

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CINCO EXPENDEDORES
ELECTRÓNICOS DE PRESERVATIVOS PARA CIES SALUD
SEXUAL SALUD REPRODUCTIVA”**

**MEMORIA TÉCNICA – PETAENG PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.**

POSTULANTE: UNIV. RENAN IBAÑEZ LARUTA
TUTOR: ING. JOSE ARTURO MARIN THAMES

La Paz – Bolivia

2018

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme el regalo de la vida, por estar a mi lado en los tiempos buenos para ser feliz y en los tiempos malos para aprender. A mis padres Pedro Ibañez Kantuta y Ronualda Laruta Cruz, por haberme entregado cuidados, amor y ser la guía en los proyectos que he iniciado en mi vida, no sería nada sin ustedes. A mis hermanas por su apoyo incondicional.

A mi compañera Angela Gómez madre de mi hija, gracias a ti Emma Natalie por ayudarme a encontrar el lado dulce de la vida en tu sonrisa, mis ganas de buscar lo mejor para ti, fuiste la motivación más grande para concluir con éxito este proyecto.

INTRODUCCIÓN

El proyecto diseño y construcción de cinco expendedores de preservativos surge gracias a la necesidad que tiene: Cíes Salud Sexual Salud Reproductiva. El cual promueve distintos proyectos de educación y concientización sobre Salud Sexual y Salud Reproductiva.

Uno de estos proyectos es la distribución de preservativos de manera gratuita en lugares de gran afluencia de personas y también en las Clínicas de CIES con la instalación de máquinas dispensadoras de preservativos. Según Cíes, el uso del condón "puede prevenir embarazos no planificados, no deseados o inoportunos, además del cáncer de cuello uterino o cualquier Infección de transmisión sexual (ITS).

Entre los equipos dispensadores que existen en el mercado asiático se ha encontrado equipos con capacidad máxima de 100 preservativos, con un diseño definido por el fabricante lo que no satisface las necesidades de nuestro cliente el cual requiere un equipo con las siguientes características técnicas mínimas: equipo electrónico de funcionamiento automático, accionamiento con monedas configurable, equipo relativamente pequeño, con gran capacidad de almacenaje de productos mínima de 600 preservativos, diseño personalizado a las exigencias del cliente.

Por los motivos y necesidades descritas líneas atrás, Cíes contactó a nuestra empresa solicitando una solución al problema, por lo que nuestra empresa propuso realizar el diseño y construcción de los dispensadores de preservativos con las características técnicas que requiere.

RESUMEN

Bioelectronik - Ingeniería Hospitalaria, es una empresa legalmente establecida fundada el 10 de abril de 2015, Bioelectronik realiza Mantenimiento y Equipamiento Médico, a lo largo de su trayectoria ha logrado establecer lazos comerciales con distintas entidades del área de la salud como ser: Hospital Arco Iris, Caja Nacional de Salud, Seguro Social Universitario, Hospital Municipal Boliviano Holandés, Hospital municipal los Andes, Centro Medico Internacional HOPE, Mediquip S.R.L, Cíes Salud Sexual Salud Reproductiva, etc.

Nuestro cliente Cíes Salud Sexual Salud Reproductiva la cual tiene la misión de concientizar y educar en cuanto al uso responsable de métodos anticonceptivos de prevención sexual y reproductiva en nuestra sociedad. Tiene un proyecto de distribución de preservativos de forma masiva y automática, para este motivo se necesitan máquinas expendedoras de gran capacidad las cuales deben ser instaladas en las clínicas de CIES.

Debido que en el mercado local, e incluso en el mercado internacional no existe un equipo con capacidad de poder dispensar productos anticonceptivos como ser el preservativo de una manera automática con gran capacidad de almacenamiento para poder ser instalados en las clínicas CIES y otros centros con gran afluencia de población. Bioelectronik planteó la solución al problema de distribución automática y masiva de productos anticonceptivos que promueve CIES, con el diseño y fabricación del dispensador electrónico de preservativos.

El dispensador electrónico de preservativos tiene como objeto expender un preservativo, cuando un sujeto introduce monedas de cortes de 1 o 5 bolivianos, las cuales son visualizadas en una pantalla LCD 16 x 2 indicando el crédito acumulado, crédito que será descontado según la siguiente relación: 1 preservativo = 1 boliviano.

Una vez visualizado el crédito en la pantalla LCD el sujeto podrá elegir entre los cuatro productos disponibles mostrados en la parte frontal del equipo seleccionando cada uno con un pulsador ubicado debajo de cada mostrador de producto, a la vez se manda una señal a un

microcontrolador Arduino Mega 2560 para accionamiento o funcionamiento de un motor el cual expenderá el preservativo seleccionado, una vez dispensado el producto este pasara por un sensor ubicado cerca de la bandeja de recepción de producto la cual informara al microcontrolador que debe parar el funcionamiento del motor.

En cuanto a la capacidad, el equipo cuenta con cuatro bandejas cada una con tres carriles de almacenamiento de producto, además cuenta con sensores que detectan cuando una bandeja se encuentra vacía y esta a su vez indica en forma visual la falta de producto, inhabilitando la selección del producto faltante.

Los beneficios de este equipo son:

- ✓ La simplicidad en cuanto al uso es de manejo intuitivo.
- ✓ Información acerca de una sexualidad responsable a través de la pantalla LCD.
- ✓ Accesibilidad, ya que se encuentra instalado en lugares públicos.
- ✓ Capacidad más de 600 preservativos, lo que reduce la frecuencia de recarga de productos.

INDICE:

INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	4
1. ANTECEDENTES GENERALES	11
1.1.Descripción de empresas e instituciones donde se llevó a cabo la actividad laboral. 11	
1.1.1. Intersanitas S.R.L.	9
1.1.2. Sanimed S.R.L.	12
1.1.3. Caja de Salud de la Banca Privada	10
1.1.4. Bioelectronik	12
1.2. Institución contratante Cíes Salud Sexual Salud Reproductiva.....	13
1.2.1. Misión.....	14
1.2.2. Visión	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2.1. Identificación del Problema	15
2.2. Formulación del Problema.....	15
2.3. Objetivos.....	16
2.3.1. Objetivo General.....	16
2.3.2. Objetivos Específicos	16
2.4. Justificación	16
2.4.1. Justificación Económica.....	16
2.4.2. Justificación Social	16
2.4.3. Justificación Técnica	18
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	19
3.1. Dispensador de preservativos electrónico.....	19
3.2. ¿Qué es ARDUINO?.....	19
3.2.1. Arduino Mega 2560.	20
3.2.2. Especificaciones técnicas.....	22
3.3. Display de Cristal Líquido.	22
3.3.1. Características de pantalla LCD	22
3.3.2. Memoria del LCD	23

3.3.3. DD RAM (Display Data Ram)	23
3.3.4. LA CG RAM (Character Generator RAM).	25
3.3.5. Interfaz hardware	26
3.4 Transistores.....	27
3.5. Sensores y Relés	29
3.5.1. Sensores.	29
3.5.2. Resistencia LDR (Light Dependent Resistors) o fotorresistencia. }	29
3.5.3. Relés	29
4. MARCO PRÁCTICO	31
4.1. Diseño y construcción del expendedor de preservativos.....	29
4.1.1. Diagrama en bloques del sistema.	29
4.1.2. Teoria del Funcionamiento.....	29
4.2. Componentes electrónicos y eléctricos	32
4.2.1. Fuente de alimentación.....	32
4.2.2. Tarjeta de control en base al microprocesador Arduino Mega 2560.....	32
4.2.2.1. Descripción de funcionamiento de tarjeta de control	33
4.2.3. Monedero electrónico modelo CL-530.....	34
4.2.4. Pantalla LCD 16x2	36
4.2.4.1. Descripción del funcionamiento	36
4.2.5. Pulsadores de selección de producto	38
4.2.6. Indicador luminoso de falta de producto	39
4.2.7. Circuito paro de motores	40
4.2.8. Tarjeta de potencia y controladora de motores.....	42
4.2.9. Circuito de conmutación de motores	43
4.3. Componentes mecánicos.....	44
4.3.1. Bandejas de almacenamiento de producto.....	44
4.4. Diseño de software e implementación de circuitos electrónicos	44
4.4.1. Diseño de circuitos en Isis Proteus.....	45
4.4.2. Código del software para Arduino Mega 2560	45
4.5. Diseño final del dispensadore de preservativos.	44
4.5.1. Diseño del arte frontal del equipo.....	44

4.5.2. Componentes del sistema.....	44
4.5.3. Características Técnicas del expendedor.....	45
4.6. Instalacion de los expendedores de preservativos.....	48
4.7. Costos y presupuestos.....	46
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
7.. ANEXOS.....	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapeo de pines Arduino Mega 2560.	21
Figura 2. Display de cristal Líquido.	23
Figura 3. Display virtual y display real.	24
Figura 4. Mapa de memoria de la DDRAM y sus posiciones en el display virtual.	25
Figura 5. Carácter definido por el usuario y valores almacenados en la CGRAM.	26
Figura 6. Asignación de pines del LCD.	26
Figura 7. Interfaz de display.	27
Figura 8. Transistores; (a) Transistor NPN; (b) Transistor PNP.	28
Figura 9. Curva Característica de un Transistor Bipolar.	28
Figura 10. Símbolo del Relé.	29
Figura 11. Diagrama en bloques del sistema. (Fuente: elaboración propia).	31
Figura 12. Tarjeta de control basada en Arduino Mega 2560 (fuente: elaboración propia).	33
Figura 13. Monedero electrónico modelo: CL-530 (fuente: elaboración propia).	35
Figura 14. Diagrama de Circuito Monedero con Arduino Mega 2560 (fuente: elaboración propia).....	36
Figura 15. Mensaje en modo de espera (fuente: elaboración propia).....	37
Figura 16. LCD en modo de funcionamiento (fuente: elaboración propia).	37
Figura 17. LCD con mensaje sin producto (fuente: elaboración propia).	38
Figura 18. Pulsadores selectores de producto (fuente: elaboración propia).	38
Figura 19. Diagrama de conexión de los pulsadores (fuente: elaboración propia).	39
Figura 20. Circuito falta de producto (fuente: elaboración propia).	40
Figura 21. Circuito paro de motores (fuente: elaboración propia).	41
Figura 22. Circuito tarjeta control de motores (fuente: elaboración propia).	42
Figura 23. Circuito conmutación de motores (fuente: elaboración propia).....	43
Figura 24. Bandeja de almacenamiento de productos (fuente: elaboración propia).	44
Figura 25. Circuito de control con Isis Proteus (fuente: elaboración propia).	45
Figura 26. Diseño del arte (fuente: elaboración propia).....	46
Figura 27. Componentes del sistema (Fuente: elaboración propia).	46
Figura 28. Instalación en la Universidad Pública de El Alto. (Fuente: propia).....	54
Figura 29. Instalación en Clínica Cies El Alto. (Fuente: propia).	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas e instituciones donde se llevó a cabo la actividad laboral.	11
Tabla 2. Tasa de natalidad y mortalidad materna en Latinoamérica.	17
Tabla 3. Instalación de equipos.	48
Tabla 4. Materiales electrónicos y eléctricos.....	48
Tabla 5. Materiales Mecánicos y otros.	50
Tabla 6. Sueldos y salarios.	50
Tabla 7. Calculo de impuestos y utilidad neta.....	51

CAPITULO I
MARCO INSTITUCIONAL

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Descripción de empresas e instituciones donde se llevó a cabo la actividad laboral.

A lo largo de la trayectoria laboral se adquirieron conocimientos y experiencia en el área de equipamiento, instalación y mantenimiento de equipos médicos a partir del 11 de octubre de 2010 en las siguientes empresas e instituciones:

Tabla 1. Empresas e instituciones donde se llevó a cabo la actividad laboral.

EMPRESA O INSTITUCIÓN	RUBRO DE LA EMPRESA	AÑOS DE TRABAJO
Intersanitas S.R.L.	Equipamiento y mantenimiento de equipos médicos	3 años y 6 meses
Sanimed S.R.L.	Equipamiento y mantenimiento de equipos médicos	7 meses
Caja de Salud de la Banca Privada	Entidad que brinda servicio de salud a la población asegurada.	1 año
Bioelectronik	Equipamiento y mantenimiento de equipos médicos	2 años y 6 meses

(Fuente: elaboración propia).

1.1.1. Intersanitas S.R.L.

Empresa pionera en el área de equipamiento médico desde 1997, representante de marcas de reconocimiento internacional como son: Steris, Datex Ohmeda, Merivaara, Nipro, Attisu, Girbau, Biotronik, Abbott, Médica, Mindray, etc.

Empresa donde se empezó realizando pasantías el 11 de octubre de 2010 y posteriormente a trabajar como personal de planta, estando a cargo como ingeniero/técnico de soporte en proyectos de mantenimiento de equipos médicos en entidades de salud como ser: Hospital Arco Iris, Caja Petrolera de Salud, Caja de Salud de la Banca Privada, Hospital Holandés, Hospital

Los Andes, etc.

Así también se estuvo a cargo de equipos de esterilización de la marca: STERIS, en su mantenimiento, instalación y capacitación al personal clínico y técnico de estos equipos, también se recibió capacitación técnica por el fabricante en mayo de 2012.

En el área de equipamiento médico la marca: DATEX OHMEDA hoy llamada GENERAL ELECTRIC, recibiendo capacitación técnica por el fabricante para la instalación, mantenimiento y capacitación en la amplia gama de equipos como ser: máquinas de anestesia, ventiladores mecánicos, centrales de monitoreo para terapia intensiva, monitores de anestesia, incubadoras, servocunas, fototerapias, monitores de recuperación, electrocardiógrafos y otros.

1.1.2. Sanimed S.R.L.

En junio de 2014 Intersanitas S.R.L. cambio su razón social a Sanimed S.R.L. a partir de esa fecha se estuvo a cargo de la Dirección de Servicio Técnico de la Empresa, manejando los proyectos de mantenimiento con entidades de salud con las que se tenían contratos de mantenimiento y proyectos de instalación de equipos nuevos adjudicados.

Durante el tiempo de permanencia en la empresa se adquirieron conocimientos en el mantenimiento de estos equipos, también de cómo se realizan los procesos de comercialización de equipos como ser participación en procesos de contratación del estado mediante Licitaciones, ANPE, Compras menores, etc.

1.1.3. Caja de Salud de la Banca Privada

En febrero de 2015 se comenzó a trabajar en la Caja de Salud de la Banca Privada que brinda servicios en salud a la población asegurada, estando a cargo de la Unidad de Electro medicina del Policlínico Central La Paz, ubicado en la calle Capitán Ravelo esquina Montevideo.

