

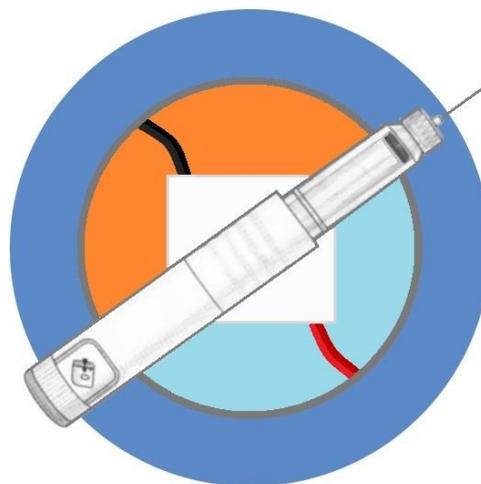
ONI²ET 2017

21º Olimpíadas Nacionales de Informática, Innovación, Electrónica y Telecomunicaciones

TÍTULO: C.P.I. “CONSERVADORA PORTIATIL DE INSULINA”

ALUMNOS EXPOSITORES:

- ✓ Cena, Franco Sebastián
DNI: 41.519.967
6º AÑO ELECTRONICA
- ✓ Lascano, Juan Cruz
DNI: 41.734.771
6º AÑO ELECTRONICA
- ✓ Pereyra, Dante
DNI: 41.127.125
6º AÑO ELECTRONICA
- ✓ Anarella, Juan
DNI: 41.836.849
6º AÑO ELECTRONICA



C.P.I.

DOCENTES ORIENTADORES:

- ✓ Vidal Barria, Karina Paz
DNI: 18.844.253

DOCENTES ACOMPAÑANTES:

- ✓ Sel, Claudio Darío
D.N.I.35.323.559
- ✓ Orué, Jorge Luis
D.N.I.32.337.646
- ✓ García Diego
D.N.I. 35.567.305

ESCUELA: INDUSTRIAL Nº 6 “X BRIGADA AEREA”

PROVINCIA: SANTA CRUZ

LOCALIDAD: GUER AIKE

CIUDAD: RIO GALLEGOS

AÑO: 2017

FECHA DE INICIO: 1/04/2017

DURACION EN SEMANAS: 22 SEMANAS

ESFUERZO EN HORAS: 140

PERSONAS AFECTADAS: 4 PERSONAS AFECTADAS CON UN PROMEDIO DE 5 HS DE TRABAJO SEMANALES

ÍNDICE

Contenido	Página
Introducción	3
Objetivo	3
Alcances/Destinatarios	3
Resumen	3
Antecedentes	3
Etapas de desarrollo e investigación	5
Diagrama de Gantt	6
Funcionamiento del sistema	6
Diagramas de bloque	7
Diagrama de bloque primarios	8
Diagrama de bloque secundarios	8
Circuitos eléctricos	8
Módulo PIC16F877A	8
Disposición de puertos	9
Módulo cambio de polaridad de celda Peltier	10
Módulo de teclado matricial	12
Módulo de LCD	12
Módulo de alarma	13
Consumo y determinación de la batería	14
Diseños de placas en software PCB	17
Mediciones	19
Mediciones del LM35	19
Mediciones celda Peltier sin disipador	20
Mediciones celda Peltier con un primer disipador	21
Mediciones celda Peltier con un segundo disipador más pequeño	21
Mediciones de temperatura dentro de conservador (proceso de refrigeración)	22
Construcción y composición del prototipo	22
Esquema del prototipo	23
Costos de proyecto y su desarrollo	26
Conclusiones	27
Balance comparativo	27
Recomendaciones	28
Propuestas	28
Mejoras	28
Bibliografía y recursos de Internet consultados	28
Anexo 1: Programación del PIC 16F877A	29
Anexo 2: Glosario Técnico	47

INTRODUCCIÓN

Objetivo

Diseñar y construir un prototipo portátil que facilite el traslado y la correcta conservación de las lapiceras de insulina, guiando además al usuario que padezca de diabetes tipo 1 o 2, para un adecuado suministro de la misma.

Alcances/Destinatarios

Se considera que el proyecto puede ser aplicado en sitios que pueden ser frecuentados a diario por diabéticos, tales como hogares, ambientes laborales, transportes públicos, escuelas y hospitales, entre otras infraestructuras cuyas temperaturas oscilen entre -10°C y 55°C. La autonomía del prototipo permite, además, conservar la insulina por largos periodos de tiempo, pudiéndose emplear en viajes de hasta 8 horas si la ocasión lo amerita. Puntualmente el prototipo apunta a usuarios que padecen de diabetes tipo 1 o tipo 2, los cuales realizan actividades de largo o corto plazo y/o se transportan de un punto a otro requiriendo de un tiempo considerable en donde se puede perder la conservación.

Resumen

A comienzos del mes de marzo del año 2017, en el Industrial N°6 se planteó, mediante el empleo de PIC, el diseño y construcción de un prototipo con el fin de resolver problemáticas usuales que se presentan diariamente en las personas que sufren y/o padecen la enfermedad de diabetes, tanto tipo 1 como tipo 2. De esta manera, se busca la correcta conservación de la insulina en su respectivo recipiente (lapicero) a través del desarrollo de un conservador portátil con un material de propiedades aislantes térmicas, y a su vez es capaz de guiar al usuario para un correcto suministro de las dosis.

Dentro del prototipo, se encuentra una celda Peltier destinada a controlar la temperatura, teniendo la característica de lograr disminuir o elevar la misma. Para esto, un sensor LM35 testea de manera constante dicho parámetro para llevar un registro adecuado de ésta. Además, tres finales de carrera detectan tanto la presencia de 2 lapiceros de insulina como la apertura o cierre de la tapa del prototipo. El conservador, a su vez, cuenta con un teclado matricial que permite al usuario el ingreso de datos al sistema, y un LCD el cual posibilita la interacción con el mismo.

Cada uno de los sistemas, tanto el de conservación, como el de interacción usuario-sistema que incluye el PIC y el sensor de temperatura, se alimentan de baterías individuales. Esto debido a la diferencia del consumo eléctrico que responde a cada uno.

Antecedentes

Sobre lo anterior mencionado, a continuación, se presentan los antecedentes que referencian a la investigación de dispositivos, los cuales comparten características similares con el presente proyecto, logrando de esta manera contemplar tanto la capacidad de utilización de cada uno, como las diferencias en torno a lo constructivo en función al prototipo a desarrollar.

Ilustración del dispositivo	Características	País
	<p>Mini refrigerador portátil Dison: Este modelo se utiliza principalmente para la insulina, el interferón, vacunas y otros tipos de medicamentos que requieren una estricta temperatura de almacenamiento entre 2-8 grados Celsius con el fin de trasladar los mismos en el exterior.</p>	<p>Estados Unidos</p>
	<p>Cartera Frío: Estuche porta insulina para 5 lapiceras. Conserva la insulina en uso. No necesita hielo ni refrigeración. Mantiene la insulina en uso a temperatura fresca durante 45 horas. Se activa sumergiéndolo en agua 5-10 minutos. Es reutilizable. Sólo hace falta volver a remojarlo. Recomendado para viajes y actividades al aire libre.</p>	<p>España</p>

Tabla 1 – Antecedentes.

Ilustración del dispositivo	Características	País
	<p>Heladera: Aquellas personas que no tienen acceso económico para obtener los dispositivos previamente definidos o no requieren necesariamente de dichos artefactos, utilizan generalmente este producto para conservar la insulina de manera adecuada. Cabe aclarar, que éste no es transportable o portátil como los demás.</p>	<p>Varios modelos de procedencia distinta.</p>
	<p>Conservadora eléctrica: Se trata de un pequeño refrigerador que se alimenta con una tensión de 12V y es empleado por personas que tienen la necesidad de conservar la insulina durante viajes de larga duración.</p>	<p>Varios modelos de procedencia distinta.</p>

Tabla 2 – Antecedentes.

El suministro de insulina se lleva a cabo mediante el empleo de lapiceros inyectables y la cantidad de dosis correspondientes al momento de inyectarse depende de cada usuario con respecto a su nivel de glucemia (azúcar en sangre). Es importante mencionar que, según la Organización Mundial de la Salud, la cantidad mundial de afectados por diabetes (tipo 1 y 2) abarca a más de 422 millones de personas, es decir, un 5,8% aproximadamente. A nivel nacional el porcentaje ronda el 10%, es decir, aproximadamente 4 millones y, en Santa Cruz alrededor de 14% (datos del ministerio de salud provincial). Cabe destacar que del total de personas que padecen diabetes, un 90-95% sufren del tipo 2.

TIPOS DE DIABETES

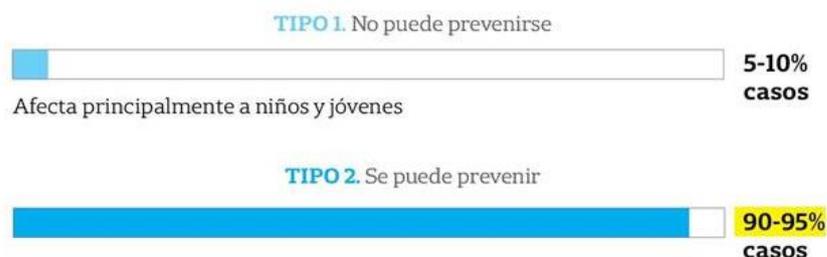


Figura 1 – Porcentaje de afectados por las distintas diabetes

La diabetes mellitus tipo 1 o insulino dependientes, que la posee aproximadamente un 5 - 10%(21 a 42 millones) de la población diabética, se produce cuando en el organismo hay una falta absoluta de insulina, lo que genera la necesidad constante de controlar su glucemia por medio de inyecciones de esta hormona. Cabe destacar que este tipo de enfermedad no es prevenible.

La diabetes mellitus tipo 2, que la posee un 90-95% de la población afectada por dicha enfermedad (380 a 401 millones), se genera cuando el organismo tiene una falta relativa de la hormona insulina y a diferencia del tipo 1, su tratamiento requiere de inyecciones en una minoría de casos, ya que los tratamientos generalmente no conllevan una necesaria suministración de esta hormona. Este tipo de enfermedad si es prevenible.

Un dato que destacar es la forma en la que tanto el número de afectados, como fallecidos en el mundo producto de la diabetes, aumentó de forma considerable al transcurrir los años. El número de afligidos se cuadruplico desde 1980 a 2017. En el año 2000, se produjeron menos de 1 millón de defunciones debido a dicha enfermedad, mientras que en 2015 este número aumento hasta 1,6 millones, registrando a la diabetes

como la 6ta principal causa de mortalidad en el mundo. En la actualidad la cantidad de personas afectadas por esta misma asciende de manera considerable, y se estima que continuara aumentando progresivamente.

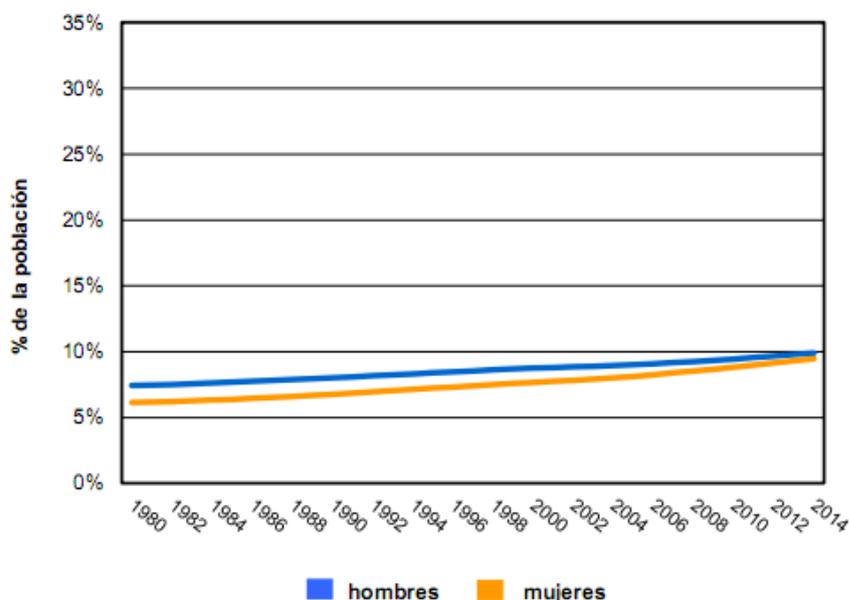


Figura 2 – Grafico de aumento de defunciones mundial por diabetes (1980 – 2014)

En la Argentina, esta enfermedad se lleva alrededor de un 5% de la población, siendo de esta manera, una de las principales causas de mortalidad.

Etapas de desarrollo e investigación

1° Etapa:

Se plantearon las posibles ideas para dar inicio al proyecto, la mayoría en base a la capacidad que ofrece un PIC 16F877A debido a su facilidad de programación y la cantidad de entradas y salidas que este mismo dispone.

2° Etapa:

Una vez escogida la idea se comenzó la investigación correspondiente para conocer de esta manera los límites que se tendrían al trabajar en el prototipo y los posibles componentes y materiales a utilizar para lograr una conservación adecuada. Además, se definieron tanto los destinatarios como el objetivo del proyecto.

3° Etapa:

Se realizó el diagrama de bloques principal, así como la tabla de costos y componentes, la cual estimaría el valor monetario de la porción electrónica del proyecto. También, se diseñaron los circuitos electrónicos pertenecientes al prototipo para lograr de esta manera, el avance del diseño de la maqueta.

A su vez se realizó una investigación adecuada, relacionado a la parte médica y medicinal que el proyecto abarca, consultando así, tanto a profesionales en la materia como a páginas de internet que hacen referencia a esto mismo.

4° Etapa:

Se efectuaron las mediciones de los componentes adquiridos, para a través de los parámetros obtenidos, definir y verificar el correcto funcionamiento correspondiente al sistema a realizar. Además, se llevó a cabo el desarrollo de los diagramas modulares, de flujo y codificación de los mismos.

5° Etapa:

Mediante el completo diseño del prototipo y las respectivas mediciones realizadas para la verificación del funcionamiento del sistema, se llevó a cabo la investigación del uso y funcionamiento de dispositivos como es el caso de la impresora 3D para proceder a la construcción de este. Sin embargo, se optó por la utilización de acrílico (de tipo liso) ya que presenta una mayor rigidez, menor costo y sencilla manipulación al momento de

fabricar el prototipo. De esta manera, también se finalizó la tabla de costo total del proyecto, abarcando así, la mano de obra, herramientas, componentes y materiales utilizados para el correcto desarrollo del mismo.

6° Etapa:

Consumado en su totalidad el proceso de construcción del prototipo, incluyendo la porción mecánica como electrónica, se procedió a realizar las pruebas y verificaciones del funcionamiento final del sistema, dando así, la posibilidad de generar una corrección o alteración del prototipo y obtener de esta manera, un correcto resultado final.

Diagrama de Gantt:

El diagrama de Gantt es una herramienta grafica cuyo objetivo es exponer y representar el tiempo invertido para las diferentes tareas y actividades a lo largo de un tiempo total determinado. A continuación, se presenta el correspondiente diagrama para el desarrollo del prototipo C.P.I.

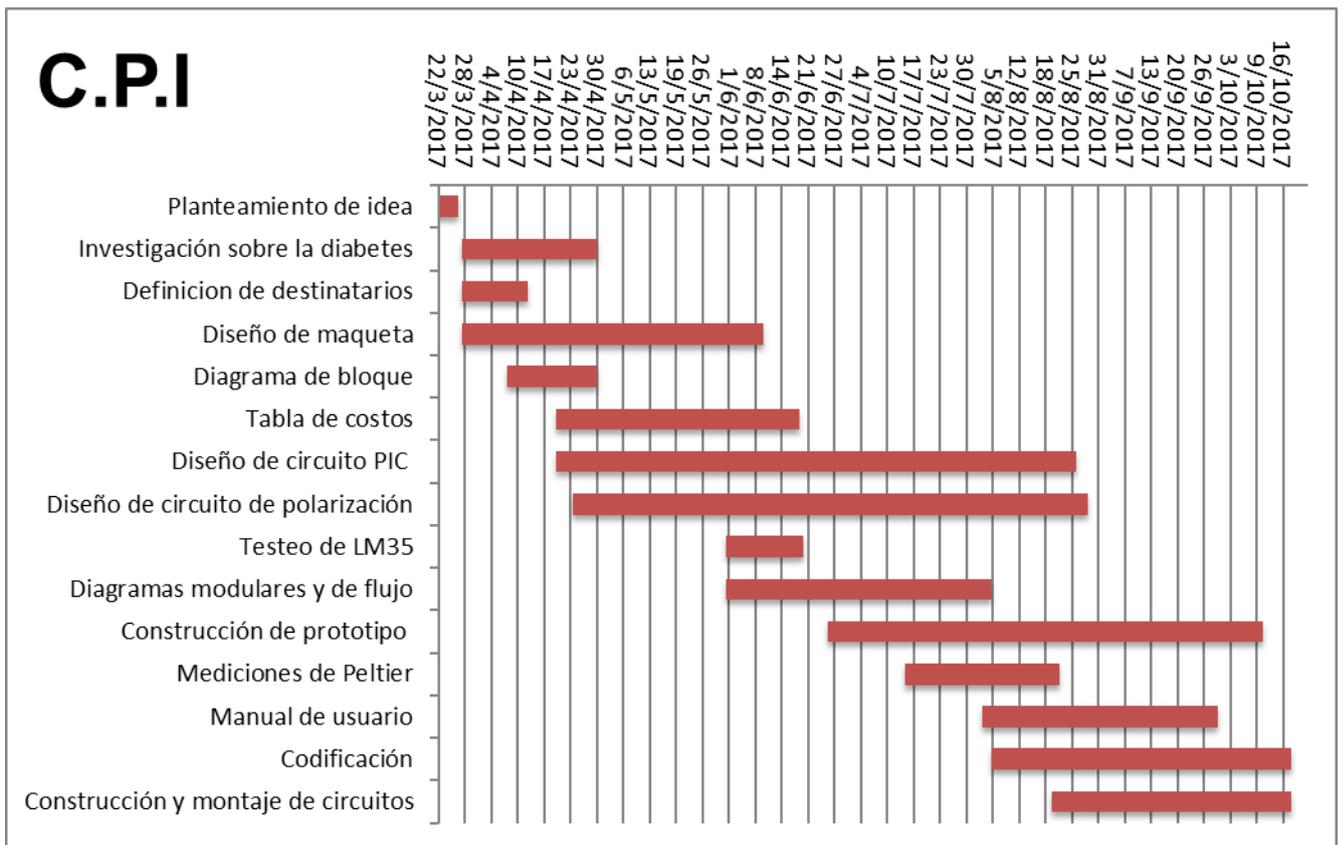


Figura 3 – Diagrama de Gantt para la determinación de las semanas correspondientes a las actividades de desarrollo.

