



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN CONTADOR DIGITAL DE
CÉLULAS IMPLEMENTADO EN ARDUINO**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero en Computación

P R E S E N T A

Javier Antonio Pinto Ortiz

ASESOR DE INFORME

M. C. Alejandro Velázquez Mena



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., Mayo 2016

Agradecimientos

- ✓ Para mi mamá **Lesvia Clara Ortiz** que me apoyo y motivo en todo momento para terminar mis estudios gracias por apoyarme siempre te amo.
- ✓ Para mi papá **Mario Antonio Pinto Córdova** QEPD mi ejemplo para terminar mis estudios y ser reconocido por las personas por el trabajo y honradez que realizo cada día.
- ✓ A mis hermanos **Mario Antonio Pinto Ortiz, Enrique Mauricio Pinto Ortiz, Martín Alonso Pinto Ortiz** y **Luis Miguel Pinto Ortiz** gracias por apoyarme en las buenas y en las malas durante mis estudios y en mi vida los quiero.
- ✓ A mi hermana **Esperanza Luz Pinto Ortiz** QEPD gracias por ayudarme cuando lo necesite en mis estudios.
- ✓ A mi alma mater la Universidad Nacional Autónoma de México “**UNAM**” por darme mi formación en la Preparatoria 2 “**Erasmo Castellanos Quinto**” y en la “**Facultad de Ingeniería**”.
- ✓ Al M.C. **Alejandro Velázquez Mena** por apoyarme en este informe, un ejemplo a seguir en lo profesional.
- ✓ A la Ing. **Fanny Alvarado Chávez** por apoyarme en todo momento desde que nos conocimos en el Servicio Social, también para regresar al Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ a trabajar, por la maravillosa amistad que tenemos, gracias por confiar en mí.
- ✓ A la Ing. **Gloria Arias**, Ing. **Martin Montalvo**, Ing. **Ricardo Colin**, Ing. **Jesús Mejía**, Ing. **Saúl Martínez**, Ing. **David Cortés** e Ing. **Ricardo Bautista** por ser mi segunda familia, gracias a todos por su amistad y experiencia que me ha ayudado en el trabajo.
- ✓ A los colegas del Departamento de Ingeniería Biomédica de INCMNSZ gracias por su apoyo que me han brindado.
- ✓ A **Ofelia Manrique**, **Silvia Jiménez**, **Nayeli Hernández**, y **Jaime Loyo** por apoyarme y preocuparse por mí en los momentos difíciles en el trabajo.
- ✓ A todos mis amigos y amigas que estuvieron conmigo en todos mis estudios en especial a **Irene Figueroa** que fue mi colega y amiga incondicional en la Universidad para terminar la carrera.
- ✓ A la Dra. **Janette Furuzawa** por ayudarme cuando lo necesitaba y darme consejos en los momentos difíciles gracias por todo lo que ha hecho por mí la quiero mucho.

✓ A mis sinodales **M.ED Rosalba Rodríguez Chávez, Mtra. Diana Elodia Aguilar León, Dra. Brenda Noemi Marquina Castillo, Biol. Saul Cano Colín y M.C. Alejandro Velázquez Mena** quiero dar mi agradecimiento y respeto por haber aceptado ser parte de este informe, gracias por brindarme su valioso tiempo cuando nos reunimos para las revisiones, con sus observaciones y consejos pude terminar este informe de forma satisfactoria, gracias por todo.

ÍNDICE

Introducción-	1
Capítulo 1. Organigrama del INCMNSZ-	3
1.1. Objetivo-	3
1.2. Antecedentes Históricos-	3
1.3. Misión del INCMNSZ-	4
1.4. Visión del INCMNSZ-	4
1.5. Estructura Orgánica del INCMNSZ-	4
1.6. Organigrama del INCMNSZ-	8
1.7. Dirección de Administración	9
1.7.1. Objetivo-	9
1.7.2 Funciones-	9
1.8 Subdirección de Recursos Materiales y Servicios Generales-	10
1.8.1. Objetivo-	10
1.8.2. Funciones	10
1.9. Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ-	11
1.9.1. Antecedentes Históricos-	11
1.9.2. Certificado de Calidad Norma 9001-2008-	11
1.10. Visión del Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ-	12
1.11. Misión del Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ-	12
1.12. Valores del Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ-	13
1.13. Política de Calidad del Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ-	13
1.14. Objetivos de Calidad-	13
1.15. Organización y Separación de Tareas-	13
1.16. Organigrama del Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ. Sistema de Gestión de Calidad (SGC)-	14
Capítulo 2. Descripción de Proyectos-	15
2.1. Definición de una Incubadora-	15
2.2. Estructura de una Incubadora-	15
2.3. Tipos de Incubadoras-	15

2.3.1. Incubadora Seca-----	15
2.3.2. Incubadora de Cámara Doble-----	16
2.3.3. Incubadora Húmeda de CO₂-----	17
2.4. Mantenimiento Preventivo a una Incubadora Húmeda de CO₂-----	18
2.4.1. Cédula de Mantenimiento Preventivo para Incubadora Húmeda de CO₂-----	18
2.4.2 Rutina de Mantenimiento Preventivo para Incubadora Húmeda de CO₂-----	20
2.4.3 Mantenimiento Correctivo para Incubadora Húmeda de CO₂-----	29
2.5. Mantenimiento a un Contador de Centelleo Líquido por medio de un Contrato con una Empresa Externa-----	30
2.5.1. Introducción al Contador de Centelleo Líquido-----	30
2.5.2. Esquema del Contador de Centelleo Líquido-----	30
2.5.3. Contrato de Mantenimiento para un Contador de Centelleo Líquido-----	31
2.5.3.1. Mantenimiento Preventivo a un Contador de Centelleo Líquido-----	31
2.5.3.2. Mantenimiento Correctivo a un Contador de Centelleo Líquido-----	31
2.5.3.3. Datos que deben contener las Cotizaciones para Refacciones para un Contador de Centelleo Líquido-----	32
2.5.3.4. Penalización por no cumplir con el Contrato de Mantenimiento para un Contador de Centelleo Líquido-----	32
2.6. Introducción Contador Mecánico de Células-----	33
2.7. Importancia del Equipo-----	33
2.8. Obsolescencia de un Equipo y sus Posibles Soluciones-----	34
2.9. Contador Mecánico de Células-----	35
2.10. Mantenimiento Preventivo del Contador Mecánico de Células-----	35
2.10.1 Cédula de Mantenimiento Preventivo del Contador Mecánico de Células-----	35
2.10.2. Rutina de Mantenimiento Preventivo del Contador Mecánico de Células-----	37
2.10.3. Mantenimiento Correctivo del Contador Mecánico de Células-----	43
2.11. Tipos de Contador de Células Actuales-----	44
Capítulo 3. Diseño de un Contador Digital de Células implementado en Arduino--	48
3.1. Objetivo-----	48
3.2. Concepto de Arduino-----	48
3.2.1. Ventajas y Desventajas del uso de Arduino vs Contador Mecánico de Células -	48

3.2.2. Componentes Electrónicos para el Armado del Contador Digital de Células- -	-49
3.3. Circuito del Contador Digital de Células- - - - -	50
3.4. Mantenimiento Preventivo del Contador Digital de Células - - - - -	51
3.5. Mantenimiento Correctivo del Contador Digital de Células- - - - -	51
Resultados- - - - -	52
Perspectivas- - - - -	-53
Glosario- - - - -	54
Referencias- - - - -	58
Anexo- - - - -	59
A.1. Problemas y Soluciones que se pueden presentar en una Incubadora	
Húmeda de CO₂- - - - -	59
A.2. Programa del Contador Digital de Células y Descripción del Programa- - - - -	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1. Organigrama del INCMNSZ-	8
Ilustración 1.2. Organigrama del DIB-	14
Ilustración 2.1. Incubadora Seca-	16
Ilustración 2.2. Incubadora Doble-	17
Ilustración 2.3. Incubadora Húmeda de CO₂-	18
Ilustración 2.4. Flujo de aire en la Incubadora-	22
Ilustración 2.5. Sensor Infrarrojo de Incubadora-	23
Ilustración 2.6. Sensor Infrarrojo de Incubadora-	24
Ilustración 2.7. Localización de componentes-	25
Ilustración 2.8. Diagrama en bloque de un contador básico de centelleo básico-	30
Ilustración 2.9. Contador Mecánico de Células-	35
Ilustración 2.10. Diferentes Contadores Mecánicos de Células-	38
Ilustración 2.11. Partes de un Contador Mecánico de Células-	38
Ilustración 2.12. Scepte 2.0 Contador Celular-	44
Ilustración 2.13. Clone Select Imager-	44
Ilustración 2.14. Nucleo Counter NC-200-	45
Ilustración 2.15. Pima-	45
Ilustración 2.16. R1 Olympus-	46
Ilustración 2.17. Cedex Hi Res-	46
Ilustración 2.18. TC20-	47
Ilustración 2.19. Marienfeld-	47
Ilustración 3.1. Circuito Contador Digital de Células-	50
Ilustración 3.2. Circuito Esquemático Contador Digital de Células-	50

Glosario de Abreviaturas

(INCMNSZ). Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

(ISO). Organización Internacional de Normalización.

(CO₂). Dióxido de Carbono.

(Dr). Doctor.

(CONACYT). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

(SGC). Sistema de Gestión de Calidad.

(IO-IB-XX). Instrucción Operativa-Ingeniería Biomédica-Número.

(CRU). Control de Reporte de Usuarios.

(DIB). Departamento de Ingeniería Biomédica.

(F). Grados Fahrenheit.

(C). Grados Centígrados.

(L). Longitud.

(INCC). Incubadora.

(IM). Infecto Microbiología.

(MP). Mantenimiento Preventivo.

(RAD). Reporte de Actividades Diario.

(RH). Humedad Relativa.

(PULG). Pulgada.

(LT). Litros.

(FR-IB-XX). Formato-Ingeniería Biomédica-Número.

INTRODUCCIÓN

El **INCMNSZ**. Es uno de los Institutos Nacionales de Salud de la Secretaría de Salud de México que brinda atención médica de tercer nivel a adultos.

El **INCMNSZ** fue concebido desde sus orígenes como una instancia de respuesta especializada a las necesidades de salud de la población en materia de nutrición y medicina interna. Está orientado a promover asistencia médica de calidad, tanto en su dimensión científico-técnica como en la interpersonal, y tiene como eje primario la atención centrada en el paciente, en un marco de calidad, seguridad y excelencia.

En el **INCMNSZ** se desarrolla conocimiento de alta especialidad a través de la investigación, la cual, a su vez, se traduce en la formación de recursos humanos en salud y se aplica en la asistencia médica.

El **INCMNSZ** cuenta con una Estructura Orgánica de la cual nos enfocaremos en la descripción de las funciones que realizan la Dirección de Administración como la Subdirección de Recursos Materiales y Servicios Generales los cuales trabajan en conjunto con el Departamento de Ingeniería Biomédica.

El objetivo del Departamento de **Ingeniería Biomédica** es realizar los **Mantenimientos Preventivos y Correctivos** de los equipos propiedad del **INCMNSZ** para que funcionen de manera correcta para obtener resultados confiables, es responsabilidad del **Departamento de Ingeniería Biomédica** el contrato con empresas para equipos de los cuales el personal no cuenta con la herramienta especializada para realizar el servicio.

El Departamento de Ingeniería Biomédica a iniciado a innovar con el diseño y desarrollo de un **Contador Digital de Células** con una tarjeta programable llamada **Arduino**, con la finalidad de sustituir el **Contador Mecánico de Células** que se utiliza en el **INCMNSZ**.

Este reporte se divide en 3 capítulos:

Capítulo **UNO**: antecedentes históricos, organigrama, filosofía del **INCMNSZ**, descripción de funciones de la Dirección de Administración en donde está integrado el departamento de **Ingeniería Biomédica**, su historia, filosofía, certificado de calidad ISO 9001-2008, política de calidad, organigrama y separación de tareas internas en el departamento.

Capítulo **DOS**: funciones que desempeño en el Departamento de Ingeniería Biomédica del **INCMNSZ**; **Mantenimiento Preventivo y Correctivo** de los diferentes tipos de Incubadoras de Células, revisión del contrato de una empresa para el **Mantenimiento Preventivo y Correctivo de un Contador de Centelleo Líquido**, en caso de no cumplir, generar la penalización correspondiente, Solicitud de los datos que debe contener una Cotización para Refacciones, el **Mantenimiento Preventivo y Correctivo** de un **Contador Mecánico de Células** por medio de una rutina y finalmente una breve descripción de los diferentes tipos de Contadores de Células actuales.

Capítulo **TRES**: Desarrollo y diseño del Contador Digital de Células, utilizando una tarjeta programable Arduino y Componentes Electrónicos de fácil adquisición, **Circuito del Contador Digital de Células**, así como el **Mantenimiento Preventivo y Correctivo** con la finalidad de sustituir al **Contador Mecánico de Células** que se utiliza en el **INCMNSZ**.

Finalmente la Perspectiva que se tiene con el Contador Digital de Células cuando ya este en su totalidad y funcionando de manera correcta.

CAPÍTULO 1 ORGANIGRAMA DEL INCMNSZ

1.1. Objetivo

Orientar al personal sobre las funciones y estructura orgánica en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

1.2. Antecedentes Históricos

El Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán es un organismo público con personalidad jurídica y patrimonio propios.

Originalmente se denominó Hospital de Enfermedades de la Nutrición, como se establece en la ley expedida por el Poder Ejecutivo Federal el primero de Diciembre de 1944. Ese año es nombrado Director de la Unidad el Dr. Salvador Zubirán Anchondo. El Dr. Gustavo Baz que era el Secretario de Salubridad y Asistencia otorgó su apoyo y posteriormente el Presidente de la República en ese entonces el Lic. Manuel Ávila Camacho expidió el primero de Diciembre de 1944 la ley que establecía la forma de gobierno que ha permitido a la institución llevar a cabo la labor vigorosa y fecunda, desde entonces.

Las cuatro disciplinas a las que se consagró inicialmente el Instituto fueron Gastroenterología, Endocrinología, Hematología y Nutrición Clínica, como denominador común y sucesivamente se han venido agregando especialidades, tanto en la atención médica como en la docencia e investigación.

El Hospital de Enfermedades de la Nutrición no solo cumplió los propósitos de la ley que le dio origen, sino que con la experiencia adquirida, formuló actividades, procedimientos, políticas, normas y sistemas que le permitieron abordar problemas biomédicos de importancia principalmente aquellos que estaban vinculados con la nutrición del pueblo, lo que reforzó su jerarquía de Instituto, reconocido oficialmente en la Ley que se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Noviembre de 1981 otorgándole la denominación de Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán.

Dentro del Sistema Nacional de Salud, el Instituto es una Institución Médica de tercer nivel; por esto atiende enfermedades complejas que no pueden ser atendidas en otras Instituciones Médicas en sus Inicios el Instituto contaba con 171 (147 en piso y 24 en cuartos privados). Actualmente cuenta con 259 camas, (229 en piso y 30 en cuartos).

Otro objetivo del Instituto es la parte social junto con la fundación Kellogs y la Universidad Nacional Autónoma de México, así mismo apoyo a proyecto de Investigación, y la organización de eventos de corte internacional.

El Instituto es reconocido como la cuarta Institución Nacional en cuanto a la captación de fondos por parte del CONACYT para la investigación.

El 26 de mayo de 2000 se publica en el Diario Oficial de la Federación la Ley de los Institutos Nacionales de Salud, donde se registra el nuevo nombre del Instituto, quedando como Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

1.3. Misión del INCMNSZ

Somos una institución nacional de salud que realiza investigación, docencia y asistencia de alta calidad, con seguridad, honestidad, responsabilidad y compromiso social, en un marco de libertad y lealtad, al servicio del ser humano y su entorno.

1.4. Visión del INCMNSZ

Ser una institución de salud líder nacional e internacional por la excelencia en la asistencia, docencia e investigación con una red de centros afiliados que apliquen el mismo modelo integrador.

