnerables", Título en Ingeniería Biomédica, Univ. Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia, 2017.
- [11] M. Gonzales, "Propuesta administrativa de un programa de mantenimiento para incubadoras", Título en Ingeniería Industrial, Univ. De San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, 2005.
- [12] Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, "El mantenimiento general", Banco de Objetos Institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Boyocá, Colombia, 2006.
- [13] S. Trujano, "Diseño e implementación de rutinas de mantenimiento preventivo en la unidad de cuidados intensivos neonatales", Título de Ingeniería Biomédica, Inst. Politécnico Nac., México D.F., México, 2012.
- [14] J. Gonzales, "Rutinas de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo a equipo medico", Título en Ingeniería Biomédica, México D.F.: Inst. Politécnico Nacional, México, México, 2012.

- [15] A. Mayorga, "Mantenimiento correctivo a dispositivos biomédicos y propuesta de un prototipo de articulación eléctrica a una cama censable", Título en Ingeniería Biomédica, Inst.Politécnico Nacional, México D.F., México, 2012.
- [16] M. Cueva, J. Pecho y J. Riveria, "Plan de gestión que permita proponer alternativas de mantenimiento o reemplazo de equipos médicos en el Hospital Nacional Dos de Mayo", Título en Ingeniería Electrónica, Univ. Nac. del Callao, Callao, Perú, 2014.
- [17] J. Carbajal y J. Chuman, "Gestión de mantenimiento y la eficiencia de los equipos biomédicos en la unidad de cuidados intensivos de un establecimiento de salud nivel II-2 de la región Callao, período 2018-2019", Título en Maestro en Gerencia de Mantenimiento, Univ. Nac. del Callao, Callao, Perú, 2019.
- [18] L. Miranda, "Mejoramiento de la gestión de mantenimiento de los equipos médicos en el Hospital San Jose del Callao", Título para el Grado Académico de Maestro en Gerencia del Mantenimiento, Univ. Nac. del Callao, Callao, Perú, 2013.
- [19] OMS (2012, Febrero). " Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico" (1ra ed.) [En línea]. Disponible: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44817/9789243501390_spa.pdf;sequence=1
- [20] P. Baca, J. Garcia, "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para equipos biomédicos de emergencia y áreas críticas de un hospital de la región Lambayeque, 2015. Chiclayo – Perú", Título de Ingeniería Mecánico Electricista, Univ. Cesar Vallejo, Lambayeque, Perú, 2015.

- [21] A. Pesantez, “Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empaedora de camarón”, Título de Ingeniería Industrial, Esc. Sup. Politécnica del litoral, Guayaquil, Ecuador, 2007.
- [22] V. Chavez, “Sistema de información para el control, seguimiento y mantenimiento del equipamiento Hospitalario”, Título en Ingeniería Informática, Univ. Ricardo Palma, Lima, Perú, 2010.
- [23] Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación, “Vida útil de los equipos médicos (consideraciones tecnológicas y otros)”, EsSalud, Lima, Perú, Boletín tecnológico, N° 04-2019, 2019
- [24] M. Cajo, “Conocimiento y actitudes en reanimación cardiopulmonar básica del personal de enfermería del Hospital referencial de Ferreñafe – 2016”, Título en Licenciado en Enfermería, Univ. Señor de Sipán, Pimentel, Perú, 2017.
- [25] F. Alba y W. Chinchay, “Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos – unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz, 2018”, Título de Ingeniería Industrial, Univ. Cesar Vallejo, Lambayeque, Perú, 2019.
- [26] J. Aliaga y J. Lobato, “Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos médicos en el área de servicios del centro médico María Belén S.R.L.- Cajamarca”, Título de Ingeniería Industrial, Univ. Privada del Norte, Lima, Perú, 2020.
- [27] S. Arvizú, D. Alaniz y I. Contrera, “Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de

Estelí, durante el II semestre del 2017”, Título de Ingeniería Industrial, Univ. Nac. Autónoma de Nicaragua, Estelí, Nicaragua, 2018.

