

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
UNIDAD CULHUACAN**

TESIS INDIVIDUAL

Que como prueba escrita de su Examen Profesional para obtener el Título de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica que deberá desarrollar el C.

EDUARDO QUIROZ HERNANDEZ

“DISEÑO DE UN ROBOT ASPIRADORA”

Ya que como parte de su visión el Instituto Politécnico Nacional busca el generar, aplicar, difundir y transferir el conocimiento científico y tecnológico lo cual tiene como objetivo el desarrollo económico social y político de México para que a través de éste se asegure la calidad de vida de los mexicanos. Para lograr este desarrollo el Instituto Politécnico Nacional a través de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica entre cuyos objetivos está el dirigir, diseñar, construir, producir, probar, instalar, industrializar, operar, dar mantenimiento, adaptar la tecnología y administrar equipo y sistemas eléctricos y electrónicos, a todos los niveles. Todo lo anterior se puede concretar gracias a los conocimientos adquiridos a lo largo de los nueve semestres de la carrera en los cuales se adquirieron las bases de circuitos eléctricos y electrónicos, electromagnetismo, programación tanto de computadoras como de microprocesadores. Con todo lo anterior es posible hacer el diseño de diversos tipos de dispositivos que ayuden al ser humano con algunas de sus tareas cotidianas, entre ellas las que están vinculadas las del hogar. Entre los inventos más destacados están; la lavadora, secadora, licuadora, la aspiradora.

CAPITULADO

INTRODUCCIÓN
JUSTIFICACIÓN
OBJETIVOS
I.- ESTADO DEL ARTE
II.- MARCO TEÓRICO
III.- DISEÑO
CONCLUSIONES

México D. F., a 8 de junio de 2010

PRIMER ASESOR:


M. en C. HÉCTOR BECERRIL MENDOZA

SEGUNDO ASESOR:


ING. RAFAEL TAPIA GARIBAY

Vo. Bo.


ING. IGNACIO MONROY OSTRÍA
JEFE DE LA CARRERA DE I.C.E.

APROBADO


M. en C. HÉCTOR BECERRIL MENDOZA
SUBDIRECTOR ACADÉMICO

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada deseo dedicar este trabajo a mi madre Micaela Alicia QUIROZ HERNÁNDEZ quien siempre ha estado a mi lado apoyándome incondicionalmente, nunca, me ha cortado las alas para llevar a cabo mis sueños sin ella nunca habría hecho nada de lo que he hecho hasta ahora, por lo que este éxito también es tuyo *Mia, chabin yo'o.*

Luego, mas no por ello menos importante quiero agradecer en donde quiera que se encuentre a mi abuela, Serafina HERNÁNDEZ AGUILAR[†], quien siempre y a pesar de todo me demostró todo su amor, hasta el final y que sé que de algún modo aún está conmigo.

Deseo también dar las gracias a mi padrino el Ingeniero Rafael Tapia Garibay quien como un padre con sus consejos fue poco a poco dándome los consejos y las herramientas necesarias para que pudiera alcanzar esta meta,

Agradezco a mis parientes, a mis padrinos, a las personas de clase de biblia, en especial a la señora Araceli VARGAS, a mis maestros de la República Italiana y de la José Guadalupe Nájera Jiménez TM, a aquellos del CECyT 9 y el CECyT 11.

Por otro lado quiero agradecer al CENLEX UST en especial a Fernando CERÓN MEZA, al CELEX UC por darme la oportunidad tener una independencia económica. Del CELEX Culhuacan agradezco a Laura VEGA por haber confiado en mí, también a Rosalba quien me ayudó en los momentos difíciles.

También quiero dar las gracias a mis amigos, aquellos con los que sé que siempre he contado, mencionaré a algunos, en orden alfabético, para que no se enoje, Alejandro VILLARRUEL. Arlen RAMIREZ, Carlos DURAN, Erandi ARREDONDO, Iván MACEDA, Oscar GARCIA, Oscar MACEDA, Ricardo GRACIDA Yessica SUÁREZ, quienes han estado conmigo en las buenas y en las malas. Si alguno no fue mencionado, lo siento, como estos agradecimientos los escribo un día antes pues es lógico que se me olviden dos que tres.

A mis compañeros del 9EM5, en especial a Oscar FABIÁN (con lo que suman tres oscars) de quien siempre he recibido ayuda en aspectos académicos de una manera desinteresada, por lo que siempre lo recordaré más que como compañero, como un amigo.

A los maestros de la ESIME, cuyos nombres no podría escribir aquí debido que como dijo el señor Pierre FERMAT el espacio, no es suficiente.