Funcionamiento del sistema

El dispositivo inicia cuando se presiona el botón de encendido. Seguidamente, se evalúa la presencia de al menos un lapicero para dar continuación al sistema. De no hallarse ningún lapicero en el contenedor, el sistema quedará a la espera del ingreso del mismo durante un tiempo de 60 segundos emitiendo una alarma sonora y lumínica; superado este tiempo sin detectar un cambio de estado, se mostrará en pantalla un mensaje advirtiendo que no se hallan lapiceros y que apague el sistema para ahorrar batería hasta que se detecte uno o dos lapiceros. Detectado uno o dos lapiceros se solicita el ingreso y confirmación de la cantidad de dosis disponible por cada uno.

En todo el funcionamiento del sistema, si la tapa del conservador se abre y se mantiene en dicho estado por un tiempo de 60 segundos, se emitirá una alarma sonora y lumínica hasta que la misma se cierre. En el caso de que esto no suceda, concurridos otros 60 segundos, el sistema se apagará.

Luego se procede al sensado de temperatura dentro del conservador, lo que permitirá accionar el proceso de calentamiento, en el caso de ser una temperatura por debajo de los 15°C; ó el proceso de refrigeración si la temperatura supera los 20°C.

Al presionar la tecla F1, el usuario tendrá la posibilidad de ingresar el nivel de glucemia en sangre, obtenido previamente de un medidor electrónico externo a este sistema. Seguidamente se solicita el ingreso y confirmación de dicho valor, consecuentemente, el sistema indica tanto la cantidad correcta de dosis a inyectar, como los correspondientes lapiceros que se deben utilizar para la suministración y se solicita al usuario que confirme dicho proceso.

Se descontarán las dosis que el usuario debió aplicarse de las restantes y disponibles a inyectar imprimiéndose dicha información en pantalla. En el caso de que el número de dosis disponibles sea menor o igual a 12, se accionará una alerta sonora y lumínica por un breve periodo de tiempo.

Para cambiar el lapicero se debe indicar dicha situación mediante la tecla F2 solicitando, a continuación, el ingreso de la cantidad de dosis disponibles en el nuevo lapicero.

A través de la pantalla, en el caso de que no se estén realizando algunas de las acciones previamente mencionadas, se mostrarán constantemente los siguientes datos:

- Temperatura interna del conservador.
- Nivel de carga de ambas baterías.
- Cantidad de dosis disponibles por lapicero.

Diagramas de bloque primario:

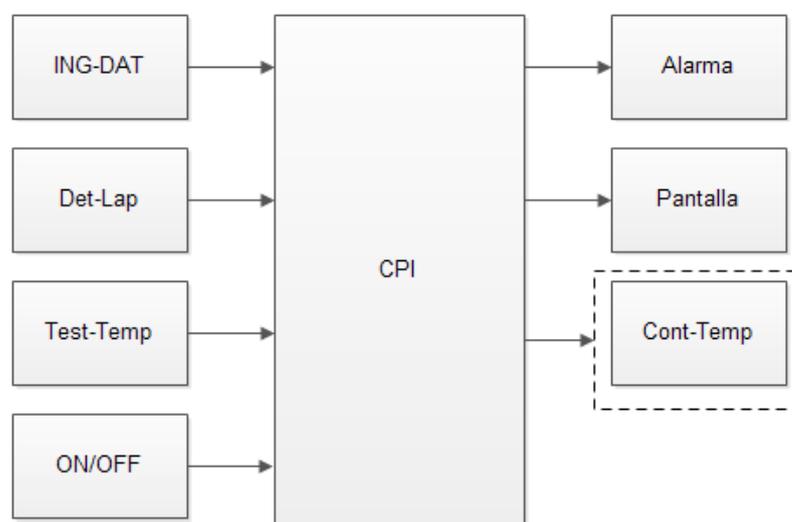


Figura 4 – diagrama de bloque

C.P.I.: Mediante el mismo se relacionan las entradas y las salidas del sistema.

On/Off: Permite el encendido y apagado del sistema.

ING-DAT: Posibilita al usuario el ingreso de los datos correspondientes al seteo inicial y eventual del sistema, como así también el nivel de glucemia en sangre.

Pantalla: Cumple la función de imprimir los mensajes que corresponden al sistema para que el usuario pueda interactuar con el mismo.

Alarma: Advierte distintas situaciones del sistema mediante señales sonoras y también lumínicas que se dan en el prototipo.

Test-Temp.: Lleva a cabo un continuo testeo de la temperatura del conservador.

Control-Temp: Controla la temperatura dentro del conservador, refrigerándolo o calentándolo.

Det-lap: detecta la presencia/ausencia de los lapiceros en el conservador.

En la siguiente figura, se presentan los diagramas de bloques secundarios que se desprenden de los que integran al bloque primario “Control-Temp”:

Diagrama de bloques secundario

El diagrama de bloque secundario que se presenta a continuación es aquel que se encuentra dentro del bloque primario denominado “Control Temp”, representado de esta manera con líneas punteadas.

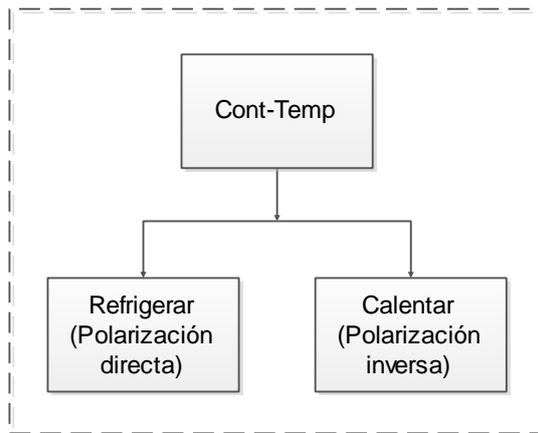


Figura 5 – Diagrama de bloque secundario

Refrigerar: se encarga de disminuir la temperatura dentro del conservador.

Calentar: se encarga de elevar la temperatura dentro del conservador.

Circuitos Eléctricos

Módulo PIC16F877A

Este microcontrolador, mediante su previa programación, se encarga de interconectar cada uno de los circuitos que conforman el sistema del prototipo. Esto se produce por medio de los datos recibidos por el PIC, que posteriormente, generan una respuesta en forma de pulso hacia los distintos módulos.

Consta de un circuito de estabilización compuesto de un Cristal oscilador y dos capacitores de 22pF que se encargan tanto de establecer la frecuencia de trabajo con la que desarrollará las acciones del prototipo, como la velocidad de lectura que se ejecuten en estos. Vale destacar, que, si dicho circuito no se implementa, el mismo no actuará de la forma deseada. Estos componentes tienen una frecuencia de trabajo de entre 4MHz y 20MHz, pero en este caso se empleará el primero de estos, y dicha velocidad de accionamiento debe declararse a la hora de realizar la programación.

El mismo entrega la posibilidad del uso de 33 puertos para conectar tanto dispositivos de entrada como de salida. Cada uno de estos trabaja con señales digitales, pero solo 8 lo permiten con analógicas. Pueden observarse las especificaciones de uso de cada puerto en la figura 6 y por debajo la descripción de los mismos.

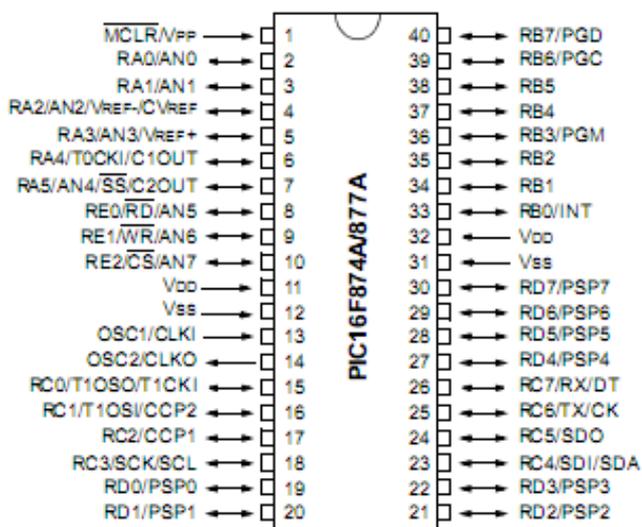


Figura 6 – Módulo de PIC16F877A

- **PIN 11-32:** Alimentación propia del dispositivo. Conectado al PIN11 se halla la resistencia mencionada previamente.
- **PIN 12-31:** Se deriva directamente a masa.
- **PIN 13-14:** Se conectan al circuito de estabilización del PIC.
- **PIN 1:** En este terminal se produce la habilitación y el “mc clear” del PIC. De no estar conectado, el microcontrolador no se hallará habilitado para su utilización y se reiniciará continuamente.
- En total se cuenta con 33 puertos libres para utilizar: 6 puertos A (pines 2 a 7), 8 puertos B (pines 33 a 40), 8 puertos C (pines 15 a 18 y pines 23 a 26), 8 puertos D (pines 19 a 22 y pines 27 a 30) y 3 puertos E (pines 8 a 10).

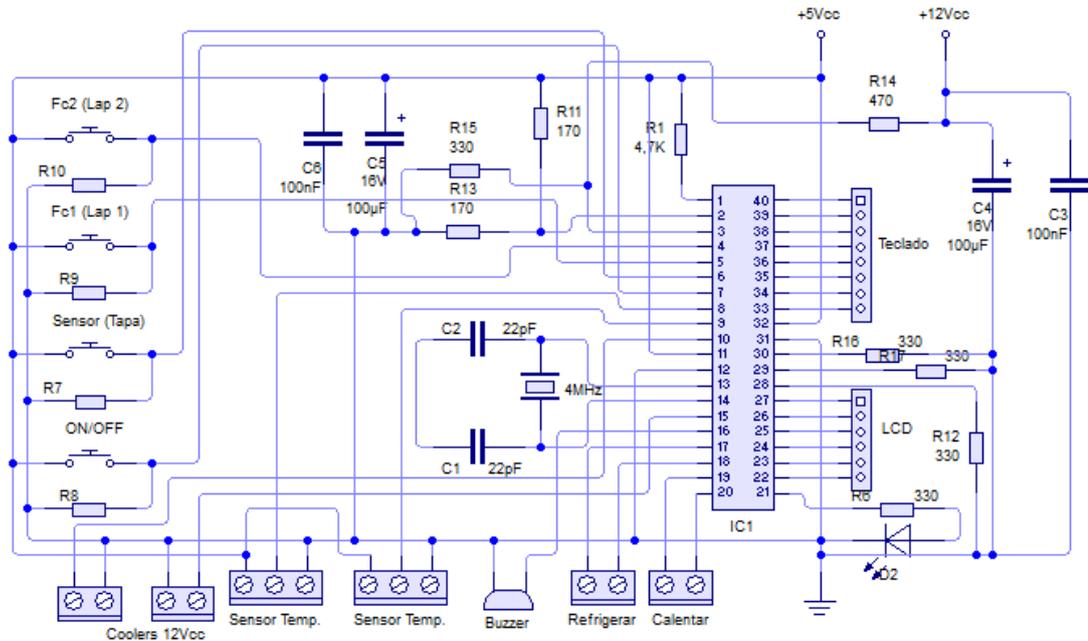


Figura 7 – Circuito de PIC

En el circuito que se observa en la Figura 7, se logra visualizar como se encuentran conectados cada uno de los componentes y dispositivos que forman parte del sistema en función de cada uno de los puertos, tanto de salida como de entrada del microcontrolador. En el caso de que se hallen terminales inutilizables en el PIC, se conecta una resistencia de 10KΩ que se deriva a 5V. Esta misma se aplica con la función de impedir que los puertos adquieran o registren ruido o señales exteriores indeseables que pueden afectar al correcto funcionamiento del sistema.

Mediciones y disposición de puertos del PIC 16F877A

A continuación, se presenta la tabla 3, donde puede observarse qué componente se encuentra conectado a cada puerto del microcontrolador 16F877A; su clasificación (entrada, salida o sin uso) y su tipo (digital o analógico).

Pin	Puerto	Clasificación			Tipo		Medición / Determinación del puerto
		Entrada	Salida	Sin uso	Digital	Analógico	
1	MCLR	X	-	-	X	-	5V – Tensión de estabilización.
2	RA0	X	-	-	-	X	5V – Divisor de tensión, batería 5V.
3	RA1	X	-	-	-	X	5V – Divisor de tensión, batería 12V.
4	RA2	X	-	-	X	-	5V – Final de carrera 1 (Lapicero 1).
5	RA3	X	-	-	X	-	5V – Final de carrera 2 (Lapicero 2).
6	RA4	X	-	-	X	-	5V – Final de carrera 3 (Tapa).
7	RA5	X	-	-	X	-	5V – Pulsador de inicio al sistema.

Tabla 3 – Disposición de puertos de PIC.

Pin	Puerto	Clasificación			Tipo		Medición / Determinación del puerto
		Entrada	Salida	Sin uso	Digital	Analógico	
8	RE0	X	-	-	-	X	5V – Sensor de temperatura (LM35) para testeo compartimento.
9	RE1	X	-	-	-	X	5V – Sensor de temperatura (LM35) para testeo externo.
10	RE2	-	X	-	X	-	5V – Cooler para disipación (+12Vcc).
11	VDD	X	-	-	X	-	5V – Alimentación del PIC.
12	VSS	-	-	-	-	-	0V – Conexión a masa del PIC.
13	OSC1	X	-	-	X	-	1,7V – Oscilador de cristal.
14	OSC2	X	-	-	X	-	1,7V – Oscilador de cristal.
15	RC0	-	X	-	X	-	5V – Cooler del compartimento (+12Vcc).
16	RC1	-	X	-	X	-	5V – Buzzer piezoeléctrico.
17	RC2	-	X	-	X	-	5V – Polarización directa de Peltier.
18	RC3	-	X	-	X	-	5V – Polarización directa de Peltier.
19	RD0	-	X	-	X	-	5V – Polarización inversa de Peltier.
20	RD1	-	X	-	X	-	5V – Polarización inversa de Peltier.
21	RD2	-	X	-	X	-	5V – Diodo LED de alerta.
22	RD3	X	-	-	X	-	5V – EN pin de la pantalla LCD.
23	RC4	X	-	-	X	-	5V – RS pin de la pantalla LCD.
24	RC5	X	-	-	X	-	Bus de datos del LCD.
25	RC6	X	-	-	X	-	Bus de datos del LCD.
26	RC7	X	-	-	X	-	Bus de datos del LCD.
27	RD4	X	-	-	X	-	Bus de datos del LCD.
28	RD5	-	X	-	X	-	5V – Diodo LED de iluminación del compartimento.
29	RD6	-	X	-	X	-	5V – Diodo LED de iluminación del compartimento.
30	RD7	X	-	-	X	-	5V – Sensor LDR, testeo de iluminación externa.
31	VSS	-	-	-	-	-	0V – Conexión a masa del PIC.
32	VDD	X	-	-	X	-	5V – Alimentación del PIC.
33	RB0	X	-	-	X	-	Teclado Matricial – Fila 1
34	RB1	X	-	-	X	-	Teclado Matricial – Fila 2
35	RB2	X	-	-	X	-	Teclado Matricial – Fila 3
36	RB3	X	-	-	X	-	Teclado Matricial – Fila 4
37	RB4	X	-	-	X	-	Teclado Matricial – Columna 1
38	RB5	X	-	-	X	-	Teclado Matricial – Columna 2
39	RB6	X	-	-	X	-	Teclado Matricial – Columna 3
40	RB7	X	-	-	X	-	Teclado Matricial – Columna 4

Tabla 4 – Disposición de puertos de PIC.

Circuito de cambio de polaridad de celda Peltier

Este módulo indispensable para el funcionamiento del prototipo cumple la función de polarizar de una manera u otra, el módulo de la celda Peltier, con el fin de que el mismo logre accionar el proceso de refrigeración como de calefacción del sector a ambientar. Para que esto suceda, se emplea el circuito llamado “Puente H”. El funcionamiento de éste se basa en la utilización de 4 transistores MOSFET o de efecto de campo. Estos tienen la característica de soportar grandes niveles de potencia, por lo que, en este caso, se aplican para la polarización de la celda Peltier las cuales requieren un valor de consumo de corriente considerable para su funcionamiento. Por esto mismo, al contrastar sus características con las de un circuito de polarización con relés, este último se vuelve inadmisibles por su carencia de propiedades a la hora de soportar altos valores de potencia.

En este circuito, los transistores MOSFET actúan como conmutadores, es decir, se accionan o trabajan entre dos estados, los cuales son tanto el de corte como el de saturación. De esta manera, se pueden analizar a dichos dispositivos como interruptores que al polarizarse modifican su estado natural de normalmente abiertos a normalmente cerrados. Estos transistores están constituidos por 3 terminales los cuales se denominan como compuerta (C), Drenador (D) y Fuente o Source (S) y dicha disposición de pines se observa en la figura 9. El pin de la compuerta habilita o no, mediante su correspondiente polarización, la circulación de los electrones desde el drenador hacia el terminal de Fuente, actuando de esta manera como un cortocircuito. El parámetro de tensión que se obtendrá entre D y S de cada transistor polarizado será despreciable.