- [28] A. Cabrera y L. Gómez, “Propuesta de un sistema de gestión mantenimiento de equipos biomédicos en un Hospital en el Valle del Cauca”, Título en Ingeniería Industrial, Univ. Del Valle, Valle del Cauca, Colombia, 2017.
- [29] B. Castrillón, E. Ajito, A. Barrios, E. Solórzano y J. Tarrillo, “Burbuja Artificial Neonatal (BAN)”, presentado en el II Congreso Colombiano de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica, Bogotá, Colombia, 2005.
- [30] “Manual de usuario de la incubadora de transporte IT158TS”, Fanem, Sau Paulo, Brasil, REF.: 158.140.000, 2003 [En línea]. Disponible: <https://dl-manual.com/doc/incubadora-fanem-modelo-it-158-ts-manual-t-2zx9mm5104zj>.
- [31] A. Flores, “Optimización del mantenimiento preventivo para Mejorar la productividad de Los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017”, Título de Ingeniería Industrial, Univ. Cesar Vallejo, Lima, Perú, 2017.
- [32] J. Guerra, “Análisis y descripción de una unidad radiante de cuidado intensivo neonatal controlada por microprocesador”, Título en Ingeniería Electrónica, Univ. Nac. de Ingeniería, Lima, Perú, 2010.
- [33] O. Herrera, “Implementación de un plan de mantenimiento a la empresa ELECTROAUTOMATISMOS.ST, para los equipos biomédicos a su cargo”, Título de Ingeniería Mecánica, Univ. Francisco de Paula Santander Ocaña, Norte de Santander, Colombia, 2018.

- [34] D. Leal, "Diseño de un plan de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos para la red de salud del sur oriente E.S.E. de Santiago de Cali – Valle del Cauca", Título de Ingeniería Biomédica, Univ. Autónoma de Occidente, Valle del Cauca, Colombia, 2019.
- [35] J. Mancco, «Plan de mantenimiento preventivo para prolongar la operatividad de las máquinas y equipos del laboratorio de mecánica de materiales de la facultad de ingeniería mecánica y de energía de la Universidad nacional del Callao», Título para el Grado Académico de Maestro en Gerencia del Mantenimiento, Univ. Nac. del Callao, Callao, Perú, 2019.
- [36] A. Muñoz, "Sistema para monitoreo y supervisión de variables y condiciones de funcionamiento en incubadoras neonatales a través de internet de las cosas IoT", Título de Ingeniería Biomédica, Univ. del Rosario, Bogotá, Colombia, 2020.
- [37] C. Navarrete, "Diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la tecnología médica del área de tococirugía", Título de Ingeniería Biomédica, Inst. Politécnico Nacional, México D.F., México, 2012.
- [38] W. Orozco y F. Cortés, "Caracterización de la gestión del mantenimiento de equipo biomédico de servicios de urgencia de clínicas y hospitales de Medellín en el período de 2008-2009", Revista Ciencias de la Salud, vol. 11, p. 35, Febrero 2013.
- [39] A. Pizarro, "Implementación de un sistema de evaluación térmica del comportamiento de incubadoras neonatales", Título de ingeniería electrónica, Pontificia Univ. Católica del Perú, Lima, Perú, 2011.

- [40] M. Zavala, "Plan De Mantenimiento Preventivo Para Mejorar La Disponibilidad De Los Equipos Médicos En Essalud – Virú 2018", Título de Ingeniería Industrial, Univ. Cesar Vallejo, Lima, Perú, 2018.

VI. ANEXOS

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN MANTENIMIENTO EN EL SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA INCUBADORA DE TRANSPORTE IT158TS EN EL CENTRO DE SALUD EL PORVENIR - LA VICTORIA, 2021

A. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			METODOLOGÍA
			Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	
<p>Problema principal</p> <p>¿En qué medida el diseño e implementación de un plan de mantenimiento en el sistema electrónico incidirá en la optimización de la incubadora de transporte IT158TS en el centro de salud El Porvenir – La Victoria?</p>	<p>Objetivo principal</p> <p>Evaluar la implementación de un plan de mantenimiento en el sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS en el centro de salud El Porvenir - La Victoria.</p>	<p>Hipótesis principal</p> <p>Mediante la implementación y diseño de un plan de mantenimiento en el sistema electrónico se obtendrá una optimización de la incubadora de transporte IT158TS en el centro de salud El Porvenir – La Victoria.</p>	PLAN DE MANTENIMIENTO	Mantenimiento predictivo	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento atípico. • Inspección visual 	<p>Tipo de investigación</p> <p>El tipo de investigación utilizada en nuestra investigación es de tipo aplicada, en razón que mediante el mantenimiento correctivo se pondrá en funcionamiento la incubadora de transporte IT158TS.</p> <p>Método de la investigación</p> <p>El método de investigación que usamos para el presente proyecto es Experimental, porque a través de las evaluaciones técnicas se busca detectar la falla de la incubadora de transporte IT158TS del centro de salud materno infantil el porvenir.</p> <p>Técnica a utilizar</p> <p>La técnica e instrumentos que se usara para el presente proyecto es a través de visitas al personal usuario (licenciadas, médicos y personal técnico enfermeras) para ver la necesidad de la incubadora de transporte en el centro de salud materno infantil el porvenir.</p> <p>Población y muestra</p> <p>En el presente proyecto de investigación se trabajará con la incubadora de transporte IT158TS y teniendo como muestra al personal médico del área de neonatología, sala de parto y UCI que son de 60 a 70 personas entre médicos, licenciadas y personal técnico en enfermería, en los diferentes horarios rotativos.</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>¿En qué medida el diseño e implementación de un mantenimiento predictivo en el sistema electrónico incidirá en la optimización de la incubadora de transporte IT158TS?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Diagnosticar un mantenimiento predictivo en el sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>Iniciando un mantenimiento predictivo se hallará las posibles fallas del sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.</p>		Mantenimiento preventivo	<ul style="list-style-type: none"> • Localización de posibles averías • Cambio de consumibles • Limpieza integral del equipo • Test de inicio 	
<p>¿En qué medida el diseño e implementación de un mantenimiento preventivo en el sistema electrónico incidirá en la optimización de la incubadora de transporte IT158TS?</p>	<p>Determinar un mantenimiento preventivo en el sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.</p>	<p>Estableciendo un plan de mantenimiento preventivo se prolongará la vida útil del sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.</p>		Mantenimiento correctivo	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de repuesto • Reparación de fallas • Prueba de funcionamiento 	
<p>¿En qué medida el diseño e implementación de un mantenimiento correctivo en el sistema electrónico incidirá en la optimización de la incubadora de transporte IT158TS?</p>	<p>Planear un mantenimiento correctivo en el sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.</p>	<p>Determinando la implementación de un mantenimiento correctivo se corregirá las averías del sistema electrónico para la optimización de la incubadora de transporte IT158TS.</p>		Variable Dependiente	Dimensiones	
			INCUBADORA DE TRANSPORTE	Sistema de elevación de temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento del equipo. • Falla en el circuito de elevación de temperatura. • Calibración y ajuste de la temperatura. 	
				Alimentación eléctrica DC	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en modo DC. • Estabilidad. • Voltaje de baterías. 	
				Ruido interno del equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido < 60 Db • Funcionamiento del motor. • Funcionamiento del transformador. 	

