



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**CARRERA: INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES**

**TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROBOT RECOLECTOR DE BASURA AUTOMÁTICO PARA EL USO INTERNO DE OFICINAS DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE DESARROLLO ORGANIZACIONAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN DEL ECUADOR (DIGERCIC - DGDO)**

**AUTOR: ANDRÉS FERNANDO QUINTERO JURADO**

**TUTOR: ING. MAURICIO ALMINATE VÁSQUEZ**

**AÑO: 2015**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL****APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Graduación certifico:

Que el Trabajo de Graduación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROBOT RECOLECTOR DE BASURA AUTOMÁTICO PARA EL USO INTERNO DE OFICINAS DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE DESARROLLO ORGANIZACIONAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN DEL ECUADOR (DIGERCIC - DGDO)”**., presentado por Andrés Fernando Quintero Jurado, estudiante de la carrera de electrónica, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M., Mayo 2015

**TUTOR**

---

Ing. Mauricio Alminate Vásquez

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL****AUTORÍA DE TESIS**

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Graduación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D.M., Mayo 2015

---

Andrés Fernando Quintero Jurado

CC: 180336536-8

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban la tesis de graduación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Israel para títulos de pregrado.

Quito D.M., Mayo 2015

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

\_\_\_\_\_  
PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
MIEMBRO 1

\_\_\_\_\_  
MIEMBRO 2

## AGRADECIMIENTO

Primero y antes que nada, quiero agradecer a Dios, por darme la oportunidad de estudiar, de poder prepararme no sólo en mi vida profesional, sino también en mi vida personal.

Agradecer a mi familia, a mi madre a mis hermanos por siempre tener una mano, un oído, un corazón cuando lo he necesitado incluso cuando no lo he necesitado.

Un agradecimiento especial a un amigo por enseñarme que es lo verdaderamente importante en esta vida, fijarme un objetivo y poder tomar decisiones.

Así también un gran agradecimiento a mi tutor el Ingeniero Mauricio Alminate Vásquez, no solo como el profesor asignado para cumplir la tarea de guiarme en este proyecto, sino como un amigo, un compañero de vida que con sus enseñanzas ha contribuido con la creación del presente documento.

## DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a Dios, por haberme brindado la oportunidad de culminar mis estudios, por haberme dado la fuerza para continuar cuando parecía que todo terminaría y cumplir este objetivo de vida.

De igual manera, a mi familia, a mi madre y a mis hermanos por apoyarme y preocuparse en todo este periodo universitario desde el principio hasta el final.

A un amigo en especial, Leandro Salcedo Aguilar por siempre brindarme una ayuda cuando algo no lo entendía, y enseñarme por más que ni le entendiera.

## RESUMEN

Este proyecto de grado es desarrollado con nueva tecnología, y elementos electrónicos a favor de la necesidad presente del Departamento de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación, dando cumplimiento al Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, en la provincia de Pichincha en el cantón Quito en la parroquia Chaupicruz.

Conforme a lo antes mencionado, en el desarrollo de este proyecto en el capítulo I muestra la información principal sobre el plan que se ha realizado para el diseño e implementación del proyecto; de igual manera se ha incluido los objetivos trazados y la metodología utilizada del proyecto.

En el capítulo II muestra la información del marco referencial, separada en el marco teórico y el marco conceptual, los cuales tratan sobre los conceptos básicos y específicos que sustentan la información del desarrollo del proyecto.

En el capítulo III muestra las distintas etapas por las que pasó el prototipo para ser implementado, éstas se dividen en tres etapas diseño, montaje e implementación, las cuales tratan sobre la elaboración del prototipo tanto en su software como en su hardware.

En el capítulo III también se encuentra la etapa de montaje, la cual muestra cómo se realizó la implementación del prototipo, desde el montaje en el protoboard, hasta su culminación en la placa electrónica del circuito electrónico, y efectuar las primeras pruebas de operación del proyecto.

En la siguiente etapa se consolida la implementación de la placa electrónica y el armazón del prototipo, en el Departamento de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación.

En el capítulo IV se muestran las pruebas realizadas al proyecto, para ser evaluado y realizar las correcciones necesarias para su correcto funcionamiento, también se detalla el análisis de las pruebas antes señaladas y el costo de los materiales utilizados en el proyecto.

En el capítulo V se muestra las conclusiones y recomendaciones experimentadas en la elaboración del prototipo.

Se anexa documentación en la cual se presenta las fichas técnicas de los elementos electrónicos utilizados.

## ABSTRACT

This graduation project is developed with new technology and electronics for the present need of the Department of Management Organizational Development Directorate General of Civil Registry and Identification, in fulfillment of the National Plan for Good Living 2013-2017, in the province of Pichincha in Quito at canton Chaupicruz parish.

According to the above, in the development of this project in Chapter I shows the main information about the plan that was made for the design and implementation of the project; likewise has included the objectives and methodology of the project.

Chapter II shows the information of the framework, separated into the theoretical framework and conceptual framework, which deal with the basic concepts and specific information that support project development.

Chapter III shows the various stages through which it passed the prototype to be implemented, they are divided into three stages design, installation and implementation, which deal with the development of the prototype both in software and hardware.

Chapter III also is the assembly step, which shows how the implementation of the prototype was performed from the mount breadboard to completion on the electronic board of the electronic circuit and making the first test operation of the project.

In the next step the implementation of the electronic board and the frame of the prototype, the Department of Management in Organizational Development from the Directorate General of Civil Registry and Identification consolidates.

In Chapter IV the tests conducted in the project, for evaluation and make necessary adjustments for proper operation is the analysis of the aforementioned tests and the cost of materials used in the project is detailed.

In Chapter V the conclusions and recommendations experienced in developing the prototype shown.

Documentation which the technical specifications of the electronics used is presented is attached.

## ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	I
AUTORÍA DE TESIS.....	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
DEDICATORIA .....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT .....	VII
ÍNDICE .....	X
1. CAPÍTULO I.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problema Investigado.....	1
1.3. Problema Principal.....	2
1.4. Problemas Secundarios. ....	2
1.5. Justificación.....	2
1.6. Objetivos.....	3
1.6.1. Objetivo General.....	3
1.6.2. Objetivos Específicos. ....	3
1.7. Metodología Científica.....	3
2. CAPÍTULO II.....	5
2.1. Marco Teórico.....	5
2.1.1. Sensores Ultrasónicos .....	5
2.1.2. Motores .....	6
2.1.2.1. Motores DC.....	6
2.1.2.2. Servomotores.....	7

2.1.3.	Pantalla de cristal liquido.....	7
2.1.4.	Condensadores de desacoplo .....	8
2.1.5.	Batería de corriente directa .....	8
2.1.6.	Optoacoplador .....	9
2.2.	Marco Conceptual.....	10
2.2.1.	Módulo de control del prototipo.....	10
2.2.1.1.	Microcontrolador PIC 16F877A .....	10
2.2.1.2.	Microcontrolador PIC 16F870 .....	11
2.2.1.3.	Puente H L293d.....	12
2.2.1.4.	Relé 5V.....	13
2.2.1.5.	Optoacoplador 4N25 .....	14
2.2.1.6.	Servomotor .....	15
2.2.1.7.	Sensor de proximidad .....	17
3.	CAPÍTULO III .....	19
3.1.	Diseño del prototipo de robot con las características dadas.....	19
3.1.1.	Diseño Electrónico.....	26
3.1.1.1.	Esquema electrónico del prototipo de robot recolector automático .....	26
3.1.1.2.	Esquema de la etapa de sensores .....	28
3.1.1.3.	Esquema de la etapa de control de motores .....	29
3.1.1.4.	Esquema de la etapa de visualización .....	30
3.1.1.5.	Esquema de fuente de alimentación y protecciones.....	31
3.1.2.	Diseño del software.....	32
3.1.2.1.	Flujograma software.....	32
3.1.3.	Diseño mecánico.....	33
3.1.3.1.	Diseño mecánico del prototipo de robot recolector (P-F).....	33

3.2. Montaje .....	34
3.2.1. Montaje de Hardware .....	34
3.2.2. Montaje de Hardware por etapas .....	34
3.2.3. Montaje de Software .....	37
3.2.4. Montaje Mecánico .....	52
3.3. Implementación del prototipo de robot de tal manera que cumpla con todos los requerimientos propuestos en el diseño.....	56
3.3.1. Implementación del Hardware del prototipo .....	56
3.3.2. Implementación del sistema .....	59
4. CAPÍTULO IV .....	69
4.1. Pruebas de Funcionamiento .....	69
4.1.1. Pruebas de Validación del Sistema .....	69
4.1.2. Pruebas de Operatividad del Prototipo .....	69
4.2. Análisis de Resultados .....	71
4.2.1. Análisis de Resultados de Validación .....	71
4.2.2. Análisis de Resultados de Operatividad .....	71
4.3. Costos del Proyecto.....	73
4.3.1. Tabla de costos de los elementos electrónicos utilizados en el prototipo .....	73
4.3.2. Tabla de costos de Material Mecánico del Prototipo .....	74
4.3.3. Tabla de costos varios del prototipo.....	74
4.3.4. Tabla de costos totales del prototipo .....	75
5. CAPÍTULO V .....	76
5.1. Conclusiones .....	76
5.2. Recomendaciones.....	77
6. BIBLIOGRAFÍA.....	78
7. ANEXOS .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 2.1 Diagrama de frecuencia de operación del circuito HC-SR04.....	5
FIG. 2.2 Sensor de ultrasonido HC-SR04. ....	6
FIG. 2.3 Un rotor de un motor de 12V, con imanes de dos polos, cinco devanados, cinco delgas y dos escobillas. ....	6
FIG. 2.4 Diagrama de periodos de ubicación del servomotor.....	7
FIG. 2.5 Diagrama de un Display - LCD, interno .....	7
FIG. 2.6 Diagrama de un circuito de desacoplo.....	8
FIG. 2.7 Pilas, Baterías de varios voltajes.....	9
FIG. 2.8 Diagrama de optoacoplador .....	9
FIG. 2.9 Diagrama de PIC 16F877A .....	10
FIG. 2.10 Diagrama de PIC 16F870 .....	11
FIG. 2.11 Diagrama de puente H L293d .....	12
FIG. 2.12 Diagrama operacional de puente H L293d.....	12
FIG. 2.13 Diagrama de relé .....	13
FIG. 2.14 Diagrama operacional de relé.....	13
FIG. 2.15 Diagrama de optoacoplador 4N25.....	14
FIG. 2.16 Diagrama de optoacoplador 4N25.....	14
FIG. 2.17 Diagrama de servomotor.....	15
FIG. 2.18 Diagrama de servomotor.....	15
FIG. 2.19 Diagrama de señal de control para el servomotor .....	16
FIG. 2.20 Diagrama del sensor de proximidad HCSR04 .....	17
FIG. 2.21 Diagrama de la señal de operación del sensor de proximidad HCSR04.....	17
FIG. 3.1: Diagrama de bloques del prototipo de robot recolector.....	21

FIG. 3.2 Diagrama de bloques de la etapa de sensores.....	22
FIG. 3.3 Diagrama de bloques de la etapa de procesos .....	24
FIG. 3.4 Diagrama de bloques de la etapa de control de motores .....	25
FIG. 3.5 Esquema electrónico del prototipo de robot recolector .....	27
FIG. 3.5.1 Esquema electrónico del prototipo de robot recolector (LASER-OBJETOS) .....	28
FIG. 3.6 Esquema electrónico de la etapa de sensores.....	29
FIG. 3.7 Esquema electrónico de la etapa de motores .....	30
FIG. 3.8 Esquema electrónico de la etapa de visualización Fuente: (Quintero, 2013).31	
FIG. 3.9 Esquema electrónico de la etapa de alimentación.....	31
FIG. 3.10 Flujograma del sistema del prototipo.....	32
FIG. 3.11 Diseño del prototipo .....	33
FIG. 3.12 Reconocimiento de sensores de proximidad.....	35
FIG. 3.13 Operatividad motores DC.....	36
FIG. 3.14 Operatividad Servomotor .....	36
FIG. 3.15 Laterales del prototipo (Balsa).....	53
FIG. 3.16 Base del prototipo y protoboard (Balsa) .....	53
FIG. 3.17 Carcasa del prototipo (Balsa).....	54
FIG. 3.18 Chasis del prototipo (Balsa) .....	54
FIG. 3.19 Chasis del prototipo frontal (Balsa) .....	55
FIG. 3.20 Prototipo con escobillas (Balsa).....	55
FIG. 3.21 Prototipo con escobillas, sensores y circuito electrónico (Balsa).....	56
FIG. 3.22 Diseño PCB del prototipo de robot recolector .....	57
FIG. 3.23 Diseño del circuito electrónico del prototipo de robot recolector en 3D.....	58
FIG. 3.24 Circuito electrónico del prototipo de robot recolector.....	58
FIG. 3.25 Circuito electrónico del prototipo de robot recolector.....	59

FIG. 3.26 Laterales del prototipo.....	59
FIG. 3.27 Base de motores del prototipo .....	60
FIG. 3.28 Techo del prototipo .....	60
FIG. 3.29 Carcasa del prototipo.....	61
FIG. 3.30 Bases del prototipo .....	61
FIG. 3.31 Motores del prototipo .....	62
FIG. 3.32 Bases y laterales del prototipo .....	62
FIG. 3.33 Chasis del prototipo .....	63
FIG. 3.34 Pala del prototipo .....	63
FIG. 3.35 Chasis del prototipo .....	64
FIG. 3.36 Caja de los sensores de proximidad .....	64
FIG. 3.37 Caja de los sensores de proximidad .....	65
FIG. 3.38 Conexión de los sensores de proximidad al circuito electrónico .....	65
FIG. 3.39 Prueba del prototipo de robot recolector .....	66
FIG. 3.40 Techo del prototipo de robot recolector .....	66
FIG. 3.41 Montaje del circuito electrónico al prototipo de robot recolector .....	67
FIG. 3.42 Prototipo de robot recolector .....	68
FIG. 3.43 Prototipo de robot recolector .....	68
FIG. 4.1 Curva de carga/descarga de la batería del prototipo de robot recolector.....	72

**ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA 2.1	Tabla general de especificaciones de microcontrolador .....	10
TABLA 2.2	Tabla general de especificaciones de microcontrolador .....	11
TABLA 2.3	Tabla general de especificaciones de puente H .....	13
TABLA 2.4	Tabla general de especificaciones de relé.....	14
TABLA 2.5	Tabla general de especificaciones optoacoplador.....	15
TABLA 2.6	Tabla general de especificaciones sensor de ultrasonido .....	16
TABLA 2.7	Tabla general de especificaciones sensor de ultrasonido .....	18
TABLA 3.1	Tabla de funciones (Sensores).....	35
TABLA 3.2	Tabla de funciones (Movimiento) .....	35
TABLA 4.1	Checklist de validación del sistema.....	69
TABLA 4.2	Tabla de validación de operatividad de trayectoria.....	70
TABLA 4.3	Tabla de validación de operatividad de recolección.....	70
TABLA 4.4	Tabla de validación de operatividad de batería.....	70
TABLA 4.6	Costos de elementos electrónicos del prototipo.....	73
TABLA 4.7	Costos de material mecánico .....	74
TABLA 4.8	Costos varios .....	74
TABLA 4.9	Costos Totales .....	75

# CAPÍTULO I

## PROBLEMATIZACIÓN

### 1.1. Antecedentes.

La Dirección General de Registro Civil Identificación y Cedulación del Ecuador, Departamento de Gestión de Desarrollo Organizacional, es un organismo del servicio público, encargado de dejar constancia de los hechos o actos relativos al estado civil de las personas naturales, en éste se inscriben los nacimientos, la filiación, el nombre y apellido de las personas, los fallecimientos reales o presuntos, los matrimonios. En el año 2009 el Ing. Paulo Rodríguez Molina a esa fecha Director General de Registro Civil, toma el reto de poder cambiar al Registro Civil, darle una verdadera revolución, y luego de 22 meses de gestión se generó un cambio de modernización que cambio la imagen de la institución. (Quintero, 2013)

Dentro de esta modernización se ha implementado tecnología de punta en equipos tanto de cedulación como de sistemas y redes de comunicación, y se espera tener mejoras utilizando procesos de automatización tanto en la atención al público como en el ambiente laboral de la institución. (Quintero, 2013)

### 1.2. Problema Investigado

Es pertinente considerar que en la oficina administrativa es muy importante mantener una presencia limpia y ordenada de cada una de ellas, por lo que en ésta la imagen es lo primero que cuenta para una primera vista, una mala imagen no es bien vista tanto por autoridades como cualquier personal común a la entidad. (Quintero, 2013)

Se comprende que no existe un diseño ni tampoco una implementación de un proyecto que brinde una solución práctica, viable y económica para estos

inconvenientes que se pueden presentar en el día de labores comunes en dicha oficina. (Quintero, 2013)

En la actualidad en otros países como Perú se han diseñado robots recolectores de basura que se presentan como soluciones al problema de la basura en oficinas. (Quintero, 2013)

### **1.3. Problema Principal**

En el área administrativa de las oficinas de la DGDO de la DIGERCIC sede Matriz – Quito no existe una solución práctica, viable y económica para el desorden que generan los distintos funcionarios que laboran en la misma. (Quintero, 2013)

### **1.4. Problemas Secundarios.**

- No existe un diseño de un prototipo de robot recolector de basura automático de acuerdo al requerimiento del proyecto. (Quintero, 2013)
- No se conoce la tecnología adecuada para la implementación del prototipo de robot recolector automático de acuerdo a las especificaciones del DGDO de la DIGERCIC. (Quintero, 2013)

### **1.5. Justificación.**

Este proyecto busca por un lado investigar y aplicar los conocimientos de mecatrónica y robótica; y por otro lado la automatización mediante la robótica del proceso de recolección de basura, mejorando así la imagen y la presencia de las oficinas administrativas en el Departamento de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador. (Quintero, 2013)

## **1.6. Objetivos.**

### **1.6.1. Objetivo General.**

Diseñar e implementar un prototipo de robot recolector de basura automático para el uso interno de oficinas del Departamento de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador. (Quintero, 2013)

### **1.6.2. Objetivos Específicos.**

- Diseñar el prototipo de robot con las características dadas. (Quintero, 2013)
- Implementar el prototipo de robot de tal manera que cumpla con todos los requerimientos propuestos en el diseño. (Quintero, 2013)

## **1.7. Metodología Científica.**

Para el presente proyecto de innovación se empleó varias etapas de investigación.

Para la primera etapa del proyecto se utilizó los métodos de análisis y síntesis para la recopilación de toda la información pertinente para la elaboración del robot recolector automático. (Quintero, 2013)

En la segunda y tercera etapa del proyecto se utilizó los métodos de análisis, síntesis, deductivo e inductivo, experimental e implementación para identificar los elementos tanto en software como en hardware que se necesitarán para poder realizar el diseño del circuito y tener un óptimo desempeño en el robot recolector automático. (Quintero, 2013)

Para la cuarta etapa se utilizó el método experimental y la investigación de campo que formó una parte fundamental para la verificación de resultados obtenidos

mediante varias pruebas de las características del prototipo de robot recolector de basura automático en el DGDO de la DIGERCIC. (Quintero, 2013)

## CAPÍTULO II

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.1. Marco Teórico.

El marco teórico incluye los conceptos teóricos de cada uno de los elementos y configuraciones utilizadas en el proyecto de grado. (Quintero, 2013)

##### 2.1.1. Sensores Ultrasónicos

Los sensores ultrasónicos son medidores de distancia, operan como un sonar para determinar la distancia a un objeto como murciélago o delfines. (Google Docs, 2013)

Estos pueden medir desde 2 cm hasta 400 cm, las características del sensor HC-SR04 son las siguientes: (Google Docs, 2013)

- Alimentación: + 5V DC
- Corriente de trabajo: 15 mA
- Angulo Eficaz: <math><15^\circ</math>
- Rango de distancia: 2 cm – 400 cm
- Frecuencia el Disparador: 10 us

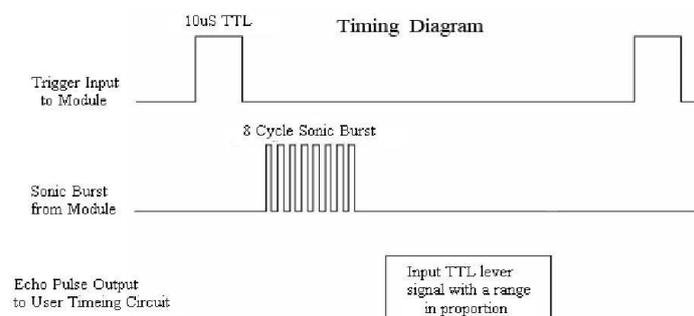


FIG. 2.1 Diagrama de frecuencia de operación del circuito HC-SR04

Fuente: (Google Docs, 2013)



FIG. 2.2 Sensor de ultrasonido HC-SR04.

Fuente: (Google Docs, 2013)

## 2.1.2. Motores

### 2.1.2.1. Motores DC

Los motores de corriente continua son elementos que convierten la energía eléctrica en energía mecánica produciendo un movimiento rotatorio. (Fendt, 1997)

Los motores de corriente continua, se compone de dos partes esenciales, un estator el cual brinda un soporte mecánico al elemento y un hueco en el centro de forma cilíndrica, y el rotor el cual es de forma cilíndrica, devanado con núcleo al que llega la corriente. (Fendt, 1997)



FIG. 2.3 Un rotor de un motor de 12V, con imanes de dos polos, cinco devanados, cinco delgas y dos escobillas.

Fuente: (Fendt, 1997)

### 2.1.2.2. Servomotores

Los servomotores son elementos similares a los motores de corriente continua, que tiene la característica de ubicarse en cualquier posición dentro de sus ángulos de operación y mantenerse en dicha posición. (Servos, 2008)

Los servomotores operan con varias frecuencias en sistemas de control y robótica, hacen uso de la modulación por ancho de pulsos (PWM) para poder controlar la dirección en la que se va ubicar el servomotor. (Servos, 2008)

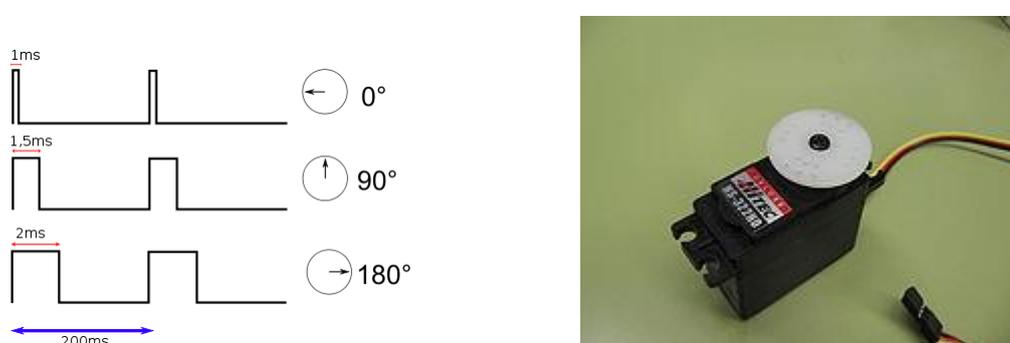


FIG. 2.4 Diagrama de periodos de ubicación del servomotor.

Fuente: (Servos, 2008)

### 2.1.3. Pantalla de cristal liquido

El LCD (Liquid Crystal Display) es una pantalla formada por píxeles de color ubicados delante de una fuente luminosa o reflectora, una de las características principales para su uso en circuitos electrónicos del LCD es su poca cantidad de consumo de energía eléctrica. (Castellano, 2013)

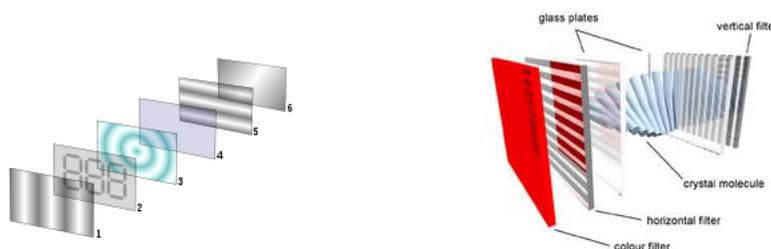


FIG. 2.5 Diagrama de un Display - LCD, interno

Fuente: (Castellano, 2013)

#### 2.1.4. Condensadores de desacoplo

Los condensadores de desacoplo generalmente se encuentran ubicados en la polarización de los circuitos integrados, estos son utilizados para evitar que las microondas presentes en el ambiente, generadas por la estática o movimiento generen interferencias en la operación a gran velocidad de los microcontroladores. (Aplicada, 2012)

Los segmentos que polarizan los elementos electrónicos por su longitud desde los conectores de energía VCC y GND hasta llegar a los microcontroladores pueden absorber señales parasitas presentes en el medio, o por caídas de voltaje generando fallas, inestabilidad en la operación del circuito electrónico. (Aplicada, 2012)

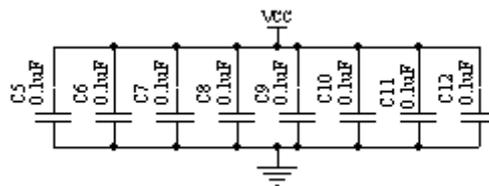


FIG. 2.6 Diagrama de un circuito de desacoplo

Fuente: (Aplicada, 2012)

#### 2.1.5. Batería de corriente directa

Se conoce como batería de corriente directa (Pila) al elemento acumulador de energía eléctrica que convierte energía química en energía eléctrica. (Ampervalandè, 2013)

La cantidad de carga eléctrica medida en una batería de corriente directa es “amperio hora” ésta señala la cantidad de energía eléctrica que en 1 hora viaja en un conductor. Esto quiere decir la cantidad de carga eléctrica que puede mantener durante la carga y devolver durante la descarga. (Ampervalandè, 2013)

*“Si una batería tiene, por ejemplo, una capacidad de 100 Ah, significa que teóricamente puede dar una corriente de 10 A durante 10 h, o de 1 A durante 100 h, etc.”*  
(Ampervalandè, 2013)



FIG. 2.7 Pilas, Baterías de varios voltajes

Fuente: (Ampervalandè, 2013)

### 2.1.6. Optoacoplador

El optoacoplador es un dispositivo de emisión y recepción que opera como un interruptor, en el prototipo este elemento es utilizado para aislar los circuitos de control y de potencia uno del otro, con esto se obtiene un funcionamiento óptimo del prototipo evitando fallas por cargas eléctricas indeseadas que puedan interferir entre la etapa de control y potencia. (Malvino, 2000)

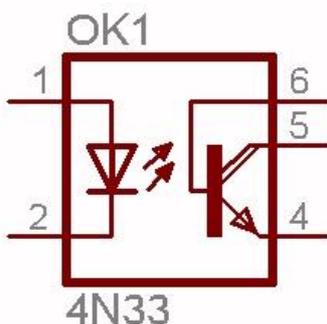


FIG. 2.8 Diagrama de optoacoplador

Fuente: (Malvino, 2000)

Esta protección entre el microcontrolador y el relé es necesaria en relación a la carga eléctrica que almacena la bobina interna del relé, que al descargarse puede afectar al funcionamiento del microcontrolador. (Malvino, 2000)

## 2.2. Marco Conceptual.

### 2.2.1. Módulo de control del prototipo

#### 2.2.1.1. Microcontrolador PIC 16F877A

El microcontrolador PIC 16F877A, por sus características de operación, número de puertos, software de configuración, disponibilidad en el mercado nacional y otras características técnicas fue escogido para su utilización en el prototipo. (MCI, 2005)



FIG. 2.9 Diagrama de PIC 16F877A

Fuente: (MCI, 2005)

Sus características específicas se detallan a continuación

CARACTERÍSTICAS	16F877A	16F628A	18F452
Frecuencia máxima	DX-20 MHZ	DX-4 MHZ	DX-20 MHZ
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	8 KB	3.5 KB	32 KB
Posiciones RAM de datos	368	224	1,536
Posiciones EEPROM de datos	256	128	256
Puertos E/S	A,D,C,D	A,B	A,B,C,D
Número de pines	40	18	40
Interrupciones	14	8	20
Timers	3	2	3
Módulo CCP	2	2	2
Costos unitarios USD	\$ 6.00	\$ 4.00	\$ 8.00

**TABLA 2.1** Tabla general de especificaciones de microcontrolador

Conforme la tabla 2.1 se puede observar como resultado para la elección el PIC 16F877A, por su valor, disponibilidad en el mercado y por sus 40 pines necesarios para todas las operaciones a realizar. (MCI, 2005)

### 2.2.1.2. Microcontrolador PIC 16F870

El microcontrolador PIC 16F870, por sus características de operación, número de puertos, software de configuración, disponibilidad en el mercado nacional y otras características técnicas fue escogido para su utilización en el prototipo. (Microchip, 2003)



FIG. 2.10 Diagrama de PIC 16F870

Fuente: (Microchip, 2003)

Sus características específicas se detallan a continuación:

CARACTERÍSTICAS	16F870	16F628A	18F452
Frecuencia máxima	DX-20 MHZ	DX-4 MHZ	DX-20 MHZ
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	2 KB	3.5 KB	32 KB
Posiciones RAM de datos	128	224	1,536
Posiciones EEPROM de datos	64	128	256
Puertos E/S	A,D,C	A,B	A,B,C,D
Número de pines	28	18	40
Interrupciones	10	8	20
Timers	3	2	3
Módulo CCP	1	2	2
Costos unitarios USD	\$ 4.00	\$ 4.00	\$ 8.00

**TABLA 2.2** Tabla general de especificaciones de microcontrolador

Conforme la tabla 2.2 se puede observar como resultado para la elección el PIC 16F870, por su valor, disponibilidad en el mercado y por sus 28 pines necesarios para todas las operaciones a realizar. (Microchip, 2003)

### 2.2.1.3. Puente H L293d

El puente H es un elemento electrónico (de alta impedancia) que permite controlar un motor dc, de manera digital (1-0), girando en sentido horario o anti horario, su aplicación se encuentra más en la robótica. (Carletti, 2007)

El puente H L293d se encuentra construido con 4 entradas de control y 4 salidas de operación para motores. (Carletti, 2007)



FIG. 2.11 Diagrama de puente H L293d

Fuente: (Carletti, 2007)

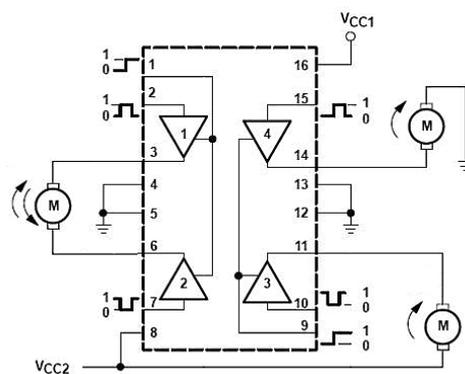


FIG. 2.12 Diagrama operacional de puente H L293d

Fuente: (Carletti, 2007)

Sus características específicas se detallan a continuación:

EN	1A	2A	FUNCIÓN
H	L	H	Giro Derecha
H	H	L	Giro Izquierda
H	L	L	Detención Rápida
H	H	H	Detención Rápida
L	X	X	Detención Rápida

**TABLA 2.3** Tabla general de especificaciones de puente H

Para el uso del PIC16F877A con el puente H L293d es necesaria una resistencia por motivo que son dos elementos de impedancias distintas. (Carletti, 2007)

#### 2.2.1.4. Relé 5V

El relé 5V es un elemento electromecánico, funciona como un interruptor que por medio de una bobina y un electroimán se activan contactos que permiten abrir o cerrar circuitos.