感謝

ここは感謝の意を日本の方に表します。

最初中野まり子先生がいつも大変お世話にたっておりますので。感謝したいです。先生のおかげで私は日本へいけました。それで様々こと覚えられて、様々な人を出会えていつまでも先生のこと忘れません。

電気通信大学のかにも感謝を表したい、私を JUSST 留学生として選んで鈴木先生にま誠にありがとうございます。

当然学長益田先生に私だけではなくて皆の墨西哥人に好機をいただいて、ご親切を心から感謝します。

電気通信大学のスタッフ佐々木さん三下さん、モニカさん、JUSST・ROOM の方に、国際交流会館の福原さん。

後藏野佳好子さんに、仕事のことも日本文化のことも生活のことを教えて、うちの母は日本へいけるためにも手伝ったから、誠にありがとうございます、いつかも藏野さんが教えたことが忘れられません。

エバラーディングので出会ったの方川崎さん、松原さん、新井さん、中根さんにもありがとうございました。

もちろん友達に、彼らのおかげでいつかも一人ぼっちではありませんでした。渡辺君と村井君と佐田君に「アリガトー!!!」。あとも一人今まで会っているの人、彼のおかげで色々なことを覚えて、喧嘩して、楽しむので僕にとって親友だ、住友健史君。

INDICE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 6 |
| OBJETIVOS | 12 |
| <i>Objetivos generales</i> | 12 |
| ANALISIS DE VIABILIDAD | 13 |
| ESTUDIO DE VIABILIDAD | 14 |
| <i>Descripción coloquial final de la aspiradora automática</i> | 15 |
| CAPÍTULO 1 ESTADO DEL ARTE | 17 |
| ESTADO DEL ARTE | 18 |
| <i>La robótica</i> | 18 |
| <i>El microcontrolador</i> | 22 |
| <i>La aspiradora</i> | 25 |
| CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO | 28 |
| MARCO TEÓRICO | 29 |
| <i>Microprocesador</i> | 29 |
| <i>Arquitectura según el modelo Harvard</i> | 29 |
| <i>Ortogonalidad de las instrucciones</i> | 32 |
| <i>Apuntador de pila/apuntador de marco</i> | 39 |
| <i>Registro de estado</i> | 39 |
| <i>Contador de programa</i> | 39 |
| <i>Modelo de programadores</i> | 41 |

| | |
|--|-----------|
| <i>Espacio de dirección de datos</i> | 46 |
| <i>Plano de memoria del espacio de datos</i> | 46 |
| <i>Modulo temporizador 2/3</i> | 49 |
| <i>Módulo temporizador 4/5</i> | 50 |
| <i>Módulo de control de motores PWM</i> | 52 |
| <i>Características eléctricas</i> | 55 |
| <i>Valores absolutos máximos</i> | 55 |
| EL SENSOR DE DISTANCIA..... | 58 |
| EL PUENTE H..... | 59 |
| <i>Funcionamiento : Avance</i> | 61 |
| <i>Funcionamiento:</i> | 63 |
| <i>Retroceso</i> | 63 |
| CAPÍTULO 1 DISEÑO | 65 |
| DISEÑO..... | 66 |
| <i>SENSADO</i> | 66 |
| <i>Programación</i> | 68 |
| <i>Electrónica de potencia</i> | 77 |
| DISEÑO DEL CIRCUITO | 78 |
| <i>COMPONENTES</i> | 78 |
| <i>El diagrama de conexiones</i> | 79 |
| CONCLUSIONES..... | 87 |

INTRODUCCIÓN

Desde que el ser humano existe ha tenido necesidad de conocer su entorno, para poder explicar toda la serie de fenómenos que acontecían a su alrededor, para así poder en un determinado momento replicar de dichos fenómenos y aplicarlos a su vida cotidiana y de esa manera lograr que su entorno fuera más seguro, más confortable en pocas palabras que fuera lo mejor para vivir.

Hablar de avances tecnológicos no se limita a los dos ejemplos que se dan más adelante sino de todo un sinfín de herramientas, inventos, técnicas que han surgido a lo largo de la historia, mas el hacerlo implicaría tener que estudiar toda la historia humana y más allá en la prehistoria cuando un grupo de primates comenzó a elaborar herramientas a partir de “piedras y palos”.

El ser humanos comenzó a elaborar toda clase de herramientas para ayudarse en tareas cotidianas, en aquel entonces, para hacer más fácil las tareas de recolección, de caza que permitían su supervivencia así mostró ingenio, sin embargo un ejemplo muy claro de cómo fue capaz de “dominar” un fenómeno natural es el fuego, el cual fue primero controlado, luego preservado más tarde reproducido a voluntad es un proceso considerado por muchos como el parte aguas que dio a la humanidad pie a la evolución hasta el punto en que actualmente se encuentra.

Otro ejemplo es el de la imprenta un invento aparentemente simple que dio a los seres humanos la posibilidad de acceder más fácilmente al conocimiento, nos damos cuenta entonces que la ciencia es decir el conocimiento, y la tecnología que

es su aplicación se han desarrollado a la par de los seres humanos, ya que es inherente a su naturaleza la curiosidad a la cual esta aunado el deseo de controlar lo que le rodea por muchas y muy diversas razones; otro rasgo de la naturaleza humana que ha permitido el avance que se ha descrito, es la necesidad, en cualquiera de sus rubros, desde las llamadas necesidades básicas que se enfocan a la preservación de la vida, hasta aquellas necesidades modernas que más allá de la preservación se enfocan a facilitar las tareas o incluso a dar una satisfacción personal.