B. INSTRUMENTOS VALIDADOS

➤ Termómetro digital infrarrojo Fluke 568

FLUKE®

Especificaciones del producto

	566	568
Rango de temperaturas infrarrojas	-40 °C a 650 °C (-40 °F a 1202 °F)	-40 °C a 800 °C (-40 °F a 1472 °F)
Exactitud infrarroja	< 0 °C (32 °F): ± (1,0 °C (± 2,0 °F) + 0,1°/1 °C o °F); > 0 °C (32 °F): ± 1 % o ± 1,0 °C (± 2,0 °F), lo que sea mayor	
Resolución de la pantalla	0,1 °C / 0,1 °F	
Respuesta espectral infrarroja	8 µm a 14 µm	
Tiempo de respuesta infrarrojo	< 500 mseg	
Rango de temperatura de entrada del termopar tipo K	-270 °C a 1372 °C (-454 °F a 2501 °F)	
Exactitud de entrada del termopar tipo K	-270 °C a -40 °C: ± (1 °C + 0,2 °/1 °C) (-454 °F a -40 °F: ± (2 °F + 0,2 °/1 °F)) -40 °C a 1372 °C: ± 1 % o 1 °C (-40 °F a 2501 °F: ± 1 % o 2 °F), lo que sea mayor	
D:S (distancia al tamaño del punto de medición)	30:1	50:1
Enfoque láser	Láser de punto simple con salida de < 1 mw, operación de clase 2 (III), 630 nm a 670 nm	
Tamaño mínimo del punto	19 mm (0,75 pulg.)	
Ajuste de emisividad	Mediante una tabla incorporada de materiales comunes o digitalmente ajustable de 0,10 a 1,00 por 0,01	
Almacenamiento de datos con sello de fecha/hora	20 puntos	99 puntos
Interfaz y cable de PC	Ninguna	USB 2.0 con software FlukeView® Forms
Alarmas alta-baja	Audible y visual de dos colores	
Min/Máx/Prom/Dif	Sí	
Pantalla	Matriz de puntos de 98 x 96 pixeles con menús de función	
Luz de fondo	Dos niveles: normal y extra brillante para entornos más oscuros	
Bloqueo del disparador	Sí	
Conmutación entre grados centígrados y Fahrenheit	Sí	
Alimentación	2 baterías AA/LR6	2 baterías AA/LR6 y USB cuando se usa con una PC
Autonomía de la batería	Si se usa de manera continua: láser y luz de fondo encendida, 12 horas; láser y luz de fondo apagada, 100 horas	
Temperatura de funcionamiento	0 °C a 50 °C (32 °F a 122 °F)	
Temperatura de almacenamiento	-20 °C a 60 °C (-40 °F a 140 °F)	
Rango del termopar globular tipo K	-40 °C a 260 °C (-40 °F a 500 °F)	
Exactitud del termopar globular tipo K	± 1,1 °C (2,0 °F) de 0 °C a 260 °C (32 °F a 500 °F), típicamente dentro de 1,1 °C (2,0 °F) de -40 °C a 0 °C (-40 °F a 32 °F)	

Información para pedidos

Termómetro de infrarrojos **Fluke-566**
Termómetro de infrarrojos **Fluke-568**

Incluye: Termómetro de infrarrojos con capacidades de termómetro por contacto, software FlukeView® Forms (sólo para el modelo 568), cable USB (sólo para el modelo 568), sonda globular de termopar tipo K, estuche rígido de transporte, guía de funcionamiento básico y manual de uso.



Fluke. Keeping your world up and running.®

Fluke Corporation
PO Box 9090, Everett, WA 98206 EE.UU.

Fluke Europe B.V.
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, Países Bajos

Para obtener información adicional,

póngase en contacto con:
En EE.UU. (800) 443-5853 o
Fax (425) 446-5116

En Europa/Medio Oriente/África
+31 (0) 40 2675 200 o
Fax +31 (0) 40 2675 222

En Canadá (800)-36-FLUKE o
Fax (905) 890-6366
Desde otros países +1 (425) 446-5500 o
Fax +1 (425) 446-5116

Acceso a Internet: <http://www.fluke.com>

©2007 Fluke Corporation. All rights reserved.
Specifications subject to change without notice.
Printed in U.S.A. 8/2007 3085012 D-ES-N Rev A



➤ Simulador multifunción Fanem

SIMULADOR MULTIFUNCIONAL PARA IT158-TS

1) Simulación de sensores en dispositivos

En esta sección se describen los procedimientos utilizados para conectar el Simulador a los dispositivos mediante los cables que lo acompañan, así como la simulación de sensores en las diferentes aplicaciones. El procedimiento de comprobación de defectos figura en el punto 4 del presente artículo.



1.1) Incubadora de transporte IT-158

1.1.1) Piezas a utilizar

Para simulación externa:

- Cable de extensión DB25 + Skin del cable exterior (Temperatura de la piel).

Para una simulación completa:

- Cable de extensión DB25 + cable de panel IT-158 (temperatura del aire / piel, falla de circulación de aire, termostato de seguridad).

1.1.2) Simulación Externa (Uso Técnico / Usuario)

La simulación externa de la temperatura de la piel solo se puede realizar en el modelo CPA de la incubadora IT158-TS .

1.1.2.1) Simulación externa de la temperatura de la piel

Conecte el cable de extensión DB25 macho a la salida "SENSORS" del simulador y la hembra al cable exterior skin, que a su vez debe estar conectado de borde al panel "SKIN" de la incubadora. Después de la conexión, se inicia la simulación de la temperatura de la piel y el valor inicial en la pantalla debe leer 34.0 +/- 0.3°C. La simulación de 25.0°C, 36.1°C y 42°C se puede llevar a cabo en el teclado del simulador en la columna "AIR TEMP" manteniendo presionadas las teclas respectivas.