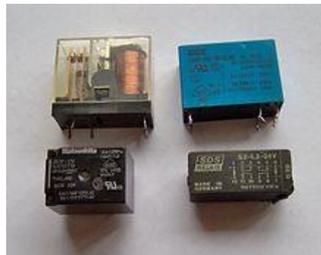


FIG. 2.13 Diagrama de relé

Fuente: (Molina, 2008)

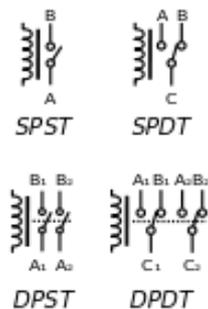


FIG. 2.14 Diagrama operacional de relé

Fuente: (Molina, 2008)

Sus características específicas se detallan a continuación:

Nro.	Característica
1	El aislamiento entre los terminales de entrada y de salida.
2	Adaptación sencilla a la fuente de control.
3	Posibilidad de soportar sobrecargas, tanto en el circuito de entrada como en el de salida
4	Las dos posiciones de trabajo en los bornes de salida de un relé se caracterizan por: En estado abierto, alta impedancia. En estado cerrado, baja impedancia.

**TABLA 2.4** Tabla general de especificaciones de relé

#### 2.2.1.5. Optoacoplador 4N25

El optoacoplador 4N25 es utilizado y configurado para que opere como un interruptor de protección que aísla el circuito de control del circuito de potencia del prototipo para así obtener un funcionamiento óptimo de ambas etapas. (VISHAY, 2004)



FIG. 2.15 Diagrama de optoacoplador 4N25

Fuente: (VISHAY, 2004)

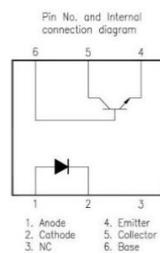


FIG. 2.16 Diagrama de optoacoplador 4N25

Fuente: (VISHAY, 2004)

Sus características específicas se detallan a continuación:

Detalle	Característica
Número de Canales	1
Tensión de Saturación	5300V RMS
Corriente de Entrada	50 mA
Máxima Tensión de Salida	30 V
Rango de Operación (Temperatura)	-55 °C a +100 °C

**TABLA 2.5** Tabla general de especificaciones optoacoplador

### 2.2.1.6. Servomotor

El servomotor MODELO PONER es un dispositivo igual al motor de corriente directa (dc) con la característica de poderse ubicar en cualquier posición en su rango de movimiento (0 ° - 180°) y mantenerse en ella con una gran fuerza gracias a sus engranes que contiene, puede ser controlado tanto en posición como en velocidad. (Irving, 1991)



FIG. 2.17 Diagrama de servomotor

Fuente: (Irving, 1991)



FIG. 2.18 Diagrama de servomotor

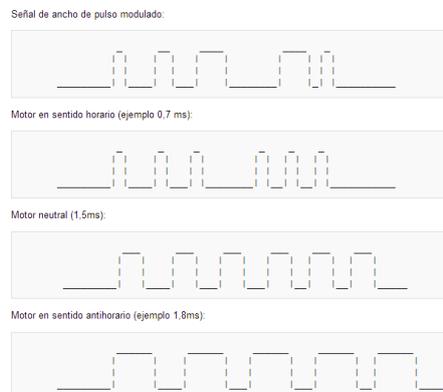
Fuente: (Irving, 1991)

Sus características específicas se detallan a continuación:

Detalle	Característica
Sistema de Control	Control por Anchura de Pulso. 1,5 ms al centro
Tensión de funcionamiento	4,8V a 6 V
Velocidad a 6V	0,16 seg /60 grados sin carga
Fuerza a 6V	4,1 Kg · cm
Corriente en reposo	8 mA
Corriente en funcionamiento	150 mA sin carga
Corriente Máxima	1100 mA
Zona Neutra	8 us
Rango Trabajo	1100 a 1900 us
Dimensiones	40,6 x 19,8 x 36,6 mm
Peso	45,5 g
Rodamiento Principal	Metálico
Engranajes	Plástico
Longitud del cable	300 mm

**TABLA 2.6** Tabla general de especificaciones sensor de ultrasonido

El servomotor es controlado por una señal digital con una frecuencia de 0.02 a 0.004 Hz (50 a 250 ms) para poder cambiar su posición y el número de repeticiones de ésta es la velocidad con la que se moverá el servomotor. (Irving, 1991)



**FIG. 2.19** Diagrama de señal de control para el servomotor

Fuente: (Irving, 1991)

### 2.2.1.7. Sensor de proximidad

El sensor de proximidad es un dispositivo que mediante la función de ondas ultrasónicas (emisor-receptor) mide la distancia de los elementos próximos a este. (Freaks, 2011)



FIG. 2.20 Diagrama del sensor de proximidad HCSR04

Fuente: (Freaks, 2011)

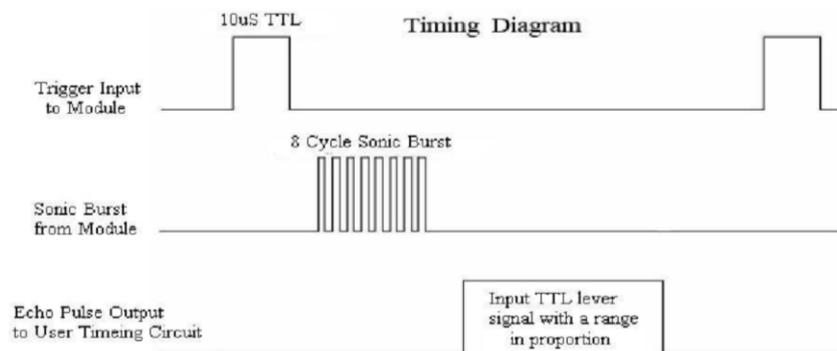


FIG. 2.21 Diagrama de la señal de operación del sensor de proximidad HCSR04

Fuente: (Freaks, 2011)

El dispositivo HCSR04 opera mediante el pulso de disparo en una frecuencia de 10 kHz, esperando el eco de los pulsos enviados para poder medir la distancia del objeto más cercano. (Freaks, 2011)

Sus características específicas se detallan a continuación:

Detalle	Característica
Tensión de funcionamiento	+5V DC
Corriente de reposo	<2 mA
Corriente de operación	15 mA
Ángulo Eficaz	<15°
Rango de distancia	2cm - 400 cm
Rango de operación disparo (Trigger)	10 us
Dimensiones	45mm x 20mm x 15mm

**TABLA 2.7** Tabla general de especificaciones sensor de ultrasonido

**CAPÍTULO III**  
**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROBOT**  
**RECOLECTOR DE BASURA AUTOMÁTICO PARA EL USO INTERNO DE**  
**OFICINAS DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE DESARROLLO**  
**ORGANIZACIONAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL,**  
**IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN DEL ECUADOR.**

**Introducción.**

Este capítulo está orientado a presentar el diseño, montaje e implementación del prototipo de robot recolector de basura automático, en lo que respecta a hardware, software y la estructura del prototipo. (Quintero, 2013)

**3.1. Diseño del prototipo de robot con las características dadas.**

**Especificaciones Técnicas de la DIGERCIC, para el diseño e implementación de**  
**robot recolector de basura automático**

- El prototipo deberá ser controlado por un usuario de la DIGERCIC, para ser encendido y para ser apagado. (Quintero, 2013)
- El prototipo deberá ser diseñado para que pueda visualizar los inmuebles normalizados para el sector público. (Quintero, 2013)
- El prototipo deberá tener un periodo de trabajo de treinta (30) minutos. (Quintero, 2013)
- El prototipo deberá constar con una batería extraíble y recargable. (Quintero, 2013)

- El prototipo deberá recolectar basuras como papeles. (Quintero, 2013)
- El prototipo deberá contar con un visualizador en el cual se muestre lo que éste se encuentre realizando. (Quintero, 2013)
- El prototipo deberá ser elaborado con tecnología existente en el mercado nacional. (Quintero, 2013)
- El prototipo deberá ser autónomo cuando se encuentre encendido. (Quintero, 2013)
- El prototipo deberá ser diseño para suelos no rugosos. (Quintero, 2013)
- Cualquier cambio, modificación será notificado al estudiante de parte del Departamento de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación. (Quintero, 2013)

Para mejorar la imagen y presencia del DGDO de la DIGERCIC, se va a diseñar un sistema de recolección, con un prototipo de robot recolector automático de basura que va a contener 5 etapas que son: (Quintero, 2013)

- A. Etapa de sensores
- B. Etapa de procesos
- C. Etapa de recolección
- D. Etapa de control de motores
- E. Etapa de visualización

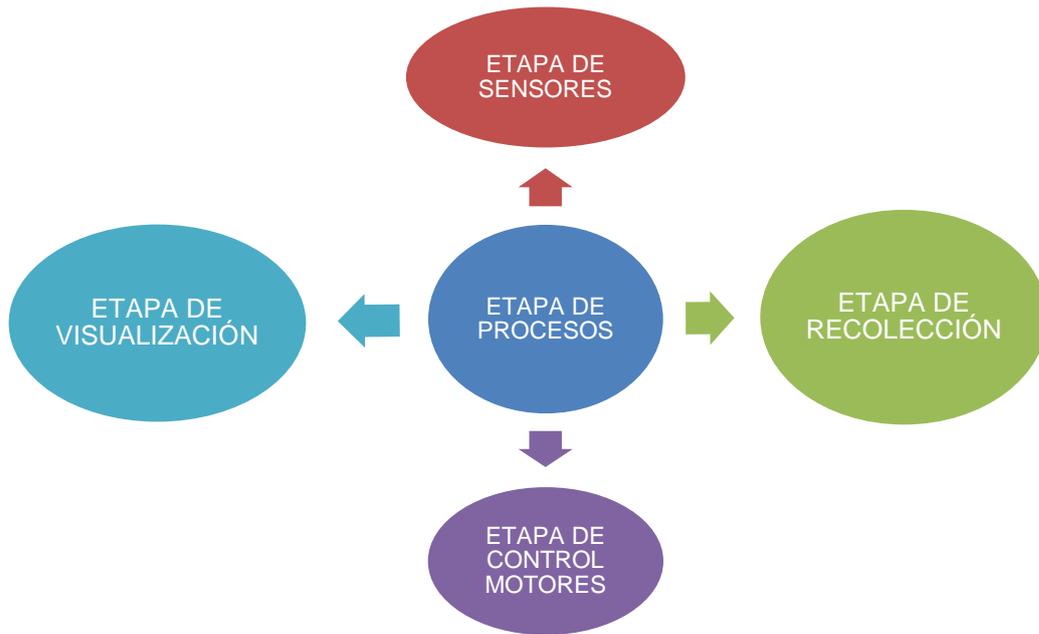


FIG. 3.1: Diagrama de bloques del prototipo de robot recolector

Fuente: (Quintero, 2013)

#### A. Etapa de sensores

Esta etapa contiene varios sensores de proximidad (ultrasónicos). Son los encargados de detectar objetos que se encuentren cerca del prototipo de robot recolector automático en movimiento, para que realice el cambio de dirección tanto a la derecha o a la izquierda para poder evitar obstáculos. (Quintero, 2013)

#### B. Etapa de procesos

Esta etapa es la encargada de controlar los diferentes procesos entre todas las etapas para el funcionamiento del prototipo de robot recolector automático. (Quintero, 2013)

### C. Etapa de recolección

Esta etapa es la encargada de controlar mediante una pala interna y las escobillas delanteras, montadas en el prototipo de robot recolector automático, para realizar la recolección de la basura próxima al mismo. (Quintero, 2013)

### D. Etapa de control de motores

Esta etapa es la encargada de controlar la activación de los motores, para mediante la respuesta enviada por la etapa de procesos encender los motores respectivos para movilizarse. (Quintero, 2013)

### E. Etapa de visualización

Esta etapa es la encargada de mostrar en un display el proceso en el cual se encuentra el prototipo. (Quintero, 2013)

## ETAPA DE SENSORES

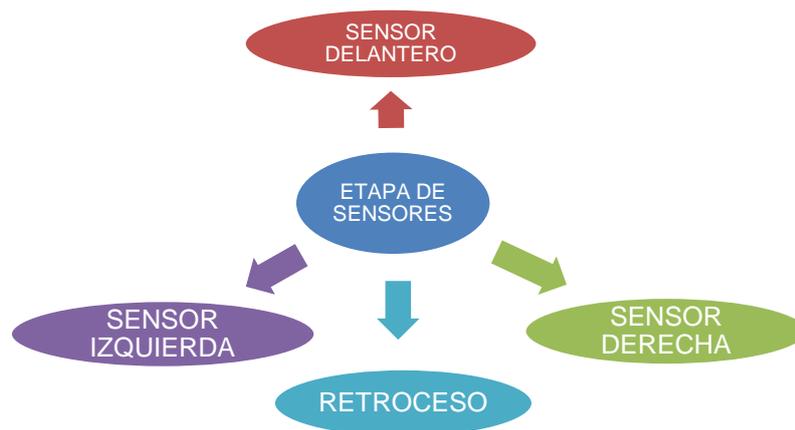


FIG. 3.2 Diagrama de bloques de la etapa de sensores

Fuente: (Quintero, 2013)

### **A. Sensor delantero**

Este sensor es el encargado de realizar la operación de disparo-eco y calcular la distancia del obstáculo que se aproxima, cuando el prototipo de robot se encuentre en movimiento, en el momento que esta distancia sea menor a lo señalado en el software deberá dirigirse al sensor derecho, caso contrario seguirá avanzando. (Quintero, 2013)

### **B. Sensor derecho**

Este sensor es el encargado de realizar la operación de disparo-eco y calcular la distancia existente entre el prototipo de robot y la pared a su lado derecho, en el caso de que esta distancia sea menor o igual a la señalada en el software deberá dirigirse al sensor izquierdo, caso contrario curvaría a la derecha. (Quintero, 2013)

### **C. Sensor izquierdo**

Este sensor es el encargado de realizar la operación de disparo-eco y calcular la distancia existente entre el prototipo de robot y la pared a su lado izquierdo, en el caso de calcular una distancia menor a la que señala el software deberá dirigirse a una última etapa de retroceso, caso contrario curvaría a la izquierda. (Quintero, 2013)

## ETAPA DE PROCESOS

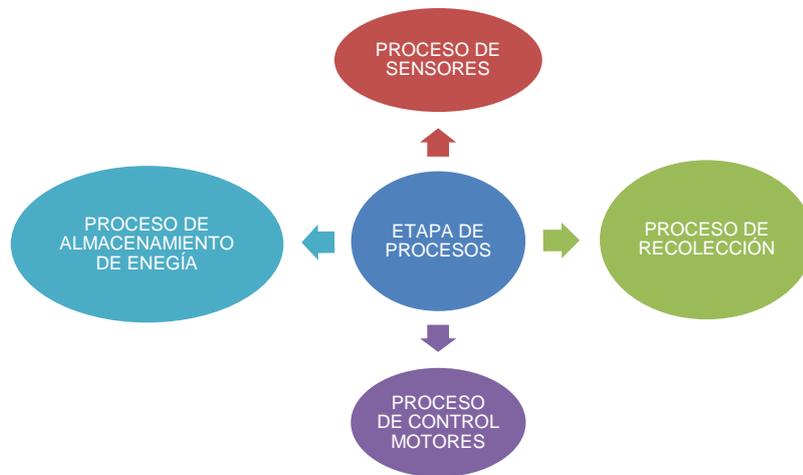


FIG. 3.3 Diagrama de bloques de la etapa de procesos

Fuente: (Quintero, 2013)

### A. Proceso de sensores

Para la etapa de sensores, ésta se encarga de leer los movimientos que debe realizar el prototipo de robot recolector automático. (Quintero, 2013)

### B. Proceso de recolección

Para la etapa de recolección, ésta se encarga de realizar la recolección de basuras que se encuentren frente al prototipo de robot recolector automático. (Quintero, 2013)

### C. Proceso de control de motores

Para la etapa de control de motores, ésta se encarga con los datos enviados por los sensores de movimiento y proximidad, de activar los respectivos motores para poder movilizar correctamente al prototipo de robot recolector automático. (Quintero, 2013)

#### D. Proceso de visualización

Para la etapa de almacenamiento de visualización, ésta se encarga de presentar en el LCD-DISPLAY en que subetapa se encuentra el prototipo, y que se encuentra realizando. (Quintero, 2013)

#### ETAPA DE RECOLECCIÓN

Este proceso se encarga de realizar la recolección de los desechos, colocándolos en el contenedor del prototipo de robot. (Quintero, 2013)

#### ETAPA DE CONTROL DE MOTORES

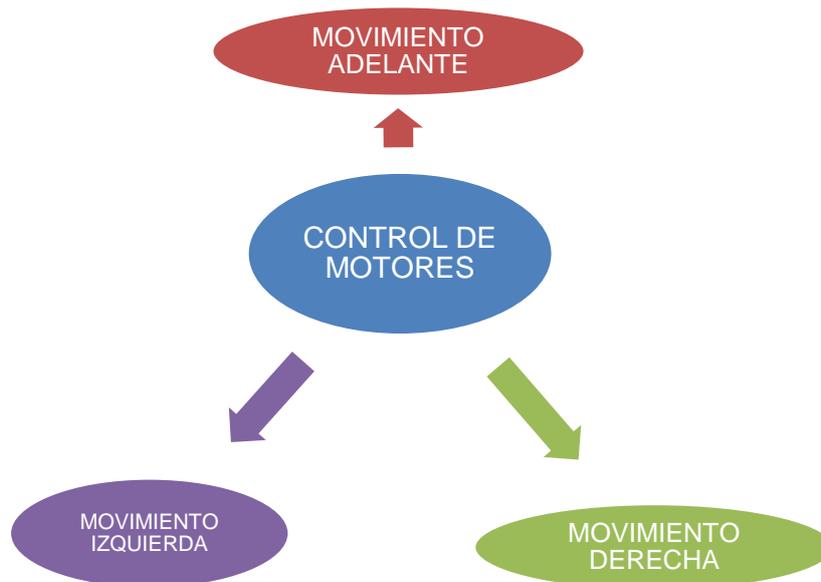


FIG. 3.4 Diagrama de bloques de la etapa de control de motores

Fuente: (Quintero, 2013)

#### A. Movimiento adelante

Este es el proceso en el cual el microcontrolador envía a los motores una señal digital para que se realice un traslado hacia adelante (Quintero, 2013)

## **B. Movimiento derecha**

Este es el proceso en el cual el microcontrolador envía a los motores una señal digital para que se realice un traslado hacia la derecha. (Quintero, 2013)

## **C. Movimiento izquierda**

Este es el proceso en el cual el microcontrolador envía a los motores una señal digital para que se realice un traslado hacia izquierda. (Quintero, 2013)

## **ETAPA DE VISUALIZACIÓN**

Este es la etapa encargada de mostrar en un display en que proceso se encuentra el prototipo de robot recolector automático. (Quintero, 2013)

### **3.1.1. Diseño Electrónico**

#### **3.1.1.1. Esquema electrónico del prototipo de robot recolector automático**

Este prototipo de robot recolector automático está configurado de forma que opere de manera instintiva al sensor los obstáculos que se presenten a sus extremos. (Quintero, 2013)

En este punto, se puede considerar como la primera etapa del robot recolector automático, siendo ésta la de procesos, la cual es la encargada de realizar y controlar todos los procesos del prototipo. (Quintero, 2013)

El PIC-16F877A será el encargado de manejar, controlar, verificar el estado de todos los elementos y realizar los procesos correspondientes a lo que los demás

dispositivos cambien su estado, éste se encontrará configurado para trabajar en velocidad (4 MHz). (Quintero, 2013)

En el caso de la comunicación con los sensores de movimiento, el PIC-16F877A es el encargado de enviar las señales de control y movimiento a los motores del prototipo de robot recolector, para así realizar los distintos cambios de posiciones para el correcto movimiento de éste. (Quintero, 2013)

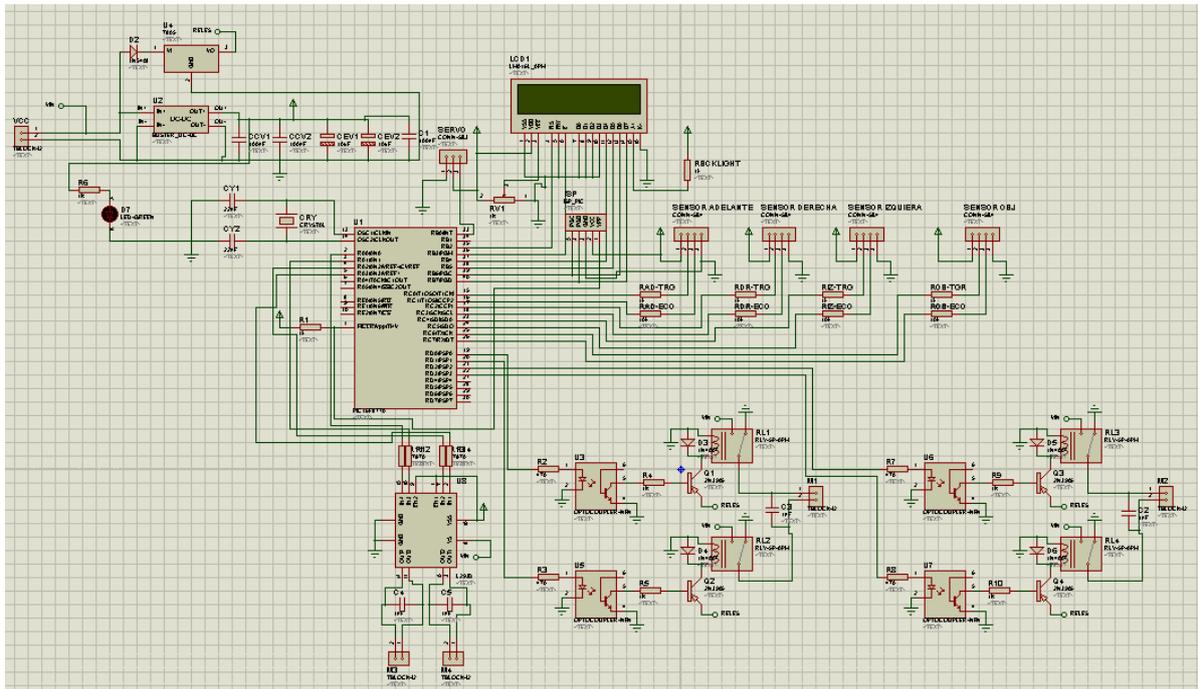


FIG. 3.5 Esquema electrónico del prototipo de robot recolector

Fuente: (Quintero, 2013)

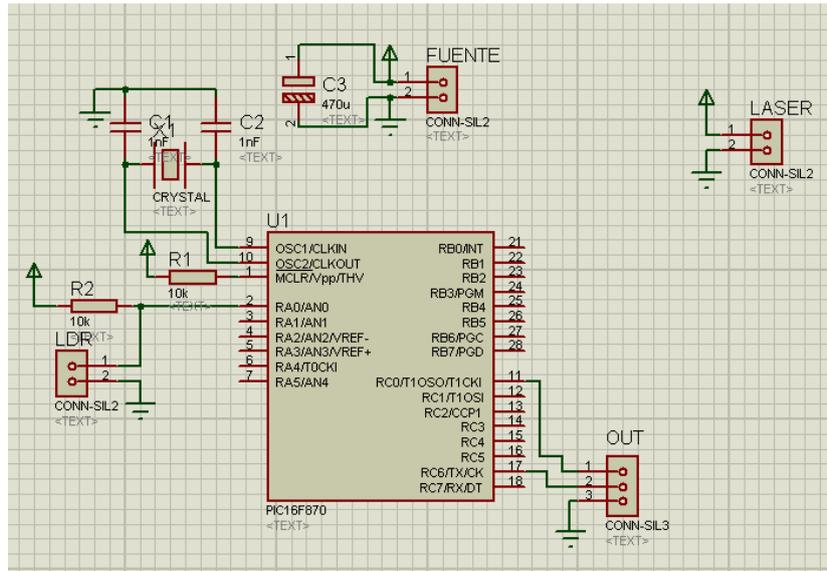


FIG. 3.5.1 Esquema electrónico del prototipo de robot recolector (LASER-OBJETOS)

Fuente: (Quintero, 2013)

### 3.1.1.2. Esquema de la etapa de sensores

En el esquema de la figura No. 3.6, se puede apreciar que los sensores HC-SR4 enviarán al microcontrolador PIC-16F877A el dato que especifica la distancia a la cual se encuentra el próximo obstáculo más cercado tanto al frente como a sus extremos, teniendo así varias subetapas generadas por los movimientos que necesita realizar el prototipo de robot recolector para poder cambiar de posición. (Quintero, 2013)

Para la subetapa de sensor delantero, tendrá una medición máxima (por defecto del sensor HC-SR04) de 4 m de medición para el frente y mínima de 0.30 m para poder cambiar de subetapa. (Quintero, 2013)

Para la subetapa de sensor derecho, tendrá una medición mínima de 0.10 m para continuar a la siguiente subetapa, caso contrario el prototipo cambiaría su posición hacia el lado derecho. (Quintero, 2013)

Para la subetapa de sensor izquierda, tendrá una medición máxima (por defecto del sensor HC-SR04) de 4 m de distancia al obstáculo más cercano, caso contrario se entendería que el prototipo se encuentra obstaculizado en sus 3 extremos por lo que sólo en este caso continuaría a la siguiente etapa final. (Quintero, 2013)

Para la subetapa de retroceso, encontrándose el prototipo de robot recolector obstaculizado en sus 3 extremos (delantero, derecho, izquierdo), se trasladaría una cierta distancia en retroceso para poder alejarse del obstáculo, luego de esto procedería a verificar la distancia del obstáculo al extremo derecho y al extremo izquierdo, el que se encuentre más distanciado sería la trayectoria que tomaría el prototipo. (Quintero, 2013)

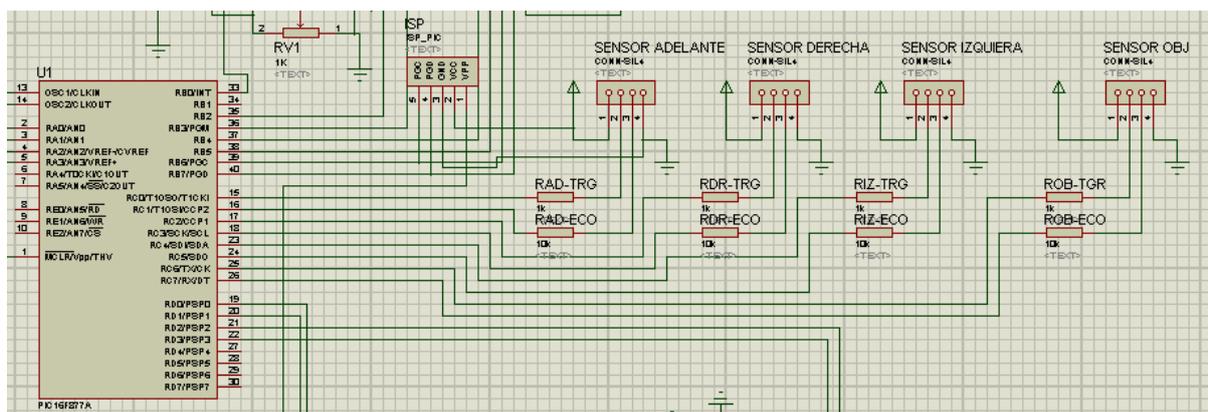


FIG. 3.6 Esquema electrónico de la etapa de sensores

Fuente: (Quintero, 2013)

### 3.1.1.3. Esquema de la etapa de control de motores

En el esquema de la figura No. 3.7, se puede apreciar que los motores DC son comunicados al microcontrolador PIC-16F877A por el elemento L293D (puente H) con sus respectivas resistencias en cada uno de los puertos, por motivo que el elemento L293D (puente H) presenta una alta impedancia y el microcontrolador PIC-16F877A una baja impedancia, las resistencias de 470 ohm acoplan estas impedancias evitando así que el elemento de alta impedancia fuerce en la corriente

exigida al elemento de baja impedancia, generando así fallas y posible daños graves a este elemento. (Quintero, 2013)

Así mismo se puede observar el uso de los optoacopladores (4N25) como protección de la comunicación entre el circuito digital, microcontrolador PIC-16F877A y los relés de 5V. (Quintero, 2013)