1.5. Estructura Orgánica del INCMNSZ

- **Dirección General.**
- **Dirección de Cooperación Interinstitucional.**
- Departamento de Gestión Institucional.
- **Dirección de Comunicación Institucional y Social.**
- Departamento de Comunicación y Vinculación.
- **Dirección de Medicina.**
- **Subdirección de Servicios Médicos.**
- Departamento de Cardiología.
- Departamento de Dermatología.
- Departamento de Endocrinología y Metabolismo de Lípidos.
- Departamento de Gastroenterología Dr. José de Jesús Villalobos Pérez.
- **Subdirección de Enfermería Ma. Dolores Rodríguez Ramírez.**
- Departamento de Enfermería.
- Departamento de Enseñanza de Posgrado de Enfermería.
- Departamento de Escuela de Enfermería.
- **Subdirección de Servicios Paramédicos.**
- Departamento de Consulta Externa.
- Departamento de Estadística y Archivo Clínico.

- Departamento de Radiología e Imagen Dr. Adán Pitol Croda.
- Departamento de Trabajo Social y Admisión.
- **Subdirección de Servicios Auxiliares de Diagnóstico.**
- Departamento de Laboratorio Central.
- Departamento de Patología.
- **Subdirección de Medicina Crítica.**
- Departamento de Anestesiología Dr. Juan Antonio Jiménez Borrero.
- Departamento de Atención Institucional Continua y Urgencias.
- Departamento de Clínica del Dolor Dr. Ramón de Lille Fuentes.
- Departamento de Reacción Hospitalaria para Desastres.
- Departamento de Terapia Intensiva.
- **Subdirección de Epidemiología Hospitalaria y Control de la Calidad de la Atención Médica.**
- Departamento de Hematología y Oncología.
- Departamento de Medicina Nuclear Dra. Ofelia González Treviño.
- Departamento de Neurología y Psiquiatría.
- **Dirección de Cirugía.**
- Departamento de Cirugía Experimental.
- Departamento de Endoscopia.
- Departamento de Trasplantes.
- Departamento de Urología.
- Dirección de Enseñanza.
- **Dirección de Nutrición.**
- Departamento de Ciencia y tecnología de los Alimentos.
- Departamento de Estudios Experimentales Rurales.
- Departamento de Fisiología de la Nutrición.
- Departamento de Nutrición Animal Dr. Fernando PerezGil Romo.
- Departamento de Nutrición Aplicada y Educación Nutricional.
- Departamento de Proyectos Académicos de Nutrición.
- Departamento de Vigilancia Epidemiológica.

- **Dirección de Enseñanza.**
- Departamento de Educación Médica.
- Departamento de Información Bibliográfica.
- **Dirección de Investigación.**
- Departamento Normativo y de Gestión en Investigación.
- Departamento de Genética Dr. Rubén Lisker Yourkowitzky.
- Departamento de Investigación Experimental y Bioterio.
- **Dirección de Planeación y Mejora de la Calidad.**
- Departamento de Integración Programación y Evaluación.
- Departamento de Organización y Modernización Administrativa.
- **Dirección de Administración.**
- **Subdirección de Recursos Humanos.**
- Departamento de Empleo y Remuneraciones.
- Departamento de Reclutamiento Selección y Capacitación de Personal.
- Departamento de Relaciones Laborales.
- **Subdirección de Recursos Financieros.**
- Departamento de Contabilidad.
- Departamento de Control Presupuestal.
- Departamento de Control de Fondos Especiales para la Investigación.
- Departamento de Tesorería.
- **Subdirección de Recursos Materiales y Servicios Generales.**
- Coordinación de Archivos Institucionales.
- Departamento de Adquisiciones.
- Departamento de Almacén General.
- Departamento de Conservación y Construcción.
- Departamento de Ingeniería Biomédica.
- Departamento de Mantenimiento.
- Departamento de Medicamentos.
- Departamento de Nutrición Hospitalaria Y Ambulatoria.
- **Subdirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones.**

- Departamento de Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas.
- Departamento de Informática en Investigación.
- Unidad de Enlace.
- **Órgano Interno de Control con dependencia jerárquica y funcional de la Secretaría de la Función Pública.**
- Auditoría Control y Evaluación y Apoyo al Buen Gobierno con dependencia jerárquica y funcional de la Secretaría de la Función Pública.
- Responsabilidades y Quejas con dependencia jerárquica y funcional de la Secretaría de la Función Pública.
- Departamento de Asesoría Jurídica.

1.6. Organigrama del INCMNSZ

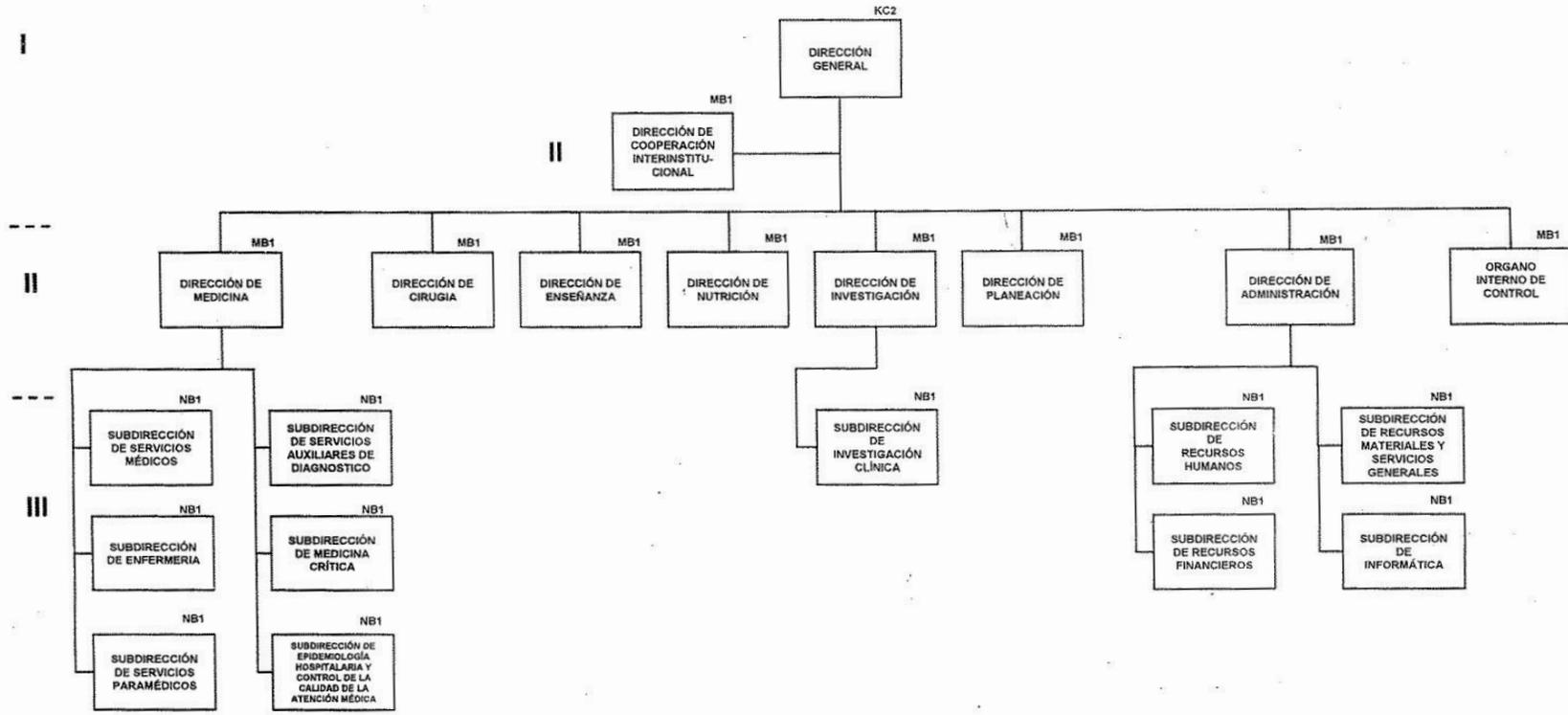


Ilustración 1.1. Organigrama del INCMNSZ (Ref. 2)

1.7. Dirección de Administración

1.7.1. Objetivo

Establecer e instrumentar, en su caso con la aprobación del Director General, las políticas, normas, sistemas y procedimientos para la administración de los recursos humanos, financieros y materiales, así como el sistema integral de control de Instituto, de acuerdo con sus programas y objetivos.

1.7.2. Funciones

- Coordinar, supervisar y evaluar las Subdirecciones de: Recursos Humanos, Recursos Financieros, Recursos materiales y Servicios Generales e Informática, así como las áreas de: Empleo y Remuneración, Reclutamiento, Selección y Capacitación, Relaciones Laborales, Contabilidad, Control Presupuestal, Tesorería, Adquisiciones, Almacén General, Medicamentos, Mantenimiento Conservación y Construcción, Alimentación Hospitalaria y Ambulatoria, Servicios Generales, Alimentación de Pacientes y Familiares, Ingeniería Biomédica, Informática Medica y Mantenimiento y Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas para asegurar su adecuado funcionamiento y el logro de sus objetivos.
- Autorizar los nombramientos de los trabajadores, así como los movimientos de personal y resolver sobre los casos de terminación y rescisión de los efectos de un nombramiento para cumplir con las disposiciones legales en materia laboral.
- Conducir las relaciones laborales del Instituto, conforme a los lineamientos establecidos, para lograr un desarrollo armónico de las actividades propias del Instituto.
- Dictaminar sobre los convenios y contratos en los que el Instituto sea parte y autorizar la afectación presupuestal correspondiente, así como los demás documentos que impliquen actos de administración, para que estos se realicen de conformidad a las disposiciones y los lineamientos emitidos por la autoridad correspondiente.
- Supervisar el aprovechamiento de los recursos informáticos para mejorar el desarrollo de los diferentes servicios tanto administrativos como de atención medica que se llevan a cabo dentro de la Institución.
- Autorizar de acuerdo con los lineamientos y disposiciones aplicables la adquisición de los bienes y servicios que requieren las diversas áreas del Instituto para el desarrollo de sus actividades.
- Vigilar el cumplimiento de los objetivos marcados en cuanto a servicios generales, adquisiciones y manejo de los bienes del Instituto que permitan lograr el desarrollo coordinado de las actividades de las diversas áreas del Instituto.

- Supervisar el manejo y registro adecuado de las operaciones financieras del Instituto, así como establecer sistemas de operación más eficientes para el buen desempeño de las actividades en el ámbito de su competencia.
- Coordinar los comités técnicos del Instituto donde la normatividad correspondiente lo indique, para su adecuado funcionamiento.
- Autorizar la expedición de copias de los documentos o constancias que existan en los archivos a su cargo, cuando procedan o a petición de la autoridad competente.

1.8. Subdirección de Recursos Materiales y Servicios Generales

1.8.1. Objetivo

Planear, organizar controlar y evaluar las políticas y procedimientos relacionados con las áreas de adquisición, almacenamiento y distribución de artículos de consumo así como el control y mantenimiento de bienes muebles e inmuebles propiedad del Instituto y la prestación de servicios generales de conformidad con los lineamientos y normatividad aplicable para que se lleven a cabo de manera coordinada y permitan el óptimo desarrollo de las actividades institucionales, además de promover la capacitación del personal que permita mejorar su desempeño laboral.

1.8.2. Funciones

- Coordinar, supervisar y evaluar las actividades de las áreas de Adquisiciones, Almacén General, Medicamentos, Mantenimiento, Conservación y Construcción, Nutrición Hospitalaria y Ambulatoria, Servicios Generales, Alimentación de Pacientes y Familiares e Ingeniería Biomédica para promover su adecuado funcionamiento.
- Coordinar y controlar los programas de adquisiciones de bienes solicitados por los titulares de las áreas del Instituto para garantizar que el suministro se lleve a cabo de conformidad con las especificaciones solicitadas y en los plazos establecidos que permitan el buen desarrollo de las actividades institucionales.
- Coordinar de manera conjunta con el titular del comité de adquisiciones los asuntos y decisiones que competen a este comité para cumplir con las disposiciones y lineamientos vigentes.
- Proponer la adquisición, almacenamiento y mantenimiento de equipo, mobiliario e instalaciones necesarias para optimizar las funciones de las áreas del Instituto.
- Vigilar el uso y mantenimiento adecuado de los vehículos propiedad del Instituto para promover su óptimo aprovechamiento.

- Promover la capacitación del personal de su área en coordinación con la Subdirección de Recursos Humanos para mejorar su desempeño laboral.
- Supervisar el control de las existencias de inventarios en los diferentes almacenes a efecto de contar de modo eficiente y oportuno con el suministro de bienes y el suministro de servicios para garantizar el óptimo funcionamiento del Instituto.
- Organizar y coordinar las actividades de los comités en los cuales participa para promover su buen funcionamiento y lograr los objetivos para los cuales fueron creados.

1.9. Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ

1.9.1. Antecedentes Históricos

El Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán por la cantidad de pacientes que atiende, dispone de equipo de laboratorio y gabinete moderno como auxiliares diagnósticos.

Para la atención de estos equipos existe el Departamento de Ingeniería Biomédica. Creado en para el apoyo de equipo médico de Cirugía, dependiente de Medicina Crítica apoyando: Terapia Intensiva y Urgencias dando mantenimiento a los equipos. En 1980 oficialmente apareció en el Organigrama del INCMNSZ el Departamento de Ingeniería Biomédica, lo que dio paso a su creación y ampliación de responsabilidades y personal.

La Ing. Teofila Cadena (1980-1994), fue el primer jefe del Depto. Siguiendo la Ing. Silvia Rodríguez Alfaro (1994-2015) y actualmente la Ing. Fanny Alvarado Chávez (2016-).

El Departamento de Ingeniería Biomédica, actualmente cuenta con 15 Ingenieros, 2 Técnico y 3 Secretarías, y temporalmente prestadores de Servicio Social. Atiende a todas las áreas clínicas y laboratorios del Instituto (más de 40) y colabora estrechamente con la Dirección de Administración y la de Planeación.

1.9.2. Certificación de Calidad Norma 9001:2008

El Sistema de Gestión de Calidad (SGC) del Departamento de Ingeniería Biomédica, bajo la norma ISO 9001:2008 es ADQUISICIÓN DE EQUIPO Y REFACCIONES, MANTENIMIENTO DE EQUIPO MÉDICO Y ASESORÍAS. Éstos 3 grandes bloques de servicios están descritos en 11 procedimientos documentados y controlados dentro del SGC y se refieren a todas las actividades que se realizan en Ingeniería Biomédica.

Procedimientos Centrales	Procedimientos documentados
Mantenimiento de Equipo Médico.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Preventivo. • Mantenimiento Correctivo. • Supervisión de Contratos de Servicio Técnico a Equipo Médico. • Verificación de Ventiladores. • Revisión diaria de Equipo Médico.
Adquisición de Equipo y Refacciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de Equipo Nuevo. • Adquisición de Refacciones y de Servicio Externo. • Evaluación de Equipo Médico durante Licitación.
Asesorías.	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría para el correcto uso del Equipo. • Cursos de Capacitación.
<p>El procedimiento CONTROL DE REPORTES DE USUARIO IO-IB-01 que es responsabilidad de los <i>Administrativos</i> y el <i>Coordinador de Calidad</i>, sirve de enlace para la información generada por los 10 procedimientos anteriores.</p> <p><i>El procedimiento Medición, Análisis y Mejora IO-IB-12 observa y controla a todos los procedimientos anteriores.</i></p>	

Los 11 procedimientos mencionados anteriormente están regidos por los 6 obligatorios de la norma y son:

- CONTROL DE REGISTROS.
- CONTROL DE DOCUMENTOS.
- CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME.
- AUDITORÍAS INTERNAS.
- ACCIONES PREVENTIVAS.
- ACCIONES CORRECTIVAS.

1.10. Visión del Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ

Ser modelo de Departamento de Ingeniería Biomédica al servicio del Hombre, por nuestro nivel de atención y la capacidad en la resolución de problemas, mediante la superación constante y el desarrollo de nuestro trabajo, así como por la aplicación de métodos científicos y recursos tecnológicos.