1.1.3) Simulación completa (uso técnico)

Este procedimiento debe aplicarse cuando se requiere un análisis más exhaustivo de todas las funciones de la incubadora. Para ello, es necesario acceder a la placa principal del panel de control.

1.1.3.1) Simulador – Conexión del panel de control

Abra el Panel de control para acceder a la placa principal. Conecte el cable de extensión DB25 macho a la salida "SENSORS" del simulador y la hembra al cable del panel C-186 / IT-158, que a su vez debe estar conectado a la placa principal del panel de control. La conexión se realiza mediante el conector de 10 vías y el receptáculo bidireccional (sin marcador) que debe conectarse a los respectivos "SENSORES DE TEMPERATURA" y "SKINS". La descripción de cada señal puede consultarse en el cuadro 2.4.3.1.

En las incubadoras de transporte sin control cutáneo, el sensor "SKIN" no puede ser simulado.

SEÑAL	VALOR INICIAL	POSIBLES SIMULACIONES
CIRC DE AIRE.	SIN ALARMA	FALLO (CON ALARMA)
TERMOST DE SEGURIDAD.	38°C	39°C / 40°C
TEMPERATURA DEL AIRE (+1,5°C)	34°C	25°C / 36.1°C / 42°C
TEMPERATURA DE LA PIEL	36.1°C	-

Tabla 1.1.3.1 – Señales y valores simulados con acceso a la placa principal del panel de control de la incubadora IT-158 CPA.



La tolerancia de los valores de temperatura simulados es de +/-0,3°C.

Los valores de temperatura "aire" se corrigen en +1,5°C, sin tener en cuenta la tolerancia. Por ejemplo, al pulsar la tecla 25°C, se mostrará un valor de 26,5°C.

1.1.3.2) Simulación de sensores

Los sensores se simulan en el encendido del panel de control y luego se pueden verificar. Los valores que se pueden simular se muestran en la tabla 2.3.4.1. Observe las correcciones de temperatura especificadas.

1.1.3.2.1) Simulación de temperaturas del aire / piel

La "TEMPERATURA DE LA PIEL". el valor es fijo. La "TEMPERATURA DEL AIRE". los valores se pueden simular manteniendo presionada la tecla de la temperatura requerida.

1.1.3.2.2) Simulación de termostato de seguridad

En la incubadora IT-158, solo hay una temperatura de calibración del termostato de seguridad (40 ° C) tanto para el "Modo piel" como para el "Modo aire". Pulse la tecla ">37,5°C" en el panel de control para activar/desactivar la programación de temperaturas superiores a 37,5 ° C, que pueden ser activadas por el LED encendido/apagado ">37,5°C"; sin embargo, la temperatura calibrada del termostato es de 40°C.

Para comprobar el funcionamiento del circuito del termostato de seguridad, ajuste la temperatura de control inicialmente a 35,5°C, por ejemplo, en "Modo aire". De esta forma, la alarma de "Alta Temperatura" no se activará por la diferencia de la temperatura simulada (34°+1,5°C) y la temperatura programada (35,5°C). La alarma de "alta temperatura" no debe activarse en la pantalla, ya que el valor simulado del termostato de seguridad es de 38 ° C. La simulación of el valor de 39 ° C (manteniendo presionada la tecla respectiva) tampoco debe activar la alarma de "Alta temperatura". La alarma solo debe activarse cuando se simula a 40 ° C.

Dado que la calibración está sujeta a variaciones, es posible que la alarma no se active a 40 ° C, cuál hace no es necesario indicar falta de calibración o fracaso.



Esa simulación solamente verifica el funcionamiento del circuito, no su calibración. Calibración debe llevarse un cabo en condiciones especiales, de acuerdo con el procedimiento de calibración.

2.1.3.2.3) Simulación de fallo de circulación de aire

Para el modelo IT158-TS (sin control de piel), presione simultáneamente las teclas "INHIBIR SONIDO", "ARRIBA" y "ESTABLECER TEMPERATURA." en el panel de control, para liberar las alarmas, incluida la "FALLA DE CIRCULACIÓN DE AIRE".