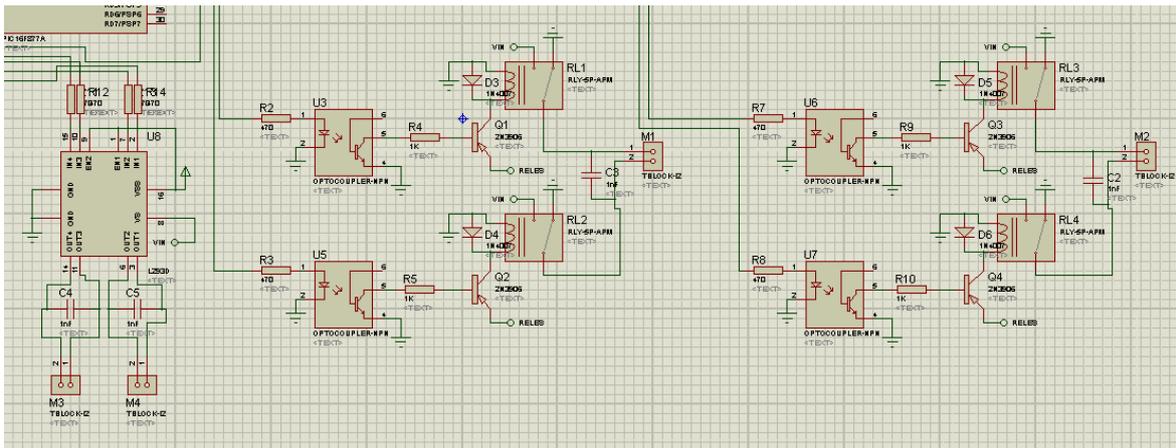


FIG. 3.7 Esquema electrónico de la etapa de motores

Fuente: (Quintero, 2013)

#### 3.1.1.4. Esquema de la etapa de visualización

En esquema de la figura No. 3.8, se puede apreciar que el DISPLAY-LCD se encuentra configurado de forma manual hacia el puerto B, diferente a la predefinida por el PB. (Quintero, 2013)

Este DISPLAY-LCD es el encargado de mostrar en qué etapa se encuentra el prototipo de robot recolector, la distancia entre los obstáculos cercanos, y mostrar en el mismo todos los cambios que presente el prototipo mientras se encuentre en movimiento realizando sus diferentes operaciones. (Quintero, 2013)

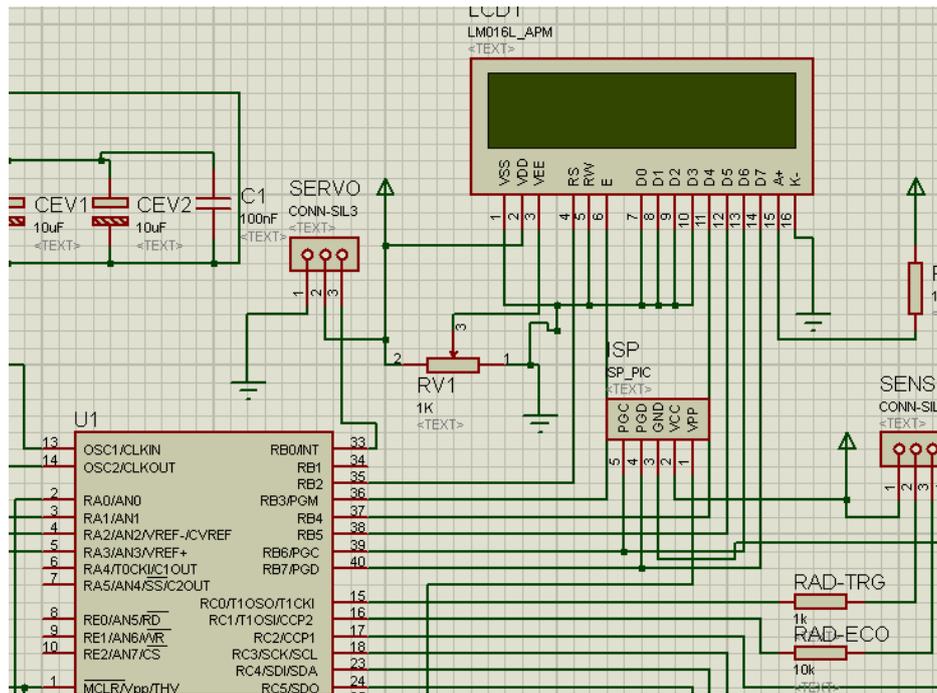


FIG. 3.8 Esquema electrónico de la etapa de visualización

Fuente: (Quintero, 2013)

### 3.1.1.5. Esquema de fuente de alimentación y protecciones

En el esquema de la figura 3.9 se puede apreciar los condensadores de desacoplo, éstos son utilizados para eliminar señales parásitas, las cuales generan interferencias por la velocidad de procesos en el microcontrolador. (Quintero, 2013)

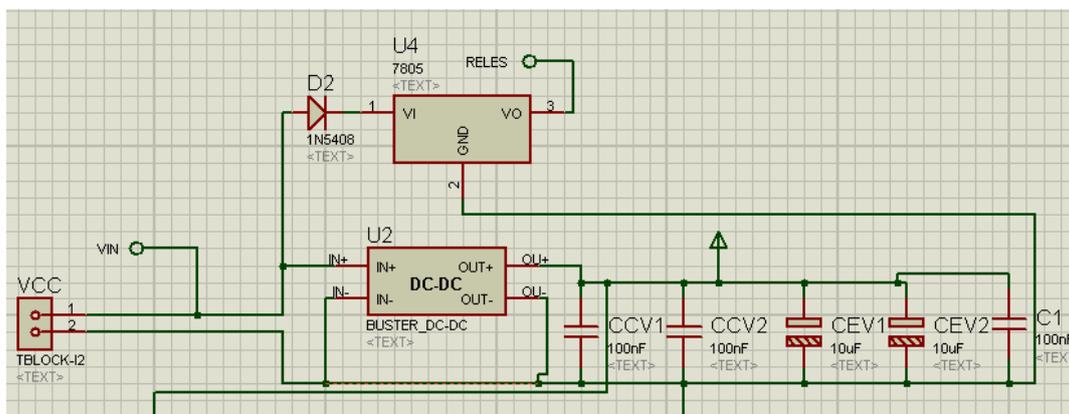


FIG. 3.9 Esquema electrónico de la etapa de alimentación

Fuente: (Quintero, 2013)

### 3.1.2. Diseño del software

Este segmento está orientado a presentar el diseño del software programado en el PIC-18F877A y PIC-16F870 en lenguaje Basic, en el programador MICROCODE y PICKIT2; mediante flujogramas que muestran el funcionamiento y operación del prototipo de robot recolector de basura automático. (Quintero, 2013)

#### 3.1.2.1. Flujograma software

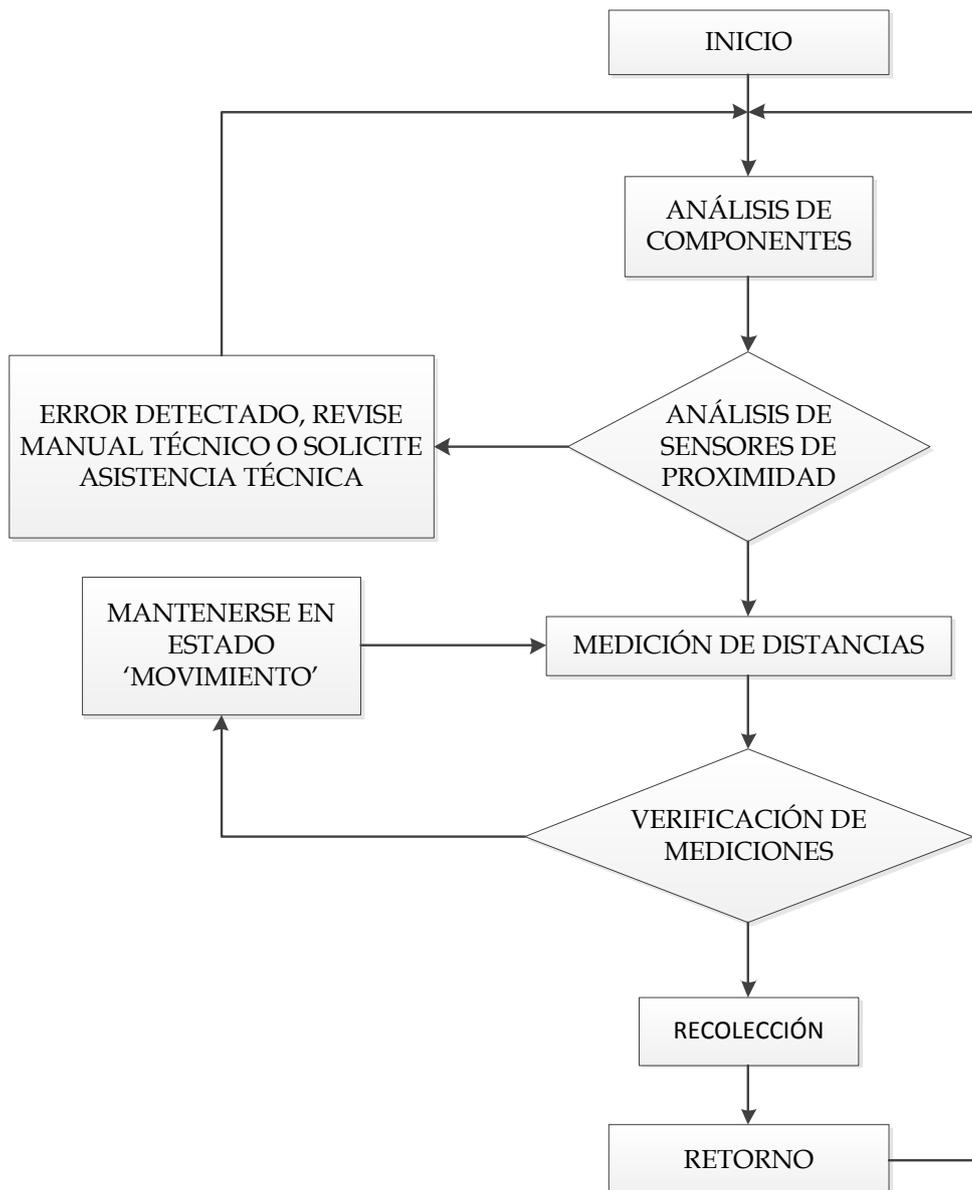


FIG. 3.10 Flujograma del sistema del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)

### 3.1.3. Diseño mecánico

Para el diseño mecánico del prototipo se considerará el uso de planchas de acrílico y MDF, de 2 mm y 4 líneas de espesor de 1 mm cada una respectivamente, como materiales para proceder a realizar las medidas con las cuales se diseñará el armazón del prototipo de robot recolector. (Quintero, 2013)

#### 3.1.3.1. Diseño mecánico del prototipo de robot recolector (P-F)

Como el prototipo se encontrará en movimiento en una oficina, se deben tomar en cuenta las siguientes características: (Quintero, 2013)

- Ubicación de la batería de 12V (interna);
- Ubicación de los sensores de ultrasonido;
- Ubicación de las escobillas;
- Ubicación de la pala recolectora;
- Ubicación de servomotor y motores de corriente directa;
- Salida del módulo LCD;

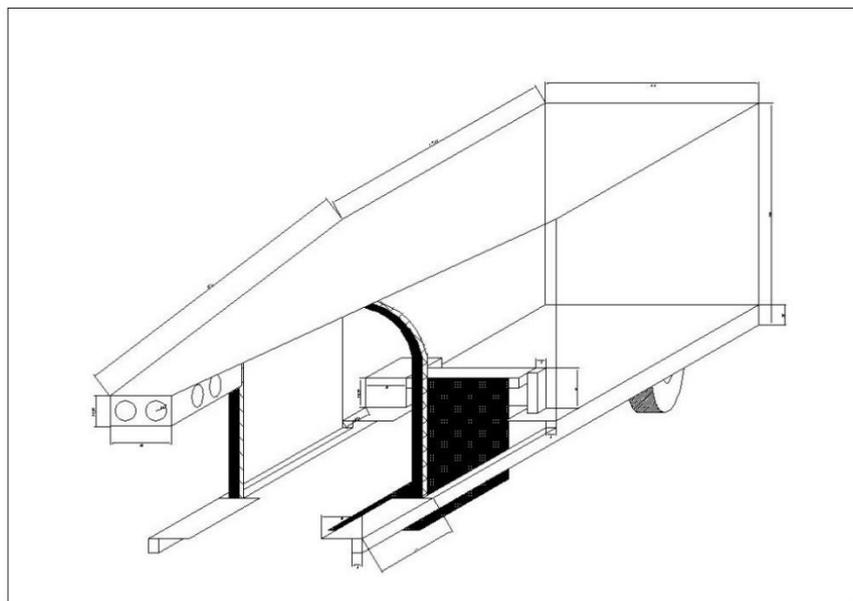


FIG. 3.11 Diseño del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)

En la figura 3.11 se puede observar el diseño del prototipo de recolector de robot recolector, con sus dimensiones. (Quintero, 2013)

### **3.2. Montaje**

Para realizar el montaje del prototipo se utilizó un protoboard y el programa compilado en el software MICROCODE versión 3.0.0.5, con lo cual se consiguieron los siguientes resultados. (Quintero, 2013)

#### **3.2.1. Montaje de Hardware**

Para las primeras pruebas de funcionamiento del prototipo, se utilizó un protoboard para la obtención de resultados. (Quintero, 2013)

Estos resultados fueron examinados para realizar corrección y mejoras al diseño electrónico. (Quintero, 2013)

Para el montaje del prototipo se utilizarán varias configuraciones del PIC, divididas en varias etapas: (Quintero, 2013)

- A. Etapa de sensores
- B. Etapa de movimiento
- C. Etapa de recolección

#### **3.2.2. Montaje de Hardware por etapas**

Para el montaje del prototipo se consideró varias etapas para su montaje. (Quintero, 2013)

### A. Etapa de sensores

Para el montaje de la etapa fue necesario utilizar las funciones: (Quintero, 2013)

Detalle	Característica
PulsOut SENSOR_XX,10	Configuración lanzamiento señal (envío)
PulsIn ECO_XX,1,MED_XX	Configuración retorno señal (eco)
MED_XX = MED_XX/6	Configuración dato de medición a centímetros

**TABLA 3.1 Tabla de funciones (Sensores)**

De esta manera se leen los datos enviados por los receptores. (Quintero, 2013)

```
PULSOUT SENSOR_AD,10
PULSIN ECO_AD,1,MED_AD
MED_AD = MED_AD/6

PULSOUT SENSOR_DR,10
PULSIN ECO_DR,1,MED_DR
MED_DR = MED_DR/6

PULSOUT SENSOR_IZ,10
PULSIN ECO_IZ,1,MED_IZ
MED_IZ = MED_IZ/6
```



**FIG. 3.12 Reconocimiento de sensores de proximidad**

Fuente: (Quintero, 2013)

### B. Etapa de movimiento

Para el montaje de la etapa fue necesario utilizar las funciones: (Quintero, 2013)

Detalle	Característica
high portd.0	Configuración rueda derecha
low portd.1	
high portd.2	Configuración rueda izquierda
low portd.3	

**TABLA 3.2 Tabla de funciones (Movimiento)**

De esta manera se consigue la operatividad de los motores DC. (Quintero, 2013)



FIG. 3.13 Operatividad motores DC

Fuente: (Quintero, 2013)

### C. Etapa de recolección

Para el montaje de la etapa fue necesario utilizar las funciones “for n=50 to 210 step 1; pulsout porta.0,n; pause 10; next n; for n=210 to 50 step -1; pulsout porta.0,n; pause 10; next n; pause 100”, de esta manera se consigue la frecuencia de oscilación para el servomotor. (Quintero, 2013)



FIG. 3.14 Operatividad Servomotor

Fuente: (Quintero, 2013)

### 3.2.3. Montaje de Software

Como inicio del programa se realiza la declaración del PIC16F877A; el puerto A se lo transforma de analógico a digital, el cual será utilizado para el control del servomotor, y la declaración de las diferentes variables que se van a utilizar, como VAR, WORD, BYTE. (Quintero, 2013)

Cada variable tiene diferente capacidad de almacenamiento, como la variable WORD es capaz de asignar un tamaño de 16 bits, y la variable BYTE es capaz de asignar un tamaño de 8 bits. (Quintero, 2013)

```

12 DEFINE OSC 4
13
14 CMCON=7
15
16 DEFINE LCD_DREG PORTB
17 DEFINE LCD_DBIT 4
18 DEFINE LCD_RSREG PORTB
19 DEFINE LCD_RSBIT 2
20 DEFINE LCD_EREG PORTB
21 DEFINE LCD_EBIT 3
22
23 TRISA=%00000000
24 PORTA=0
25
26 TRISB=%00000010
27 PORTB=0
28
29 TRISC=%10101010
30 PORTC=0
31
32 TRISD=%00000000
33 PORTD=0
34
35 EMISOR_F VAR PORTC.0
36 EMISOR_D VAR PORTC.2
37 EMISOR_I VAR PORTC.4
38 EMISOR_O VAR PORTC.6
39
40 RECEPTOR_F VAR PORTC.1
41 RECEPTOR_D VAR PORTC.3
42 RECEPTOR_I VAR PORTC.5

```

Se realiza la declaración de los puertos del LCD (DISPLAY), en el puerto B. (Quintero, 2013)

```
41 RECEPTOR_D VAR PORTC.3
42 RECEPTOR_I VAR PORTC.5
43 RECEPTOR_O VAR PORTC.7
44
45 RUEDA1_I VAR PORTD.0
46 RUEDA2_I VAR PORTD.1
47 RUEDA1_D VAR PORTD.2
48 RUEDA2_D VAR PORTD.3
49
50 RECOGE1 VAR PORTA.0
51 RECOGE2 VAR PORTA.1
52 RECOGE3 VAR PORTA.2
53 RECOGE4 VAR PORTA.3
54
55 SERVO VAR PORTB.0
56
57 INFRAROJO VAR PORTB.1
58
59 FRENTE VAR WORD
60 DERECHA VAR WORD
61 IZQUIERDA VAR WORD
62 OBJETO VAR WORD
63
64 X VAR BYTE
```

Se realiza la configuración de los puertos A, C, D; el puerto B será utilizado para la visualización del LCD (DISPLAY), las variables EMISOR\_X es utilizada para el disparo del sensor de proximidad, las variables RECEPTOR\_X es utilizada para realizar la lectura de la señal del choque de la primera contra un objeto (ECO) y así obtener el dato de las distancias a las que se encuentra el prototipo de sus obstáculos más cercanos. (Quintero, 2013)

```

66 LCDOUT $FE,1
67 LCDOUT , "...INICIANDO..."
68
69 PAUSE 1000
70
71 LCDOUT $FE,1
72 LCDOUT , "....."
73
74 PAUSE 100
75     LCDOUT $FE,1," DETECTANDO  "
76     LCDOUT $FE,$C0," ESPERE....  "
77 PAUSE 500
78 '//////////////////////////////////DETECTA POSICION PARA INICIAR//////////////////////////////////
79 DETECTA_POSICION:
80     LCDOUT $FE,1,"          "
81     LCDOUT $FE,$C9,"DER:",DEC DERECHA
82     LCDOUT $FE,$C0,"IZQ:",DEC IZQUIERDA
83
84     PULSOUT EMISOR_D,10
85     PULSIN RECEPTOR_D,1,DERECHA
86     DERECHA = DERECHA / 6
87
88     PULSOUT EMISOR_I,10
89     PULSIN RECEPTOR_I,1,IZQUIERDA
90     IZQUIERDA = IZQUIERDA / 6
91
92     IF IZQUIERDA >= 15 AND IZQUIERDA <= 40 THEN
93         LCDOUT $FE,1,"****DETECTADO****"
94         LCDOUT $FE,$C0,"****POSICION****"
95         PAUSE 2000
96         GOTO INICIO1
97
98     ENDIF
99
100    IF DERECHA >= 15 AND DERECHA <= 40 THEN
101        LCDOUT $FE,1,"****DETECTADO****"
102        LCDOUT $FE,$C0,"****POSICION****"
103        PAUSE 2000
104        GOTO INICIO2
105    ENDIF
106 GOTO DETECTA_POSICION
107

```

Se realiza la medición de los sensores de proximidad, delantero, derecho e izquierdo y se muestra en el LCD (DISPLAY) los datos de las mediciones, para que se analicen y conforme a los resultados, el prototipo se trasladará hacia adelante o se reubicará para poder proseguir. (Quintero, 2013)

```

108 '////////////////////////////////////izquierda////////////////////////////////////
109 INICIO1:
110
111     PULSOUT EMISOR_F,10
112     PULSIN RECEPTOR_F,1,FRENTE
113     FRENTE = FRENTE / 6
114
115 '     PULSOUT EMISOR_D,10
116 '     PULSIN RECEPTOR_D,1,DERECHA
117 '     DERECHA = DERECHA / 6
118
119     PULSOUT EMISOR_I,10
120     PULSIN RECEPTOR_I,1,IZQUIERDA
121     IZQUIERDA = IZQUIERDA / 6
122
123     PULSOUT EMISOR_O,10
124     PULSIN RECEPTOR_O,1,OBJETO
125     OBJETO = OBJETO / 6
126
127     LCDOUT $FE,1,"IFRE:",DEC FRENTE,"  OBJ:",DEC OBJETO
128     LCDOUT $FE,$C9,"DER:",DEC DERECHA
129     LCDOUT $FE,$C0,"IZQ:",DEC IZQUIERDA
130
131     LOW RUEDA1_I
132     HIGH RUEDA2_I
133     LOW RUEDA1_D
134     HIGH RUEDA2_D
135
136     PORTA=0
137
138     IF (IZQUIERDA >= 1 AND IZQUIERDA <=20) THEN
139
140         LCDOUT $FE,1,"    SALE DE    "
141         LCDOUT $FE,$C0,"    PARED.    "
142         LOW RUEDA1_I : LOW RUEDA2_I : LOW RUEDA1_D : LOW RUEDA2_D
143         PAUSE 500
144         GOTO SALE1
145     ELSE
146         LOW RUEDA1_I
147         HIGH RUEDA2_I
148         LOW RUEDA1_D
149         HIGH RUEDA2_D
150     ENDIF
151
152     IF (IZQUIERDA >= 30 AND IZQUIERDA <= 255) THEN
153
154         LCDOUT $FE,1,"    ENTRA DE    "
155         LCDOUT $FE,$C0,"    PARED.    "
156         LOW RUEDA1_I : LOW RUEDA2_I : LOW RUEDA1_D : LOW RUEDA2_D
157         PAUSE 500
158         GOTO ENTRA1
159     ELSE
160         LOW RUEDA1_I
161         HIGH RUEDA2_I
162         LOW RUEDA1_D
163         HIGH RUEDA2_D
164     ENDIF
165
166     IF (FRENTE >= 8 AND FRENTE <= 25) THEN
167
168         LCDOUT $FE,1,"    PARED    "
169         LCDOUT $FE,$C0,"    DETECTADA    "
170         LOW RUEDA1_I : LOW RUEDA2_I : LOW RUEDA1_D : LOW RUEDA2_D
171         PAUSE 500
172         GOTO PARED_I

```

```

170     ELSE
171         LOW RUEDA1_I
172         HIGH RUEDA2_I
173         LOW RUEDA1_D
174         HIGH RUEDA2_D
175     ENDIF
176
177     IF (OBJETO >= 5 AND OBJETO <= 18) THEN 'SENSA BASURA
178         LCDOUT $FE,1,"   DETECTADO   "
179         LCDOUT $FE,$C0,"   BASURA   "
180         LOW RUEDA1_I
181         HIGH RUEDA2_I
182         LOW RUEDA1_D
183         HIGH RUEDA2_D
184         PAUSE 500
185         GOTO RECOGER1
186     ENDIF
187
188     IF INFRAROJO = 0 THEN
189         LCDOUT $FE,1,"   DETECTADO   "
190         LCDOUT $FE,$C0,"   BASURA   "
191         LOW RUEDA1_I
192         HIGH RUEDA2_I
193         LOW RUEDA1_D
194         HIGH RUEDA2_D
195         PAUSE 500
196         GOTO RECOGER1
197     ENDIF
198
199     GOTO INICIO1
200
201     '//////////////////SALE//////////////////
202     SALE1:
203
204     PULSOUT EMISOR_I,10
205     PULSIN RECEPTOR_I,1,IZQUIERDA
206     IZQUIERDA = IZQUIERDA / 6
207
208     PULSOUT EMISOR_O,10
209     PULSIN RECEPTOR_O,1,OBJETO
210     OBJETO = OBJETO / 6
211
212     '         LCDOUT $FE,1,"   SALE DE   "
213     '         LCDOUT $FE,$C0,"   PARED.   "
214
215     LOW RUEDA1_I
216     HIGH RUEDA2_I
217     LOW RUEDA1_D
218     LOW RUEDA2_D
219
220     IF IZQUIERDA >= 21 THEN
221         LOW RUEDA1_I
222         LOW RUEDA2_I
223         LOW RUEDA1_D
224         LOW RUEDA2_D
225         PAUSE 500
226         LCDOUT $fe,1
227         GOTO INICIO1
228     ENDIF
229
230     IF (OBJETO >= 5 AND OBJETO <= 18) THEN 'SENSA BASURA
231         LCDOUT $FE,1,"   DETECTADO   "

```

```

232             LCDOUT $FE,$C0,"      BASURA      "
233     LOW RUEDA1_I
234     HIGH RUEDA2_I
235     LOW RUEDA1_D
236     HIGH RUEDA2_D
237     PAUSE 300
238     GOTO RECOGER1
239 ENDIF
240
241 IF INFRAROJO = 0 THEN
242     LCDOUT $FE,1,"      DETECTADO      "
243     LCDOUT $FE,$C0,"      BASURA      "
244     LOW RUEDA1_I
245     HIGH RUEDA2_I
246     LOW RUEDA1_D
247     HIGH RUEDA2_D
248     PAUSE 300
249     GOTO RECOGER1
250 ENDIF
251
252
253 PAUSE 250
254
255 PULSOUT EMISOR_I,10
256 PULSIN RECEPTOR_I,1,IZQUIERDA
257 IZQUIERDA = IZQUIERDA / 6
258
259 PULSOUT EMISOR_O,10
260 PULSIN RECEPTOR_O,1,OBJETO
261 OBJETO = OBJETO / 6
262
263 '      LCDOUT $FE,1,"      SALE DE      "
264 '      LCDOUT $FE,$C0,"      PARED.      "
265
266     LOW RUEDA1_I
267     LOW RUEDA2_I
268     LOW RUEDA1_D
269     LOW RUEDA2_D
270
271 IF IZQUIERDA >= 21 THEN
272     LOW RUEDA1_I
273     LOW RUEDA2_I
274     LOW RUEDA1_D
275     LOW RUEDA2_D
276     PAUSE 500
277     LCDOUT $fe,1
278     GOTO INICIO1
279 ENDIF
280
281 IF (OBJETO >= 5 AND OBJETO <= 18) THEN 'SENSA BASURA
282     LCDOUT $FE,1,"      DETECTADO      "
283     LCDOUT $FE,$C0,"      BASURA      "
284     LOW RUEDA1_I
285     HIGH RUEDA2_I
286     LOW RUEDA1_D
287     HIGH RUEDA2_D
288     PAUSE 300
289     GOTO RECOGER1
290 ENDIF
291
292 IF INFRAROJO = 0 THEN
293     LCDOUT $FE,1,"      DETECTADO      "

```

```

294             LCDOUT $FE,$C0,"      BASURA      "
295     LOW RUEDA1_I
296     HIGH RUEDA2_I
297     LOW RUEDA1_D
298     HIGH RUEDA2_D
299     PAUSE 300
300     GOTO RECOGER1
301 ENDIF
302
303 PAUSE 500
304
305 GOTO SALE1
306
307 '//////////ENTRA//////////
308 ENTRA1:
309
310     PULSOUT EMISOR_I,10
311     PULSIN RECEPTOR_I,1,IZQUIERDA
312     IZQUIERDA = IZQUIERDA / 6
313
314     PULSOUT EMISOR_O,10
315     PULSIN RECEPTOR_O,1,OBJETO
316     OBJETO = OBJETO / 6
317
318 '           LCDOUT $FE,1,"      ENTRA DE      "
319 '           LCDOUT $FE,$C0,"      PARED.      "
320
321     LOW RUEDA1_I
322     LOW RUEDA2_I
323     LOW RUEDA1_D
324     HIGH RUEDA2_D
325
326     IF IZQUIERDA <= 29 THEN
327         LOW RUEDA1_I
328         LOW RUEDA2_I
329         LOW RUEDA1_D
330         LOW RUEDA2_D
331         PAUSE 500
332         LCDOUT $fe,1
333         GOTO INICIO1
334     ENDIF
335
336     IF (OBJETO >= 5 AND OBJETO <= 18) THEN 'SENSA BASURA
337         LCDOUT $FE,1,"      DETECTADO      "
338         LCDOUT $FE,$C0,"      BASURA      "
339         LOW RUEDA1_I
340         HIGH RUEDA2_I
341         LOW RUEDA1_D
342         HIGH RUEDA2_D
343         PAUSE 300
344         GOTO RECOGER1
345     ENDIF
346
347     IF INFRAROJO = 0 THEN
348         LCDOUT $FE,1,"      DETECTADO      "
349         LCDOUT $FE,$C0,"      BASURA      "
350         LOW RUEDA1_I
351         HIGH RUEDA2_I
352         LOW RUEDA1_D
353         HIGH RUEDA2_D
354         PAUSE 300
355         GOTO RECOGER1