1.11. Misión del Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ

Proporcionar servicios de Ingeniería de la más alta calidad, para asegurar que la Tecnología Médica utilizada en el tratamiento, diagnóstico de pacientes e investigación sea confiable y segura, a través de procedimientos en los que ponemos a funcionar nuestros conocimientos y el amor por nuestro trabajo, así como la convicción de hacer bien las cosas a la primera. El

hacerlo así nos da la certeza de que estamos trabajando para que cualquier paciente cuente con tecnología médica funcional y que trascenderemos a través de nuestro trabajo.

1.12. Valores del Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ

- Libertad.
- Ética Profesional.
- Respeto por nuestro Trabajo y nuestros Compañeros.
- Justicia.
- Paz.
- Honestidad.

1.13. Política de Calidad del Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ

Se busca satisfacer las expectativas de los usuarios de nuestros servicios y estamos comprometidos en aumentar nuestra eficiencia por medio de un SGC enfocado a la mejora continua.

1.14. Objetivos de Calidad

Resolver los Mantenimientos Correctivos de 1 a 3 días máximo, en el 84% de los casos reportados al Control de Reporte de Usuarios (CRU). Lo que significa que el usuario debe tener su equipo funcionando a la brevedad.

Mantener mensualmente en un 15% máximo, las fallas de los equipos originadas por el usuario.

Cumplir el calendario de Mantenimientos Preventivos mensuales en un 94% mínimo.

Mantener los equipos funcionando correctamente, en por lo menos el 90% del tiempo en que son requeridos.

1.15. Organización y Separación de Tareas

El Departamento de Ingeniería Biomédica está dividido en 4 áreas:

- 1.- Ingeniería Clínica.
- 2.- Servicio Técnico de Hospitalización.
- 3.- Servicio Técnico de Laboratorio.
- 4.- Administrativa.

Cada área tiene asignadas tareas específicas y no cuenta con coordinadores designados formalmente ante el INCMNSZ. La coordinación se va rotando entre los Ingenieros de la plantilla del Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB). El tiempo en el que se realiza la

rotación no es fijo, sino que se da de acuerdo a las necesidades de cambio de organización o liderazgo que se vayan detectando o a solicitud expresa de los Ingenieros.

El área administrativa es coordinada directamente por la Jefa del Departamento de Ingeniería Biomédica.

1.16. Organigrama del Departamento de Ingeniería Biomédica del INCMNSZ Sistema de Gestión de Calidad (SGC)

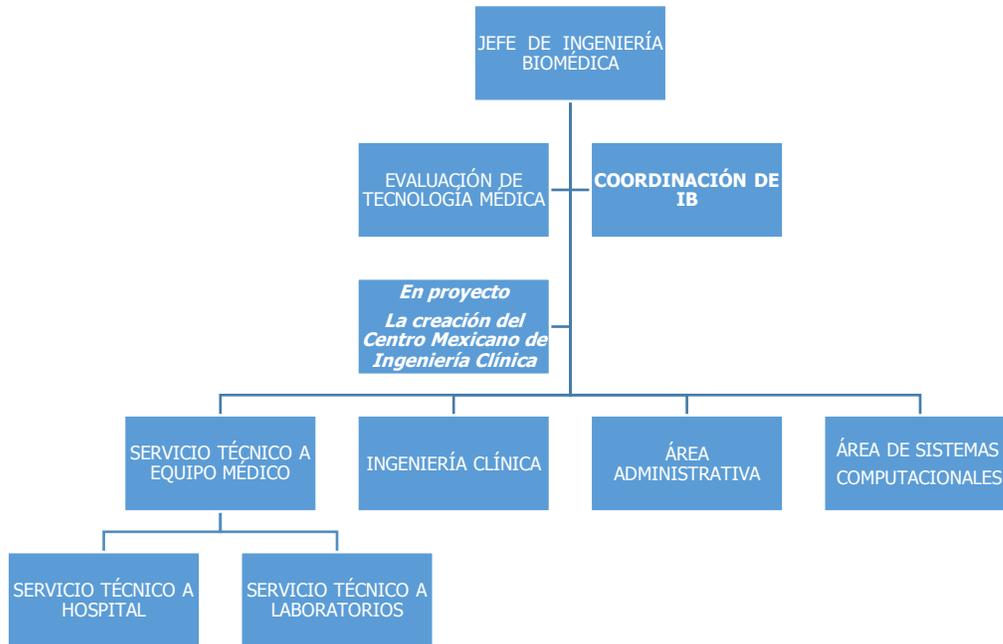


Ilustración 1.2. Organigrama del DIB (Ref. 1)

NOTA:***Está en proyecto el convertir al Departamento de Ingeniería Biomédica en el CENTRO MEXICANO DE INGENIERÍA CLÍNICA, que contempla un área muy importante de ENSEÑANZA, impartiendo cursos a nivel medio superior, Técnico Superior Universitario, Especialidad y Maestría, por medio de Educación Basada en Competencias.

Servicios que se pretende ofrecer:

- 1.- Laboratorios de Calibración para Equipo Médico.
- 2.- Evaluación de Tecnología Médica.
- 3.- Mantenimiento de Equipo Médico.
- 4.- Asesoría vía Call Center.

Estos servicios serán ofrecidos a toda la República Mexicana. Por el momento se están consiguiendo los fondos para construcción de áreas y equipamiento, por lo que el avance del proyecto será de manera progresiva.

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS

Como se realiza un Mantenimiento Preventivo y/o Mantenimiento Correctivo de diversos equipos, como una Incubadora Húmeda de CO₂, la supervisión de contrato a un Contador de Centelleo Líquido y un Mantenimiento Preventivo y/o Mantenimiento Correctivo de un Contador Mecánico de Células.

2.1. Definición de una Incubadora

Una incubadora es un dispositivo que sirve para mantener, conservar y crecer cultivos microbiológicos y/o celulares. La incubadora mantiene temperatura, un porcentaje de humedad, un porcentaje de dióxido de carbono (CO₂), y otras condiciones en grado óptimo, Las incubadoras son importantes en un 80% de los laboratorios, en el cultivo de células eucariotas y bacterianas, tanto rutina como experimental.

2.2. Estructura de una Incubadora

La forma más simple de incubadora es la de una caja isotérmica con un sistema de calefacción y termostato ajustable, que se regula una temperatura entre 60 y 65 °C (de 140 a 150 °F), aunque algunos modelos pueden regularse a mayores temperaturas (generalmente menor de 100 °C). La temperatura ideal para el crecimiento es de 37° para cultivo de bacterias y células eucariotas.

2.3. Tipos de Incubadora

Existen varios tipos de incubadoras, las más utilizadas son:

2.3.1. Incubadora seca

La incubadora debe tener un tamaño adecuado, unos 50-200 L por usuario, y debe tener circulación de aire forzado, control de temperatura de $\pm 0,2$ °C, y un termostato de seguridad que apague la incubadora si se sobrecalienta o mejor aún, que regule la incubadora si el termostato no funciona correctamente. La incubadora debe ser resistente a la corrosión (por ejemplo, el acero inoxidable o el aluminio anodizado resultan aceptables para una incubadora seca), y deben ser fáciles de limpiar.



Ilustración 2.1. Incubadora Seca (Ref. 3)

2.3.2. Incubadora de Cámara Doble

Una incubadora de cámara doble, o dos incubadoras apiladas, una encima de la otra, independientemente reguladas, son preferibles a una sola incubadora de gran tamaño, ya que pueden acomodar más cultivos celulares con mejor control de temperatura, y si una de las dos no funciona o necesita ser limpiada, la otra todavía puede ser utilizada. Muchas incubadoras tienen una camisa exterior de agua caliente para distribuir el calor uniformemente alrededor de la caja, evitando así la formación de zonas frías. Estas incubadoras también mantienen su temperatura más tiempo en el caso de un fallo del calentador o un corte de energía eléctrica. Sin embargo, el aislamiento de alta eficiencia y los elementos difusores de la superficie del calentador han eliminado la necesidad de esa camisa de agua y han conseguido que la estructura de la incubadora sea mucho más simple.

Las repisas de las incubadoras suelen estar perforados para facilitar la circulación de aire. Aunque esto no es un problema en general, los frascos y las placas de cultivos deben ser colocados en una baldosa aislada o en una bandeja de metal, para aquellos experimentos en los que la densidad uniforme sea importante.



Ilustración 2.2. Incubadora de cámara doble (Ref. 3)

2.3.3. Incubadora Húmeda de CO₂

Aunque los cultivos celulares pueden ser incubados en frascos sellados en una incubadora seca o en una habitación caliente, algunos recipientes, por ejemplo, las placas de Petri o las placas de pocillos múltiples, requieren de un ambiente controlado con una humedad alta y una presión parcial de CO₂ elevada. La manera más barata de controlar la fase gaseosa es colocar los cultivos en una caja de plástico o en una cámara, añadir al recipiente la mezcla correcta de CO₂ y luego sellarlo. Si la incubadora no está totalmente llena de placas, incluir un recipiente abierto con agua permite aumentar la humedad dentro de la cámara. Las incubadoras de CO₂ son más costosas, pero su facilidad de uso y un control superior de la presión de CO₂ y de la temperatura justifican el gasto (los frascos anaeróbicos y los desecadores tardan más en calentarse).

Una atmósfera controlada se logra mediante el uso de una bandeja de humidificación y el control de la presión de CO₂ con un dispositivo de monitorización del CO₂, que extrae el aire de la incubadora en una cámara de muestra, determina la concentración de CO₂, e inyecta CO₂ puro en la incubadora para compensar cualquier deficiencia. El aire circula alrededor de la incubadora por convección natural o mediante el uso de un ventilador para mantener uniformes tanto el nivel de CO₂ como la temperatura. Se afirma que las incubadoras con ventiladores se recuperan más rápido después de la apertura, a pesar de que las incubadoras de convección natural también consiguen una recuperación rápida y reducen considerablemente los riesgos de contaminación.

Las incubadoras de paredes calientes secas también sufren una menor contaminación por hongos en las paredes, porque las paredes tienden a permanecer secas, incluso con una humedad relativamente alta. Algunos controladores de CO₂ deben ser ajustados cada pocos meses, pero el uso de hilo de oro o detectores de infrarrojos minimizan las desviaciones y muchos modelos restablecen el cero del detector de CO₂ de forma automática. El tamaño de

la incubadora requerida dependerá del uso previsto, tanto el número de personas que lo usan como los tipos de cultivos.



Ilustración 2.3. Incubadora Húmeda de CO₂ (Ref. 3)

2.4. Mantenimiento Preventivo a una Incubadora Húmeda de CO₂

2.4.1. Cédula de Mantenimiento Preventivo para Incubadora Húmeda de CO₂

A continuación se muestra la cedula de mantenimiento preventivo para una Incubadora Húmeda de CO₂ que se maneja en el departamento de Ingeniería Biomédica.

**CÉDULA DE VACIADO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA**

DEPARTAMENTO: **INFECTO MICROBIOLOGÍA**
MARCA: **STERI CULT**

AREA: **HEMOCULTIVOS**
MODELO: **3033**

EQUIPO: **INCUBADOR DE CO2**
N/S: **35545-263**

		INCC-IM-012			MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Fecha	Inicio		Condiciones del Equipo								
	Termino		Buen Funcionamiento			No Funciona			Fuera de uso		Se dio de Baja
Condiciones Físicas		Verificación de Temperatura antes del MP			Verificación de % Humedad antes del MP			Verificación de % CO ₂ antes del MP			
Cable de Línea	T. U	T.R.E	T.R.T	% H. U	% H.R.E	% H.R.H	% CO ₂ . U	% CO ₂ R..E	% CO ₂ . R.F		
Limpieza de Cubiertas											
Limpieza Interna											
Tuberías	Verificación y/o Ajuste de Temperatura durante MP			Verificación y/o Ajuste de % Humedad durante MP			Verificación y/o Ajuste de % CO ₂ durante el MP				
Contenedor de Agua	T. U	T.R.E	T.R.T	% H. U	% H.R.E	% H.R.H	% CO ₂ . U	% CO ₂ R..E	% CO ₂ . R.F		
Ventilador											
Blower Motor											
Revisión Sist. Eléctrico	Verificación de Temperatura después del MP			Verificación de % Humedad después del MP			Verificación De % CO ₂ después del MP				
Filtros	T. U	T.R.E	T.R.T	% H. U	% H.R.E	% H.R.H	% CO ₂ . U	% CO ₂ R..E	% CO ₂ . R.F		
Cambio	Si	No									
Próx. Cambio											
Instrumento y ním. certificado	Termómetro		Higrómetro		Firita		Multímetro				
Cambio de Partes:					Recomendaciones:						
CONCLUSION : DE ACUERDO A LA VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS SE CONCLUYE QUE EL EQUIPO SE ENCUENTRA EN CONDICIONES DE USO OPTIMAS								SI	NO		
Observaciones:						Nombre y firma IB		Nombre y firma del usuario			
		Condiciones del Equipo									
Fecha	Inicio		Condiciones del Equipo								
	Termino		Buen Funcionamiento			No Funciona			Fuera de uso		Se dio de Baja
Condiciones Físicas		Verificación de Temperatura antes del MP			Verificación de % Humedad antes del MP			Verificación de % CO ₂ antes del MP			
Cable de Línea	T. U	T.R.E	T.R.T	% H. U	% H.R.E	% H.R.H	% CO ₂ . U	% CO ₂ R..E	% CO ₂ . R.F		
Limpieza de Cubiertas											
Limpieza Interna											
Tuberías	Verificación y/o Ajuste de Temperatura durante MP			Verificación y/o Ajuste de % Humedad durante MP			Verificación y/o Ajuste de % CO ₂ durante el MP				
Contenedor de Agua	T. U	T.R.E	T.R.T	% H. U	% H.R.E	% H.R.H	% CO ₂ . U	% CO ₂ R..E	% CO ₂ . R.F		
Ventilador											
Blower Motor											
Revisión Sist. Eléctrico	Verificación de Temperatura después MP			Verificación De % Humedad después del MP			Verificación De % CO ₂ después del MP				
Filtros	T. U	T.R.E	T.R.T	% H. U	% H.R.E	% H.R.H	% CO ₂ . U	% CO ₂ R..E	% CO ₂ . R.F		
Cambio	Si	No									
Próx. Cambio											
Instrumento y ním. certificado	Termómetro		Higrómetro		Firita		Multímetro				
Cambio de Partes:					Recomendaciones:						
CONCLUSION : DE ACUERDO A LA VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS SE CONCLUYE QUE EL EQUIPO SE ENCUENTRA EN CONDICIONES DE USO OPTIMAS								SI	NO		
Observaciones:						Nombre y firma IB		Nombre y firma del usuario			
Rango 36.5-37.5° C	Temperatura establecido por el fabricante 37°		Rango 80%-90%	% Humedad establecida por el fabricante 85		Rango 4.5% - 5.5%	%CO ₂ establecido por el fabricante 5				
T.U	Temperatura a la que se utiliza el equipo		% H. U	%Humedad a la que se utiliza el equipo		% CO ₂ . U	%CO ₂ al que se utiliza el equipo				
T.R.E	Temperatura que registra el equipo		% H.R.E	%Humedad que registra el equipo		% CO ₂ . R.F	%CO ₂ que registra el equipo				
T.R.T	Temperatura registrada por el termómetro		% H.R.H	%Humedad registrada por el higrómetro		% CO ₂ . R.F	%CO ₂ reistrado por la firita				

ELABORADO POR ING. BIOMÉDICA
AGOSTO 2005.

FR-IB-04
VER. 2

2.4.2. Rutina de Mantenimiento Preventivo para Incubadora Húmeda de CO₂

Ahora se muestra la rutina de mantenimiento preventivo para una incubadora de humedad de CO₂ la cual fue realizada por el departamento de Ingeniería Biomédica.