Para el modelo IT158-TS CPA (con control de piel), presione simultáneamente las teclas "UP", "SET TEMP." y "DOWN" en el panel de control, para liberar las alarmas, incluida "AIR CIRCULATION FAILURE".

En el simulador, el LED "CALEFACCIÓN" de la columna "AIR CIRC." debe estar encendido para indicar que el sensor está siendo alimentado. Pulsando la tecla "FALLO", la alarma "FALLO DE CIRCULACIÓN" debe activarse en el panel.

sanwa®

TOKYO JAPAN

DIGITAL MULTIMETER

CD772

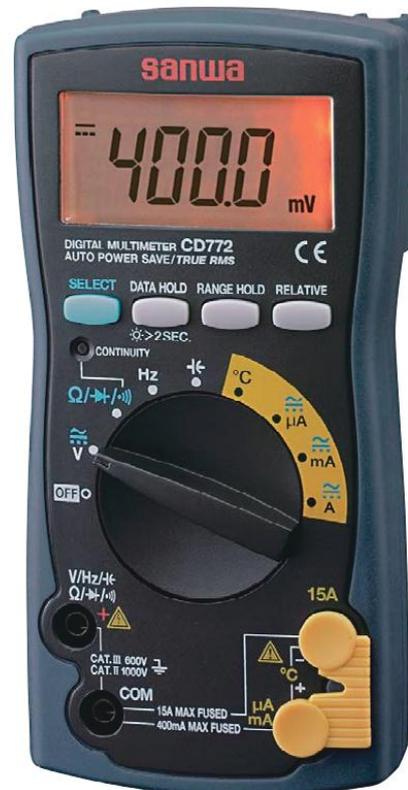
APPLICATIONS AND FEATURES

This meter is useful for measuring / analyzing circuits of small communication devices, home electric appliances and batteries in the ranges of CAT. III environment.

- Double molding with outside made of elastic elastomer material
- Eye-friendly large-sized display
- Continuity confirmed by the buzzer and red LED lamp
- Auto power save: Power save about 30 minutes after no operation
- Range hold, Data hold, and Relative function
- Large breaking capacity fuse 30kA, Safety cap on current terminal
- Temperature measurements up to 300 °C (K type thermocouple temperature sensor)

SPECIFICATIONS

	Measuring range	Best accuracy	Resolution	Input impedance
DCV	400mV/4/40/400/1000V	±(0.5%+2)	0.1mV	DCV: 10M~100MΩ
ACV	4/40/400/1000V	±(1.2%+3)	1mV	ACV: 10M~11MΩ
DCA	400μ/4000μ/40m/400mV/16A	±(1.4%+3)	0.1μ	
ACA	400μ/4000μ/40m/400mV/16A	±(1.8%+6)	0.1μ	
Resistance	400/4k/40k/400k/4M/40MΩ	±(1.2%+5)	0.1Ω	
Capacitance	50n/500n/5μ/50μ/100μF	±(5%+10)	0.01nF	
Frequency	5/50/500/5k/50k/100kHz	±(0.3%+3)	0.001Hz	
Temperature	-20°C~300°C	±(0.3%+30)	0.1°C	
Continuity	Buzzer sounds and LED lights up at between 0Ω and 86Ω(±45Ω). Open voltage: approx. 0.4V			
Diode test	Open voltage: approx. 1.5V			
Display	4000 count			
Range selection	Auto and Manual			
Over-range indication	"OL" shown in numerical part(10A, DC/AC 1000V excluded)			
Polarity indication automatic selection	"- " Indicated only when negative input			
Battery low warning	Battery () mark lights or flickers at approx. 2.4V or below			
Sampling rate	3 times / sec			
AC measuring method	True RMS value method			
Guaranteed accuracy temperature and humidity range	23°C±5°C, below 80%RH No condensation			
Operating temperature / humidity	5°C~40°C 5°C~31°C, 80%RH(max) No condensation			
Storage temperature / humidity	-10°C~40°C, below 80%RH No condensation			
Environmental condition	Altitude 2000m or below, pollution degree II			
Power consumption	15mW at DCV			
Continuous use time	About 150 hours at DCV			
Safety standards	IEC61010-1 CAT. III 600V / CAT. II 1000V			
Bandwidth	45~500Hz(4V range), 45~1kHz(40V range and above)			
Fuse	0.5A/1000V 30kA φ6.35x32mm			
Battery	R6P x 2			
Size / Mass	H166 x W82 x D44mm / 360g			
Standard accessories included	Test lead(TL-25a), Thermocouple K type(K-250CD), Instruction manual			



A battery for monitoring has been installed prior to shipment from the factory. It may be discharged before the expiration of the described battery life. This battery is used to check the functions and performance of the product. Specifications and external appearance of the product described above may be revised for modification without prior notice.

sanwa®

SANWA ELECTRIC INSTRUMENT CO., LTD.