```

```

356     ENDIF
357
358 PAUSE 250
359
360 PULSOUT EMISOR_I,10
361 PULSIN RECEPTOR_I,1,IZQUIERDA
362 IZQUIERDA = IZQUIERDA / 6
363
364 PULSOUT EMISOR_O,10
365 PULSIN RECEPTOR_O,1,OBJETO
366 OBJETO = OBJETO / 6
367
368 '          LCDOUT $FE,1,"   ENTRA DE   "
369 '          LCDOUT $FE,$C0,"   PARED.   "
370
371     LOW RUEDA1_I
372     LOW RUEDA2_I
373     LOW RUEDA1_D
374     LOW RUEDA2_D
375
376     IF IZQUIERDA <= 29 THEN
377         LOW RUEDA1_I
378         LOW RUEDA2_I
379         LOW RUEDA1_D
380         LOW RUEDA2_D
381         PAUSE 500
382         LCDOUT $fe,1
383         GOTO INICIO1
384     ENDIF
385
386     IF (OBJETO >= 5 AND OBJETO <= 18) THEN 'SENSA BASURA
387         LCDOUT $FE,1,"   DETECTADO   "
388         LCDOUT $FE,$C0,"   BASURA   "
389         LOW RUEDA1_I
390         HIGH RUEDA2_I
391         LOW RUEDA1_D
392         HIGH RUEDA2_D
393         PAUSE 300
394         GOTO RECOGER1
395     ENDIF
396
397     IF INFRAROJO = 0 THEN
398         LCDOUT $FE,1,"   DETECTADO   "
399         LCDOUT $FE,$C0,"   BASURA   "
400         LOW RUEDA1_I
401         HIGH RUEDA2_I
402         LOW RUEDA1_D
403         HIGH RUEDA2_D
404         PAUSE 300
405         GOTO RECOGER1
406     ENDIF
407
408 PAUSE 500
409
410 GOTO ENTRA1
411
412 '//////////RECOGER//////////
413 RECOGER1:
414
415     LOW RUEDA1_I : LOW RUEDA2_I : LOW RUEDA1_D : LOW RUEDA2_D
416     LCDOUT $FE,1,"   RECOGIENDO   "
417     LCDOUT $FE,$C0,"   BASURA   "

```

```

418             PAUSE 1000
419             PORTA = 5 'HIGH RECOGE1 : LOW RECOGE2 : HIGH RECOGE3 : LOW RECOGE4
420             PAUSE 2500
421             PORTA = 0 'LOW RECOGE1 : LOW RECOGE2 : LOW RECOGE3 : LOW RECOGE4
422             PAUSE 1000
423
424             FOR X = 0 TO 100 STEP 1
425                 PULSOUT SERVO,183
426                 PAUSE 10
427             NEXT
428
429             FOR X = 0 TO 30 STEP 1
430                 PULSOUT SERVO,125
431                 PAUSE 10
432             NEXT
433
434             FOR X = 0 TO 30 STEP 1
435                 PULSOUT SERVO,75
436                 PAUSE 10
437             NEXT
438
439             FOR X = 0 TO 100 STEP 1
440                 PULSOUT SERVO,50
441                 PAUSE 10
442             NEXT
443
444             PAUSE 10
445             LCDOUT $fe,1
446
447 GOTO INICIO1
448

```

Se realiza la medición del sensor delantero, izquierdo y objetos, para realizar el desplazamiento delantero, al desplazarse compara el cambio de distancia al lado izquierdo y delantero, y continuar con su desplazamiento, se compara el cambio de distancia del objeto para ser recolectado, de ser necesario y volver al inicio. (Quintero, 2013)

```

449 '////////////////////PARED IZQUIERDA////////////////////////////////////
450 PARED_I:
451
452     PULSOUT EMISOR_F,10
453     PULSIN RECEPTOR_F,1,FRENTE
454     FRENTE = FRENTE / 6
455
456     LCDOUT $FE,1,"   PARED   ",DEC FRENTE
457     LCDOUT $FE,$C0,"   DETECTADA   "
458     LOW RUEDA1_I
459     HIGH RUEDA2_I
460     LOW RUEDA1_D
461     LOW RUEDA2_D
462
463     IF ((FRENTE >= 26 AND FRENTE <= 255)) OR ((FRENTE >= 0 AND FRENTE <= 1)) THEN
464         LCDOUT $FE,1,"   LIBRE DE   "
465         LCDOUT $FE,$C0,"   OBSTACULOS   "
466         LOW RUEDA1_I : LOW RUEDA2_I : LOW RUEDA1_D : LOW RUEDA2_D
467         PAUSE 500
468         LCDOUT $fe,1
469         GOTO INICIO1
470     ENDIF
471
472 GOTO PARED_I
473

```

Se realiza la medición del sensor delantero, de encontrar una pared u obstáculo este procede a detenerse y volver a la medición izquierda o derecha. (Quintero, 2013)

```

474 '////////////////////////////////////derecha////////////////////////////////////
475 INICIO2:
476
477     PULSOUT EMISOR_F,10
478     PULSIN RECEPTOR_F,1,FRENTE
479     FRENTE = FRENTE / 6
480
481     PULSOUT EMISOR_D,10
482     PULSIN RECEPTOR_D,1,DERECHA
483     DERECHA = DERECHA / 6
484
485 '     PULSOUT EMISOR_I,10
486 '     PULSIN RECEPTOR_I,1,IZQUIERDA
487 '     IZQUIERDA = IZQUIERDA / 6
488
489     PULSOUT EMISOR_O,10
490     PULSIN RECEPTOR_O,1,OBJETO
491     OBJETO = OBJETO / 6
492
493     LCDOUT $FE,1,"DFRE:",DEC FRENTE,"  OBJ:",DEC OBJETO
494     LCDOUT $FE,$C9,"DER:",DEC DERECHA
495     LCDOUT $FE,$C0,"IZQ:",DEC IZQUIERDA
496
497     LOW RUEDA1_I
498     HIGH RUEDA2_I
499     LOW RUEDA1_D
500     HIGH RUEDA2_D
501
502     PORTA = 0 'LOW RECOGE1 : LOW RECOGE2 : LOW RECOGE3 : LOW RECOGE4
503
504     IF (DERECHA >= 30 AND DERECHA <= 255) THEN ' si se sale del rango vuelve

```

```

505     LCDOUT $FE,1,"     ENTRA DE     "
506     LCDOUT $FE,$C0,"     PARED.     "
507     LOW RUEDA1_I : LOW RUEDA2_I : LOW RUEDA1_D : LOW RUEDA2_D
508     PAUSE 500
509     GOTO ENTRA2
510 ELSE
511     LOW RUEDA1_I
512     HIGH RUEDA2_I
513     LOW RUEDA1_D
514     HIGH RUEDA2_D
515 ENDIF
516
517 IF (DERECHA >= 1 AND DERECHA <= 20) THEN ' si se esta por chocar a la derech
518     LCDOUT $FE,1,"     SALE DE     "
519     LCDOUT $FE,$C0,"     PARED.     "
520     LOW RUEDA1_I : LOW RUEDA2_I : LOW RUEDA1_D : LOW RUEDA2_D
521     PAUSE 500
522     GOTO SALE2
523 ELSE
524     LOW RUEDA1_I
525     HIGH RUEDA2_I
526     LOW RUEDA1_D
527     HIGH RUEDA2_D
528 ENDIF
529
530 IF (FRENTE >= 8 AND FRENTE <= 25) THEN ' gira a la izquierda
531     LCDOUT $FE,1,"     PARED     "
532     LCDOUT $FE,$C0,"     DETECTADA  "
533     LOW RUEDA1_I
534     LOW RUEDA2_I
535     LOW RUEDA1_D
536     LOW RUEDA2_D
537     PAUSE 500
538 ELSE
539     LOW RUEDA1_I
540     HIGH RUEDA2_I
541     LOW RUEDA1_D
542     HIGH RUEDA2_D
543     GOTO PARED_D
544 ENDIF
545
546 IF (OBJETO >= 5 AND OBJETO <= 18) THEN 'SENSA BASURA
547     LCDOUT $FE,1,"     DETECTADO  "
548     LCDOUT $FE,$C0,"     BASURA   "
549     LOW RUEDA1_I
550     HIGH RUEDA2_I
551     LOW RUEDA1_D
552     HIGH RUEDA2_D
553     PAUSE 500
554     GOTO RECOGER2
555 ENDIF
556
557 IF INFRAROJO = 0 THEN
558     LCDOUT $FE,1,"     DETECTADO  "
559     LCDOUT $FE,$C0,"     BASURA   "
560     LOW RUEDA1_I
561     HIGH RUEDA2_I
562     LOW RUEDA1_D
563     HIGH RUEDA2_D
564     PAUSE 500
565     GOTO RECOGER2
566 ENDIF

```

```

567
568 GOTO INICIO2
569
570 '////////////////////////SALE////////////////////////////////////
571 SALE2:
572
573     PULSOUT EMISOR_D,10
574     PULSIN RECEPTOR_D,1,DERECHA
575     DERECHA = DERECHA / 6
576
577     PULSOUT EMISOR_O,10
578     PULSIN RECEPTOR_O,1,OBJETO
579     OBJETO = OBJETO / 6
580
581 '         LCDOUT $FE,1,"    SALE DE    "
582 '         LCDOUT $FE,$C0,"    PARED.    "
583
584     LOW RUEDA1_I
585     LOW RUEDA2_I
586     LOW RUEDA1_D
587     HIGH RUEDA2_D
588
589     IF DERECHA >= 21 THEN
590         LOW RUEDA1_I
591         LOW RUEDA2_I
592         LOW RUEDA1_D
593         LOW RUEDA2_D
594         PAUSE 500
595         LCDOUT $fe,1
596         GOTO INICIO2
597     ENDIF
598
599     IF (OBJETO >= 5 AND OBJETO <= 18) THEN 'SENSA BASURA
600         LCDOUT $FE,1,"    DETECTADO    "
601         LCDOUT $FE,$C0,"    BASURA    "
602         LOW RUEDA1_I
603         HIGH RUEDA2_I
604         LOW RUEDA1_D
605         HIGH RUEDA2_D
606         PAUSE 300
607         GOTO RECOGER2
608     ENDIF
609
610     IF INFRAROJO = 0 THEN
611         LCDOUT $FE,1,"    DETECTADO    "
612         LCDOUT $FE,$C0,"    BASURA    "
613         LOW RUEDA1_I
614         HIGH RUEDA2_I
615         LOW RUEDA1_D
616         HIGH RUEDA2_D
617         PAUSE 300
618         GOTO RECOGER2
619     ENDIF
620
621 PAUSE 250
622
623     PULSOUT EMISOR_D,10
624     PULSIN RECEPTOR_D,1,DERECHA
625     DERECHA = DERECHA / 6
626
627     PULSOUT EMISOR_O,10
628     PULSIN RECEPTOR_O,1,OBJETO

```

```

629 OBJETO = OBJETO / 6
630
631 ' LCDOUT $FE,1," SALE DE "
632 ' LCDOUT $FE,$C0," PARED. "
633
634 LOW RUEDA1_I
635 LOW RUEDA2_I
636 LOW RUEDA1_D
637 LOW RUEDA2_D
638
639 IF DERECHA >= 21 THEN
640 LOW RUEDA1_I
641 LOW RUEDA2_I
642 LOW RUEDA1_D
643 LOW RUEDA2_D
644 PAUSE 500
645 LCDOUT $fe,1
646 GOTO INICIO2
647 ENDIF
648
649 IF (OBJETO >= 5 AND OBJETO <= 18) THEN 'SENSA BASURA
650 LCDOUT $FE,1," DETECTADO "
651 LCDOUT $FE,$C0," BASURA "
652 LOW RUEDA1_I
653 HIGH RUEDA2_I
654 LOW RUEDA1_D
655 HIGH RUEDA2_D
656 PAUSE 300
657 GOTO RECOGER2
658 ENDIF
659
660 IF INFRAROJO = 0 THEN
661 LCDOUT $FE,1," DETECTADO "
662 LCDOUT $FE,$C0," BASURA "
663 LOW RUEDA1_I
664 HIGH RUEDA2_I
665 LOW RUEDA1_D
666 HIGH RUEDA2_D
667 PAUSE 300
668 GOTO RECOGER2
669 ENDIF
670
671 PAUSE 500
672
673 GOTO SALE2
674

```

Se realiza la medición del sensor delantero, derecho y objetos, para realizar el desplazamiento delantero, al desplazarse compara el cambio de distancia al lado derecho y delantero, y continuar con su desplazamiento, se compara el cambio de distancia del objeto para ser recolectado, de ser necesario y volver al inicio. (Quintero, 2013)

```

675 '//////////ENTRA//////////
676 ENTRA2:
677
678     PULSOUT EMISOR_D,10
679     PULSIN RECEPTOR_D,1,DERECHA
680     DERECHA = DERECHA / 6
681
682     PULSOUT EMISOR_O,10
683     PULSIN RECEPTOR_O,1,OBJETO
684     OBJETO = OBJETO / 6
685
686 '         LCDOUT $FE,1,"   ENTRA DE   "
687 '         LCDOUT $FE,$C0,"   PARED.   "
688
689     LOW RUEDA1_I
690     HIGH RUEDA2_I
691     LOW RUEDA1_D
692     LOW RUEDA2_D
693
694     IF DERECHA <= 29 THEN
695         LOW RUEDA1_I
696         LOW RUEDA2_I
697         LOW RUEDA1_D
698         LOW RUEDA2_D
699         LCDOUT $fe,1
700         PAUSE 500
701         GOTO INICIO2
702     ENDIF
703
704
705     IF (OBJETO >= 5 AND OBJETO <= 18) THEN 'SENSA BASURA
706
707         LCDOUT $FE,1,"   DETECTADO   "
708         LCDOUT $FE,$C0,"   BASURA   "
709
710         LOW RUEDA1_I
711         HIGH RUEDA2_I
712         LOW RUEDA1_D
713         HIGH RUEDA2_D
714         PAUSE 300
715         GOTO RECOGER2
716     ENDIF
717
718     IF INFRAROJO = 0 THEN
719         LCDOUT $FE,1,"   DETECTADO   "
720         LCDOUT $FE,$C0,"   BASURA   "
721
722         LOW RUEDA1_I
723         HIGH RUEDA2_I
724         LOW RUEDA1_D
725         HIGH RUEDA2_D
726         PAUSE 300
727         GOTO RECOGER2
728     ENDIF
729
730     PAUSE 250
731
732     PULSOUT EMISOR_D,10
733     PULSIN RECEPTOR_D,1,DERECHA
734     DERECHA = DERECHA / 6
735
736     PULSOUT EMISOR_O,10
737     PULSIN RECEPTOR_O,1,OBJETO
738     OBJETO = OBJETO / 6
739

```

```

737 '          LCDOUT $FE,1,"  ENTRA DE  "
738 '          LCDOUT $FE,$C0,"    PARED.    "
739
740          LOW RUEDA1_I
741          LOW RUEDA2_I
742          LOW RUEDA1_D
743          LOW RUEDA2_D
744
745          IF DERECHA <= 29 THEN
746              LOW RUEDA1_I
747              LOW RUEDA2_I
748              LOW RUEDA1_D
749              LOW RUEDA2_D
750              LCDOUT $fe,1
751              PAUSE 500
752              GOTO INICIO2
753          ENDIF
754
755          IF (OBJETO >= 5 AND OBJETO <= 18) THEN 'SENSA BASURA
756              LCDOUT $FE,1,"  DETECTADO  "
757              LCDOUT $FE,$C0,"    BASURA    "
758              LOW RUEDA1_I
759              HIGH RUEDA2_I
760              LOW RUEDA1_D
761              HIGH RUEDA2_D
762              PAUSE 300
763              GOTO RECOGER2
764          ENDIF
765
766          IF INFRAROJO = 0 THEN
767              LCDOUT $FE,1,"  DETECTADO  "
768              LCDOUT $FE,$C0,"    BASURA    "
769              LOW RUEDA1_I
770              HIGH RUEDA2_I
771              LOW RUEDA1_D
772              HIGH RUEDA2_D
773              PAUSE 300
774              GOTO RECOGER2
775          ENDIF
776
777          PAUSE 500
778
779          GOTO ENTRA2
780          '//////////////////////////////////RECOGER//////////////////////////////////
781          RECOGER2:
782
783              LOW RUEDA1_I : LOW RUEDA2_I : LOW RUEDA1_D : LOW RUEDA2_D
784              LCDOUT $FE,1,"  RECOGIENDO  "
785              LCDOUT $FE,$C0,"    BASURA    "
786              PAUSE 1000
787              PORTA = 5 'HIGH RECOGE1 : LOW RECOGE2 : HIGH RECOGE3 : L
788              PAUSE 2500
789              PORTA = 0 'LOW RECOGE1 : LOW RECOGE2 : LOW RECOGE3 : LOW RECOGE4
790              PAUSE 1000
791
792              FOR X = 0 TO 100 STEP 1
793                  PULSOUT SERVO,183
794                  PAUSE 10
795              NEXT
796
797              FOR X = 0 TO 30 STEP 1
798                  PULSOUT SERVO,150

```

```

799         PAUSE 10
800     NEXT
801
802     FOR X = 0 TO 30 STEP 1
803         PULSOUT SERVO,100
804         PAUSE 10
805     NEXT
806
807     FOR X = 0 TO 100 STEP 1
808         PULSOUT SERVO,50
809         PAUSE 10
810     NEXT
811
812     PAUSE 10
813
814 GOTO INICIO2
815
816 '//////////PARED DERECHA//////////
817 PARED_D:
818
819     PULSOUT EMISOR_F,10
820     PULSIN RECEPTOR_F,1,FRENTE
821     FRENTE = FRENTE / 6
822
823     LCDOUT $FE,1,"  PARED  ", DEC FRENTE
824     LCDOUT $FE,$C0,"  DETECTADA  "
825
826     LOW RUEDA1_I
827     LOW RUEDA2_I
828     LOW RUEDA1_D
829     HIGH RUEDA2_D
830
831     IF ((FRENTE >= 26 AND FRENTE <= 255)) OR ((FRENTE >= 0 AND FRENTE <= 1)) THEN
832         LCDOUT $FE,1,"  LIBRE DE  "
833         LCDOUT $FE,$C0,"  OBSTACULOS  "
834         LOW RUEDA1_I : LOW RUEDA2_I : LOW RUEDA1_D : LOW RUEDA2_D
835         PAUSE 500
836         LCDOUT $fe,1
837         GOTO INICIO2
838     ENDIF
839
840 GOTO PARED_D
841
842 END

```

Se realiza la medición del sensor delantero, de encontrar una pared u obstáculo éste procede a detenerse y volver a la medición izquierda o derecha. (Quintero, 2013)

### 3.2.4. Montaje Mecánico

En las figuras 3.15, 3.16 se puede observar las bases del prototipo de robot recolector, que se montó en referencia a las dimensiones de la figura 3.11. En material de balsa. (Quintero, 2013)



FIG. 3.15 Laterales del prototipo (Balsa)

Fuente: (Quintero, 2013)

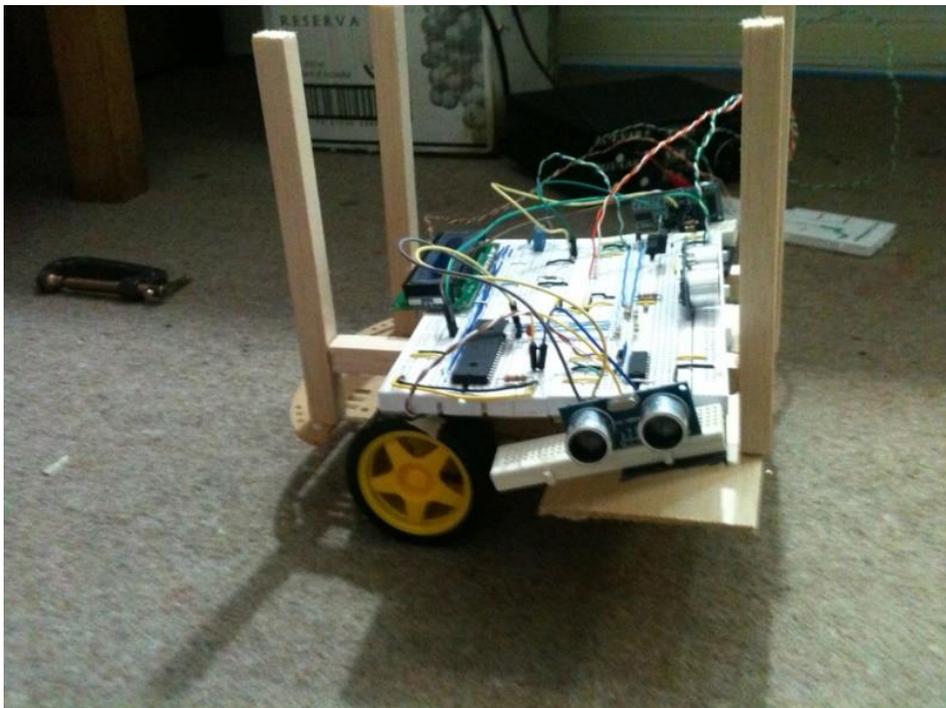


FIG. 3.16 Base del prototipo y protoboard (Balsa)

Fuente: (Quintero, 2013)



FIG. 3.17 Carcasa del prototipo (Balsa)

Fuente: (Quintero, 2013)



FIG. 3.18 Chasis del prototipo (Balsa)

Fuente: (Quintero, 2013)

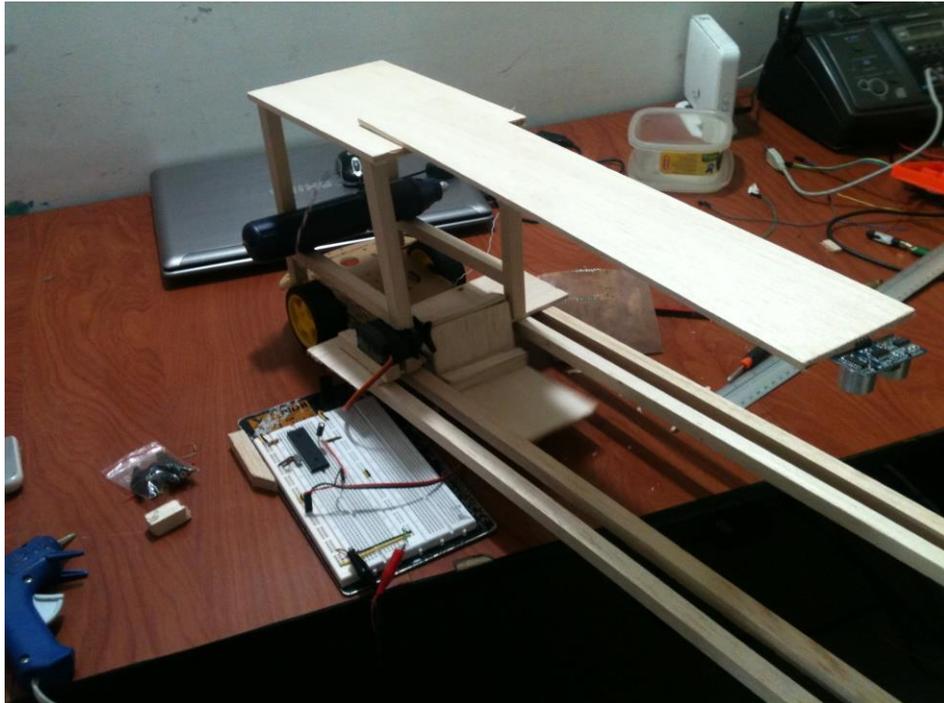


FIG. 3.19 Chasis del prototipo frontal (Balsa)

Fuente: (Quintero, 2013)



FIG. 3.20 Prototipo con escobillas (Balsa)

Fuente: (Quintero, 2013)

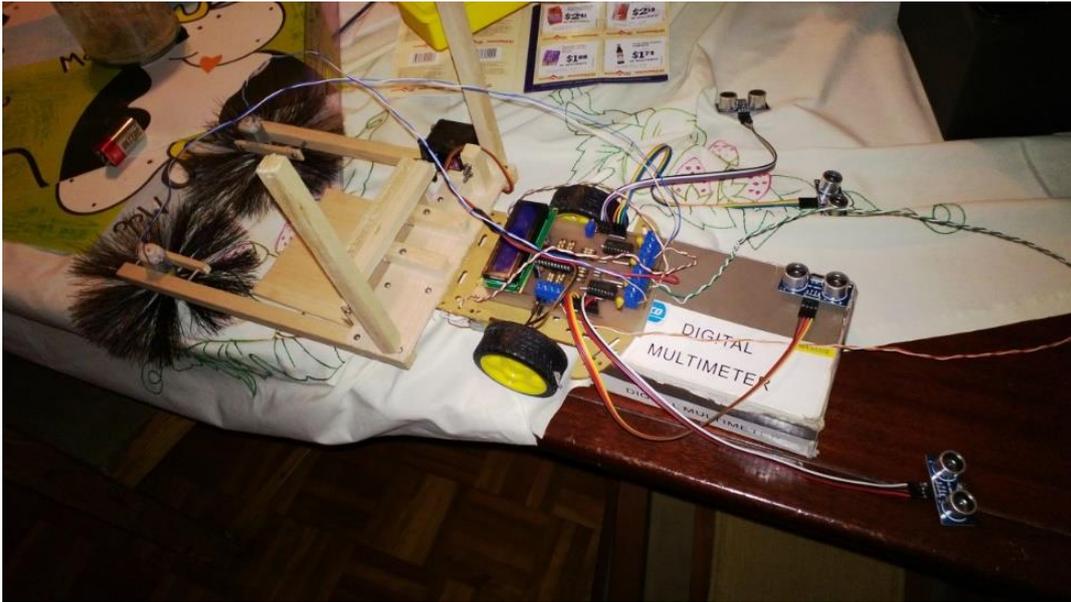


FIG. 3.21 Prototipo con escobillas, sensores y circuito electrónico (Balsa)

Fuente: (Quintero, 2013)

### **3.3. Implementación del prototipo de robot de tal manera que cumpla con todos los requerimientos propuestos en el diseño.**

#### **3.3.1. Implementación del Hardware del prototipo**

A continuación se muestra el diagrama PCB diseñado en base al esquema electrónico de la figura 3.5 y una presentación en tercera dimensión para una mayor comprensión del diseño. (Quintero, 2013)

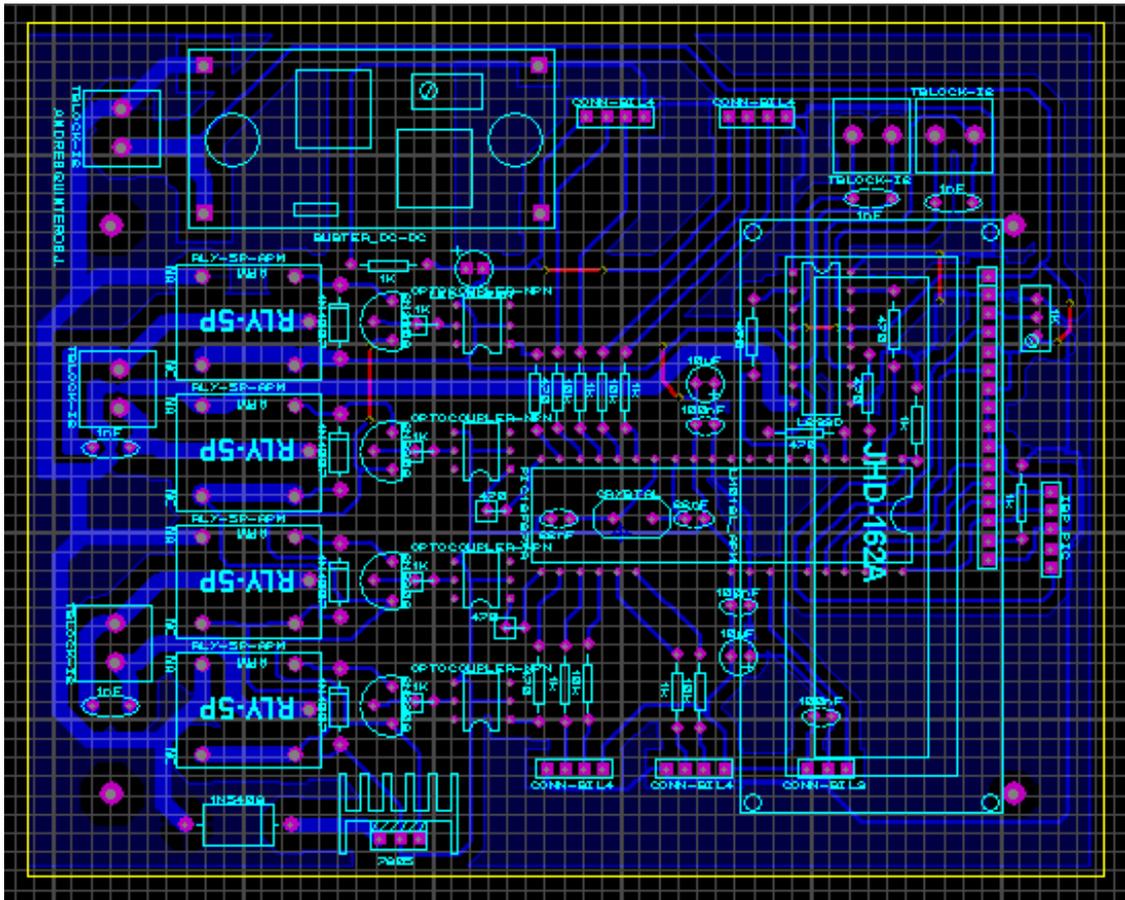


FIG. 3.22 Diseño PCB del prototipo de robot recolector

Fuente: (Quintero, 2013)

En las figuras 3.23 y 3.24 se puede apreciar el diseño del circuito electrónico del prototipo de robot recolector, con sus elementos a utilizar, tales como los sensores ultrasónicos, el microcontrolador, el LCD (DISPLAY) y las salidas hacia los distintos motores a utilizar. (Quintero, 2013)

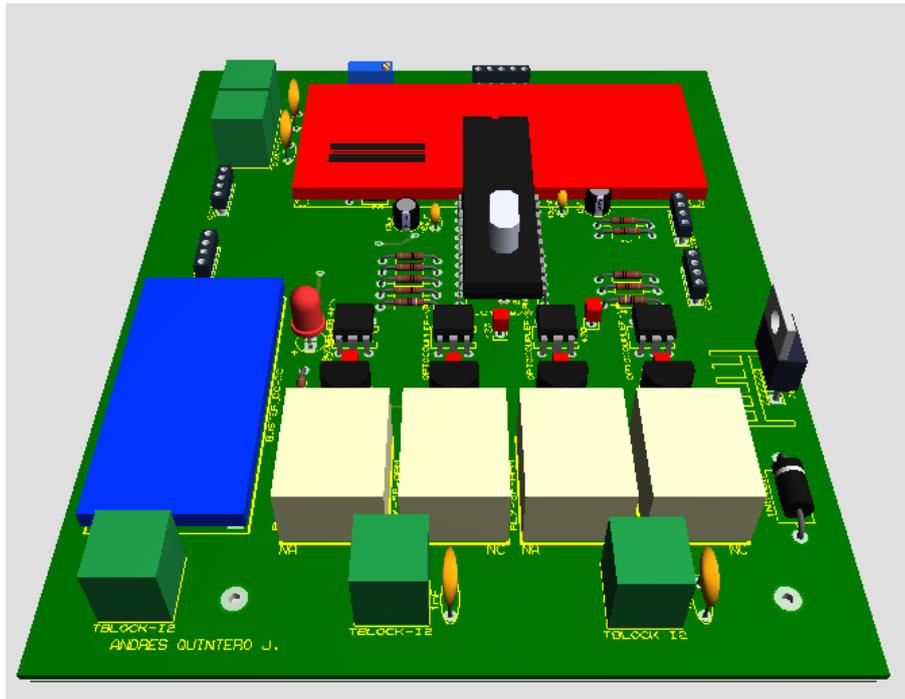


FIG. 3.23 Diseño del circuito electrónico del prototipo de robot recolector en 3D