Entre las funciones encomendadas a mi persona están las de elaboración y calificación especificaciones técnicas para la adquisición de equipamiento médico nuevo y repuestos, elaboración y calificación de especificaciones técnicas para la contratación de empresas que realizan el mantenimiento de la base de equipos instalados en el Policlínico, y la supervisión del trabajo realizado por las empresas adjudicadas en ambos casos.

1.1.4. Bioelectronik

Fundada 10 de abril de 2015 empresa legalmente establecida con número de identificación tributaria N° 6733011016 y matrícula de comercio N° 327537, hasta la fecha ha logrado establecer relaciones comerciales con las siguientes entidades de Salud: Hospital Arco Iris, Caja Nacional de Salud, Seguro Social Universitario La Paz, Hospital Municipal Boliviano Holandés, Hospital municipal los Andes, Centro Medico Internacional HOPE, Mediquip S.R.L, Cíes Salud Sexual Salud Reproductiva, clínicas privadas, etc. Y que gracias a la colaboración de profesionales como Ing. Leonardo Herrera Díaz, Ing. Angela Gómez, Lic. Jesús Vargas Prado, egresado de Ing. Biomédica Gabriel Céspedes y Técnico Superior en electro medicina Jhivan Mendoza Mayta ha logrado hasta la fecha permanecer vigente en el rubro al cual nos dedicamos.

La empresa en un principio solo brindaba servicio de mantenimiento de equipos médicos, con el transcurso del tiempo ha incursionando en el equipamiento hospitalario. Hoy en día la empresa tiene relaciones con entidades de salud brindando servicio técnico y comercialización.

1.2. Institución contratante Cíes Salud Sexual Salud Reproductiva

CIES es una organización de desarrollo social, privada y sin fines de lucro, que contribuye al ejercicio pleno de los Derechos Sexuales y Derechos Reproductivos de la población Boliviana; todos los días se trabaja para lograr el pleno ejercicio de la salud sexual y la salud reproductiva y la mejora de la calidad de vida de la población urbana y rural con énfasis en la población que vive en situaciones de vulnerabilidad.

ONG CENTRO DE INVESTIGACIÓN EDUCACIÓN Y SERVICIOS, con acrónimo CIES Salud Sexual - Salud Reproductiva, con Personalidad Jurídica reconocida mediante Resolución Suprema Nro. 206893 de 18 de diciembre de 1989, registrada en el Ministerio de Autonomías con código de control N° R121 - Código alfanumérico: 5d836f6712872506d6303e7d4916262a, con Certificado del Registro Único Nacional de ONGs N° 0051 y con número de Identificación

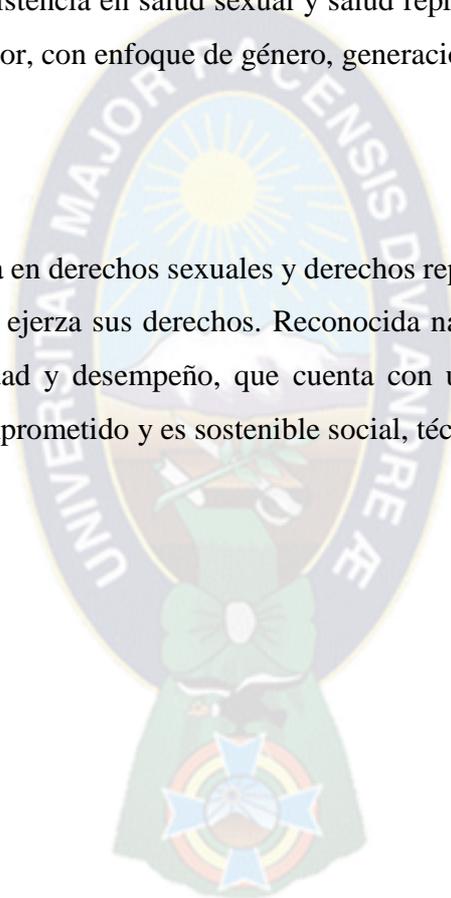
Tributaria (NIT) 1006987025.¹

1.2.1. Misión

Somos una organización de desarrollo social privada y sin fines de lucro que contribuye al ejercicio de los DSDR para mejorar la calidad de vida de la población boliviana urbana y rural, con énfasis en aquella que vive en situaciones de vulnerabilidad. Desarrollamos el modelo de promoción y asistencia en salud sexual y salud reproductiva CIES, que tiene un abordaje integral e innovador, con enfoque de género, generacional e intercultural.

1.2.2. Visión

Organización de excelencia en derechos sexuales y derechos reproductivos que contribuye a que la población boliviana ejerza sus derechos. Reconocida nacional e internacionalmente por su liderazgo, efectividad y desempeño, que cuenta con un equipo multidisciplinario calificado, motivado y comprometido y es sostenible social, técnica y financieramente.²



¹ "Historia de Cies", [en línea]. 29 de octubre de 2017. Disponible en la Web: <http://www.cies.org.bo/nosotros/institucional/quienes-somos>.

² "Misión y Visión de Cies", [en línea]. 29 de octubre de 2017. Disponible en la Web: <http://www.cies.org.bo/nosotros/institucional/mision-y-vision>

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del Problema

Entre los diferentes programas y proyectos que desarrolla CIES, también implementa programas educativos destinados a que adolescentes, jóvenes y mujeres logren el ejercicio pleno de sus derechos sexuales y derechos reproductivos. Para lo cual tiene el proyecto de llegar a la población con la educación y concientización en el uso del preservativo mediante la distribución de preservativos.

Uno de los métodos de distribución planteada por CIES, es la instalación de máquinas dispensadoras de preservativos en lugares públicos y de gran afluencia de gente. Estas máquinas deben tener las características de ser compactas, automáticas y de gran capacidad de almacenamiento de productos.

Cabe mencionar que en nuestro país, CIES es la primera institución que realizará la instalación 5 máquinas dispensadoras para cumplir este propósito.

2.2. Formulación del Problema

Debido a que en el mercado local e incluso en el mercado internacional no existe un equipo diseñado para la dispensación de preservativos con gran capacidad de almacenamiento de producto y funcionamiento automático, además que tenga un diseño personalizado acorde a las necesidades del cliente, CIES contactó a nuestra empresa para que propongamos una solución a este problema, después de reuniones realizadas con el personal de CIES, Bioelectronik planteo el diseño y construcción de cinco expendedores de preservativos personalizados para CIES.

De todo esto, nos planteamos la interrogante:

¿El diseño e instalación de dispensadores electrónicos en lugares públicos y clínicas de Cíes, cumplirá con las expectativas de Cíes para poder llegar a la población con el objetivo de promover la educación y sexualidad responsable?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

- Realizar el diseño de 5 expendedores electrónicos de preservativos para Cíes, Salud Sexual Salud Reproductiva y la instalación de los equipos en lugares públicos de gran afluencia de personas.

2.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar el diseño, construcción de sistema mecánico y carcasa del equipo dispensador de preservativos.
- Realizar el diseño electrónico de la tarjeta de control en base al microcontrolador Arduino Mega 2560, tarjeta de control de conmutación de motores, circuito de sensores detectores de falta de producto y sensor de bandeja.
- Elaboración del código fuente para el microcontrolador Arduino Mega 2560.
- Instalación final de los dispensadores en lugares con gran afluencia de personas para el fácil acceso a los mismos.

2.4. Justificación

2.4.1. Justificación Económica

La instalación de los expendedores de preservativos no tiene una justificación económica ya que el propósito de Cíes Salud Sexual Salud Reproductiva, es llegar a la población joven mediante la distribución gratuita de los preservativos para promover la educación y ejecución de sus derechos sexuales y derechos reproductivos.

En una primera instancia la distribución será gratuita, posteriormente si las instituciones donde sean instalados los equipos así lo deciden podría tener un costo por el preservativo ya que el equipo se puede accionar también con monedas.

2.4.2. Justificación Social

El más reciente informe sobre el "Estado de la población mundial", del Fondo de las Naciones Unidas para la Población (UNFPA, por sus siglas en inglés), señala que la tasa de natalidad en mujeres entre 15 y 19 años en Bolivia es de 116 por cada 1.000.

La tasa de mortalidad materna en Bolivia es de 206 por cada 100.000 nacidos vivos, mientras que en América Latina el promedio es de 92 en cada 100.000.

Tabla 2. Tasa de natalidad y mortalidad materna en Latinoamérica.

País	Tasa de natalidad en la adolescencia, por cada 1.000 mujeres de 15 a 19 años (2006-2015)	Tasa de mortalidad materna por cada 100.000 nacidos vivos (2015)
Bolivia	116	206
Honduras	101	129
Venezuela	95	95
Nicaragua	92	150
Guatemala	91	88
Panamá	91	94
República Dominicana	90	92
Colombia	84	64
México	83	38
El Salvador	72	54
Argentina	68	52
Haití	66	359
Brasil	65	44
Perú	65	68
Promedio de Latinoamérica	77	92

Fuente: "Estado de la población mundial 2016", UNFPA.

(Fuente: Fondo de las naciones Unidas para la Población UNFPA).³

El representante de UNFPA añadió que, entre los motivos del crecimiento del embarazo adolescente en Bolivia, está la ausencia de educación integral sobre sexualidad.

³ Tabla 2. Tasa de natalidad y mortalidad materna en Latinoamérica, disponible en: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39485257>

"Lo que falta no son anticonceptivos, sino una demanda informada de ellos. Los adolescentes tienen una vida sexual sin información, educación, ni salud apropiadas", añadió.⁴

Con los proyectos y programas que promueve Cíes Salud Sexual Salud Reproductiva, se pretende reducir las tasas de natalidad en adolescentes, embarazos no deseados y enfermedades de transmisión sexual.

2.4.3. Justificación Técnica

Se ha buscado fabricantes de equipos dispensadores de preservativos en el mercado nacional e internacional para realizar su importación, sin embargo existen equipos con capacidad de almacenamiento de 50 hasta 100 unidades como máximo, sus diseños no son personalizados a las exigencias del cliente.

Se ha propuesto el diseño y fabricación de un equipo compacto, con capacidad de 600 preservativos y flexible en cuanto a software, debido a que en una primera instancia el equipo deberá funcionar de forma gratuita y posteriormente si la entidad lo requiera pueda ser accionada con monedas.

⁴ ."Tasas de natalidad y mortalidad en américa latina", [en línea]. 29 de octubre de 2017. Disponible en la Web: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39485257>

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. Dispensador de preservativos electrónico.

El dispensador de preservativos es una maquina electrónica que dispensa productos, en este caso preservativos cuando un usuario o cliente deposita una moneda en el equipo con lo que obtiene un crédito, posteriormente el cliente puede seleccionar un producto disponible en el equipo y la maquina se lo entrega de manera automática.

Para el diseño y construcción de la maquina se han utilizado distintos componentes electrónicos como ser: microcontrolador Arduino Mega 2560, pantalla LCD 16 x 2, monedero electrónico, fuente ATX, motores dc reductores, transistores BC 548, TIP31 y, relé de 5 voltios, resistencias dependiente de la luz LDR, otros componentes pasivos.

A continuación mencionaremos un poco de teoría importante de cada uno de estos componentes mencionados.

3.2.¿Qué es ARDUINO?

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica 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 sentir 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 Lenguaje (basado en Wiring¹) y el Arduino Development Environment (basado en Processing²). 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 encargadas 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. Arduino Mega 2560.

El Arduino Mega 2560 es un microcontrolador basado en el ATmega2560. Tiene 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; simplemente conéctelo a una computadora con un cable USB o con un adaptador de CA a CC o batería para comenzar.

El ATmega2560 en el Mega 2560 viene pre programado con un gestor de arranque que le permite cargar un nuevo código sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica utilizando el protocolo original STK500 (referencia, archivos de encabezado C). También puede omitir el gestor de arranque y programar el microcontrolador a través del encabezado ICSP (Programación serial en circuito) usando Arduino ISP o similar; ver estas instrucciones para más detalles.

El Mega 2560 puede alimentarse a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de poder se selecciona automáticamente. La alimentación externa (no USB) puede provenir de un adaptador de CA a CC (wall-wart) o batería. El adaptador se puede conectar al enchufar un conector positivo de 2.1 mm en el conector de alimentación de la placa. Los cables de una batería se pueden insertar en los conectores GND y Vin pin del conector POWER. La placa puede operar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. Sin embargo, si se suministra con menos de 7 V, el pin de 5 V puede suministrar menos de cinco voltios y la placa puede volverse inestable. Si usa más de 12 V, el regulador de voltaje puede sobrecalentarse y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios. Los pines de alimentación son los siguientes:

Vin. El voltaje de entrada a la placa cuando está usando una fuente de alimentación externa (a diferencia de 5 voltios de la conexión USB u otra fuente de alimentación regulada).

5V. Este pin genera un 5 V regulado desde el regulador en el tablero. La placa se puede alimentar con la toma de alimentación de CC (7-12 V), el conector USB (5 V) o el pin VIN

de la placa (7-12 V). El suministro de voltaje a través de los pines de 5V o 3.3V evita el regulador y puede dañar su tarjeta. Nosotros no lo aconsejamos

3V3. Una fuente de 3.3 voltios generada por el regulador a bordo. El consumo máximo de corriente es de 50 mA.

GND. Pines de tierra

IOREF. Este pin en la placa proporciona la referencia de voltaje con la que opera el microcontrolador. Un blindaje correctamente configurado puede leer el voltaje del pin IOREF y seleccionar la fuente de alimentación apropiada o habilitar traductores de voltaje en las salidas para trabajar con 5V o 3.3V.

Memoria El ATmega2560 tiene 256 KB de memoria flash para almacenar el código (de los cuales 8 KB se usan para el gestor de arranque), 8 KB de SRAM y 4 KB de Entrada y salida.