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y
Nutrición “Salvador Zubirán”
Departamento de Ingeniería Biomédica

Tipo de documento: Instrucción Operativa
(Técnica)
Título: Rutina de mantenimiento preventivo
Clave: IO-IB-95 Versión: 0
Área: Ingeniería Biomédica

Tipo de Documento: Instrucción de Operativa (Técnica)

Título: Rutina de Mantenimiento Preventivo

Clave: IO-IB-095 Área: Ingeniería Biomédica

	Nombre	Cargo	Firma	Fecha
Elaboró	Ing. Fanny Alvarado Chávez	Coordinadora de Servicio Técnico de Laboratorios		
Autorizó	Ing. Silvia Rodríguez Alfaro	Coordinador de Calidad		

1. OBJETIVO

Controlar y homogeneizar el MP Equipo: INCUBADORA HÚMEDA DE CO₂ Marca: Steri Cult Modelo: 3033.

2. ALCANCE

Todos los Equipo: INCUBADORA DE HÚMEDA DE CO₂ Marca: Steri Cult Modelo: 3033.

3. RESPONSABILIDADES

Usuario: Permitir el MP y firmar el RAD del Ingeniero o Técnico Biomédico que lo realiza.

Ingeniero o Técnico Biomédico: Realizar el MP oportunamente.

4. PROCEDIMIENTO

- **Material y herramienta necesarios para el Mantenimiento Preventivo.**

Agua estéril	Multímetro de 5 dígitos con certificado Vigente
Guantes de látex	Fyrite para medir de CO ₂
Googles o Careta protectora	Termohigrómetro con certificado Vigente
Limpiador de uso múltiple	Lysol solución desinfectante
Desarmador de cruz	Manguera de ¼ de pulgada
Desarmador plano	Jerga o Trapo
Pinzas de punta	Abrazaderas
Gasas	Filtros en caso de ser necesarios
Brocha de pelo de camello	Brocha de pelo sintético

Precauciones generales

1. Precauciones con el Equipo

Es un equipo que se utiliza para cultivo celular por lo tanto se debe tener cuidado de no contaminar la cámara del equipo.

2. Uso de material para Protección Personal

Antes de Trabajar con la Incubadora Húmeda de CO₂, primero se debe descontaminar ya que en este tipo de equipos se incuban virus, bacterias o diversos patógenos. Se debe de usar guantes de látex y careta protectora para no salpicar solución desinfectante en la cara u ojos.

III. Recepción del Equipo

1. Revisión del funcionamiento del equipo en el área.
2. Comentar con el personal del área acerca del funcionamiento del equipo.
3. Revisión del cable de línea.
4. El equipo se encuentra en buen estado físico, que todas sus partes no estén rotas o golpeadas.

IV. Desarrollo del Mantenimiento Preventivo

Descripción del Equipo

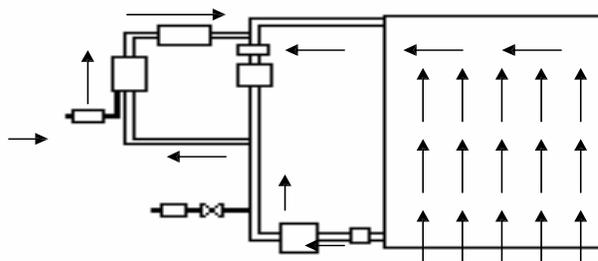


Ilustración 2.4. Flujo de aire en la Incubadora (Ref. 4)

Durante la operación, la mezcla aire-CO₂ entra a la cámara por la parte inferior, pasa por un difusor y se distribuye por toda la cámara uniformemente, creando así las condiciones de temperatura, humedad y CO₂ adecuadas. Sale en la parte superior y pasa por un sensor de temperatura. El controlador recibe la señal del sensor y cicla calentando las paredes de la incubadora.

El aire, pasa por un filtro microbiológico. Este filtra el aire circulante, atrapando esporas y otros contaminantes en el aire. Una muestra de este aire pasa por un sensor infrarrojo de CO₂, que mide la concentración de CO₂.

SENSOR INFRARROJO

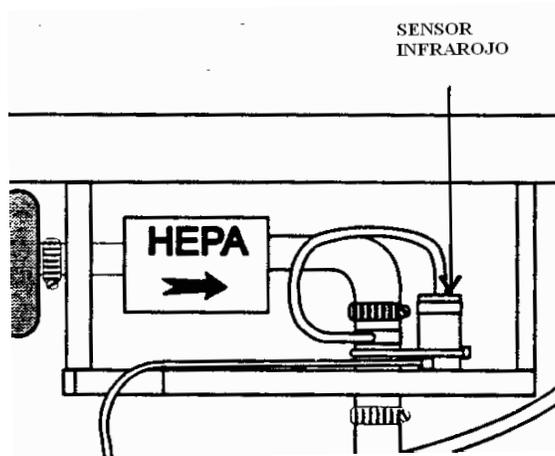


Ilustración 2.5. Sensor Infrarrojo de Incubadora (Ref. 4)

Periódicamente el aire se inyecta para permitir el filtrado de aire y pasar a través del sensor infrarrojo (IR). Esto sirve como un auto-cero para eliminar señales posibles o derivaciones eléctricas de los componentes. Las señales del sensor de IR se envían a la tarjeta de control y es comparado con el Setpoint CO_2 . Si existe una diferencia entre el valor verdadero y el Setpoint, el microprocesador tiene los tiempos apropiados on/off. Esto crea a un controlador de CO_2 proporcional, cuando el valor verdadero está dentro de 1% de Setpoint.

El aire recirculado de la cámara pasa a través del depósito de humedad. Pasa aire debajo del nivel de agua, humedeciendo el aire que entra a la cámara. El microprocesador mide la temperatura del aire, el nivel escogido de humedad y calcula la temperatura necesaria de agua que se requiere para obtener la humedad relativa (RH) deseada. El agua en el reservorio es calentada por una resistencia externa, la temperatura del agua se mide con un sensor que se encuentra inmerso en el reservorio.

Reservorio de Humedad y Sensor de Humedad

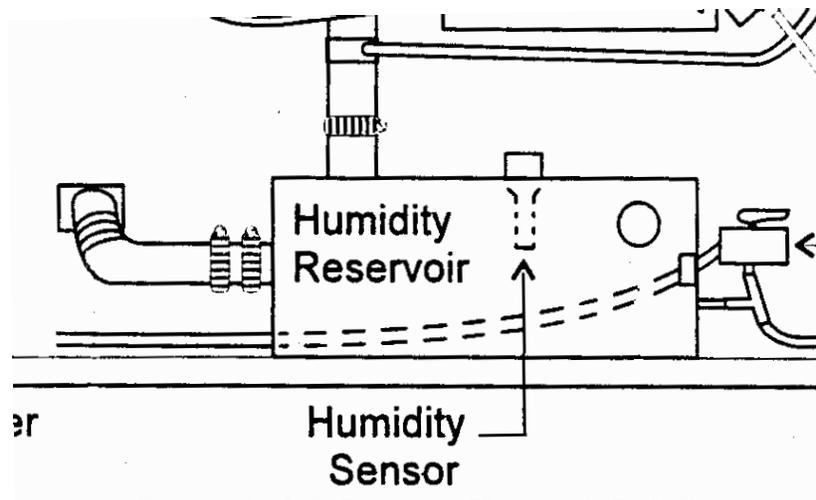


Ilustración 2.6. Sensor de Humedad (Ref. 4)

El equipo no controla humedad relativa (RH) hasta que la temperatura de la cámara este dentro de 1 °C de Setpoint. Durante esta vez el valor demostrado en el módulo del Control de RH será "--".

La humedad y CO₂ aumentan el aire pasando a través de otro calentador controlado por un tercer sensor de temperatura. El propósito de este calentador es restaurar el calor perdido al aire antes de entrar la cámara.

El aire entra a la cámara abajo del difusor y sale arriba por los hoyos en la cámara.

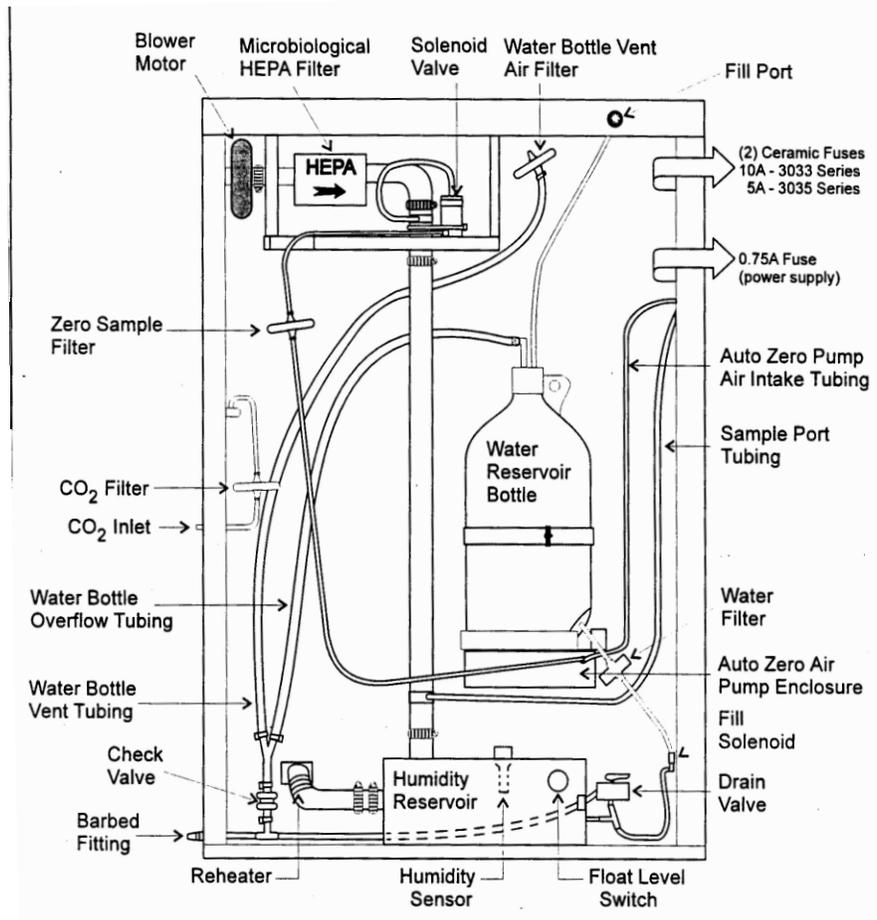


Ilustración 2.7. Localización de componentes (Ref. 4)

1. El mantenimiento del equipo se debe realizar cada seis meses y verificar sus parámetros de control que se encuentren trabajando correctamente y si es necesario se debe realizar una calibración.
2. Verificar que el equipo se encuentre en buen estado, que no se encuentre ninguna parte dañada ni rota.
3. El cable de línea del equipo debe estar en buenas condiciones, no debe estar doblado.
4. Proceder a limpiar el equipo exteriormente con limpiador de uso múltiple y gasas.

5. Retirar la tapa lateral izquierda del equipo, para esto se deben remover dos tornillos de cruz de la parte superior.
6. Limpiar las tarjetas con la brocha de pelo de camello y retirar la pelusa que se encuentre acumulada en el equipo con la brocha de pelo sintético.
7. Limpiar el interior de la cámara.
 - a) Abrir la puerta exterior y la de cristal.
 - b) Retirar las charolas (entrepaños) y laterales.
 - c) Limpiar con gasas y agua estéril la cámara para remover la suciedad.
 - d) Desinfectar con solución desinfectante charolas y paredes internas de la cámara con la ayuda de gasas.
 - e) Volver a limpiar charolas y paredes internas de la cámara con agua estéril y gasas.
 - f) Colocar las charolas (entrepaños) y laterales.
8. Revisar las conexiones eléctricas de la tarjeta y sus componentes, que todas estén en buen estado y que no se encuentren dobladas.
9. El motor ventilador de recirculación de la Incubadora Humeda de CO₂ se debe retirar para lubricar. Quitar los 2 abrazaderas que lo sujetan, desconectar su conector eléctrico en caso que se rompan las abrazaderas colocar unas nuevas.
10. Verificar que las teclas de membrana en el panel frontal funcionen correctamente. Para esto se deberá cambiar los parámetros de CO₂, temperatura y humedad, con las flechas arriba y abajo. Después de verificar regresar los parámetros normales de operación.
11. Verificar que las teclas de membrana en el panel frontal funcionen correctamente. Para esto se deberá cambiar los parámetros de CO₂ y temperatura con las flechas arriba y abajo. Después de verificar regresar los parámetros normales de operación.
12. Vaciar el agua del reservorio de humedad, para ello debe remover el panel frontal.

- a) Quitar los dos tornillos de cruz.
- b) Remover el panel de control.
- c) Conectar una manguera de $\frac{1}{4}$ pulg de diámetro en el costado izquierdo de abajo del equipo.
- d) En la parte inferior hay una llave del paso de agua del humidificador, abrir para drenar el agua.
- e) Enjuagar el humidificador con agua estéril y cerrar la llave.
- f) Retirar la manguera.
- g) Cerrar el panel frontal y poner sus tornillos.
- h) Colocar 4 lt de agua estéril al recipiente blanco (depósito de agua).
13. Colocar la tapa lateral y poner sus tornillos.
14. Encender la Incubadora Humeda de CO₂. Se debe dejar que se estabilice por lo menos ocho horas.
15. Introducir la punta del termo higrómetro.
16. Al día siguiente verificar que los parámetros de control se mantengan en un margen de +/- 5%.

V. Prueba de Funcionamiento

1. Realizar una prueba de funcionamiento.
2. Verificar que el botón de encendido y apagado esté funcionando.

VI. Entrega del Equipo

1. Llenar la etiqueta de control de MP y pegarla al equipo.

2. Reportar en la cédula de mantenimiento Ing. Biomédica.
3. Entregar el equipo y realizar una prueba con el usuario para verificar el funcionamiento.
4. Elaborar reporte de actividades diarias y pedir la firma del usuario de conformidad.

Nota 1: El mantenimiento preventivo se realizará en un área limpia y amplia, todo el material utilizado en este procedimiento se pondrá a la vista y teniendo mucho cuidado de no extraviarlo. La utilización de guantes es necesaria, ya que este tipo de laboratorios maneja muestras infecto-contagiosas para el humano.

Nota 2: Una vez terminado el mantenimiento preventivo, se tendrá en cuenta la limpieza y desinfección total del área de trabajo.

5. FORMATOS, REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

FR-IB-02 Reporte de Actividades Diarias.

FR-IB-04 Cédula de vaciado de Mantenimiento Preventivo.

FR-IB-34 Inventario de Manuales.

6. MODIFICACIONES

Versión	Fecha	Autorizó

ELABORADO POR INGENIERÍA BIOMÉDICA, ENERO DE 2005.
IO-IB- 98 V-O

2.4.3. Mantenimiento Correctivo para Incubadora Húmeda de CO₂

A continuación se mencionan los problemas más comunes que presenta el equipo y cuál es el procedimiento que se lleva a cabo para solucionarlo, debido a que el listado es muy extenso en el anexo se agrega el listado completo y una breve descripción de los pasos a seguir para solucionar el problema.

Tipo de problemas	Soluciones
Humedad	
Origen del Problema: Módulo de humedad. Causas Posibles: <ul style="list-style-type: none"> • Módulo defectuoso. • Conector suelto. 	Solución: <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de modulo. • Colocar conector en su lugar.

El problema se presenta debido a que no se alcanza la humedad que se necesita del equipo, por lo cual se procede a hacer un ajuste de % de humedad y se deja estabilizar una hora, en caso de que el ajuste sea favorable se vuelve hacer otro ajuste hasta alcanzar el valor que se necesita que es de 85% en caso de que no se obtenga se abre el equipo y se llega el módulo de humedad, se procede a revisar la conexión de las resistencias para ver si están bien conectadas, en caso afirmativo se procede a medir las resistencias para ver si no están abiertas, en caso afirmativo se procede a cambiar el módulo de humedad y se hace el ajuste de % de humedad, las veces que sea necesario hasta obtener el 85% que se necesita.

Tipo de problemas	Soluciones
Gas de CO₂	
Origen del problema: Módulo de CO ₂ . Causa posible: <ul style="list-style-type: none"> • Módulo defectuoso. • Conexión eléctrica floja. 	Solución: <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de módulo de CO₂. • Revisar conexión eléctrica del módulo de CO₂.

