

**DISPENSADOR DE COMIDA PARA CANES DE USO DOMÉSTICO**

**CLAUDIA XIMENA VILLALBA LINARES  
NÉSTOR JAVIER MORALES GALARZA**

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BOGOTÁ D.C  
2007**

**DISPENSADOR DE COMIDA PARA CANES DE USO DOMÉSTICO**

**NÉSTOR JAVIER MORALES GALARZA  
CLAUDIA XIMENA VILLALBA LINARES**

**Asesor  
Ing. Pedro Luís Muñoz.**

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BOGOTÁ D.C**

**Nota de aceptación:**

-----  
-----  
-----

**Presidente del jurado**

-----

**Firma del jurado**

-----

**Firma del jurado**

**Bogotá D.C 23, 11, 2007**

## CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	i.
LISTA DE TABLAS	ii.
LISTA DE ANEXOS	iii.
RESUMEN	v.
INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 ANTECEDENTES	16
1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.3 JUSTIFICACIÓN	19
1.4 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	20
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	20
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO	21
1.5.1 ALCANCES	21
1.5.2 LIMITACIONES	21
2. MARCO DE REFERENCIA	23
2.1 MARCO CONCEPTUAL	23
2.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO.	25
2.3 MARCO TEÓRICO	26
2.3.1 INTRODUCCIÓN A LOS CONTROLADORES Y MICROCONTROLADORES	28
3. METODOLOGÍA	30
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE USB / SUB-LÍNEA DE FACULTAD / CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA	30
3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	31
3.4 HIPÓTESIS	31

3.5	VARIABLES	31
3.5.1	VARIABLES INDEPENDIENTES	31
3.5.2	VARIABLES DEPENDIENTES	32
4.	DESARROLLO ELECTRONICO INGENIERIL	33
4.1	EL MICROCONTROLADOR.	35
4.2	ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR	36
4.3	CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F877	36
4.4	CONEXIONES DEL PIC 16F877	37
4.5	PUERTOS DEL PIC16F877	38
4.6	HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN	39
4.7	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	39
4.8	GRABACIÓN DE DATOS PROCESO CREACIÓN, COMPILACIÓN Y GRABADO DE UN CÓDIGO	40
4.9	PROCESO CREACIÓN, COMPILACIÓN Y GRABADO DE UN CÓDIGO	40
4.10	PRUEBAS	40
4.11	SENSOR DE PESO	44
4.12	CAPTURA DE LOS DATOS DE PESO	
4.13	DESCRIPCIÓN MOC3021	46
4.14	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	48
4.15	RELE 6Vdc	49
4.16	TRANSISTORES 2N 3904	52
4.17	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MONTAJE	53
4.18	DESARROLLO DEL CONTROL Y VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO	53
4.19	REGULADOR DE VOLTAJE LM 7805	55
4.20	LCD- PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO	56
4.21	DISEÑO MECANICO	58
4.22	DIODOS 4001	58
4.23	SISTEMA ELECTRO-MECÁNICO DE APERTURA Y CIERRE	59

5.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	62
5.1	PROTOTIPO	62
5.2	RECOLECCIÓN DE DATOS	66
5.2.1	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CANTIDAD DE ALIMENTO	67
5.2.2	EXPERIMENTACIÓN	68
6	CONCLUSIONES	69
7.	RECOMENDACIONES	70
	BIBLIOGRAFÍA	71
	GLOSARIO	73
	ANEXOS	76.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	ALIMENTADOR DE GATOS AUTOMÁTICO	16
Figura 2.	DISPENSADOR DE COMIDAS PARA PERROS O GATOS	17
Figura 3.	EL INVENTOR JONAS VOGULYS REALIZANDO UNA DEMOSTRACIÓN DEL DISPENSADOR DE COMIDA PARA ANIMALES DOMÉSTICOS.	18
Figura 4.	ESQUEMA ELECTRÓNICO	23
Figura 5.	ESQUEMA MECÁNICO	24
Figura 6.	ESQUEMA ELECTRO-MECÁNICO	24
Figura 7.	ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO PRELIMINAR	25
Figura 8.	TOLVA	27
Figura 9.	BALANZA ELECTRÓNICA	27
Figura 10.	MICROCONTROLADOR Y PC	28
Figura 11.	DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL PIC	
Figura 12.	PROGRAMADOR PICSTART PLUS	40
Figura 13.	MÓDULO DE ADAPTACIÓN ENTRE EL PIC16F877 Y EL PUERTO RS232	
Figura 14.	CONEXIONES DEL PUERTO RS232	41
Figura 15.	ESQUEMA DE CONEXIONES BASE DE PRUEBA	42
Figura 16.	ESQUEMA ELECTRÓNICO “CAPTURA DE LOS DATOS DEL PESO”	45
Figura 17.	ESQUEMA MECÁNICO MOC3021	47
Figura 18.	ESQUEMA ELECTRÓNICO	47
Figura 19.	DIAGRAMA LÓGICO MOC3021	48
Figura 20.	DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN RELEVO	50
Figura 21.	DIAGRAMA FISICO DE UN RELEVO	50
Figura 22.	DIAGRAMA FISICO DE UN TRANSISTOR 2N3904	52

Figura 23.	DIAGRAMA ELECTRICO DE UN TRANSISTOR 2N3904	52
Figura 24.	ESQUEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL Y VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA.	54
Figura 25.	DIAGRAMA FISICO LM7805	56
Figura 26.	LCD – PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO	56
Figura 27.	DIODO	59
Figura 28.	ESQUEMA ELECTRÓNICO DEL MOTOR DC DE APERTURA Y CIERRE.	60
Figura 29.	DIAGRAMA FISICO TIP 122	61
Figura 30.	DIAGRAMA INTERNO TIP 122	61
Figura 31.	PLANO FÍSICO VISTA SUPERIOR DEL DISPENSADOR.	63
Figura 32.	PLANO FÍSICO VISTA LATERAL DEL DISPENSADOR.	64
Figura 33.	PLANO FÍSICO FINAL DEL DISPENSADOR.	65
Figura 34.	DISEÑO FÍSICO FINAL DEL DISPENSADOR.	66
Figura 35.	SUJETO DE PRUEBAS.	66

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla1.</b> CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS COMPONENTES.	48
<b>Tabla2.</b> CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA	48
<b>Tabla 3.</b> CUADRO COMPARATIVO.	68

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	NORMAS DE CALIDAD “ERGOMIX	76
<b>Anexo 2.</b>	NORMA ISO 14001	77
<b>Anexo 3</b>	CAPTURA DE LOS DATOS DE PESO	
<b>Anexo 4.</b>	DESARROLLO DEL CONTROL Y VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.	78 86
<b>Anexo 5.</b>	DESCRIPCIÓN DEL PEC 16F877	91
<b>Anexo 6.</b>	CÓDIGO CONTROL DE MOTOR	96

## **RESUMEN**

Se diseñará e implementará el prototipo de un dispensador de comida para canes de uso doméstico para facilitar el suministro de alimento al animal en horas determinadas debidamente programadas. Cada 3, 6 y 9 horas. El proceso dependerá del peso del animal. Este peso será capturado como dato después de ser sentido y lo enviará a un microcontrolador PIC16F877 (Microchip) el cual tomará los datos, los transmitirá al sistema mecánico debidamente acoplado, y efectuará la acción de apertura y cierre, para finalmente dispensar la cantidad precisa de alimento según el peso del animal.

El mecanismo va implementado a una tolva y a un motor DC los cuales actuarán de forma automática según las ordenes que le ejecute el microcontrolador después de capturar el dato sentido.

Con este sistema se tendrá un control alimenticio que le ahorrara dinero al amo y otorgara una gran garantía nutricional para el animal. Facilitando su suministro y teniendo plena seguridad que si el animal se encuentra solo recibirá igualmente los cuidados alimenticios que necesita para estar sano.

## **PALABRAS CLAVES**

- Dispensador
- Sensor de peso
- Tolva
- Motor D.C
- Microcontrolador PIC16F877 (Microchip)
- Programación
- Balanza
- TRIAC
- Optoacoplador
- Código
- Procesamiento
- Relé
- Final de carrera.

## INTRODUCCIÓN

En los hogares, el cuidado nutricional de los animales es muy importante en horas específicas, aún más si por algún motivo el animal tiene que pasar algún tiempo solo sin quien pueda cuidar su nutrición, pensando en esto, el diseño de dispensadores de comida para canes para el mejoramiento de la calidad de vida del animal, el cual resultará llamativo para los dueños de los mismos con el cual mejorarían notablemente en el cuidado nutricional de sus mascotas.

El proyecto “dispensador de comida para canes de uso domestico”, perfectamente puede ser acondicionado para, caballos, cerdos gallinas, etc., dependiendo de las necesidades del animal y de la voluntad del medico veterinario nutricionista hacia los alimentación de los animales, teniendo en cuenta que, básicamente, el suministro es con alimentos concentrados, aprobados nacionalmente e internacionalmente por la comisión internacional de control y normas de calidad “Ergomix”<sup>1</sup>(véase anexo 1), en Colombia estos controles están siendo revisados por la norma ISO 14001(véase anexo 2.).

El proyecto “dispensador de comida para canes de uso domestico” funcionará con una tolva a la que se le adicionará la cantidad determinada de alimento concentrado e irá acoplada mecánicamente a un sistema electrónico, donde el sistema electrónico podrá funcionar a partir de la programación de microcontroladores, dependiendo del funcionamiento que requiera el sistema mecánico, la elección y programación será parte del diseño Ingenieril.

---

<sup>1</sup> Institución internacional de control ambiental, regulación de normas de calidad y control sobre alimentos concertados para animales.

Se diseñará y se programará un dispensador que abastecerá alimento al animal, para este caso el prototipo se construirá para un animal (canino) de tipo mediano.

Las cantidades de comida concentrada estarán determinadas por la raza y el peso del animal.

El funcionamiento de este sistema relativamente es “simple”, la primera comida concentrada que se le suministre al animal se realizará por cuenta del dueño, segundos antes se deberá programar el funcionamiento del sistema, cuando el animal empiece a comer el sistema medirá su peso y lo almacenará para que a determinadas horas, después el sistema volverá a suministrar la comida concentrada dependiendo del peso tomado anteriormente.

Una de las ventajas que este sistema tendrá, es que durante el proceso de alimentación del animal, El dueño se podrá ausentar determinado tiempo sin tener que preocuparse por quien le va a dar de comer a su animal si este se encuentra solo.

Otra ventaja es que el dueño del animal podrá programar el sistema para que a determinadas horas suministre la comida en cantidad exacta ya sea cada 3, 6, o 9 horas dependiendo del cuidado nutricional del animal.

Una ventaja más del sistema es que el sistema tendrá una alimentación continua de energía de 110 o 120 voltios AC, se hará una etapa de potencia para que se conviertan en 5 VDC suficientes para que el sistema trabaje, estos 5 VDC a su vez estará continuamente cargando una pila recargable en caso que la energía de 110 o 120 VAC falle, en el caso que se dé esta falla la pila suministrará energía de 5 VDC por 24 horas continuas.

El proyecto consta de varias fases, las cuales previamente probadas se acoplarán para el funcionamiento final del dispensador de comidas.

La primera fase pertenece al diseño mecánico; de este dependerá la precisión en el diseño electrónico que se acoplará completamente al sistema.

En la segunda fase, una vez diseñada la parte mecánica, se realiza la previa programación de control del dispositivo.

La tercera fase es el diseño electrónico del circuito que se acoplo al sistema mecánico, el cual a su vez será controlado electrónicamente, el cuál contendrá toda la información de programación del dispensador para que el funcionamiento se realice correctamente y con precisión en los tiempos.

La sincronización de tiempos puede ser modificada, de acuerdo con los requerimientos del animal.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para el desarrollo del proyecto se tuvo claro hasta donde se quiso llegar, cuales fueron las metas a realizar y como se realizarón, para esto se buscaron y se encontraron aparatos o sistemas similares, pero únicamente se mostrarán con un valor ilustrativo para entender a que se quiere llegar y no hacen parte del diseño final del prototipo: *Dispensador de comida para canes de uso doméstico.*

### 1.1 ANTECEDENTES

En Argentina, se diseño un dispensador de comidas para gatos de una forma muy particular y de bajo costo.

Ejecutando una aplicación de un software en el computador, la bandeja del lector CD-ROM se abre, abriendo una trampilla por la cual cae la comida para el animal felino en su plato<sup>2</sup>.

**Figura. 1 Alimentador de gatos automático**



---

<sup>2</sup> [www.vivalinux.com.ar/hard/comida-para-gato](http://www.vivalinux.com.ar/hard/comida-para-gato) Dispensador de comida para gatos

En México esta a la venta por la compañía Pet-Dish, un plato dispensador de comidas para perros o gatos, el cual se programa y abre su compartimiento para mostrar la comida.

Es muy útil si se esta de viaje o se sale de fin de semana, la mascota no se quedará sin comida<sup>3</sup>.

**Figura. 2** Dispensador de comidas para perros o gatos



Este sistema tiene como características:

- Plato para comida de perros o gatos de tamaño pequeño o mediano
- Sistema automático que abre en intervalos de tiempo una puerta según se programe (6, 12 o 24 horas), el perro o gato nunca se quedará sin alimento.
- Capacidad para 6 comidas
- Hecho con material de alta resistencia
- Fácil de limpiar
- Cada compartimiento tiene capacidad para 100 gr. de comida

---

<sup>3</sup> [www.mercadolibre.com.mx/plato-dispensador-de-comida-para-perros-o-gatos](http://www.mercadolibre.com.mx/plato-dispensador-de-comida-para-perros-o-gatos)

- Incluye cubos para hielo para mantener fresca la comida

En Colombia se creó el primer dispensador de comidas para animales en 1992, desde entonces se han venido implementando para los animales domésticos<sup>4</sup>.

**Figura. 3 El inventor Jonas Vogulys realizando una demostración del *Dispensador de comida para animales domésticos.***



Este dispensador se desarrolló en Cali, se presentó en la ciudad de Bogotá, este dispensador se patentó bajo el nombre de "Vogulys Animal food dispenser", este dispensador tiene como características que internamente tiene grabada la voz del amo que dice el nombre del animal a hora determinadas para que este vaya y coma, en ese mismo tiempo se dispensa el alimento, siempre de igual cantidad.

Este dispensador funciona con una fuente de energía de 110 - 120 Voltios

---

<sup>4</sup> [www.oei.org.co](http://www.oei.org.co) Proyecto presentado en la *organización de Estados Iberoamericanos*, OEI. Bogotá, Colombia, 1992

## **1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

En los hogares, hay muchas actividades que realizar como son el cuidado de los niños, y todo lo que se relacione con el mantenimiento del hogar.

Todas las actividades ocupan su determinado tiempo, por eso el proyecto es muy importante, el desarrollo del prototipo optimizará el tiempo del cuidado de los animales por tal razón el proyecto se enfocará hacia el bienestar de los animales y esto depende de la nutrición de los mismos.

En todas partes se esta incluyendo la tecnología, en el caso del cuidado de los animales no será la excepción, teniendo en cuenta esta razón *¿se puede mejorar el cuidado nutricional de los animales implementando tecnología?*

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El diseño de un dispensador de alimento para canes de uso domestico, se promueve con la intención de hacer más fácil y eficaz el proceso de suministro alimenticio a los animales a determinadas horas y en raciones específicas dependiendo del peso y tamaño.

La idea de sacar otro nuevo dispensador al mercado es su implementación en este caso domestico, ya que mejorará el bienestar del animal y para el inversionista será llamativo el sistema, ya que lo más importante es el bienestar de los animales.

Su diseño facilitará su uso y estratégicamente dará confianza tanto al animal como para el propietario del mismo.

El propietario estará tranquilo ya que el sistema automatizado se encargara de la alimentación a horas determinadas y en cantidades exactas y no dependerá de terceras personas cuando el animal se encuentre solo y en el caso del animal, este se acostumbrará a comer a las mismas horas sin depender de su dueño.

## **1.4 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar e implementar un prototipo dispensador de comida para canes de tamaño mediano de uso domestico.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- En el sistema mecánico, diseñar un mecanismo que se acople al sistema electrónico, para que dependiendo de este suministre la cantidad determinada de comida concentrada.
- En el sistema electrónico, programar el dispositivo de control programable (MICROCONTROLADOR).
- Con el sistema acoplado se podrá controlar el suministro de alimento concentrado al animal cada 3,6 o 9 horas dependiendo del dueño del animal

## **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO**

### **1.5.1 Alcances**

El dispensador de comidas para canes de uso domestico alimentará de forma organizada, en tiempos programados y en cantidades exactas a los canes gracias a que se lograrán por el éxito de los siguientes pasos.