Dempa Bldg, 4-4 Sotokanda 2-Chome, Chiyoda-Ku, Tokyo 101-0021 Japan
Tel:+81-3-3251-0941 Fax:+81-3-3256-9740

www.sanwa-meter.co.jp

Distributed by

C. CONSENTIMIENTOS



Albújar Médica S.A.C.

Equipos Médicos - Laboratorio - Servicio Técnico - Mantenimiento
 Jr. Canta 985 - La Victoria - Lima - Perú (alt. cdra. 9 Paseo de la República a espalda de Transportes Linea)
 Telf.: (01) 433-3034 / (01) 433-2935 Fax: (01) 433-2935
 ventas@albujaarmedica.com.pe / gerencia@albujaarmedica.com.pe / serviciotecnico@albujaarmedica.com.pe
 www.albujaarmedica.com.pe

FECHA 08/08/21

INFORME TÉCNICO

Nº 0012.....

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN: Centros de Salud al Porvenir

ESSALUD MINSA CLINICA OTROS

TIPO DE INFORME

EVALUACIÓN INSTILACIÓN M. PREVENTIVO M. CORRECTIVO OTROS: _____

SERVICIO

NEO UCI NEO PEDIATRÍA S. PARTOS S.O.P. EMERG OTROS: _____

EQUIPO

- ASPIRADOR DE SECRECIONES
- BABYPAP NEONATAL CPAP
- CAMA
- CENTRIFUGA DE HEMATOCRITO
- CUNA DE CALOR RADIANTE
- DESFIBRILADOR
- ESTERILIZADORA A VAPOR
- EQUIPO DE RESIDUOS SOLIDOS
- EQUIPO DE FOTOTERAPIA
- INCUBADORA DE TRANSPORTE
- INCUBADORA NEONATAL ESTANDAR
- LÁMPARA CIALÍTICA
- MONITOR DE OXIGENO
- OXIMETRO DE PULSO
- VENTILADOR VOLUMETRICO
- OTROS: _____

MARCA

- BAUMER
- BIO-MED DEVICES
- MEDIANA
- FANEM
- MAXTEC
- MEK
- MINDRAY
- REXMED
- TECME
- JOSON CARE
- OTROS: _____

MODELO

- IT 158TS
- 1186
- 2186
- 2286
- 2410
- AMPLA 2085
- MWTS
- HI SPEED
- BILITRON
- CROSSVENT 2+
- NEUMOVENT
- MP 111
- MULTISYSTEM 2051
- OM25-ME
- HI VAC II
- OTROS: _____

SERIE

CF-3255

PROBLEMA PRESENTADO

No eleva temperatura

ACTIVIDADES REALIZADAS

- 1 Para el correcto funcionamiento de la incubadora se necesita
- 2 01 transistor de alta potencia
- 3 01 cupula externa
- 4 02 baterias de 12V
- 5 03 puños de plasticos
- 6 01 bateria de 9V
- 7 02 seguros blancos de base a cupula
- 8 01 filtro de aire
- 9 01 cdchon memoria

RECOMENDACIONES

1 Limpiar, lubricacion, ajuste de calibracion y ajuste de piezas mecanicas.

CONCLUSIONES

ESTADO DEL EQUIPO

BUENO REGULAR INOP X REP INOP X BAJA INOP X BAJA

GARANTIA SI NO

HORA DE INICIO _____

HORA DE TERMINO _____

CONTACTO: _____

E-MAIL: _____

CELULAR: _____

ALBUJAR MEDICA S.A.C.