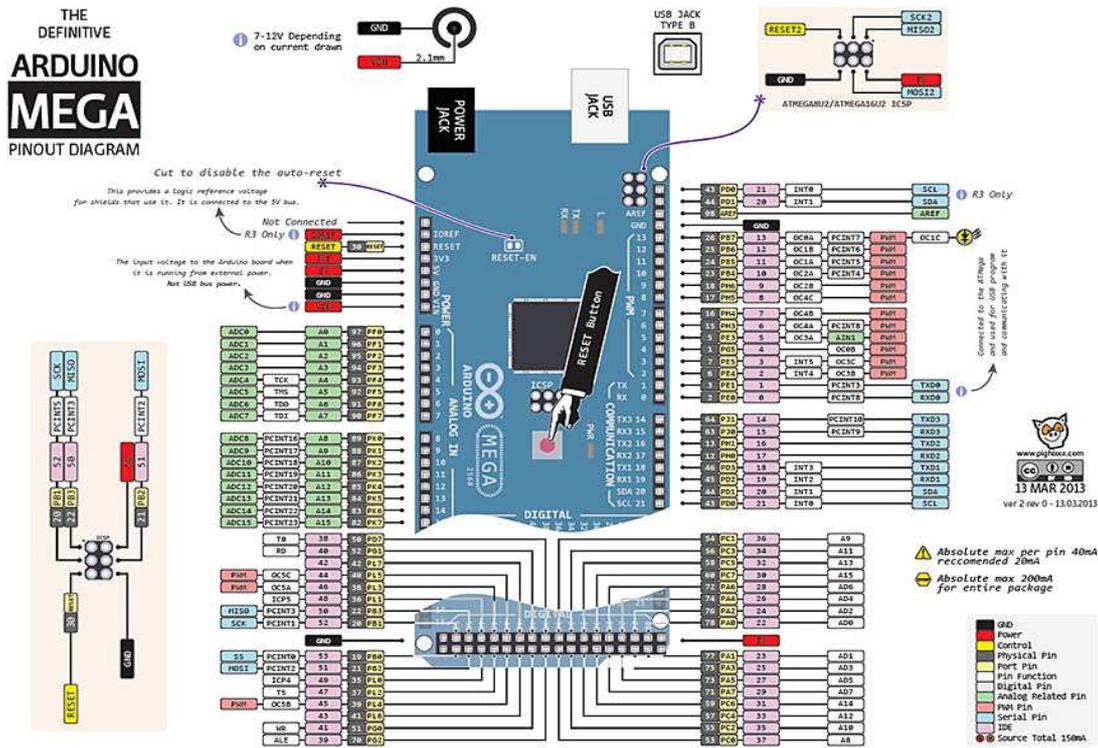


Figura 1. Mapeo de pines Arduino Mega 2560.⁵

MAPEO DE PINES ATmega2560 Cada uno de los 54 pines digitales del Mega se puede usar como entrada o salida, usando las funciones pinMode (), digitalWrite () y digitalRead (). Operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir 20 mA según las condiciones

⁵ Figura 1. Mapeo de pines Arduino Mega 2560, disponible en: <http://saber.patagoniatec.com/arduino-mega-2560-atmega-mega-arduino-clon-compatible-argentina-tutorial-basico-informacion-arduino-argentina-ptec/>

de funcionamiento recomendadas y tiene una resistencia interna de pull-up (desconectada por defecto) de 20-50 k ohmios. Un máximo de 40 mA es el valor que no debe excederse para evitar daños permanentes al microcontrolador.

Serie: 0 (RX) y 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) y 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) y 16 (TX); Serie 3: 15 (RX) y 14 (TX). Se usa para recibir (RX) y transmitir (TX) datos en serie TTL. Los pines 0 y 1 también están conectados a los pines correspondientes del chip serie ATmega16U2 USB a TTL.

Interrupciones externas: 2 (interrupción 0), 3 (interrupción 1), 18 (interrupción 5), 19 (interrupción 4), 20 (interrupción 3) y 21 (interrupción 2). Estos pines se pueden configurar para activar una interrupción en un nivel bajo, un borde ascendente o descendente.

PWM: 2 a 13 y 44 a 46. Proporcionan salida PWM de 8 bits con la función analogWrite ().

SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Estos pines soportan la comunicación SPI. Los pines SPI también se dividen en el encabezado ICSP.⁶

3.2.2. Especificaciones técnicas

Microcontrolador	: ATmega2560.
Tensión de trabajo	: 5V
Tensión de entrada (recomendada)	: 7-12V
Tensión de entrada (límite)	: 6-20V
Pines Digitales I/O	: 54 pines (15 proporcionan salida PWM).
Pines de entradas Analógicas	: 16
DC Corriente por Pin I/O	: 20 mA
DC Corriente por Pin 3.3V	: 50 mA
Memoria Flash	: 256 KB de los cuales 8 KB usan el bootloader
SRAM	: 8 KB
EEPROM	: 4 KB
Velocidad del reloj	: 16 MHz

3.3. Display de Cristal Líquido.

3.3.1. Características de pantalla LCD

⁶ Información disponible en: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>.



Figura 2. Display de cristal Líquido.⁷

Se trata de un módulo microcontrolador capaz de representar 2 líneas de 16 caracteres cada una. A través de 8 líneas de datos se le envía el carácter ASCII que se desea visualizar así como ciertos códigos de control que permiten realizar diferentes efectos de visualización. Igualmente mediante estas líneas de datos el módulo devuelve información de su estado interno. Con otras tres señales adicionales se controla el flujo de información entre el módulo LCD y el equipo informático que lo gestiona.

El LCD está constituido por un circuito impreso en el que están integrados los controladores del display y los pines para la conexión del display. Sobre el circuito impreso se encuentra el LCD en sí, rodeado por una estructura metálica que lo protege.

En total se pueden visualizar 2 líneas de 16 caracteres cada una, es decir, $2 \times 16 = 32$ caracteres. A pesar de que el display sólo puede visualizar 16 caracteres por línea, puede almacenar en total 40 por línea. La tensión nominal de alimentación es de 5V, con un consumo menor de 5mA.

3.3.2. Memoria del LCD

El LCD dispone de dos tipos de memorias independientes: la DD RAM y la CG RAM

3.3.3. DD RAM (Display Data Ram)

En esta memoria se almacenan los caracteres que están siendo visualizados o que se encuentran en posiciones no visibles. El display almacena en esta memoria dos líneas de 40 caracteres, pero sólo se visualizan 2 líneas de 16 caracteres. Por ello la DD RAM tiene un tamaño de $2 \times 40 = 80$ Bytes.

⁷ Figura 2. Display de cristal líquido, disponible en: <https://www.prometec.net/displays-lcd/>

Debido a esta peculiar disposición de la **DD RAM** se puede pensar en el display como un *display virtual* constituido por dos líneas de 40 caracteres cada una.

La posición situada más a la izquierda de cada línea es la **posición 1** y la situada más a la derecha es la **posición 40**. Para localizar los elementos dentro del *display virtual* se va a utilizar un par de coordenadas (x,y) donde **x** representa la posición horizontal (comprendida entre 1-40) e **y** representa la línea (1-2).

El display real es una *ventana* en la que se visualizan dos líneas de 16 caracteres. Es lo que el usuario está viendo. En el ejemplo de la figura se encuentra almacenado en la línea 1 del display virtual el mensaje: “ESTO ES UNA PRUEBA DE UN MENSAJE”. Sin embargo, en este ejemplo, el usuario sólo verá en el display el mensaje “PRUEBA DE UN MEN” que tiene exactamente 16 caracteres de longitud.

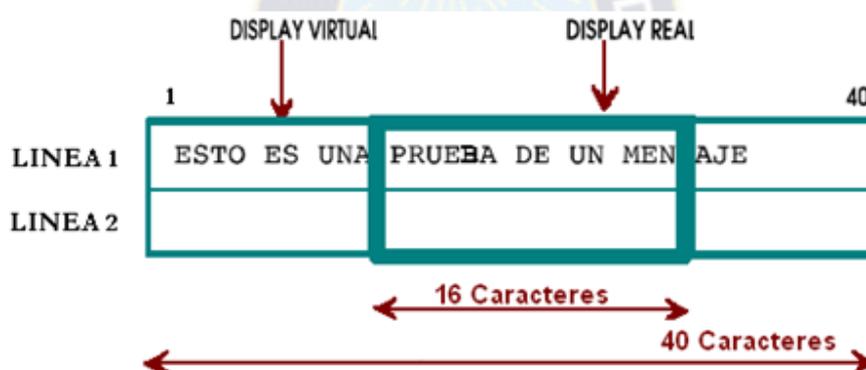


Figura 3. Display virtual y display real.⁸

El mapa de memoria de la **DD RAM** está constituido por dos bloques de 40 bytes. El primer bloque se corresponde con los 40 caracteres de la línea 1 del display virtual. El segundo bloque con la segunda línea. En la figura se han representado las direcciones en hexadecimal. Así, las direcciones \$00-\$27 están asociadas a las posiciones (1,1)-(40,1) del display virtual y las direcciones \$40-\$67 a las posiciones (1,2)-(40,2). En el ejemplo, en la dirección \$40 de la DD RAM se encuentra almacenado el carácter H, que se corresponde con la posición (1,2) del display virtual. En la dirección \$02 se encuentra el carácter S, posición (3,1) del display virtual. Nótese que **los bloques de memoria asociados a la línea 1 y 2 no son contiguos**.

⁸ Figura 3. Display virtual y display real, Display de Cristal Líquido, disponible en: <http://www.electronica60norte.com/mwfls/pdf/displayLCD.pdf>

Las operaciones de escritura en el display, en realidad son operaciones de escritura en la memoria DD RAM. Según en la posición de esta memoria en la que se escriba el carácter, aparecerá en una posición u otra en el display real. Los caracteres enviados al display pueden ser visibles si se encuentran en posiciones que caen dentro del display real o pueden ser no visibles. En la figura, las posiciones (1,1)-(16,1) y (1,2)-(16,2) son visibles. Todos los caracteres enviados a esas posiciones serán visibles. Si se envía un carácter a cualquiera de las otras posiciones no será visible.

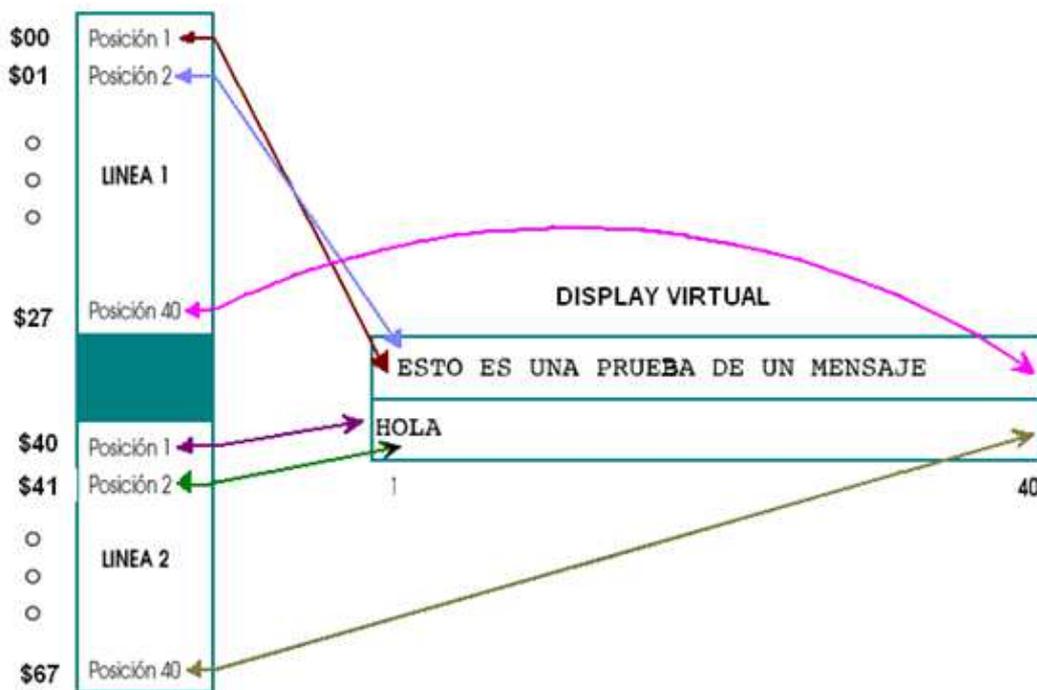


Figura 4. Mapa de memoria de la DDRAM y sus posiciones en el display virtual.⁹

3.3.4. LA CG RAM (Character Generator RAM).

La CG RAM es la memoria que contiene los caracteres definibles por el usuario. Está formada por 64 posiciones, con direcciones \$00-\$3F. Cada posición es de 5 bits. La memoria está dividida en 8 bloques, correspondiendo cada bloque a un carácter definible por el usuario. Por ello el usuario puede definir como máximo 8 caracteres, cuyos códigos van del

⁹ Figura 4. . Mapa de memoria de la DDRAM y sus posiciones en el display virtual, Display de Cristal Líquido disponible en: <http://www.electronica60norte.com/mwfls/pdf/displayLCD.pdf>

0 al 7. En la figura 14 se ha representado la CG RAM. Todas las direcciones están en hexadecimal.

Cada carácter está constituido por una matriz de 5 columnas x 8 filas. Para definir un carácter y asignarle por ejemplo el código 0 habrá que almacenar en las posiciones \$00-\$07 los valores binarios de las 8 filas del carácter del usuario. Un bit con valor 1 representa un punto encendido. Un bit con valor 0 es un punto apagado.



Figura 5. Carácter definido por el usuario y valores almacenados en la CGRAM.¹⁰

3.3.5. Interfaz hardware.

Nº de PIN	Símbolo	Descripción
1	VSS	Tierra
2	VDD	Alimentación
3	VO	Ajuste de contraste
4	RS	Selección de registro
5	R/W	Lectura/Escritura
6	E	<u>Enable</u>
7 – 14	D0 – D7	Bit de datos

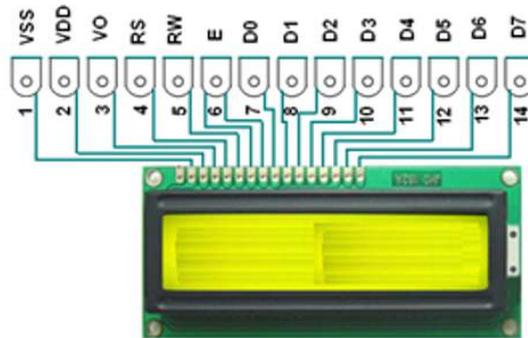


Figura 6. Asignación de pines del LCD.¹¹

¹⁰ Figura 5. Carácter definido por el usuario y valores almacenados en la CGRAM, Display de Cristal Líquido, disponible en: <http://www.electronica60norte.com/mwfls/pdf/displayLCD.pdf>

¹¹ Figura 6. Asignación de pines del LCD, Display de Cristal Líquido, disponible en: <http://www.electronica60norte.com/mwfls/pdf/displayLCD.pdf>

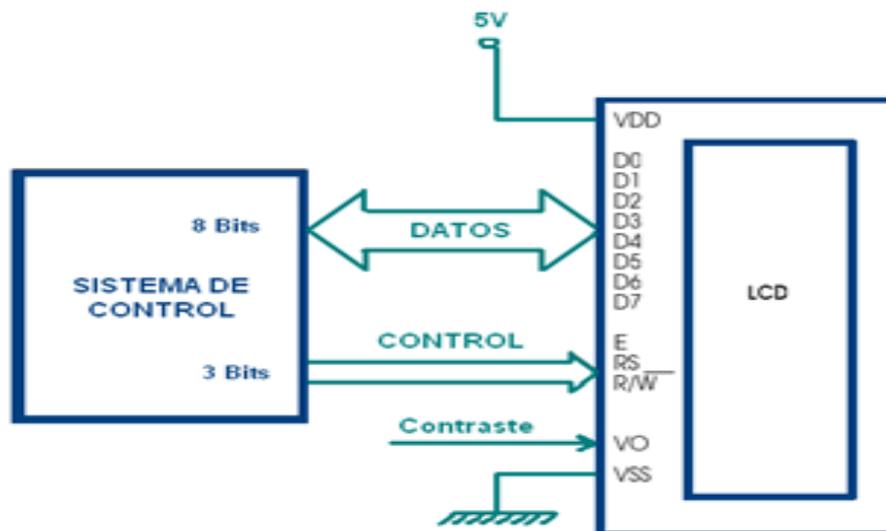


Figura 7. Interfaz de display.¹²

Los datos se transmiten por un bus de datos de 8 bits de ancho (El display también ofrece la posibilidad de trabajar con este bus multiplexado en dos grupos de 4 bits). Para el control del display son necesarios 3 bits: una señal de **Enable (E)**, una para indicar **lectura/escritura (R/W)** y otra para seleccionar uno de los dos registros internos (**RS**). Por ello, en el caso peor, el sistema de control del display necesitará utilizar $8+3=11$ bits.¹³

3.4 Transistores.

Los transistores son dispositivos de tres terminales, (Colector; Emisor y Base) conceptualmente los transistores actúan como amplificadores de corriente, existen varios tipos de transistores, los que se analizan en éste capítulos son los denominados bipolares, que básicamente son un cristal de silicio (o germanio) en el que una capa de silicio tipo-p está entre dos de tipo-n (Fig. 9 a), la otra posibilidad es que una capa de tipo-n esté entre dos de tipo-p (Fig. 9 b). En el primer caso se denomina transistor NPN y en el segundo PNP.