Fuente: (Quintero, 2013)

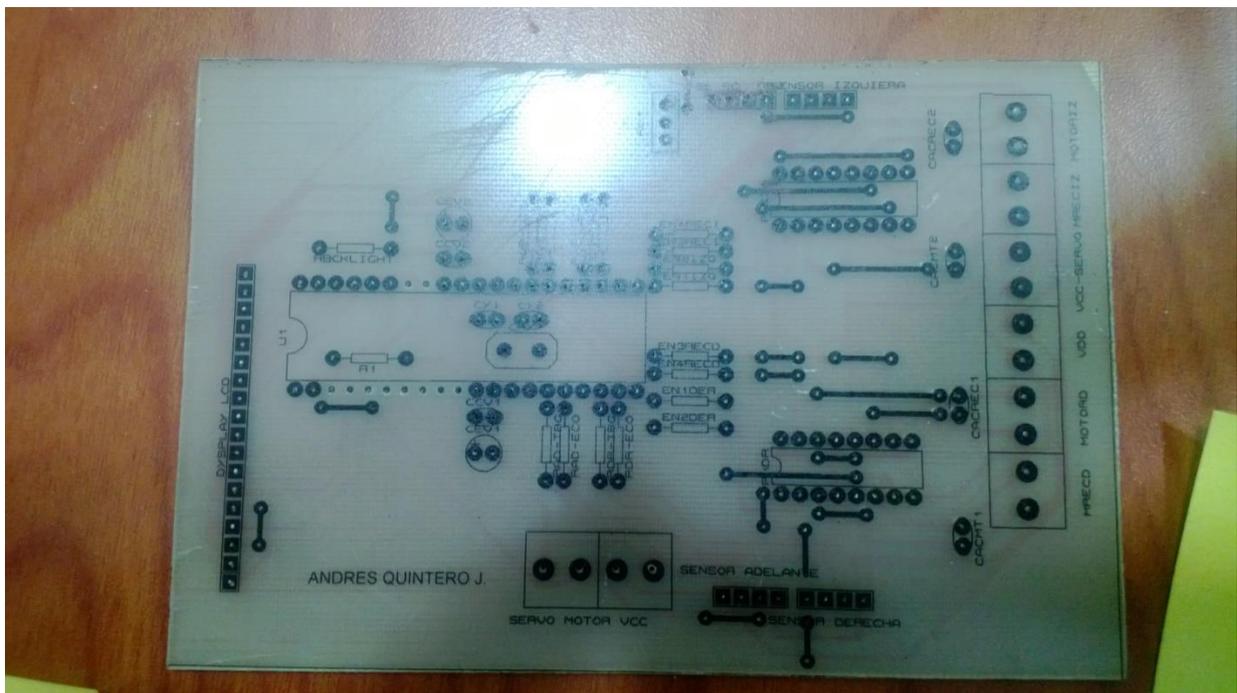


FIG. 3.24 Circuito electrónico del prototipo de robot recolector

Fuente: (Quintero, 2013)

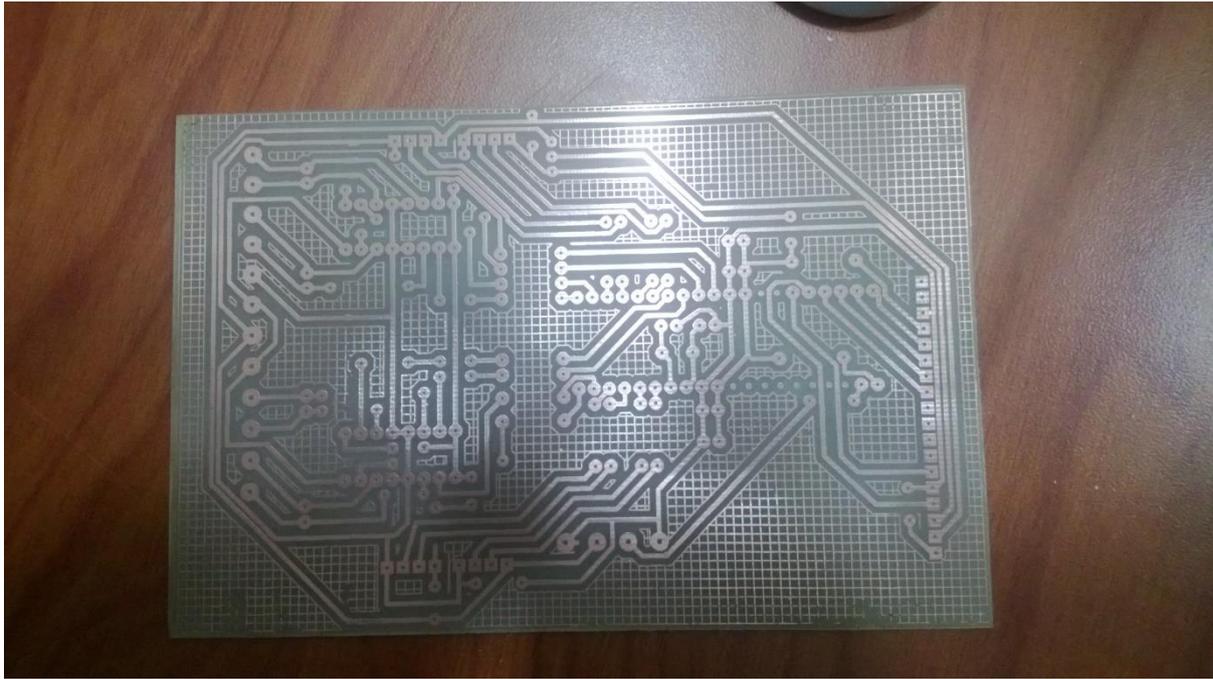


FIG. 3.25 Circuito electrónico del prototipo de robot recolector

Fuente: (Quintero, 2013)

### 3.3.2. Implementación del sistema

En las figuras 3.26, 3.27 se puede observar las bases del prototipo de robot recolector, que se montó en referencia a las dimensiones de la figura 3.11. (Quintero, 2013)



FIG. 3.26 Laterales del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)



FIG. 3.27 Base de motores del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)



FIG. 3.28 Techo del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)



FIG. 3.29 Carcasa del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)



FIG. 3.30 Bases del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)

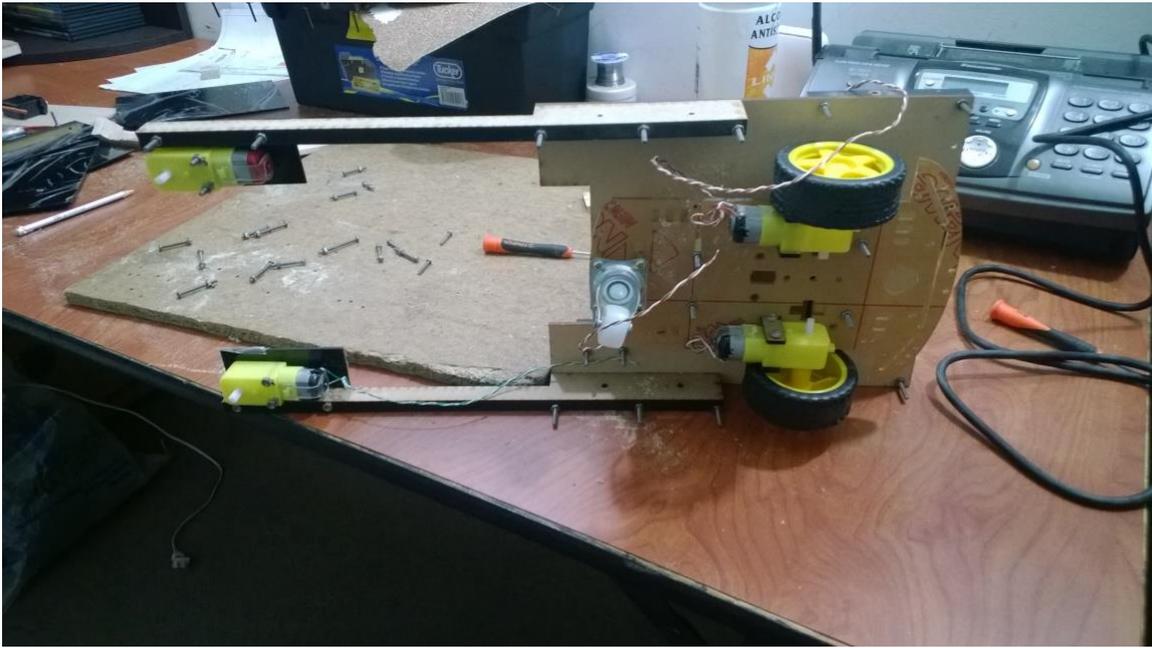


FIG. 3.31 Motores del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)

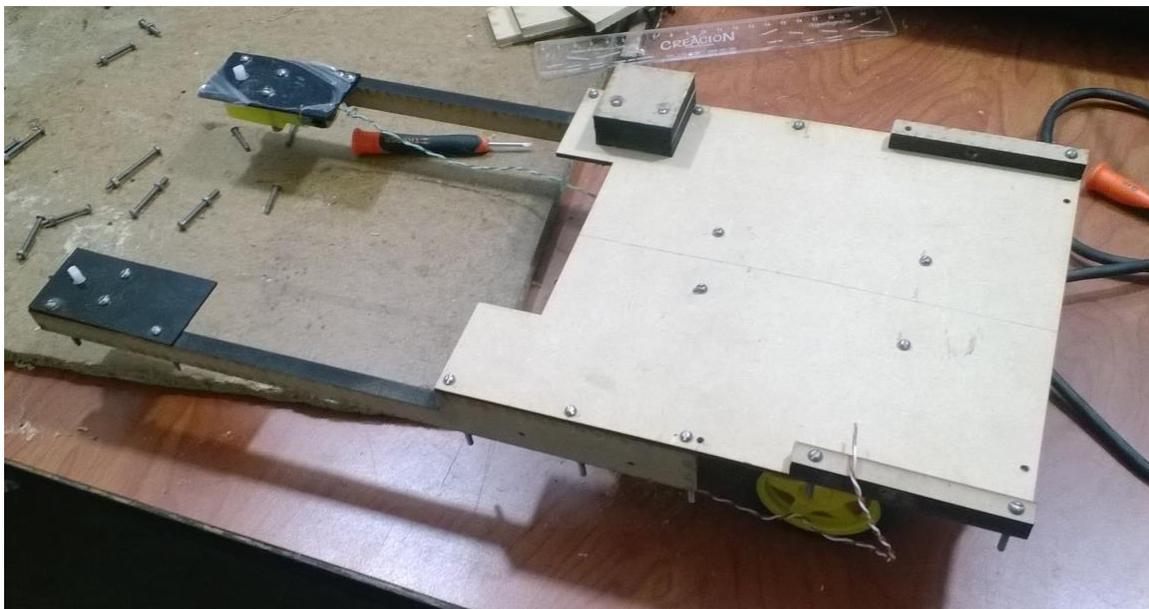


FIG. 3.32 Bases y laterales del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)



FIG. 3.33 Chasis del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)



FIG. 3.34 Pala del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)



FIG. 3.35 Chasis del prototipo

Fuente: (Quintero, 2013)

En las figuras 3.36, 3.37 se muestra la caja en la cual se encuentran ubicados los sensores de proximidad. (Quintero, 2013)

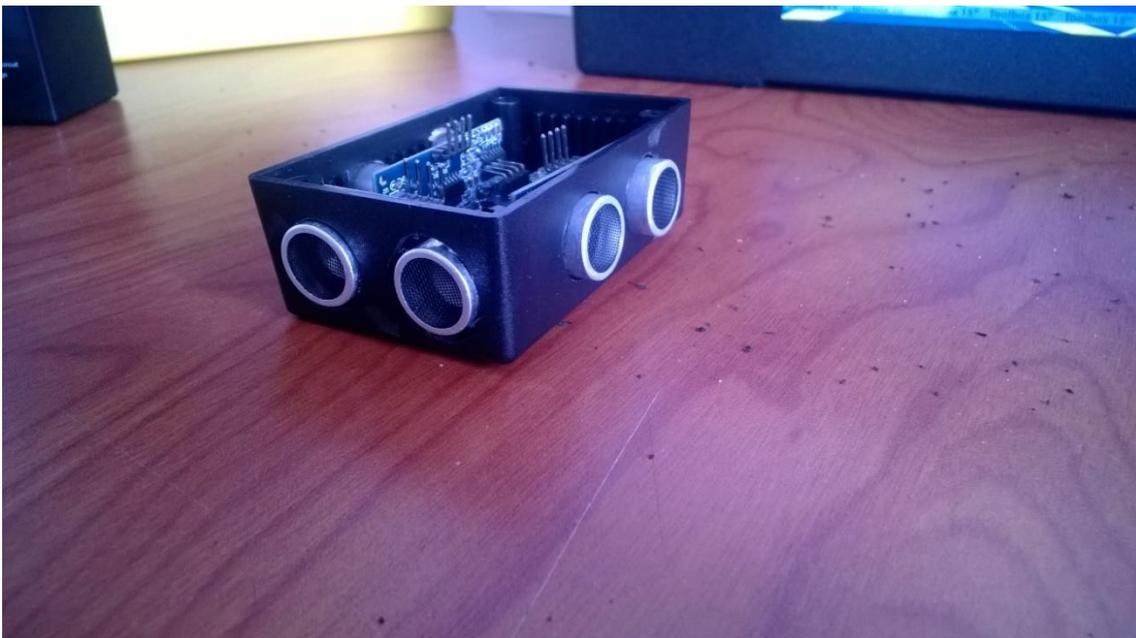


FIG. 3.36 Caja de los sensores de proximidad

Fuente: (Quintero, 2013)

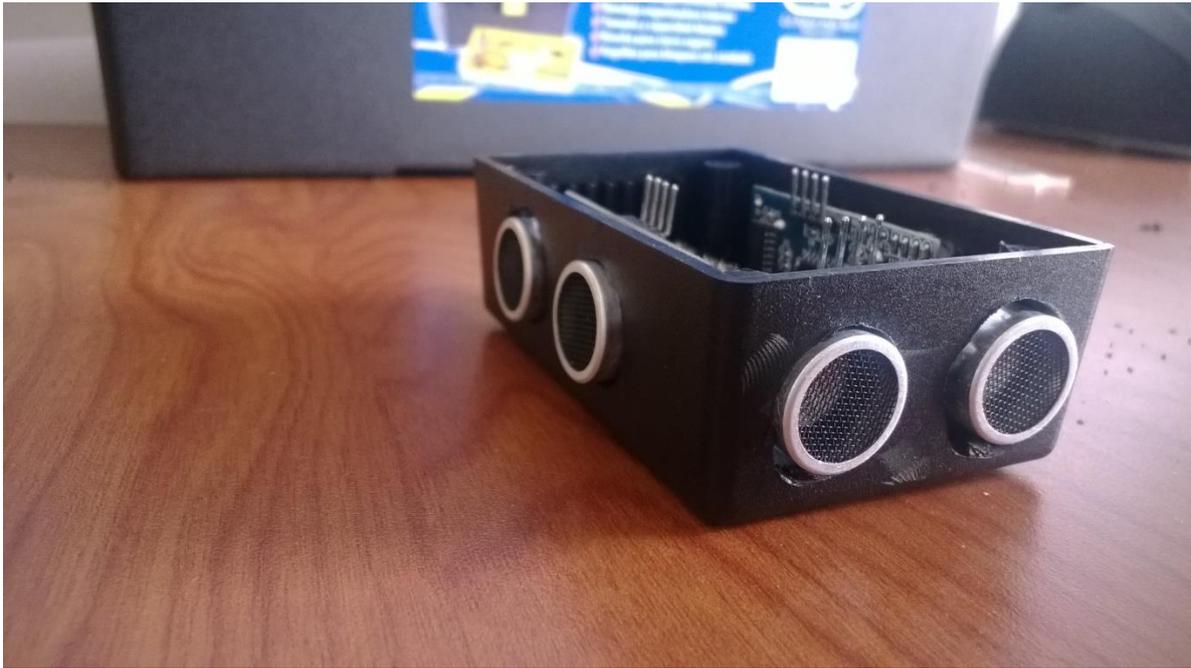


FIG. 3.37 Caja de los sensores de proximidad

Fuente: (Quintero, 2013)

En la figura 3.38 se muestra la conexión de la baquelita con los sensores de proximidad y un motor. (Quintero, 2013)

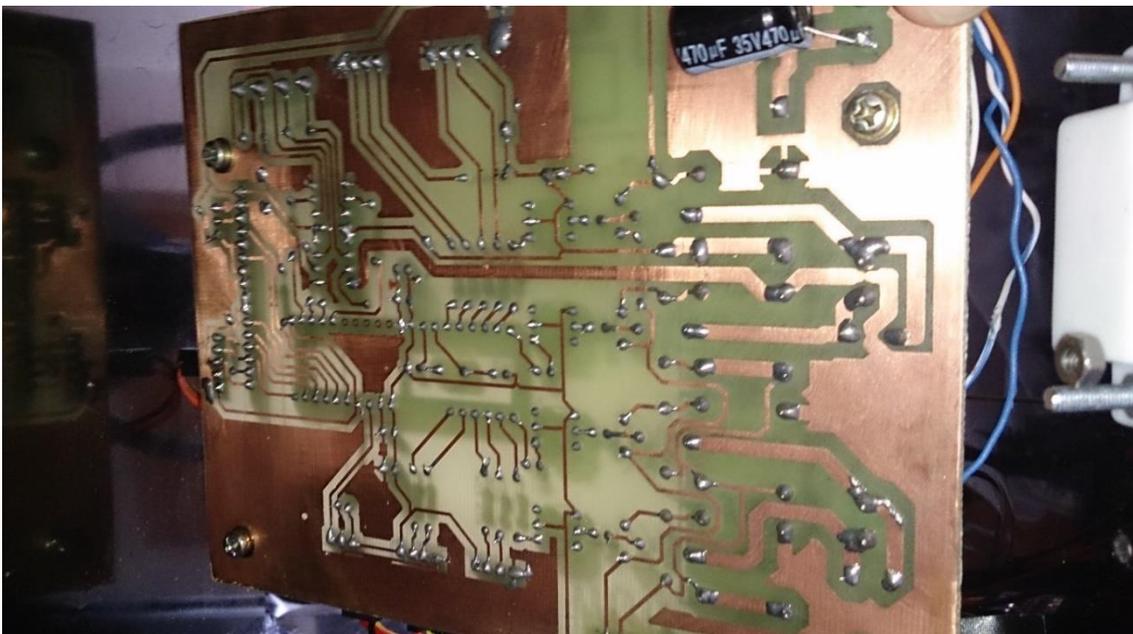


FIG. 3.38 Conexión de los sensores de proximidad al circuito electrónico

Fuente: (Quintero, 2013)

En las figuras 3.38, 3.39 se puede apreciar la terminación del circuito electrónico del prototipo de robot recolector. (Quintero, 2013)

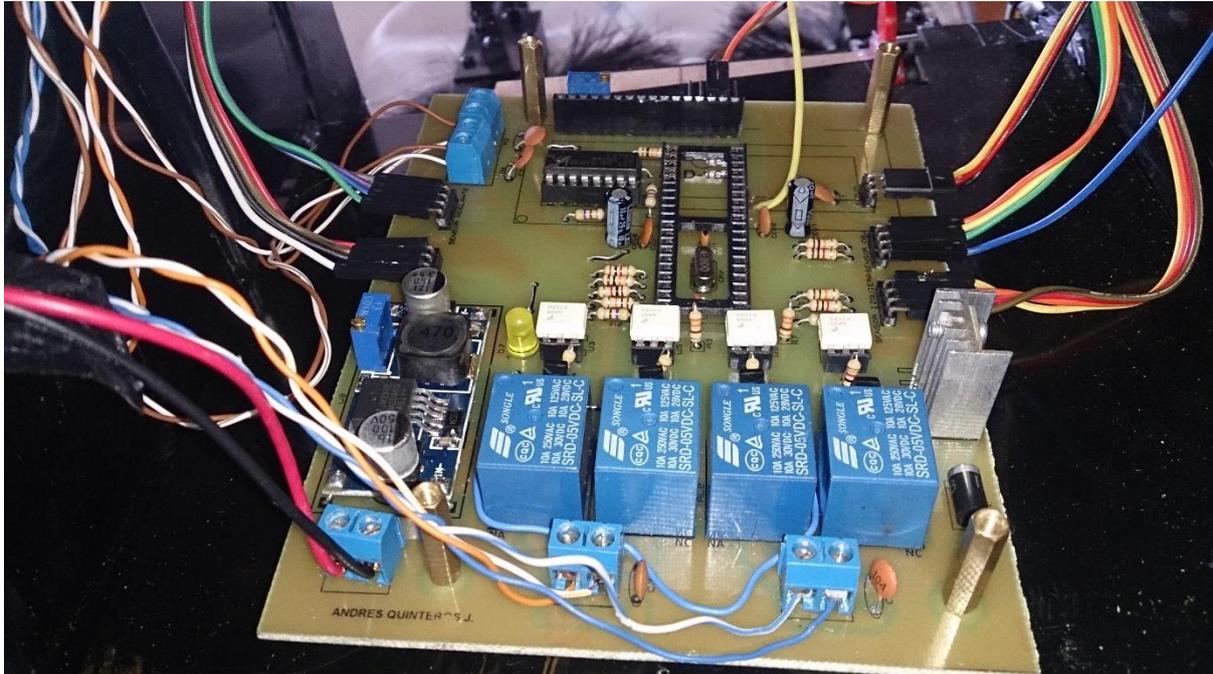


FIG. 3.39 Prueba del prototipo de robot recolector

Fuente: (Quintero, 2013)

En la figura 3.40 se muestra el corte que se realizó al techo del prototipo para ubicar el circuito electrónico y dar la visualización del LCD (DISPLAY). (Quintero, 2013)

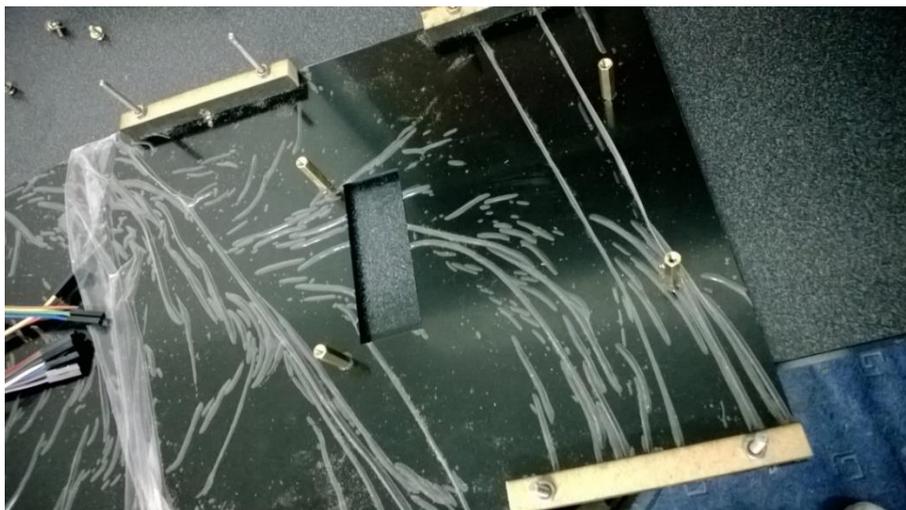


FIG. 3.40 Techo del prototipo de robot recolector

Fuente: (Quintero, 2013)

En la figura 3.41 se muestra el montaje el chasis y el techo del prototipo de recolector. (Quintero, 2013)

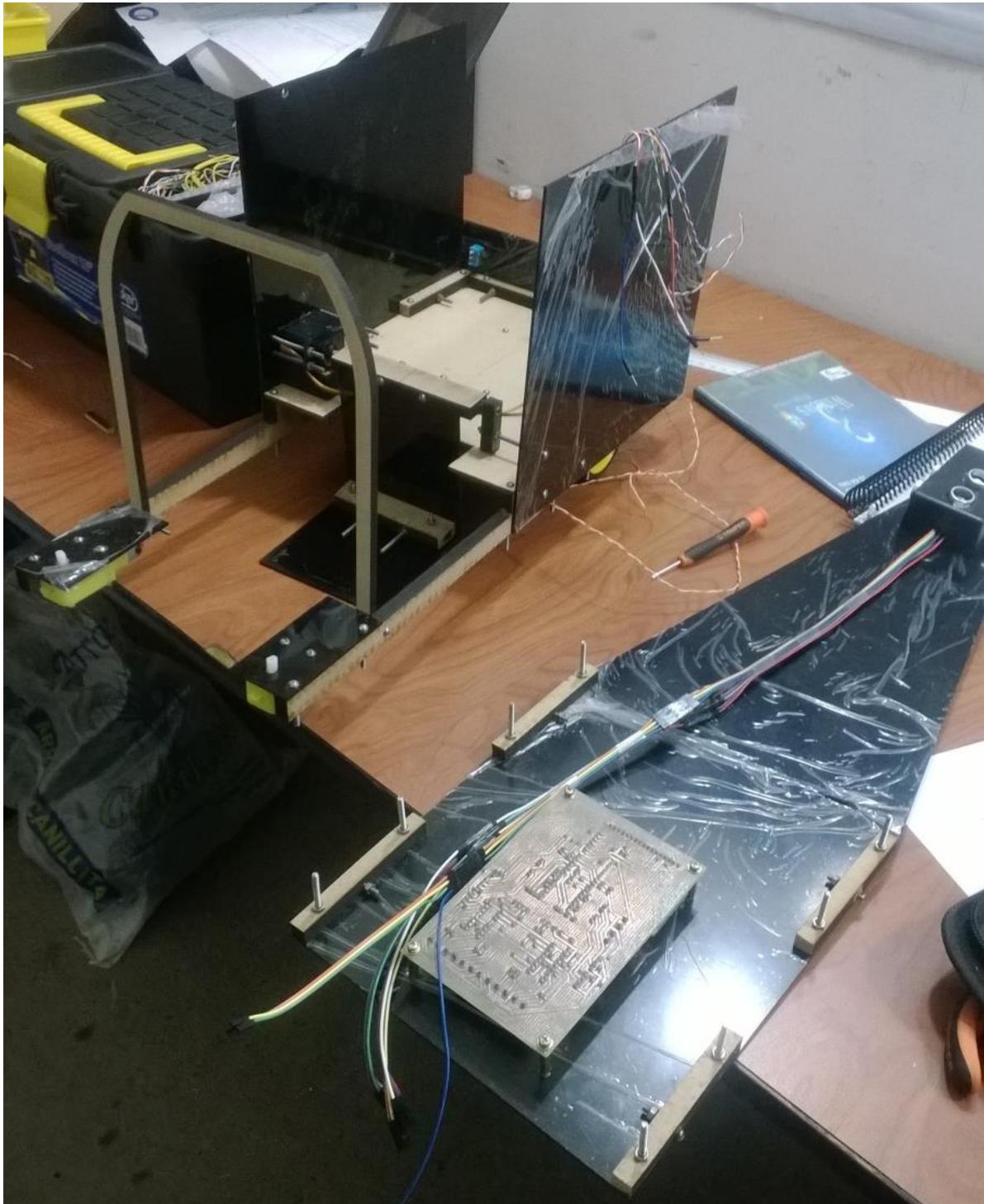


FIG. 3.41 Montaje del circuito electrónico al prototipo de robot recolector

Fuente: (Quintero, 2013)



FIG. 3.42 Prototipo de robot recolector

Fuente: (Quintero, 2013)

En la figura 3.42 se muestra el montaje del circuito electrónico al chasis del prototipo de robot recolector. (Quintero, 2013)



FIG. 3.43 Prototipo de robot recolector

Fuente: (Quintero, 2013)

En la figura 3.43 se muestra la implementación del circuito electrónico, escobillas, sensores, batería en el chasis del prototipo de robot recolector. (Quintero, 2013)

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y COSTOS

#### 4.1. Pruebas de Funcionamiento

##### 4.1.1. Pruebas de Validación del Sistema

Para realizar la validación del sistema, se realizó la verificación conforme el siguiente checklist: (Quintero, 2013)

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES (CUMPLE/NO CUMPLE)
1	Encendido del prototipo (verificación switch)	CUMPLE
2	Verificación del display LCD	CUMPLE
3	Verificaciones de motores de movimiento	CUMPLE
4	Verificaciones de motores de escobillas	CUMPLE
5	Verificación de servomotor	CUMPLE
6	Verificación de la batería	CUMPLE
7	Adicional/Señalar	CUMPLE

**TABLA 4.1 Checklist de validación del sistema**

##### 4.1.2. Pruebas de Operatividad del Prototipo

Para realizar la verificación de la operatividad del sistema, se realizó las siguientes pruebas: (Quintero, 2013)

No.	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES (CUMPLE/NO CUMPLE)
1	Girar a la izquierda	CUMPLE
2	Girar a la derecha	CUMPLE
3	Evadir obstáculos	CUMPLE
4	Adicional/Señalar	CUMPLE

**TABLA 4.2 Tabla de validación de operatividad de trayectoria**

No.	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES (CUMPLE/NO CUMPLE)
1	Recolección de basuras (fundas pequeñas, caja de fósforos, etc.)	CUMPLE
2	Recolección de papel arrugado	CUMPLE
3	Recolección de basuras si no lo realizo en la primera y/o segunda prueba	CUMPLE
4	Adicional/Señalar	CUMPLE