En el caso de accionar por medio del puerto del PIC el proceso de refrigeración, se polarizan las compuertas tanto de Q2 como de Q3, produciendo que ambos dispositivos actúen en saturación (equivalente a un cortocircuito), caso contrario con los transistores Q1 y Q4 que funcionarían en el estado de corte (equivalente a un circuito abierto), impidiendo de esta manera una posible circulación de corriente por medio de estos. Los electrones en este caso circulan desde la fuente de alimentación hacia el transistor Q2 y a través del terminal positivo de la Peltier hacia Q3, que se derivaría directamente a masa. Caso contrario, si se envían los pulsos hacia Q1 y Q4, estos actúan en el estado de conducción y los restantes en corte. De esta manera, la corriente circula por Q1 hacia el terminal negativo de la Peltier y de la celda hacia Q4 que conducirá a masa del circuito.

Los diodos en inversa que se hallan en paralelo a cada uno de los transistores cumplen la función de proteger dichos componentes, permitiendo descargar los mismos en caso de posibles picos de tensión que puedan producirse al accionar constantemente el respectivo circuito. Cabe destacar que las resistencias de 10KΩ que se encuentran en paralelo a los puertos del PIC, se encargan de establecer una referencia de tensión de los puertos con respecto a masa.

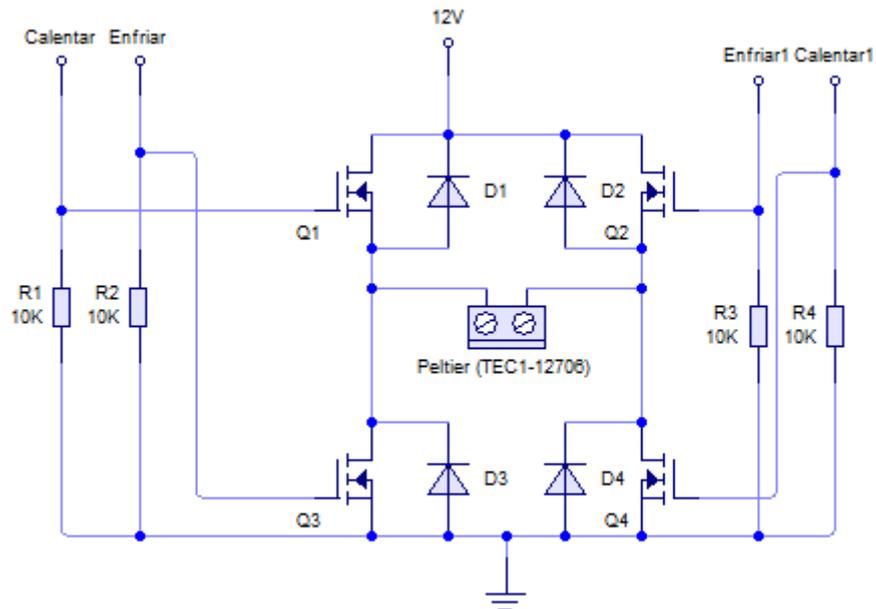


Figura 8 – Circuito de polarización de celda Peltier con Puente H.

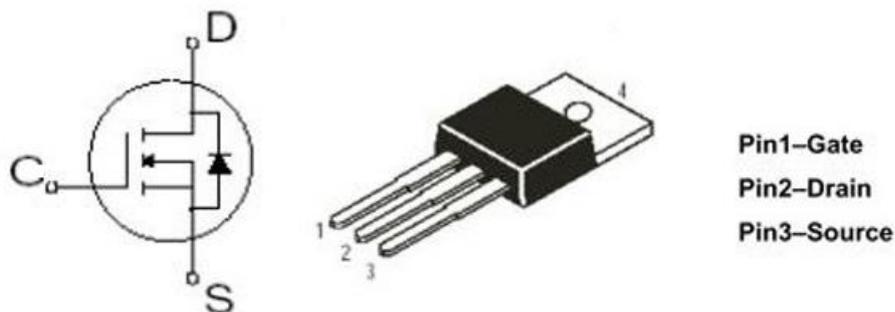


Figura 9 – Disposición de pines MOSFET

Módulo Teclado matricial

Se basa en 16 pulsadores normalmente abiertos que se conectan directamente a los 8 puentes B del PIC16F877A. Se encuentran dispuestos en forma de matriz (4 columnas y 4 filas) y se diferencian del resto de los módulos ya que los mismos no se encuentran alimentados. Su función es la de permitir al usuario el ingreso de datos al sistema para una posible interacción con el mismo. Estos tienen una configuración Pull-Up y la misma se da por medio de las resistencias internas que se encuentran en los terminales previamente mencionados. Cada vez que un pulsador es presionado se producen señales de entrada de tipo digital sobre dicho PIC, el cual posteriormente interactúa con el LCD mediante el dato recibido, y de esta manera, codifica dichos pulsos para poder representar los mismos como un mensaje en la pantalla.

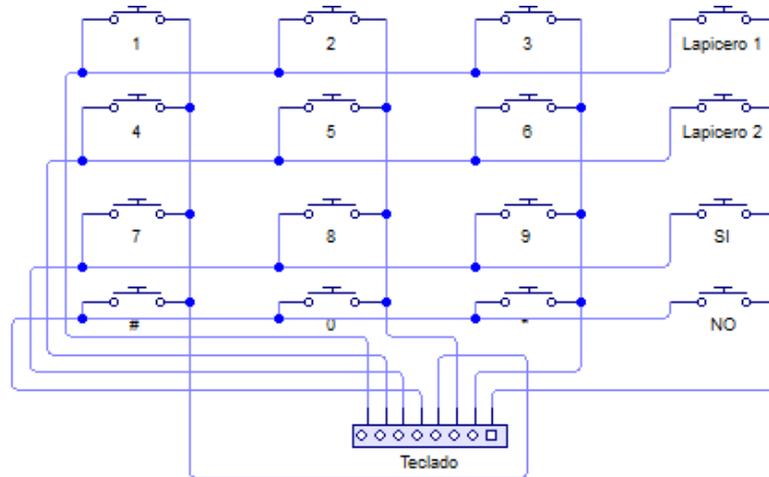


Figura 10 – Circuito del teclado matricial

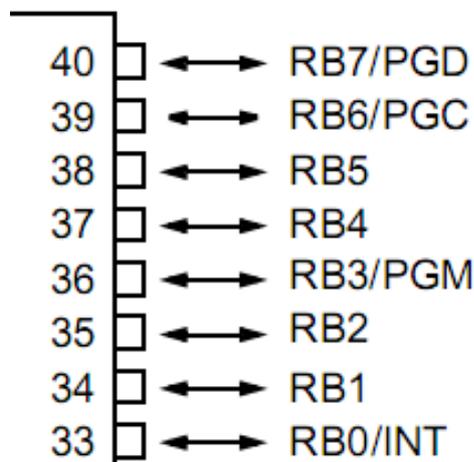


Figura 11 – Puertos de conexión de teclado matricial (PIC16F877A)

En el caso de que ningún switch sea pulsado, el PIC lee un valor mayor a 15. Cada una de estas teclas tiene una posición en referencia al PIC, las cuales comienzan de 0 hasta 15. Las posiciones correspondientes son denominadas con un cierto valor que se les asignan mediante la previa programación del microcontrolador. El accionamiento de estos se interpreta a través del PIC mediante las sentencias de programación:

- INKEY: Le asigna un nombre o valor.
- LOOKUP: Lee la posición física del teclado.

Módulo de LCD

Este módulo es utilizado para representar todo tipo de caracteres en una pantalla líquida LCD, permitiendo la interacción del sistema con el usuario por medio de mensajes que se visualizan en la misma. Está compuesto de dos circuitos integrados los cuales tienen la función de codificar los diferentes tipos de datos en código

Hexadecimal que son emitidos o transferidos desde el PIC hacia este mismo. En este caso el dispositivo es capaz de representar 20 caracteres en cada una de sus cuatro líneas. Cada pin de dicho componente tiene una función específica para el correcto funcionamiento del mismo, las cuales se procede a describir:

→**PIN 2**: Alimentación propia de la placa LCD.

→**PIN 16-5-1**: conectados a la referencia del circuito; el PIN 5 tiene la función de borrar los datos que se encuentran en la memoria y se produce mediante el envío de una señal. Dicha señal se transmite mediante la sentencia “CLR” del software “Proton” a la hora de la programación del microcontrolador.

→**PIN 4**: Determina si el PIN 5 se deriva a masa.

→**PIN 6**: Habilita la lógica del LCD. Esto se produce mediante el envío de un pulso que se establece con la sentencia “Enable” a la hora de la programación.

→**PIN 7-8-9-10-11-12-13-14**: va al bus de datos y el mismo hace referencia a la recepción o envío de los datos hechos código, los cuales luego se imprimen o representan en la pantalla.

→**PIN 16**: Conectado al cátodo del BACK-LIGHT.

Conectado tanto al **PIN 1**, **PIN 2** y **PIN 3** se encuentra un potenciómetro o resistencia variable la cual se encarga de ajustar el contraste de los caracteres para una mejor visualización de estos.

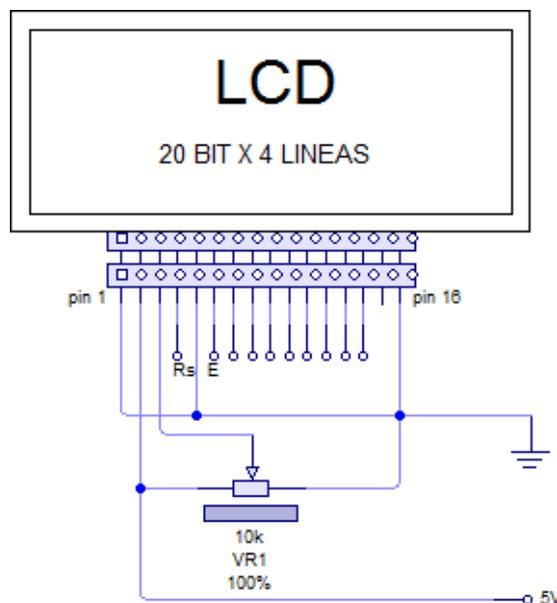


Figura 12 – Circuito de LCD

Módulo de alarma

Este módulo es el encargado de indicar al respectivo usuario las distintas circunstancias de aviso que se producen en el prototipo. El mismo se encuentra compuesto tanto de un Diodo LED como de un Buzzer. A continuación, se procederá a describir detalladamente su funcionamiento.

Buzzer

Este componente electrónico se encarga de transformar la energía eléctrica en señales monofónicas (reproducen un solo tono), permitiendo de esta manera, advertir mediante sonidos continuos o intermitentes una situación inusual que se esté produciendo en el prototipo. La construcción de dicho dispositivo consta de dos elementos los cuales son:

- Disco piezoeléctrico.
- Lámina metálica.

Cuando se polariza el buzzer, la corriente circula a través del disco piezoeléctrico generando que el mismo entre en resonancia eléctrica. De esta manera, se producen ultrasonidos que son amplificados por la lámina de acero generando así los diferentes sonidos.

Este dispositivo se conecta directamente a 5V y mediante la previa programación del micro controlador a utilizar puede determinarse el tipo de tono que generara el mismo, modificando tanto la nota como la duración de la misma.

Diodo LED

Un LED es un componente optoelectrónico activo, el cual, al circular una corriente a través del mismo, produce una caída de tensión entre sus terminales y de esta manera genera energía lumínica. Cuando se encuentra polarizado de forma directa, los electrones se recombinan con los huecos en el dispositivo, liberando esta energía en forma de fotones. Dicho efecto es llamado electroluminiscencia y el color de la luz se determina a partir de la banda de energía del semiconductor. En el circuito de la figura 14 se observa una resistencia en serie a dicho componente, la cual cumple la función de limitar la corriente que circula por el mismo para evitar así, el fin de su vida útil producto de una sobrecarga.



Figura 13 – Buzzer y diodo LED.

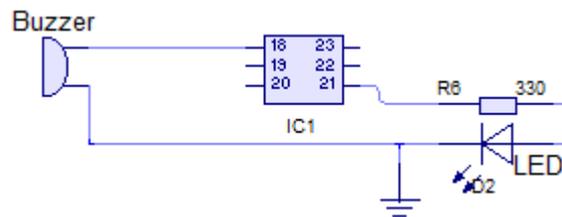


Figura 14 –Circuito Eléctrico del Buzzer y diodo LED.

Al igual que el Buzzer, este componente tiene la función de señalar o indicar al usuario que se está produciendo una situación inusual en el prototipo.

Consumo y determinación de la batería

Las tensiones de trabajo del prototipo son de 5V y 12V. Estos valores de tensión son suministrados por 2 baterías independientes. Donde la primera, con 5V - 4A/h, se encarga de alimentar la placa del PIC, la pantalla LCD y cualquier otro componente que funcione con este voltaje. La segunda, con 12V – 20A/h, se encuentra destinada a suministrar tensión y corriente exclusivamente al módulo de polarización de la celda Peltier (puente H, ver figura 8) y a los coolers correspondientes al enfriamiento o calentamiento respectivamente.

A partir de las primeras mediciones efectuadas, se logró determinar que la placa del PIC, la pantalla LCD (con back light), el módulo de alerta (alarma y sensor) y la iluminación del compartimento consumen aproximadamente 255mA. Al desactivar el back light de la pantalla LCD, se alcanza un consumo aproximadamente de 155mA. Considerando el consumo más significativo, la duración de la respectiva batería es de 15,6hs. Cabe aclarar que este consumo solo se alcanzaría en caso de que cada uno de estos módulos se encontraran funcionando de manera simultánea. Y como no es el caso, la duración de la misma es menor a la mencionada.

Por otro lado, al realizar las mediciones del módulo del circuito de polarización de la celda Peltier y de los coolers correspondientes a este, se obtiene un consumo aproximado a 2700mA. Teniendo en cuenta este valor de consumo, se estima que la duración de la batería correspondiente a estos módulos, los cuales funcionan simultáneamente, es de 7,4hs. Dado que el funcionamiento de estos no es constante, la duración de ésta se podría extender.

Situación	Consumo del circuito [mA]	Duración aproximada por módulo [h]	Duración aproximada final por batería [h]
Sin encender	0	∞	∞
Módulo de polarización de Celda Peltier	2500	8	7,4
Coolers	100 (C/U)	10	
Pantalla LCD (con back light)	150	26	15,6
Pantalla LCD (sin back light)	50	8	
Alarma	25	16	
Sensores LM35 (2)	30	13,3	
Placa PIC	20	20	

Tabla 5 – Consumo de las baterías en sus diferentes situaciones.

Determinación de los parámetros según sensado de batería

El registro continuo del estado de la batería en función de su carga y descarga es fundamental. Esto se debe a que gracias a dicho sensado se determina si el sistema posee una mayor o menor autonomía de funcionamiento, dando lugar así, a una posible recarga de las mismas en el caso de que alguna lo requiera posibilitando la obtención de un mejor rendimiento.

Se conformaron márgenes o rangos de tensión en los que el prototipo tendrá un correcto funcionamiento, para de esta manera, establecer valores que determinen la completa descarga, la media carga o carga total de las mismas. Estos parámetros son interpretados por el microcontrolador por medio de valores analógicos emitidos de un divisor de tensión el cual es diseñado en base a la capacidad de dicha batería.

A continuación, en la tabla 6, se observan los valores de los parámetros mencionados, junto con el margen de lectura que tendrá el PIC para determinar los correspondientes niveles de carga y descarga.

Batería	Nivel de carga	Tensión en batería	Tensión en R2	Margen de lectura
12V	100%	12V	5V	60mV
	50%	11,25V	4,7V	
	0%	10,5V	4,4V	
5V	100%	5V	2,5V	75mv
	50%	4,25V	2,125V	
	0%	3,5V	1,75V	

Tabla 6 – Consumo de las baterías en sus diferentes situaciones.

Circuitos eléctricos

El circuito que se presenta a continuación corresponde al divisor de tensión que determina los parámetros de carga de la batería de 12V, y su funcionamiento en función del PIC se procede a describir.

El divisor de la figura 15 compuesto por una resistencia (R1) de 460 Ω y otra (R2) de 330Ω, se encarga de establecer un voltaje de entrada al PIC. Durante la descarga de la respectiva batería la tensión que entrega disminuye, generando de manera paralela, una caída menor en R2, es decir, en el puerto. Este cambio es el que el microcontrolador lee e interpreta, para posteriormente lograr determinar el nivel de carga en la cual se hallará la misma. Dicho parámetro obedecerá a los rangos de tensión estipulados, los cuales pueden visualizarse en la tabla 6.

Los valores interpretados por este dispositivo son de carácter analógico, por lo que, en la programación, se realizan las correspondientes declaraciones para generar que el pin seleccionado pueda efectuar tal acción.

Producto de que esta batería posee la capacidad de entregar valores de tensión y corriente mayores de la que puede soportar el PIC (5V-20mA), el divisor se diseñó en base a dichos requerimientos, estableciendo así, un

voltaje máximo en R2 de 5V y una intensidad por medio del puerto no mayor a 15mA. Para determinar dichos parámetros se debieron realizar las siguientes formulas.

Cálculos para batería de 12V:

$$V_1 = 7V$$

$$V_2 = 5V$$

$$I_D = 15mA$$

$$R_1 = \frac{V_1}{I_D} \rightarrow R_1 = \frac{7V}{15mA} \rightarrow R_1 = 466,66$$

$$R_2 = \frac{V_2}{I_D} \rightarrow R_2 = \frac{5V}{15mA} \rightarrow R_2 = 333,33$$

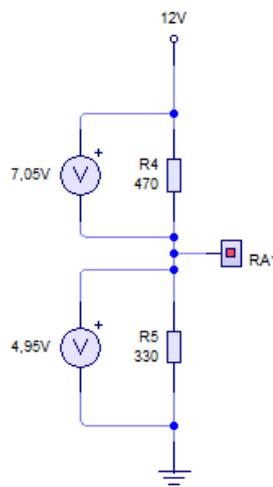


Figura 15 – Divisor de tensión (Batería de 12V).

En el caso del sensado de la batería de 5V el análisis y diseño son similares al previamente mencionado. La tensión en R2 en este caso es completamente a elección, siempre teniendo en cuenta que el microcontrolador pueda interpretar dichos valores. En este divisor, el voltaje en el puerto del PIC es de un máximo de 2,5V y la corriente de 15mA.

Como logra observarse en la figura 16 los valores de las resistencias como caídas de tensión son completamente iguales y los mismos se hallan mediante la fórmula indicada a continuación de esta.