- Diseño en la parte electrónica
- Elección de elementos electrónicos
- Elaboración de impresos electrónicos finales
- Diseño de la parte mecánica
- Elección de material de construcción del prototipo
- Construcción del prototipo
- Acople de sistemas
- Pruebas de funcionamiento

### **1.5.2 Limitaciones**

El proyecto se verá limitado al tamaño de los canes y a la raza de los mismos, que en este caso el prototipo beneficiará a razas pequeñas y medianas como:

- *Beagle*
- *Snausser*
- *Cocker Spaniel,*
- *Frensh,*
- *Pomerania,*
- *Shar Pai,*
- *Maltes,*

- *Pequinés,*
- *Mini Toy*
- *Y demás perros similares de tamaño.*

También se verán reflejadas en la implementación de los sistemas acoplados “electrónico-mecánico” por los conocimientos que se tienen de la parte mecánica como:

- Diseño físico del sistema
- Acople entre partes mecánicas

Esta limitación es superable ya que en la Universidad de San Buenaventura existen docentes e ingenieros expertos que manejan la parte mecánica.

El prototipo una vez construido tuvo unas limitaciones como:

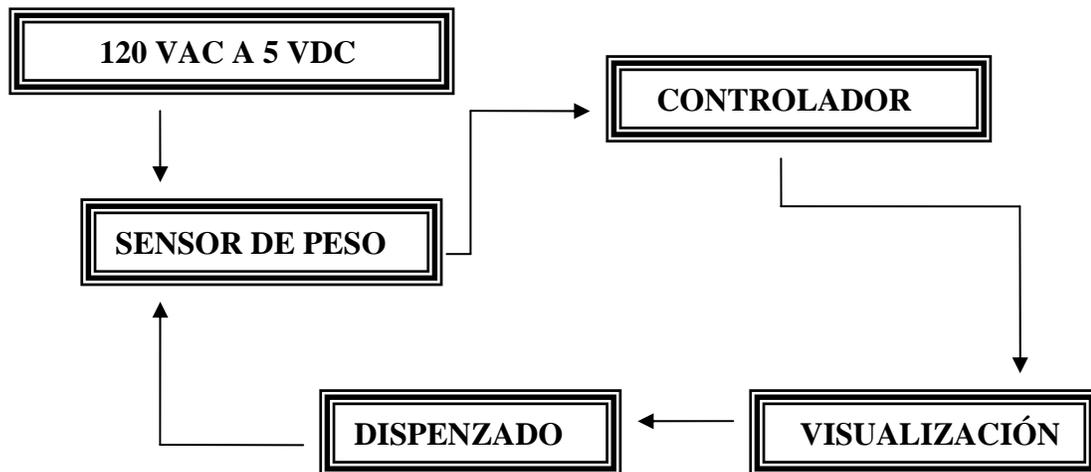
- Cantidad máxima de almacenamiento de comida es de 5 Kg.
- El peso máximo del animal no puede superar 30 Kg.
- Los intervalos de dispensado de comida están diseñadas para que sean cada 3,6 o 9 horas dependiendo de la voluntad del dueño del animal

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

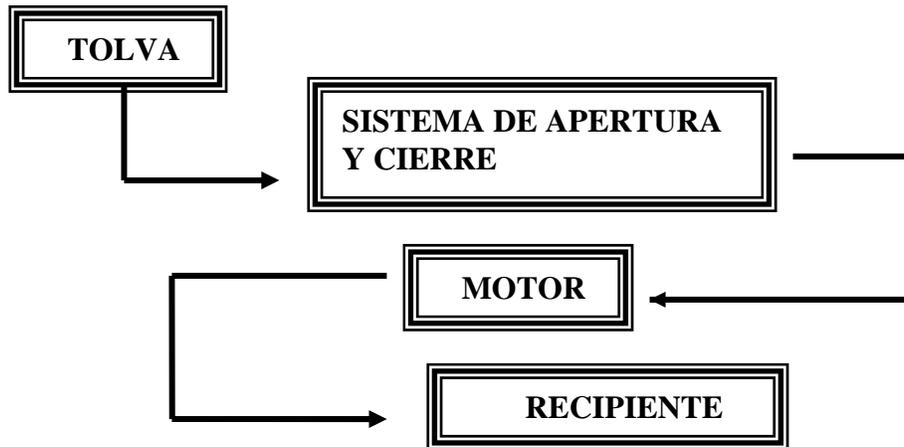
El diseño del prototipo se dividirá en diagramas de bloques, para su mejor comprensión.

**Figura. 4 Esquema electrónico**



En el diseño del sistema electrónico lo primero fue convertir de 120 Vac a 5Vdc, teniendo los 5 Vdc la variable a sensor es el peso, para que dependiendo de este, trabaje todo el sistema; la variable pasa de ser física a eléctrica, es recibida por el dispositivo de control, el cual toma decisiones dependiendo de la señal recibida; el comportamiento del dispositivo de control se verá reflejado en la visualización para que instantáneamente sea dispensada la comida y el sistema vuelva a su estado inicial.

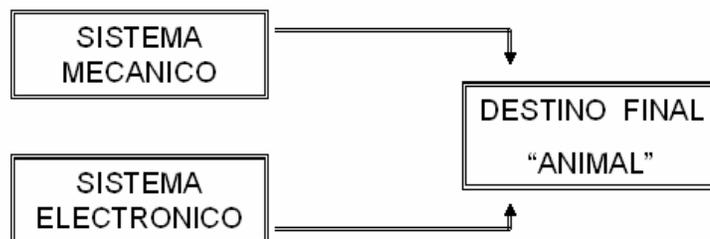
**Figura. 5 Esquema mecánico**



El diseño del sistema mecánico trabajara de acuerdo a las acciones del sistema electrónico, es decir que este sistema depende de las ordenes que el sistema electrónico envíe de acuerdo al peso del animal, el sistema mecánico parte de la tolva en donde se almacena el alimento concentrado, seguido del sistema de apertura y cierre, este segundo sistema es accionado por el motor DC que a su vez este motor es controlado por el sistema electrónico y como destino final del alimento concentrado se encuentra el recipiente.

**Figura. 6 Esquema electro - mecánico**

**SISTEMAS ACOPLADOS “ ELECTRO-MECANICO”**



Cuando estén los sistemas electrónicos y mecánicos plenamente acoplados, dará como resultado que se dispense la comida en la cantidad exacta y los tiempos programados.

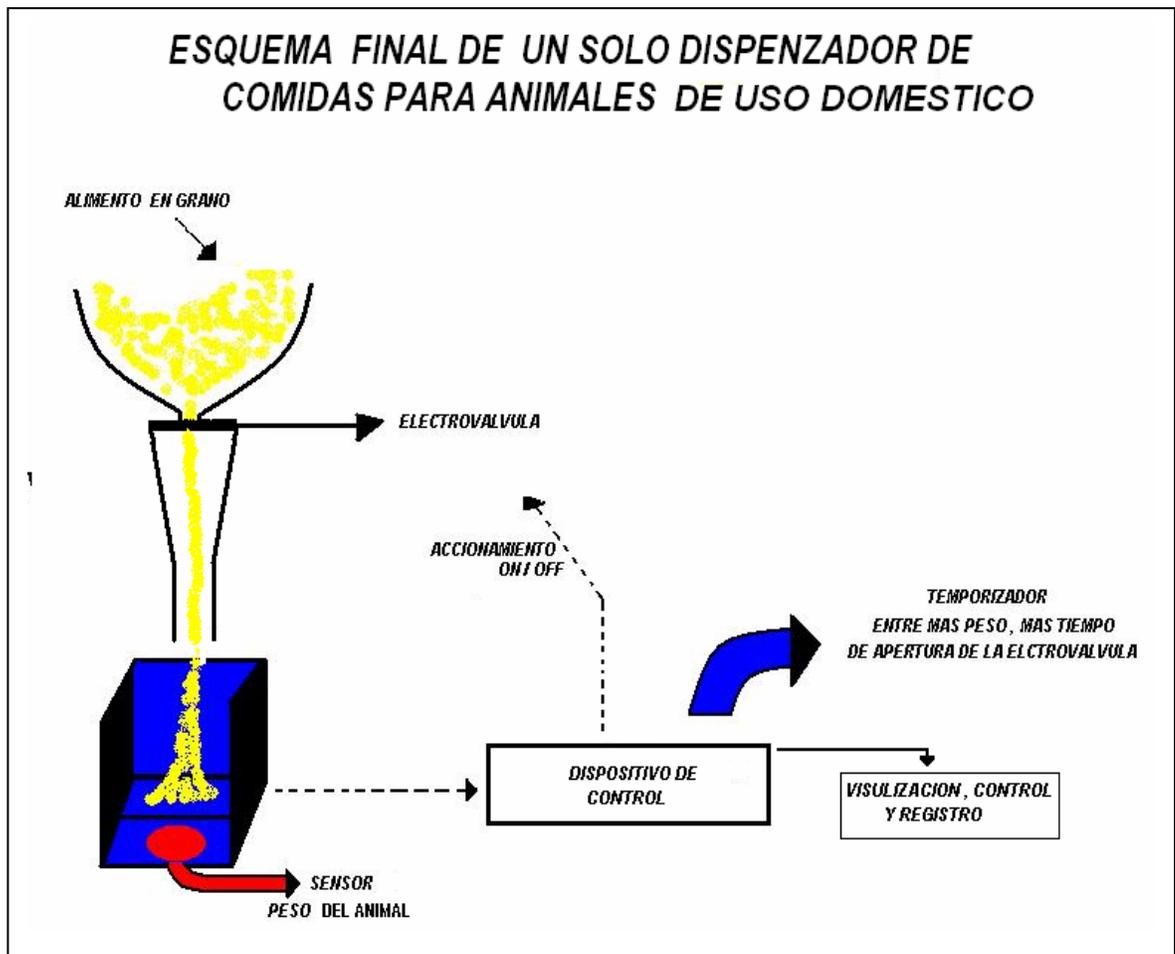


Figura. 7 Esquema de funcionamiento preliminar

## 2.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO.

Dentro del marco legal o normativo se encuentran normas en Colombia como la ISO14001 (ver anexo 1) que tiene que ver con lo de control ambiental, relacionándolo con procesos de fabricación de comida concentrada para animales. En el Ministerio de Agricultura de Colombia se presentan las disposiciones generales para el procesamiento de comida concentrada para animales, las cuales

contienen las cantidades mínimas a nivel internacional de vitaminas, que debe tener el alimento concentrado para animales (ver anexo 2).

### **2.3 MARCO TEÓRICO**

Como se explico anteriormente en el *numeral 1.1* existen sistemas dispensadores de comida muy similares pero estos únicamente dispensan a determinadas horas sin tener una variable a determinar como es el caso del *prototipo dispensador de comida para canes de uso doméstico* que es el peso del animal.

Para desarrollar la parte mecánica se usarán, motores eléctricos, sensores de peso y tolvas, todos estos sistemas con su respectiva etapa de control.

Las tolvas<sup>5</sup> son un dispositivo destinado a depósito y canalización de materiales granulares o pulverulentos. En muchos casos, se monta sobre un chasis que permite el transporte. La tolva se coloca en la entrada para alimentación y muchas veces conectada con un robot o sistema de control que alimenta de manera adecuada volumétrica o gravimétricamente la materia prima que se valla a transportar.

La tolva es muy importante en los procesos de la industria, pues permite una dosificación de material homogénea que se refleja en mejor calidad del proceso que se realice.

---

<sup>5</sup> TOMSON. Diseño mecánico

**Figura. 8 Tolva**



Después de pasar por la tolva la materia prima es dirigida a un sistema de pesaje electrónico conectada al sistema de control, a continuación se muestra una figura de un sistema electrónico de peso.

**Figura. 9 Balanza electrónica**



En sistema electrónico, existen varios sistema de control como por ejemplo PLC, PLD, microcontroladores, Etc.

Un microcontrolador es un microprocesador optimizado para ser utilizado para controlar equipos electrónicos.

Los microcontroladores representan la inmensa mayoría de los chips de ordenadores vendidos, sobre un 50% son controladores "simples" y el restante corresponde a DSPs más especializados.

Un microcontrolador<sup>6</sup> difiere de una CPU normal, debido a que es más fácil convertirla en un ordenador en funcionamiento, con un mínimo de chips externos de apoyo.

### **Figura. 10 Microcontrolador y PC**



Con la integración de todos estos sistemas electrónicos y mecánicos mediante los conocimientos adquiridos en la Ingeniería se llevara acabo el proyecto de la forma en que se menciona a continuación.

#### **2.3.1 Introducción a los controladores y microcontroladores**

Un controlador es un dispositivo utilizado para controlar uno o varios procesos. Al principio, los controladores estaban formados exclusivamente por componentes discretos. Más tarde, se emplearon procesadores rodeados de memorias y circuitos de entrada/salida sobre una placa de circuito impreso. Actualmente, los controladores integran todos los dispositivos antes mencionados en un pequeño chip formando lo que hoy se conoce como microcontrolador.

Las partes principales de un microcontrolador son: CPU ó Procesador encargado de ejecutar las órdenes, líneas de E/S para comunicarse con dispositivos periféricos, memoria RAM para contener los datos que se intercambian con los buses de entrada/salida, memoria tipo ROM/PROM/EPROM para el código

---

<sup>6</sup> JOSE MARIA ANGULO. Microcontroladores Pic

programado, diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, puertas serie y paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc....) y generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema definiendo de esta manera la velocidad de proceso.

Cada fabricante de microcontroladores dispone en su catálogo de un gran número de modelos, desde los más sencillos hasta los más complejos. Es posible elegir la capacidad de las memorias, número de líneas de entrada/salida, velocidad de funcionamiento, etc...La clasificación más importante es entre microcontroladores de 4, 8, 16 o 32 bits. Aunque las prestaciones de los microcontroladores de 16 y 32 bits son superiores a las de 4 y 8 bits, son los de 8 bits los que dominan el mercado debido a que son los más adecuados para la mayoría de aplicaciones, siendo inapropiado utilizar microcontroladores más potentes y caros.

Un aspecto que diferencia a los microcontroladores es la tecnología utilizada, que influye directamente en el tipo de alimentación o la forma en la que éstos se programan.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque estará dirigido a la parte empírico-analítica ya que el interés del desarrollo del proyecto es de carácter técnico y será orientado a la interpretación y transformación del mundo material.

Cuando se termine la construcción del prototipo del proyecto, se tendrá como resultado un sistema completamente tecnológico y hará que el sector zootecnista evolucione.

#### **3.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE USB / SUB-LÍNEA DE FACULTAD / CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA**

En la proceso de construcción del prototipo de acuerdo con el (CIB)<sup>7</sup>, se situará en la línea de investigación TECNOLOGÍAS ACTUALES Y SOCIEDAD, ya que el proyecto irá dirigido a un grupo de personas relacionadas con el cuidado de los animales.

En las Sub-líneas de investigación de la Universidad de San Buenaventura el desarrollo del proyecto se enfocara en la sub-línea: Control de Procesos, por el control que se manejara para que el sistema funcione perfectamente.

En el campo temático del programa de ingeniería electrónica, el desarrollo del prototipo tomara: la línea de microelectrónica<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> El Consejo de Investigación Bonaventuriano (CIB)

### **3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

La recolección de información es la fuente directa del planteamiento del problema que en este caso es el propietario del animal.

### **3.4 HIPÓTESIS**

Según el planteamiento del problema anteriormente propuesto se podrá definir una respuesta anticipada a la pregunta: ¿se puede mejorar el cuidado nutricional de los animales implementando tecnología?

En un caso normal de alimentación de animales, o sea sin automatizar el sector alimenticio de los animales, el cuidado nutricional depende del cuidado humano y por tanto hay mas posibilidades de fallar en este proceso.

En el caso que se automatice el sector alimenticio de los animales se podrá aumentar el cuidado de los animales, ya que mientras se esta realizando el proceso de alimentación se podrá dedicar ese tiempo a otras labores o simplemente ausentarse del sitio sin tener que preocuparse por el animal.

### **3.5 VARIABLES**

#### **3.5.1 Variables independientes**

La variable independiente es el peso del animal, dependiendo de esta variable será el funcionamiento del sistema.

### **3.5.2 Variables dependientes**

La variable dependiente en este caso es la cantidad de alimento, como proceso final dará una medida de cantidad determinada de alimento.