¹² Figura 7. Interfaz de display, imagen disponible en:
<http://www.electronica60norte.com/mwfls/pdf/displayLCD.pdf>

¹³ Display de Cristal Líquido disponible en: <http://www.electronica60norte.com/mwfls/pdf/displayLCD.pdf>

Debido a que el funcionamiento de uno es completamente similar al otro, sólo será necesario conocer el análisis con uno de los transistores citados, en este caso se analizará el transistor NPN.

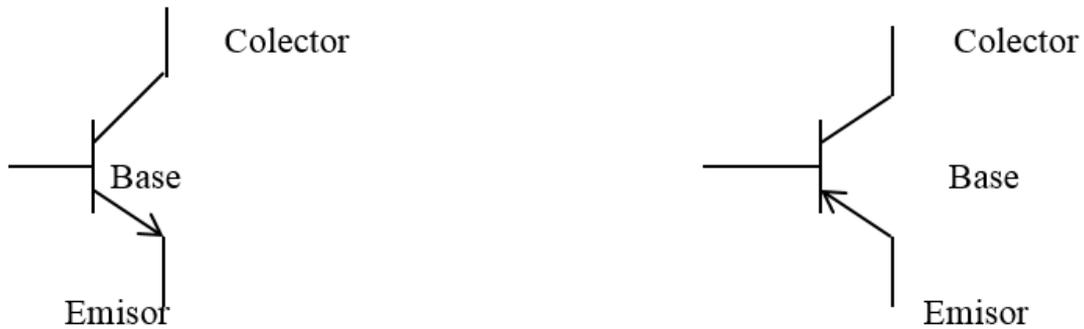


Figura 8. Transistores; (a) Transistor NPN; (b) Transistor PNP.¹⁴

Existen dos grandes campos de aplicaciones de los transistores.

a) Amplificadores (campo analógico):

Para que el transistor funcione como un amplificador, ó en general en aplicaciones del campo analógico, debe trabajar en lo que se denomina región lineal serán este tipo de aplicaciones las que se analicen en este texto.

b) Campo Digital:

Para que el transistor pueda aplicarse en el campo digital, se precisa, que trabaje en la región de corte o saturación,

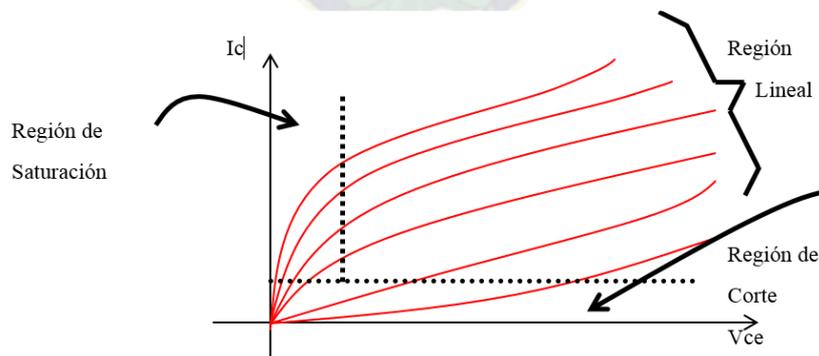


Figura 9. Curva Característica de un Transistor Bipolar.¹⁵

¹⁴ Figura 8. Transistores; (a) Transistor NPN; (b) Transistor PNP. Electrónica General, capítulo 2, Ing. Jose A. Ríos Altamirano, docente de electrónica UMSA.

¹⁵ Figura 9. Curva Característica de un Transistor Bipolar. . Electrónica General, capítulo 2, Ing. Jose A. Ríos Altamirano, docente de electrónica UMSA.

3.5. Sensores y Relés

3.5.1. Sensores.

Los sensores son dispositivos que “captan” variaciones de un parámetro de entrada (Luz; Temperatura; Flujo de Aire; etc.) y lo expresan (salida) como variaciones de otro parámetro (Resistencia; Capacidad; etc.) que es útil al sistema en que se utiliza.

3.5.2. Resistencia LDR (Light Dependent Resistors) o fotorresistencia.

Componente electrónico cuya resistencia varía según la intensidad de luz que incide sobre él. A medida que la intensidad luminosa incide sobre ella, el valor óhmico de la resistencia LDR disminuye. Puede pasar de varios Megaohmios en la oscuridad a unos pocos ohmios al aumentar la intensidad de la luz.

3.5.3. Relés.

Los relés son dispositivos de cuatro o más terminales, que se utilizan en los circuitos, donde se requiere aislación, entre el circuito de control y el circuito controlado, es decir, entre lo que se denominaría los terminales de alimentación y los terminales de contacto del Relé. En la Fig.4 se muestra el símbolo del Relé básico.

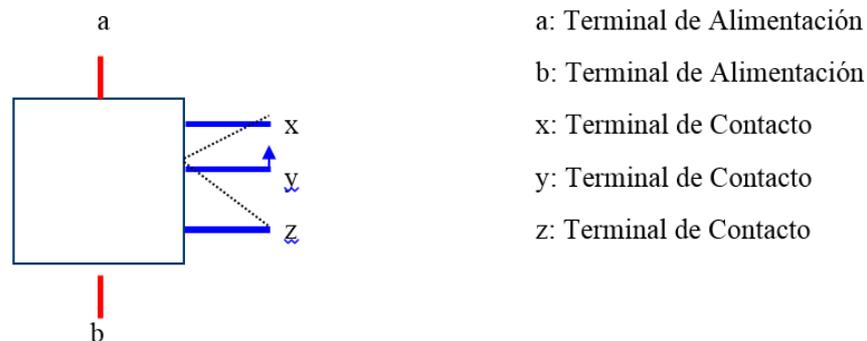


Figura 10. Símbolo del Relé.¹⁶

¹⁶ Figura 10. Símbolo del Relé, Semiconductores especiales, capítulo 1, Ing. Jose A. Ríos Altamirano, docente de electrónica UMSA.

Los terminales de alimentación (terminales de “entrada”) son los que se utilizan para proporcionar corriente al dispositivo, estos dispositivos funcionan con un voltaje determinado por el fabricante. Estos voltajes suelen ser, según el caso, 6 – 9 – 12 – 15 – 18 – 24 – 48 voltios.

Los reles, si bien tienen un voltaje nominal de funcionamiento, pueden funcionar dentro de un rango de valores que tienen como punto medio el voltaje nominal. Ejemplo:

Voltaje de Funcionamiento = $V_{ab} = 6$ (v)

El dispositivo puede, aun funcionar con los siguientes voltajes:

Desde 4,5 (v) hasta 7,5 (v), esto indica que el Relé puede funcionar con una variación del +- 25 % del voltaje nominal.

Si el valor de voltaje que se aplique al relé es menor a 4,5, es posible que el dispositivo no funcione, y si se utiliza un valor mayor a 7,5 voltios, se corre el riesgo de que el relé se “queme”.

Los terminales de contacto (terminales de “salida”), son los que se utilizan para realizar el contacto de dos terminales que pertenecen a otro circuito, que puede ser el circuito que se controla mediante el relé.

Estos terminales del relé, (**x y z**) se conectan solamente de dos formas:

a) Los terminales: **y** con **x** (o sea que **y - x** representan un **cortocircuito**)

b) Los terminales: **y** con **z** (o sea que **y - z** representan un **cortocircuito**)

Esto significa que en ningún caso el terminal **y** está libre, es decir, siempre está conectado al terminal **x** ó al terminal **z**.

El cambio (conmutación) de la forma (a) a la forma (b), se realiza cuando el dispositivo es activado, es decir, cuando se aplica voltaje sobre el relé.

V_{ab} = Voltaje de Alimentación (“voltaje de funcionamiento del relé”)

Z_{ab} = Impedancia de Alimentación (“resistencia del relé”)

Ambos parámetros están definidos por el fabricante, esto significa lo siguiente:

No existen reles para todos los valores, ya sea de voltaje ó impedancia

Pueden presentarse reles del mismo valor de voltaje (V_{ab}) pero de diferente valor de impedancia.¹⁷

¹⁷ Semiconductores especiales, capítulo 1, Ing. Jose A. Ríos Altamirano, docente de electrónica UMSA.

4. MARCO PRÁCTICO

4.1. Diseño y construcción del expendedor de preservativos.

4.1.1. Diagrama en bloques del sistema

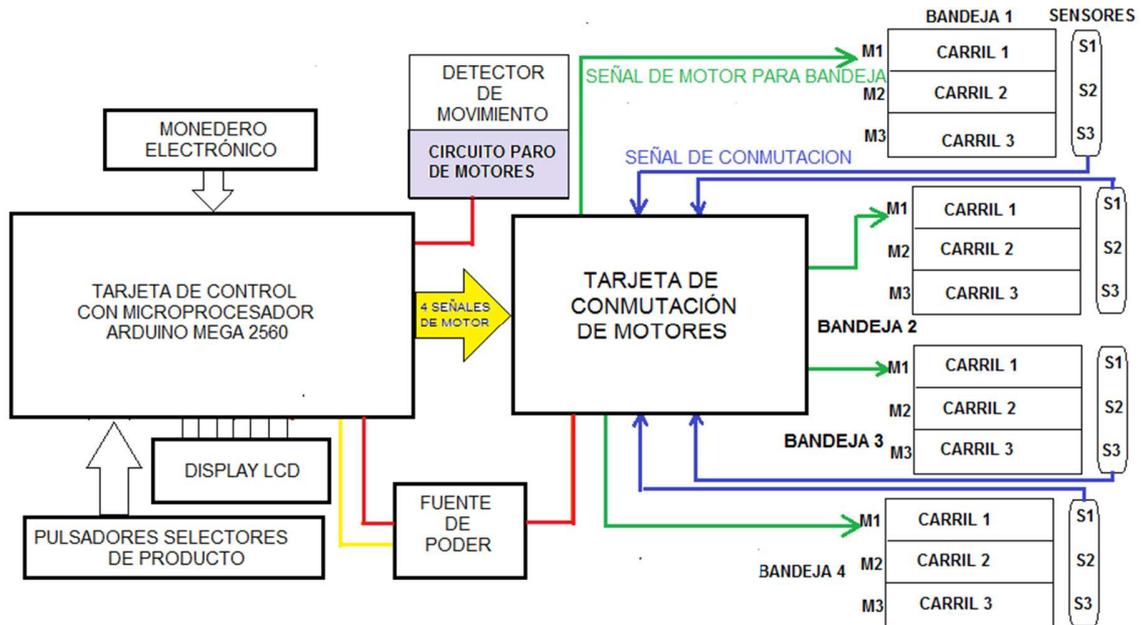


Figura 11. Diagrama en bloques del sistema. (Fuente: elaboración propia).

4.1.2. Teoría del funcionamiento

El expendedor electrónico está basado en el microcontrolador Arduino Mega 2560, cuando una moneda es introducida por el monedero electrónico, un pulso es enviado al pin 2 o 3 del microcontrolador, el cual ha sido programado con un contador de crédito y dicho crédito es visualizado en la pantalla LCD.

Cada producto tiene un costo de 1 bs y el usuario puede elegirlo presionando el botón pulsador correspondiente al producto deseado, cuando se presiona el pulsador el contador de crédito descuenta el costo del preservativo y envía una señal lógica positiva al circuito controlador de motores, el cual posee 3 salidas para alimentar a 3 motores reductores que transmiten su movimiento a espirales que tienen una capacidad de 50 preservativos cada uno y estos son

empujados cuando el motor realiza un giro de 360 grados.

Cada uno de los carriles tiene instalado sensores LDR los cuales envían información al circuito de conmutación de motores, si el primer carril ha terminado su producto conmuta la señal de giro para que comience a girar el motor del segundo carril, de la misma manera cuando el segundo carril ha quedado sin producto el sensor del carril 2 envía la señal al circuito de conmutación para que el motor del tercer carril gire, cuando el tercer y último carril se ha quedado sin producto, este envía una señal al microprocesador para mostrar el mensaje SIN PRODUCTO y enciendo un luz roja en el mostrador correspondiente al carril que se ha quedado sin productos.

El circuito de paro, basado en un led emisor y un LDR receptor, envía una señal al microcontrolador para que apague la señal de giro de motor cuando un preservativo ha cruzado la barrera formada entre el led emisor y un LDR receptor.

4.2. Componentes electrónicos y eléctricos

4.2.1. Fuente de alimentación

El equipo es alimentado con una tensión alterna de 220 voltios el cual alimenta a una fuente conmutada de PC marca: DELUX, modelo: 850 W que suministra tensiones de salida de 5vdc y 12 vdc.

La tensión de 5 voltios, usada para alimentar el pin Vin del Arduino Mega 2560, al pin VDD de la pantalla LCD, alimentación al backlighth del LCD, motores reductores, relés de conmutación, señal lógica 1 para puertos configurados como Input en base a resistencias y transistores en colector abierto.

La tensión de 12 voltios es usada para la alimentación del monedero electrónico, así también para la tira de leds indicadores de falta de producto en una determinada bandeja.