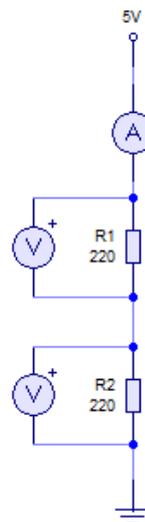


Figura 16 – Divisor de tensión (batería de 5V).

Cálculos del divisor para batería de 5V:

$$I_D = 15mA$$

$$V_1 = V_2$$

$$R_1 = \frac{V_1}{I_D} \rightarrow R_1 = \frac{2,5V}{15mA} \rightarrow R_1 = 166,66$$

$$R_1 = R_2$$

Diseño de las plaquetas en PCB:

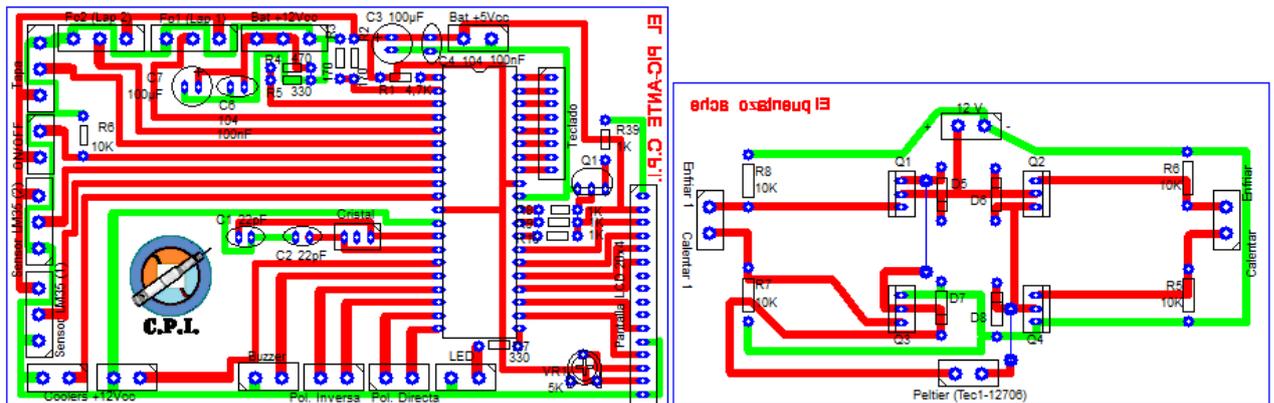


Figura 17 – Diseño en software PCB, plaqueta de PIC y circuito polarización de Peltier (Normal).

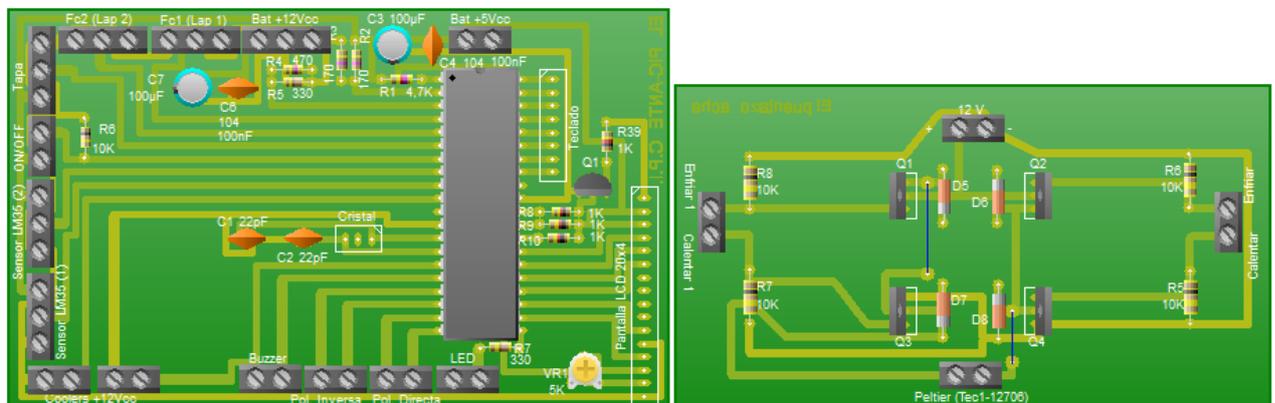


Figura 18 – Diseño en software PCB, plaqueta de PIC y circuito polarización de Peltier (Real World).

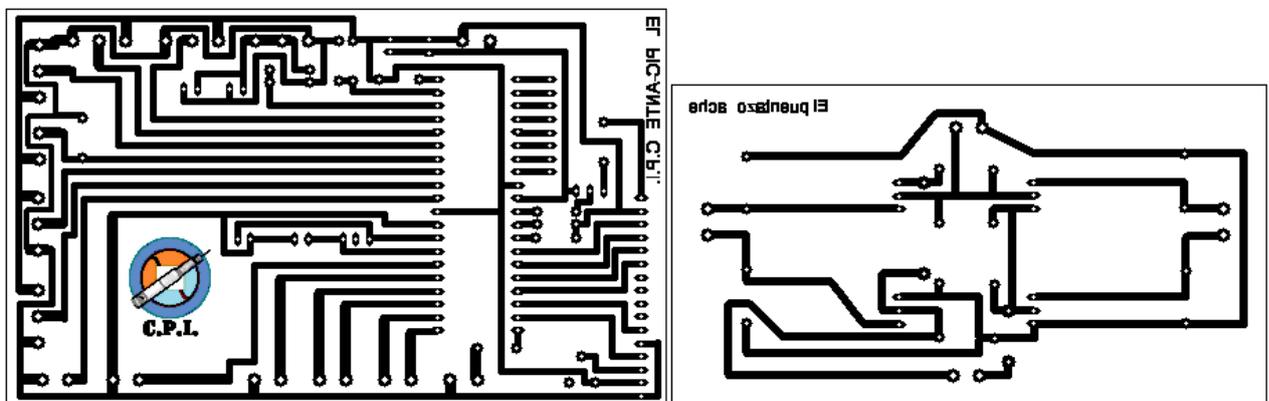


Figura 19 – Diseño en software PCB, plaqueta de PIC y circuito polarización de Peltier (Artwork).

Celda Peltier

A pesar de no ser un circuito electrónico, la celda Peltier es una parte primordial para el desarrollo del prototipo. El funcionamiento de este componente se rige por el efecto termoeléctrico “Peltier”, el cual consiste en la circulación de corriente por un circuito compuesto de materiales diferentes cuyas uniones se encuentran a la misma temperatura. En el caso de esta celda, se absorbe el calor en una unión y se desprende en la otra, por lo que, regulando el flujo de corriente que circula por los terminales de ésta, se puede controlar la temperatura de sus dos lados, permitiendo mantener el conservador en el rango deseado.

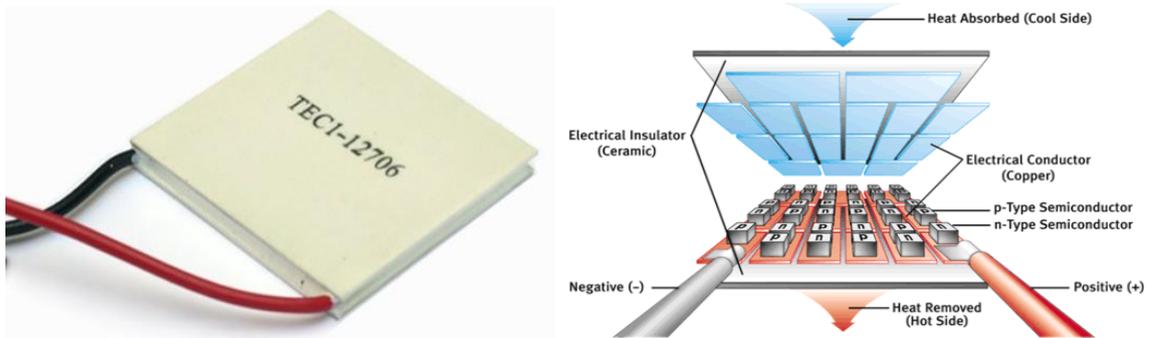


Figura 20 – Celda Peltier (vista externa e interna).

Este dispositivo está conformado internamente por dos tipos de semiconductores los cuales están construidos a base de:

- Telurio
- Bismuto

Sensor de temperatura LM35

Este dispositivo analógico se encarga de registrar la temperatura ambiente a la cual este expuesto o la de algún material con la que se halle en contacto, y el margen de error en su registro ronda en 1°C. Su funcionamiento se basa en la utilización del sistema RTD (resistance temperature detector), el cual, hace referencia a una resistencia interna en el sensor que cambia su valor óhmico en función de la temperatura. De esta manera en su salida, entrega diferentes valores de tensión que varían de manera lineal (10mv/°C), a los diferentes micro controladores con los cuales es posible utilizar. Esto quiere decir que la tensión que entrega el sensor es proporcional a la temperatura que registra.

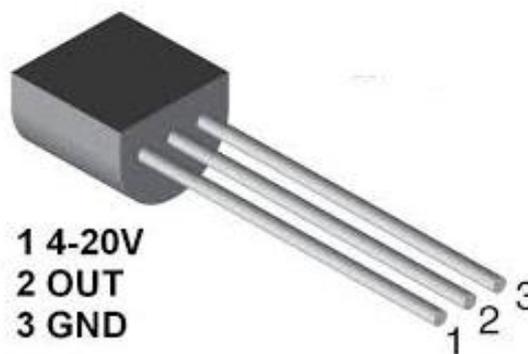


Figura 21 – Conexión del LM35.

Como logra observarse en la figura 21, el primer terminal visto desde la cara plana de izquierda a derecha se conecta a la alimentación propia del sensor. El terminal medio es la salida del dispositivo en el cual se emite un valor de tensión que luego repercute de una cierta forma al micro controlador con el que se conecte. El tercer pin, se deriva directamente a masa o tierra en el correspondiente circuito. Cabe destacar que este dispositivo puede alimentarse desde 4 a 20V, pero la tensión con la que se alimenta en el caso de este prototipo es de 5V.

Mediciones efectuadas

La siguiente tabla presenta las mediciones registradas al realizar el testeo inicial del sensor LM35 en la cual se puede observar como varía la tensión con respecto a la temperatura tomada por este. Los valores de tensión se obtuvieron utilizando un multímetro digital y la variación de temperatura fue visualizada mediante el LCD del entrenador de PIC, realizando un código básico para la interpretación de los datos del sensor; el cual se presenta a continuación:

Temperatura registrada por el LM35 y visualizada en la pantalla LCD (°C)	Tensión registrada en el multímetro (mV)
23,6°C	238,5mV
27,5°C	275,7mV
29,5°C	303mV
31,4°C	308,4mV
33,4°C	333,4mV
54,2°C	552,6mV

Tabla 7 – Valores de temperatura y tensión medidos.

Para obtener estas mediciones (ver tabla 7), se debió grabar y utilizar la siguiente codificación:

```

Device 16F877A
Xtal=4

Declare LCD_Type 0
Declare LCD_Interface 4
Declare LCD_DTPin PORTB.4
Declare LCD_Lines 2
Declare LCD_ENPin PORTB.2
Declare LCD_RSPin PORTB.3

'Declare Adin_Tad FRC
'Declare adin_delay 50
Declare Adin_Res 10

ADCON0=%11000001
ADCON1=%10000100

TRISA=%00000001 '$FF
TRISB=%00000010
TRISC=0
TRISD=0
TRISE=0

```

```

PORTB=0
PORTA=0
PORTC=0
PORTD=0
PORTE=0

Dim ADC As Word
Dim TEMP As Float
Dim S1 As PORTB.1
Dim A As Byte

A=10

Medi_temp:
  GoSub switch1
  GoSub medir
  End

switch1:
  If S1=1 Then
    Return
  Else
    GoTo switch1
  EndIf

medir:
  ADC= ADIn 0
  TEMP= ( ADC * 50 ) /1024
  TEMP= TEMP + A
  Print At 1,1, "Temp= ", Dec1 TEMP, " 'C"
  Print At 2,1, "C.P.I"
  DelayMS 1000
  Cls
  GoTo medir

```

Mediciones de la celda Peltier sin disipador

En las tablas 8, 9, 10, 11 y 12 se observan todas las mediciones efectuadas en función a la celda Peltier.

Modificando de manera ascendente, los valores tanto de tensión como de corriente que se aplican a dicho dispositivo, se logró tomar un registro de la temperatura que adquirió cada una de las caras de dicha celda. De esta manera, se consiguió conocer los parámetros de trabajo requeridos para un correcto funcionamiento del prototipo. Cabe destacar que los respectivos valores térmicos fueron registrados por medio de un termómetro infrarrojo digital y los de tensión y corriente por un multímetro digital.

Tensión de la fuente [V]	Corriente entregada por la fuente [A]	Temperatura en el lado frío de la celda Peltier [°C]	Temperatura en el lado caliente de la celda Peltier [°C]
5	0,5	12	24,8
7	0,6	11,2	40,3
9	0,7	8,3	43,3

Tabla 8 – Valores de temperatura y tensión medidos.

Tensión de la fuente [V]	Corriente entregada por la fuente [A]	Temperatura en el lado frío de la celda Peltier [°C]	Temperatura en el lado caliente de la celda Peltier [°C]
10	0,75	8,6	45,1
12	1	5,8	56

Tabla 9 – Valores de temperatura y tensión medidos.

Mediciones de la celda Peltier con un primer disipador

En el caso de estas mediciones, se acopló un pequeño disipador en la cara superior de la celda Peltier. La misma, con el fin de lograr una transmisión de temperatura más efectiva desde el dispositivo hacia el área de conservación. La temperatura registrada por el termómetro digital es la transmitida mediante conducción desde la Peltier al respectivo disipador, observando mediante dichas lecturas, una pérdida de temperatura producto de este proceso. No se efectuaron algunas de las mediciones que corresponden a la cara caliente, a causa de que la temperatura previamente registrada cumple con los requisitos deseados para su adecuado funcionamiento.

Tensión de la fuente [V]	Corriente entregada por la fuente [A]	Temperatura en el lado frío de la celda Peltier [°C]	Temperatura en el lado caliente de la celda Peltier [°C]
5	0,5	17	30,8
7	0,6	17	33,5
9	0,7	15,3	35,3
10	0,75	15,3	36,1
12	1	14,8	41,2
12	1,5	12,5	-----
12	1,75	11,3	-----
12	2	11	-----

Tabla 10 – Valores de temperatura y tensión medidos.

Medidas de la celda Peltier con un segundo disipador más pequeño

Para estas mediciones, se redujeron las dimensiones que corresponden al disipador mencionado en los ensayos previamente realizados, con el fin de lograr así una menor pérdida térmica y generar un mayor rendimiento. Esta disminución se debe a que, a menor superficie, la transmisión de temperatura de un cuerpo a otro aumenta de manera considerable.

Tensión de la fuente [V]	Corriente entregada por la fuente [A]	Temperatura en el lado frío de la celda Peltier [°C]
5	0,5	15,9
7	0,7	14
10	0,75	13,6
12	1	13
12	1,5	10,6
12	1,75	9,6
12	2	9,2

Tabla 11 – Valores de temperatura y tensión medidos.

Mediciones de temperatura dentro de conservador (proceso de refrigeración)

Estas medidas se realizaron en un conservador alternativo, el cual se conforma de un recipiente de tergopol de 500 c.c. (centímetros cúbicos). La temperatura dentro del mismo fue registrada por medio de un LM35, con un voltímetro digital, teniendo completo conocimiento del funcionamiento de dicho sensor, el cual se describió con anterioridad. Las correspondientes mediciones en cada uno de los casos se efectuaron con un margen de 15 minutos luego de la activación del circuito. Cabe destacar que este conservador no posee las mismas dimensiones, ni propiedades térmicas como herméticas, pero se asemeja al del prototipo final.

Corriente de entregada por la fuente [A]	Tensión de la fuente [V]	Temperatura en el conservador luego de activar la refrigeración [°C]	Tiempo transcurrido para lograr 20°C luego de la desactivación del circuito
1,5	12	14,3°C	5 minutos
2	12	13,8°C	5 minutos
2,5	12	15°C	5 minutos

Tabla 12 – Mediciones de temperatura en conservador alternativo

Construcción y composición de prototipo

El conservador fue diseñado para que el usuario pueda transportarlo con facilidad y por ello, sus dimensiones permiten que este quepa en una variada cantidad de mochilas y bolsos que estén adaptados al prototipo. El mismo está compuesto por 4 compartimientos:

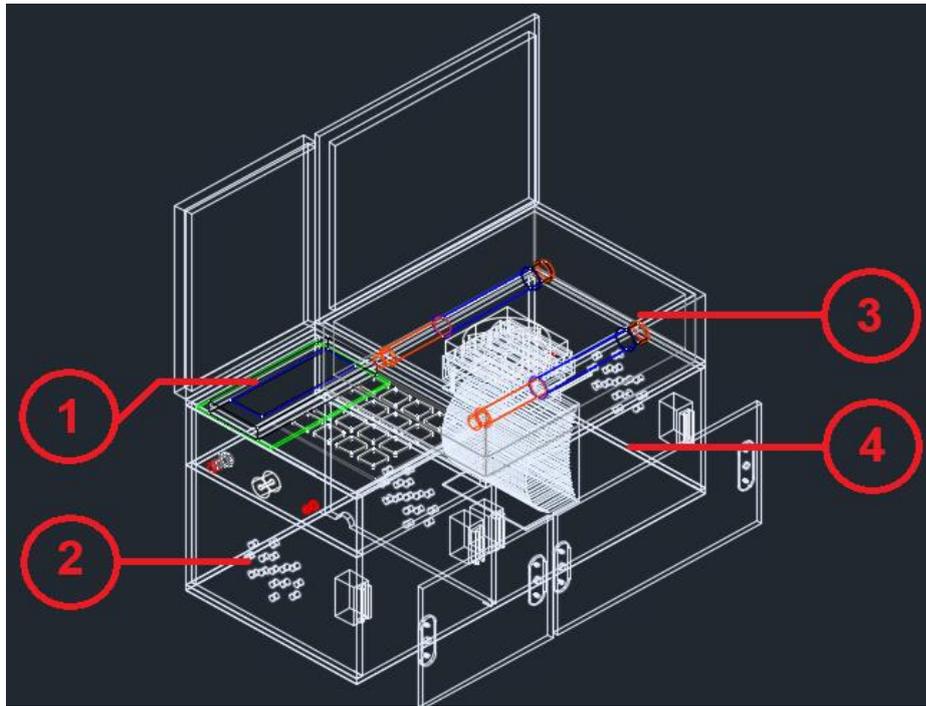


Figura 22 – Esquema del prototipo y sus compartimientos.