#### 4. DESARROLLO ELECTRONICO INGENIERIL

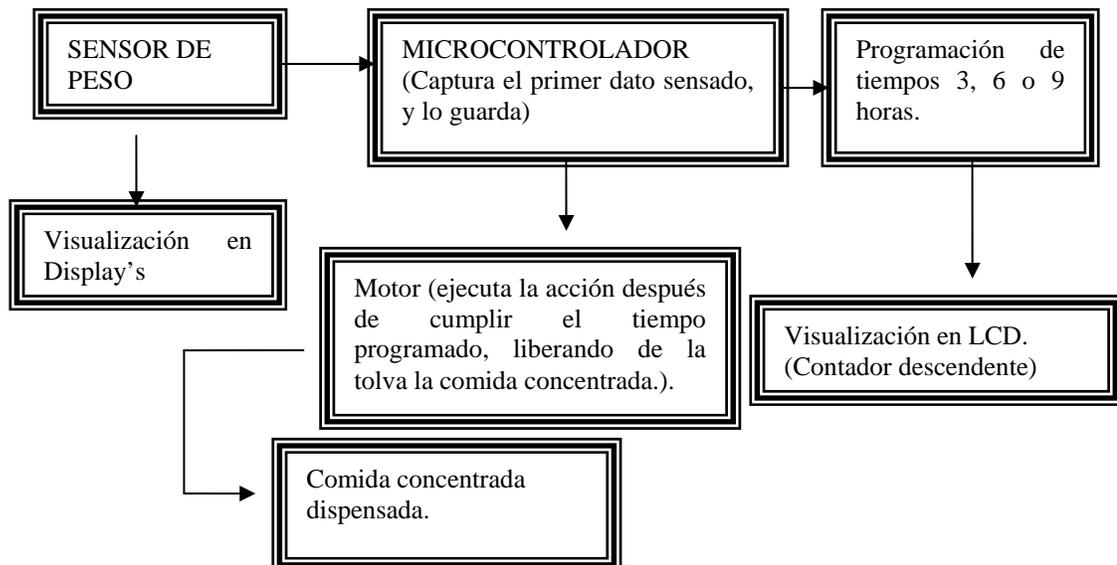
Teniendo en cuenta que el peso máximo del animal no debe superar 30 Kg, el prototipo esta diseñado para razas pequeñas y medianas descritas anteriormente en el *numeral 1.5.2* y por ultimo la relación peso – suministro es:

Peso del animal (Kg)	Peso de alimento a suministrar (g)
1 – 8 Aprox.	80 Aprox.
9 -16 Aprox.	140 Aprox.
17 – 25 Aprox.	200 Aprox.

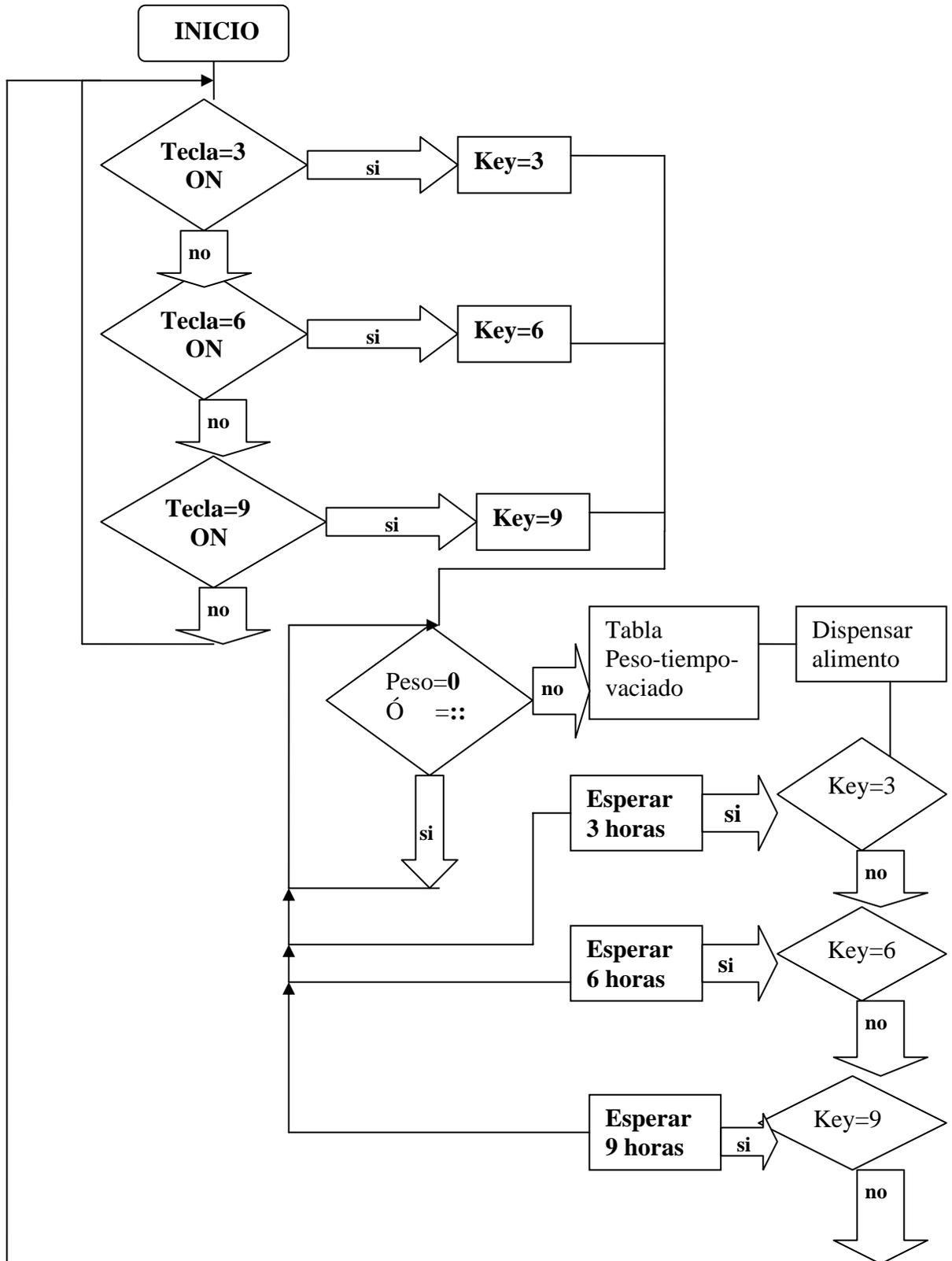
Estos rangos peso - suministro testan dados según Dog Show S.A.

El procedimiento de diseño se hizo de acuerdo al siguiente esquema de funcionamiento.

**Figura 7.1 Esquema de funcionamiento general**



# DIAGRAMA DE FLUJO DEL ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO GENERAL



La solución del proyecto se fue dando a medida que se iban cumpliendo cada parte del esquema anterior.

La primera tarea a resolver fue la parte electrónica seguido de la parte de programación, después se desarrollo la parte mecánica y por ultimo el acople de sistemas con sus respectivas pruebas. Para el resultado óptimo se tuvo que partir de los siguientes criterios que abarcan desde lo electrónico hasta lo mecánico:

- Los elementos electrónicos implementados fueran fáciles de conseguir en el mercado colombiano
- Que los elementos electrónicos trabajen con 2Vdc a 6 Vdc .
- En la elección del microcontrolador se tuvo en cuenta que fuera programable por software y con conexión puerto serial al computador.
- Que el motor de apertura y cierre trabajara con un voltaje DC en un rango de 5Vdc a 24Vdc
- El material de construcción del prototipo fuera durable y estético

Teniendo todos estos criterios claros lo primero fue la elección del microcontrolador

#### **4.1 MICROCONTROLADOR.**

El microcontrolador es el corazón del Dispensador de comidas para canes de uso domestico, ya que contiene el programa que hará funcionar los demás dispositivos. En los numerales siguientes se explicará por que de la elección, por qué se utilizo (véase Figura 11), cuál se utilizo y sus características, además de cómo fue programado (véase Figura 12) y algunas pruebas. Todos los circuitos electrónicos de pruebas se montaron sobre una placa de ensayos o protoboard, que permite manipular dispositivos sin tener que soldarlo.

## **4.2 ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F877**

En la elección del microcontrolador se tuvo en cuenta tres características: que tuviera capacidad para comunicación con el puerto serie del PC, que fuera programable por software y que contara como mínimo con 3 puertos.

Otras características como la velocidad de proceso o la capacidad de almacenamiento de datos e instrucciones no decantaron la decisión de elección del microcontrolador ya que no se sabía la velocidad de proceso requerida por el sistema, ni las necesidades mínimas en cuanto a capacidad de almacenamiento de datos, ya que se podía prever lo que podrían llegar a ocupar los códigos.

La tecnología de fabricación y la forma en que se programaban no fue influyente en la elección del microcontrolador.

A la vez se tuvo que tener en cuenta las características mínimas que debía tener el microcontrolador, se hizo una búsqueda en la red de proyectos similares para observar qué microcontroladores eran los más utilizados. Lo cual dio como resultado que los dispositivos más utilizados eran de la familia de Microchip, aunque existen microcontroladores de otras familias.

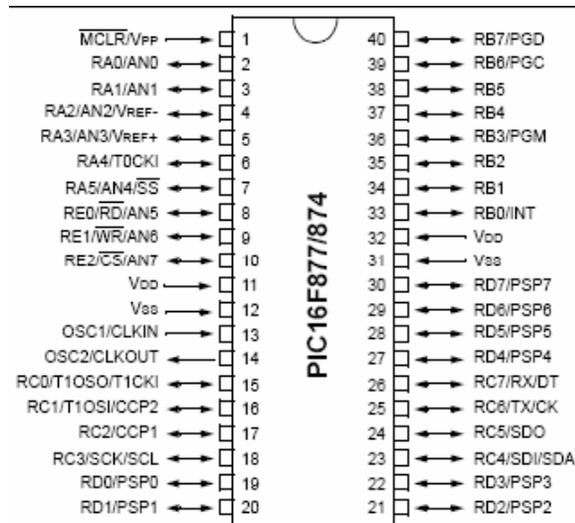
En concreto se observó que había uno que cumplía con las necesidades mínimas llamado PIC16F877, por eso la decisión de escoger este microcontrolador. A continuación se exponen sus características más significativas.

## **4.3 CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F877**

El PIC16F877 es un microcontrolador de la familia Microchip de 40 pines, con una velocidad de proceso de hasta 20 MHz dependiendo del reloj, 2 kbytes de memoria EEPROM, tecnología CMOS, alimentación a 5V, cinco puertos (puerto A de 6 bits, puerto B, C y D de 8 bits y puerto E de 3 bits) y posibilidad de comunicación serie.

En la figura 11 se muestra el diagrama de conexiones del PIC16F877, mientras que las conexiones más significativas se explican mas adelante.

**Figura. 11 diagrama de conexiones del PIC**



#### 4.4 CONEXIONES DEL PIC 16F877

Las conexiones del PIC16F877 las podemos clasificar en 4 grupos: alimentación, reset, oscilador y puertos. En la siguiente tabla vemos qué conexiones corresponden a cada grupo y sus funciones.

Las demás conexiones del PIC16F877 pertenecen a los cinco puertos del microcontrolador, estos puertos son explicados con más detalle en el apartado siguiente.

## 4.5 PUERTOS DEL PIC16F877

Los puertos del PIC16F877 tienen diferentes formas de configurarse, una que es común a todos ellos y otras particulares de cada puerto.

La configuración del PIC16F877 se realiza escribiendo diferentes registros, de 8 bits, que el mismo microcontrolador posee en su interior. Cada puerto físico tiene asociados diferentes registros internos. Algunos registros tienen los 8 bits asociados a la misma función, como por ejemplo los registros TRIS, donde cada bit del registro corresponde a un bit del puerto físico, mientras que otros registros tienen heterogeneidad de significados en su interior, como por ejemplo el OPTIONREG, donde un bit puede tener una función y otro bit del mismo registro otra totalmente distinta.

Estos registros se escriben mediante el código con el que se haya programado el PIC16F877, y pueden tomar diferentes configuraciones durante el recorrido del programa o pueden tener la misma configuración durante el transcurso del mismo.

El puerto A tiene la peculiaridad de poder configurarse para que trate señales digitales, analógicas o ambas a la vez utilizando diferentes conexiones. Los registros que determinan estas funciones son TRISA, PORTA y ADCON1.

El puerto B además de poder configurarse para que sus conexiones traten señales digitales, se utiliza también para hacer la programación del código máquina a ejecutar en la EEPROM del microcontrolador. Los registros que determinan estas funciones son TRISB, PORTB y OPTION\_REG.

El puerto C es el puerto destinado a ofrecernos comunicación serie con algunos dispositivos además de tener posibilidad de tratar señales digitales. Los registros que configuran estas opciones son TRISC, PORTC, SPBRG, TXSTA y RCSTA. El puerto D tiene la posibilidad de configurarse para tratar señales digitales en modo paralelo o bien como los demás puertos individualmente. En modo paralelo es

indispensable la intervención del puerto E ya que para leer o escribir en el puerto D es necesario activar el bit 0 o bit 1 del puerto E respectivamente, mientras que en modo normal para cambiar el estado de una conexión del PIC16F877 basta con escribir el dato en el registro.

El puerto E además de poder configurarse para tratar señales digitales puede configurarse como puerto de control sobre el puerto paralelo configurado en el puerto D. Sus tres conexiones actúan dando permiso para escribir, permiso para leer y selección de chip. Los registros que intervienen en la configuración del puerto D y E son TRISD, TRISE, PORTD y PORTE.

#### **4.6 HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN**

En los siguientes apartados justificamos qué lenguaje de programación, compilador y hardware para grabar datos en el microcontrolador utilizamos, desde que creamos un código hasta que el PIC16F877 está programado.

#### **4.7 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN**

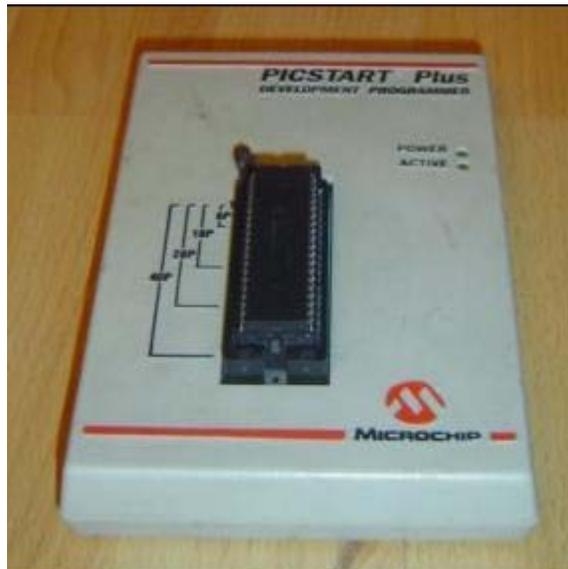
Una de las razones por las que se escogió un microcontrolador de la familia Microchip es que es programable por software. Se tuvo que decidir que lenguaje de programación a usar así como la herramienta para compilar.

Sabiendo que los microcontroladores se programan con código máquina (hexadecimal) se hizo una búsqueda para recopilar información acerca de los compiladores que partiendo del lenguaje de programación C, creaban un archivo con extensión '.hex'. El software que se utilizó para compilar estos archivos fue Mplab cuyo programa se utilizó dentro de las instalaciones de la universidad por motivos de licencia.

## 4.8 GRABACIÓN DE DATOS

Para hacer la grabación del archivo con extensión 'hex' en el PIC16F877 habían dos alternativas: construir un hardware para poder grabar los datos en el microcontrolador y crear un software que trasportara el código desde el PC hasta el hardware, o bien utilizar un paquete ya creado por los mismos fabricantes que el microcontrolador que incluye el hardware y el software. Sin duda se opto por la segunda opción ya que la Universidad De San Buenaventura posee estos equipos y no iba a representar ningún retraso más que el aprender a utilizar el paquete de Microchip, mientras que la primera opción suponía perder demasiado tiempo en construir y comprobar que se había realizado correctamente.

**Figura. 12 Programador PICSTART Plus**



## 4.9 PROCESO CREACIÓN, COMPILACIÓN Y GRABADO DE UN CÓDIGO

Los pasos que se siguió en la elaboración de todos los códigos son los siguientes: se creo un archivo de texto con extensión '.c' que contenía el programa escrito con

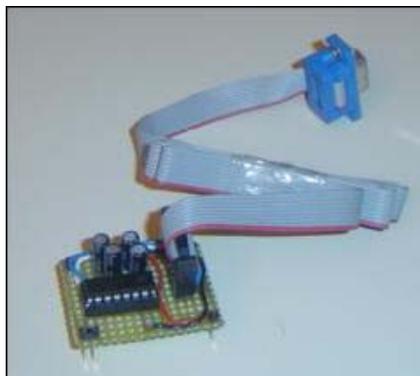
lenguaje C, compilamos los códigos con el software creando el archivo con extensión '.hex', de forma que fuera adecuado para que pudiera ser grabado en el microcontrolador. Hecho esto, se conectó el PICSTART Plus al puerto serie del PC, se ejecutó el software MPLAB y cargamos el código con extensión '.hex'. Finalmente se colocó el PIC16F877 en el PICSTAR Plus y se grabó el código máquina en el microcontrolador.

En ese momento el PIC16F877 estuvo listo para colocar en el circuito de pruebas y comprobar si el proceso de programación ha finalizado con éxito.