4.2.2. Tarjeta de control en base al microprocesador Arduino Mega 2560

La tarjeta de control principal está basada en el Atmega 2560. Cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas

analógicas, 4 UARTs (puertos serie de hardware), un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un conector ICSP, y un botón de reset. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o a la corriente con un adaptador de CA a CC o una batería para empezar.

4.2.2.1. Descripción de funcionamiento de tarjeta de control

La siguiente figura describe la función de las etapas de la tarjeta de control principal:

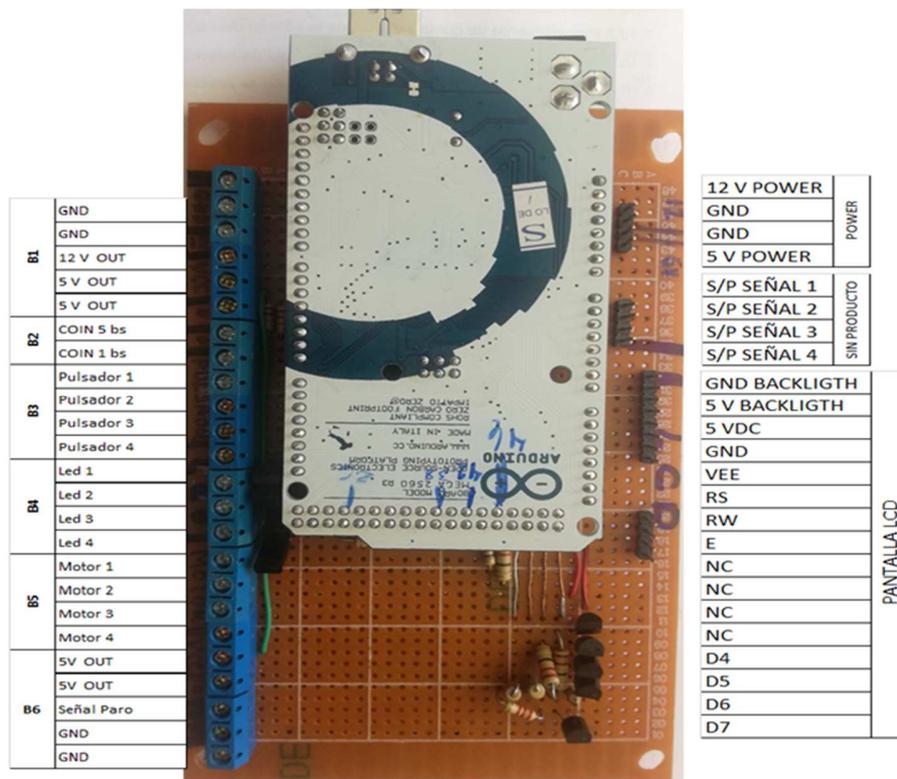


Figura 12. Tarjeta de control basada en Arduino Mega 2560 (fuente: elaboración propia).

Poder; En este conector se conecta el cable de alimentación proveniente de la fuente de poder suministrando tensiones de 12 y 5 voltios de corriente continua.

Sin Producto; Por medio de 4 transistores BC548, un transistor par cada bandeja recibe señal de 1 lógico proveniente del 3er LDR para indicar al microcontrolador que el producto de una bandeja se ha terminado.

Pantalla LCD; Conecta a un Bus de 16 pines para la conexión a la pantalla LCD 16 caracteres X 2 líneas, para visualización de mensajes e instrucciones de manejo para el usuario.

Conector B1; Suministra la tensión de trabajo 12 voltios para el monedero electrónico, entrega voltaje de 5 voltios que alimenta a la tarjeta de conmutación de motores.

Conector B2; Donde se conectan los cables de COIN SIGNAL enviadas por los monederos de 1 y 5 bolivianos respectivamente.

Conector B3; Donde se conectan los cables provenientes de cada uno de los cuatro Pulsadores selectores de producto.

Conector B4; Salidas de 12 voltios para alimentación a luces led que se encienden en los mostradores de producto, cuando se detectado una bandeja sin producto.

Conector B5; Salidas de señal hacia tarjeta control de motores, para el accionamiento de motores.

Conector B6; Donde sale la señal que alimenta a led, también recibe señal de un LDR, el cual da la señal que un preservativo ha pasado y ordena el paro del motor.

4.2.3. Monedero electrónico modelo CL-530.

El monedero electrónico modelo: CL530, se alimenta con una tensión de 12 voltios de corriente continua, acepta monedas que previamente son comparadas con una moneda de referencia, cuando se introduce una moneda idéntica a la moneda de referencia, se envía una señal por el pin COIN SIGNAL al pin 2 y 3 del Arduino Mega 2560, que han sido configurados como señales de entrada con el código “**pinMode(pulso1, INPUT)**” previamente configurados como variable entera con el código “**const int pulso1 = 2**” y “**const int pulso2 = 3**” respectivamente.

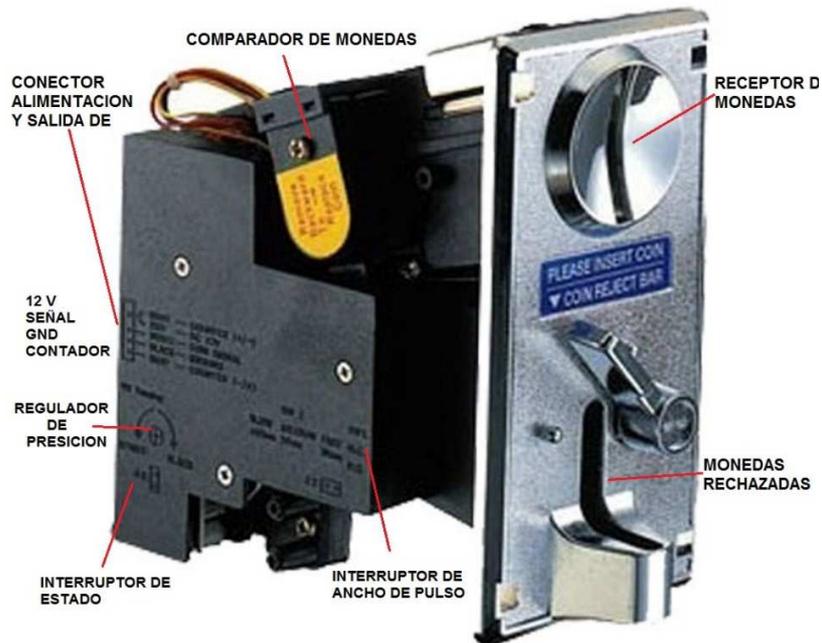


Figura 13. Monedero electrónico modelo: CL-530 (fuente: elaboración propia).

Comparador de moneda; Se coloca una moneda de referencia de 1 o 5 bs, el cual será la que el monedero reciba, la moneda será discriminada por el diámetro y grosor de la misma.

El Interruptor de sensibilidad y trimpot de precisión; Sirve para ajustar el grado de precisión para la discriminación de monedas que no sean iguales a la moneda que está en el comparador, en nuestro proyecto la sensibilidad está ajustada al máximo para evitar el ingreso de monedas similares o falsas.

Selector de ancho de pulso; Sirve para ampliar el ancho de pulso cuando se acepta una moneda, con anchos de pulso de: 30ms, 50ms y 100ms, en nuestro proyecto está configurado con un ancho de pulso de 100ms para evitar que el ruido que se genera al accionar el pulsador sea confundido como pulso de 30ms o 50ms.

Interruptor de estado; Se puede seleccionar el estado en normalmente cerrado o normalmente abierto, en nuestro proyecto está configurado como NC, debido a que hemos configurado el pin de entrada del Arduino Mega 2560 para que sea activado por señal lógica 0.

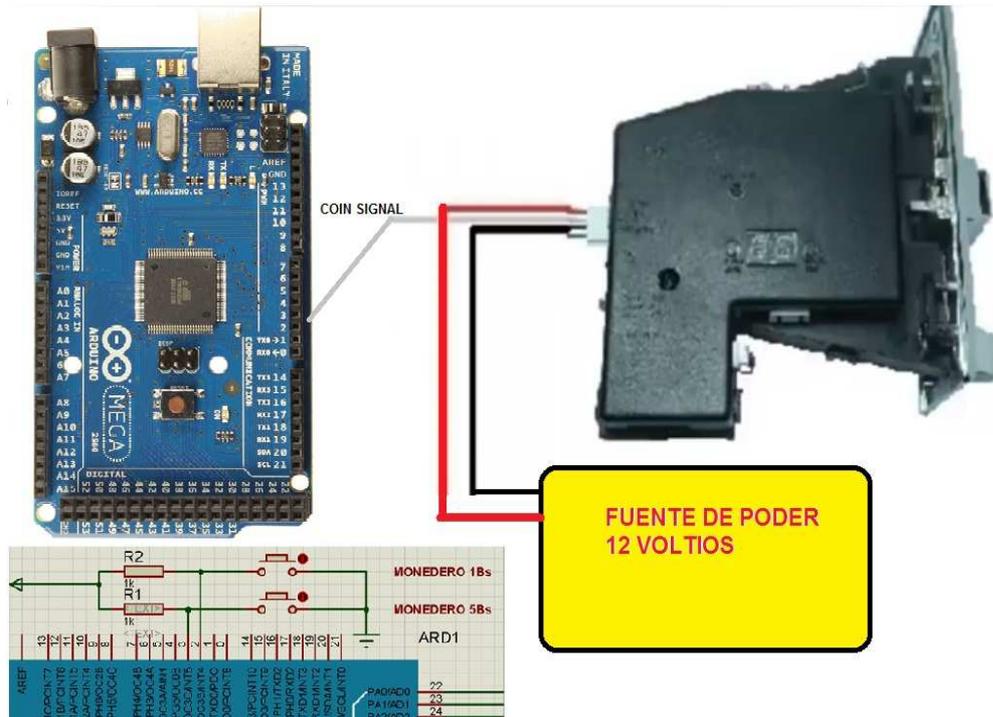


Figura 14. Diagrama de Circuito Monedero con Arduino Mega 2560 (fuente: elaboración propia)

4.2.4. Pantalla LCD 16x2

4.2.4.1. Descripción del funcionamiento

Se ha programado el Arduino Mega 2560 con la inclusión de la librería para display LCD “`#include <LiquidCrystal.h>`” y el código “`LiquidCrystal lcd(30,31,32,33,34,35);`” para declaración de puertos de control y datos para el LCD.

Esta pantalla muestra mensajes de 16 caracteres por 2 líneas, en tres tipos de estados: Modo de espera, En funcionamiento y sin producto.

Modo de Espera; Cuando no se ha introducido ninguna moneda.

Cuando el equipo está en modo de espera despliega los siguientes mensajes:

“Me quiero, me cuido, con responsabilidad”

“Conocer prevenir y actuar”

“Tú derecho, tú decisión”

“Mensajes guía para el usuario”

Estos mensajes buscan educar y concientizar acerca del uso del preservativo, los mismos que han sido proporcionados por personal del área de Comunicación Social de Cíes Salud Sexual Salud Reproductiva.

Por otro lado, entre cada mensaje se muestra el mensaje que indica al usuario introducir una moneda de 1 o 5 bolivianos.

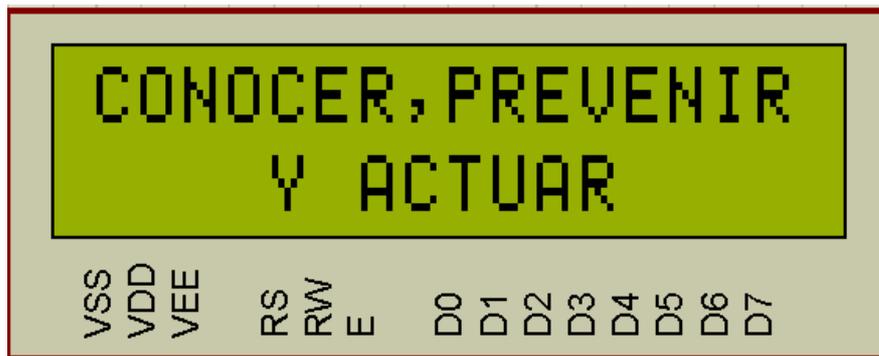


Figura 15. Mensaje en modo de espera (fuente: elaboración propia).

En funcionamiento; Cuando se introducido una moneda.

Cuando una moneda ha sido introducida al monedero el LCD muestra el crédito acumulado, se ha programado el Arduino Mega 2560 con un contador de variable entero `"int credito=0;"` el cual se incrementa o decrementa con el segmento de código `"credito=credito+1;"` y `"credito=credito-1;"` respectivamente, posteriormente se muestra el crédito acumulado en el LCD mediante el segmento de código `"lcd.print(credito);"`, `"lcd.print(" ");"` y `"lcd.print("Bs");"` como se muestra en la figura siguiente:

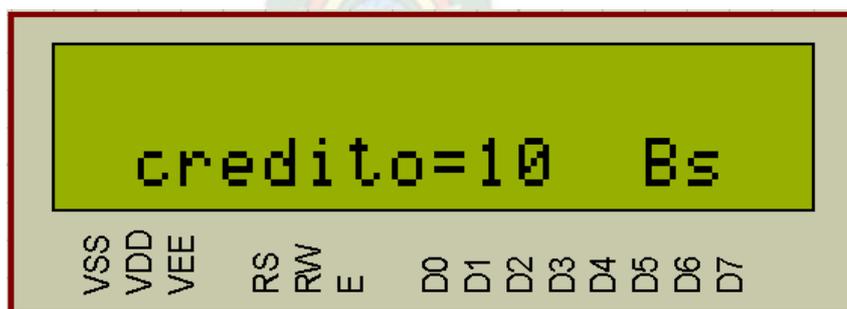


Figura 16. LCD en modo de funcionamiento (fuente: elaboración propia).

Sin Producto; Cuando se han terminado los preservativos.

Cuando se han terminado los productos de las 4 bandejas del equipo, se muestra el mensaje: **“SIN PRODUCTO”** en la pantalla LCD, indicando al usuario que no hay productos para dispensar.

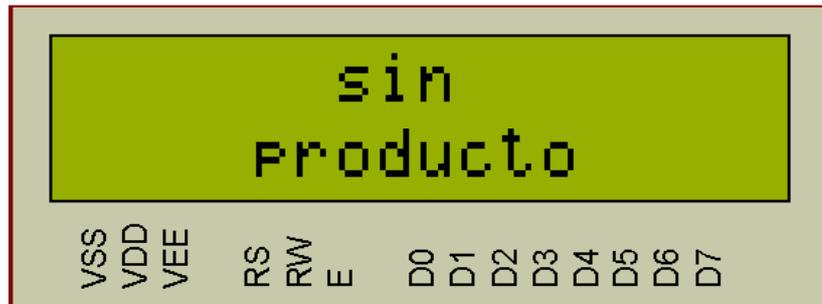


Figura 17. LCD con mensaje sin producto (fuente: elaboración propia).