1. Compartimiento de LCD y teclado matricial: sección ubicada en la parte superior izquierda del prototipo mediante la cual el usuario interactúa con el sistema.
2. Compartimiento de batería de 5V y circuitos del sistema: Ubicado debajo del compartimiento número 1, este se compone por la totalidad de los circuitos que controlan el funcionamiento del prototipo, los cuales son comandados por un microcontrolador PIC 16F877A. Además, en esta sección se sitúa la batería de 5V que alimenta dicho dispositivo, así como a los módulos que precisen de esta tensión.
3. Compartimiento de lapiceros de insulina: este se encuentra en la parte superior derecha del dispositivo para el fácil acceso del usuario a los lapiceros. En este compartimiento se buscó lograr la mayor hermeticidad posible con respecto a los demás, para de esta manera, conseguir una efectiva conservación de la insulina.
4. Compartimiento de batería 12V y módulo Peltier: se sitúa debajo del compartimiento 3 para controlar su temperatura mediante la celda Peltier y de esta manera conservar los lapiceros. El módulo Peltier está compuesto por un cooler y un disipador en cada una de sus caras. A su vez, para la alimentación de este módulo se empleó una batería de 12V que también forma parte de dicho compartimiento.

Para su construcción se buscó emplear un material ligero y rígido, que soporte el peso de los componentes internos y los posibles golpes que puedan ser ocasionados por su uso. En base a estos requerimientos, se optó por utilizar acrílico de tipo liso (3mm de espesor) para la estructura del prototipo. Una vez ensambladas las partes que lo componen se utilizó adhesivo de consistencia tipo gel para unirlos.

Con el objetivo de aislar térmica y herméticamente en el compartimiento de los lapiceros de insulina, se utilizó espuma y láminas de aluminio. En este último, además, se sitúan los 2 lapiceros de insulina, así como el cooler y el disipador de calor, ambos acoplados a uno de los lados de la placa Peltier.

Esquema del prototipo

En las siguientes figuras, se observa las diferentes vistas que corresponden a la maqueta del prototipo.

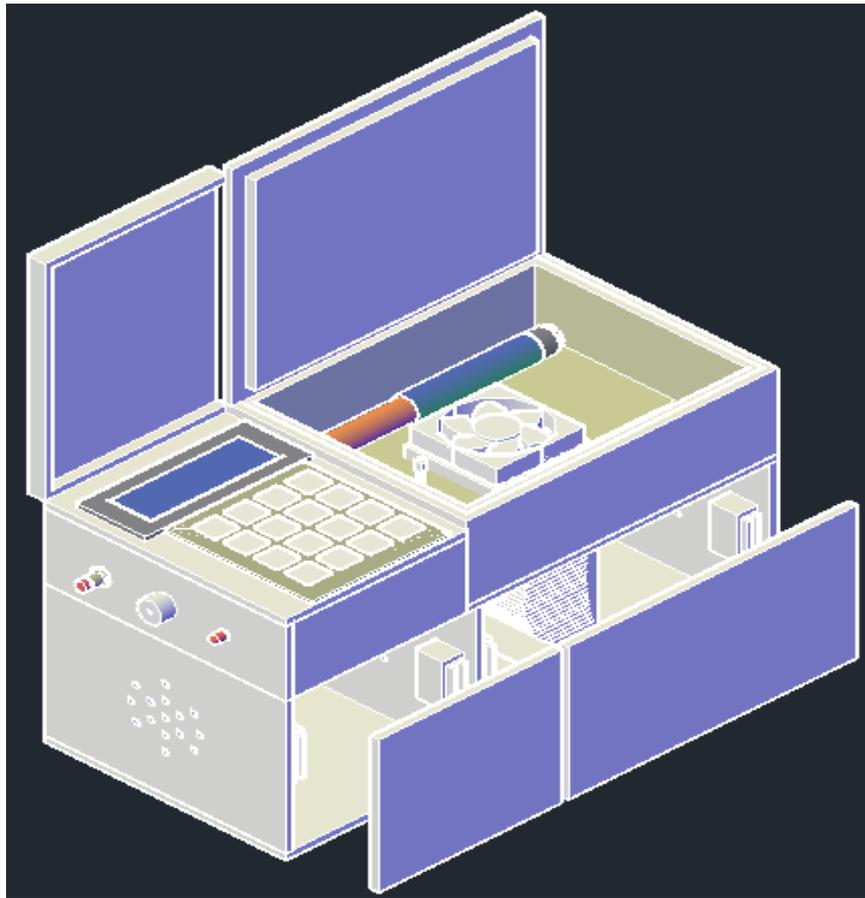


Figura 23 – Maqueta vista isométrica sudoeste.

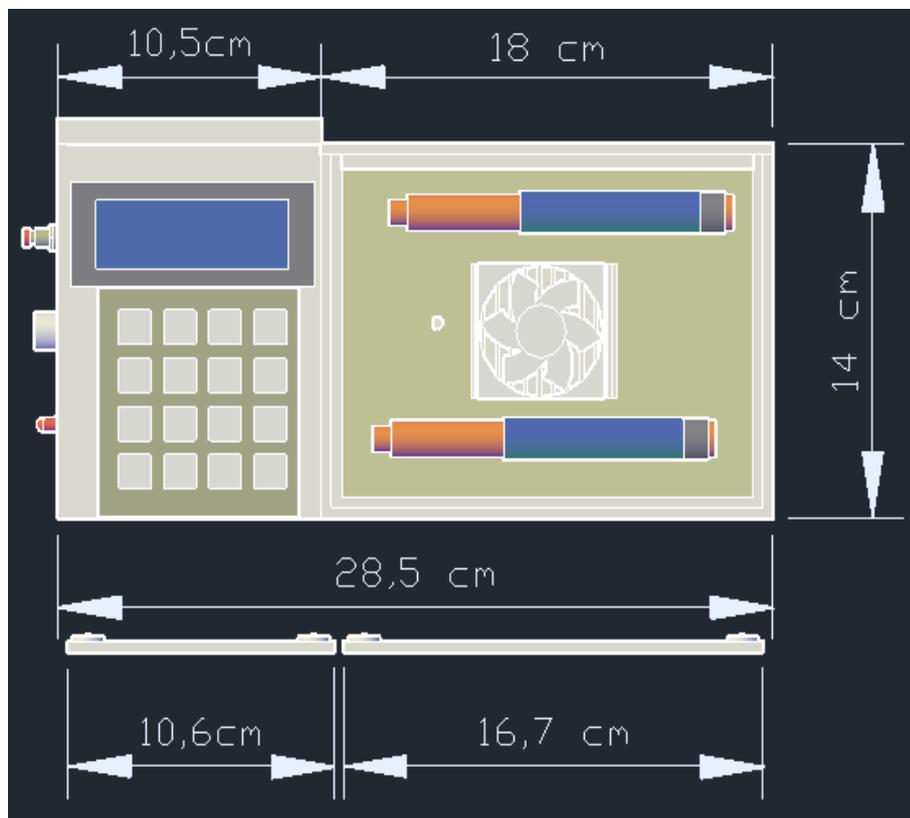


Figura 24 – Maqueta vista superior.

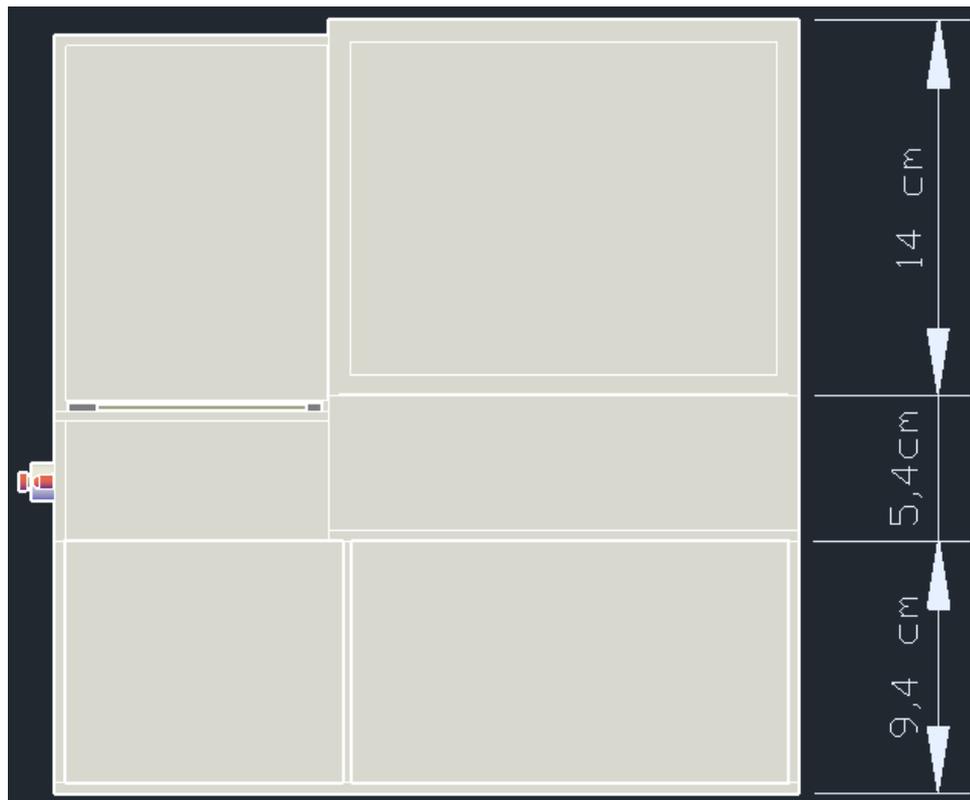


Figura 25 – Maqueta vista frontal (tapas abiertas).

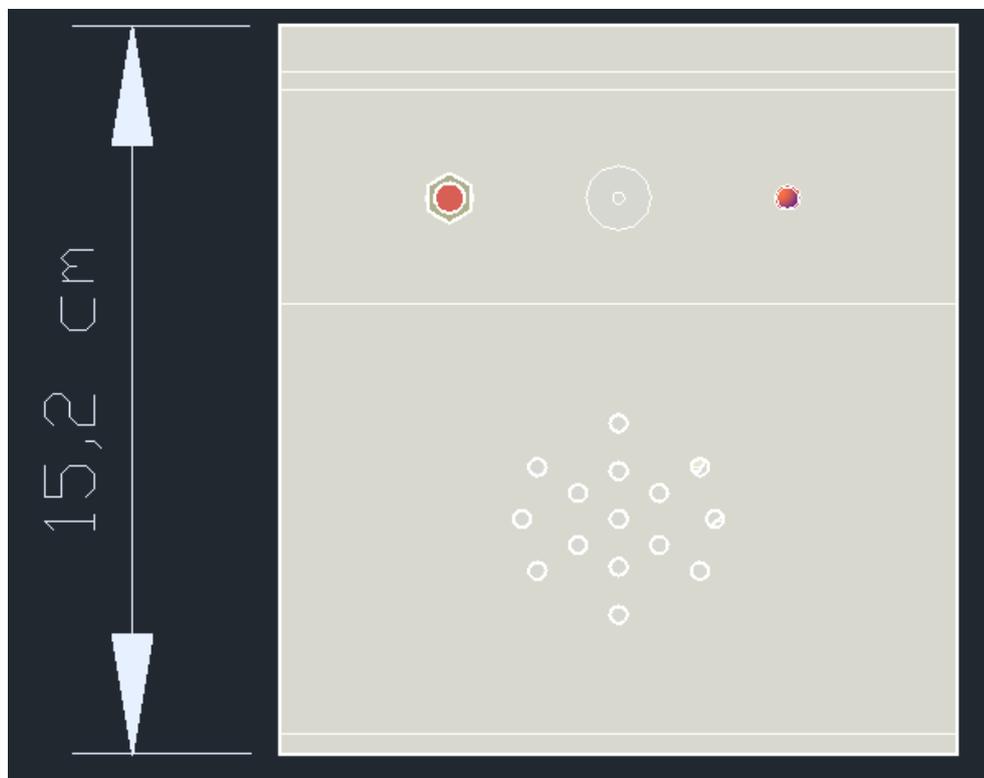


Figura 26 – Maqueta lateral izquierda (tapas cerradas).

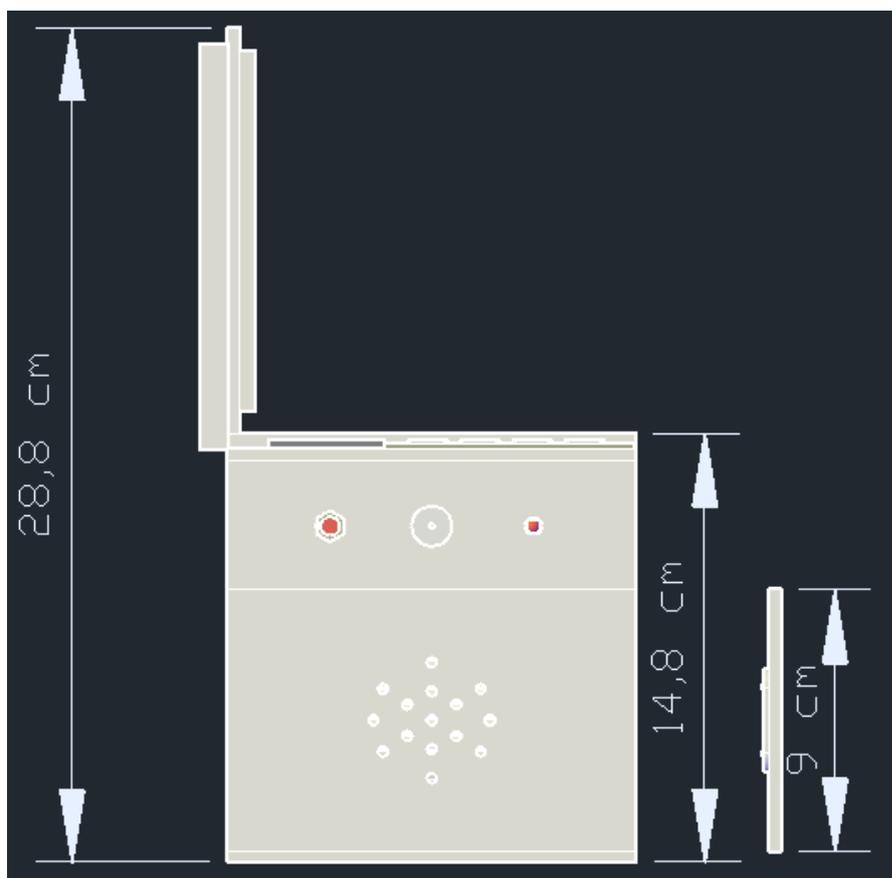


Figura 27 – Maqueta lateral izquierda (tapas abiertas).

Costos del Proyecto

Los costos fueron basados en el dinero invertido en los materiales para la construcción del prototipo. La siguiente tabla indica los costos monetarios estimativos para la realización del prototipo.

Nº	Componente	Cantidad	Precio c/u	Subtotal
1	Acrílico tipo liso 3mm – 50x50	3	\$320	\$960
2	Aerosol de color blanco (426 mL)	3	\$80	\$240
3	Bornera de 2 conexiones, con tornillo	12	\$3	\$36
4	Bornera de 3 conexiones, con tornillo	6	\$3	\$18
5	Botella de ácido férrico – 1Lt	1	\$36,26	\$36,26
6	Buzzer piezo-eléctrico 5V	1	\$18	\$18
7	Capacitor cerámico 100nF (104)	2	\$0,25	\$0,50
8	Capacitor cerámico 22pF	2	\$0,25	\$0,50
9	Capacitor electrolítico 100Uf - 16V	2	\$0,30	\$0,60
10	Celda Peltier TEC1-12706	2	\$150	\$300
11	Cooler con disipador – 4cm x 4cm	1	\$40	\$40
12	Cooler con disipador – 7cm x 7cm	1	\$160	\$160
13	Cristal 4MHz	2	\$4,80	\$9,60
14	Diodo rectificador 1N4007	4	\$0,42	\$1,68
15	Espuma de polietileno aluminizada – 1m x 1m	1	\$50	\$50
16	Finales de carrera	3	\$65	\$195
17	LCD alfanumérico 20X4	1	\$340	\$340

Tabla 13 – Costos del proyecto.

Nº	Componente	Cantidad	Precio c/u	Subtotal
18	Lija de grano fino	12	\$15	\$180
19	Lija de grano grueso	8	\$25	\$200
20	PIC 16F877A	3	\$42	\$126
21	Pin sil hembra	27	\$0,38	\$10,26
22	Placa Pertinax virgen (30X30cm)	2	\$131	\$262
23	Preset 5KΩ	1	\$2,25	\$2,25
24	Pulsador N.A – 2 pines	1	\$1,50	\$1,50
25	Resistor 10KΩ	5	\$0,35	\$1,75
26	Resistor 1KΩ	2	\$0,35	\$0,70
27	Resistor 220Ω	2	\$0,35	\$0,70
28	Resistor 330Ω	2	\$0,35	\$0,70
29	Resistor 4,7KΩ	1	\$0,35	\$0,35
30	Resistor 470Ω	1	\$0,35	\$0,35
31	Sensor LM35	2	\$70	\$140
32	Teclado matricial 4X4	1	\$355	\$355
33	Tira de espuma aislante de aluminio adhesiva	1	\$120	\$120
34	Transistor 2N3904	1	\$0,83	\$0,83
35	Transistor MOSFET – IRFZ44n	4	\$15	\$60
36	Zócalo DIL de 40 pines	1	\$40	\$40
TOTAL				\$3.908,53

Tabla 14 – Costos del proyecto.