#### **4.10 PRUEBAS**

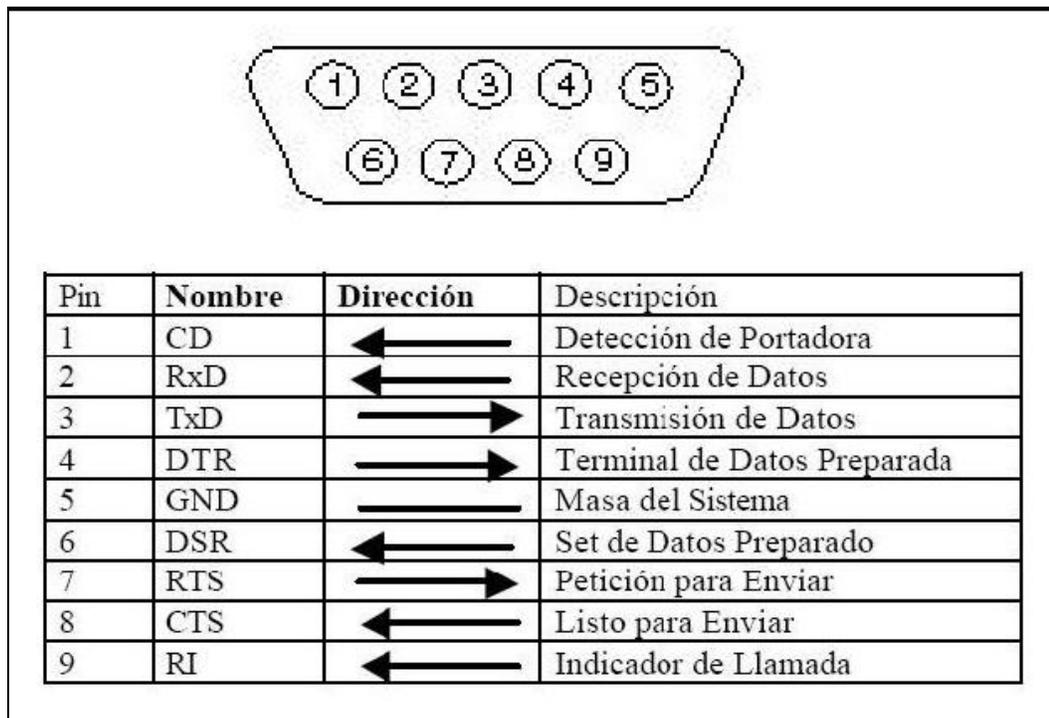
Se hizo una prueba de funcionamiento para demostrar que se controló totalmente el PIC16F877. Previamente a la creación de un código se construyó un pequeño módulo en una placa de pruebas para interactuar desde el microcontrolador con el puerto serie del PC. Con el objetivo de recibir y mandar datos con el PIC16F877 se construyó un pequeño circuito electrónico con la función de adaptar los niveles de tensión con los que trabaja el microcontrolador (0 V a 5 V) y el puerto RS232 del PC (-10 V a 10 V). El corazón de este módulo está formado por el chip MAX232

**Figura. 13 Módulo de adaptación entre el PIC16F877 y el puerto RS232**



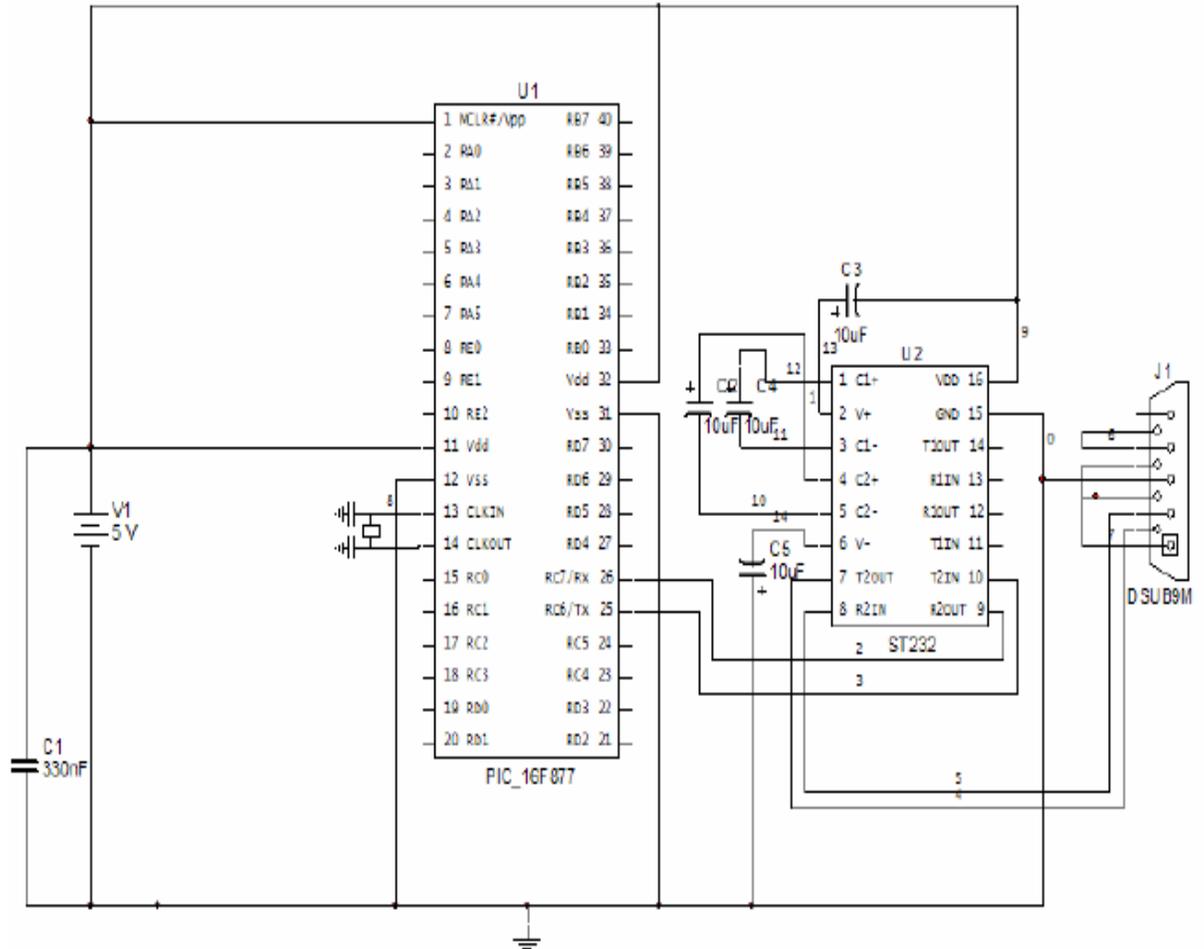
Para construir este circuito electrónico se tuvo en cuenta el data sheet del integrado MAX232.

**Figura. 14 Conexiones del puerto RS232**



Una aplicación de gran utilidad ha sido Hyper Terminal del sistema operativo Windows, ya que permite visualizar los datos que circulan a través del puerto serie del PC. El código de prueba que se realizó para estas pruebas tiene como base la transmisión y recepción de caracteres alfanuméricos por el puerto serie del PC, de forma que además de enviarlos y recibirlos también se pudo visualizar en la pantalla del Hyper Terminal.

**Figura. 15 ESQUEMA DE CONEXIONES BASE DE PRUEBA**



El esquema pruebas es un esquema universal que aplica para cualquier circuito que contenga un PIC 16f877, por consiguiente se pudo encontrar por Internet bajo el nombre de *circuito de prueba del PIC 16F877*.

El circuito contiene elementos básicos como resistencias a  $\frac{1}{4}$  W, un PIC 16F877, 2 condensadores de 15 pF y 2 condensadores de 10 $\mu$ F, circuito integrado RS 232, y una fuente de 5 Vdc.

Todos los códigos de este proyecto están creados para que la comunicación serie con Hyper Terminal se realice en modo asíncrono, a una velocidad de transferencia de 300 bps.

#### **4.11 SENSOR DE PESO**

Después del resultado satisfactorio de las pruebas con el microcontrolador se continuo con la elección del sensor de peso, en mercado colombiano existen sensores de tipo capacitivo, inductivo, resistivo pero bastantes costosos ya que para el prototipo del dispensador de comidas no mas se necesitaría uno y en determinado caso no se pondría dar la posibilidad de dañarlo en las pruebas.

Se encontraron en el mercado unas galgas resistivas con señal de voltaje acondicionada que hacían parte de un grupo de balanzas digitales que para este caso fueron perfectas para el desarrollo del prototipo ya que trabajaban a 5Vdc

#### **4.12 CAPTURA DE LOS DATOS DE PESO**

Una ves estuvo resuelto el problema del sensor de peso se dispuso a resolver el problema de la captura de los datos para enviarlos al microcontrolador.

La solución a este inconveniente estuvo en la creación de un circuito que involucraba el microcontrolador PIC16F877 con su respectivo programa, MOC 3021, resistencias  $\frac{1}{4}$  w, display's de 7 segmentos, transistores 3904(NPN), condensadores de 15 pF y 10 $\mu$ F, relevos de 6Vdc (véase Fig.16). La elaboración del código para programar el Microcontrolador PIC No 1 se puede detallar en el Anexo No 3.



#### **4.13 DESCRIPCIÓN MOC3021**

A la salida acondicionada de la báscula se encuentran 7 voltajes entre 0Vdc y 5Vdc, y se encuentran 2 salidas de 0Vdc (tierra),

Colocando a funcionar la balanza con un peso determinado se descubrió que a determinado peso las salidas varían, unas se mantienen en 5Vdc y otras en 0Vdc, haciendo varias pruebas con diferentes pesos, se llegó a la conclusión que por ejemplo si el peso es igual a 1 kg, 2 de las 7 salidas se mantienen en 5Vdc y las 5 restantes se mantienen en 0Vdc; es decir que colocando un display de 7 segmentos de cátodo común directamente a la báscula obtenemos el número uno (1), así mismo se hizo con pesos iguales a 2,3,4,5,6,7,8,9 Kg. y sus respectivas combinaciones

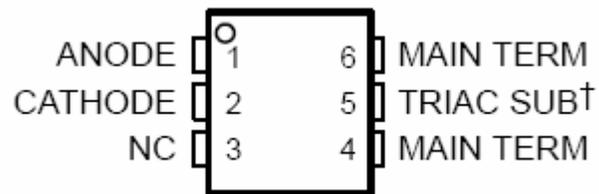
Entendido el funcionamiento de la báscula, la idea es coger esos datos o señales y enviarlas al microcontrolador, al principio se colocaron las salidas de la báscula directamente al microcontrolador, en un comienzo funcionó ya que el peso era constante pero en la realidad ese peso no es constante ya que está variando un número más o un número menos.

Para darle solución a este problema se necesitó mantener el valor del peso fijo, en este momento se pensó en un dispositivo electrónico que se disparara con el primer voltaje que recibiera y lo mantuviera para que así el microcontrolador pudiera captar este dato, entonces el que más se adaptaba a estos criterios fue un dispositivo llamado MOC3021,

Las series MOC301XM Y MOC302XM son dispositivos aislados de conductor TRIAC, estos dispositivos contienen un GaAs infrarrojo que emite al Diodo y una luz que activa el interruptor bilateral de silicio, que funciona como un TRIAC. Son

diseñados para interactuar entre mandos electrónicos y disparar TRIACS de control resistivo y cargas inductivas para operaciones de 115 VAC.

**Figura. 17 Esquema mecánico MOC3021**



**Figura. 18 Esquema Electrónico**

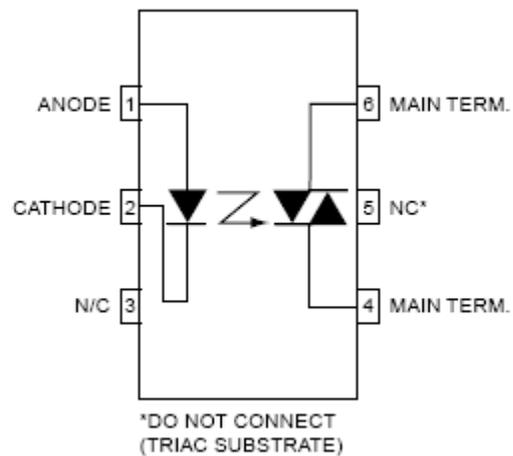
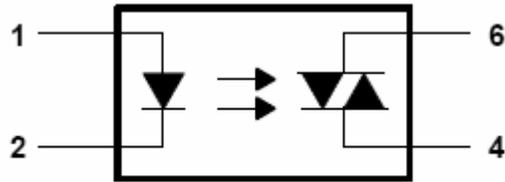


Figura. 19 DIAGRAMA LÓGICO MOC3021



#### 4.14 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tabla1. Características individuales de los componentes.

INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS							
Parameters	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
<b>EMITTER</b>							
Input Forward Voltage	$I_F = 10 \text{ mA}$	$V_F$	All		1.15	1.5	V
Reverse Leakage Current	$V_R = 3 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	$I_R$	All		0.01	100	$\mu\text{A}$
<b>DETECTOR</b>							
Peak Blocking Current, Either Direction	Rated $V_{DRM}, I_F = 0$ (note 1)	$I_{DRM}$	All		10	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction	$I_{TM} = 100 \text{ mA peak}, I_F = 0$	$V_{TM}$	All		1.8	3	V

Tabla2. Características de temperatura

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)				
Parameters	Symbol	Device	Value	Units
<b>TOTAL DEVICE</b>				
Storage Temperature	$T_{STG}$	All	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	$T_{OPR}$	All	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Lead Solder Temperature	$T_{SOL}$	All	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	$T_J$	All	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Isolation Surge Voltage <sup>(1)</sup> (peak AC voltage, 60Hz, 1 sec duration)	$V_{ISO}$	All	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$	$P_D$	All	330	mW
Derate above 25 $^\circ\text{C}$			4.4	mW/ $^\circ\text{C}$
<b>EMITTER</b>				
Continuous Forward Current	$I_F$	All	60	mA
Reverse Voltage	$V_R$	All	3	V
Total Power Dissipation 25 $^\circ\text{C}$ Ambient	$P_D$	All	100	mW
Derate above 25 $^\circ\text{C}$			1.33	mW/ $^\circ\text{C}$
<b>DETECTOR</b>				
Off-State Output Terminal Voltage	$V_{DRM}$	MOC3010M/1M/2M MOC3020M/1M/2M/3M	250 400	V
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1 ms, 120 pps)	$I_{TSM}$	All	1	A
Total Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$ Ambient	$P_D$	All	300	mW
Derate above 25 $^\circ\text{C}$			4	mW/ $^\circ\text{C}$

Se escogió el MOC 3021 debido a que estos dispositivos son económicos y su operación es sencilla. La operación del MOC 3021 es capturar los datos que el sensor de peso envía para ser analizados y debidamente procesados por el microcontrolador (PIC1).

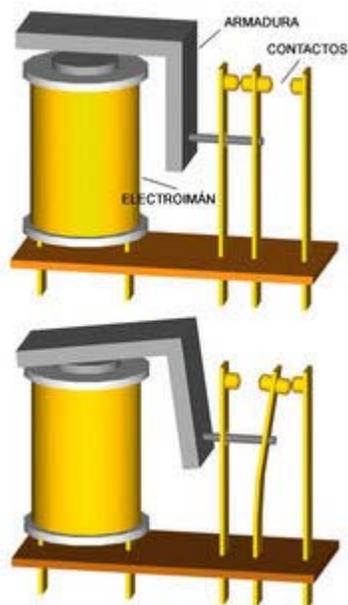
La visualización del peso es en Display's de 7 segmentos de cátodo común que están acoplados al sensor de peso para mostrar el valor pesado en un rango de 0 a 30 Kg., con los tres dígitos siguientes que muestran el peso en gramos. Cada MOC3021 está conectado a cada segmento de cada uno de los 5 Display's que se encuentran en la tabla de visualización. En este caso se utilizaron 7 MOC's uno para cada segmento a, b, c, d, e, f, y g. El acondicionamiento de la señal proviene del bus de datos que está acoplado debidamente al sensor de peso y cada dato es capturado por cada uno de los MOC's para transmitir la señal a 7 entradas del PIC programadas para recibir cada dato del segmento correspondiente.

#### **4.15 RELEVO 6VDC**

Una vez teniendo los datos en el microcontrolador, éste los envía al circuito de control, en el momento que sucede, el microcontrolador está listo para recibir otros datos que vienen de los MOC's, para que suceda los MOC's deben quedar en la posición inicial para tomar otra vez los datos de la balanza.

Para lograr que los MOC's queden en la posición inicial, deben desenergizarse, para esto el común de los MOC's va conectado a un relevo que por medio de una salida del microcontrolador el relevo se activa y se desactiva colocando el común de los MOC's en 5Vdc o 0Vdc, cuando el común de los MOC's quedan en 0Vdc este queda en la posición inicial listo para capturar nuevos datos.