4.2.5. Pulsadores de selección de producto.

Cuando se introduce una moneda en el equipo un contador muestra el crédito acumulado en el display LCD, entonces el usuario podrá elegir uno de los productos del mostrador presionando su pulsador correspondiente el cual enviara un cero lógico a uno de los puertos (26, 27,28 ó 29) del Arduino Mega 2560 que han sido configurados como pines de entrada con el código **“pinMode(26,INPUT)”**.



Figura 18. Pulsadores selectores de producto (fuente: elaboración propia).

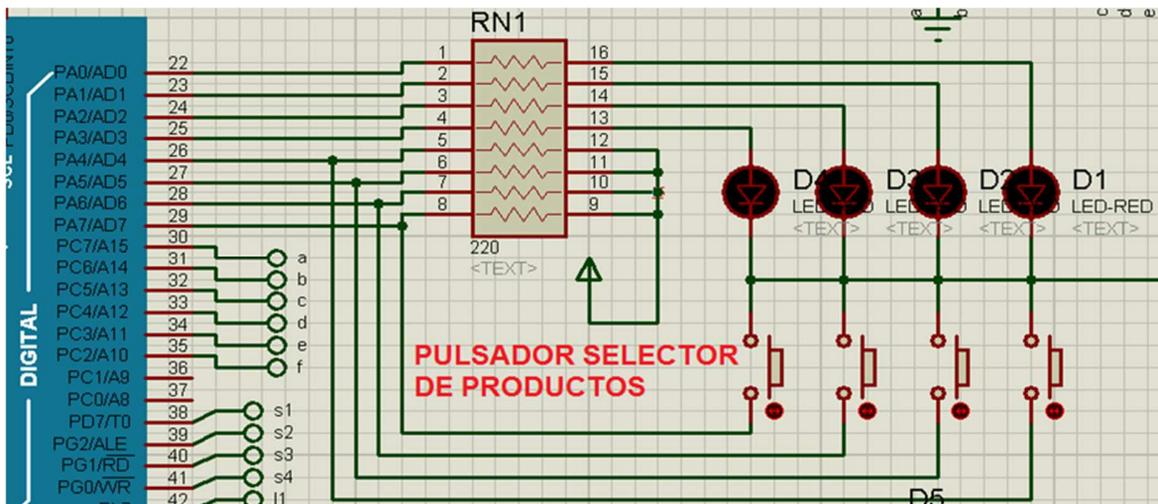


Figura 19. Diagrama de conexión de los pulsadores (fuente: elaboración propia).

Cuando el usuario ha presionado uno de los pulsadores de selección de producto, descuenta el valor de 1 boliviano del crédito acumulado e inicia el giro de un motor el cual está conectado a un espiral que empuja a los preservativos hacia el tobogán que termina en la bandeja de recepción de producto. El motor queda girando indefinidamente esperando la señal de paro.

4.2.6. Indicador luminoso de falta de producto.

Cuando una de las bandejas almacenadora de productos se ha quedado vacía un sensor LRD situado al final del espiral N° 3, es iluminado por un led que está ubicado al frente, este cambio de impedancia va a proporcionar señal a la base de un transistor BC548 el cual entra en saturación, la resistencia de 330 Ohmios conectada en pull up con el colector del transistor envía una señal de cero lógico a uno de los puertos (42,43,44 o 45) del Arduino Mega 2560, que han sido configurados como entradas digitales con el código “`pinMode(42,INPUT);`”.

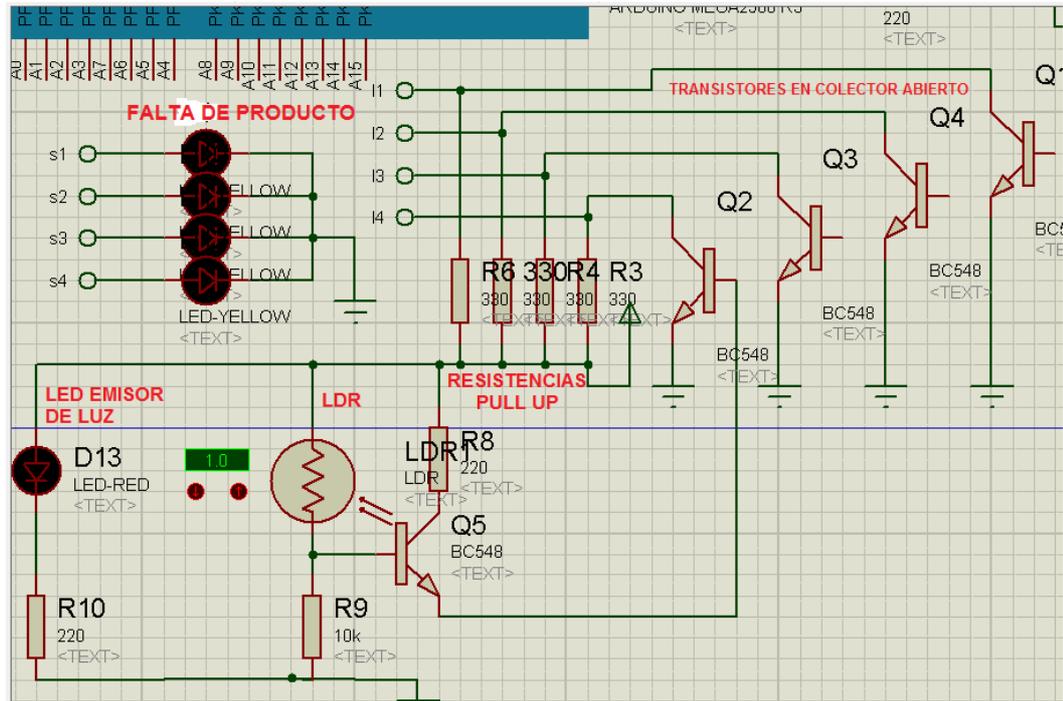


Figura 20. Circuito falta de producto (fuente: elaboración propia).

Cuando les faltan productos a las 4 bandejas del equipo, los pines 38, 39, 40 y 41 leen una señal digital cero. Se han declarado 4 variables del tipo entero para la verificación de falta de producto denominadas $b1==0$, $b2==0$, $b3==0$, $b4==0$, cuando una bandeja se queda sin producto cambian de estado a “1”. Sí; $b1$, $b2$, $b3$ y $b4$ han cambiado a “1” se muestra en la pantalla el mensaje “SIN PRODUCTO” inhabilitando el funcionamiento de los pulsadores de selección de producto.

4.2.7. Circuito paro de motores

Cuando se ha presionado el pulsador, un motor es energizado y transmite su giro a un espiral el cual empuja los preservativos hacia el tobogán, el motor queda girando en espera de una señal de paro.

En el trayecto del tobogán se instaló un led emisor de luz el cual ilumina a un sensor de luz LDR ubicado en la parte superior del tobogán, cuando el producto resbala por el tobogán en su trayectoria atraviesa la luz del led enviando una señal de cero lógico a la base de un arreglo de dos transistores BC548 en configuración Darlington.

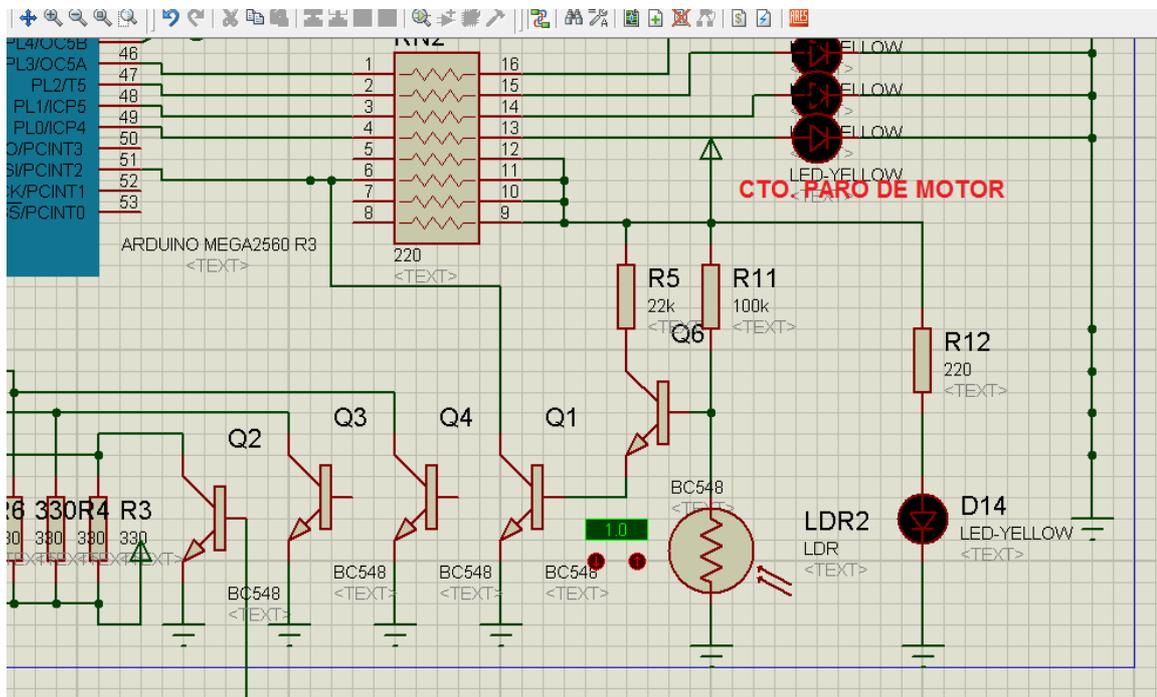


Figura 21. Circuito paro de motores (fuente: elaboración propia).

La Señal de cero lógico es enviada al puerto 51 del Arduino Mega 2560, el cual está configurado como entrada digital. Con el siguiente segmento de código se hace la lectura del pin 51 y posteriormente el paro de una de las 4 señales de motor que salen por los puertos 46, 47, 48 o 49 según el pulsador presionado.

```

if(digitalRead(50)==LOW)
    {delay(200);
    digitalWrite(46,LOW);
    f=0;

```

4.2.8. Tarjeta de potencia y controladora de motores

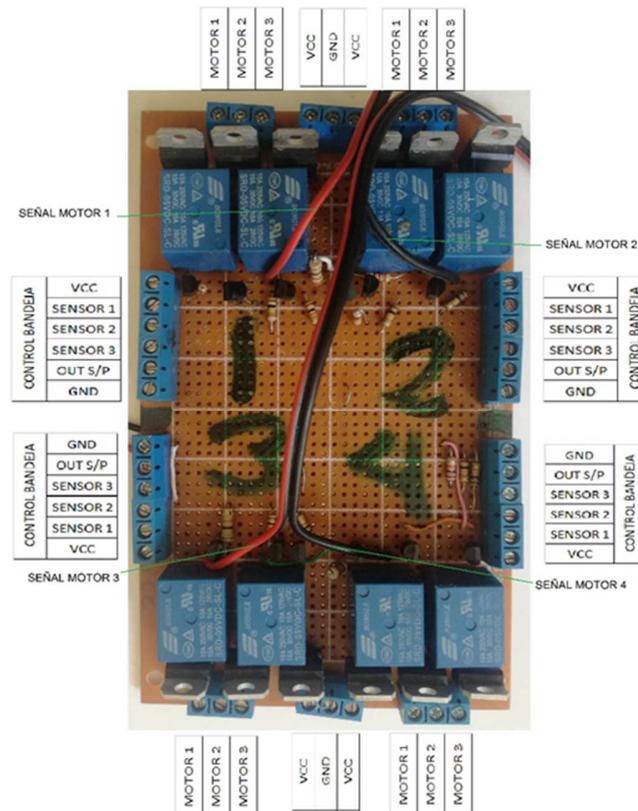


Figura 22. Circuito tarjeta control de motores (fuente: elaboración propia).

La tarjeta controladora de motores está compuesta de 4 circuitos de las mismas características, cada uno de los circuitos controla a una bandeja la cual tiene instalado 3 motores, en las borneras motor van conectados los terminales negativos de cada uno de los motores, el terminal positivo es común entre los tres y se conecta a VCC.

Control de bandeja; en esta bornera se conectan los sensores LDR **Sensor 1** y **Sensor 2** los cuales mandan señal de carril vacío y conmutación de la señal de motor para accionar al motor del siguiente carril, el **Sensor 3** correspondiente al último carril envía una señal lógica positiva al conector **Sin Producto** de la tarjeta de control principal para informar al microcontrolador Arduino Mega 2560 que se ha terminado el producto en una determinada bandeja por medio de los pines 38, 39, 40 y 41 del mismo.

4.2.9. Circuito de conmutación de motores.

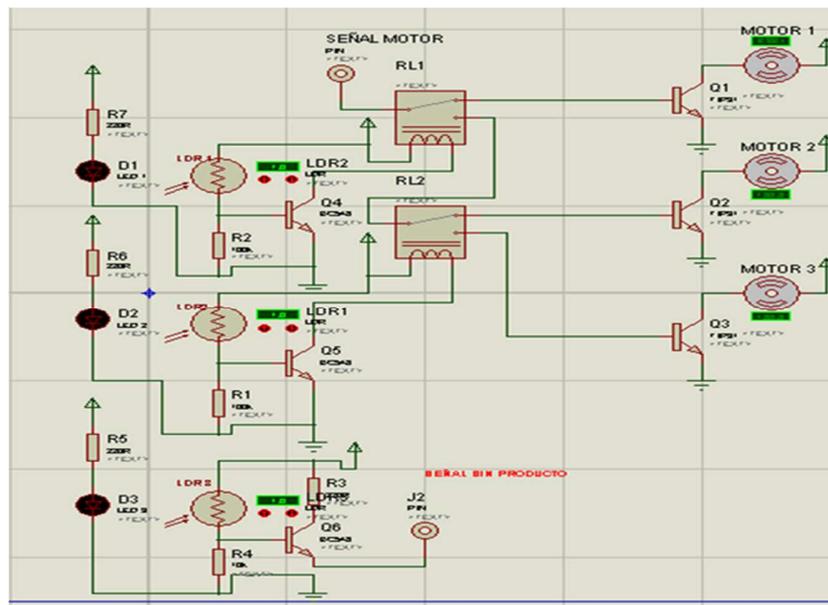


Figura 23. Circuito conmutación de motores (fuente: elaboración propia).

Cuando se ha seleccionado un producto con el pulsador una señal lógica positiva sale de uno de los pines 46, 47, 48 o 49 del microcontrolador, esta señal se conecta mediante un cable de nominado **señal motor “x”** soldado en la tarjeta controladora de motores.