El problema se presenta debido a que el CO₂ está elevado o no hay presencia de CO₂ por lo que se procede a medir el % de CO₂ en el equipo con la Fyrite, si está elevado o no hay primero se hace un ajuste de % de CO₂ y se deja estabilizar una hora y se vuelve a medir el % de CO₂ si el equipo se estabiliza ya no es necesario ver el módulo de CO₂ en caso contrario se procede a abrir el equipo hasta llegar al módulo de CO₂ se hace una inspección del módulo si no se observa algún componente quemado o alguna conexión eléctrica floja en caso de que se observe todo bien y persista el problema se procede al cambio del módulo de CO₂, se vuelve a realizar el ajuste de % de CO₂ y se deja estabilizar una hora y se mide el % de CO₂ hasta obtener el 5% que usan los usuarios.

Tipo de problemas	Soluciones
Gas de CO₂	
Origen del problema: Tubería. Causa posible: <ul style="list-style-type: none"> • Desconectado. • Pellizcado. • Desgaste. 	Solución: <ul style="list-style-type: none"> • Conectar tubería. • Cambio de tubería.

El problema se presenta debido a que el tanque de CO₂ se acaba de manera más rápida de lo habitual por lo cual se procede a revisar la tubería que conecta el tanque de CO₂ con la Incubadora de humedad de CO₂ donde se encuentre la fuga es necesario hacer el cambio de la misma debido a que se pellizco o se rompió por el uso o simplemente se desconectó por que la abrazadera se aflojo por la presión que se maneja con la que se inyecta el CO₂.

2.5. Mantenimiento a un Contador de Centelleo Líquido por medio de un Contrato con una Empresa Externa

2.5.1. Introducción al Contador de Centelleo Líquido

El detector más usado en la medicina nuclear es el detector de centelleo. Centelleo significa destello de luz, por lo cual los detectores de centelleo se basan en la conversión de la energía de los rayos gamma en luz para detectar el rayo gama.

Los detectores de centelleo son altamente sensibles a los rayos gamma y por lo tanto muy sensibles a las pequeñas cantidades de actividad. Los detectores de centelleo se usan en los contadores de pozo in Vitro (automáticos o manuales).

2.5.2. Esquema del Contador de Centelleo Líquido

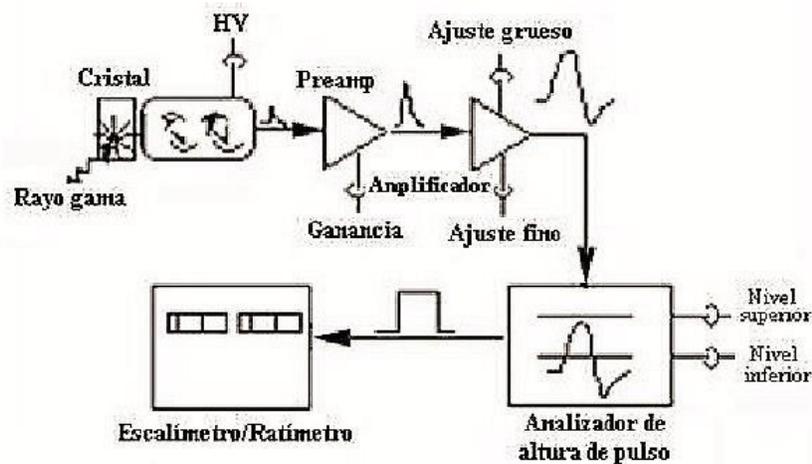


Ilustración 2.8. Diagrama en bloque de un contador básico de centelleo básico (Ref. 5)

Los componentes de un contador básico de centelleo son:

- Un cristal de centelleo que convierte los rayos gamma en luz.
- Un tubo fotomultiplicador que convierte la luz del cristal en un pulso eléctrico.
- Una fuente de alto voltaje para el tubo fotomultiplicador.
- Un preamplificador que acondiciona el pulso a la salida del tubo fotomultiplicador.
- Un amplificador que aumenta el tamaño del pulso.
- Un analizador de altura de pulsos que permite medir la altura del pulso.
- Un escalímetro y un reloj para contar el número de rayos gama detectados.

2.5.3. Contrato de Mantenimiento para un Contador de Centelleo Líquido

2.5.3.1. Mantenimiento Preventivo a un Contador de Centelleo Líquido

- Se realizaran de acuerdo al calendario que se especificó en el contrato.
- El proveedor debe registrarse en el Departamento de Ingeniería Biomédica cada vez que realice un Mantenimiento Preventivo.
- En caso de cambio de fecha por parte del usuario este deberá informarse por escrito y con anticipación al Departamento de Ingeniería Biomédica para que sea reprogramada la fecha con el proveedor. En caso de que el proveedor por causas de fuerza mayor necesite cambio de fecha deberá solicitar al Departamento de Ingeniería Biomédica la autorización, por lo menos con 3 días de anticipación y esperar respuesta.
- El proveedor deberá incluir en el reporte de Mantenimiento Preventivo y verificación, su rutina detallada y el Check List de acuerdo a las recomendaciones que hace el fabricante por medio del manual de servicio.
- El reporte del Mantenimiento Preventivo y Check List deberán contener todos los datos resultados del cumplimiento de la rutina contemplada en el contrato y los valores de las mediciones de los parámetros verificados así como la conclusión del servicio. En caso de no hacerlo no se autoriza el pago del mes correspondiente.

2.5.3.2. Mantenimiento Correctivo a un Contador de Centelleo Líquido

- El Mantenimiento Correctivo deben ser atendido dentro de las 24 horas corridas en días hábiles después de haber recibido el reporte por parte del Departamento de Ingeniería Biomédica.

- El proveedor asignara un número de reporte para confirmar que está enterado de la falla del equipo.
- El proveedor debe registrarse en el Departamento de Ingeniería Biomédica cada vez que se presente para la realización de un Mantenimiento Correctivo.
- El mantenimiento debe incluir verificación del funcionamiento del equipo en presencia del personal del Departamento de Ingeniería Biomédica o usuario responsable del equipo, Solo en caso de que no haya problemas de funcionamiento se podrá firmar y sellar el reporte tanto por el personal del Departamento de Ingeniería Biomédica como por parte del usuario responsable del equipo.
- Entregar reporte de Mantenimiento Correctivo dentro de las siguientes 24 hrs. Después de realizado el servicio.

2.5.3.3. Datos que debe contener las Cotizaciones para Refacciones para un Contador de Centelleo Líquido

- Datos completos del equipo (Nombre, marca, modelo, serie).
- Numero de control de Ingeniería Biomédica.
- Número de contrato.
- Descripción detallada de las acciones a realizar.
- Descripción detallada de las refacciones para sustituir (marca, modelo, serie, numero de parte).
- Garantía del servicio y/o refacciones.
- Especificar si la refacción es a cambio o no.
- Tiempo de entrega.
- Tipo de moneda en que se cotiza.
- Aclarar que el precio es más IVA.

2.5.3.4. Penalización por no cumplir con el Contrato de Mantenimiento para un Contador de Centelleo Líquido

- La penalización será por cada día de retraso a partir a partir de que se cumplan los tiempos establecidos y el monto será determinado por el área correspondiente.

- Es incumplimiento de mantenimiento preventivo no presentarse al servicio de acuerdo al calendario establecido en el contrato.
- Es incumplimiento de mantenimiento correctivo que el proveedor no se presente dentro de las 24 horas después de haber recibido la llamada de reporte.
- Es incumplimiento no entregar las cotizaciones en los tiempos estipulados 3 días hábiles para contratos con refacciones y 5 días hábiles para contratos sin refacciones.
- Es incumplimiento no entregar las refacciones en 3 días hábiles para refacciones nacionales y 10 días hábiles para las de importación.
- Es incumplimiento no diagnosticar una falla en 48 horas corridas en días hábiles como máximo al presentarse en el Instituto.
- Es incumplimiento exceder el tiempo máximo permitido para un equipo fuera de servicio a partir de que se diagnostica la falla, este es de 3 días hábiles en caso de requerirse refacciones nacionales y 10 días hábiles en caso de refacciones de importación.
- Es incumplimiento al contrato enviar a la atención del servicio de mantenimiento preventivo o de mantenimiento correctivo a personal de la empresa no capacitada ni experimentada en el servicio técnico del equipo.
- Se realiza penalizaciones por servicio mal realizado o inconcluso.

2.6. Introducción al Contador Mecánico de Células

El Contador Mecánico de Células es un equipo que tiene un gran impacto para el diagnóstico de enfermedades hematológicas para lo cual se utiliza. Una renovación de este equipo equivale a la compra de un equipo nuevo, en el caso de un mantenimiento correctivo es el intercambio de piezas mecánicas en buenas condiciones a partir de otro contador que se tenga para refacciones, sin embargo con el paso del tiempo estos equipos se han hecho obsoletos debido a la nueva tecnología que ha salido.

2.7. Importancia del equipo

Un Contador Mecánico de Células es un dispositivo que nos permite registrar diferentes tipos de células al mismo tiempo en cuentas separadas, además de totalizar la cantidad de todos los conteos; la utilidad de este equipo es contabilizar, se utiliza principalmente para contar células sanguíneas en su aplicación como contador hematológico, pero también se puede utilizar para contar cualquier tipo de células que se tengan en cultivo, bacterias, partículas virales; algunos ejemplos que se cuentan son recuento diferencial de leucocitos (CBC Schilling), incluyendo basófilos, eosinófilos, linfocitos, monocitos, mielocitos segmentados y en banda (neutrófilos).

2.8. Obsolescencia de un Equipo y sus Posibles Soluciones

El término de un equipo útil se puede llegar a presentar en los siguientes casos:

- Cuando no existen refacciones o consumibles en el mercado.
- Cuando no cumple con una norma de seguridad por lo cual pone en riesgo al usuario.
- El costo del mantenimiento correctivo es demasiado alto con respecto a un equipo nuevo y de mejores características que realiza las mismas acciones.
- Cuando el desempeño del equipo ya no satisface las necesidades del usuario.

Sin embargo cuando la vida útil del equipo ha terminado esta se puede extender por medio de tecnología nueva que puede ser adaptada al equipo con el objetivo de extender su vida útil, esto es viable cuando:

- Se cuenta con recursos ilimitados para una reparación de alto costo monetario.
- Cuando alguna parte o partes del equipo ya no funcionan pero hay piezas que se pueden aprovechar para reparar el equipo incluso hasta mejorarlo.

Cuando se hace una complementación de partes debemos identificar bien que piezas se van a sustituir ya que se debe hacer el siguiente análisis.

- Se debe observar si es tecnología que existe actualmente para poder hacer la complementación o un diseño.
- Un análisis de cómo es la funcionalidad de las partes a reemplazar.
- Desarrollar la forma en que va operar el complemento con las partes originales del equipo.
- Identificar si se necesitan nuevos requerimientos debido a las partes que fueron adaptadas a las originales.
- Hacer pruebas y evaluaciones por separado de las partes que se van a reemplazar.
- Integrar las nuevas piezas evaluadas al equipo que se quiere extender su vida y evaluar el desempeño.

2.9. Contador Mecánico de Células

Un contador mecánico de células es un dispositivo que permite registrar, al mismo tiempo, varias variables o cantidades diferenciadas (por ejemplo: células, características, eventos, etc.) en contadores separados –el modelo CC8A puede contar 8 variables de hasta 999 cada una- además provee un totalizador con la suma de todos los conteos que puede ser consultado en cualquier momento.



Ilustración 2.9. Contador Mecánico de Células CC8A (Ref. 6)

Su diseño ergonómico reduce la fatiga y reduce el número de errores, porque cuenta con teclas que se activan con una fuerza suave, pero que al mismo tiempo proveen una realimentación táctil (Click) al operador, y están dispuestas de acuerdo a la forma natural de la mano. Puede ser usado por personas diestras, o zurdas inclinando un poco el aparato.

2.10. Mantenimiento Preventivo del Contador Mecánico de Células

2.10.1. Cédula de Mantenimiento Preventivo del Contador Mecánico de Células

A continuación se muestra la cedula de mantenimiento preventivo para un Contador Mecánico de Células que se maneja en el departamento de Ingeniería Biomédica.

**CEDULA DE VACIADO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA BIOMEDICA**

DEPARTAMENTO: **HEMATOLOGIA.**
MARCA:

AREA: **LABORATORIO 2**
MODELO:

EQUIPO: **CONTADOR MANUAL DE CÉLULAS**
SERIE:

COMC – BR - 015

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Fecha				
Funcionalidad				
Condiciones físicas				
Limpieza de cubiertas				
Limpieza interna				
Revisión del sistema mecánico				
Lubricación de partes mecánicas				
Prueba de funcionamiento				
Cambio de partes (descripción)				
Recomendaciones				
Nombre y firma de la persona que realizó el servicio				
Nombre y firma del usuario (conformidad)				

2.10.2. Rutina de Mantenimiento Preventivo del Contador Mécanico de Células

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y
Nutrición “Salvador Zubirán”
Departamento de Ingeniería Biomédica

Tipo de documento: Instrucción Operativa
(Técnica)
Título: Rutina de mantenimiento preventivo
Clave: IO-IB-95 Versión: 0
Área: Ingeniería Biomédica

Tipo de Documento: Instrucción de Operativa (Técnica)

Título: Rutina de Mantenimiento Preventivo

Clave: IO-IB-077

Área: Ingeniería Biomédica

	Nombre	Cargo	Firma	Fecha
Elaboró	Ing. Fanny Alvarado	Coordinadora de Servicio		
Autorizó	Ing. Silvia Rodríguez	Coordinador de Calidad		

• OBJETIVO

Controlar y homogenizar el MP Equipo: **Contador de Células, Marca: Clay Adams, Denominador, Lab-Count, Economy Counter.**



Ilustración 2.10. Diferentes Contadores Mecánicos de Células (Ref. 6)

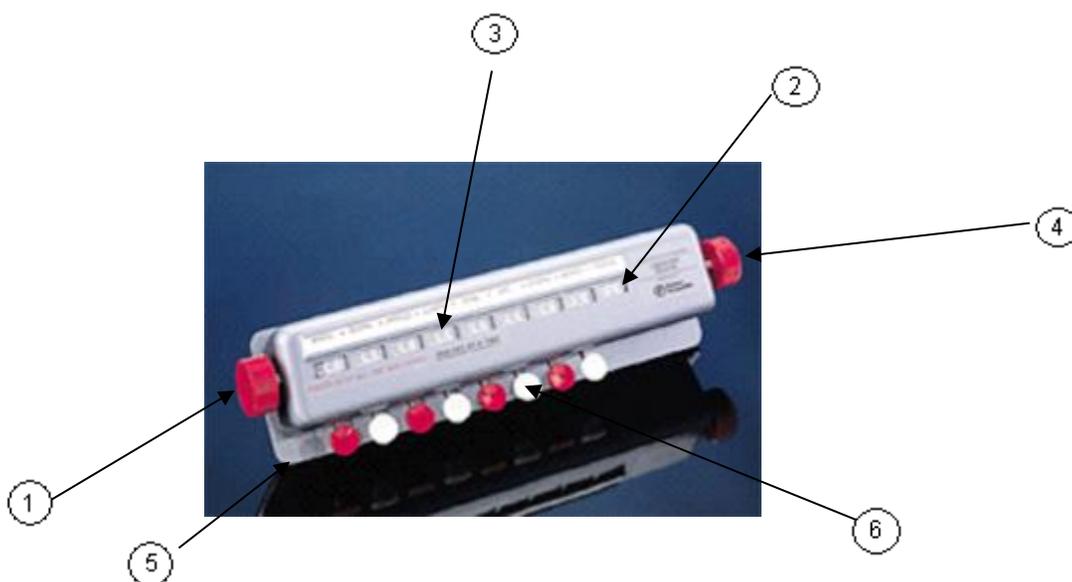


Ilustración 2.11. Partes de un Contador Mecánico de Células (Ref. 6)

- 1.- Eje.
- 2.- Contador total.
- 3.- Contadores Individuales.
- 4.- Perilla para avanzar o retroceder conteo.
- 5.- Base de contador.
- 6.- Teclas para realizar el conteo.