**Figura.20 Diagrama de funcionamiento de un relevo**



**Figura.21 DIAGRAMA FÍSICO DE UN RELEVO**



El **relé** o **relevador** (del francés *relais*, relevo) es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835. Ya que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, una forma de amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía,

haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "relevadores". De ahí "relé".

Los contactos de un relé pueden ser Normalmente Abiertos (NA o NO (Normally Open)), por sus siglas en inglés), Normalmente Cerrados (Normally Closed)(NC) o de conmutación.

- Los contactos Normalmente Abiertos conectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se desconecta cuando el relé está inactivo. Este tipo de contactos son ideales para aplicaciones en las que se requiere conmutar fuentes de poder de alta intensidad para dispositivos remotos.
- Los contactos Normalmente Cerrados desconectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se conecta cuando el relé está inactivo. Estos contactos se utilizan para aplicaciones en las que se requiere que el circuito permanezca cerrado hasta que el relé sea activado.
- Los contactos de conmutación controlan dos circuitos: un contacto Normalmente Abierto y uno Normalmente Cerrado con una Terminal común.

En la *Figura 21*. se puede ver el aspecto de un relé enchufable para pequeñas potencias.

En la *Figura 20*. se representa, de forma esquemática, la disposición de los elementos de un relé de un único contacto de trabajo.

Se denominan contactos de trabajo aquellos que se cierran cuando la bobina del relé es alimentada y contactos de reposo a lo cerrados en ausencia de alimentación de la misma.

Existen multitud de tipos distintos de relés, dependiendo del número de contactos (cuando tienen más de un contacto conmutador se les llama contactores en lugar

de relés), intensidad admisible por los mismos, tipo de corriente de accionamiento, tiempo de activación y desactivación, etc.

Cuando se excita la bobina de un relé con corriente directa, el flujo magnético en el circuito magnético, también es directa, produciendo una fuerza pulsante, con frecuencia doble, sobre los contactos.

#### 4.16 TRANSISTORES 3904(NPN)

En el momento que se quieran poner los Moc's en la posición inicial, el microcontrolador envía una señal para que se active el relevo y ponga el común de los Moc's en 0Vdc, como el microcontrolador envía al relevo una señal de 5Vdc pero es de baja corriente se necesitó un transistor npn que en este caso es el 3904 para que enviara al relevo la corriente necesaria para que este se active y el microcontrolador no se dañe (véase fig.16).

**Figura 22 DIAGRAMA FISICO DE UN TRANSISTOR 3904**



**Figura 23 DIAGRAMA ELECTRICO DE UN TRANSISTOR 3904**



El funcionamiento del transistor es muy sencillo, el microcontrolador manda una señal de 5 Vdc a la base del transistor entonces este conecta el colector con el emisor y mantiene la corriente necesaria para activar el revelo mientras la base reciba los 5Vdc.

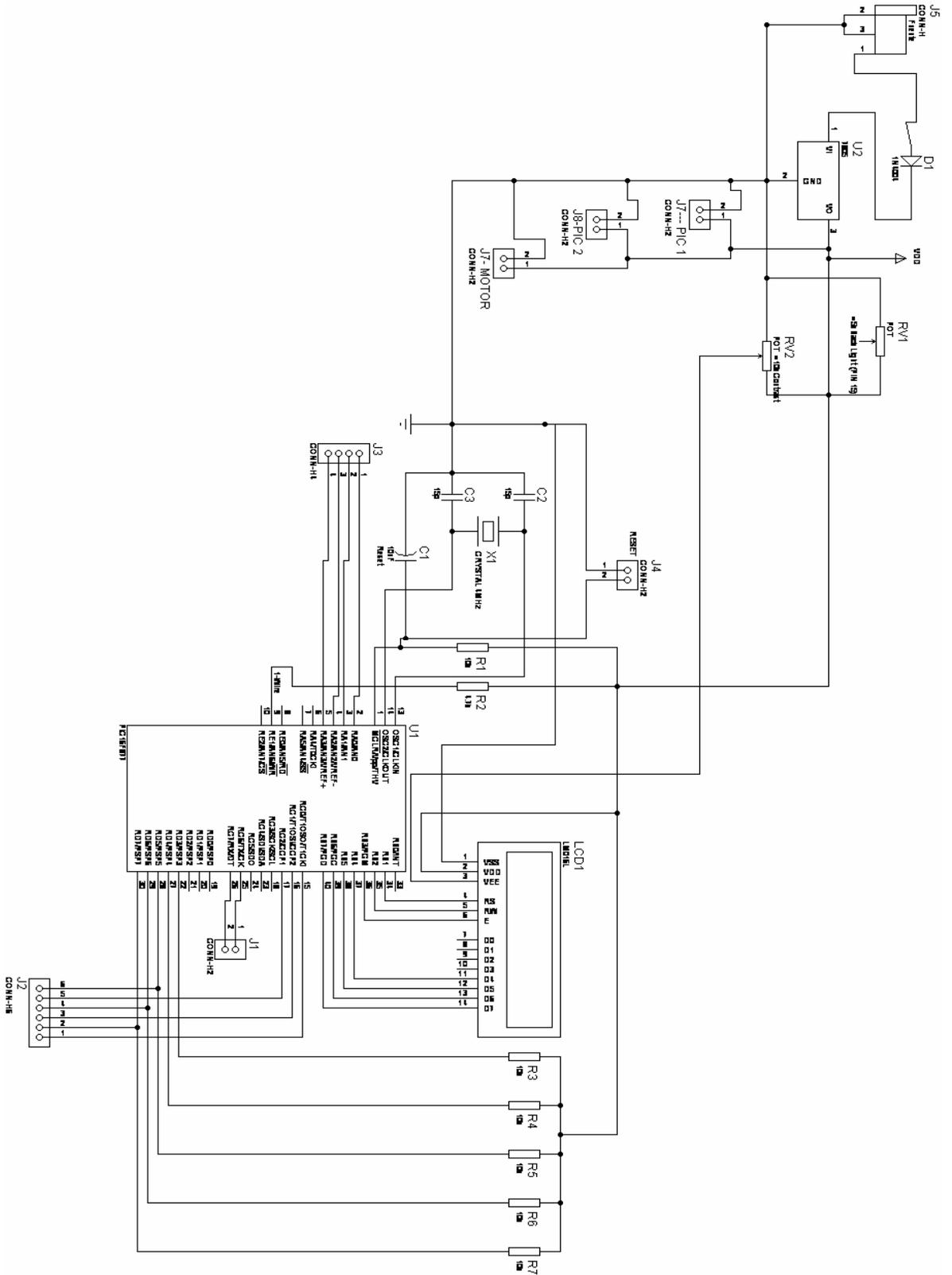
#### **4.17 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MONTAJE**

Una vez estuvo listo el diseño y el montaje del circuito se conecto por el puerto serial a través del MAX232 y después se probo con el Hiper Terminal explicado anteriormente en el *numeral 4.10* , obteniendo el resultado que se esperaba (véase Fig. 15).

#### **4.18 DESARROLLO DEL CONTROL Y VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO**

Después de las pruebas exitosas del primer diseño y montaje se realizó el diseño y montaje del segundo circuito que corresponden a la visualización y control del sistema, este montaje se diseñó con otro Microcontrolador PIC16F877 con su respectiva programación (véase anexo No 4), una LCD de pantalla azul, diodos 4001, regulador de voltaje LM7805 y 2 pulsadores (véase Fig.20).

Figura. 24 ESQUEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL Y VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA



En la parte de control del sistema, después de capturado el dato del peso el microcontrolador No1 lo procesa, dependiendo el tiempo que se programo con anterioridad trabaja el sistema electro-mecánico, como se explico con anterioridad el usuario(dueño del animal) programa el sistema para que trabaje a 3,6,9 horas, después que es capturado el dato del peso el sistema suministrara la comida concentrada a 3,6 o 9 horas después, este ciclo será repetitivo hasta que el usuario cambie la configuración inicial. El código de control de tiempos que es manejado por el microcontrolador No 1 se ilustra en el Anexo No 6

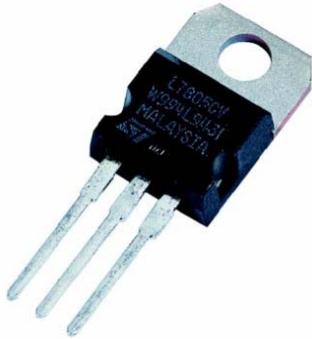
Cuando se termino el diseño y montaje del segundo circuito Igualmente se realizaron unas pruebas a través del Max232 y el Hiper Terminal del PC, que arrojaron como resultado pruebas exitosas.

Una vez culminadas estos diseños y montajes se continúo con la sincronización de los 2 Microcontroladores mediante la transmisión y recepción de cada uno.

#### **4.19 REGULADOR DE VOLTAJE LM 7805**

Desde un comienzo se dijo que todo el sistema funcionaba con 5Vdc entonces hubo la necesidad de regular este voltaje, es decir que no baje de 5Vdc y que no suba de 5Vdc, para esto existe un elemento electrónico que hace esta función que es el LM7805. Este elemento distribuye a todo el sistema un voltaje regulado de 5Vdc,

**Figura 25 DIAGRAMA FISICO LM7805**



Dentro de los reguladores de voltaje con salida fija, se encuentran los pertenecientes a la familia LM78xx, donde “xx” es el voltaje de la salida. Estos son 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18 y 24V, entregando una corriente máxima de 1 Amper y soporta consumos pico de hasta 2.2 Amperes. Poseen protección contra sobrecargas térmicas y contra cortocircuitos, que desconectan el regulador en caso de que su temperatura de juntura supere los 125°C..

Los LM78xx son reguladores de salida positiva

#### **4.20 LCD-PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO**

En la parte de visualización se opto por una LCD (*Liquid Crystal Display*) son las siglas en inglés de **Pantalla de Cristal Líquido**,.

**Figura 26 LCD**



Se trata de un sistema eléctrico de presentación de datos formado por 2 capas conductoras transparentes y en medio un material especial cristalino (cristal líquido) que tienen la capacidad de orientar la luz a su paso.

Cuando la corriente circula entre los electrodos transparentes con la forma a representar (por ejemplo, un segmento de un número) el material cristalino se reorienta alterando su transparencia.

Las pantallas LCD se encuentran en multitud de dispositivos industriales y de consumo: máquinas expendedoras, electrodomésticos, equipos de telecomunicaciones, computadoras, etc. Todos estos dispositivos utilizan pantallas fabricadas por terceros de una manera más o menos estandarizada. Cada LCD se compone de una pequeña placa integrada que consta de:

- La propia pantalla LCD.
- Un microchip controlador.
- Una pequeña memoria que contiene una tabla de caracteres.
- Un interfaz de contactos eléctricos, para conexión externa.
- Opcionalmente, una luz trasera para iluminar la pantalla.

El controlador simplifica el uso del LCD proporcionando una serie de funciones básicas que se invocan mediante el interfaz eléctrico, destacando:

- La escritura de caracteres en la pantalla.
- El posicionado de un cursor parpadeante, si se desea.
- El desplazamiento horizontal de los caracteres de la pantalla (*scrolling*).

La memoria implementa un mapa de bits para cada carácter de un juego de caracteres, es decir, cada octeto de esta memoria describe los puntitos o pixels que deben iluminarse para representar un carácter en la pantalla. Generalmente, se pueden definir caracteres a medida modificando el contenido de esta memoria.

Así, es posible mostrar símbolos que no están originalmente contemplados en el juego de caracteres.

El interfaz de contactos eléctricos suele ser de tipo paralelo, donde varias señales eléctricas simultáneas indican la función que debe ejecutar el controlador junto con sus parámetros. Por tanto, se requiere cierta sincronización entre estas señales eléctricas.

La luz trasera facilita la lectura de la pantalla LCD en cualquier condición de iluminación ambiental, existen dos tipos de pantallas LCD en el mercado: pantallas de texto y pantallas gráficas.

#### **4.21 DISEÑO MECANICO**

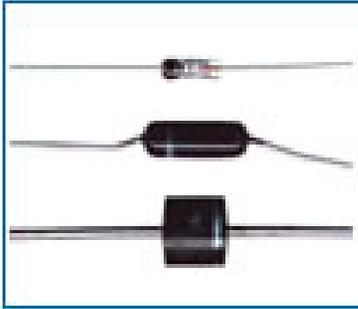
Terminado el diseño electrónico se continuo con el diseño de la parte mecánica, para resolver este paso se contó con el software de diseño llamado Solid Edge.

Diseñadas estas partes se mandaron a construir estas piezas en acrílico de acuerdo al diseño que se género con el software Solid Edge con sus respectivas medidas, el resultado de este diseño se ilustrara en el siguiente numeral (presentación y análisis de resultados)

#### **4.22 DIODOS 4001**

Cuando los relevos pasan de normalmente cerrado a normalmente abierto la bobina hace una devolución de corriente eléctrica, estas corrientes pueden dañar cualquier elemento electrónico como el microcontrolador por eso se utilizo un diodo común y corriente entre las terminales de la bobina de cada relevo, ya que este no mas deja pasar la corriente en un solo sentido

**Figura 27 DIODO**



#### **4.20 SISTEMA ELECTRO-MECÁNICO DE APERTURA Y CIERRE**

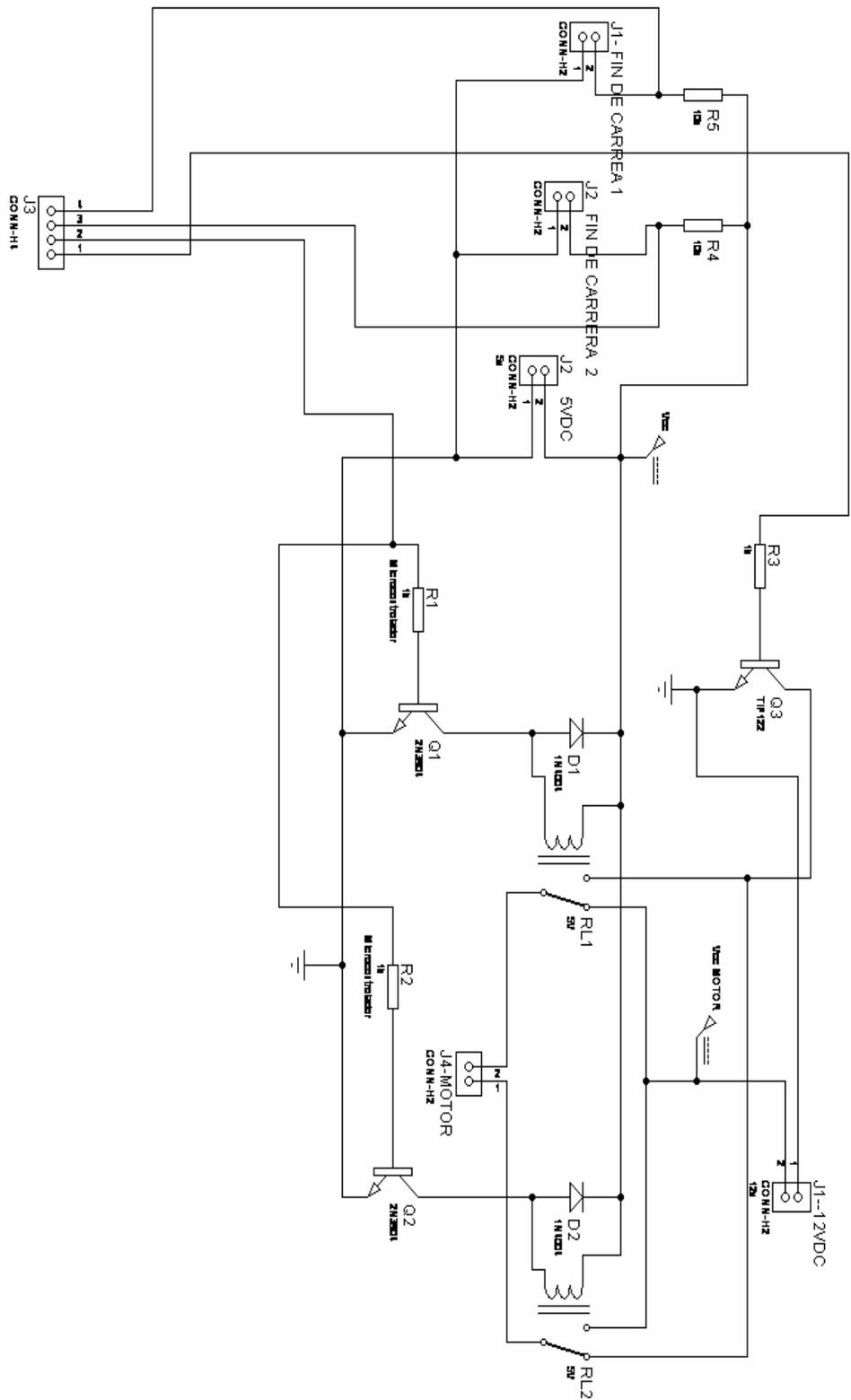
Para este sistema se adquirió un motor DC de 5V, se diseñó y se montó un circuito (véase Fig. 28) para que el Microcontrolador No 2 (visualización y control del sistema) controle este motor, haciendo girar en los dos sentidos (apertura y cierre).