Un emisor de luz LED 1 está instalado a la mitad del carril 1, este ilumina al LDR1 cuando no hay productos en el espiral, caso contrario si existe algún producto en el carril esta luz es interrumpida dejando al LDR1 con sombra y con alta impedancia lo que mantiene al transistor BC548 Q4 en corte, el cual tiene conectado en colector un relé RL1 de 5 voltios y con interruptor NC y NA, si RL1 está sin energía su contacto NC dirige la señal de motor a la base de un transistor TIP 31 Q1 que tiene emisor conectado a tierra y colector conectado al negativo de un motor dc reductor de 5 voltios lo que inicia el giro del motor 1.

Cuando los productos se terminan y el LDR1 es iluminado por el emisor de luz, este cambia a baja impedancia lo que genera que el Q4 cambie de estado a saturación lo que energiza RL1 y su contacto NA dirige la señal de motor al contacto común de RL2 el cual funciona bajo el mismo principio de RL2 que dependen del carril 2 con LED2, Q4, Q2 y Motor 2.

Sin embargo, el carril 3 que tiene el emisor LED 3 que ilumina a LDR3 si no hay producto, envía una señal a Q6 el cual mediante emisor envía señal lógica positiva hacia los pines lectores de “sin producto” de la tarjeta de control principal.

4.3. Componentes mecánicos

4.3.1. Bandejas de almacenamiento de producto

Construida con plancha metálica, tiene dimensiones de 18 cm de ancho x 60 cm de largo, posee 3 divisiones conformado así 3 carriles, donde se ha instalado un espiral construido de acero con un diámetro de 4 cm y 50 espirales, en el espacio entre espiral y espiral es donde se almacena el preservativo a ser dispensado.

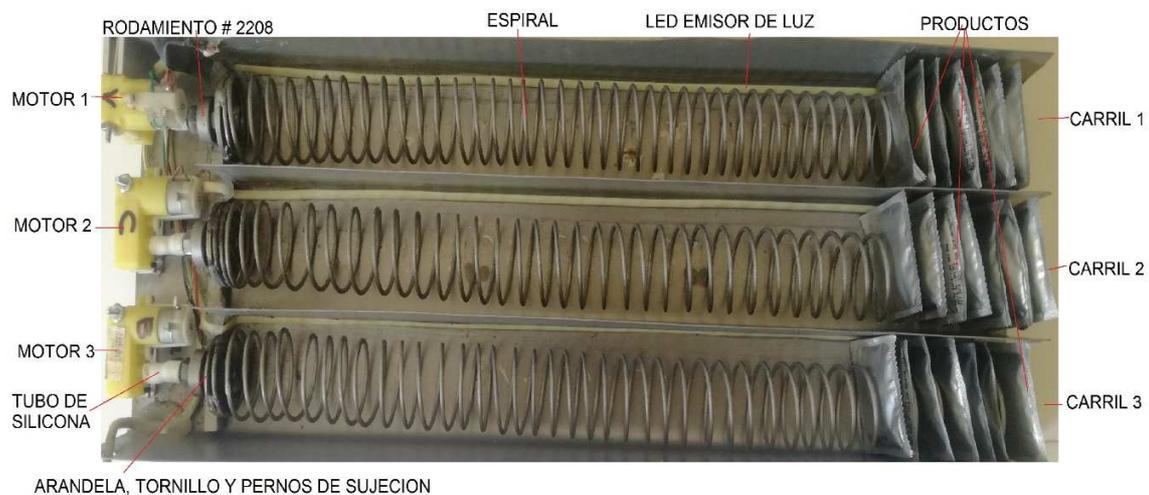


Figura 24. Bandeja de almacenamiento de productos (fuente: elaboración propia).

El extremo izquierdo del espiral termina al borde de la bandeja para que el producto dispensado pueda caer libremente hacia el tobogán que lo dirige hacia la bandeja de recepción de producto. El extremo derecho está soldado a una arandela de 4 centímetros de diámetro externo y 0,9 centímetros de diámetro interno, por el orificio del diámetro interno se ha introducido un tornillo de 5 centímetros de largo y 8 milímetros de diámetro el cual sujeta a la arandela del espiral con 2 pernos hexagonales del mismo diámetro, el restante del tornillo se introduce al eje de un rodamiento N° 2208 que tiene el exterior soldado a una base fija de la bandeja y dejando trabajar al eje interior del rodamiento como eje móvil que con una manguera de silicona de 2,5 cm de largo y 0,7 de diámetro interno conecta al eje del motor reductor el cual transmite movimiento a todo el espiral.

4.4. Diseño de software e implementación de circuitos electrónicos

4.4.1. Diseño de circuitos en Isis Proteus.

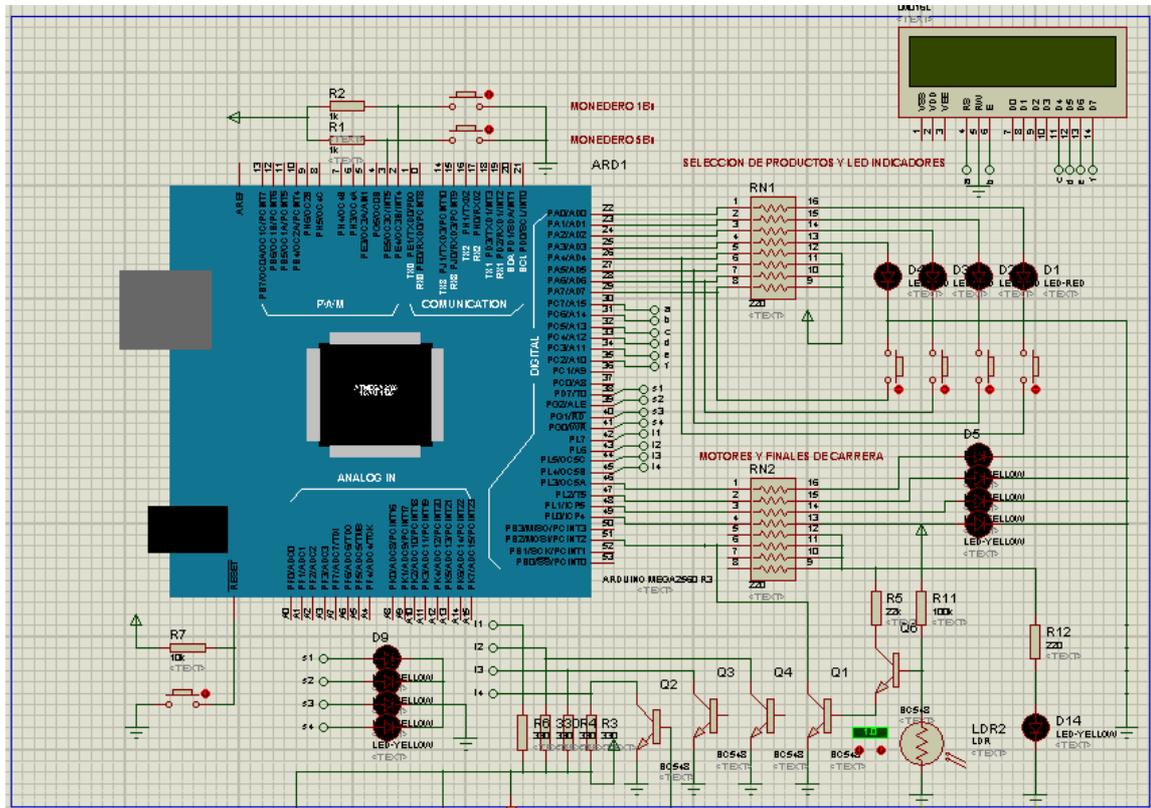


Figura 25. Circuito de control con Isis Proteus (fuente: elaboración propia).

4.4.2. Código del software para Arduino Mega 2560

El software de control del expendedor está realizado con el simulador SKETCH_OCT15A ARDUINO 1.6.2. El lenguaje del Arduino está basado en el lenguaje C.

El proyecto se ha realizado con Arduino Mega 2560 y consiste fundamentalmente en interactuar con los diferentes puertos de entrada y salida del Arduino. El lenguaje de Arduino usa una serie de librerías que forman parte del lenguaje, estas librerías permiten programar los pines digitales como puertos de entrada o salida, leer entradas analógicas, controlar servos o encender y apagar motores de corriente continua que es lo que nos interesa controlar con el siguiente código de software.

El código del software desarrollado para el proyecto dispensador de preservativos se muestra en el ANEXO 3.

4.5. Diseño final del expendedor de preservativos.

4.5.1. Diseño del arte frontal del equipo.

EL diseño del arte frontal del equipo ha sido realizado con el software Photoshop CC de acuerdo a las necesidades e ideas del personal de Comunicación de CIES, el arte está impreso en valla y cubierta con una lámina transparente de acrílico de 2 milímetros.

El propósito de la impresión en valla radica en que el cliente podrá cambiar los mensajes o diseño del arte del equipo con solo imprimir otro diseño e instalarlo en el frontal del equipo.



Figura 26. Diseño del arte (fuente: elaboración propia).

4.5.2. Componentes del sistema.



Figura 27. Componentes del sistema (Fuente: elaboración propia).

4.5.3. Características Técnicas del expendedor.

Dimensiones	: Altura: 50 cm, ancho: 80 cm, profundidad: 30 cm.
Peso	: 20 kilogramos.
Bandejas	: 4 bandejas, 3 carriles cada una.
Capacidad	: 600 productos, 150 por cada bandeja.
Dimensiones de producto	: 5,5 cm x 6 cm x 0,4 cm
Tensión de alimentación	: 220 voltios alterno, 50/60 Hz.
Pantalla	: Pantalla de cristal líquido 16 caracteres por 2 líneas. Despliega mensajes para el manejo del equipo, mensajes de concientización y educación, mensajes de falta de producto.
Monedas admitidas	: de 1 y 5 bolivianos (programable).
Mostrador de Productos	: 4 mostradores de producto.
Sistema de falta de producto	: Controlado por software, evitando la admisión de moneda y accionamiento de motores en caso de falta de producto.
Indicadores Luminosos	: Indicador luminoso de falta de producto.
Tiempo de vida útil	: 10 años con una intervención de mantenimiento preventivo anual.

4.6. Instalación de los dispensadores de preservativos.

A la fecha los cinco equipos se encuentran instalados y funcionando en lugares públicos de y han logrado gran acogida por parte de la población, dos equipos han sido instalados en la ciudad de El Alto, dos equipos en la ciudad de La Paz y un equipo en la ciudad de Santa Cruz.

En la siguiente tabla se detallan los lugares y fechas de instalación de los dispensadores de preservativos.

Tabla 3. Instalación de equipos.

FECHA	LUGAR DE INSTALACIÓN	CIUDAD
24/10/2017	Universidad Pública de El Alto	El Alto
25/10/2017	Clínica Cíes El Alto (16 de julio)	El Alto
27/01/2018	Terminal Bimodal	Santa Cruz
06/02/2018	Terminal de Buses La Paz	La Paz
06/02/2018	Clínica Cíes La Paz (San Pedro)	La Paz

4.7. Costos y presupuestos

A continuación se detallan el tipo, cantidad, costo de los materiales además del costo en sueldos y salarios para la realización del proyecto en los siguientes cuadros:

- a) Materiales electrónicos y eléctricos.
- b) Materiales mecánicos y otros.
- c) Sueldos y salarios.
- d) Impuestos y cálculo de la utilidad neta.

Tabla 4. Materiales electrónicos y eléctricos.

a) MATERIALES ELECTRONICOS Y ELECTRICOS				
N°	DESCRIPCION DE COMPONENTE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Monedero Electrónico	10	190	1900
2	Motores Reductores	60	35	2100
3	Arduino Mega 2560	5	130	650
4	Pantalla LCD 16X2	5	90	450
5	Transistores TIP 31	60	3	180
6	Transistores BC548	100	1	100
7	transistores C3606	20	2	40
8	Relé de 5 voltios	20	6	120
9	Botones Pulsadores	20	6	120
10	Borneras	200	1	200
11	Placas de PBC	10	10	100

12	Resistencias de 220 ohmios	200	0,3	60
13	Resistencias de 10 k	20	0,3	6
14	Resistencias de 22 k	5	0,3	1,5
15	Resistencias de 1 k	20	0,3	6
16	Diodos dampers	20	1	20
17	Capacitores 3,3 uf 16 voltios	60	1	60
18	LRD	60	2	120
19	tira de led rojo	5	15	75
20	Led emisor de luz	100	1	100
21	Cable de teléfono (rollo)	2	90	180
22	Fuente de poder ATX	5	130	650
23	Rollo de estano para soldar	1	70	70
24	Pomada para soldar	1	15	15
25	Cautín para soldar	2	50	100
26	Cable ductos 10x20	10	7	70
27	Cables de poder	5	10	50
28	Borneras	10	5	50
29	Regleta de pines macho	10	5	50
30	Regleta de pines hembra	10	5	50
			TOTAL	7693,5

(Fuente: elaboración propia).

Tabla 5. Materiales Mecánicos y otros.

b) MATERIALES MECANICOS OTROS				
N°	DESCRIPCION DE COMPONENTE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Construcción de carcasas.	5	1100	5500
2	Rodamientos 2208	70	6	420
3	Chapas	5	20	100
4	Pintura	1	80	80
5	Acero para espirales (rollo)	20	15	300
6	Impresión valla	5	40	200
7	Toja de acrílico 2mm.	1	170	170
8	Tornillos (12 unidades)	12	3	36
9	Remaches (200 unidades)	1	18	18
10	La gotita	10	7	70
11	Poxilina	6	13	78
12	Silicona	4	20	80
13	Broca metálica # 10	1	15	15
14	Broca metálica # 6	2	7	14
15	Broca metálica # 5	2	6	12
16	Abrazaderas 200 unidades	1	20	20
			TOTAL	7113

(Fuente: elaboración propia).

Tabla 6. Sueldos y salarios.

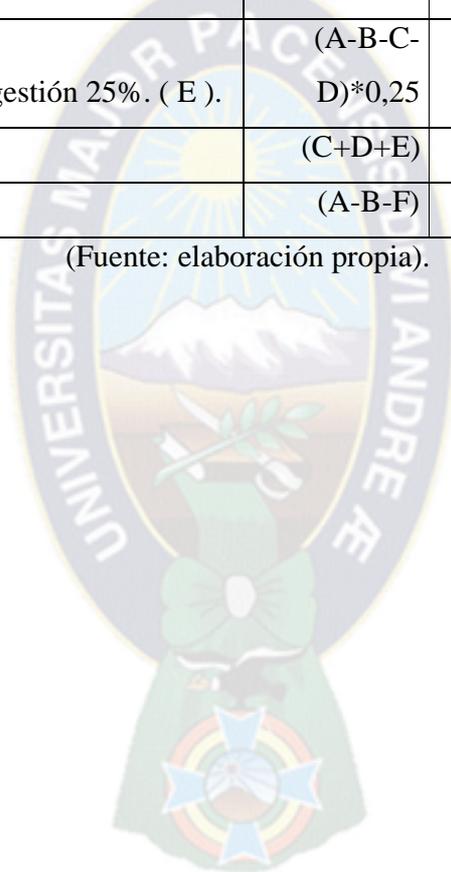
c) SUELDOS Y SALARIOS			
PERSONAL RESPONSABLE	SALARIO MENSUAL	MESES TRABAJADOS	TOTAL
2	3.350	3	20100

(Fuente: elaboración propia).