- **ALCANCE**

Todos los Equipos: **Contador Mecánico de Células, Marca: Clay Adams, Denominador, Lab-Count, Economy Counter.**

- **RESPONSABILIDADES**

Usuario: Permitir el MP y firmar el RAD del Ingeniero o Técnico Biomédico que lo realiza.
Ingeniero o Técnico Biomédico: Realizar el MP oportunamente y llenar cedula de mantenimiento.

1. PROCEDIMIENTO

- **Material y herramienta necesarios para el Mantenimiento Preventivo.**

Guantes	Desarmadores de cruz
Gasas o trapo	Pinzas Mecánicas
Solución Limpiadora	Pinzas de Punta
Desarmadores planos	Aceite para lubricación

2. Recepción del equipo

Verificar el estado del equipo al momento de recibirlo.

1. Realizar una revisión visual externa, detectando si el equipo se encuentre oxidado, golpeado, fracturado o incompleto.
2. Que esté realizando correctamente el conteo en cada tecla.
3. Que realice de manera adecuada el conteo total.

3. Precauciones Generales

Colocarse guantes antes de empezar a manipular el equipo y preguntar al usuario si lo tuvo expuesto con algún reactivo tóxico o contaminante, de ser así tomar precauciones y aplicar un desinfectante antes de iniciar su manipulación.

Si el equipo estuviera contaminado se aplicará como desinfectante: hipoclorito / agua vol/vol en tres ocasiones y se limpiará con gasa o trapo en la parte exterior.

4. Desarrollo del Mantenimiento Preventivo

A.- Funcionalidad

Con este equipo se realiza el conteo de células que son observadas a través de un microscopio, al llegar a 100 en el contador total este se bloquea o emite un sonido con una campanilla, el conteo total debe ser la suma de los contadores individuales.

B.- Condiciones Físicas

Verificar que el equipo cuente con todas sus partes y que no se encuentre golpeado o fisurado.

C.- Limpieza de Cubierta

Se procederá a limpiar con líquido limpiador los siguientes puntos:

Se limpiará todo el cuerpo del contador mecánico de células.

D.- Limpieza Interna

Se retirarán los tornillos que se encuentran en la parte inferior del contador esto con el fin de retirar la base del contador, se limpian ambas piezas.

Se retiran las perillas laterales en algunos son de rosca y otros traen prisioneros, se limpian las 2 piezas.

Al retirar las perillas, se puede extraer el chasis del contador, dejando al descubierto los contadores individuales y el total. Proporcionar limpieza al chasis.

Limpia cada una de las teclas de los contadores individuales.

E.- Revisión del Sistema Mecánico

Verificar que los tres resortes de cada contador se encuentren en buen estado.

Verificar que el sistema de bloqueo o de campanilla se encuentre en buen estado.

Verificar engranes de los contadores (en donde se encuentran los números), se encuentren en buen estado.

F.- Lubricación de Partes Mecánicas.

Colocar 2 gotas de aceite lubricante en un extremo del eje y permitir que se resbale a través de él.

G.- Pruebas de Funcionamiento.

Realizar el correcto armado del equipo.

Realizar conteo de 5 unidades por cada tecla y verificar que la suma sea la correcta en el contador total.

Realizar un conteo hasta llegar a 100 y cerciorarse que el equipo se bloquee o suene la campanilla.

5. Entrega del Equipo

1. Llenar la etiqueta de control de MP y pegarla al equipo.

2. Reportar en la cédula de mantenimiento de Ingeniería Biomédica.
3. Entregar el equipo y realizar una prueba con el usuario para verificar el funcionamiento.
4. Elaborar reporte de actividades diarias y pedir la firma del usuario de conformidad así como en la cedula de servicio.

Nota 1: El Mantenimiento Preventivo se realizará en un área limpia y amplia, todo el material utilizado en este procedimiento se pondrá a la vista y teniendo mucho cuidado de no extraviarlo. La utilización de guantes es necesaria, ya que este tipo de laboratorios maneja muestras tóxico-infecciosas para el humano.

Nota 2: Una vez terminado el Mantenimiento Preventivo, se tendrá en cuenta la limpieza y desinfección total del área de trabajo.

5. FORMATOS, REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

FR-IB-02 Reporte de Actividades Diarias.

FR-IB-04 Cedula de vaciado de Mantenimiento Preventivo.

FR-IB-34 Inventario de Manuales.

6. MODIFICACIONES

Versión	Fecha	Autorizó

2.10.3. Mantenimiento Correctivo del Contador Mécanico de Células

Problema	Solución
El contador se salta un número o no cambia un número cuando se aprieta el botón.	Revisar el desgaste de los engranes, resortes y varillas de los números, para ello apretar el botón para observar donde está el desgaste, para cambiar la pieza es necesario quitar la varilla del contador hasta donde está el problema teniendo en cuenta que los resortes y engranes que estén antes del problema detectado habrá que quitarlos para cambiar la pieza dañada, se cambiara la pieza que se necesite y hacer la prueba, armar el contador con las piezas que se quitaron y hacer prueba de funcionamiento y observar que los números giren de forma correcta.
La perilla del contador está muy dura cuando se intenta girar o los botones están muy duros cuando los aprietas.	Poner el contador en forma vertical y poner unas gotas de aceite sobre la perilla y girarla varias veces para que el aceite recorra toda la perilla.
La campana no suena llegando a la lectura 100.	Revisar que el resorte del badajo este colocado de forma correcta y revisar que a la cuenta 100 se mueva la varilla del badajo para tocar la campana.
La varilla del contador se sale de su lugar.	Revisar que la varilla del contador tenga su empaque en caso de que no poner uno y jalar la varilla para ver si no se sale de nuevo.

2.11. Tipos de Contador de Células Actuales

 <p>Ilustración 2.12. Scepte 2.0 Contador Celular (Ref. 7)</p>	<p>El contador celular automatizado Scepte cuenta con el sistema emplea el principio Coulter en un formato miniaturizado que cabe en la palma de la mano y permite el rápido recuento de células; lo que solía durar 10 minutos, ahora se consigue en menos de 30 segundos.</p> <p>La pantalla del contador celular Scepter le muestra:</p> <ul style="list-style-type: none">• La concentración celular.• El tamaño celular medio.• El volumen celular medio.• Un histograma de distribución de tamaño o volumen.
 <p>Ilustración 2.13. Clone Select Imager (Ref. 7)</p>	<p>Con imágenes de alta calidad y el análisis inteligente de imágenes, CloneSelect™ Imager reemplaza, inspecciones manuales subjetivas que consumen mucho tiempo con la coherencia y la objetividad. El crecimiento celular es visto y rastreado en cada plato.</p> <ul style="list-style-type: none">• Determinación consistente de la confluencia celular y la estimación del número de células.• Generación de curvas de crecimiento.• Sin usar etiqueta, la luz blanca de imágenes de células vivas.• Adecuado para las células en suspensión adherentes.



Ilustración 2.14. Nucleo Counter NC-200 (Ref. 7)

Es un contador de células automatizado de alta precisión de la imagen del estado de la técnica que utiliza la citometría. El patentado VIA1-Cassette™ utilizado para la tinción automatizada y manejo de la muestra es el volumen calibrado para asegurar una alta precisión y reproducibilidad.

Contar con precisión:

- Las células agregadas.
- Las células que crecen sobre microportadores.
- Las células troncales derivadas de tejido adiposo.
- Las células T (T CAR).
- Elimina los errores humanos con VIA1-Cassette™.
- Software de licencias ilimitadas.



Ilustración 2.15. Pima (Ref. 7)

El analizador Alere Pima™ y un cartucho Alere Pima™ CD4 permiten el análisis inmediato de las células T CD4 a partir de una muestra de sangre completa obtenida por punción digital o venosa en tan solo 20 minutos, por lo que constituyen una herramienta eficaz y asequible en el tratamiento de pacientes con VIH.

- Resultados en 20 minutos.
- Alimentación por corriente alterna o batería.
- Archivo de datos integrado en el software.
- Sin calibración externa.
- El cartucho contiene controles integrados.



Ilustración 2.16. R1 Olympus (Ref. 7)

El contador automático de células modelo R1 está diseñado para reducir la carga de trabajo y estandarizar el proceso de recuento de células. Su exclusivo algoritmo de software y la novedosa tecnología de lente líquida, similar a la forma en que enfoca el ojo humano, proporcionan resultados precisos y rápidos para diversos tipos de células.

- Recuento preciso, incluso con células agrupadas.
- Filtros basados en el tamaño celular para excluir partículas no deseadas.
- Recuento más eficiente sin colorear con azul de tripano.
- Una gestión de datos más eficiente.
- Informe exhaustivo de resultados de un vistazo.



Ilustración 2.17. Cedex HiRes (Ref. 7)

El Cedex HiRes es un sistema totalmente automatizado, analizador de células basada en imágenes que proporciona información acerca de la concentración de células, la viabilidad, los agregados, y los parámetros morfológicos, como el diámetro celular y la compacidad de la célula. El analizador utiliza el método de exclusión de azul de tripano bien establecida y un escáner de imágenes de alta resolución para analizar las células y objetos.

- El análisis automatizado de cultivo celular: Ahorra tiempo y beneficiarse de tinción y la mezcla automatizada.
- Gráfico de tiempo de cultivo: Comparar las curvas de crecimiento de diferentes cultivos y calcular la tasa de crecimiento específico y el tiempo de duplicación.



Ilustración 2.18. TC20 (Ref. 7)

El contador de células automatizado TC20 cuenta las células de mamífero en un solo paso utilizando su innovadora tecnología de enfoque automático y sofisticado algoritmo de recuento de células para producir los recuentos de células precisos en menos de 30 segundos.

- Compatible con una amplia gama de tamaños de células y tipos - cuenta líneas celulares, células primarias (a partir de tejido o de sangre), y las células troncales.
- La tecnología de enfoque automático innovador - elimina la variación asociada con el enfoque manual y da lugar a recuentos celulares precisos en 30 segundos.
- Puertas de tamaño de celda - usuario selecciona una población de interés en muestras complejas, como las células primarias, o permite que el algoritmo de recuento de células haga todo el trabajo.



Ilustración 2.19. Marienfeld (Ref. 7)

El contador de células 2001 es un contador con memoria electrónica, diseñado para contar células sanguíneas, y también cualquier otro tipo de partículas.

- Uno de estos programas se puede configurar libremente y programables por el usuario. Esto permite al operador programar cualquier tipo de cuenta o el análisis por sí mismo.
- El aparato de recuento ofrece 6 teclas de función, 15 teclas de recuento individualmente nombrable así como 4 diferentes programas de recuento. Para uno de ellos cada tipo de recuento y análisis de recuento son libremente programables.

CAPÍTULO 3 DISEÑO DE UN CONTADOR DIGITAL DE CELULAS IMPLEMENTADO EN ARDUINO

3.1. Objetivo

El Contador Digital de Células que es el proyecto que generó el presente informe, se realizara con un Arduino el cual se debe de programar y con componentes electrónicos que son comerciales para poder realizar el prototipo del equipo.

3.2. Concepto de Arduino

Arduino es una plataforma electrónica de prototipos, de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos.

Arduino puede registrar el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el *Arduino Programming Language* (basado en Wiring) y el *Arduino Development Environment* (basado en Processing). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo con *Flash*, *Processing*, *MaxMSP*, etc.).

Las placas se pueden ensamblar a mano o encargarlas pre ensambladas; el software se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del hardware (archivos CAD) están disponibles bajo licencia open-source, por lo que eres libre de adaptarlas a tus necesidades.

3.2.1. Ventajas y Desventajas del uso de Arduino vs Contador Mecánico de Células

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas microcontroladoras disponibles para computación física. Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard, y muchas otras ofertas de funcionalidad similar. Todas estas herramientas toman los desordenados detalles de la programación de microcontrolador y la encierran en un paquete fácil de usar. Arduino también simplifica el proceso de trabajo con microcontroladores, pero ofrece algunas ventajas para profesores, estudiantes y aficionados interesados sobre otros sistemas:

- **Económico:** La placa es más económica con respecto a otras plataformas microcontroladoras. La versión menos cara del módulo Arduino puede ser ensamblada a mano, e incluso los módulos de Arduino ensamblados cuestan menos de 150.

- **Multiplataforma:** El software de Arduino se ejecuta en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux. La mayoría de los sistemas microcontroladores están limitados a Windows.
- **Entorno de programación simple y claro:** El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes, pero suficientemente flexible para que usuarios avanzados puedan aprovecharlo también. Para profesores, está convenientemente basado en el entorno de programación Processing, de manera que estudiantes aprendiendo a programar en ese entorno estarán familiarizados con el aspecto y la imagen de Arduino.
- **Código abierto y software extensible:** El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual está basado. De forma similar, puedes añadir código AVR-C directamente en tus programas Arduino si quieres.
- **Código abierto y hardware extensible:** El Arduino está basado en microcontroladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel. Los planos para los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión de la placa del módulo para entender cómo funciona y ahorrar dinero.

3.2.2. Componentes Electrónicos para el Armado del Contador Digital de Células

Para el contador celular digital se usaran los siguientes componentes:

- Arduino uno.
- CI 74LS47. Decodificador BCD.
- Transistores 2N3904.
- Cable USB.
- Computadora con el sistema operativo Windows.
- Resistencias de 100 ohms, 10k ohms y 1k ohms.
- Push Buttons.
- Cables.
- Pinzas de corte.
- Placa Protoboard.
- Displays de 7 segmentos cátodo común o ánodo común.
- Placa perforada.
- Adaptador de 128VAC a 9VDC.