El circuito cuenta con 3 controles los cuales van al microcontrolador el primero es el interruptor PIC el cual va en serie con un final de carrera normalmente cerrado al igual que PIC2 estos activan la alimentación del motor y el interruptor PIC3 es el que da el sentido de giro al polarizar las bobinas de los reles.

Estos 3 interruptores mostrados controlan los transistores que acoplan las señales al motor.

Entonces si se desea mover el motor a la derecha el proceso que debe seguir el microcontrolador es el de activar primero el sentido de giro (PIC3) y luego activar PIC para polarizar el motor así que cuando este llegue a su posición final y toque el final de carrera este despolarice el TIP y detenga el motor(Ver código en anexo 6.)

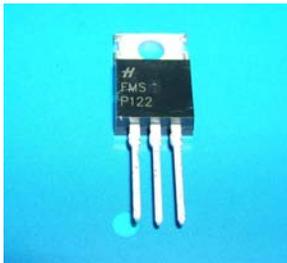
Figura. 28 Esquema electrónico del motor DC de Apertura y cierre



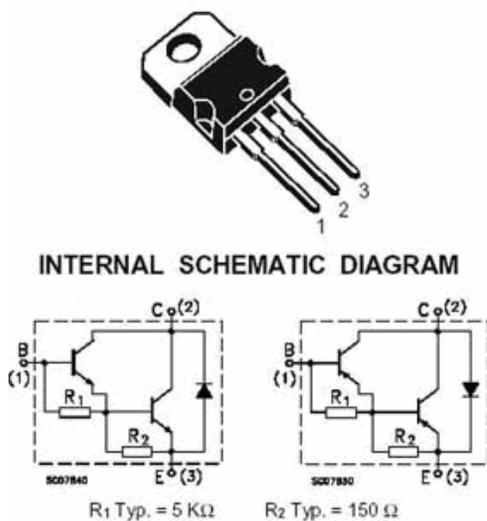
El circuito de la figura 28 se implementó elementos electrónicos iguales al de los 2 circuitos anteriores (ver figuras 16 y 24), los cuales fueron transistores 3904, relevos de 6Vdc, TIP 122 y diodos.

El TIP122 es un transistor como el 3904 pero con la diferencia que maneja altos voltajes y corrientes hasta de 5 amperios y permite mayores temperaturas ya que viene diseñado para eso.

**Figura 29 DIAGRAMA FISICO -TIP 122**



**Figura 30 DIAGRAMA INTERNO TIP 122**



## **5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **5.1 PROTOTIPO**

El prototipo de dispensador de comida para animales se creó con el software para diseño de partes Solid Edge. Los materiales empleados para la construcción física del prototipo fueron escogidos de Manera que no fueran tóxicos para el animal y que igualmente fueran resistentes livianos y duraderos.

Los materiales empleados fueron acrílico y polietileno, teniendo en cuenta en sus acabados la perfección.

**(Saltar pagina siguiente)**

Figura 31. Plano físico vista superior del dispensador

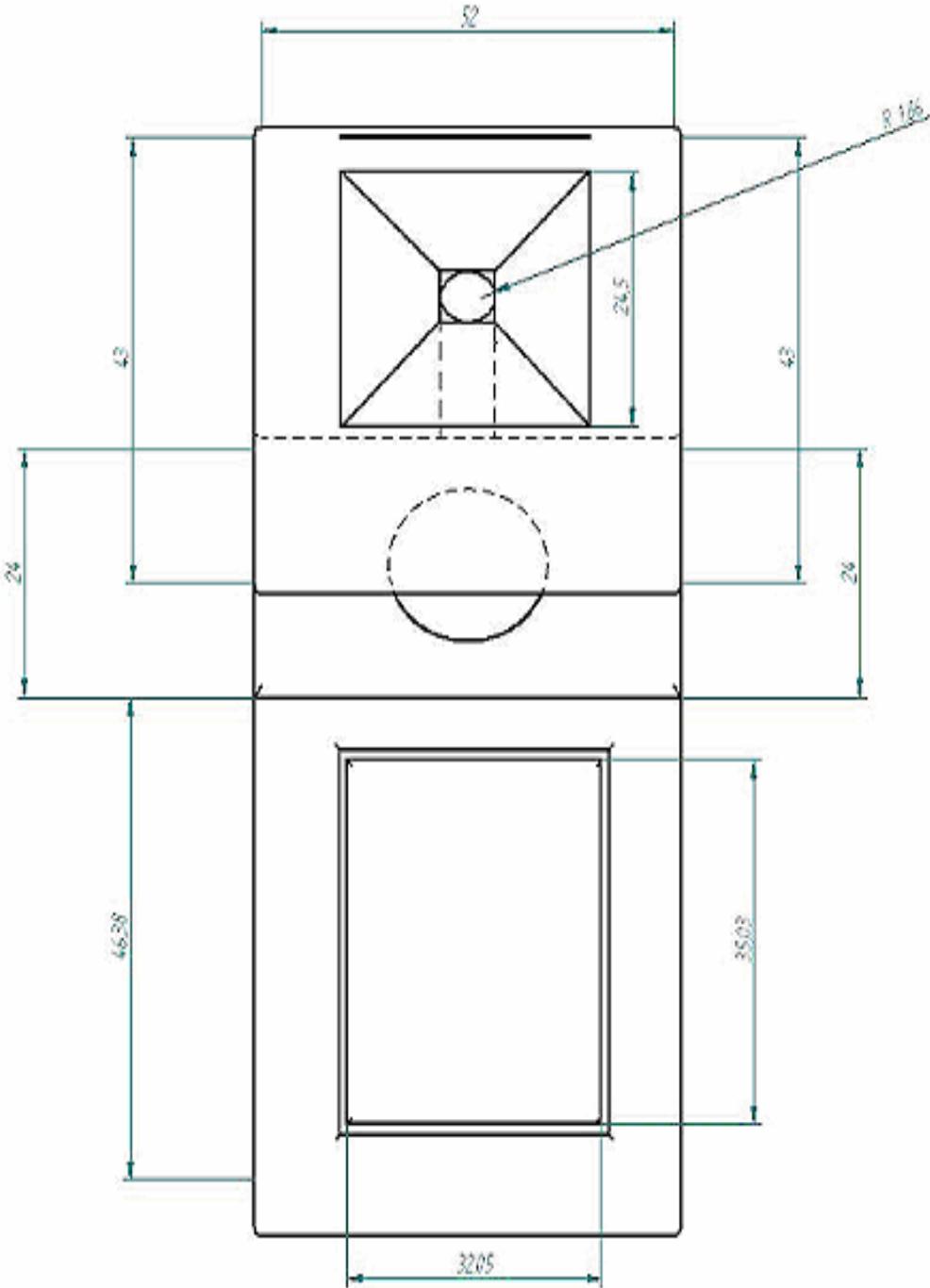


Figura 32. Plano físico vista lateral del dispensador.

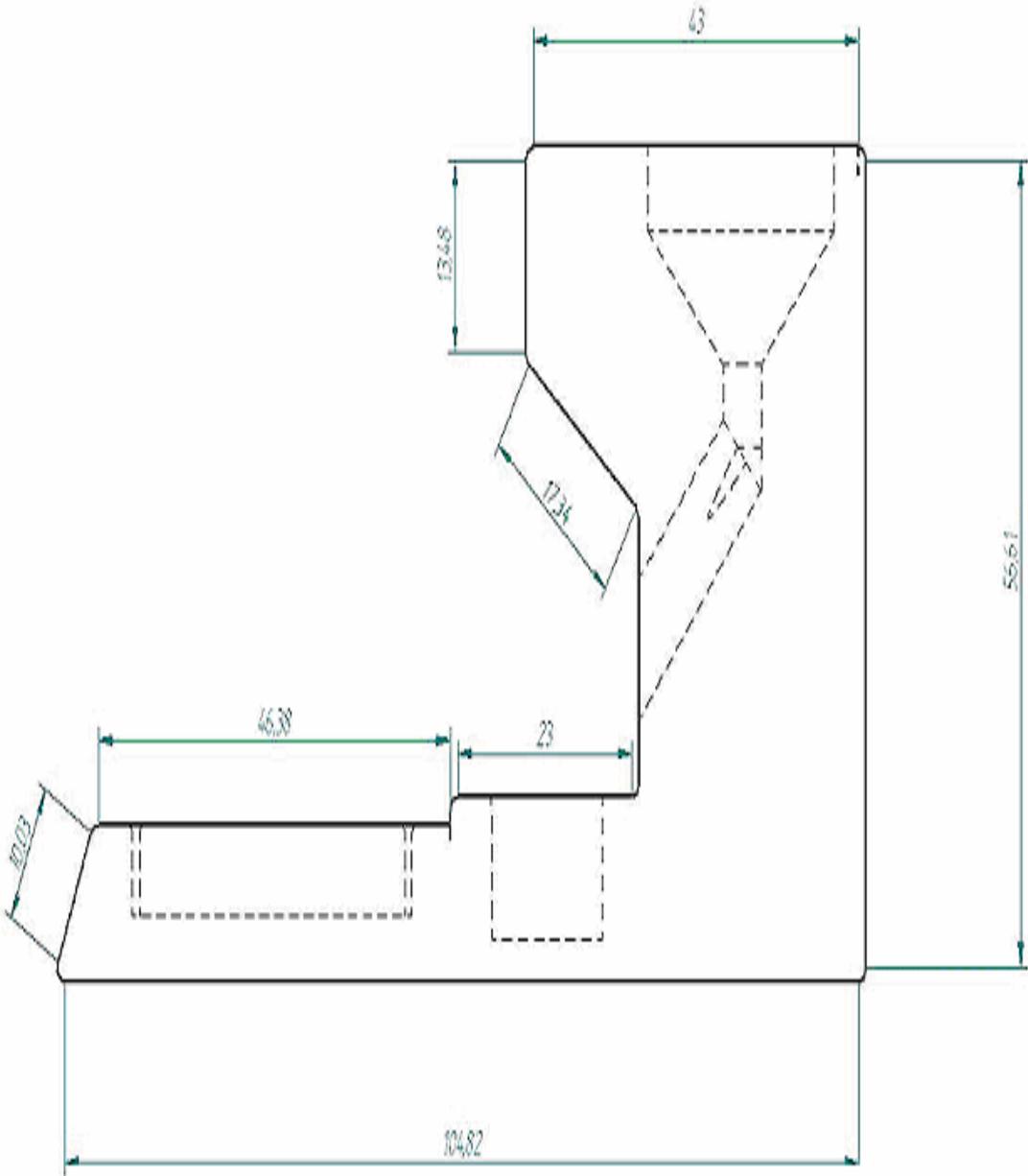
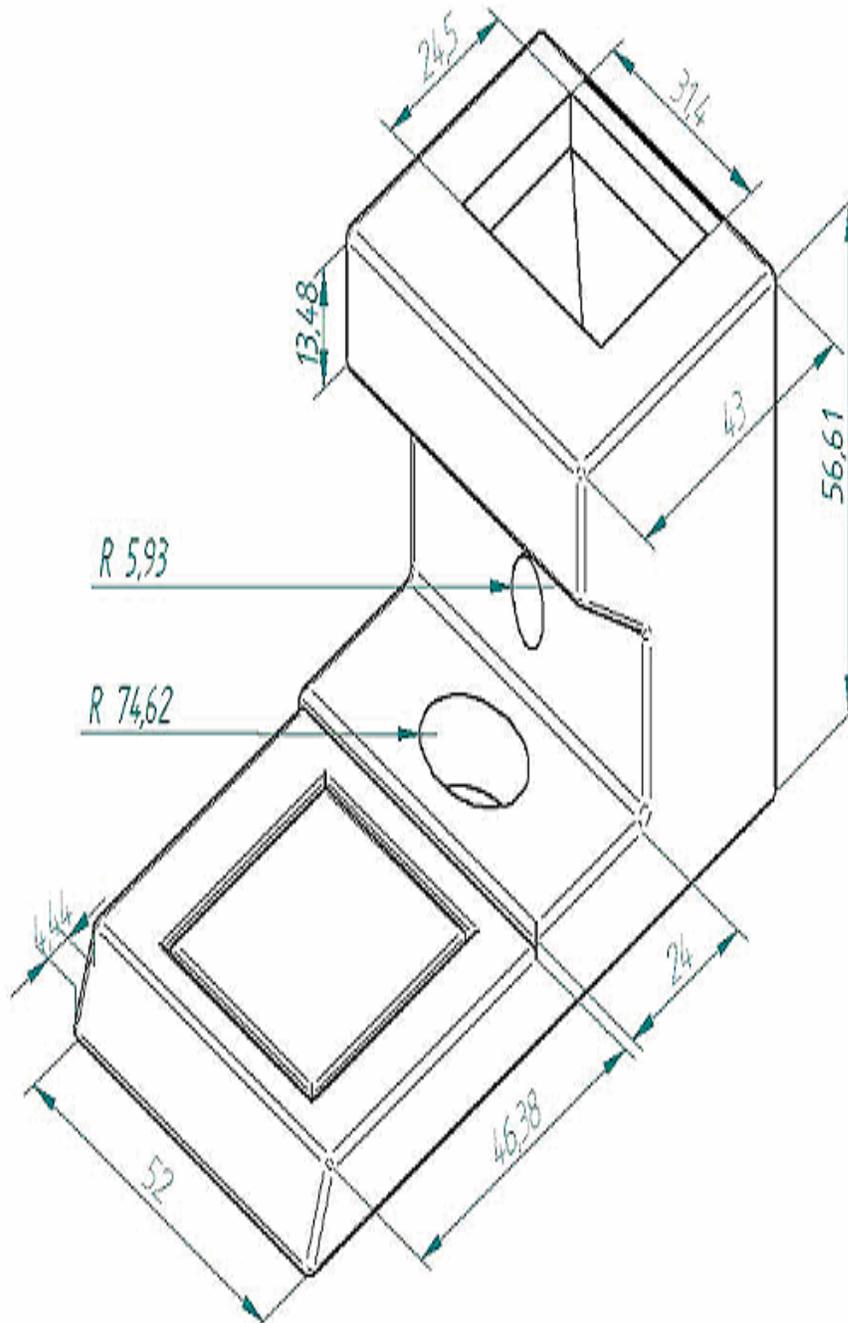
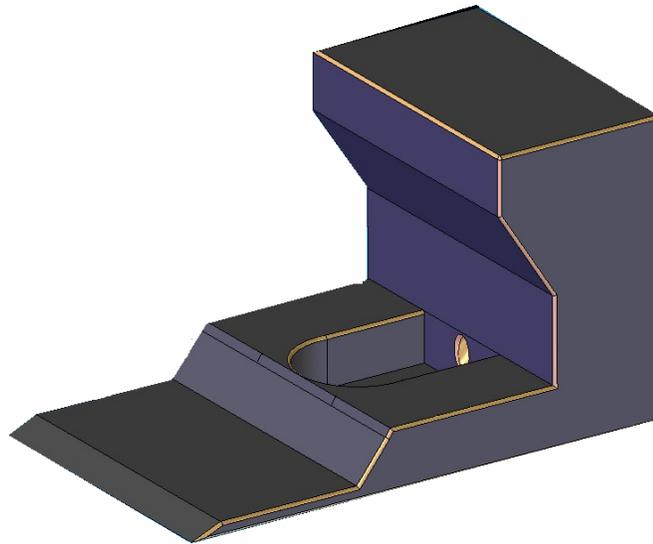


Figura 33. Plano físico final del dispensador.



**Figura 34. Diseño físico final del dispensador.**



## **5.2 RECOLECCIÓN DE DATOS**

El modelo físico construido fue diseñado para razas caninas pequeñas, y medianas, por lo tanto las medidas en cuanto altura y ancho fueron calculadas según las pruebas hechas con un perro de raza Beagle de 9 meses de edad, un peso de 14 Kg, y una altura promedio de 25cm.

**Figura 35. Sujeto de prueba.**



### 5.2.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CANTIDAD DE ALIMENTO

Muchos factores pueden influir en la cantidad de alimento que un perro en particular necesita, estos son:

- **Tamaño del animal:** Los perros de raza pequeña necesitan alrededor de un 30 % más calorías, kg. por kg., que los perros de raza mediana. Los perros de raza grande necesitan alrededor de un 15 % menos calorías por kg. de peso corporal que aquellos de razas medianas.
- **Temperatura exterior:** Los perros que pasan la mayor parte del tiempo afuera de la casa durante el clima frío pueden necesitar alimento adicional. Las investigaciones de nutrición a largo plazo, revelan que los perros necesitan cerca de 30 % más calorías entre Junio y Agosto que entre Diciembre y Febrero. En términos generales los perros necesitan alrededor de 75 % más calorías cada 10 grados de descenso de la temperatura.
- **Metabolismo:** Los perros son los individuos con necesidades alimenticias particulares. Aún cuando todos los demás factores son iguales, dos perros de igual tamaño, edad y actividad pueden necesitar cantidades diferentes de alimento simplemente porque tienen tipos diferentes de metabolismo.