Costos de desarrollo

En la siguiente tabla se presentan los costos estimados correspondientes a la investigación, estudio, montaje, ensamblado, ensayo y mediciones del prototipo. Se tuvo en cuenta que el valor del trabajo de un técnico electrónico por hora es de 93 pesos argentinos. El tiempo empleado para el desarrollo del mismo se encuentra representado en horas. Cabe mencionar, que este último dato puede observarse de manera más detallada en el diagrama de Gantt (Figura 3).

	Tiempo aplicado [Hs]	Valor Hora de trabajo de un técnico electrónico [\$/Hs]	Subtotal [€]	Total [€]
Investigación y estudio	12 semanas a un promedio de 16 horas por semana.	93	17.856	41.013
Montaje y ensamblado del prototipo	9 semanas a un promedio de 16 horas por semana.		13.392	
Ensayo y mediciones	7 semanas a un promedio de 15 horas por semana.		9.765	

Tabla 15 – Costos de desarrollo.

Conclusiones

Balance comparativo

Al evaluar el prototipo construido, es posible señalar que, más allá del tiempo empleado para la investigación, construcción y desarrollo del mismo, se logró cumplir con el objetivo planteado en el presente informe en su totalidad.

Recomendaciones

Analizando el prototipo final logrado, es posible establecer una serie de recomendaciones con el fin de mejorar al mismo:

- Mejorar tanto así la ubicación y tamaño de los distintos compartimentos, como su estética.
- Reubicar la disposición de componentes con el fin de minimizar el diseño de las placas impresas, para así, lograr reducir las dimensiones del prototipo en lo que respecta al compartimiento de estas.
- Conseguir una refrigeración/calefacción más eficaz.
- Utilizar una batería de menor tamaño para lograr un prototipo más pequeño y liviano.
- Mejorar el mecanismo correspondiente al cierre de la tapa y a la verificación de los lapiceros.

Propuestas

Considerando las recomendaciones previamente planteadas, a continuación, se presentan una lista de propuestas para estas.

- Para la primera recomendación, se puede reemplazar el acrílico de tipo liso por policarbonato compacto, ya que ambos comparten características físicas similares en lo que respecta a su rigidez y aspecto visual. Con la diferencia que el segundo es flexible y su precio es menor que el primero. Además, se puede sustituir la espuma de polietileno aluminizada por un material de mayor aislación térmica, como, por ejemplo, lana de roca.
- Para la segunda recomendación, es posible optimizar el tamaño y reducirlo empleando placas impresas de doble faz y componentes de montaje superficial (SMD).
- Para la tercera recomendación, utilizar 2 o más celdas Peltier con el fin de conseguir una refrigeración/calentamiento más eficaz. Cabe mencionar que esto implicaría aumentar el tamaño del compartimiento de los lapiceros para una mayor circulación de aire, una mayor disipación de calor por parte de las celdas en su conjunto y tener en cuenta los parámetros de potencia para que la duración de esta se mantenga con la original.
- Para la cuarta recomendación, se debería utilizar una batería que posea parámetros de potencia similares de la empleada en el presente prototipo para sea capaz de mantener su autonomía. Las baterías aplicadas en el área de aeromodelismo cumplen con las especificaciones solicitadas.
- Para la quinta recomendación, se podría reemplazar los finales de carrera correspondientes a la verificación de los lapiceros y al cierre de la tapa por sensores infrarrojos (minis), mejorando así el aspecto interno del compartimento.

Mejoras

Con el fin de aumentar la calidad y el nivel de complejidad, es decir, dotarlo de más funciones para que de esta manera el usuario tenga acceso a un prototipo más versátil, a continuación, se presentan una serie de mejoras:

- Desarrollar una aplicación para smartphone que permita una interacción entre el prototipo y el usuario mayor a la ya presentada. Por ejemplo: utilizando una, el usuario podría estar verificando el estado de carga de las baterías constantemente, si la tapa se abrió o no, e incluso podría realizar el ingreso de información y almacenarla posteriormente en una tarjeta SD.
- Agregar un pulsador de emergencia con el fin de pausar el sistema y realizar una verificación del correcto funcionamiento de los componentes, es decir, un mantenimiento.

Bibliografía y recursos de Internet consultados

- MALVINO, Albert Paul. *Principios de electrónica*. España. Ed. McGraw-Hill. 1999
- https://es.wikipedia.org/wiki/Diabetes_mellitus - Fuente: Wikipedia – Diabetes
- <https://medlineplus.gov/spanish/magazine/issues/winter09/articles/winter09pg10-11b.html> - Fuente: Medlineplus – Tipos de Diabetes
- <https://diabetesmadrid.org/diabetes-tipo-1-tipo-2-definicion-diferencias/> - Fuente: Diabetes Madrid – Tipos de Diabetes

- <http://www.who.int/diabetes/global-report/es/> - Fuente: OMS – Porcentaje mundial de diabéticos
- <https://www.argentina.gob.ar/salud/glosario/diabetes> - Fuente: Ministerio de salud – Porcentaje Nacional de diabéticos
- <http://saludsantacruz.gob.ar/saladesituacion/> - Fuente: Ministerio de salud – Porcentaje de diabéticos en Santa Cruz.
- www.utm.mx/~mtello/Extensos/extenso020709.pdf - Fuente - Universidad Tecnológica de México – Celda Peltier.
- <http://www.mundodigital.net/que-es-el-efecto-peltier/> - Fuente: Mundo Digital – Efecto Peltier
- <http://www.mercadolibre.com.ar/> - Celda Peltier, Acrílico, LCD 4 líneas, Baterías, Rollo de PLA, teclado matricial.
- <http://www.areatecnologia.com/electronica/mosfet.html> - Fuente: Área Tecnología – MOSFET
- <http://www.areatecnologia.com/informatica/impresoras-3d.html> - Fuente Área Tecnología – Capacidad de impresora 3D.
- <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf> – Fuente: Texas Instruments – LM35 Datasheet
- <http://peltiermodules.com/peltier.datasheet/TEC1-12706.pdf> - Fuente: Hebei IT – TEC1-12706 Datasheet.
- <https://www.infineon.com/dgdl/irfz44n.pdf?fileId=5546d462533600a40153563b3575220b> – Fuente: International Rectifier – IRFZ44N Datasheet.
- http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/microcontroladores/SLIDES_8051_PDF/20_MATRI.PDF - Fuente: M.C. Carlos F. – Teclado matricial.
- <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf> - Fuente: Microchip – PIC 16F877A
- <http://www.microelectronicash.com/> - Fuente: Microelectrónica – LCD 4 líneas, Teclado matricial, Celda Peltier.
- <https://www.medicalpress.es/boligrafos-de-insulina-tipos-beneficios-y-como-usarlos/> - Fuente: Medical Press – Lapiceros de insulina.
- <https://programarfácil.com/blog/arduino-blog/ds18b20-sensor-temperatura-arduino/> - Fuente: Programar Fácil – Sensor de temperatura DS18B20.
- <https://dte.ucsf.edu/es/tipos-de-diabetes/diabetes-tipo-2/tratamiento-de-la-diabetes-tipo-2/medicamentos-y-terapias-2/prescripcion-de-insulina-para-diabetes-tipo-2/calculo-de-la-dosis-de-insulina/> - Fuente: Diabetes Education Online – Como calcular dosis de insulina.

Anexo 1: Programación del PIC16F877A

Diagrama Modular

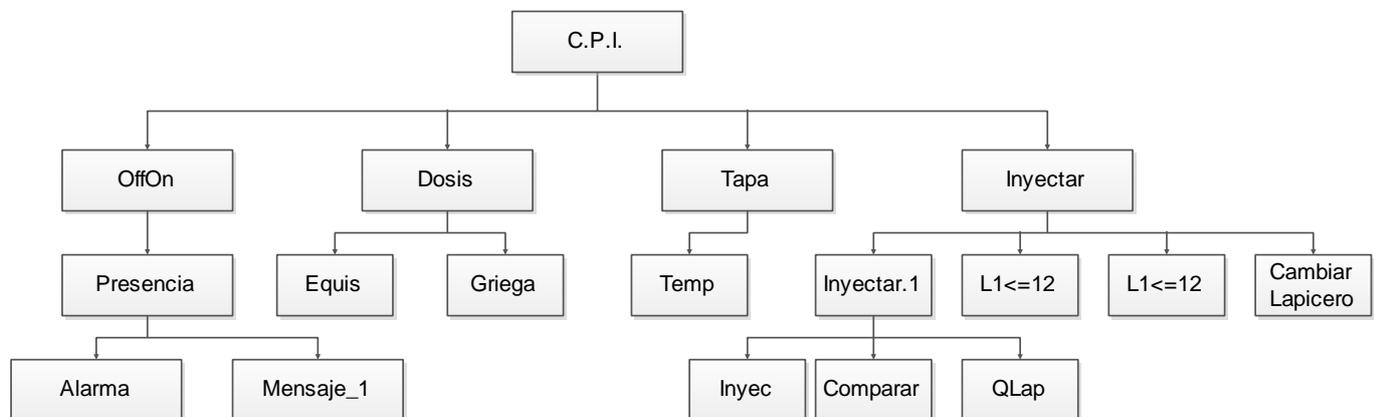
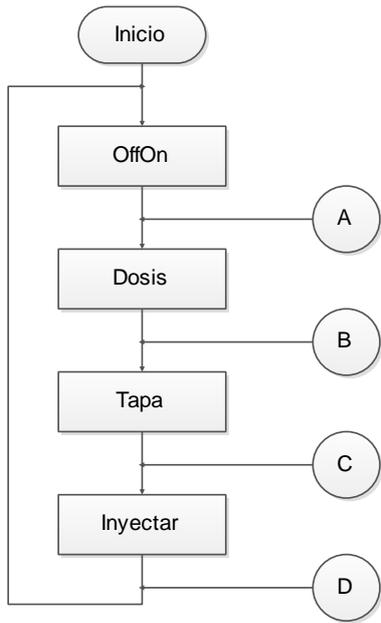
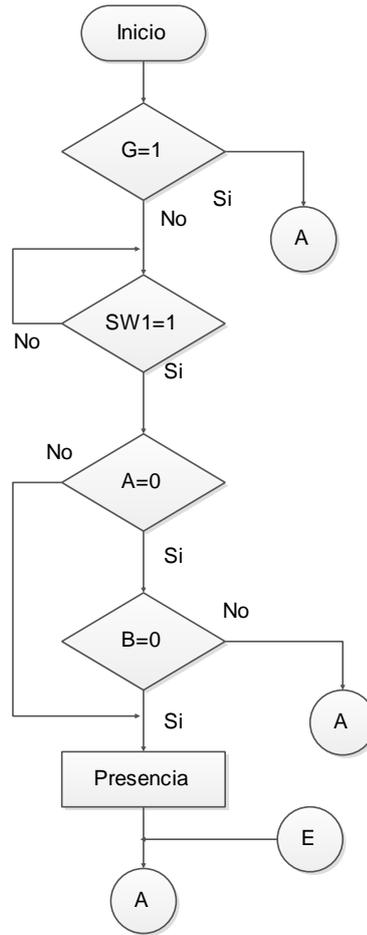


Diagrama de Flujo

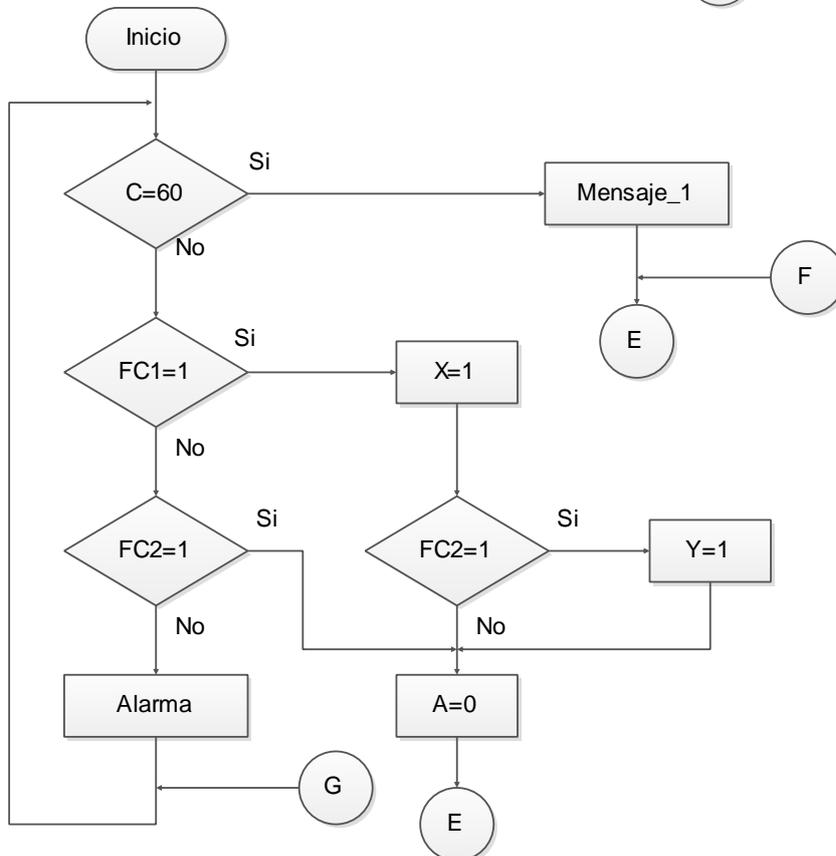
Módulo principal:



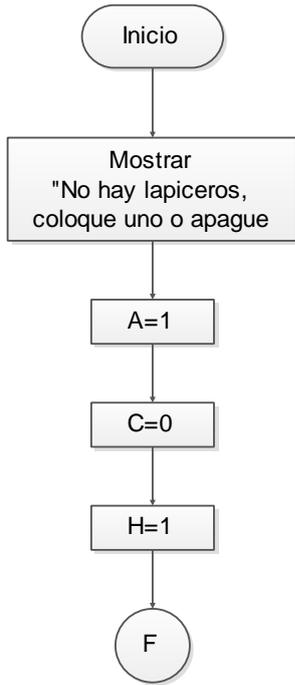
OffOn:



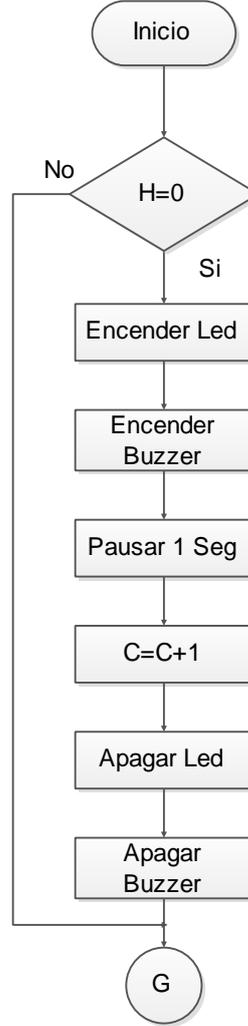
Presencia:



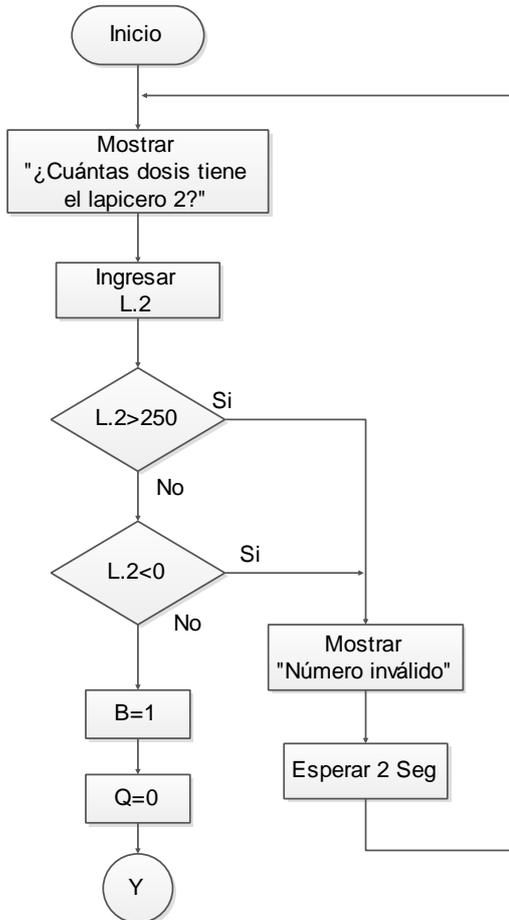
Mensaje_1:



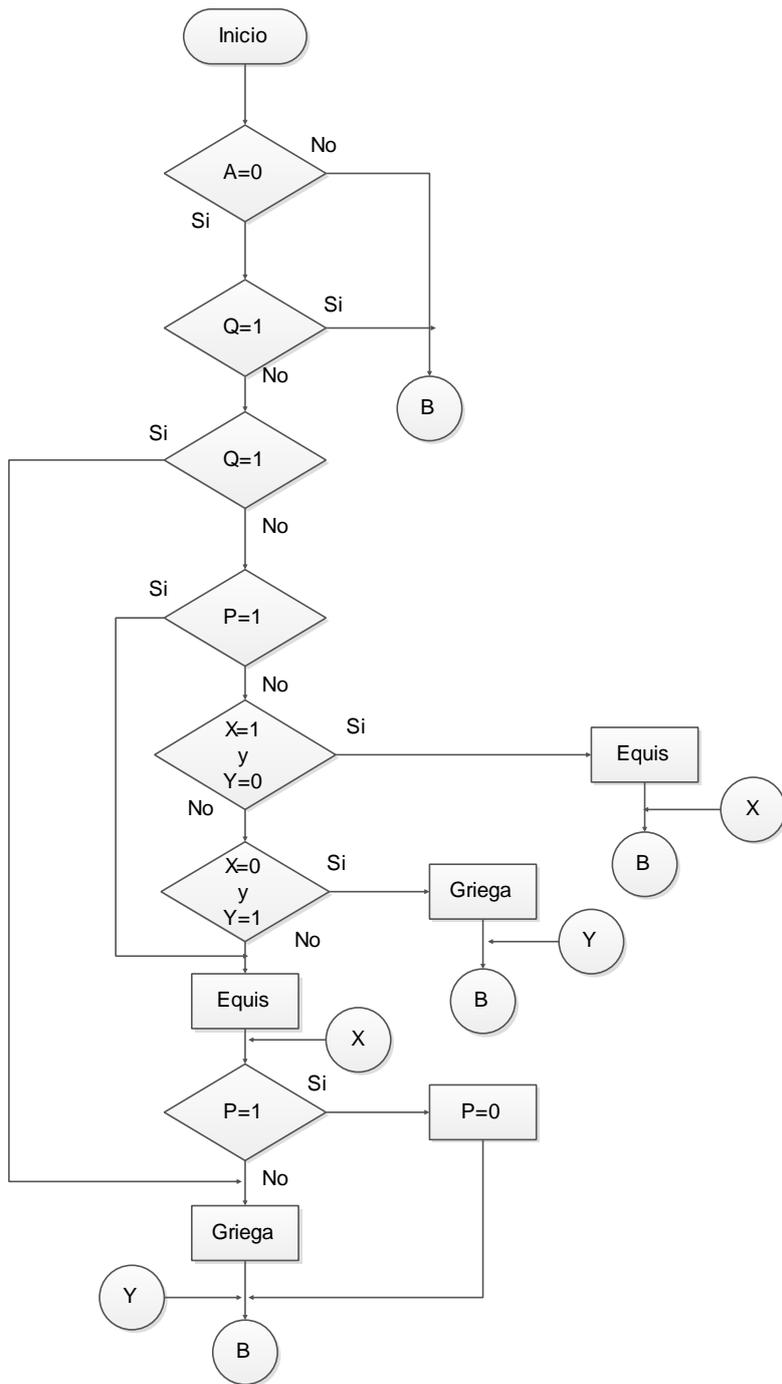
Alarma:



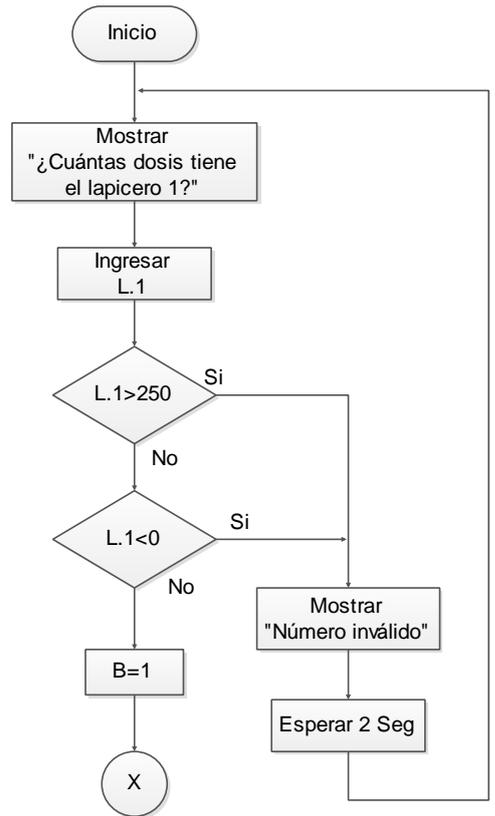
Griega:



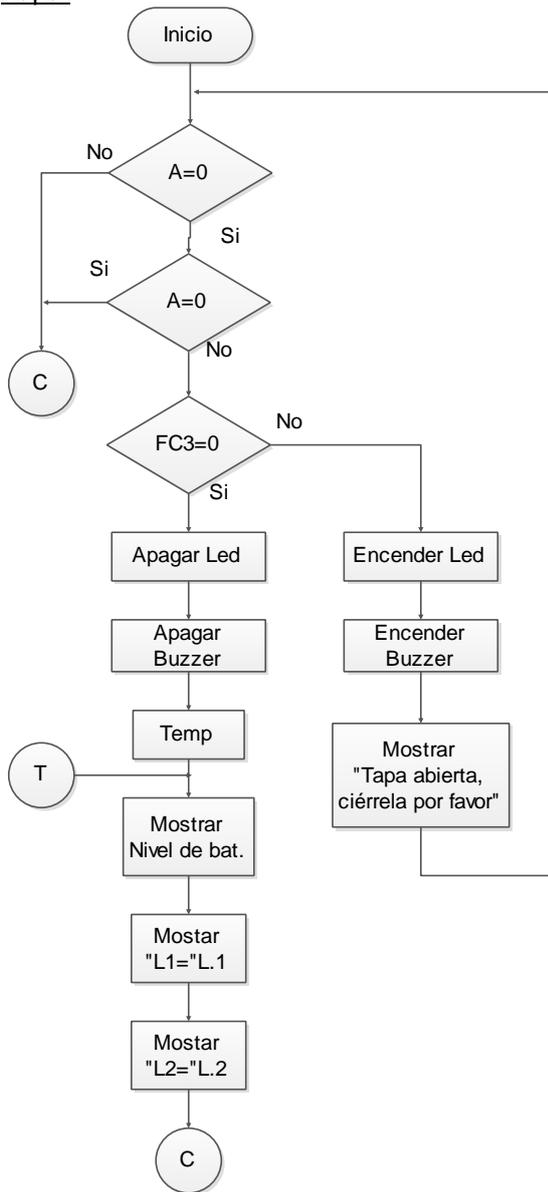
Dosis:



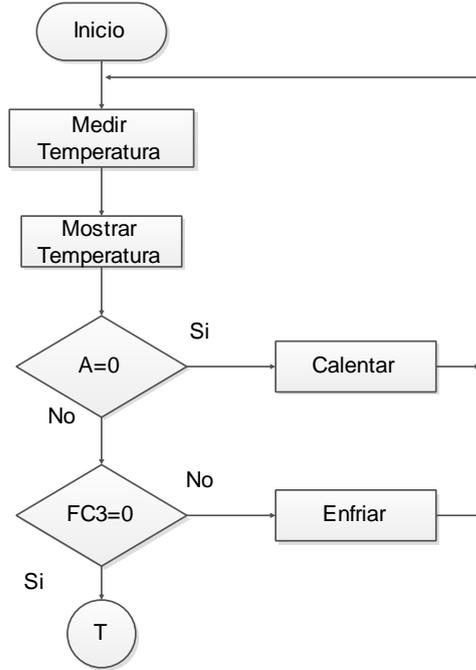
Equis:



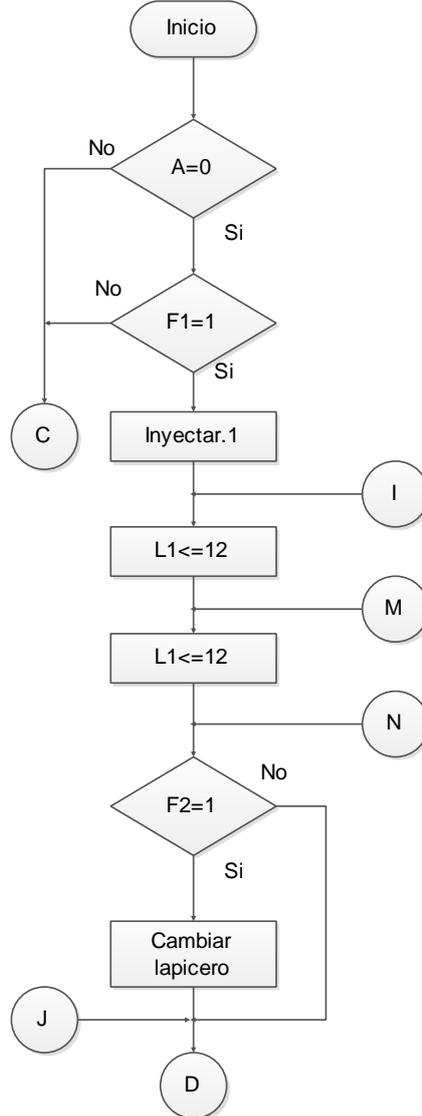
Tapa:



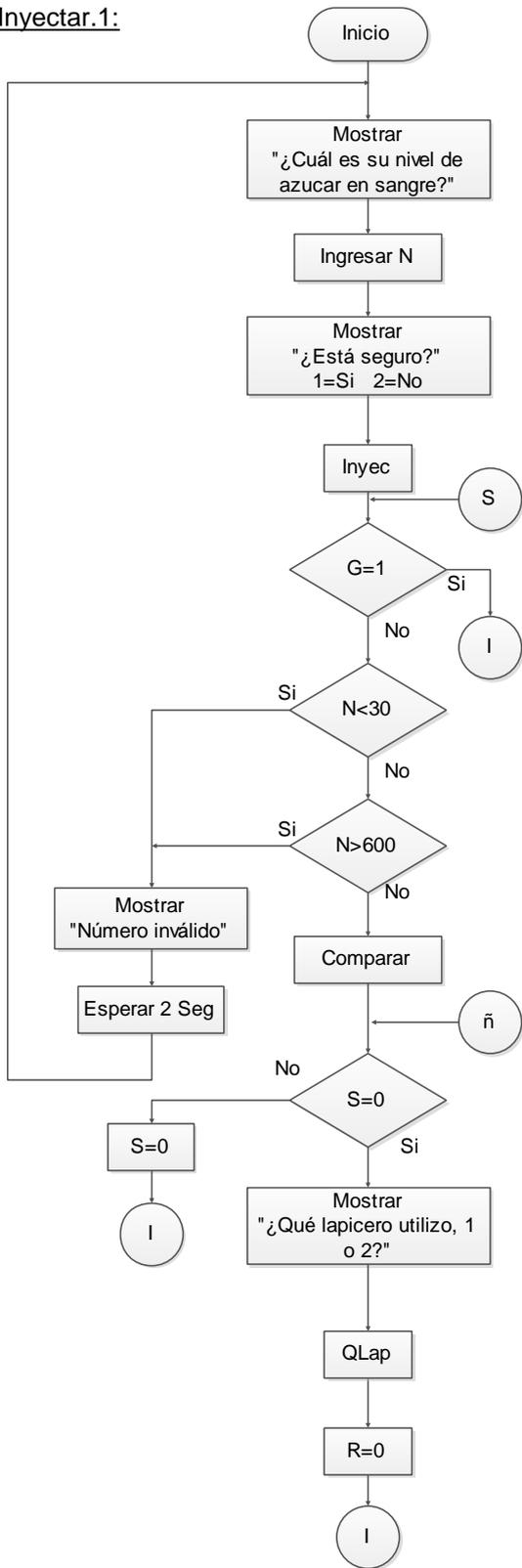
Temp:



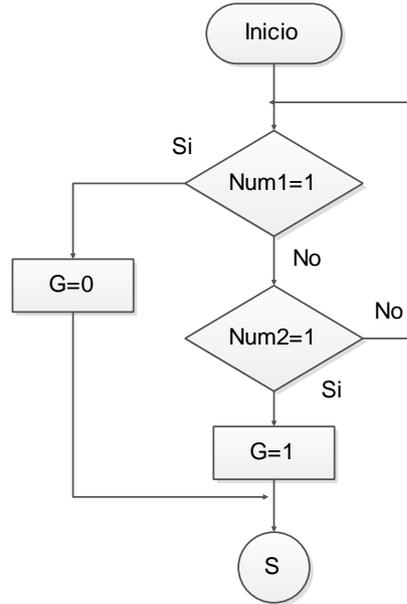
Inyectar:



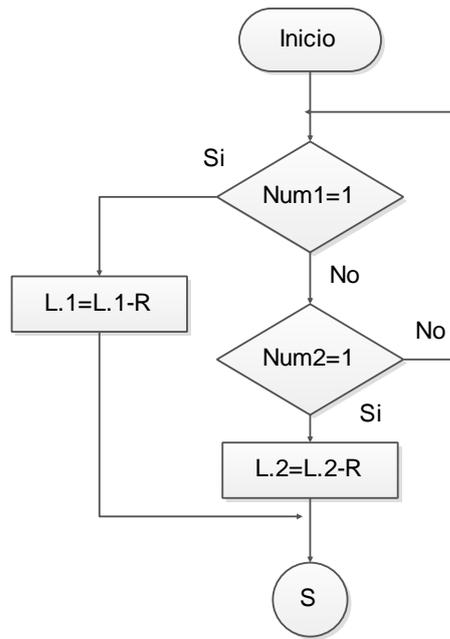
Inyectar.1:



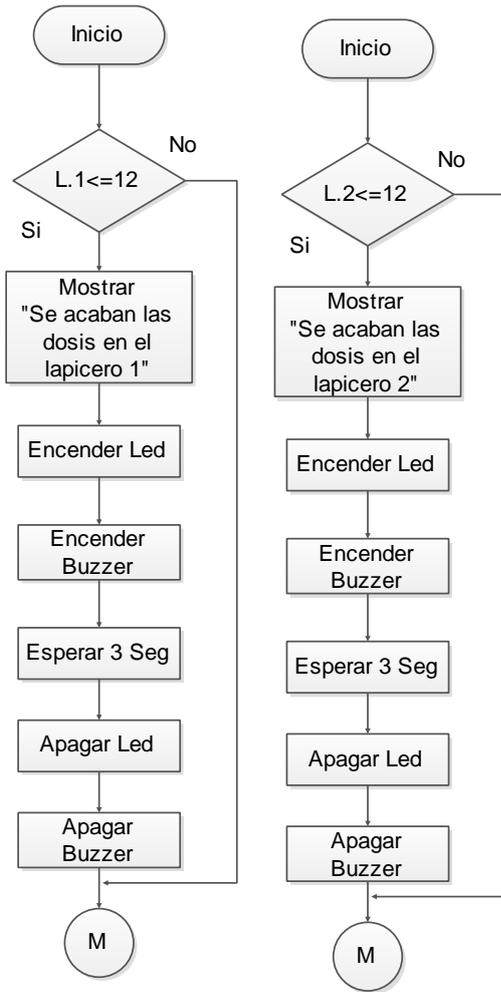
Inyec:



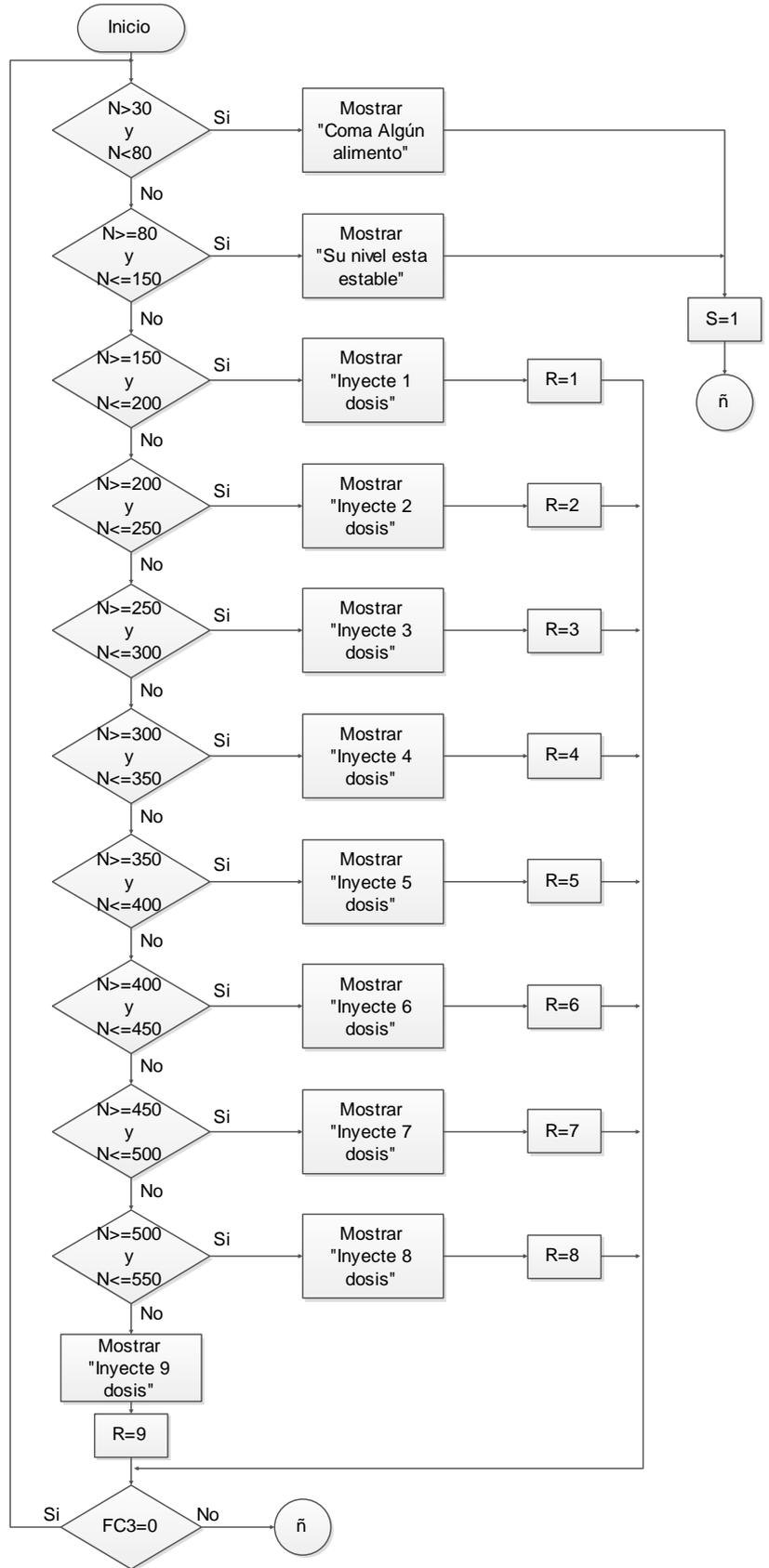
QLap:



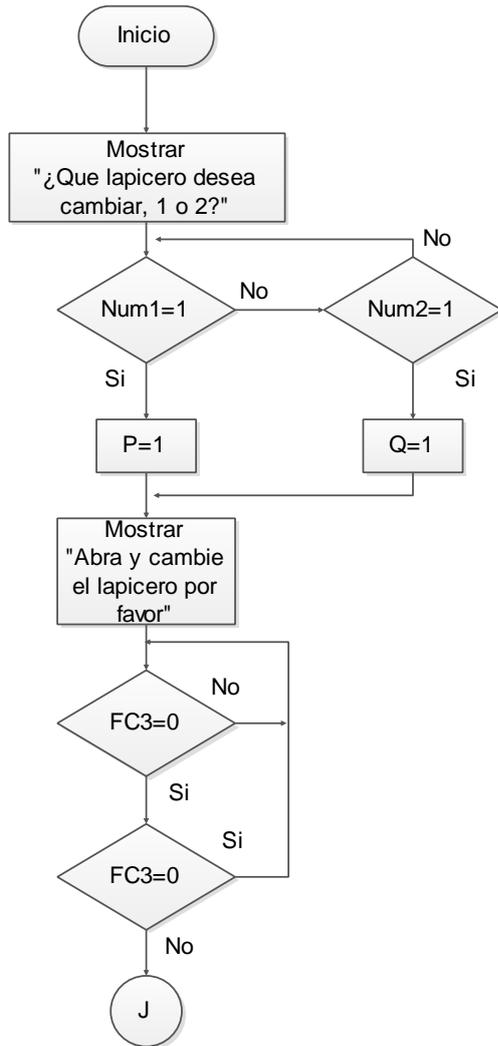
L1<=12 y L2<=12:



Comparar:



Cambiar_Lapicero:



Codificación (PROTON IDE):

```

Device 16F877A
Xtal 4
Declare LCD_Type 0
Declare LCD_Interface 4
Declare LCD_DTPin PORTC.4
Declare LCD_Lines 4
Declare LCD_ENPin PORTD.4
Declare LCD_RSPin PORTD.3
Keypad_Port PORTB
PortB_Pullups true

ADCON0=%11000001
ADCON1=%10000100

Declare Adin_Res 10 '1024=VDD=5V
Declare Adin_Tad FRC

PORTA=0
PORTB=0
PORTC=0
PORTD=0
PORTE=0
  
```

```
TRISA=%00111111
TRISB=%00001111
TRISC=%00000011
TRISD=0
TRISE=0
```

```
Dim FC1 As PORTC.2
Dim FC2 As PORTC.3
Dim FC3 As PORTA.4
Dim SW1 As PORTA.5
Dim Buzzer As PORTC.3
Dim Led As PORTD.2
Dim Calentar As PORTD.0
Dim Enfriar As PORTD.1
```

```
Dim tecla As Word
Dim contador As Byte
Dim numero As Byte
Dim unidad As Byte
Dim decena As Byte
Dim centena As Byte
Dim ValorBat As Word
Dim Valor_2 As Float
Dim ADC As Word
Dim Tempe As Float
```

```
Dim D As Word
Dim A As Byte
Dim B As Byte
Dim C As Byte
Dim E As Byte
Dim F As Byte
Dim G As Byte
Dim X As Byte
Dim Y As Byte
Dim H As Byte
Dim Q As Byte
Dim P As Byte
Dim L_1 As Byte
Dim L_2 As Byte
Dim N As Byte
Dim R As Byte
Dim S As Byte
Dim T As Byte
Dim Z As Byte
```

```
A=0
B=0
C=0
X=0
Y=0
H=0
Q=0
P=0
L_1=0
L_2=0
N=0
S=0
Z=10
PORTA=0
PORTB=0
PORTC=0
PORTD=0
```

PORTE=0

Modulo_Principal:

```

GoSub Offon
GoSub Dosis
GoTo Modulo_Principal
GoSub Tapa
GoSub Inyectar
GoTo Modulo_Principal
    
```

Offon:

```

ValorBat=ADIn 0
Valor_2=ValorBat/1024
Valor_2=Valor_2*100
GoSub borra
Print At 4,1, "%", Dec Valor_2, "L1=", Dec1 L_1, "L2=", Dec1 L_2      'Mostrar
Nivel de bateria y niveles de insulina'
If SW1=1 Then
    If G=1 Then Return
    If A=0 And B=0 Then
        GoSub Presencia
        Return
    EndIf
EndIf
DelayMS 10
GoTo Offon
    
```

Presencia:

```

If C=60 Then
    GoSub Mensaje_1
    Return
Else
    If FC1=1 Then
        X=1
        If FC2=1 Then
            Y=1
            A=0
            Return
        Else
            A=0
            Return
        EndIf
    Else
        If FC2=1 Then
            A=0
            Return
        Else
            GoSub Alarma
            GoTo Presencia
        EndIf
    EndIf
EndIf
Return
    
```

Mensaje_1:

```

GoSub borra
Print At 1,1, "NO HAY LAPICEROS"
Print At 2,1, " COLOQUE UNO O "
Print At 3,1, "APAGUE POR FAVOR"
A=1
C=0
H=1
    
```

Return

Alarma:

```
If H=0 Then
  Led=1
  Buzzer=1
  DelayMS 1000
  C=C+1
  Led=0
  Buzzer=0
  Return
Else
  Return
EndIf
Return
```

Dosis:

```
If A=0 Then
  If G=1 Then
    Return
  Else
    GoSub borra
    If Q=1 Then
      GoSub Griega
      Return
    Else
      If P=1 Then
        GoSub Equis
        If P=1 Then
          P=0
          Return
        Else
          GoSub Griega
          Return
        EndIf
      Else
        If X=1 And Y=0 Then
          GoSub Equis
          Return
        Else
          If X=0 And Y=1 Then
            GoSub Griega
            Return
          Else
            GoSub Equis
            If P=1 Then
              P=0
              Return
            Else
              GoSub Griega
              Return
            EndIf
          EndIf
        EndIf
      EndIf
    EndIf
  Else
    Return
  EndIf
Return
GoSub borra
```

```

Print At 1,1, " ¿CUANTAS DOSIS "
Print At 2,1, "     TIENE EL     "
Print At 3,1, "     LAPICERO 1?  "
While tecla <> D
    tecla= LookUp tecla,[1,2,3,"F1",4,5,6,"F2",7,8,9,"A","#",0,"*", "B"]
    numero=tecla - 48
    If numero>= 0 And contador =0 Then
        centena= numero
        contador=contador +1
        numero= -1
        L_1=centena
        GoSub borra
        Print At 1,1, L_1, "           "
    EndIf
    If numero >=0 And contador =1 Then
        decena=numero
        contador=Contador+1
        numero=-1
        L_1= Centena*10 + decena
        GoSub borra
        Print At 1,1, L_1, "           "
    EndIf
    If numero >=0 And contador=2 Then
        unidad= numero
        contador=0
        numero=-1
        L_1= centena *100 + decena *10 + unidad
        GoSub borra
        Print At 1,1, L_1, "           "
    EndIf
Wend
If L_1>250 Then
    GoSub borra
    Print At 1,1, "     NUMERO     "
    Print At 2,1, "     INVALIDO   "
    DelayMS 2000
    GoTo Equis
Else
    If L_1<0 Then
        GoSub borra
        Print At 1,1, "     NUMERO     "
        Print At 2,1, "     INVALIDO   "
        DelayMS 2000
        GoTo Equis
    Else
        GoSub borra
        Print At 1,1, "     NUMERO     "
        Print At 2,1, "     AGENDADO   "
        DelayMS 2000
        GoSub borra
        B=1
        Return
    EndIf
EndIf
Return

```

Griega:

```

GoSub borra
Print At 1,1, " ¿CUANTAS DOSIS "
Print At 2,1, "     TIENE EL     "
Print At 3,1, "     LAPICERO 2?  "
While tecla <> D
    tecla= LookUp tecla,[1,2,3,"F1",4,5,6,"F2",7,8,9,"A","#",0,"*", "B"]

```

```

numero=tecla - 48
If numero>= 0 And contador =0 Then
    centena= numero
    contador=contador +1
    numero= -1
    L_2=centena
    GoSub borra
    Print At 1,1, L_2, " "
EndIf
If numero >=0 And contador =1 Then
    decena=numero
    contador=Contador+1
    numero=-1
    L_2= Centena*10 + decena
    GoSub borra
    Print At 1,1, L_2, " "
EndIf
If numero >=0 And contador=2 Then
    unidad= numero
    contador=0
    numero=-1
    L_2= centena *100 + decena *10 + unidad
    GoSub borra
    Print At 1,1, L_2, " "
EndIf
Wend
If L_2>250 Then
    GoSub borra
    Print At 1,1, " NUMERO "
    Print At 2,1, " INVALIDO "
    DelayMS 2000
    GoTo Griega
Else
    If L_2<0 Then
        GoSub borra
        Print At 1,1, " NUMERO "
        Print At 2,1, " INVALIDO "
        DelayMS 2000
        GoTo Griega
    Else
        GoSub borra
        Print At 1,1, " NUMERO "
        Print At 2,1, " AGENDADO "
        DelayMS 2000
        Cls
        B=1
        Q=0
        Return
    EndIf
EndIf
Return

```

Tapa:

```

If A=0 Then
    If G=1 Then
        Return
    Else
        If FC3=0 Then
            Led=0
            Buzzer=0
            GoSub Temp
            Return
        Else

```

```

        Led=1
        Buzzer=1
        GoSub borra
        Print At 1,1, "  TAPA ABIERTA, "
        Print At 2,1, "  CIERRELA POR  "
        Print At 3,1, "    FAVOR    "
        GoTo Tapa
    EndIf
EndIf
Else
    Return
EndIf
Return

Temp:
ADC= ADIn 1
Tempe= ( ADC * 50 ) /1024
Tempe= Tempe + Z
If T<17 Then
    Enfriar=0
    Calentar=1
    GoTo Temp
Else
    If T=17 Then
        Enfriar=0
        Calentar=0
        Return
    Else
        Enfriar=1
        Calentar=0
        GoTo Temp
    EndIf
EndIf
Return

Inyectar:
If A=0 Then
    If G=1 Then
        GoSub Inyectar_1
    Else
        If F=1 Then
            GoSub Inyectar_1
            GoSub L1menorig12
            GoSub L2menorig12
            E= InKey
            E= LookUp E, [1,2,3,"F1",4,5,6,"F2",7,8,9,"A","#",0,"*", "B"]
            E=E-48
            If E=3 Then
                GoSub Cambiar_lapicero
                Return
            Else
                Return
            EndIf
        Else
            GoTo Inyectar
        EndIf
    EndIf
Else
    Return
EndIf
Return

Inyectar_1:

```

```

GoSub borra
Print At 1,1, " ¿CUAL ES SU "
Print At 2,1, "NIVEL DE AZUCAR "
Print At 3,1, " EN SANGRE? "
While tecla <> D
    tecla= LookUp tecla,[1,2,3,"F1",4,5,6,"F2",7,8,9,"A","#",0,"*", "B"]
    numero=tecla - 48
    If numero>= 0 And contador =0 Then
        centena= numero
        contador=contador +1
        numero= -1
        N=centena
        GoSub borra
        Print At 1,1, N, " "
    EndIf
    If numero >=0 And contador =1 Then
        decena=numero
        contador=Contador+1
        numero=-1
        N= Centena*10 + decena
        GoSub borra
        Print At 1,1, N, " "
    EndIf
    If numero >=0 And contador=2 Then
        unidad= numero
        contador=0
        numero=-1
        N= centena *100 + decena *10 + unidad
        GoSub borra
        Print At 1,1, N, " "
    EndIf
Wend
GoSub borra
Print At 1,1, " ¿ESTA SEGURO? "
Print At 2,1, " 1=SI 2=NO "
GoSub Inyect
If G=1 Then
    Return
Else
    If N<30 Then
        GoSub borra
        Print At 1,1, " NUMERO "
        Print At 2,1, " INVALIDO "
        DelayMS 2000
        GoTo Inyectar.1
    Else
        If N>600 Then
            GoSub borra
            Print At 1,1, " NUMERO "
            Print At 2,1, " INVALIDO "
            DelayMS 2000
            GoTo Inyectar.1
        Else
            GoSub Comparar
            If S=0 Then
                GoSub borra
                Print At 1,1, " ¿QUE LAPICERO "
                Print At 2,1, "UTILIZO? ¿1 O 2?"
                GoSub Qlap
                R=0
            Else
                S=0
                Return
            EndIf
        EndIf
    EndIf
EndIf

```

```
        EndIf
    EndIf
EndIf
Return
```

Inyect:

```
E= InKey
E= LookUp E, [1,2,3,"F1",4,5,6,"F2",7,8,9,"A","#",0,"*", "B"]
E=E-48
If E=1 Then
    G=0
    Return
Else
    If E=2 Then
        G=1
        Return
    Else
        GoTo Inyect
    EndIf
EndIf
Return
```

Qlap:

```
E= InKey
E= LookUp E, [1,2,3,"F1",4,5,6,"F2",7,8,9,"A","#",0,"*", "B"]
E=E-48
If E=1 Then
    L_1=L_1-R
    Return
Else
    If E=2 Then
        L_2=L_2-R
        Return
    Else
        GoTo Qlap
    EndIf
EndIf
Return
```

Comparar:

```
If N>30 And N<80 Then
    GoSub borra
    Print At 1,1, "   COMA ALGUN   "
    Print At 2,1, "   ALIMENTO   "
    S=1
    Return
Else
    If N>=80 And N<=150 Then
        GoSub borra
        Print At 1,1, " SU NIVEL ESTA "
        Print At 2,1, "   ESTABLE   "
        S=1
        Return
    Else
        If N>150 And N<200 Then
            GoSub borra
            Print At 1,1, "INYECTE 1 DOSIS "
            R=1
            If FC3=0 Then
                GoTo Comparar
            Else
                Return
            EndIf
        EndIf
    EndIf
EndIf
```

```
EndIf
Else
  If N>200 And N<250 Then
    GoSub borra
    Print At 1,1, "INYECTE 2 DOSIS "
    R=2
    If FC3=0 Then
      GoTo Comparar
    Else
      Return
    EndIf
  Else
    If N>250 And N<300 Then
      GoSub borra
      Print At 1,1, "INYECTE 3 DOSIS "
      R=3
      If FC3=0 Then
        GoTo Comparar
      Else
        Return
      EndIf
    Else
      If N>300 And N<350 Then
        GoSub borra
        Print At 1,1, "INYECTE 4 DOSIS "
        R=4
        If FC3=0 Then
          GoTo Comparar
        Else
          Return
        EndIf
      Else
        If N>350 And N<400 Then
          GoSub borra
          Print At 1,1, "INYECTE 5 DOSIS "
          R=5
          If FC3=0 Then
            GoTo Comparar
          Else
            Return
          EndIf
        Else
          If N>400 And N<450 Then
            GoSub borra
            Print At 1,1, "INYECTE 6 DOSIS "
            R=6
            If FC3=0 Then
              GoTo Comparar
            Else
              Return
            EndIf
          Else
            If N>450 And N<500 Then
              GoSub borra
              Print At 1,1, "INYECTE 7 DOSIS "
              R=7
              If FC3=0 Then
                GoTo Comparar
              Else
                Return
              EndIf
            Else
              If N>500 And N<550 Then
```

```

        GoSub borra
        Print At 1,1, "INYECTE 8 DOSIS "
        R=8
        If FC3=0 Then
            GoTo Comparar
        Else
            Return
        EndIf
    Else
        GoSub borra
        Print At 1,1, "INYECTE 9 DOSIS "
        R=9
        If FC3=0 Then
            GoTo Comparar
        Else
            Return
        EndIf
    EndIf
EndIf
EndIf
EndIf
EndIf
EndIf
EndIf
EndIf
Return

L1menorig12:
    If L_1<=12 Then
        GoSub borra
        Print At 1,1, " LAS DOSIS SE "
        Print At 2,1, " ACABAN EN EL "
        Print At 3,1, " LAPICERO 1 "
        Led=1
        Buzzer=1
        DelayMS 3000
        Led=0
        Buzzer=0
        Return
    Else
        Return
    EndIf
Return

L2menorig12:
    If L_2<=12 Then
        GoSub borra
        Print At 1,1, " LAS DOSIS SE "
        Print At 2,1, " ACABAN EN EL "
        Print At 3,1, " LAPICERO 2 "
        Led=1
        Buzzer=1
        DelayMS 3000
        Led=0
        Buzzer=0
        Return
    Else
        Return
    EndIf
Return

```

```

Cambiar_lapicero:
  GoSub borra
  Print At 1,1, " ¿QUE LAPICERO "
  Print At 2,1, "QUIERE CAMBIAR? "
  Print At 3,1, "      ¿1 O 2?   "
  E= InKey
  E= LookUp E, [1,2,3,"F1",4,5,6,"F2",7,8,9,"A","#",0,"*", "B"]
  If E <2 Then
    If E=1 Then
      P=1
      GoSub borra
      Print At 1,1, " ABRA Y CAMBIE "
      Print At 2,1, "  EL LAPICERO  "
      GoSub Tapita
      Return
    Else
      Q=1
      GoSub borra
      Print At 1,1, " ABRA Y CAMBIE "
      Print At 2,1, "  EL LAPICERO  "
      GoSub Tapita
      Return
    EndIf
  Else
    GoTo Cambiar_lapicero
  EndIf
  Return

```

```

Tapita:
  If FC3=0 Then
    If FC3=0 Then
      GoTo Tapita
    Else
      Return
    EndIf
  Else
    GoTo Tapita
  EndIf
  Return

```

```

borra:
  Print At 1,1, "           "
  Print At 2,1, "           "
  Print At 3,1, "           "
  Return

```

Anexo 2: Glosario de componentes.

Batería: se denomina batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, al dispositivo que almacena energía eléctrica usando procedimientos electroquímicos, que posteriormente la recargan casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces.

Microcontrolador: es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora CPU, Memoria y Unidades de E/S, es decir, se trata de un computador completo en un solo circuito integrado.

PIC: Es una familia de microcontroladores programables, los cuales se le pueden configurar los pines como entradas o salidas. Esto permite realizar cálculos y procesos lógicos en circuitos.

Switch: es un interruptor eléctrico que es utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica.

Capacitor: Un condensador (en inglés, capacitor, nombre por el cual se le conoce frecuentemente en el ámbito de la electrónica y otras ramas de la física aplicada), es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico.

Buzzer: es un transductor electroacústico que produce un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono. Sirve como mecanismo de señalización o aviso, y son utilizados en múltiples sistemas como en automóviles o en electrodomésticos.

Resistencia / Resistor: Se denomina resistor al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito.

Oscilador: es un circuito electrónico que produce una señal electrónica repetitiva, a menudo una onda senoidal o una onda cuadrada