BACH. EDWARD A. GARCIA RUA
 C.I.P. 14108
 SERVICIO DE MANTENIMIENTO

FIRMA EMPRESA

FIRMA USUARIO



Franklin Alejandro Pacheco Trujillo
 CIP 14108



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 Años de Independencia”

CONSTANCIA N°22

AUTORIZACIÓN DE INICIO Y TÉRMINO DE EJECUCIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

ACTA N°05-2021-COM.INV-DIRIS-LC

EXPEDIENTE N°202140895

El que suscribe, Director General de la Dirección de Redes Integradas de Salud Lima Centro da Constancia que:

BACH.PABLO ALEXIS GARCIA GARCIA
BACH.EDWARD ANDREE GRACIA RUA

Autor del Proyecto de Investigación “IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO EN EL SISTEMA ELECTRONICO PARA LA OPTIMIZACION DE LA INCUBADORA DE TRANSPORTE IT158TS EN EL CENTRO DE SALUD L PORVENIR-LA VICTORIA”; ha cumplido con los requisitos exigidos por la Unidad Funcional de Docencia e Investigación y el Comité de Investigación de la Dirección de Redes Integradas de Salud Lima Centro, dando por **APROBADO** la Autorización para la Ejecución del Proyecto de Investigación, teniendo una vigencia de:

FECHA DE INICIO : 1 de octubre del 2021

FECHA DE TÉRMINO: 31 de diciembre del 2021

Así mismo, se le informa que su responsabilidad culmina con la presentación del informe Final, la publicación y socialización de resultados con las Oficinas, Estrategias y Establecimientos de Salud de interés, en bien de la salud del Perú.

Esperando el cumplimiento de todo lo antes mencionado, quedo de usted.

Lima, 01 de octubre del 2021

Atentamente,


 PERÚ MINISTERIO DE SALUD DIRECCION DE REDES INTEGRADAS DE SALUD LIMA CENTRO
 MC. MARCO CARDENAS ROSAS
 Director General
 C.M.P. 35723



**TEMÁTICA DE CAPACITACIÓN DE MANEJO, OPERACIÓN
FUNCIONAL, CUIDADO Y CONSERVACIÓN BÁSICA DEL
EQUIPO QUE PRESENTARÁ EL POSTOR**

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
INCUBADORA DE TRANSPORTE	FANEM	IT158TS	CF-3255
FECHA INICIO	FECHA TERMINO		TOTAL
			6.00 HORAS
N°	TEMÁTICA DEL CURSO		HORAS
1	Principios de Funcionamiento		0.50
2	Operación del Equipo		1.00
3	Explicación de los Componentes, Partes, Repuestos, Accesorios e Insumos		1.00
4	Análisis de Fallas Comunes		1.00
5	Normas de Cuidado y Conservación Básica		0.50
6	Práctica		1.00
7	Examen		1.00
	TOTAL DE HORAS		6.00 HORAS


 Firma y sello del Instructor
 Edward Andree Caruá Rúa


 VºBº Jefe de Servicio Asistencial

**CONSTANCIA DE CAPACITACIÓN EN MANEJO, OPERACIÓN
FUNCIONAL, CUIDADO Y CONSERVACIÓN BÁSICA DE EQUIPO
MÉDICO**

DENOMINACIÓN : INCUBADORA DE TRANSPORTE
 MARCA : FANEM
 MODELO : IT158TS

KATHERINE CAIRO DIONISIO	OBSTETRA	70130087
GEOVANI HUMPIRE CONDORI	Ginecología	29677504
Luz M. JERONIMO VILLEGAS	OBSTETRA	20882477
LUISA OQUEVANA ESCOBAR	Tec Enfermería	08920520
Pilar Patricia Cevallos	Tec. Enfermería	09048346
Beatriz Cusi Quispe	Obstetra	29604707
Katlyza Espinoza Flores	Enfermera	09993670



Firma y Sello
 Jefe de Servicio/Departamento/Unidad



Geovani Humpire Condori
 MEDICO CIRUJANO
 CMP. 044286

D. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Solicitud de permiso						
Recolección de bibliografía						
Recolección de antecedentes						
Indagación preliminar						
Evaluación de equipo						
Estado del arte						
Ejecución de plan de mantenimiento						
Cotización de accesorios e insumos						
Adquisición de accesorios e insumos						
Prueba de funcionamiento						
Capacitación al área usuaria						

Figura 113 Cronograma de actividades