3.3. Circuito del Contador Digital de Células

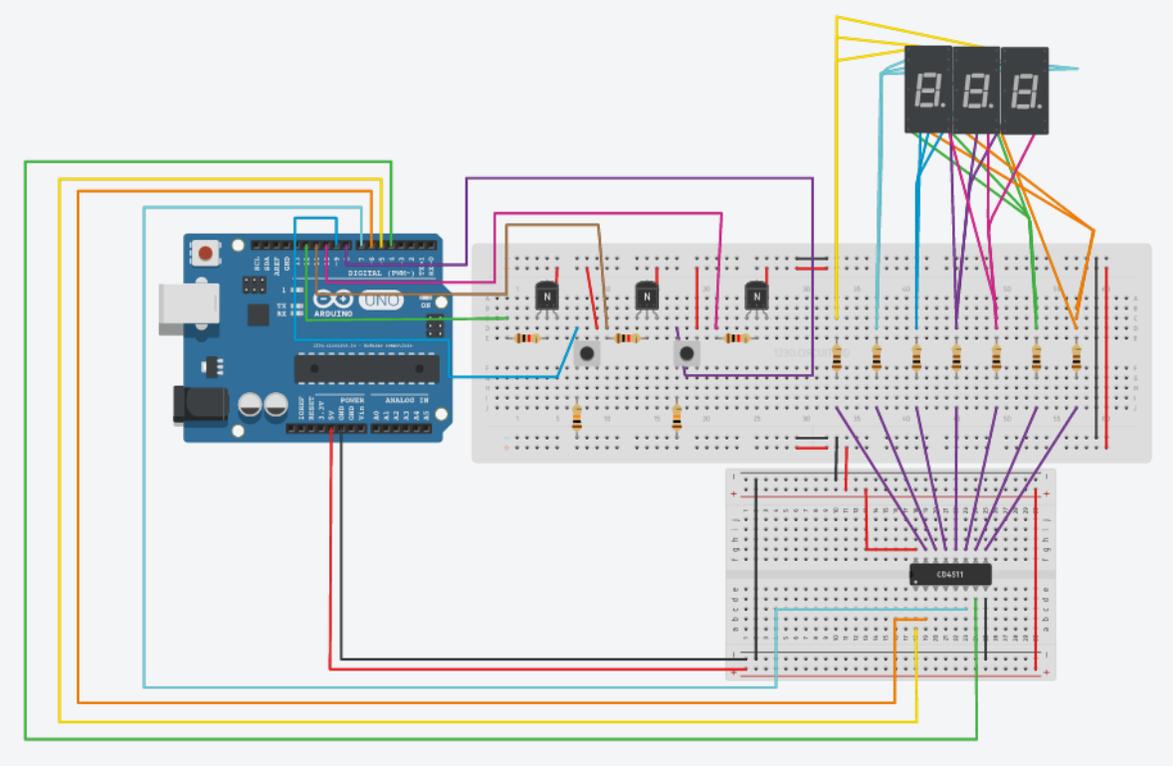


Ilustración 3.1. Circuito Contador Digital de Células (Ref. 9)

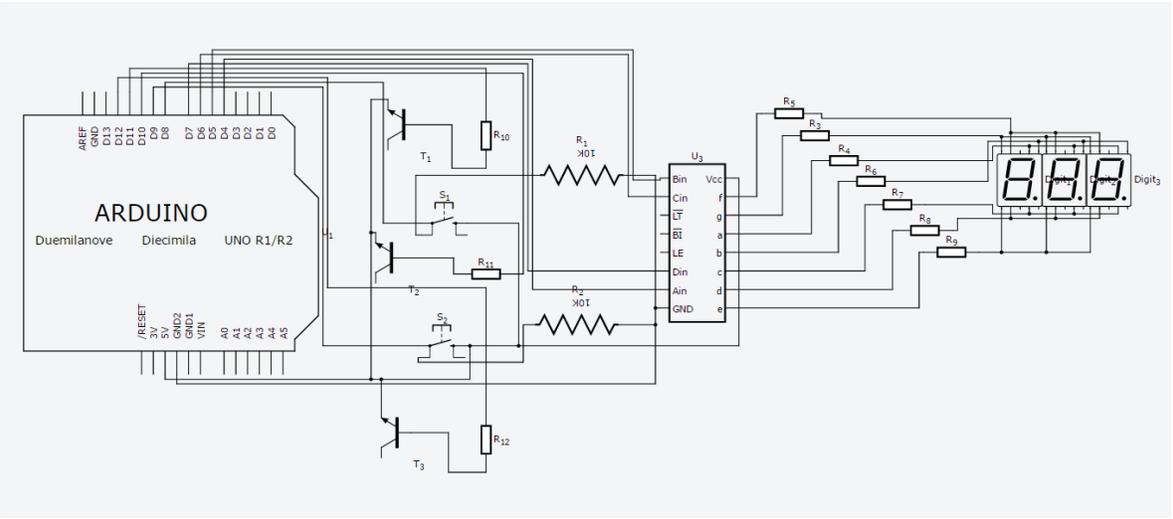


Ilustración 3.2. Circuito Esquemático Contador Digital de Células (Ref. 9)

3.4. Mantenimiento Preventivo del Contador Digital de Células

1. Medir el voltaje que sale del cable USB al Arduino.
2. Medir el ohm de las resistencia.
3. Medir el voltaje que es enviado a los Display de 7 segmentos.
4. Revisar que Push Button funcione al apretarlo con continuidad.
5. Limpiar la tarjeta del polvo con una brocha de pelo de camello.

3.5. Mantenimiento Correctivo del Contador Digital de Células

- I. Si el Arduino no prende:
 1. Revisar el cable de alimentación con continuidad para ver si no está fracturado.
 2. Cambiar el Arduino por uno nuevo.
- II. Si una resistencia está dañada:
 3. Revisar las resistencias con el multímetro con la unidad ohm si está dañada cambiarla.
 4. Si la resistencia esta quemada cambiarla.
- III. Si el Display no prende:
 5. Revisar el voltaje que alimenta los Display.
 6. Cambiar el Display si esta quemado.
 7. Cambiar las resistencias que estén dañadas en el Display.
- IV. El Push Button no funciona:
 8. Revisar el voltaje que alimenta el Push Button.
 9. Cambiar el Push Button por uno nuevo.
- V. Placa perforada sufrió un daño:
 10. Cambiar placa perforada como componentes dañados.

RESULTADOS

Contador Digital de Células

Con la propuesta del Diseño del Contador Digital de Células que se está presentando, los usuarios podrán pedir el tamaño del contador que necesiten para realizar sus conteos que necesiten para la realización de su trabajo, debido a los componentes electrónicos que lo conforman son de fácil adquisición en el mercado como los no electrónicos, debido al diseño de la tarjeta del Contador en caso de que se dañe un componente podrá ser sustituido con facilidad.

Actualmente el equipo se encuentra en una Protoboard (tarjeta de prueba electrónica) en la cual esta construido un Contador Digital de Células de 4 cuentas y su total, configurado con un Arduino uno en el cual ya se instalo el programa que se presenta en este informe, se están haciendo pruebas con respecto a las cuentas cuando se presiona el botón, también se esta probando la ergonomía de diferentes botones como la distancia de los mismos los cuales se van a presentar con los usuarios que manejan este equipo.

Se están diseñando dos tipos de tarjetas en donde se instalaran los componentes del equipo, una de ella es para realizar una carcasa independiente para cada tipo de Contador que se diseñe, mientras la otra es una carcasa común en la cual se puede agregar hasta 10 cuentas en su totalidad o en partes como lo necesite el usuario, las cuales también se quieren presentar a los usuarios para recopilar opiniones y decidir cual es la mejor opción.

También se entrega el código que se programó para la placa Arduino para el contador digital el cual no tiene errores, se da un ejemplo de cómo puede ser un diagrama del equipo en una protoboard para una sola cuenta, así como el esquema del mismo, con el objetivo que se observe cómo es la conexión de los componentes. A partir de este ejemplo del diagrama se puede modificar el Contador, a las necesidades del usuario, para aumentar las cuentas que van a realizar; finalmente se debe diseñar una carcasa para el equipo, la cual puede ser diferente, dependiendo de la cantidad de cuentas que se van a realizar o realizar una carcasa común para el equipo.

Se empieza a realizar una rutina de Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo del Contador Digital de Células con respecto al que se están haciendo pruebas.

Perspectivas

El Contador Digital de Células es un proyecto que se está desarrollando con el objetivo de sustituir al Contador Mecánico de Células, también tiene como objetivo que sea el pionero para poder desarrollar otros equipos en el Departamento de Ingeniería Biomédica con la tarjeta programable Arduino, el objetivo de esto es la creación de una área de Desarrollo de Equipo Médico, el cual sea supervisado por el Departamento de Ingeniería Biomédica.

La intención de diseñar y construir este equipo es para tener equipos de respaldo, es decir, cuando un Contador Mecánico de Células necesita mantenimiento correctivo, este puede ser reemplazado por el Contador Digital de Células durante el tiempo necesario para su reparación o ser sustituido de manera definitiva.

El Contador Digital de Células será portátil como el Contador Mecánico de Células, con el fin de que el Contador Digital de Células pueda crecer de acuerdo a las necesidades del usuario. Cuando el equipo esté terminado por completo, con la misma tarjeta programable Arduino, se agregará una calculadora la cual se podrá montar o desmontar dependiendo de las necesidades del usuario. Posteriormente se agregará un puerto USB para que los usuarios puedan descargar sus datos en una memoria y poder leerlos en una computadora en caso necesario.

Glosario

Mantenimiento Preventivo (mp): Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento.

Mantenimiento Correctivo (mc): El que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

Gastroenterología: Es la especialidad médica que se ocupa de las enfermedades del aparato digestivo y órganos asociados.

Endocrinología: Especialidad médica que estudia las glándulas que producen las hormonas; es decir, las glándulas de secreción interna o glándulas endocrinas.

Hematología: Es la especialidad médica que se dedica al tratamiento de los pacientes con enfermedades de la sangre.

Nutrición clínica (Nutriología): Especialidad médica que estudia la alimentación humana.

ISO: La Organización Internacional de Estandarización, es una organización independiente y no-gubernamental. Es el mayor desarrollador mundial de estándares internacionales voluntarios y facilita el comercio mundial al proporcionar estándares comunes entre países.

SGC: Se llama Sistema de Garantía de Calidad al conjunto de procedimientos documentados necesarios para implantar la Gestión de la Calidad, partiendo de una estructura organizativa y de unos recursos determinados.

Control de Reportes de Usuario (CRU): Sistema del Departamento de Ingeniería Biomédica para registrar reportes de los equipos que no funcionan.

Biología Molecular: Es la disciplina científica que tiene como objetivo el estudio de los procesos que se desarrollan en los seres vivos desde un punto de vista molecular.

Microbiología: La microbiología es la ciencia encargada del estudio y análisis de los microorganismos, seres vivos pequeños no visibles al ojo humano.

Biología Celular: Disciplina académica que se encarga del estudio de las células en lo que respecta a las propiedades, estructura, funciones, organelos que contienen, su interacción con el ambiente y su ciclo vital.

Cultivo Celular: Proceso mediante el que células, ya sean células procariontes y eucariontes, pueden cultivarse *in vitro* en condiciones controladas.

Cultivos Bacterianos: Crecimiento de poblaciones bacterianas en ambientes artificiales controlados.

Células Eucariontes: Se llama célula eucarionte a todas las células con un núcleo celular delimitado dentro de una doble capa lipídica.

Isotérmica: Se denomina proceso isotérmico al cambio reversible en un sistema termodinámico, siendo dicho cambio a temperatura constante en todo el sistema.

Termostato: Un termostato es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura.

Cultivo Monocapa: Cultivo celular en el que las células proliferan adheridas a la superficie plástica de una caja de cultivo en el seno de un medio de cultivo adecuado.

Baldosa Aislada: Una baldosa es una losa o loseta manufacturada, fabricada en diferentes tipos y técnicas de cerámica.

Placa de Petri: La placa de Petri es un recipiente redondo, de cristal o plástico, con una cubierta de la misma forma que la placa, pero algo más grande de diámetro, para que se pueda colocar encima y cerrar el recipiente, aunque no de forma hermética.

Placa de Pocillos: Una micro placa es una placa con múltiples pocillos que se utilizan como pequeños tubos de ensayo.

Frasco Anaeróbico: Frasco de vidrio donde se coloca un cultivo microbiológico de la sangre. Es un método diagnóstico en medicina empleado para detectar infecciones por bacterias u hongos en la sangre.

Desecador: Instrumento de laboratorio que se utiliza para mantener limpia y deshidratada una sustancia por medio del vacío.

Termohigrómetro: Es un instrumento electrónico que en su versión más básica mide y muestra la temperatura (T) y humedad relativa (HR).

Difusor: Un dispositivo generalmente una superficie para mantener el calor en la cámara de la Incubadora.

Esporas: Cuerpo microscópico unicelular o pluricelular que se forma con fines de dispersión y supervivencia por largo tiempo, de distintos organismos.

Sensor Infrarrojo: Dispositivo Optoelectrónico capaz de medir la radiación electromagnética infrarroja de los cuerpos en su campo de visión.

Setpoint: Cualquier **punto de ajuste** de alguna variable de un sistema de control automático.

Humedad relativa La humedad del aire se debe al vapor de agua que se encuentra presente en la atmósfera. El vapor procede de la evaporación de los mares y océanos, de los ríos, loslagos, las plantas y otros seres vivos.

Calibración: La calibración es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar).

Pulg (Pulgada): Es una unidad de longitud que se utiliza principalmente en los sistemas de unidades de medida británico y de EE.UU.

Rayos Gamma: Es un tipo de radiación electromagnética, y por tanto constituida por fotones, producida generalmente por elementos radiactivos o por procesos subatómicos como la aniquilación de un par positrón-electrón.

L(Litro): Unidad métrica de volumen. Mayormente usada para medir líquidos.

Fotomultiplicador: Tipo de detector óptico de vacío que aprovecha el efecto de emisión secundaria de electrones para responder a niveles muy bajos de iluminación, manteniendo un nivel de ruido aceptable.

Preamplificador: Sirve para adecuar y amplificar la señal de un micro o instrumento a la entrada de un dispositivo con entrada de línea, dándote un cierto control sobre la señal.

Amplificador: Son circuitos que se utilizan para aumentar (amplificar) el valor de la señal de entrada generalmente muy pequeña y así obtener una señal a la salida con una amplitud mucho mayor a la señal original.

Escalímetro: Es una regla especial cuya sección transversal tiene forma prismática con el objetivo de contener diferentes escalas en la misma regla.

Check List: Son formatos creados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de una lista de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática.

Verificación: Es el proceso que se realiza para revisar si una determinada cosa esta cumpliendo con los requisitos y normas previsto.

Contador hematológico: Es un aparato utilizado para contar células sanguíneas.

Bacterias: Son microorganismos procariontes que presentan un tamaño de unos pocos micrómetros y diversas formas.

Células Procariontes: células que presentan un DNA libre en el citoplasma, ya que no hay núcleo celular.

Partículas virales: Es un agente infeccioso microscópico acelular que solo puede multiplicarse dentro de las células de otros organismos a los cuales infecta.

Leucocitos: Son un conjunto heterogéneo de células sanguíneas que son ejecutoras de la respuesta inmunitaria, interviniendo así en la defensa del organismo contra sustancias extrañas o agentes infecciosos.

Cbc Schilling: Permite el diagnóstico definitivo de la anemia Perniciosa o Anemia de Addison-Biermer demostrando la malabsorción de la Vitamina B₁₂.

Basófilos: Conforman el tipo de leucocito menos abundante en la sangre. Tiene núcleo irregular, difícil de ver por la granulación basófila que lo cubre casi siempre. Se denomina basófilo a cualquier célula que se tiñe fácilmente con colorantes básicos.

Linfocitos: Es una célula linfática (se generan por células linfoides presentes en la médula ósea y que posteriormente migran a órganos linfoides como el timo, ganglios linfáticos y bazo).

Monocitos: Los monocitos son un tipo de glóbulos blancos agranulocitos. Es el leucocito de mayor tamaño, llegando a medir 18 µm, y representa del 4 al 8 % de los leucocitos en la sangre.

Mielocitos: Segmentados Un mielocito es un leucocito inmaduro. Estas células, normalmente se encuentran en la médula ósea pero no en la sangre circulante (excepto cuando están presentes algunas enfermedades).

Neutrófilos: Son el tipo más común de glóbulos blancos. Comprenden aproximadamente entre el 45 y 70% de todos los glóbulos blancos de la sangre. Este tipo de leucocitos son fagocíticos, lo que significa que pueden ingerir otras células, a pesar de que no sobreviven al acto.

Wiring: Es un marco de programación de código abierto para microcontroladores. Permite la escritura de software multiplataforma para controlar los dispositivos conectados a una amplia gama de tableros de microcontrolador para crear todo tipo de codificación de mensajes publicitarios, objetos interactivos, espacios o experiencias físicas.

Processing: Es un lenguaje de programación y entorno de desarrollo integrado de código abierto basado en Java, de fácil utilización, y que sirve como medio para la enseñanza y producción de proyectos multimedia e interactivos de diseño digital.

Lenguaje AVR-C: Son una familia de microcontroladores RISC del fabricante estadounidense Atmel. La arquitectura de los AVR fue concebida por dos estudiantes en el Norwegian Institute of Technology, y posteriormente refinada y desarrollada en Atmel Norway, la empresa subsidiaria de Atmel, fundada por los dos arquitectos del chip.

Referencias

Ref. 1.- Sistema de Gestión de Calidad del Departamento de Ingeniería Biomédica del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Ref. 2.- Manual de Organización Específico del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición páginas: 4,5,6,7,8,16,17,18,40,41 y 42.

<http://www.innsz.mx/descargas/normatecainterna/06.manualorgespecifico.pdf>

Ref. 3.- Tipos de incubadoras.

<http://web.archive.org/web/20100322223303/http://www.ub.es/biocel/wbc/tecnicas/cap2.htm#2.2> Incubadores.

Ref. 4.- Manual de Operación y Mantenimiento de la Incubadora de CO₂ Marca Steri Cult Modelo 3033 páginas: 4-1,4-2,5-1,5-2,5-3,5-4,5-5,5-6,5-7 y 5-8.