**TABLA 4.3 Tabla de validación de operatividad de recolección**

No.	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES (CUMPLE/NO CUMPLE)
1	Periodo de trabajo 5 minutos	CUMPLE
2	Periodo de trabajo 10 minutos	CUMPLE
3	Periodo de trabajo 20 minutos	CUMPLE
4	Adicional/Señalar	CUMPLE

**TABLA 4.4 Tabla de validación de operatividad de batería**

## **4.2. Análisis de Resultados**

### **4.2.1. Análisis de Resultados de Validación**

Como se puede observar en la tabla 4.1, el prototipo cumple con todas las verificaciones del sistema que se realizaron, como la carga de la batería, estado de los motores, etc. (Quintero, 2013)

### **4.2.2. Análisis de Resultados de Operatividad**

Como se puede observar en la tabla 4.2 el prototipo cumple con las verificaciones de la operatividad de trayectoria, al encontrarse con un obstáculo éste gira en primera instancia a la izquierda y segunda a la derecha, evitando así interrumpir su funcionamiento. (Quintero, 2013)

Como se puede observar en la tabla 4.3 el prototipo cumple con las verificaciones de la operatividad de recolección, al encontrarse con una basura (fundas pequeñas, caja de fósforos, etc.) éste al activar las escobillas y la palanca procede a recogerla y acumularla en su recipiente interno; de ser el caso de no recoger la basura en su primera instancia el prototipo no avanza hasta verificar que ésta ya se encuentra recogida. (Quintero, 2013)

Como se puede observar en la tabla 4.4 y en la figura 4.1 el prototipo cumple con las verificaciones de la operatividad de la batería, al encontrarse en periodos de trabajo desde 15 minutos hasta 60 minutos éste se encuentra operando con normalidad. (Quintero, 2013)

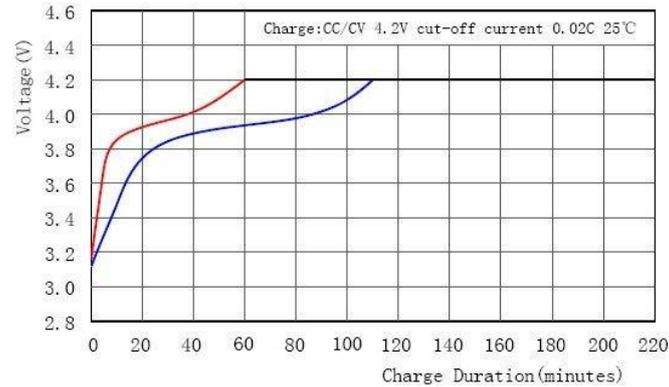


FIG. 4.1 Curva de carga/descarga de la batería del prototipo de robot recolector

Fuente: (Alibaba, 1999)

De los análisis realizados se puede concluir que el prototipo se encuentra en óptimas condiciones para trabajar de acuerdo a su programación y especificaciones solicitadas, ya que en el periodo de trabajo que éste se encuentre operando no va a tener fallas en su funcionamiento por descarga en largos periodos de trabajo, operación de motores y recolección de basura. (Quintero, 2013)

### 4.3. Costos del Proyecto

#### 4.3.1. Tabla de costos de los elementos electrónicos utilizados en el prototipo

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	1	PIC 16F877A	7.50	7.50
2	1	PIC 16F870	4.00	4.00
3	4	Relay 5V	0.75	3.00
4	4	Optoacoplador 4N25	1.25	5.00
5	1	Zócalo 40 pines	0.85	0.85
6	5	Capacitores 100 nF	0.07	0.35
7	5	Capacitores 10 uF	0.07	0.35
8	5	Capacitores 22 nF	0.07	0.35
9	1	Cristal de 4 MHz	1.00	1.00
10	1	Servomotor HS-322HD	18.00	18.00
11	4	Sensor ultrasonido HCSR04	8.50	34.00
12	1	Display LCD 16	6.00	6.00
13	2	Puente H L293d	3.50	7.00
14	20	Resistencias varios valores	0.05	1.00
15	1	Batería 12V 2 A/H	8.00	8.00
16	15	Borneras	0.55	8.25
17	1	Potenciómetro de precisión	1.30	1.30
18	1	Baquelita	3.50	3.50
19	1	Chasis de acrílico	25.00	25.00
20	1	Chasis de MDF	25.00	25.00
21	1	Chasis motores DC	38.00	38.00
22	2	Escobillas	15.00	30.00
23	4	Motores DC	25.00	100.00
24	4	Postes 1 cm	1.00	4.00
25	40	Tornillos varias medidas	0.25	10.00
			SUBTOTAL	341.45
			12% IVA	40.97
			TOTAL	382.42

**TABLA 4.6 Costos de elementos electrónicos del prototipo**

#### 4.3.2. Tabla de costos de Material Mecánico del Prototipo

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	1	Chasis de acrílico	25.00	25.00
2	1	Chasis de MDF	25.00	25.00
3	1	Chasis motores DC	38.00	38.00
			SUBTOTAL	88.00
			12% IVA	10.56
			TOTAL	98.56

**TABLA 4.7 Costos de material mecánico**

#### 4.3.3. Tabla de costos varios del prototipo

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	1	Asesoramiento Profesional	50.00	50.00
2	1	Movilización y Pruebas	50.00	50.00
			SUBTOTAL	100.00
			12% IVA	12.00
			TOTAL	112.00

**TABLA 4.8 Costos varios**

#### 4.3.4. Tabla de costos totales del prototipo

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	Costos elementos electrónicos	341.45
2	Costos material mecánico	98.56
3	Costos varios	112.00
	SUBTOTAL	552.01
	12% IVA	66.24
	TOTAL	618.25

**TABLA 4.9 Costos Totales**

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Para el correcto funcionamiento y operatividad del prototipo de robot recolector, éste debe ser operado en una oficina con un suelo sin alfombrar, conforme las características de diseño. (Quintero, 2013)
  
- Para que el prototipo sea estable en su recorrido, se necesitó realizar la carcasa de plástico y MDF con las medidas exactas para su correcto funcionamiento. (Quintero, 2013)
  
- La utilización de la batería de seis (6) voltios y cuatro punto cinco (4.5) amperios horas, facilitó al diseño se unifique a tan sólo una fuente de alimentación, y no dos como en un principio. (Quintero, 2013)
  
- Para el correcto funcionamiento del prototipo, se debe tomar en cuenta la verificación de la carga de la batería. (Quintero, 2013)
  
- Se debe considerar que conforme el prototipo sea utilizado, y la batería sea descargada y cargada nuevamente, la misma se va debilitando y el periodo de trabajo será menor. (Quintero, 2013)
  
- Se deberá realizar una capacitación al personal que operará el prototipo, para su correcto mantenimiento. (Quintero, 2013)

## 5.2. Recomendaciones

- Se puede mejorar el rendimiento de la batería permitiendo que la misma se descargue de manera completa para su recarga al 100%, aproximadamente 6 horas. (Quintero, 2013)
- Para mejorar el rendimiento del prototipo se sugiere reemplazar el chasis del MDF y plástico, por materiales más livianos como acrílico y/o fibra de carbón. (Quintero, 2013)
- Se recomienda la utilización de una tecnología superior en los circuitos electrónicos utilizados en el prototipo, por ejemplo un PIC AMD y componentes SMD para mejor rendimiento y menor consumo de corriente. (Quintero, 2013)

## BIBLIOGRAFÍA

- Google Docs. (Mayo de 2013). Obtenido de [https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL\\_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit?pli=1](https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit?pli=1)
- Alibaba. (Marzo de 1999). *Alibaba.com*. Obtenido de <http://spanish.alibaba.com/product-gs/li-polymer-battery-1800mah-499700933.html>
- Ampervalandè. (Junio de 2013). *Electricidad Gratuita*. Obtenido de [http://www.electricidad-gratuita.com/bateria\\_solar\\_conceptos.html](http://www.electricidad-gratuita.com/bateria_solar_conceptos.html)
- Aplicada, I. U. (ABRIL de 2012). *PROTO 3D*. Obtenido de <http://www.iuma.ulpgc.es/proto3d/systems/mc68306/index.htm>
- Carletti, E. (Septiembre de 2007). *Robots Argentina*. Obtenido de [http://robots-argentina.com.ar/MotorCC\\_L293D.htm](http://robots-argentina.com.ar/MotorCC_L293D.htm)
- Castellano, J. A. (Octubre de 2013). *Informatica Moderna*. Obtenido de [http://www.informaticamoderna.com/Pantalla\\_LCD.htm](http://www.informaticamoderna.com/Pantalla_LCD.htm)
- Fendt, W. (Noviembre de 1997). *Walter Fendt*. Obtenido de [http://www.walter-fendt.de/ph14s/electricmotor\\_s.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14s/electricmotor_s.htm)
- Freaks, E. (Enero de 2011). *ElecFreaks*. Obtenido de <http://elecfreaks.com/store/download/HC-SR04.pdf>
- Irving, K. (Mayo de 1991). *Irving L. Kosow*. Obtenido de [http://books.google.com.ec/books?id=5hJzvimPyXQC&pg=PA429&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=5hJzvimPyXQC&pg=PA429&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Malvino, A. P. (Septiembre de 2000). *Albert Paul Malvino*. Obtenido de <http://www.cosaslibres.com/search/pdf/principios-de-electronica-albert-malvino>
- MCI, L. (Enero de 2005). *mci electronics*. Obtenido de [http://www.olimex.cl/product\\_info.php?products\\_id=159](http://www.olimex.cl/product_info.php?products_id=159)

- Microchip. (Enero de 2003). *MICROCHIP*. Obtenido de <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30569b.pdf>
- Molina, F. (Febrero de 2008). Obtenido de <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/El-rele.php>
- Quintero, A. (Agosto de 2013). Proyecto. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Servos, D. P. (Diciembre de 2008). *ROBOTICAPY*. Obtenido de <http://www.roboticapy.com/servo.asp>
- VISHAY. (Abril de 2004). *Datasheet Catalog*. Obtenido de [http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/4/N/2/5/4N25.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/4/N/2/5/4N25.shtml)

# ANEXOS

# **ANEXO 1**

**Ficha técnica microcontrolador 16F877A**



# **PIC16F87XA**

## **Data Sheet**

28/40/44-Pin Enhanced Flash  
Microcontrollers

**Note the following details of the code protection feature on Microchip devices:**

- Microchip products meet the specification contained in their particular Microchip Data Sheet.
- Microchip believes that its family of products is one of the most secure families of its kind on the market today, when used in the intended manner and under normal conditions.
- There are dishonest and possibly illegal methods used to breach the code protection feature. All of these methods, to our knowledge, require using the Microchip products in a manner outside the operating specifications contained in Microchip's Data Sheets. Most likely, the person doing so is engaged in theft of intellectual property.
- Microchip is willing to work with the customer who is concerned about the integrity of their code.
- Neither Microchip nor any other semiconductor manufacturer can guarantee the security of their code. Code protection does not mean that we are guaranteeing the product as "unbreakable."

Code protection is constantly evolving. We at Microchip are committed to continuously improving the code protection features of our products. Attempts to break microchip's code protection feature may be a violation of the Digital Millennium Copyright Act. If such acts allow unauthorized access to your software or other copyrighted work, you may have a right to sue for relief under that Act.

Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip's products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.

**Trademarks**

The Microchip name and logo, the Microchip logo, Accuron, dsPIC, KEELoQ, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART, PRO MATE and PowerSmart are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

AmpLab, FilterLab, microID, MXDEV, MXLAB, PICMASTER, SEEVAL and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Application Maestro, dsPICDEM, dsPICDEM.net, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB, In-Circuit Serial Programming, ICSP, ICEPIC, microPort, Migratable Memory, MPASM, MPLIB, MPLINK, MPSIM, PICKit, PICDEM, PICDEM.net, PowerCal, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, rLAB, rPIC, Select Mode, SmartSensor, SmartShunt, SmartTel and Total Endurance are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

Serialized Quick Turn Programming (SQTP) is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2003, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

 Printed on recycled paper.



Microchip received QS-9000 quality system certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona in July 1999 and Mountain View, California in March 2002. The Company's quality system processes and procedures are QS-9000 compliant for its PICmicro® 8-bit MCUs, KeeLoq® code hopping devices, Serial EEPROMs, microperipherals, non-volatile memory and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001 certified.



# PIC16F87XA

## 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

### Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

### High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input  
DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory,  
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM),  
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin  
PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,  
can be incremented during Sleep via external  
crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period  
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™  
(Master mode) and I<sup>2</sup>C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver  
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address  
detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with  
external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for  
Brown-out Reset (BOR)

### Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital  
Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference  
(VREF) module
  - Programmable input multiplexing from device  
inputs and internal voltage reference
  - Comparator outputs are externally accessible

### Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash  
program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM  
memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™)  
via two pins
- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC  
oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

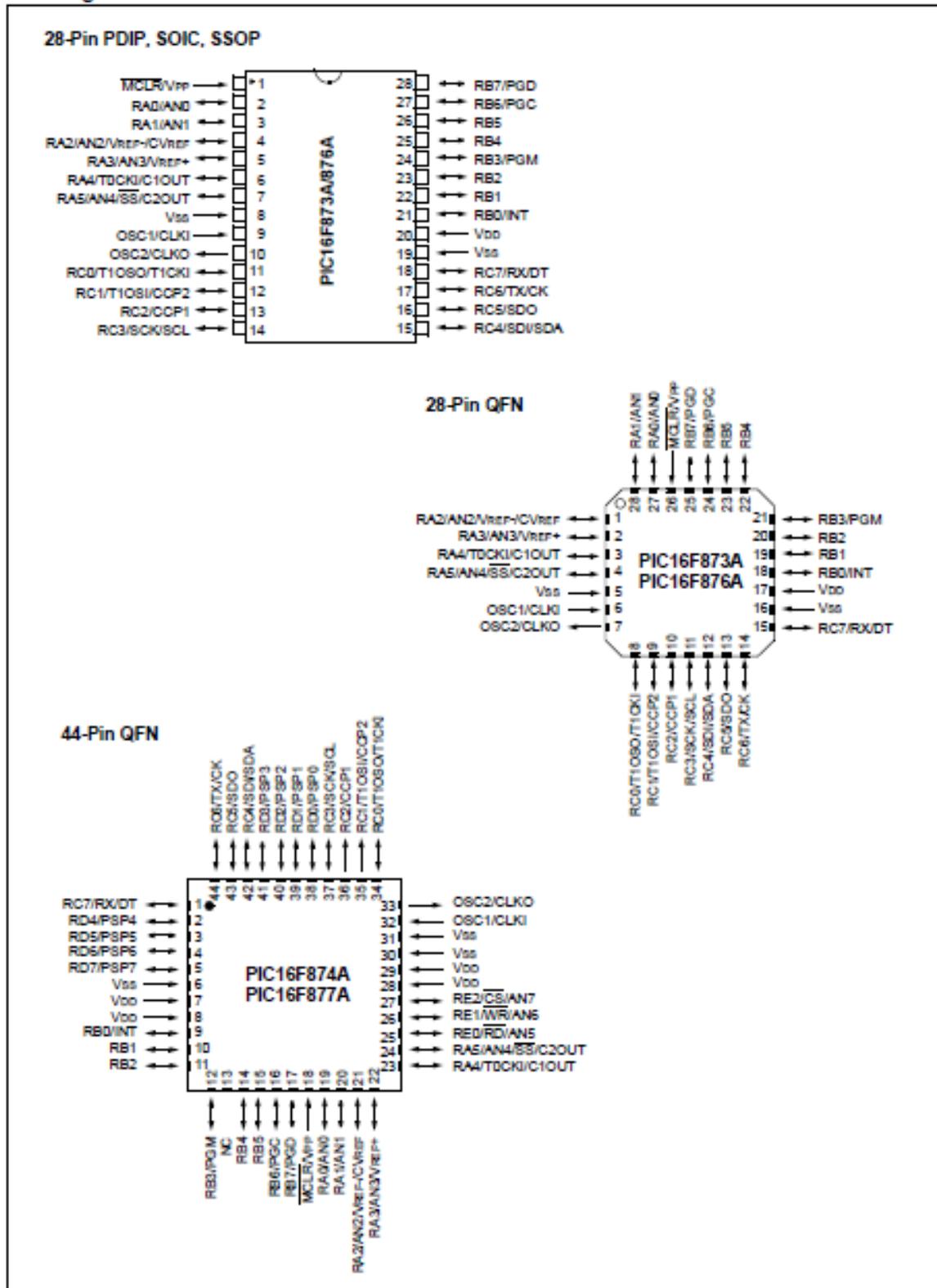
### CMOS Technology:

- Low-power, high-speed Flash/EEPROM  
technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I <sup>2</sup> C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

# PIC16F87XA

## Pin Diagrams





# PIC16F87XA

## Table of Contents

1.0	Device Overview .....	5
2.0	Memory Organization .....	15
3.0	Data EEPROM and Flash Program Memory .....	33
4.0	I/O Ports .....	41
5.0	Timer0 Module .....	53
6.0	Timer1 Module .....	57
7.0	Timer2 Module .....	61
8.0	Capture/Compare/PWM Modules .....	63
9.0	Master Synchronous Serial Port (MSSP) Module .....	71
10.0	Addressable Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART) .....	111
11.0	Analog-to-Digital Converter (A/D) Module .....	127
12.0	Comparator Module .....	135
13.0	Comparator Voltage Reference Module .....	141
14.0	Special Features of the CPU .....	143
15.0	Instruction Set Summary .....	159
16.0	Development Support .....	167
17.0	Electrical Characteristics .....	173
18.0	DC and AC Characteristics Graphs and Tables .....	197
19.0	Packaging Information .....	209
	Appendix A: Revision History .....	219
	Appendix B: Device Differences .....	219
	Appendix C: Conversion Considerations .....	220
	Index .....	221
	On-Line Support .....	229
	Systems Information and Upgrade Hot Line .....	229
	Reader Response .....	230
	PIC16F87XA Product Identification System .....	231

## TO OUR VALUED CUSTOMERS

It is our intention to provide our valued customers with the best documentation possible to ensure successful use of your Microchip products. To this end, we will continue to improve our publications to better suit your needs. Our publications will be refined and enhanced as new volumes and updates are introduced.

If you have any questions or comments regarding this publication, please contact the Marketing Communications Department via E-mail at [docerrors@mail.microchip.com](mailto:docerrors@mail.microchip.com) or fax the Reader Response Form in the back of this data sheet to (480) 792-4150. We welcome your feedback.

### Most Current Data Sheet

To obtain the most up-to-date version of this data sheet, please register at our Worldwide Web site at:

<http://www.microchip.com>

You can determine the version of a data sheet by examining its literature number found on the bottom outside corner of any page. The last character of the literature number is the version number, (e.g., DS30000A is version A of document DS30000).

### Errata

An errata sheet, describing minor operational differences from the data sheet and recommended workarounds, may exist for current devices. As device/documentation issues become known to us, we will publish an errata sheet. The errata will specify the revision of silicon and revision of document to which it applies.

To determine if an errata sheet exists for a particular device, please check with one of the following:

- Microchip's Worldwide Web site; <http://www.microchip.com>
- Your local Microchip sales office (see last page)
- The Microchip Corporate Literature Center; U.S. FAX: (480) 792-7277

When contacting a sales office or the literature center, please specify which device, revision of silicon and data sheet (include literature number) you are using.

### Customer Notification System

Register on our Web site at [www.microchip.com/cn](http://www.microchip.com/cn) to receive the most current information on all of our products.

# PIC16F87XA

## 1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information about the following devices:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

PIC16F873A/876A devices are available only in 28-pin packages, while PIC16F874A/877A devices are available in 40-pin and 44-pin packages. All devices in the PIC16F87XA family share common architecture with the following differences:

- The PIC16F873A and PIC16F874A have one-half of the total on-chip memory of the PIC16F876A and PIC16F877A
- The 28-pin devices have three I/O ports, while the 40/44-pin devices have five
- The 28-pin devices have fourteen interrupts, while the 40/44-pin devices have fifteen
- The 28-pin devices have five A/D input channels, while the 40/44-pin devices have eight
- The Parallel Slave Port is implemented only on the 40/44-pin devices

The available features are summarized in Table 1-1. Block diagrams of the PIC16F873A/876A and PIC16F874A/877A devices are provided in Figure 1-1 and Figure 1-2, respectively. The pinouts for these device families are listed in Table 1-2 and Table 1-3.

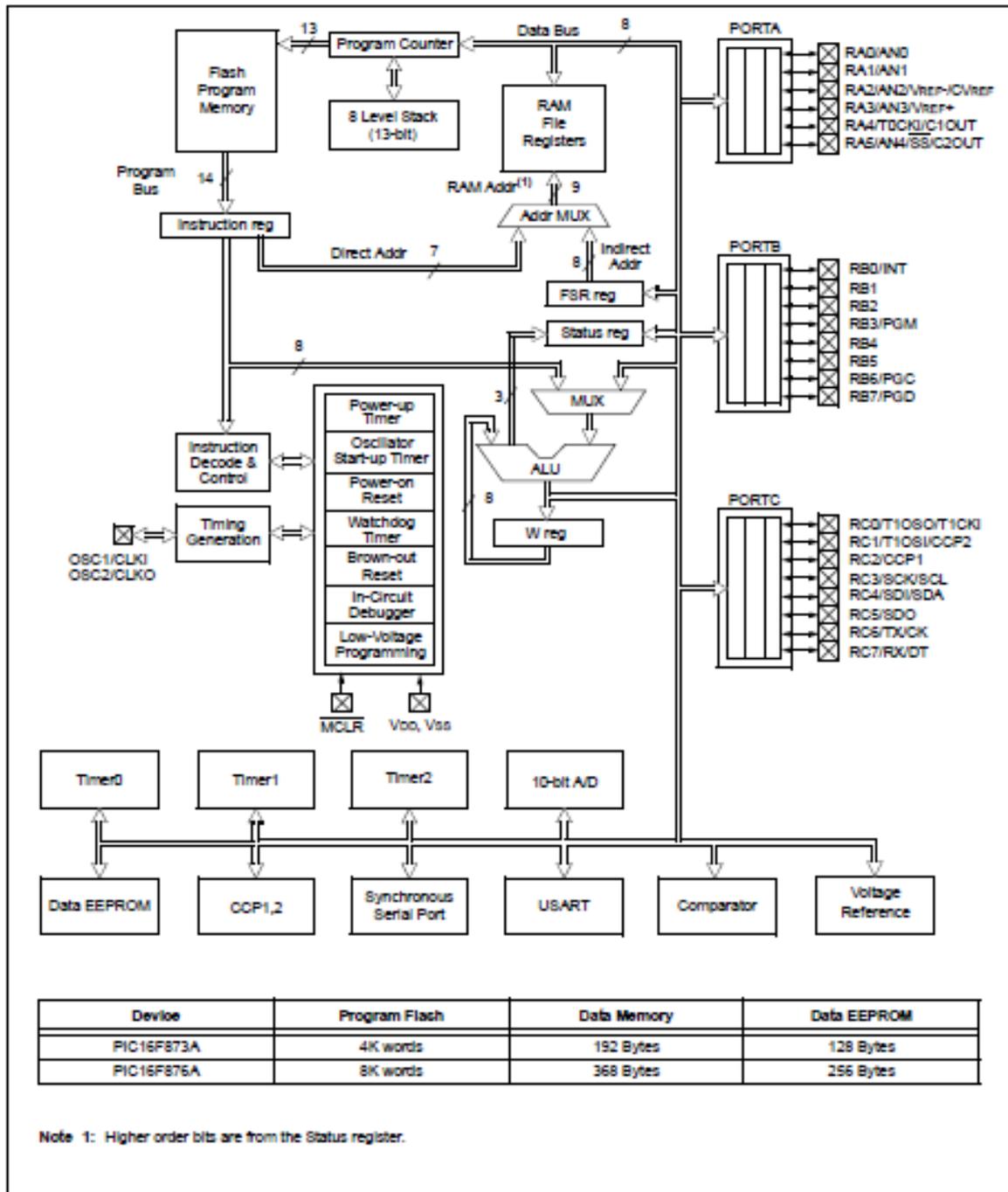
Additional information may be found in the PICmicro® Mid-Range Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip web site. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES

Key Features	PIC16F873A	PIC16F874A	PIC16F876A	PIC16F877A
Operating Frequency	DC – 20 MHz			
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
Flash Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	256
Interrupts	14	15	14	15
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Analog Comparators	2	2	2	2
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN

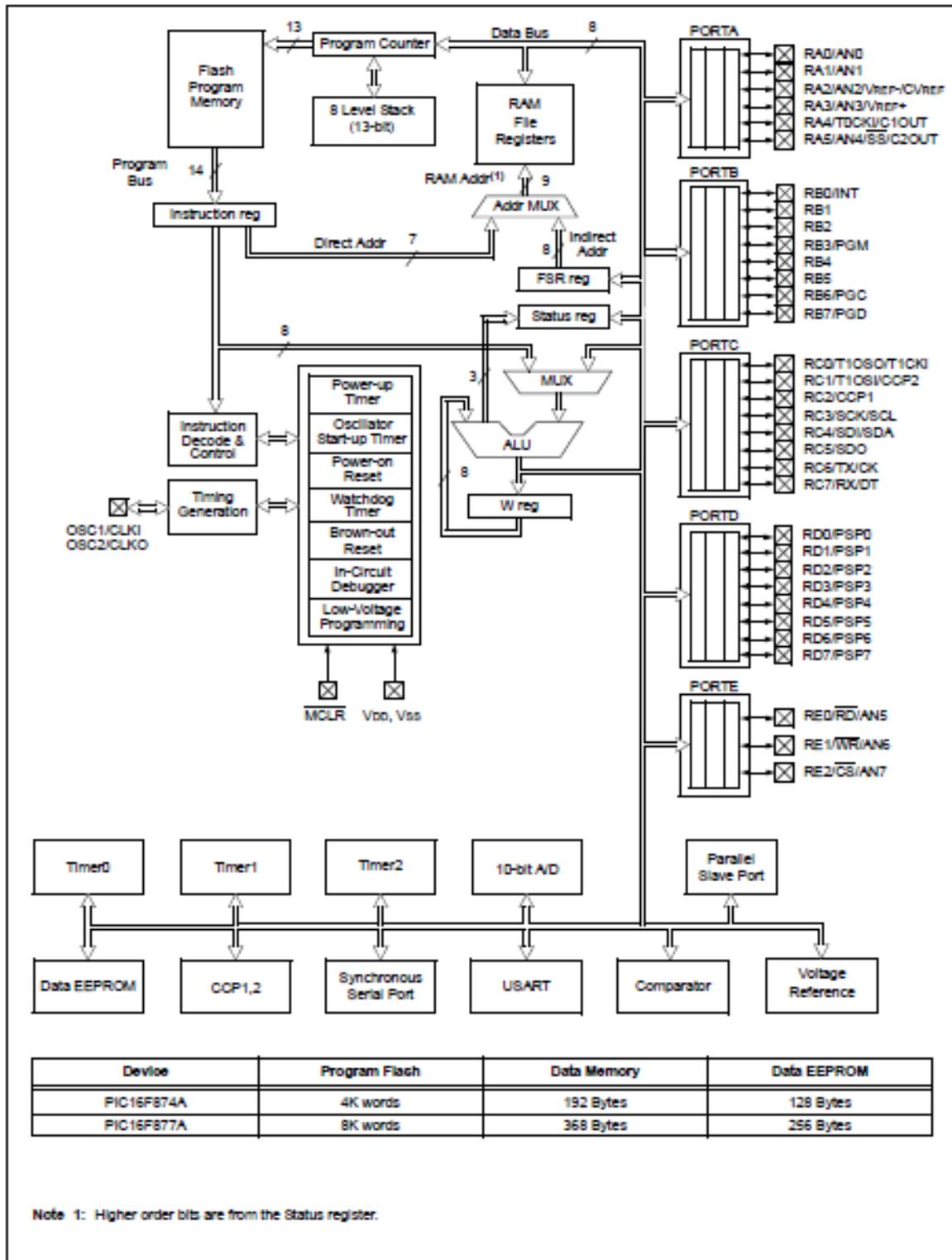
# PIC16F87XA

FIGURE 1-1: PIC16F873A/876A BLOCK DIAGRAM



# PIC16F87XA

FIGURE 1-2: PIC16F874A/877A BLOCK DIAGRAM



# PIC16F87XA

**TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION**

Pin Name	PDIP, SOIC, SSOP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	9	6	I  I	ST/CMOS <sup>(3)</sup>	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal Input or external clock source Input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source Input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2 CLKO	10	7	O  O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR VPP	1	26	I  P	ST	Master Clear (Input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) Input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage Input.
RA0/AN0 RA0 AN0 RA1/AN1 RA1 AN1 RA2/AN2/VREF- CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+ RA4/T0CKI/C1OUT RA4 T0CKI C1OUT RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	2   3   4   5   6   7	27   28   1   2   3   4	I/O I  I/O I  I/O I I O  I/O I I O  I/O I I O	TTL   TTL   TTL   TTL   ST   TTL	PORTA is a bidirectional I/O port.  Digital I/O. Analog Input 0.  Digital I/O. Analog Input 1.  Digital I/O. Analog Input 2. A/D reference voltage (Low) Input. Comparator VREF output.  Digital I/O. Analog Input 3. A/D reference voltage (High) Input.  Digital I/O – Open-drain when configured as output. Timer0 external clock Input. Comparator 1 output.  Digital I/O. Analog Input 4. SPI slave select Input. Comparator 2 output.

Legend: I = Input      O = output      I/O = Input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL Input      ST = Schmitt Trigger Input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured as the external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger Input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS Input otherwise.