Además de alimentarse con alimentos para perro completo y balanceado de primera calidad, un perro debe ser examinado regularmente por un veterinario incluyendo las vacunas (o refuerzos) para protegerlo de enfermedades caninas. También se lo debe mantener libre de parásitos externos e internos.

## 5.2.2 EXPERIMENTACIÓN

Según los datos recopilados sobre las medidas alimentarias del canino sujeto a pruebas y su evolución nutricional según su tamaño y crecimiento, se llegó a la conclusión de que el animal ingiere una cantidad de alimento de acuerdo a su peso y a su actividad física. En la siguiente descripción se puede observar detenidamente el resultado que arrojó este estudio estadístico.

**Tabla 3. Cuadro comparativo.**

<b>Peso del animal (Kg)</b>	<b>Peso de alimento a suministrar (g)</b>
<b>1 – 8 Aprox.</b>	<b>80 Aprox.</b>
<b>9 -16 Aprox.</b>	<b>140 Aprox.</b>
<b>17 – 25 Aprox.</b>	<b>200 Aprox.</b>

La interpretación de estos datos pertenecen a un tiempo calculado sobre la caída de dosificación después de obtener la lectura del sensor y capturada por el microcontrolador N° 1, el cual hace una comparación sobre el rango de peso, tomando únicamente los dos primeros datos que corresponden al peso en kilogramos y enviando en un tiempo estimado la señal al motor el cual ejecutará el mecanismo de apertura y cierre en un tiempo determinado para dispensar la cantidad de alimento precisa.

## . 6. CONCLUSIONES

- El sistema esta acondicionado especialmente para razas pequeñas y medianas, en cuanto a tamaño y peso, más específicamente de 1 Kg. Hasta 30 Kg., y de tamaño que no supere los 30 cm. de largo. debido a que el tamaño del animal influye tanto en la parte Física del prototipo como en el sensor de peso ya que este maneja un rango máximo de 30 Kg.
- La implementación del sistema es versátil por su fácil adaptación a mecanismos que soporten un tamaño y un peso mayor.
- Como resultado de la programación de los microcontroladores y bajo las condiciones y criterios expuestos en el desarrollo ingenieril los tiempos de ejecución del motor son muy pequeños por consiguiente la cantidad de comida dispensada se hace en cantidades precisas y en tiempos exactos
- El acople de los diferentes sistemas mecánico y electrónico fue exitoso ya que la programación del microcontrolador funciono correctamente, como resultado este hizo trabajar la parte electrónica y este a su vez la parte hizo trabajar la parte mecánica.
- El tamaño final del prototipo se puede modificar según los requerimientos que necesite el animal, ya que la programación y el funcionamiento es el mismo.

## 7. RECOMENDACIONES

- Ampliando la escala de sensado de peso se puede llegar a implementar a nivel industrial, ampliando el rango de peso, el tamaño del prototipo y no para un solo animal sino para varios suministros a la vez.
- El sistema de cierre y apertura se puede cambiar a un mecanismo electrónico como una electro-válvula, dependiendo de las existencias en el mercado Colombiano.
- El sistema esta adaptado para comidas concentradas en grano pequeño, se recomiendan marcas como Dog Shaw, Puppy Shaw, Pedigree, para el buen funcionamiento del mecanismo, pero se puede adaptar físicamente para cualquier tamaño de comida concentrada en grano modificando el sistema de apertura y cierre, entre mas grande el grano mas grande el sistema de apertura y cierre.

## BIBLIOGRAFÍA

### **DesignWorks**

[www.capilano.com/dwpro.html](http://www.capilano.com/dwpro.html)

Capilano Computing Systems Ltd

**Ingeniería de control moderna**, Ogata Katsuhiko, Editorial PEARSON EDUCACION, Edición No 4.

**Normas ICONTEC**, Normas técnicas colombianas 1486 para presentación de trabajos de grado, Quinta Edición, Revisión Enero 2007.

### **Organización de Estados Iberoamericanos.**

[www.oei.org.co/sii/entrega13/art11.htm](http://www.oei.org.co/sii/entrega13/art11.htm)

Omar A. Pinilla V.

### **Transforming the process on innovation**

[www.ugs.com/index.shtml](http://www.ugs.com/index.shtml)

Solid Edge

### **Microelectrónica Yaiko**

[www.yaiko.com](http://www.yaiko.com)

### **Microcontroladores y sistemas automáticos**

[www.unicrom.com](http://www.unicrom.com)

### **Microchip**

[www.Microship.com](http://www.Microship.com)

**Acridiseño S.A**

[www.acridiseño.com](http://www.acridiseño.com)

**Introducción a los Microcontroladores**, Ricardo Gomes, Basic editorial  
Tercera edición.

**Imporsistemas y electrónicos LTDA**

Web: [Pwp.etb.net/Imporsistemas](http://Pwp.etb.net/Imporsistemas)

**Wikipedia, La enciclopedia libre**

<http://es.wikipedia.org>

## GLOSARIO

**MICROCONTROLADOR:** Es un microprocesador optimizado para ser utilizado para controlar equipos electrónicos.

**PIC:** Es un microcontrolador basado en memoria EPROM/FLASH desarrollado por Microchip Technology.

**TEMPORIZADOR:** Generador de impulsos de reloj que sincroniza el funcionamiento de todo el sistema definiendo de esta manera la velocidad de proceso.

**TOLVA:** Es un dispositivo destinado a depósito y canalización de materiales granulares o pulverulentos.

**SENSOR:** Un sensor es un dispositivo que detecta manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc. Podemos decir también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro elemento

**OPTOACOPLADOR:** El Optoacoplador es un dispositivo que se compone de un diodo LED y un fototransistor, de manera de que cuando el diodo LED emite luz, ilumine el fototransistor y conduzca. Estos dos elementos están acoplados de la forma más eficiente posible.

La corriente de salida  $I_C$  (corriente de colector del fototransistor) es proporcional a la corriente de entrada  $I_F$  (corriente en el diodo LED).

La relación entre estas dos corrientes se llama razón de transferencia de corriente (CTR) y depende de la temperatura ambiente.

A mayor temperatura ambiente, la corriente de colector en el fototransistor es mayor para la misma corriente  $I_F$  (la corriente por el diodo LED).

La entrada (circuito del diodo) y la salida (circuito del fototransistor) están 100% aislados y la impedancia de entrada es muy grande ( $10^{13}$  ohms típico)

El optoacoplador es un dispositivo sensible a la frecuencia y el CTR disminuye al aumentar ésta.

Este elemento puede sustituir a elementos electromecánicos como relés, conmutadores. De esta manera se eliminan los golpes, se mejora la velocidad de conmutación y casi no hay necesidad de mantenimiento.

**FINAL DE CARRERA:** Sensor de contacto con dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA o NO en inglés), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado.

Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento. Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas

que realicen una *carrera* o recorrido fijo, como por ejemplo ascensores, montacargas, robots, etc.

Los finales de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio.

**RELE:** Es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

#### **NORMAS DE CALIDAD "ERGOMIX**

**ANEXO 2**  
NORMA ISO 1400

**ANEXO 3**  
CAPTURA DE LOS DATOS DE PESO

list p=16F877

#include <p16F877.inc>

#include <RegBalanza.inc>

\_INI ORG 00 ; Inicia en la linea cero  
GOTO INI\_

ORG 04  
GOTO INTR  
ORG 05

#INCLUDE <USARTPC.INC>  
#INCLUDE <InterrupcionRx.inc>  
#INCLUDE <Tiempos.inc>

INI\_ BsF STATUS,RP0 ; Banco 1  
BcF STATUS,RP1

MOVLW B'00000110' ; Todo Digital  
MOVWF ADCON1  
BcF STATUS,RP0 ; Banco 0  
BcF STATUS,RP1  
MOVLW B'00000000'

MOVWF ADCON0



```
BsF STATUS,RP0 ; Banco 1
BcF STATUS,RP1
CLRf PIE1
CLRf PIE2
BSF PIE1,RCIE ; Interrupcion por Recepción
BcF STATUS,RP0 ; Banco 0
BcF STATUS,RP1
```

```
::
MOVLW 'A'
CALL TX
::
```

```
LEER CLRWDT
  BTFSS D1
  CALL CDD1
  BTFSS D2
  CALL CDD2
  BTFSS D3
  CALL CDD3
  BTFSS D4
  CALL CDD4
  BTFSS D5
  CALL CDD5
  GOTO LEER
```

```
:: Guarda los datos del display seleccionado
```

```
CDD1 BSF NPN
    CALL _MIL
    CALL _MIL
    MOVF PDISPLAY,W
    MOVWF DD1
    BCF NPN
    RETURN
```

```
CDD2 BSF NPN
    CALL _MIL
    CALL _MIL
    MOVF PDISPLAY,W
    MOVWF DD2
    BCF NPN
    RETURN
```

```
CDD3 BSF NPN
    CALL _MIL
    CALL _MIL
    MOVF PDISPLAY,W
    MOVWF DD3
    BCF NPN
    RETURN
```

```
CDD4 BSF NPN
    CALL _MIL
    CALL _MIL
    MOVF PDISPLAY,W
    MOVWF DD4
    BCF NPN
    RETURN
```

```
CDD5 BSF NPN
```



RETLW H'33'

MOVF TMPDD,W  
XORLW B'01100110'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'34'

MOVF TMPDD,W  
XORLW B'01001101'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'35'

MOVF TMPDD,W  
XORLW B'01111101'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'36'

MOVF TMPDD,W  
XORLW B'00000111'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'37'

MOVF TMPDD,W  
XORLW B'01111111'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'38'

MOVF TMPDD,W

```
XORLW B'01101111'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'39'  
RETLW H'3A'
```

```
END
```

**ANEXO 4**  
DESARROLLO DEL CONTROL Y VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA  
ELECTRÓNICO

```
list p=16F877
#include <p16F877.inc>
#include <RegBalanza.inc>
_INI  ORG 00      ; Inicia en la linea cero
      GOTO INI_

      ORG 04
      GOTO INTR
      ORG 05

      #INCLUDE <USARTPC.INC>
      #INCLUDE <InterrupcionRx.inc>
      #INCLUDE <Tiempos.inc>

INI_  BsF STATUS,RP0 ; Banco 1
      BcF STATUS,RP1

      MOVLW B'00000110' ; Todo Digital
      MOVWF ADCON1
      BcF STATUS,RP0 ; Banco 0
      BcF STATUS,RP1
      MOVLW B'00000000'
      MOVWF ADCON0

;   BSF PCON,OSCF      ; Oscilador Interno 4Mhz
```

```

; BcF STATUS,RP0 ; Banco 0
; CLRf PORTA
; CLRf PORTB
; MOVLW 0x07 ; Comparador Desactivado y pines I/O
; MOVWF CMCON

;-*-*-*-*-*-*-*PROGRAMACION DE PUERTOS-*-*-*-*-*-*-*
BsF STATUS,RP0 ; Banco 1
BcF STATUS,RP1
; BSF PCON,OSCF ; Oscilador Interno 4Mhz

MOVLW B'00000000'
MOVWF TRISA
MOVLW B'11111111'
MOVWF TRISB
MOVLW B'10000000'
MOVWF TRISC
MOVLW B'11111111'
MOVWF TRISD

BcF STATUS,RP0 ; Banco 0
BcF STATUS,RP1
;-----FIN DE PARAMETROS INICIALES-----
CALL USART0
;::::::::::;Configuración de Interrupcion
CLRf INTCON
BSF INTCON,GIE
BSF INTCON,PEIE

```

```
BsF STATUS,RP0 ; Banco 1
BcF STATUS,RP1
CLRf PIE1
CLRf PIE2
BSF PIE1,RCIE ; Interrupcion por Recepción
BcF STATUS,RP0 ; Banco 0
BcF STATUS,RP1
```

```
::
MOVLW 'A'
CALL TX
::
```

```
LEER CLRWDT
BCF NPN
NOP
NOP
BCF NPN
NOP
NOP
NOP
GOTO LEER
```

```
.....
; ; TABLA DE CONVERSIÓN A ASCCI
; ;
.....
```

```
TCONV MOVWF TMPDD
```

```
XORLW B'00111111'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'30'
```

```
MOVF TMPDD,W  
XORLW B'00000110'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'31'
```

```
MOVF TMPDD,W  
XORLW B'01011011'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'32'
```

```
MOVF TMPDD,W  
XORLW B'01001111'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'33'
```

```
MOVF TMPDD,W  
XORLW B'01100110'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'34'
```

```
MOVF TMPDD,W  
XORLW B'01101101'  
BTFSC STATUS,Z  
RETLW H'35'
```

```
MOVF TMPDD,W
XORLW B'01111101'
BTFSC STATUS,Z
RETLW H'36'
```

```
MOVF TMPDD,W
XORLW B'00000111'
BTFSC STATUS,Z
RETLW H'37'
```

```
MOVF TMPDD,W
XORLW B'01111111'
BTFSC STATUS,Z
RETLW H'38'
```

```
MOVF TMPDD,W
XORLW B'01101111'
BTFSC STATUS,Z
RETLW H'39'
RETLW H'3A'
```

```
END
```

## ANEXO 5

### Descripción General del PIC16F877

#### La Familia del PIC16F877

El microcontrolador PIC16F877 de Microchip pertenece a una gran familia de microcontroladores de 8 bits (bus de datos) que tienen las siguientes características generales que los distinguen de otras familias:

- Arquitectura Harvard
- Tecnología RISC
- Tecnología CMOS

Estas características se conjugan para lograr un dispositivo altamente eficiente en el uso de la memoria de datos y programa y por lo tanto en la velocidad de ejecución.

Microchip ha dividido sus microcontroladores en tres grandes subfamilias de acuerdo al número de bits de su bus de instrucciones:

Subfamilia	instrucciones	nomenclatura
Base - Line	33 instrucciones de 12 bits	PIC12XXX y PIC14XXX
Mid - Range	35 instrucciones de 14 bits	PIC16XXX
High - End	58 instrucciones de 16 bits	PIC17XXX y PIC18XXX

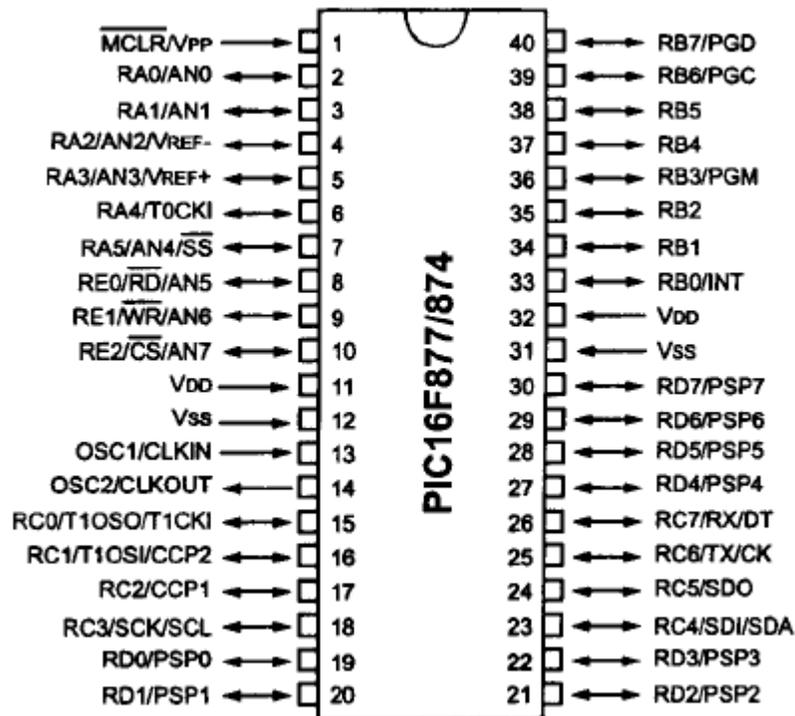
Existen algunas excepciones, como el PIC16C5X que maneja 33 instrucciones de 12 bits (posee empaquetados de 18 y 28 pines y se energiza con 2.5 voltios). Algunos autores manejan una “*gama enana*” consistente en los PIC12C508 y PIC12C509 en empaque de 8 patitas y con un bus de instrucciones de 12 o de 14 bits.