Tabla 7. Calculo de impuestos y utilidad neta.

d) CALCULO DE IMPUESTOS Y UTILIDAD NETA (expresado en bolivianos).				
Total facturado por 5 equipos (A).				75000
Total Compras.		14806		
Total Sueldos y Salarios.		20100		
Total compras + sueldos (B).			34906	
Impuesto a las transacciones IT 3%. (C).	$(A)*0,03$	2250		
Impuesto al valor agregado IVA 13%. (D).	$(A-B)*0,13$	5212		
IUE estimado al final de la gestión 25%. (E).	$(A-B-C-D)*0,25$	8158		
Total impuestos.	$(C+D+E)$		15620	
Utilidad Neta	$(A-B-F)$			24474

(Fuente: elaboración propia).



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Conclusiones y recomendaciones.

5.1. Conclusiones.

Se realizó el diseño y en base a este, la construcción de cinco expendedores electrónicos de preservativos para Cíes Salud Sexual Salud Reproductiva, una vez terminadas los módulos componentes del equipo, se ensamblaron, realizando las pruebas respectivas con CIES, se instalaron los equipos expendedores en lugares públicos asignados por la Institución, lugares públicos con gran afluencia de personas como ser: Clínicas de Cíes, terminales de buses y universidades,

El sistema mecánico de dispensación de productos en base a espiral sin fin y acoplado a un motor reductor de corriente continua, el módulo de conmutación, la carcasa diseñada y construida es versátil, tiene un buen desempeño y satisface los requerimientos de Cíes.

El diseño del circuito electrónico de control en base al microcontrolador Arduino Mega 2560 y la elaboración del código fuente con el simulador SKETCH_OCT15A ARDUINO 1.6.2. basado en el lenguaje C. funciona y está en servicio en la actualidad.

Se tuvo que rediseñar algunas partes del circuito como el eliminador de ruido electromagnético que afectaba de gran manera al microcontrolador Arduino Mega 2560, display en el despliegue de mensajes, el mismo se eliminó con la instalación de filtros capacitivos en la entrada y salida del microcontrolador, componentes inductivos y motores.

5.2. Recomendaciones.

Es importante que el Gobierno Boliviano cree políticas de apoyo y fomento a la producción Boliviana, inculcar en la población el consumo de lo nuestro evitando al máximo la importación de distintos tipos de productos para fortalecer la economía del país y generar fuentes de empleo estables.

Dar gracias a instituciones como CIES Salud Sexual Salud Reproductiva por creer en una empresa como la nuestra que a pesar de ser todavía una pequeña empresa puede brindar soluciones a la altura de la exigencia de sus clientes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ✓ Rafael Enríquez Herrador, Guía de Usuario de Arduino, I.T.I. Sistemas Universidad de Córdoba.
- ✓ Joe Pardue, C Programming for Microcontrollers.
- ✓ Eduardo García Breijo, Alfa Omega, Compilador C ccs y Simulador Proteus para Microcontroladores Pic.
- ✓ Display de Cristal Líquido, disponible en:
<http://www.electronica60norte.com/mwfls/pdf/displayLCD.pdf>.
- ✓ ELECTRÓNICA GENERAL Análisis y Diseño Ing. José A. Ríos Altamirano, Docente de Electrónica UMSA
- ✓ <http://www.cies.org.bo/>
- ✓ <http://bolivia.unfpa.org/>

7. ANEXOS

ANEXO 1: Instalación de equipos.

ANEXO 2: Código fuente para Arduino Mega 2560.

ANEXO 1: Instalación de equipos.



Figura 28. Instalación en la Universidad Pública de El Alto. (Fuente: propia).



Figura 29. Instalación en Clínica Cies El Alto. (Fuente: propia).

ANEXO 2: CODIGO FUENTE PARA ARDUINO MEGA 2560.

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(30,31,32,33,34,35);
int p1=0,p2=0,p3=0,p4=0;
int credito=0,f=0,w=0;
int b1=0,b2=0,b3=0,b4=0,bnd=0,bjd=0;
const int pulso1 = 2;
const int pulso2 = 3;
int val=0;
void setup()
{
pinMode(pulso1,INPUT);
pinMode(pulso2,INPUT);
pinMode(38,OUTPUT); // put your setup code here, to run once:
pinMode(39,OUTPUT);
pinMode(40,OUTPUT);
pinMode(41,OUTPUT);
pinMode(42,INPUT);
pinMode(43,INPUT);
pinMode(44,INPUT);
pinMode(45,INPUT);
pinMode(22,OUTPUT); // put your setup code here, to run once:
pinMode(23,OUTPUT);
pinMode(24,OUTPUT);
pinMode(25,OUTPUT);
pinMode(46,OUTPUT); // put your setup code here, to run once:
pinMode(47,OUTPUT);
pinMode(48,OUTPUT);
pinMode(49,OUTPUT);
```

```

pinMode(26,INPUT);
pinMode(27,INPUT);
pinMode(28,INPUT);
pinMode(29,INPUT);
pinMode(50,INPUT);
pinMode(51,INPUT);
pinMode(52,INPUT);
pinMode(53,INPUT);
lcd.begin(16,2);
digitalWrite(38,LOW);
digitalWrite(39,LOW);
digitalWrite(40,LOW);
digitalWrite(41,LOW);
}
void loop()
{
  if((b1==1)&&(b2==1)&&(b3==1)&&(b4==1)){
    if(bnd==0){
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("  SIN  ");
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print("  PRODUCTO  ");
      bnd = 1;
    }
  }
  else{
    if((credito==0)&&(f==0)){
      digitalWrite(22,LOW);
      digitalWrite(23,LOW);
      digitalWrite(24,LOW);

```

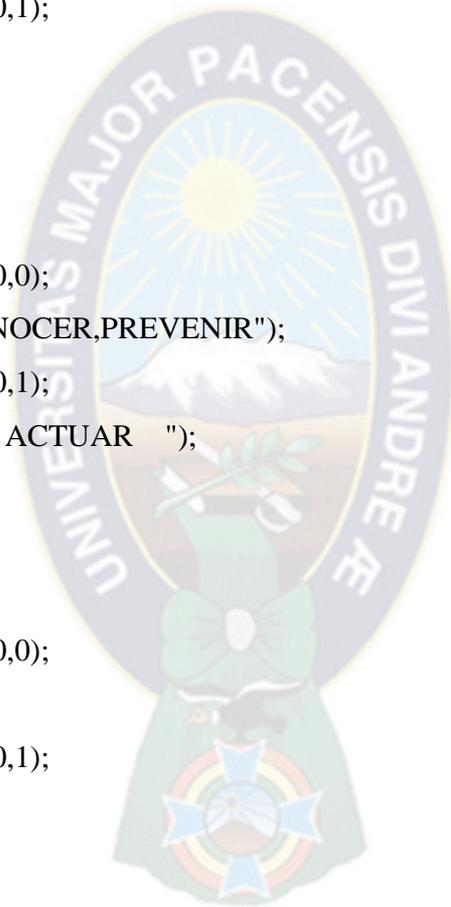


```
digitalWrite(25,LOW);
digitalWrite(46,LOW);
digitalWrite(47,LOW);
digitalWrite(48,LOW);
digitalWrite(49,LOW);
switch (val){
  case 0:
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" ME QUIERO,");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" ME CUIDO,");
    break;
  case 15:
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" CON ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("RESPONSABILIDAD");
    break;
  case 30:
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" ");
    break;
  case 35:
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" DISTRIBUCION ");
```

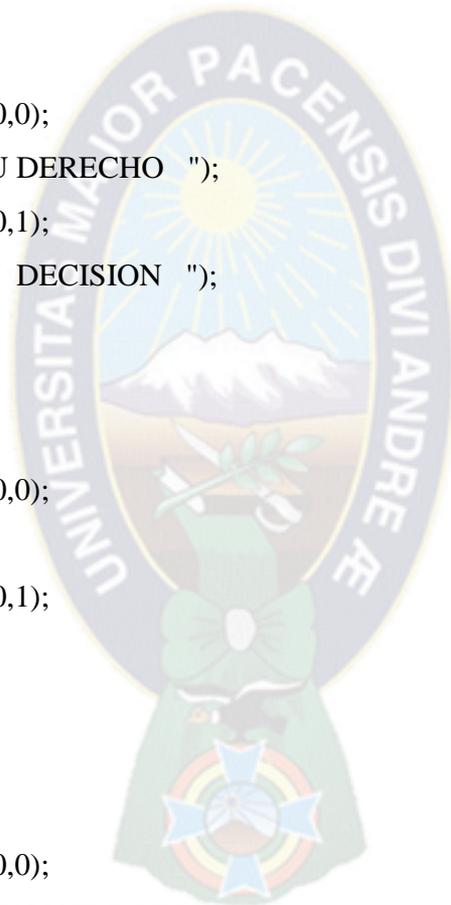
```

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" GRATUITA ");
    break;
case 45:
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" ");
    break;
case 50:
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("CONOCER,PREVENIR");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" Y ACTUAR ");
    break;
    case 80:
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" ");
    break;
    case 85:
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" PRESIONE BOTON ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" $ AZUL $");
    break;

```



```
case 95:
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" ");
break;
case 100:
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" TU DERECHO ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" TU DECISION ");
break;
case 130:
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" ");
break;
case 135:
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" PRESIONE BOTON ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" $ AZUL $");
break;
case 145:
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
```



```

        lcd.print(" ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(" ");
        break;
    }
    val++;
    if(val==150)val=0;
    bnd = 0;
}
if(digitalRead(pulso1)==LOW) {
    credito=credito+1;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1,2);
    lcd.print("CREDITO=");
    lcd.print(credito);
    lcd.print(" ");
    lcd.print("PZA");
    while(digitalRead(pulso1)==LOW){delay(300);}
}
if(digitalRead(pulso2)==LOW) {
    credito=credito+5;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1,2);
    lcd.print("CREDITO=");
    lcd.print(credito);
    lcd.print(" ");
    lcd.print("PZA");
    while(digitalRead(pulso2)==LOW){delay(300);}
}
}
}
if(digitalRead(42)==LOW) ///TERMINO PRODUCTO ENCIENDE LED ROJO

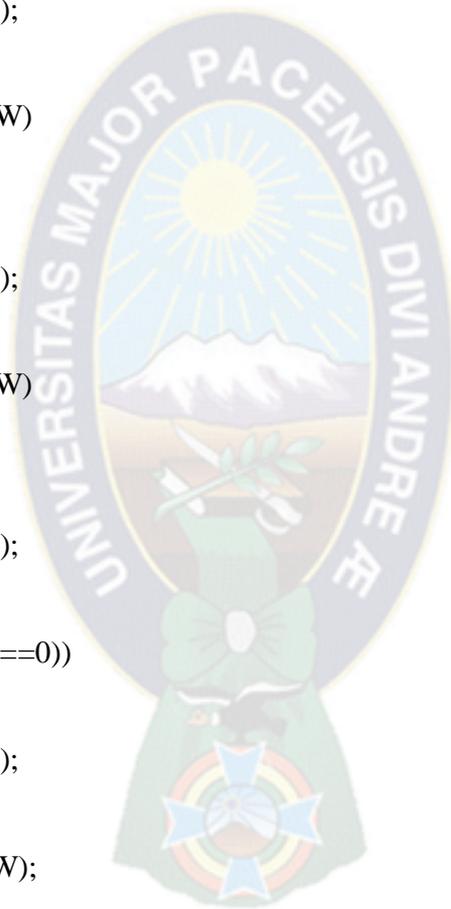
```

```

{
    b1=1;
    digitalWrite(38,HIGH);
}
if(digitalRead(43)==LOW)
{
    b2=1;
    digitalWrite(39,HIGH);
}
if(digitalRead(44)==LOW)
{
    b3=1;
    digitalWrite(40,HIGH);
}
if(digitalRead(45)==LOW)
{
    b4=1;
    digitalWrite(41,HIGH);
}
    if((credito>=1)&&(b1==0))
    {
        digitalWrite(22,HIGH);
    }
else digitalWrite(22,LOW);

if((credito>=1)&&(b2==0))
{
    digitalWrite(23,HIGH);
}
else digitalWrite(23,LOW);
    if((credito>=1)&&(b3==0))

```



```

{
    digitalWrite(24,HIGH);
}
else digitalWrite(24,LOW);
    if((credito>=1)&&(b4==0))
    {
        digitalWrite(25,HIGH);
    }
else digitalWrite(25,LOW);
if((digitalRead(26)==LOW)&&(credito>=1)&&(f==0)&&(b1==0))
{
    credito=credito-1;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1,2);
    lcd.print("CREDITO=");
    lcd.print(credito);
    lcd.print(" ");
    lcd.print("PZA");
    digitalWrite(46,HIGH);
    f=1;
}
if((digitalRead(27)==LOW)&&(credito>=1)&&(f==0)&&(b2==0))
{
    credito=credito-1;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1,2);
    lcd.print("CREDITO=");
    lcd.print(credito);
    lcd.print(" ");
    lcd.print("PZA");
    digitalWrite(47,HIGH);
}

```

```

    f=1;
}
if((digitalRead(28)==LOW)&&(credito>=1)&&(f==0)&&(b3==0))
{
    credito=credito-1;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1,2);
    lcd.print("CREDITO=");
    lcd.print(credito);
    lcd.print(" ");
    lcd.print("PZA");
    digitalWrite(48,HIGH);
    f=1;
}
if((digitalRead(29)==LOW)&&(credito>=1)&&(f==0)&&(b4==0))
{
    credito=credito-1;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1,2);
    lcd.print("CREDITO=");
    lcd.print(credito);
    lcd.print(" ");
    lcd.print("PZA");
    digitalWrite(49,HIGH);
    f=1;
}
delay(100);
if(digitalRead(51)==LOW)
{
    //delay(200);
    digitalWrite(46,LOW);

```

```
f=0;
}
if(digitalRead(51)==LOW)
{
  //delay(200);
  digitalWrite(47,LOW);
  f=0;
}
if(digitalRead(51)==LOW)
{
  //delay(200);
  digitalWrite(48,LOW);
  f=0;
}
if(digitalRead(51)==LOW)
{
  //delay(200);
  digitalWrite(49,LOW);
  f=0;
}}
```