# PIC16F87XA

**TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)**

Pin Name	PDIP, SOIC, SSOP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RB0/INT RB0 INT	21	18	I/O I	TTL/ST <sup>(1)</sup>	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs.  Digital I/O. External interrupt.
RB1	22	19	I/O	TTL	Digital I/O.
RB2	23	20	I/O	TTL	Digital I/O.
RB3/PGM RB3 PGM	24	21	I/O I	TTL	Digital I/O. Low-voltage (single-supply) ICSP programming enable pin.
RB4	25	22	I/O	TTL	Digital I/O.
RB5	26	23	I/O	TTL	Digital I/O.
RB6/PGC RB6 PGC	27	24	I/O I	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock.
RB7/PGD RB7 PGD	28	25	I/O I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	11	8	I/O O I	ST	PORTC is a bidirectional I/O port.  Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	12	9	I/O I I/O	ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	13	10	I/O I/O	ST	Digital I/O. Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL	14	11	I/O I/O I/O	ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I <sup>2</sup> C mode.
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	15	12	I/O I I/O	ST	Digital I/O. SPI data in. I <sup>2</sup> C data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	16	13	I/O O	ST	Digital I/O. SPI data out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	17	14	I/O O I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART1 synchronous clock.
RC7/RX/DT RC7 RX DT	18	15	I/O I I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data.
V <sub>SS</sub>	8, 19	5, 6	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
V <sub>DD</sub>	20	17	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = Input    O = output    I/O = Input/output    P = power  
 — = Not used    TTL = TTL Input    ST = Schmitt Trigger Input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured as the external interrupt.  
 Note 2: This buffer is a Schmitt Trigger Input when used in Serial Programming mode.  
 Note 3: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# PIC16F87XA

**TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION**

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1  CLKI	13	14	30	32	I  I	ST/CMOS <sup>(4)</sup>	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2  CLKO	14	15	31	33	O  O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR  VPP	1	2	18	18	I  P	ST	Master Clear (Input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0	2	3	19	19	I/O I	TTL	PORTA is a bidirectional I/O port.  Digital I/O. Analog input 0.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	4	20	20	I/O I	TTL	Digital I/O. Analog input 1.
RA2/AN2/VREF-/CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF	4	5	21	21	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator VREF output.
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	6	22	22	I/O I I	TTL	Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input.
RA4/T0CKI/C1OUT RA4  T0CKI C1OUT	6	7	23	23	I/O  I O	ST	Digital I/O – Open-drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output.
RAS/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	7	8	24	24	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Comparator 2 output.

Legend: I = Input    O = output    I/O = Input/output    P = power  
 — = Not used    TTL = TTL Input    ST = Schmitt Trigger Input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured as the external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger Input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS Input otherwise.

# PIC16F87XA

**TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)**

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RB0/INT RB0 INT	33	36	8	9	I/O I	TTL/ST <sup>(1)</sup>	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs. Digital I/O. External Interrupt.
RB1	34	37	9	10	I/O	TTL	Digital I/O.
RB2	35	38	10	11	I/O	TTL	Digital I/O.
RB3/PGM RB3 PGM	36	39	11	12	I/O I	TTL	Digital I/O. Low-voltage ICSP programming enable pin.
RB4	37	41	14	14	I/O	TTL	Digital I/O.
RB5	38	42	15	15	I/O	TTL	Digital I/O.
RB6/PGC RB6 PGC	39	43	16	16	I/O I	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock.
RB7/PGD RB7 PGD	40	44	17	17	I/O I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.

**Legend:** I - Input      O - output      I/O - Input/output      P - power  
 — - Not used      TTL - TTL Input      ST - Schmitt Trigger Input

- Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured as the external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger Input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS Input otherwise.

# PIC16F87XA

**TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)**

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	15	16	32	34	I/O O I	ST	PORTC is a bidirectional I/O port.  Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	16	18	35	35	I/O I I/O	ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	17	19	36	36	I/O I/O	ST	Digital I/O. Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK  SCL	18	20	37	37	I/O I/O  I/O	ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode.  Synchronous serial clock input/output for I <sup>2</sup> C mode.
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	23	25	42	42	I/O I I/O	ST	Digital I/O. SPI data in. I <sup>2</sup> C data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	24	26	43	43	I/O O	ST	Digital I/O. SPI data out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	25	27	44	44	I/O O I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART1 synchronous clock.
RC7/RX/DT RC7 RX DT	26	29	1	1	I/O I I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data.

**Legend:** I = Input      O = output      I/O = Input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL Input      ST = Schmitt Trigger Input

- Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured as the external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger Input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS Input otherwise.

# PIC16F87XA

**TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)**

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RD0/PSP0 RD0 PSP0	19	21	38	38	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	PORTD is a bidirectional I/O port or Parallel Slave Port when interfacing to a microprocessor bus.  Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD1/PSP1 RD1 PSP1	20	22	39	39	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD2/PSP2 RD2 PSP2	21	23	40	40	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD3/PSP3 RD3 PSP3	22	24	41	41	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD4/PSP4 RD4 PSP4	27	30	2	2	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD5/PSP5 RD5 PSP5	28	31	3	3	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD6/PSP6 RD6 PSP6	29	32	4	4	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD7/PSP7 RD7 PSP7	30	33	5	5	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RE0/RD/AN5 RE0 RD AN5	8	9	25	25	I/O I I	ST/TTL <sup>(3)</sup>	PORTE is a bidirectional I/O port.  Digital I/O. Read control for Parallel Slave Port. Analog Input 5.
RE1/WR/AN6 RE1 WR AN6	9	10	26	26	I/O I I	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Write control for Parallel Slave Port. Analog Input 6.
RE2/CS/AN7 RE2 CS AN7	10	11	27	27	I/O I I	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Chip select control for Parallel Slave Port. Analog Input 7.
Vss	12, 31	13, 34	6, 29	6, 30, 31	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	11, 32	12, 35	7, 28	7, 8, 28, 29	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1, 17, 28, 40	12, 13, 33, 34	13	—	—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

Legend: I = Input    O = output    I/O = Input/output    P = power  
 — = Not used    TTL = TTL Input    ST = Schmitt Trigger Input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured as the external Interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger Input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# **ANEXO 2**

**Ficha técnica microcontrolador 16F870**



**PIC16F870/871**  
**Data Sheet**

28/40-Pin, 8-Bit CMOS  
FLASH Microcontrollers

Note the following details of the code protection feature on Microchip devices:

- Microchip products meet the specification contained in their particular Microchip Data Sheet.
- Microchip believes that its family of products is one of the most secure families of its kind on the market today, when used in the intended manner and under normal conditions.
- There are dishonest and possibly illegal methods used to breach the code protection feature. All of these methods, to our knowledge, require using the Microchip products in a manner outside the operating specifications contained in Microchip's Data Sheets. Most likely, the person doing so is engaged in theft of Intellectual property.
- Microchip is willing to work with the customer who is concerned about the integrity of their code.
- Neither Microchip nor any other semiconductor manufacturer can guarantee the security of their code. Code protection does not mean that we are guaranteeing the product as "unbreakable."

Code protection is constantly evolving. We at Microchip are committed to continuously improving the code protection features of our products. Attempts to break Microchip's code protection feature may be a violation of the Digital Millennium Copyright Act. If such acts allow unauthorized access to your software or other copyrighted work, you may have a right to sue for relief under that Act.

Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip's products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.

#### Trademarks

The Microchip name and logo, the Microchip logo, *KEELOQ*, *MPLAB*, *PIC*, *PICmicro*, *PICSTART*, *PRO MATE* and *PowerSmart* are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

*FilterLab*, *microID*, *MXDEV*, *MXLAB*, *PICMASTER*, *SEEVAL* and *The Embedded Control Solutions Company* are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

*Accuron*, *Application Maestro*, *dsPIC*, *dsPICDEM*, *dsPICDEM.net*, *ECONOMONITOR*, *FanSense*, *FlexROM*, *fuzzyLAB*, *In-Circuit Serial Programming*, *ICSP*, *ICEPIC*, *microPort*, *Migratable Memory*, *MPASM*, *MPLIB*, *MPLINK*, *MPSIM*, *PICC*, *PICKit*, *PICDEM*, *PICDEM.net*, *PowerCal*, *PowerInfo*, *PowerMate*, *PowerTool*, *rLAB*, *rPIC*, *Select Mode*, *SmartSensor*, *SmartShunt*, *SmartTel* and *Total Endurance* are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

*Serialized Quick Turn Programming (SQTP)* is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2003, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

 Printed on recycled paper.



Microchip received QS-9000 quality system certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona in July 1999 and Mountain View, California in March 2002. The Company's quality system processes and procedures are QS-9000 compliant for its PICmicro® 8-bit MCUs, *Keeloq*® code hopping devices, *Serial EEPROMs*, *microperipherals*, *non-volatile memory* and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001 certified.



# PIC16F870/871

## 28/40-Pin, 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

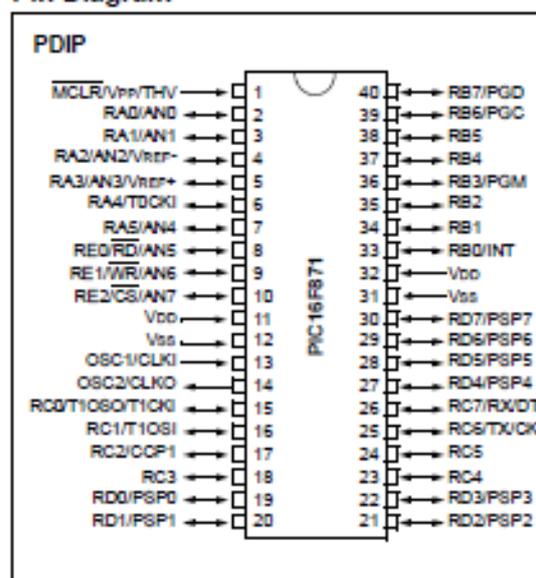
### Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F870
- PIC16F871

### Microcontroller Core Features:

- High performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two-cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input  
DC - 200 ns instruction cycle
- 2K x 14 words of FLASH Program Memory  
128 x 8 bytes of Data Memory (RAM)  
64 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to the PIC16CXXX 28 and 40-pin devices
- Interrupt capability (up to 11 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low power consumption:
  - < 1.6 mA typical @ 5V, 4 MHz
  - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
  - < 1 µA typical standby current

### Pin Diagram

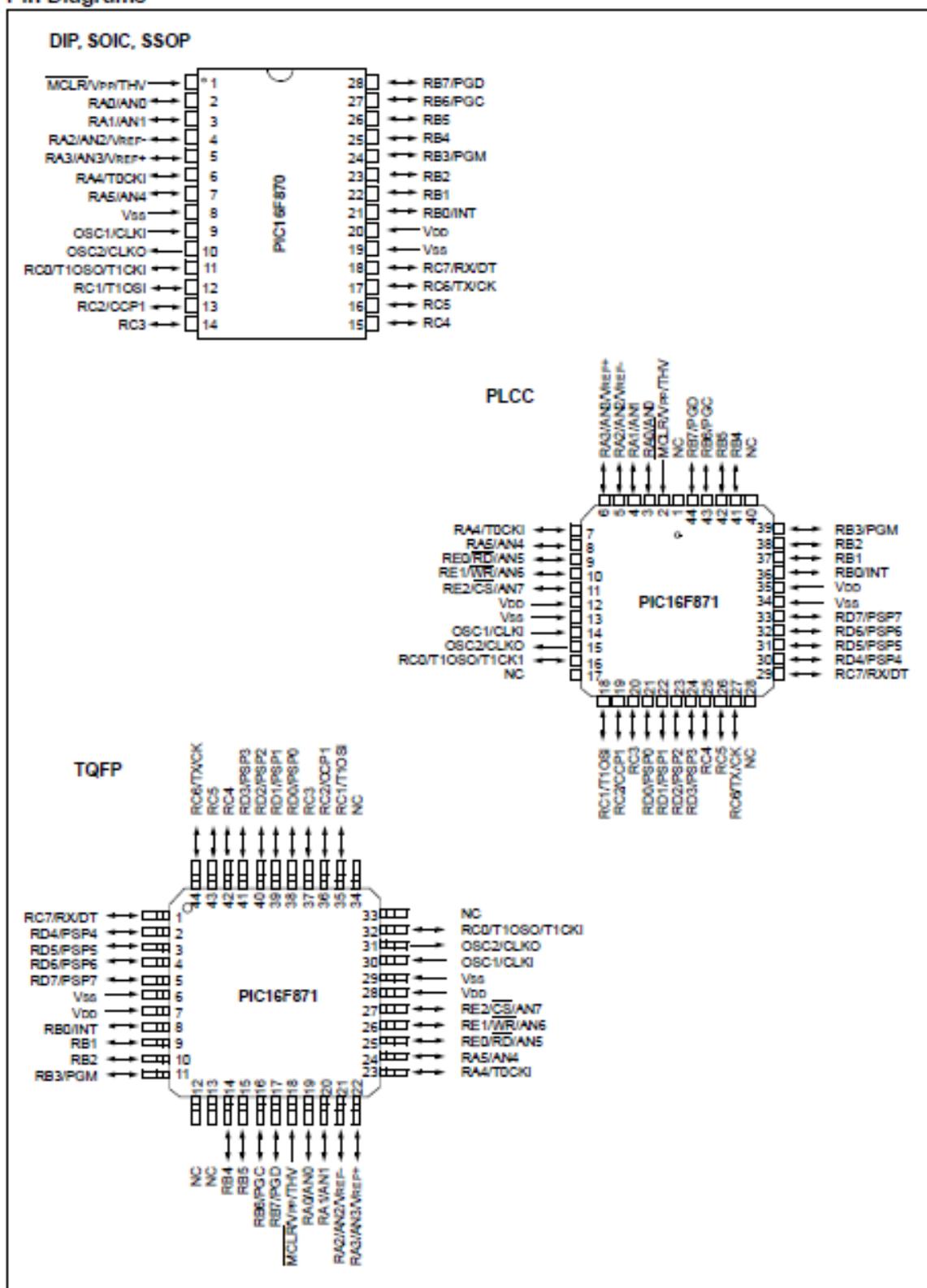


### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during SLEEP via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- One Capture, Compare, PWM module
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

# PIC16F870/871

## Pin Diagrams



## PIC16F870/871

Key Features PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023)	PIC16F870	PIC16F871
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	2K	2K
Data Memory (bytes)	128	128
EEPROM Data Memory	64	64
Interrupts	10	11
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3
Capture/Compare/PWM modules	1	1
Serial Communications	USART	USART
Parallel Communications	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions

# PIC16F870/871

## Table of Contents

1.0	Device Overview .....	5
2.0	Memory Organization .....	11
3.0	Data EEPROM and Flash Program Memory .....	27
4.0	I/O Ports .....	33
5.0	Timer0 Module .....	45
6.0	Timer1 Module .....	49
7.0	Timer2 Module .....	53
8.0	Capture/Compare/PWM Modules .....	55
9.0	Addressable Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART) .....	61
10.0	Analog-to-Digital (A/D) Converter Module .....	79
11.0	Special Features of the CPU .....	87
12.0	Instruction Set Summary .....	103
13.0	Development Support .....	111
14.0	Electrical Characteristics .....	117
15.0	DC and AC Characteristics Graphs and Tables .....	137
16.0	Packaging Information .....	149
	Appendix A: Revision History .....	157
	Appendix B: Device Differences .....	157
	Appendix C: Conversion Considerations .....	158
	Appendix D: Migration from Mid-Range to Enhanced Devices .....	158
	Appendix E: Migration from High-End to Enhanced Devices .....	159
	Index .....	161
	On-Line Support .....	167
	Systems Information and Upgrade Hot Line .....	167
	Reader Response .....	168
	PIC16F870/871 Product Identification System .....	169

## TO OUR VALUED CUSTOMERS

It is our intention to provide our valued customers with the best documentation possible to ensure successful use of your Microchip products. To this end, we will continue to improve our publications to better suit your needs. Our publications will be refined and enhanced as new volumes and updates are introduced.

If you have any questions or comments regarding this publication, please contact the Marketing Communications Department via E-mail at [docerrors@mail.microchip.com](mailto:docerrors@mail.microchip.com) or fax the Reader Response Form in the back of this data sheet to (480) 792-4150. We welcome your feedback.

### Most Current Data Sheet

To obtain the most up-to-date version of this data sheet, please register at our Worldwide Web site at:

<http://www.microchip.com>

You can determine the version of a data sheet by examining its literature number found on the bottom outside corner of any page. The last character of the literature number is the version number, (e.g., DS30000A is version A of document DS30000).

### Errata

An errata sheet, describing minor operational differences from the data sheet and recommended workarounds, may exist for current devices. As device/documentation issues become known to us, we will publish an errata sheet. The errata will specify the revision of silicon and revision of document to which it applies.

To determine if an errata sheet exists for a particular device, please check with one of the following:

- Microchip's Worldwide Web site; <http://www.microchip.com>
- Your local Microchip sales office (see last page)
- The Microchip Corporate Literature Center, U.S. FAX: (480) 792-7277

When contacting a sales office or the literature center, please specify which device, revision of silicon and data sheet (include literature number) you are using.

### Customer Notification System

Register on our web site at [www.microchip.com/cn](http://www.microchip.com/cn) to receive the most current information on all of our products.

# PIC16F870/871

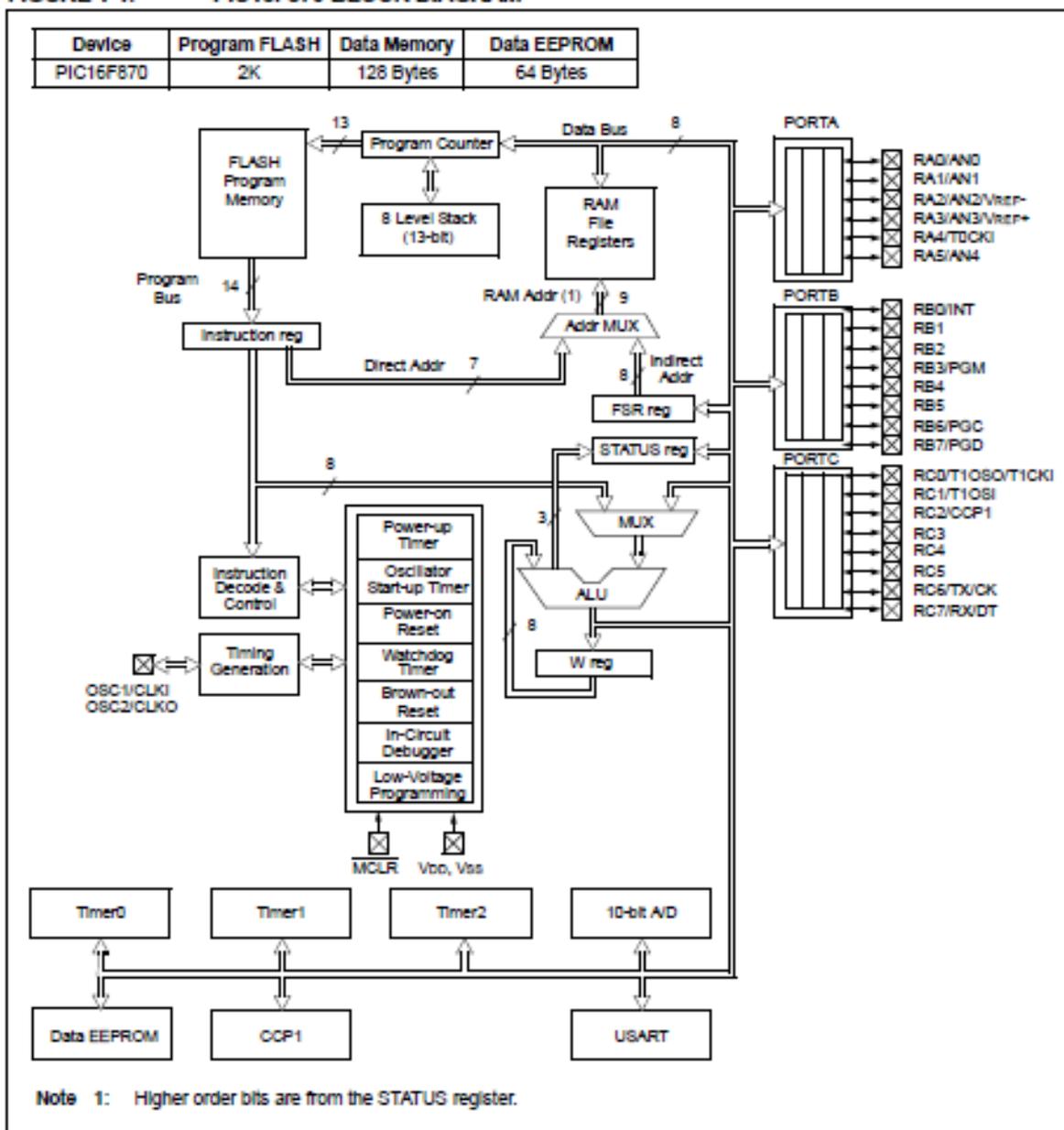
## 1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information. Additional information may be found in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip web site. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet, and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

There are two devices (PIC16F870 and PIC16F871) covered by this data sheet. The PIC16F870 device comes in a 28-pin package and the PIC16F871 device comes in a 40-pin package. The 28-pin device does not have a Parallel Slave Port implemented.

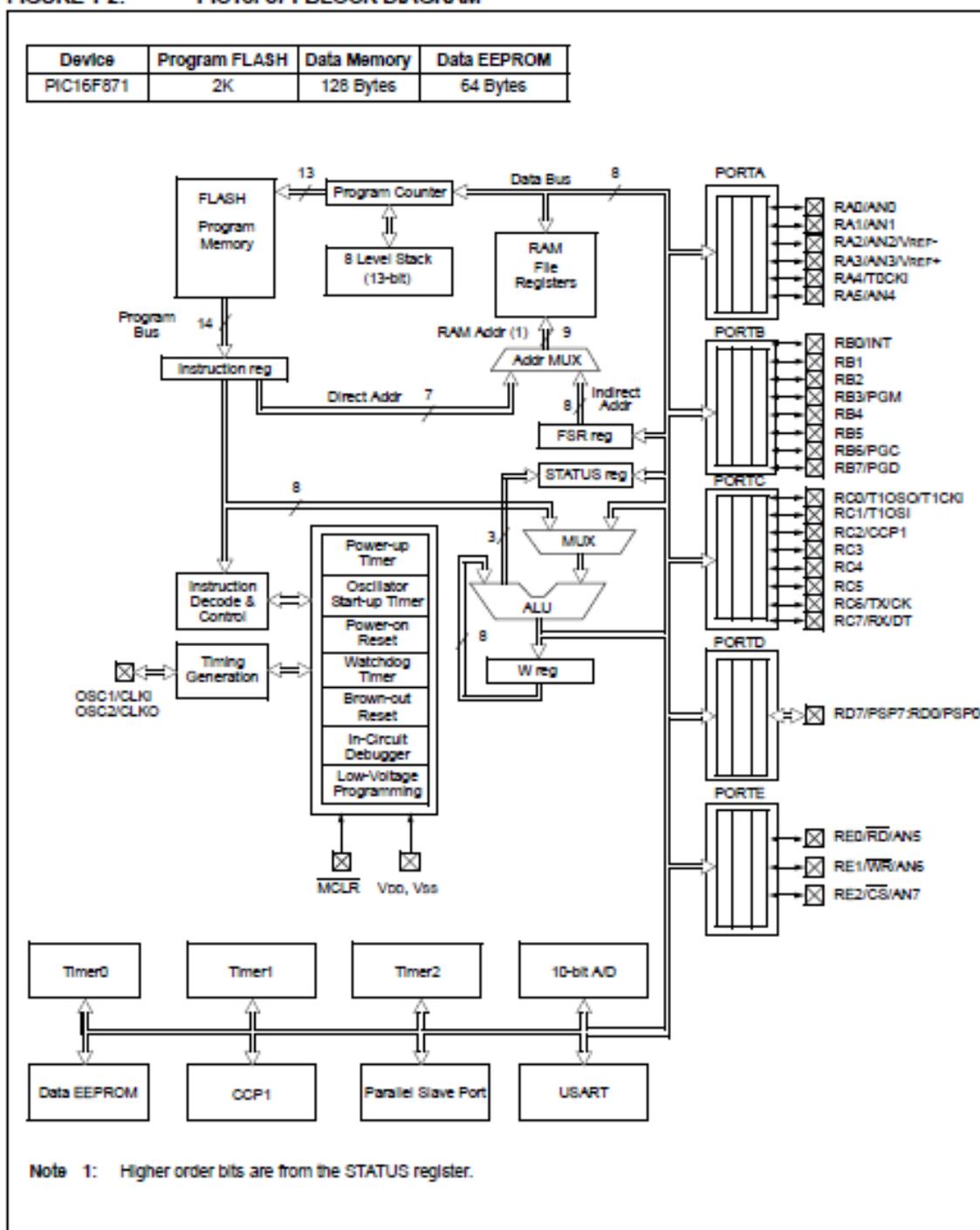
The following two figures are device block diagrams sorted by pin number: 28-pin for Figure 1-1 and 40-pin for Figure 1-2. The 28-pin and 40-pin pinouts are listed in Table 1-1 and Table 1-2, respectively.

FIGURE 1-1: PIC16F870 BLOCK DIAGRAM



# PIC16F870/871

FIGURE 1-2: PIC16F871 BLOCK DIAGRAM



# PIC16F870/871

**TABLE 1-1: PIC16F870 PINOUT DESCRIPTION**

Pin Name	DIP Pin#	SOIC Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI	9	9	I	ST/CMOS <sup>(3)</sup>	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKO	10	10	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, the OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP/THV	1	1	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input or High Voltage Test mode control. This pin is an active low RESET to the device.
RA0/AN0	2	2	I/O	TTL	PORTA is a bi-directional I/O port. RA0 can also be analog input 0. RA1 can also be analog input 1. RA2 can also be analog input 2 or negative analog reference voltage. RA3 can also be analog input 3 or positive analog reference voltage. RA4 can also be the clock input to the Timer0 module. Output is open drain type. RA5 can also be analog input 4.
RA1/AN1	3	3	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	4	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	5	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	6	I/O	ST/OD	
RA5/AN4	7	7	I/O	TTL	
RB0/INT	21	21	I/O	TTU <sup>(1)</sup>	PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs. RB0 can also be the external interrupt pin. RB3 can also be the low voltage programming input. Interrupt-on-change pin. Interrupt-on-change pin. Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock. Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.
RB1	22	22	I/O	TTL	
RB2	23	23	I/O	TTL	
RB3/PGM	24	24	I/O	TTU <sup>(1)</sup>	
RB4	25	25	I/O	TTL	
RB5	26	26	I/O	TTL	
RB6/PGC	27	27	I/O	TTU <sup>(2)</sup>	
RB7/PGD	28	28	I/O	TTU <sup>(2)</sup>	
RC0/T1OSO/T1CKI	11	11	I/O	ST	PORTC is a bi-directional I/O port. RC0 can also be the Timer1 oscillator output or Timer1 clock input. RC1 can also be the Timer1 oscillator input. RC2 can also be the Capture 1 Input/Compare 1 output/PWM1 output. RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock. RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.
RC1/T1OSI	12	12	I/O	ST	
RC2/CCP1	13	13	I/O	ST	
RC3	14	14	I/O	ST	
RC4	15	15	I/O	ST	
RC5	16	16	I/O	ST	
RC6/TX/CK	17	17	I/O	ST	
RC7/RX/DT	18	18	I/O	ST	
Vss	8, 19	8, 19	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
Vdd	20	20	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = Input      O = output      I/O = Input/output      P = power  
 OD = Open Drain      — = Not used      TTL = TTL Input      ST = Schmitt Trigger Input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt or LVP mode.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# PIC16F870/871

**TABLE 1-2: PIC16F871 PINOUT DESCRIPTION**

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI	13	14	30	I	ST/CMOS <sup>(4)</sup>	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKO	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP/THV	1	2	18	IP	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input or High Voltage Test mode control. This pin is an active low RESET to the device.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	PORTA is a bi-directional I/O port. RA0 can also be analog input 0. RA1 can also be analog input 1. RA2 can also be analog input 2 or negative analog reference voltage. RA3 can also be analog input 3 or positive analog reference voltage. RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type. RA5 can also be analog input 4.
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	
RA5/AN4	7	8	24	I/O	TTL	
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTUST <sup>(1)</sup>	PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs. RB0 can also be the external interrupt pin. RB3 can also be the low voltage programming input. Interrupt-on-change pin. Interrupt-on-change pin. Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock. Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTUST <sup>(1)</sup>	
RB4	37	41	14	I/O	TTL	
RB5	38	42	15	I/O	TTL	
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTUST <sup>(2)</sup>	
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTUST <sup>(2)</sup>	
RC0/T1OSO/T1CKI	15	16	32	I/O	ST	PORTC is a bi-directional I/O port. RC0 can also be the Timer1 oscillator output or a Timer1 clock input. RC1 can also be the Timer1 oscillator input. RC2 can also be the Capture1 Input/Compare1 output/PWM1 output. RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock. RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.
RC1/T1OSI	16	18	35	I/O	ST	
RC2/CCP1	17	19	36	I/O	ST	
RC3	18	20	37	I/O	ST	
RC4	23	25	42	I/O	ST	
RC5	24	26	43	I/O	ST	
RC6/TX/CK	25	27	44	I/O	ST	
RC7/RX/DT	26	29	1	I/O	ST	

Legend: I = Input      O = output      I/O = Input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL Input      ST = Schmitt Trigger Input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured as an external interrupt or LVP mode.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger Input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured as general purpose I/O and a TTL Input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).  
 4: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS Input otherwise.