## Variantes principales

Los microcontroladores que produce Microchip cubren un amplio rango de dispositivos cuyas características pueden variar como sigue:

- Empaquetado (desde 8 patitas hasta 68 patitas).
- Tecnología de la memoria incluida (EPROM, ROM, Flash).
- Voltajes de operación (desde 2.5 v. Hasta 6v).
- Frecuencia de operación (Hasta 20 MHz).

### PDIP



## Nomenclatura

Además de lo mostrado en la tabla anterior, en el nombre específico del microcontrolador pueden aparecer algunas siglas que dependen del rango de voltaje manejado y del tipo de memoria ROM incluida, como se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de memoria	Rango de voltaje	
	Estándar (4.5 a 6 volts)	Extendido (2.5 a 6 volts)
<b>EPROM, OTP</b>	PIC16 <b>C</b> XXX	PIC16 <b>LC</b> XXX
<b>ROM</b>	PIC16 <b>CR</b> XXX	PIC16 <b>LCR</b> XXX
<b>Flash</b>	PIC16 <b>F</b> XXX	PIC16 <b>LF</b> XXX

## Oscilador

Los PIC de rango medio permiten hasta 8 diferentes modos para el oscilador. El usuario puede seleccionar alguno de estos 8 modos programando 2 bits de configuración del dispositivo denominados: FOSC1 y FOSC0, ubicados en un registro especial de configuración en la localidad 2007H de la memoria de programa:

### Configuration word (2007H):

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CP1	CP0	DEBUG	-	WRT	CPD	LVP	BODEN	CP1	CP0	PWRTE	WDTE	<b>FOSC1</b>	<b>FOSC0</b>

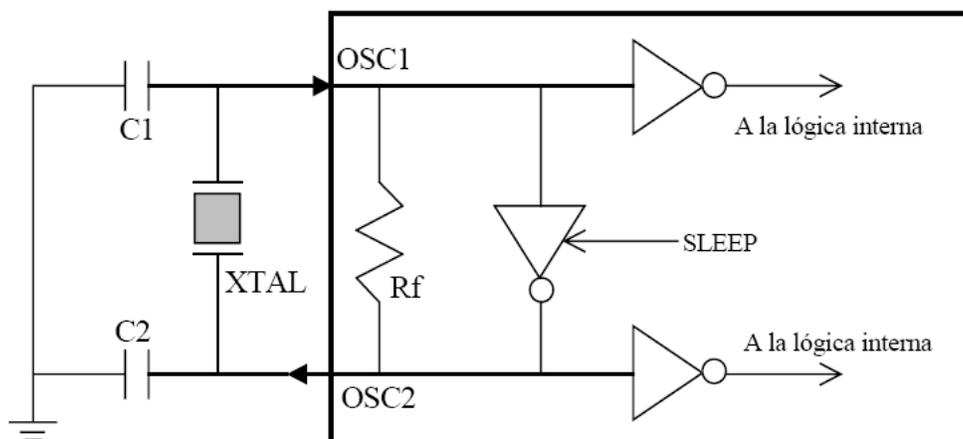
En algunos de estos modos el usuario puede indicar que se genere o no una salida del oscilador (CLKOUT) a través de una patita de Entrada/Salida. Los modos de operación se muestran en la siguiente lista:

FOSC1	FOSC0	Modo de operación del oscilador	
0	0	LP	Baja frecuencia (y bajo consumo de potencia)
0	1	XT	Cristal / Resonador cerámico externos, (Media frecuencia)
1	0	HS	Alta velocidad (y alta potencia) Cristal/resonador
1	1	RC	Resistencia / capacitor externos

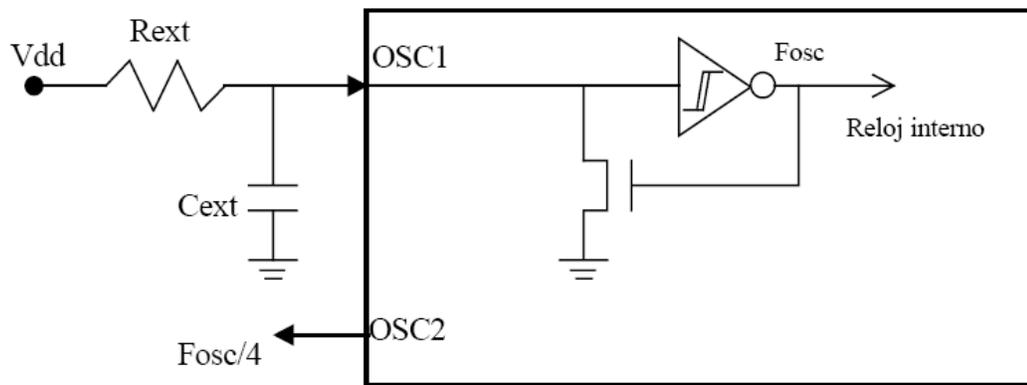
Obs: Algunos PIC's poseen un modo de oscilación que les permite usar una resistencia y un capacitor interno calibrados para 4 MHz. Los tres modos LP, XT y HS usan un cristal o resonador externo, la diferencia sin embargo es la ganancia de los drivers internos, lo cual se ve reflejado en el rango de frecuencia admitido y la potencia consumida. En la siguiente tabla se muestran los rangos de frecuencia así como los capacitores recomendados para un oscilador en base a cristal.

Modo	Frecuencia típica	Capacitores recomendados	
		C1	C2
LP	32 khz	68 a 100 pf	68 a 100 pf
	200 khz	15 a 30 pf	15 a 30 pf
XT	100 khz	68 a 150 pf	150 a 200 pf
	2 Mhz	15 a 30 pf	15 a 30 pf
	4 Mhz	15 a 30 pf	15 a 30 pf
HS	8 Mhz	15 a 30 pf	15 a 30 pf
	10 Mhz	15 a 30 pf	15 a 30 pf
	20 Mhz	15 a 30 pf	15 a 30 pf

**Cristal externo:** En los tres modos mostrados en la tabla anterior se puede usar un cristal o resonador cerámico externo. En la siguiente figura se muestra la conexión de un cristal a las patitas OSC1 y OS2 del PIC.



**Circuito RC externo:** En los modos RC y EXTRC el PIC puede generar su señal oscilatoria basado en un arreglo RC externo conectado a la patita OSC1 como se muestra en la siguiente figura:



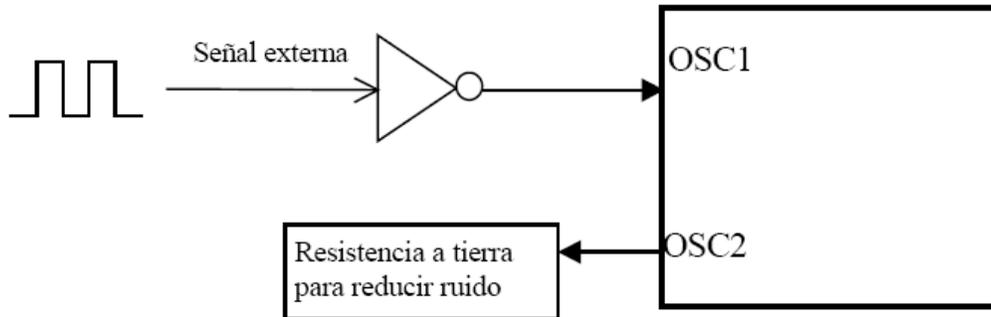
Este modo sólo se recomienda cuando la aplicación no requiera una gran precisión en la medición de tiempos.

**Rangos.-** La frecuencia de oscilación depende no sólo de los valores de Rext y Cext, sino también del voltaje de la fuente Vdd. Los rangos admisibles para resistencia y capacitor son:

**Rext:** de 3 a 100 Kohms

**Cext:** mayor de 20 pf

**Oscilador externo.-** También es posible conectar una señal de reloj generada mediante un oscilador externo a la patita OSC1 del PIC. Para ello el PIC deberá estar en uno de los tres modos que admiten cristal (LP, XT o HS). La conexión se muestra en la siguiente figura:



## ANEXO 6

### CÓDIGO CONTROL DE TIEMPOS, VISUALIZACIÓN

Visualización en la LCD y código

-----

Intervalos

3 6 9

-----

Espera a que escoja alguno - tecla diferente no hace nada

-----

Esperando Peso

-----

Cuando el peso sea diferente de 00 ó ::

Guarda el peso

Si no recibe respuesta 1s

-----

Esperando Peso

Conecte balanza.

-----

Peso 10Kg

-----

02:59:59

-----

Contador descendente desde el tiempo seleccionado

Cuando llegue a cero dispensa la comida

-----

Esperando Peso

Se Vuelve a reiniciar el contador con el tiempo que el usuario había seleccionado pero esta vez no corre sino hasta que llegue el peso, cuando llegue empieza de nuevo a correr el tiempo

```
list p=16F877
```

```
ERRORLEVEL-302 ; Para que no salga el Message => Register in operand  
not in bank 0. Ensure that bank bits are correct.
```

```
#include <p16F877.inc>
```

```
#include <RegControlador.inc>
```

```
_INI ORG 00 ; Inicia en la linea cero
```

```
GOTO INI_
```

```
ORG 04
```

```
GOTO INTR
```

```
ORG 05
```

```

#include <Teclado5x5.inc>
#include <lcd4bit.inc>
#include <tiempos.inc>
#include <contdec.inc>
#include <Contador_Tiempo.inc>
#include <InterrupcionTMR0.inc>
#include <Aviso.inc>
#include <USARTPC.INC>

```

```

INI_   BsF STATUS,RP0 ; Banco 1
        BcF STATUS,RP1
        MOVLW B'00000110' ; Todo Digital
        MOVWF ADCON1
        BcF STATUS,RP0 ; Banco 0
        BcF STATUS,RP1
        MOVLW B'00000000'
        MOVWF ADCON0
        ;-*-*-*-*-*-*-*-*-*PROGRAMACION DE PUERTOS-*-*-*-*-*-*-*-*
        BsF STATUS,RP0 ; Banco 1
        BcF STATUS,RP1
        MOVLW B'00000000'
        MOVWF TRISA
        MOVLW B'00000000'
        MOVWF TRISB
        MOVLW B'10000000'
        MOVWF TRISC
        MOVLW B'11111000'
        MOVWF TRISD

```

```
MOVLW B'00000000'  
MOVWF TRISE
```

```
MOVLW B'00000111' ; 1:256 TMR0  
MOVWF OPTION_REG
```

```
BcF STATUS,RP0 ; Banco 0  
BcF STATUS,RP1
```

```
;-----FIN DE PARAMETROS INICIALES-----
```

```
CALL USART0
```

```
;;;;;;;;;Configuración de Interrupcion
```

```
CLRF INTCON
```

```
BSF INTCON,GIE
```

```
BSF INTCON,T0IE ; Interrupción por desbordamiento de TMR0
```

```
BSF INTCON,PEIE ;; Parte de interrupcion por recepción
```

```
BsF STATUS,RP0 ; Banco 1
```

```
BcF STATUS,RP1
```

```
CLRF PIE1
```

```
CLRF PIE2
```

```
BSF PIE1,RCIE ; Interrupcion por Recepción
```

```
BcF STATUS,RP0 ; Banco 0
```

```
BcF STATUS,RP1
```

```
.....  
; Inicializacion de variables
```

```
CALL INILCDO
CALL CUROFF
```

```
CLRF CSEGREAD
MOVLW .60 ; Entra a interrupción cada 50ms
MOVWF VTMR0
```

```
CLRF CSEGREAD
MAIN: CALL AVLCDI ; Espera a que escoja el Intervalo
NOP
NOP
CALL TECLA
MOVWF KEY
BTFSS FTP
GOTO $-3
```

```
MOVF KEY,W
XORLW .3
BTFSC STATUS,Z
GOTO MAIN2
MOVF KEY,W
XORLW .6
BTFSC STATUS,Z
GOTO MAIN2
MOVF KEY,W
XORLW .9
BTFSC STATUS,Z
```

```
GOTO MAIN2
GOTO MAIN
```

```
MAIN2    CLR F CSEGREAD
        NOP
        CALL AVLCDP
```

```
MAIN2t   NOP
        BCF FIRX
        MOVLW 'W'           ; Pide el Peso a la balanza y espera
        CALL TX
```

```
        CALL _SEG
        CALL _MIL
```

```
        NOP
        BTFSS FIRX
        GOTO $-2;.....;GOTO ERRORDRX;.....;
        BCF FIRX
```

```
        MOVF DIRX,W
        XORLW 'W'
        BTFSS STATUS,Z
        GOTO ERRORDRX
```

```
        CLRWDT
        BTFSS FIRX
```

GOTO \$-2

BCF FIRX

MOVF DIRX,W

MOVWF PD ; Peso Decenas

CLRWDT

BTFSS FIRX

GOTO \$-2

BCF FIRX

MOVF DIRX,W

MOVWF PU ; Peso Unidades

;;; (Criterio peso=0 ó : volver a preguntar - Relación Peso Alimento - Motor de Suministro de Alimento)

CALL CLRCONT

MOVF KEY,W

XORLW .3

BTFSC STATUS,Z

GOTO TIME3

MOVF KEY,W

XORLW .6

BTFSC STATUS,Z

GOTO TIME6

MOVF KEY,W

XORLW .9

```

BTFSC STATUS,Z
GOTO TIME9
GOTO MAIN

```

```

MAIN3:    CALL AVLCDT
          CALL CLOCK

```

```

GOTO MAIN3

```

```

.....

```

```

ERRORDRX:

```

```

          CALL AVLDCB      ; Aviso Conecte Balansa
          GOTO MAIN2t

```

```

CLOCK:    CLRf CSEGREAD

```

```

          MOVf CSEGREAD,W; Espera a que pase 1s (50ms * 20 = 1s)

```

```

          XORLW .20

```

```

          BTFSS STATUS,Z

```

```

          GOTO $-3

```

```

          CALL DECCONTt    ; Decrementa el contador de tiempo

```

```

          CLRf CSEGREAD

```

```

GOTO MAIN3

```

CLKT1s:

CLRF CSEGREAD

CLRWDT

MOVF CSEGREAD,W; Espera a que pase 1s (50ms \* 20 = 1s)

XORLW .20

BTFSS STATUS,Z

GOTO \$-4

RETURN

TIME3MOVLW .2

MOVWF CH

MOVLW .59

MOVWF CM

MOVLW .59

MOVWF CS

GOTO MAIN3

TIME6MOVLW .5

MOVWF CH

MOVLW .59

MOVWF CM

MOVLW .59

MOVWF CS

GOTO MAIN3

TIME9MOVLW .8

MOVWF CH

MOVLW .59

MOVWF CM

MOVLW .59

MOVWF CS

GOTO MAIN3

END

```
:: Prueba del Teclado
:: CALL _T8M
:: CALL TECLA
:: MOVWF KEY
:: BTFSS FTP
:: GOTO MAIN
::
:: CALL CLRLCD
:: CALL F1
:: CALL LCDDATA
:: CLRF TEMP
:: DECF TEMP,F
:: CALL CONT9X
::
:: CALL CONT
:: INCF TEMP,F
:: MOVF TEMP,W
:: XORWF CTP,W
:: BTFSS STATUS,Z
:: GOTO $-5
::
```

```

;; MOVF CC,W
;; IORLW H'30'
;; MOVWF P4B
;; CALL EN
;;
;; MOVF CD,W
;; IORLW H'30'
;; MOVWF P4B
;; CALL EN
;;
;; MOVF CU,W
;; IORLW H'30'
;; MOVWF P4B
;; CALL EN

;;Prueba de Avisos y contador de tiempo
;; CALL DECCONTt
;; CALL AVLCDI
;; CALL _T8M
;; CALL AVLCDP
;; CALL _T8M
;; CALL AVLCDT
;; CALL _SEG

END

```

**ANEXO 6**  
**CÓDIGO CONTROL DE MOTOR**

```
; -- MOTOR con final carrera normalmente ABIERTO--  
;#DEFINE  PWMTR  PORTA,0  
;#DEFINE  SENTIDO  PORTA,1      ;;0=Left 1=Right  
;#DEFINE  FCL  PORTA,2  
;#DEFINE  FCR  PORTA,3  
; - - - - -
```

```
      ; ** GIRO A LA Derecha  
TEST: CALL GMR  
      GOTO $-1
```

```
GMR      BTFSS FCR  
      GOTO GMROFF  
      BTFSS FCL  
      GOTO GMRON
```

```
GMRON    BSF PWMTR  
      BSF SENTIDO ; NORMALMENTE EN 0=Left  
      GOTO GMR
```

```
GMROFF   BCF PWMTR  
      BCF SENTIDO  
      RETURN
```

```
    ; ** GIRO A LA Izquierda
GML      BTFSS FCL
        GOTO GMLOFF
        BTFSS FCR
        GOTO GMLON

GMLON    BSF PWMTR
        BCF SENTIDO ; NORMALMENTE EN 0=Left
        GOTO GML

GMLOFF   BCF PWMTR
        BCF SENTIDO
        RETURN
```