<http://www.geminibv.nl/labware/forma-scientific-steri-cult-200-incubator/forma-scientific-stericult-200-3035-manual-eng.pdf>

http://portaltransparencia.gob.mx/pot/estructura/showOrganigrama.do%3Fmethod=showOrganigrama%26_idDependencia=12226

Ref. 5.- Contador de centelleo.

<https://es.scribd.com/doc/89573090/Centelleo>

Ref. 6.- Contador Mecánico de Células.

https://prezi.com/qy_eegceeern/contador-mecanico-y-digital-de-celulas/

<https://desego.com/wp-content/uploads/2014/07/manual-kitlab-RBC01.pdf>

<http://www.labolan.es/detalles-familia.php?idarea=17&p=524&lang=es>

Ref. 7.- Tipos de Contadores de Células.

<http://www.medicalexpo.es/fabricante-medical/contador-celulas-10523.html>

Ref. 8.- Arduino.

<http://arduino.cl/que-es-arduino/>

Ref. 9.-Circuito.

<https://123d.circuits.io>

A-1 Problemas y Soluciones que se pueden presentar en una Incubadora Húmeda de CO₂

Tipo de problemas	Soluciones
Gas de CO₂	
<p>Origen del problema: Cámara de puerto de acceso.</p> <p>Causa posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapón de goma montados en la cámara de puerto de acceso. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar y volver a colocar el tapón de goma montado en la cámara de puerto de acceso. • Cambio del tapón de goma.
<p>Origen del problema: Humidificador.</p> <p>Causa posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de agua demasiado alto. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vaciar humidificador a nivel máximo de agua.
<p>Origen del problema: Solenoide de CO₂.</p> <p>Causa posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solenoide defectuoso. • Cables sueltos. • Tornillo de anulación del solenoide colocado mal. • Caudal incorrecto para solenoide de CO₂. • Condensación en solenoide. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de solenoide. • Revisar cables del solenoide. • Ajustar tornillo del solenoide. • Colocar el caudal correcto de CO₂. • Desarmar solenoide para retirar la condensación interior.
<p>Origen del problema: Filtro de cero automático.</p> <p>Causa posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sucio. • Desconectado. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de filtro. • Revisar mangueras de conexión.
<p>Origen del problema: Auto solenoide cero.</p> <p>Causa posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solenoide defectuoso. • Cables sueltos. • Solenoide tornillo manivela colocada mal. • Condensación en solenoide. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de solenoide. • Revisar cables del solenoide. • Ajustar tornillo del solenoide. • Desarmar solenoide para retirar la condensación interior.
<p>Origen del problema: Sensor Infrarrojo.</p> <p>Causa posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cable del sensor desconectado a tarjeta de CO₂. • Sensor defectuoso. • Cable del sensor desconectado a la cabeza del sensor. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar conector del cable a la tarjeta. • Sustituir Conector. • Revisar conector del cable a la cabeza del sensor.

<p>Origen del problema: Placa de Circuito CO₂.</p> <p>Causa posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tarjeta de circuito defectuoso. • Conector a la tarjeta de CO₂ desconectado. • Sensor Infrarrojo no está conectado a bordo del CO₂. • Tablero de CO₂ necesita ser calibrado. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de Tarjeta. • Conectar conector de CO₂ a la tarjeta. • Conectar sensor Infrarrojo a la placa de CO₂. • Calibración de parámetro de CO₂ por medio de la Fyrite.
<p>Origen del problema: Sistema de temperatura.</p> <p>Causa posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La temperatura no se ha estabilizado. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensor de temperatura desconectado. • Cambio de sensor de temperatura. • Calibración de parámetro con equipo de temperatura.
<p>Origen del problema: Gabinete interior y exterior de la puerta.</p> <p>Causa posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abierto. • Puerta exterior no se ha cerrado de forma segura. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cerrar puerta interior. • Verificar que el sensor de la puerta exterior este colocado en su lugar.
<p>Origen del problema: Ventilador del gabinete.</p> <p>Causa posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventilador no funciona. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de ventilador.
<p>Origen del problema: Interruptor de la puerta.</p> <p>Causas posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puerta exterior abierta. • Interruptor de la puerta fuera de la alineación. • Interruptor descompuesto. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cerrar puerta exterior. • Colocar en su lugar el interruptor de la puerta para que se active con la puerta exterior cuando se cierra. • Cambiar interruptor.
<p>Origen del problema: Parpadear % de CO₂ en pantalla y alarma audible.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de CO₂ demasiado alto. • Condensación en las líneas de CO₂ o válvulas. • Bomba de aire defectuosa. • Fallo de un componente en cero automático. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir puerta interior para dejar escapar saturación de CO₂. • Limpieza de líneas o válvulas de CO₂. • Cambio de bomba. • Cambio de tarjeta de CO₂ para un nuevo cero automático.

Monitor de alarma de temperatura	
<p>Origen del problema: Visualización del monitor.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagado y el monitor de batería esté conectado. • Módulo de monitoreo defectuosa. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prender equipo y verificar batería si está mal cambiar batería. • Cambiar módulo por un nuevo.
<p>Origen del problema: Valor de la pantalla del monitor de temperatura.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mal compensado en el monitor del potenciómetro cero. • Supervisar fuera de calibración. • Sonda de temperatura defectuoso. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compensar en cero el monitor. • Calibrar temperatura. • Cambio de sonda.
<p>Origen del problema: Salida del registrador del monitor.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necesidades monitor calibrado. • Monitor de la grabadora de salida abierto / cortocircuito. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibrar monitor. • Cambio de grabadora.
<p>Origen de problema: Vigilar alarma audible.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Módulo de monitoreo defectuosa. • Sobre o bajo la condición de temperatura en el gabinete. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de módulo. • Calibración de temperatura con Thermohigrómetro.
<p>Origen de problema: Vigilar sobre / bajo de alarma.</p> <p>Causas posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Módulo de monitoreo defectuosa. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de módulo.
<p>Origen de Problema: Supervisar normal del interruptor / en espera.</p> <p>Causas posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Módulo de monitoreo defectuosa. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de módulo.
Grabadora	
<p>Origen del Problema: Placa de circuito grabador.</p> <p>Causas posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Circuito grabador fuera de calibración. • Circuito grabador defectuoso. • Posible problema de cableado. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hacer calibración en el grabador. • Cambiar Circuito. • Revisar cableado del circuito.

<p>Origen del Problema: Grabadora externa de alambre en circuito.</p> <p>Causas posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La longitud del cable de extensión ha superado los 50 pies o un alambre de calibre más pequeño que 22 pies. • Cable cortocircuitado o abierto. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medir la longitud del cable y que no cambie la longitud máxima o mínima. • Cambio de cable.
<p>Origen del Problema: Módulo de temperatura.</p> <p>Causas posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Módulo defectuoso. • Conector de corriente mal. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de módulo de temperatura. • Cambio de conector de corriente.
<p>Origen del Problema: Microprocesador.</p> <p>Causas posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conector de corriente mal. • Microprocesador descompuesto. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de conector de corriente. • Cambio de Tarjeta del microprocesador.
<p>Origen del Problema: Sonda de temperatura.</p> <p>Causas posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Defectuoso. • Pérdida de conexión en placa de microprocesador. • Colocación de la sonda en el conector incorrecto. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de sonda. • Reconectar sonda en placa. • Colocar sonda en conector correcto.
<p>Origen del Problema: Calentador de temperatura.</p> <p>Causas posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calentador del armario defectuosa. • Calentador de la puerta defectuosa. • Conexión eléctrica floja en calentadores. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de calentador. • Cambio de calentador de la puerta. • Apretar la conexión eléctrica.
<p>Origen del Problema: Relay de temperatura.</p> <p>Causas Posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relay de temperatura defectuoso. • Conexión eléctrica floja en el Relay. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de Relay. • Apretar la conexión eléctrica.
<p>Origen del Problema: Ventilador de componente.</p> <p>Causas Posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventilador defectuoso. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de Ventilador.

<p>Origen del Problema: Sobre temperatura en el punto de ajuste de temperatura.</p> <p>Causas Posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajuste de temperatura establecido de forma incorrecta. • Monitor de temperatura defectuoso. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajustar temperatura a la que se desea. • Cambio de monitor de temperatura.
<p>Origen del Problema: Interruptor de la puerta.</p> <p>Causas Posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puerta exterior abierta. • Interruptor de la puerta fuera de la alineación. • Interruptor defectuoso. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cerrar puerta exterior. • Alinear interruptor de la puerta. • Cambiar Interruptor.
<p>Origen del Problema: Ventilador del gabinete.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La válvula está dañada. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de válvula.
Humedad	
<p>Origen del Problema: Microprocesador.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conector suelto. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar conector en su lugar.
<p>Origen del Problema: Temperatura del Sistema.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema no funciona correctamente. • Calibración Necesaria. • El control de temperatura no está en la banda. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de resistencias. • Realizar calibración de temperatura. • Ajustar el control de temperatura en la banda que se quiere.
<p>Origen del Problema: Sonda del punto de condensación.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonda defectuosa. • Pérdida de conexión en placa de microprocesador. • Colocación de la sonda incorrecta en la funda. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de Sonda. • Hacer la conexión en la placa del microprocesador. • Colocar la sonda de condensación en la funda correcta.
<p>Origen del Problema: Relay de control de humedad.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relay defectuoso. • Cables sueltos. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de Relay. • Colocación de cables.

<p>Origen del Problema: Relleno de solenoide de agua.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solenoide defectuoso. • Cables sueltos. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de solenoide. • Colocación de cables.
<p>Origen del Problema: Calibración.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitor de origen cero incorrecto. • Módulo de humedad del monitor de origen cero incorrecto. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibrar origen cero del monitor. • Calibrar módulo de humedad del origen cero.
<p>Origen del Problema: Ventilador del gabinete.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventilador descompuesto. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de ventilador.
<p>Origen del Problema: Orificio interior del Gabinete.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sucio. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza del Orificio.
<p>Origen del Problema: Alta temperatura del ambiente.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura ambiente cerca o por encima de temperatura del punto de condensación. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfriar la temperatura del ambiente.
<p>Origen del Problema: Interruptor de la puerta.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puerta exterior abierta. • Interruptor de la puerta fuera de la alineación. • Interruptor defectuoso. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cerrar la puerta. • Colocar el interruptor de la puerta en su lugar. • Cambio de interruptor.
Gabinete de Condensación	
<p>Origen del Problema: Calentadores del Gabinete.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conexión eléctrica floja. • Circuito abierto del calentador. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apretar la conexión eléctrica. • Cambio de resistencias del circuito del calentador.

<p>Origen del Problema: Calentador de la puerta exterior.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conexión eléctrica floja. • Circuito abierto del calentador. • Enchufe de la resistencia de la puerta desconectado. • Puerta abierta mucho tiempo. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apretar la conexión eléctrica. • Cambio de resistencias del circuito del calentador. • Conectar la resistencia de la puerta. • Cerrar la puerta y dejar estabilizar la temperatura de la puerta.
<p>Origen del Problema: Puerta interior.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sello de la puerta gastado. • Puerta abierta mucho tiempo. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de sello de la puerta. • Cerrar la puerta y dejar estabilizar la temperatura de la puerta.
<p>Origen del Problema: Humidificador.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flotador de nivel demasiado alto. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vaciar humidificador a la mitad para bajar flotador.
<p>Origen del Problema: Control de humedad.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control de humedad defectuoso. • Control de humedad necesita calibración. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de control de humedad. • Calibración del control de humedad.
<p>Origen del Problema: Control de temperatura.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control de temperatura defectuoso. • Control de temperatura necesita calibración. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de control de temperatura. • Calibración del control de temperatura.
Tuberías de condensación	
<p>Origen del Problema: Caja de sensores.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cubierta lateral o el aislamiento removidos. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar cubierta lateral o el aislamiento a la caja de sensores.
<p>Origen del Problema: Puerta de acceso lateral.</p> <p>Causas Posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No instalado. 	<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar la puerta lateral de la incubadora para proteger las tuberías de condensación.

A-2 Programa del Contador Digital de Células y Descripción del Programa

//Programa contador BCD desde 000 hasta 999 con un 74ls47

```
const int A = 4;
const int B = 5;
const int C = 6;
const int D = 7;

const int arriba = 8;
const int reset = 9;

const int displayUnidades = 10;
const int displayDecenas = 11;
const int displayCentenas = 12;

int estadoUp;
int estadoReset;

int estadoBotonAnteriorUp;
int estadoBotonAnteriorReset;

const int tiempo = 10;
const int tiempoAntirebote = 10;

int numero = 0;
int unidades = 0;
int decenas = 0;
int centenas = 0;

int conta = 0; // Variable para el contador
boolean estadoAnterior = LOW; // Estado anterior del botón
boolean estadoActual = LOW; // Estado actual del botón

byte inc;

void escribirBcd(byte num)
{
digitalWrite(A, (num&1) == 1);
digitalWrite(B, (num&2) == 2);
digitalWrite(C, (num&4) == 4);
digitalWrite(D, (num&8) == 8);
}
```

```

void setup()
{
pinMode(A,OUTPUT);
pinMode(B,OUTPUT);
pinMode(C,OUTPUT);
pinMode(D,OUTPUT);
pinMode(displayUnidades,OUTPUT);
pinMode(displayDecenas,OUTPUT);
pinMode(displayCentenas,OUTPUT);
pinMode(arriba,INPUT);
pinMode(reset,INPUT);

digitalWrite(displayUnidades,HIGH);
digitalWrite(displayDecenas,HIGH);
digitalWrite(displayCentenas,HIGH);
inc = 0;
}

//*****RUTINA ANTIREBOTE*****
boolean antiRebote (int pin )
{
int contador =0;
boolean estado; // guarda el estado del boton
boolean estadoAnterior; // guarda el ultimo estado del boton

do
{
estado = digitalRead (pin);
if (estado != estadoAnterior ) { // comparamos el estado actual
contador = 0;
estadoAnterior = estado;
}
else
{
contador = contador + 1; // aumentamos el contador en 1
}
delay (1);
}
while (contador < tiempoAntirebote);
return estado;
}

//*****
void habilitarUnidades()
{
escribirBcd(unidades);
}

```

```

digitalWrite(displayUnidades,HIGH);
digitalWrite(displayDecenas,LOW);
digitalWrite(displayCentenas,LOW);
delay(tiempo);
}

```

```

void habilitarDecenas()
{
escribirBcd(decenas);
digitalWrite(displayUnidades,LOW);
digitalWrite(displayDecenas,HIGH);
digitalWrite(displayCentenas,LOW);
delay(tiempo);

}

```

```

void habilitarCentenas()
{
escribirBcd(centenas);
digitalWrite(displayUnidades,LOW);
digitalWrite(displayDecenas,LOW);
digitalWrite(displayCentenas,HIGH);
delay(tiempo);

}

```

```

void loop()
{

estadoUp = digitalRead(arriba);
estadoReset = digitalRead(reset);

//*****
if (estadoUp != estadoBotonAnteriorUp) { //si hay cambio con respecto al estado
if (antiRebote (arriba)) { //cheamos si esta presionado y si lo esta
numero++;
}
}
estadoBotonAnteriorUp = estadoUp; // guardamos el estado del boton

//*****
*****
if (estadoReset != estadoBotonAnteriorReset) { //si hay cambio con respecto al estado
if (antiRebote (reset)) { //cheamos si esta presionado y si lo esta
numero=0;
}
}
}

```

```
estadoBotonAnteriorReset = estadoReset; // guardamos el estado del boton
```

```
if(numero>999)
{
numero = 0;
}
if(numero<0)
{
numero = 999;
}
```

```
centenas = numero/100; //Obtener número de centena
```

```
decenas = (numero-(centenas*100))/10; //Extraigo el dígito de las unidades
```

```
unidades= numero-(centenas*100)-(decenas*10); //Extraigo el dígito de las decenas
```

```
habilitarUnidades();
habilitarDecenas();
habilitarCentenas();
}
```