# PIC16F870/871

**TABLE 1-2: PIC16F871 PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)**

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RD0/P0P0	19	21	38	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	PORTD is a bi-directional I/O port or parallel slave port when interfacing to a microprocessor bus.
RD1/P0P1	20	22	39	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD2/P0P2	21	23	40	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD3/P0P3	22	24	41	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD4/P0P4	27	30	2	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD5/P0P5	28	31	3	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD6/P0P6	29	32	4	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD7/P0P7	30	33	5	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RE0/ $\overline{\text{RD}}$ /AN5	8	9	25	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	PORTE is a bi-directional I/O port.  RE0 can also be read control for the parallel slave port, or analog input 5.  RE1 can also be write control for the parallel slave port, or analog input 6.  RE2 can also be select control for the parallel slave port, or analog input 7.
RE1/ $\overline{\text{WR}}$ /AN6	9	10	26	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RE2/ $\overline{\text{CS}}$ /AN7	10	11	27	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
Vss	12,31	13,34	6,29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
Vdd	11,32	12,35	7,28	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1,17,28,40	12,13,33,34		—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

Legend: I = Input      O = output      I/O = Input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

- Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt or LVP mode.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).  
 4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# **ANEXO 3**

**Ficha técnica Sensor de ultrasonido HC-SR04**



Tech Support: [services@elecfreaks.com](mailto:services@elecfreaks.com)

## Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

### Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time × velocity of sound (340M/S) / 2,

### Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

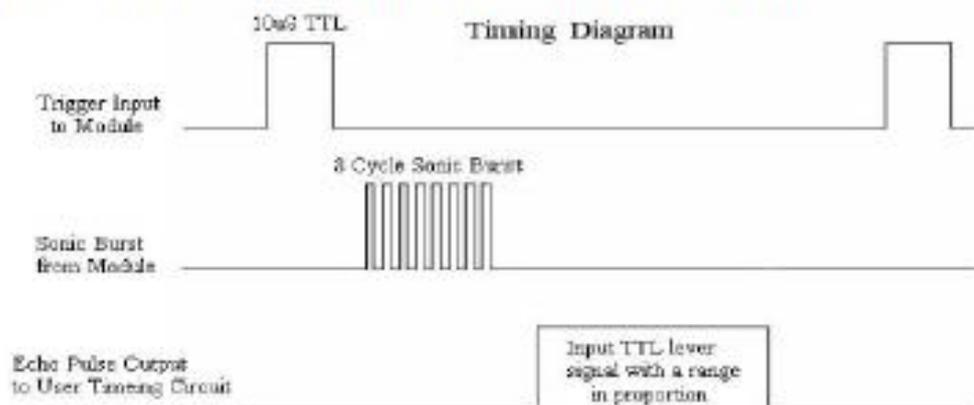
### Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm



## Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10 $\mu$ s pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula:  $\mu\text{s} / 58 = \text{centimeters}$  or  $\mu\text{s} / 148 = \text{inch}$ ; or: the range = high level time \* velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



---

**Attention:**

- The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise, it will affect the normal work of the module.
- When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requests as smooth as possible, otherwise ,it will affect the results of measuring.

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



# **ANEXO 4**

**Ficha técnica puente H L293D**



**L293D**  
**L293DD**

## PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES

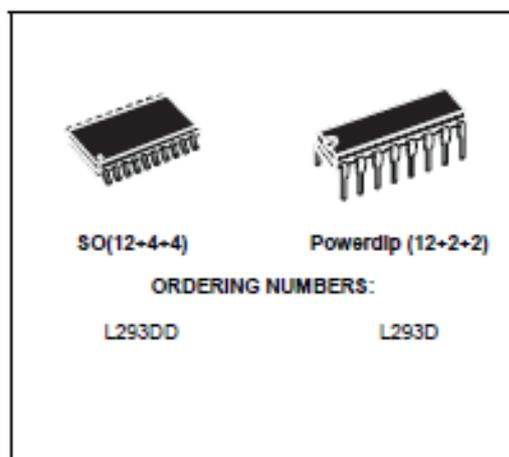
- 600mA OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (non repetitive) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)
- INTERNAL CLAMP DIODES

### DESCRIPTION

The Device is a monolithic integrated high voltage, high current four channel driver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoides, DC and stepping motors) and switching power transistors.

To simplify use as two bridges each pair of channels is equipped with an enable input. A separate supply input is provided for the logic, allowing operation at a lower voltage and internal clamp diodes are included.

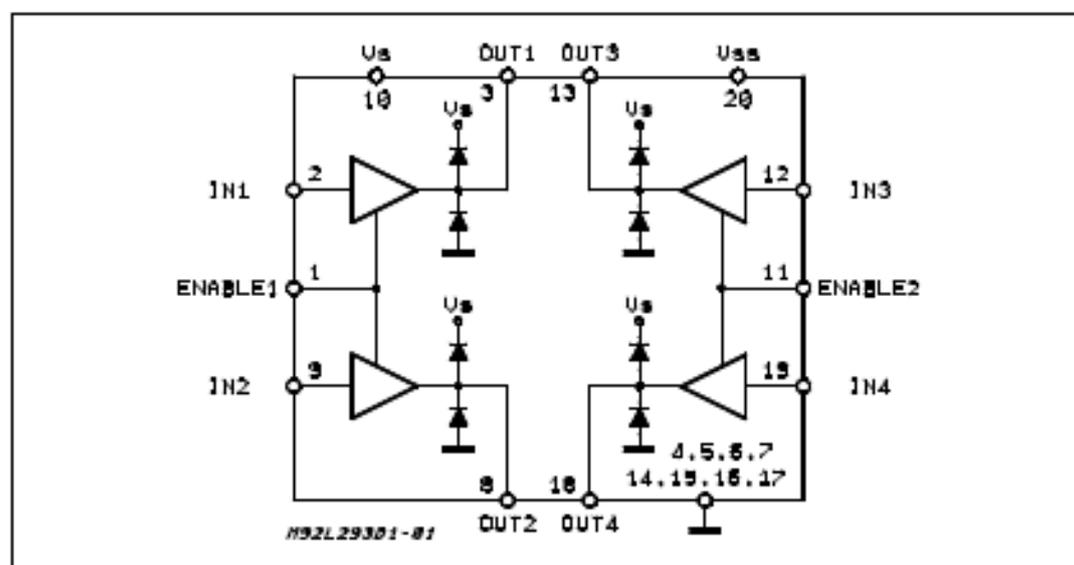
This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 kHz.



The L293D is assembled in a 16 lead plastic package which has 4 center pins connected together and used for heatsinking

The L293DD is assembled in a 20 lead surface mount which has 8 center pins connected together and used for heatsinking.

### BLOCK DIAGRAM

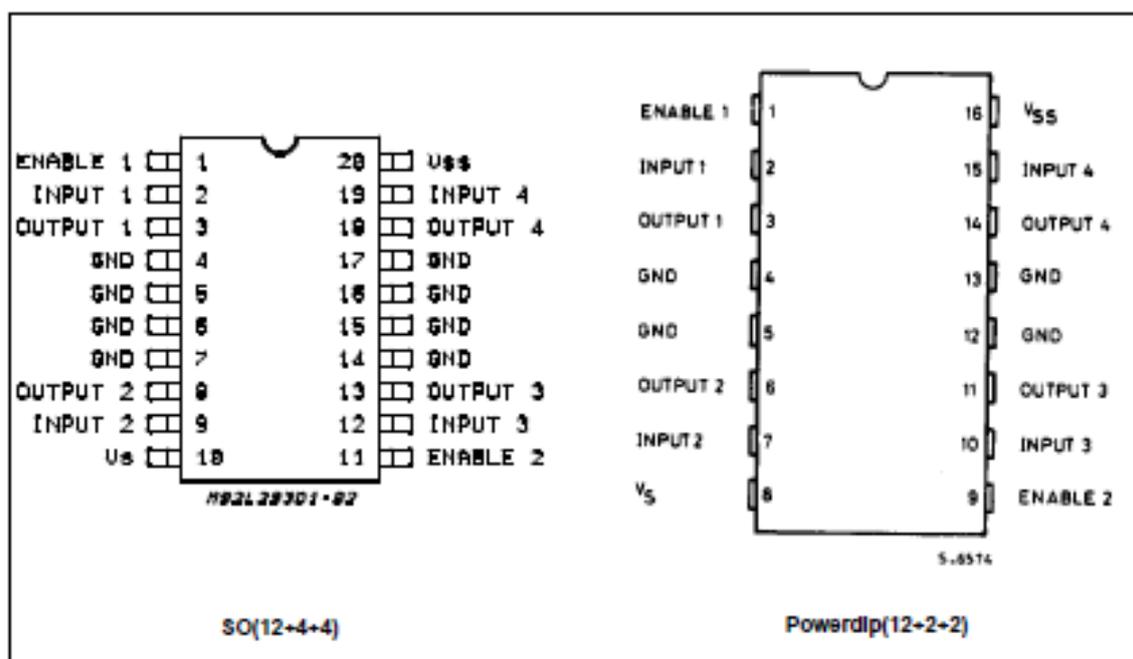


## L293D - L293DD

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{IS}$	Supply Voltage	36	V
$V_{SS}$	Logic Supply Voltage	36	V
$V_I$	Input Voltage	7	V
$V_{en}$	Enable Voltage	7	V
$I_o$	Peak Output Current (100 $\mu$ s non repetitive)	1.2	A
$P_{tot}$	Total Power Dissipation at $T_{pin} = 90$ °C	4	W
$T_{stg}, T_J$	Storage and Junction Temperature	- 40 to 150	°C

## PIN CONNECTIONS (Top view)



## THERMAL DATA

Symbol	Description	DIP	SO	Unit
$R_{th(j-pin)}$	Thermal Resistance Junction-pins	max.	14	°C/W
$R_{th(j-amb)}$	Thermal Resistance Junction-ambient	max.	50 (*)	°C/W
$R_{th(j-case)}$	Thermal Resistance Junction-case	max.	14	

(\*) With 6sq. cm on board heatsink.

## L293D - L293DD

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (for each channel,  $V_S = 24\text{ V}$ ,  $V_{SS} = 5\text{ V}$ ,  $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_S$	Supply Voltage (pin 10)		$V_{SS}$		36	V
$V_{SS}$	Logic Supply Voltage (pin 20)		4.5		36	V
$I_S$	Total Quiescent Supply Current (pin 10)	$V_I = L; I_O = 0; V_{en} = H$		2	6	mA
		$V_I = H; I_O = 0; V_{en} = H$		16	24	mA
		$V_{en} = L$			4	mA
$I_{SS}$	Total Quiescent Logic Supply Current (pin 20)	$V_I = L; I_O = 0; V_{en} = H$		44	60	mA
		$V_I = H; I_O = 0; V_{en} = H$		16	22	mA
		$V_{en} = L$		16	24	mA
$V_{IL}$	Input Low Voltage (pin 2, 9, 12, 19)		-0.3		1.5	V
$V_{IH}$	Input High Voltage (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		$V_{SS}$	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
$I_L$	Low Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{IL} = 1.5\text{ V}$			-10	$\mu\text{A}$
$I_H$	High Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$2.3\text{ V} \leq V_{IH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$		30	100	$\mu\text{A}$
$V_{enL}$	Enable Low Voltage (pin 1, 11)		-0.3		1.5	V
$V_{enH}$	Enable High Voltage (pin 1, 11)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		$V_{SS}$	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
$I_{enL}$	Low Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$V_{enL} = 1.5\text{ V}$		-30	-100	$\mu\text{A}$
$I_{enH}$	High Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$2.3\text{ V} \leq V_{enH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$			$\pm 10$	$\mu\text{A}$
$V_{O(sat)H}$	Source Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = -0.6\text{ A}$		1.4	1.8	V
$V_{O(sat)L}$	Sink Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = +0.6\text{ A}$		1.2	1.8	V
$V_F$	Clamp Diode Forward Voltage	$I_O = 600\text{ nA}$		1.3		V
$t_r$	Rise Time (*)	0.1 to 0.9 $V_O$		250		ns
$t_f$	Fall Time (*)	0.9 to 0.1 $V_O$		250		ns
$t_{on}$	Turn-on Delay (*)	0.5 $V_I$ to 0.5 $V_O$		750		ns
$t_{off}$	Turn-off Delay (*)	0.5 $V_I$ to 0.5 $V_O$		200		ns

(\*) See fig. 1.

## L293D - L293DD

TRUTH TABLE (one channel)

Input	Enable (*)	Output
H	H	H
L	H	L
H	L	Z
L	L	Z

Z = High output impedance

(\*) Relative to the considered channel

Figure 1: Switching Times

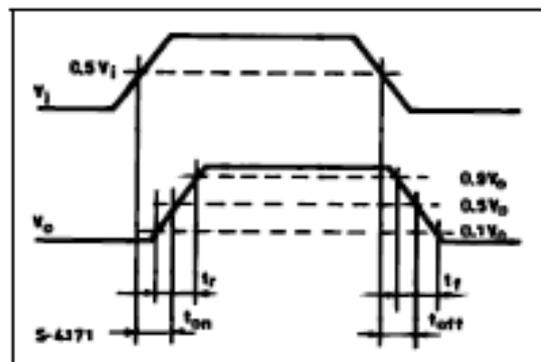
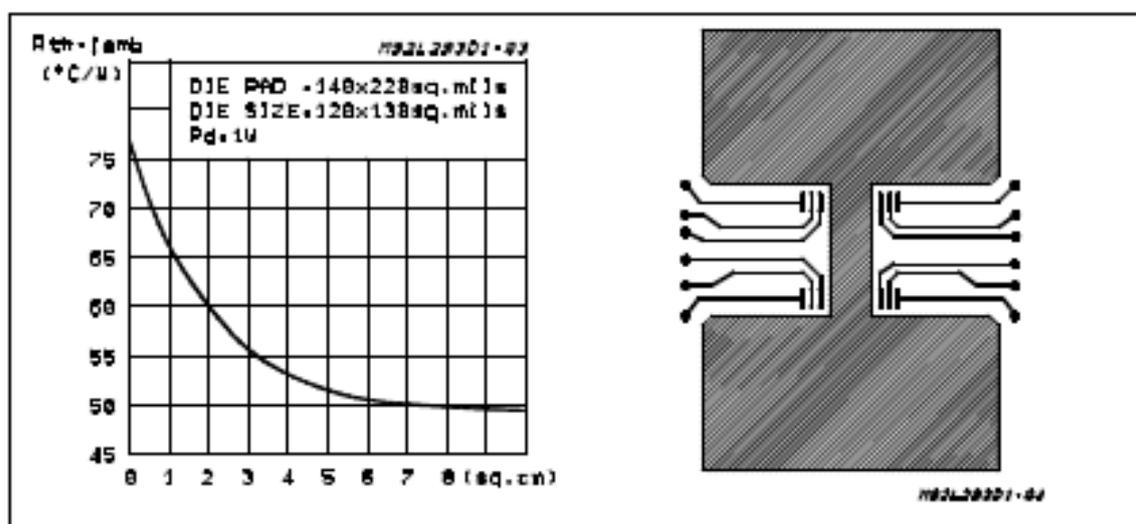


Figure 2: Junction to ambient thermal resistance vs. area on board heatsink (SO12+4+4 package)

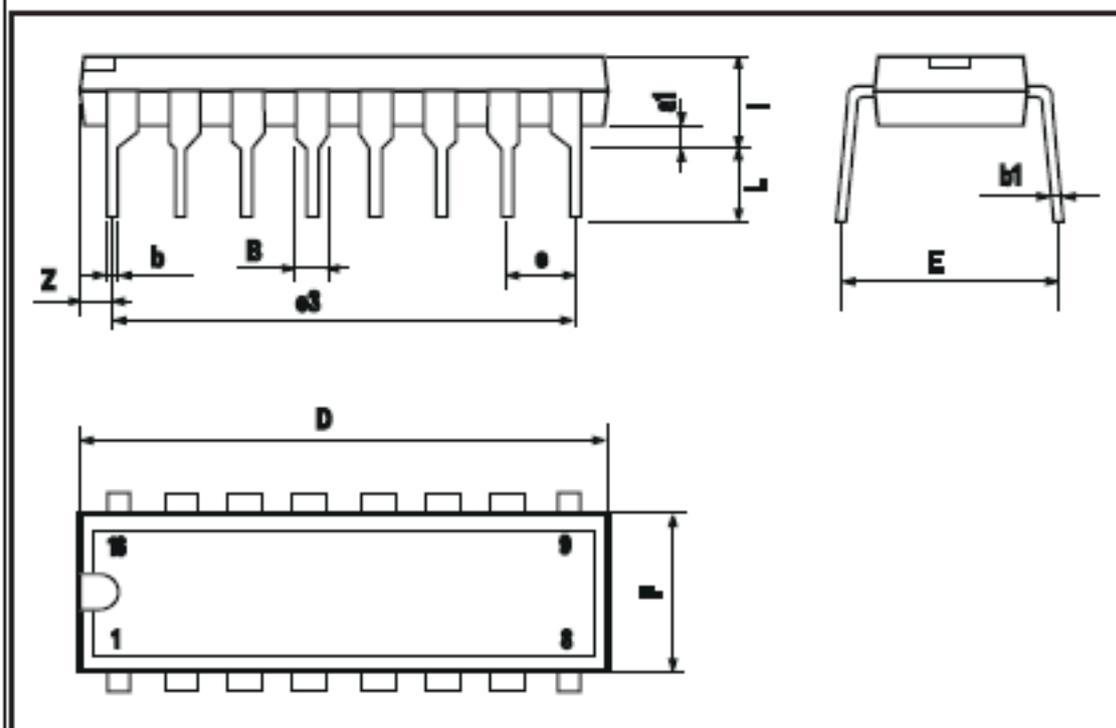


DIM.	mm			Inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.85		1.40	0.033		0.055
b		0.50			0.020	
b1	0.38		0.50	0.015		0.020
D			20.0			0.787
E		8.80			0.346	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.10			0.280
I			5.10			0.201
L		3.30			0.130	
Z			1.27			0.050

**OUTLINE AND MECHANICAL DATA**



PowerdIp 16



# **ANEXO 5**

**Convenio UISRAEL - DIGERCIC**



"Responsabilidad  
con pensamiento positivo"

**CARTA DE COMPROMISO ENTRE  
LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL Y LA DIRECCIÓN DE  
DESARROLLO ORGANIZACIONAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE  
REGISTRO CIVIL IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN DEL ECUADOR**

Comparecen a la celebración la presente Carta de Compromiso por una parte la Universidad Tecnológica Israel, representada por el Señor, Doctor René Cortijo Palomino, en su calidad de Rector y por otra parte el Abogado Oswaldo López Vargas, en su calidad de Director de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador, quienes en adelante acuerdan celebrar el presente Convenio de Cooperación Interinstitucional, de conformidad con las siguientes cláusulas:

**PRIMERA ANTECEDENTE**

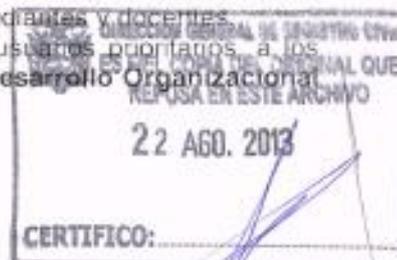
El día veinte y dos del mes de agosto de 2013 se suscribe un Convenio de Cooperación Interinstitucional entre la **Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador**, de mutuo acuerdo, en el cual se estableció como objeto general, el *"coordinar y articular acciones conjuntas que permitan diseñar y ejecutar programas, proyectos y actividades orientados hacia el Buen Vivir, en beneficio de la Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador como lo establece la Constitución de la República del Ecuador"*.

Con la finalidad de ejecutar dicho Convenio Interinstitucional, las partes acuerdan que, mediante la presente Carta Compromiso, se llevará a cabo lo siguiente:

**SEGUNDO: OBJETIVOS.-**

Los objetivos de la presente Carta de Compromiso, se encuentran direccionados a los siguientes sistemas:

- 1.1. Planificar, diseñar e implementar en aplicaciones gráficas la identidad corporativa del grupo beneficiario.
- 1.2. Desarrollar programas, proyectos y actividades que permitan fortalecer las áreas financieras, administrativas, comunicacional y tecnológica de la **Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador**, a través del contingente intelectual de sus estudiantes y docentes.
- 1.3. Desarrollar las capacidades técnicas de los usuarios prioritarios, a los cuales atiende la **Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional**.





*"Responsabilidad  
con pensamiento positivo"*

- de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador**, a través de programas de capacitación.
- 1.4. Promover la participación ciudadana en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el derecho a la diversidad.
  - 1.5. Generar productos en las áreas de diseño gráfico, ingeniería comercial, sistemas informáticos, electrónica, telecomunicaciones y de producción Radio y Televisión para apoyar a la **Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador**, en las actividades por ella realizadas.

#### **TERCERA: FINANCIAMIENTO.-**

Para el cumplimiento de los objetivos de la presente Carta de Compromiso cada una de las partes gestionará ante sus organismos pertinentes, los recursos y financiamiento necesarios en las áreas vinculadas en los proyectos que se deriven del Convenio.

#### **CUARTA: MODALIDAD DE EJECUCIÓN.-**

La Comisión Bipartita, conformada de acuerdo con la cláusula quinta del Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional, será la encargada de programar, organizar, oficializar e informar las actividades desarrolladas en los planes, programas y proyectos de este Convenio.

#### **QUINTA: DURACIÓN.-**

La duración de la presente Carta Compromiso, será similar al tiempo previsto en la cláusula séptima del referido Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional.

Dado en el Distrito Metropolitano de Quito, a los 22 días del mes de agosto de 2013.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
ISRAEL**

  
Doctor René Cortijo Palomino,  
RECTOR  
UISRAEL

**DIRECTOR DE GESTIÓN DE  
DE DESARROLLO ORGANIZACIONAL**

  
Abogado Oswaldo López Vargas,  
DIRECTOR DE GESTIÓN DE  
DESARROLLO ORGANIZACIONAL





"Responsabilidad  
con pensamiento positivo"

**CONVENIO MARCO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE  
LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL LA DIRECCIÓN DE  
DESARROLLO ORGANIZACIONAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE  
REGISTRO CIVIL IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN DEL ECUADOR**

Comparecen a la celebración del presente convenio por una parte la Universidad Tecnológica Israel, representada por el Señor, Doctor René Cortijo Jacomino, en su calidad de Rector y por otra parte el Abogado Oswaldo López Vargas, en su calidad de Director de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador, quienes en adelante acuerdan celebrar el presente Convenio de Cooperación Interinstitucional, de conformidad con las siguientes cláusulas:

**PRIMERA: ANTECEDENTES.-**

- 1.1. La Universidad Tecnológica Israel -UISRAEL-, es una Institución del Sistema Nacional de Educación Superior que en conformidad con el artículo 76 de la Constitución Política de la República, se crea como Universidad particular de derecho privado, sin fines de lucro, con personería jurídica, autonomía académica, administrativa, orgánica y financiera, autofinanciada, cuyas actividades se regularán de conformidad con lo que dispone la Constitución Política de la República, los tratados y convenios internacionales, la LOES, el Estatuto de la Universidad Tecnológica Israel y la reglamentación que se dicte en el marco jurídico sobre la materia.

Reconocida institucionalmente como Universidad mediante Ley de Creación No. 99-42, Registro Oficial # 319 del 16 de noviembre de 1999. Patrocinada y fundada por sus Promotores-Cancilleres desde la transformación en Universidad de los institutos tecnológicos Israel e Italia, la Sede Matriz de la UISRAEL tiene por domicilio el Distrito Metropolitano de la ciudad Quito, capital de la República del Ecuador.

- 1.2. La Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación es el Organismo Rector único e indivisible seguro y transparente del Sistema Nacional de Registro Civil, Identificación y Cedulación, en lo referente a los hechos y actos relativos al estado civil de los ecuatorianos y de los extranjeros residentes en el Ecuador, garantizando su identidad e identificación, a través de la prestación de un servicio efectivo y oportuno, que a su vez permita afianzar los niveles de seguridad interna y externa del Estado

1





*"Responsabilidad  
con pensamiento positivo"*

- 1.3. Entre los intervinientes se ha manifestado mutuo interés en prestar su concurso para formular y generar un proceso de participación, y cooperación orientados hacia el desarrollo sustentable y fomento de la diversidad cultural, social, y económica del país, razón por la cual han convenido en suscribir el presente Convenio de Cooperación Interinstitucional.

#### **SEGUNDA: OBJETO.-**

El objetivo del presente Convenio Marco de Cooperación, es *"coordinar y articular acciones conjuntas que permitan diseñar y ejecutar programas, proyectos y actividades orientados hacia el Buen Vivir, en beneficio de la Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador como lo establece la Constitución de la República del Ecuador"*.

#### **TERCERA: OBJETIVOS ESPECÍFICOS.-**

- 3.1 Abrir un espacio de cooperación interinstitucional que permita a las dos entidades planificar y concretar actividades bajo el respeto de sus espacios autónomos o interactuando en ellos de común acuerdo para lograr sus fines.
- 3.2 Brindar por parte de la **Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador**, la mayor apertura a la UISRAEL para la implementación de acciones conjuntas en beneficio de su institución.
- 3.3 Crear, diseñar o gestionar el uso o implementación de productos o servicios generados por cada una de las Carreras de la UISRAEL, orientados hacia el Buen Vivir de la comunidad ecuatoriana.
- 3.4 Desarrollar programas de capacitación en beneficio de los grupos objetivos a los cuales atiende la **Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador** y la comunidad, que permitan mejorar las capacidades y habilidades técnicas de los participantes en diferentes áreas del conocimiento.

#### **CUARTA: FINANCIAMIENTO.-**

Para el cumplimiento de los objetivos del presente Convenio Marco cada una de las partes gestionará ante sus organismos superiores, la canalización de



*"Responsabilidad  
con pensamiento positivo"*

recursos y financiamiento respectivo en las áreas vinculadas a los proyectos que del convenio se vayan derivando.

#### **QUINTA: DESARROLLO.-**

Se crea una comisión bipartita, que informe una vez concluido cada proyecto a las autoridades superiores sobre el cumplimiento de los objetivos descritos en este convenio; así como el nivel de satisfacción de cada una de las partes, con el objeto de:

- 1.- Tomar medidas administrativas necesarias para el fiel cumplimiento de este Convenio, estableciendo normas de seguimiento y evaluación del mismo.
- 2.- Efectuar un análisis minucioso de los logros y falencias en la aplicación de este Convenio, y de ser necesario, efectuar una reprogramación cada periodo académico; y,
- 3.- Difundir y socializar los productos resultantes de la ejecución del convenio.

#### **SEXTA: OBLIGACIONES DE LAS PARTES.-**

La UISRAEL se compromete a:

1. Proponer la ejecución de proyectos o programas que tengan como fin propiciar el desarrollo equitativo y sustentable del entorno común de las dos instituciones en beneficio de la comunidad.
2. Poner a disposición de la **Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador**, los recursos humanos técnicos, con el objeto de facilitar la ejecución de programas diseñados y elaborados de manera conjunta.
3. Bajo el esquema de pasantías y vinculación con la sociedad, generar espacios sustanciales de inter aprendizaje y fortalecimiento comunitario, profesional, pre profesional e institucional dinamizados con la participación de la **Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador**.
4. La UISRAEL, se compromete a dar monitoreo y seguimiento a las actividades de cada uno de los programas, ejecutados por sus estudiantes, cuyas horas serán reconocidas como horas de vinculación con la sociedad.





*“Responsabilidad  
con pensamiento positivo”*

Bajo las cláusulas del presente convenio la **Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador**, se compromete a:

1. Coordinar con las diferentes dependencias de la **Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador**, para que se facilite a los profesionales, estudiantes y demás representantes de la UISRAEL, la logística (movilización, alimentación y estadía), que requieran las actividades en las que participen los estudiantes.
2. Asegurar la participación de la comunidad en las diferentes actividades de programas, proyectos y actividades previstos en el convenio.
3. Realizar el seguimiento de los procesos que se diseñen a partir del presente convenio.
4. Socializar en la medida de sus posibilidades, en medios de comunicación los avances de las actividades desarrolladas en conjunto con la **Dirección de Gestión de Desarrollo Organizacional de la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador**
5. En los productos resultados de los programas y proyectos de vinculación con la sociedad, incluir los **créditos respectivos**, con el logotipo corporativo de la UISRAEL.
6. Preparar y promover proyectos y programas de interés común para las partes en las áreas en que ambas desarrollen sus actividades.
7. Buscar el financiamiento para la ejecución de los programas y proyectos que se establezcan con conjunto con la UISRAEL.

#### **SÉPTIMA: PLAZO DE DURACIÓN**

El presente Convenio Marco de Cooperación tendrá una duración de dos años contados desde la fecha de la suscripción, pudiendo ser renovado por iguales periodos, previo acuerdo escrito entre las partes cumpliendo los requisitos legales pertinentes.

#### **OCTAVA: CAUSAS DE TERMINACIÓN.-**

El presente convenio terminará por las siguientes causas:

1. Incumplimiento de las obligaciones derivadas del Convenio.
2. Incumplimiento del objeto del Convenio.
3. Vencimiento del plazo.
4. Por acuerdo mutuo de las partes.



"Responsabilidad  
con pensamiento positivo"

La terminación anticipada del convenio, no exime de la obligación de cumplir con las actividades y compromisos acordados, y no da derecho a reclamar indemnización alguna, de las partes.

#### NOVENA: DOMICILIO Y NOTIFICACIONES.-

Para los efectos pertinentes, las partes fijan sus domicilios en:

<p><b>Universidad Tecnológica Israel UISRAEL</b></p>	<p>Francisco Pizarro E4-142 y Marieta de Veintimilla Teléf. 02500-534 022555-741 WEB. <a href="http://www.uisrael.ec">www.uisrael.ec</a></p>
<p><b>Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación</b></p>	<p>Quito - Ecuador Avenida Amazonas y Naciones Unidas No. 1014, edificio La Previsora Teléf. 043814290 WEB. <a href="http://www.registrocivil.gob.ec">www.registrocivil.gob.ec</a></p>

#### DÉCIMA: CONTROVERSIAS.-

De suscitarse alguna controversia en la aplicación y ejecución de este Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional, las mismas serán resueltas por ambas partes por cualquier mecanismo alternativo de solución de conflictos.

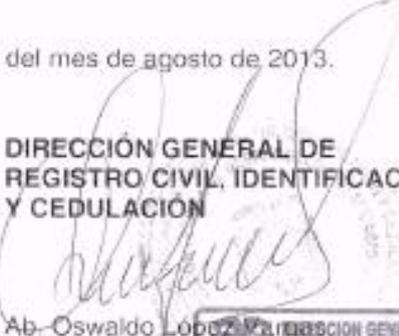
Para constancia y fe de aceptación de todo lo estipulado en este documento, las partes suscriben en tres ejemplares de igual contenido y valor.

Dado en Quito, a los veinte y dos días del mes de agosto de 2013.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
ISRAEL**

  
Dr. René Cortijo Jacomino  
Rector  
UISRAEL

**DIRECCIÓN GENERAL DE  
REGISTRO CIVIL, IDENTIFICACIÓN  
Y CEDULACIÓN**

  
Ab. Oswaldo López  
Director de Gestión de Desarrollo Organizacional

5