Actualmente la tecnología se encuentra en un estatus en el cual el hombre hace uso de ella en prácticamente todos los campos de su vida, no se puede concebir ni siquiera un minuto en el que todo el mundo careciera de algún elemento tecnológico, sean las computadoras, el internet, los celulares, reproductores de música, videojuegos, automóviles, enseres domésticos, entre muchos otros que se podrían mencionar.

Es por esta razón que los seres humanos han concebido y desarrollado la ingeniería, para poder aplicar el conocimiento científico a través del diseño de técnicas y una vez que este sea desarrollado, este conocimiento puede transmitido e innovado es decir que con base en los nuevos conocimientos que se adquieren estas técnicas se perfeccionen día con día.

Se ha visto a lo largo de los milenios que no importa lo pequeño o grande que sea un descubrimiento o un avance ya que por muy poco que se camine siempre

se ha hecho hacia adelante, y es precisamente lo que ha permitido que el Hombre se encuentre en donde está actualmente.

En México una de las instituciones encargadas del desarrollo y avance científico y tecnológico es en Instituto Politécnico Nacional, el cual provee los conocimientos y motiva la creatividad y el *ingenio* de los jóvenes Mexicanos para que puedan concebir nuevos inventos, nuevos productos y de esa manera ayudar al desarrollo del país.

JUSTIFICACIÓN

Ya que como parte de su visión el Instituto Politécnico Nacional busca el generar, aplicar, difundir y transferir el conocimiento científico y tecnológico lo cual tiene como objetivo el desarrollo económico social y político de México para que a través de este se asegure la calidad de vida de los mexicanos.

Para lograr este desarrollo el Instituto Politécnico Nacional a través de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica entre cuyos objetivos está el dirigir, diseñar, construir, producir, probar, instalar, industrializar, operar, dar mantenimiento, adaptar la tecnología y administrar equipo y sistemas eléctricos y electrónicos, a todos los niveles.

Todo lo anterior se puede concretar gracias a los conocimientos adquiridos a lo largo de los nueve semestres de la carrera en los cuales se adquirieron las bases de circuitos eléctricos y electrónicos, electromagnetismo, programación tanto de computadoras como de microprocesadores.

Con todo lo anterior es posible hacer el diseño de diversos tipos de dispositivos que ayuden al ser humano con algunas de sus tareas cotidianas, entre ellas las que están vinculadas las del hogar. Entre los inventos más destacados están; la lavadora, secadora, licuadora, la aspiradora.

Entre las necesidades primordiales que tiene el ser humano están las de salud y vivienda, las cuales no son independientes una de la otra, no es posible concebir una buena salud sin las condiciones de vivienda necesaria y viceversa. Ahora bien, entre los factores que benefician a la salud está la higiene, ya que está comprobado que cuando las condiciones sanitarias son precarias la salud de quienes habitan en dicho entorno drásticamente. Un ejemplo de ello es la epidemia de peste bubónica que atacó a Europa durante la edad media.

Es por esa razón por la que se ha escogido un proyecto el cual tenga relación con un factor de tal envergadura en la salud humana como lo es la limpieza, más concretamente en la tarea de barrer que tiene como objetivo remover toda clase de partículas especialmente las de polvo, pelo entre otros.

Se ha comprobado que el llamado polvo que no son sino partículas cuyo diámetro no excede los 500 micrómetros, el pelo fino de algunos animales como los gatos, entre otras partículas de tamaño reducido son muchas veces causantes de algunas de las enfermedades respiratorias más comunes como lo son el asma, la rinitis las cuales afectan sobre todo a niños y adultos mayores.

Esta es una de las razones por las que se eligió el diseño de un dispositivo robótico el cual permitirá llevar a cabo más fácilmente la tarea aspirado del hogar, contribuyendo así a mejorar las condiciones de higiene del hogar

Otra motivación para la elaboración de un dispositivo automático es el poder ayuda a las personas que tienen alguna discapacidad física que les impida el poder llevar a cabo varias de las tareas de limpieza del hogar. Un dispositivo de esta naturaleza al no requerir de la mano humana y operar por si mismo permitirá aligerar la carga de trabajo en la casa.

OBJETIVOS

Objetivos generales

Como objetivo general este proyecto busca el diseñar un dispositivo que contribuya a los quehaceres domésticos y que de esta manera puedan asegurarse las condiciones de higiene necesarias en un hogar para asegurar un entorno más higiénico para poder evitar así enfermedades causadas por el polvo y partículas orgánicas suspendidas en el aire.

Ayudar a las personas que debido al ritmo de vida que llevan, carecen del tiempo necesario para poder realizar ellas mismas las tareas de limpieza en el hogar ya que se trata de un dispositivo que funciona automáticamente por lo que no requiere de la presencia humana para realizar su tarea.

Para, aplicando de manera integral los conocimientos teórico-prácticos adquiridos durante la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica

Integrar al mercado un producto que sea accesible para el público en general y rentable para quien lo fabrica.

OBJETIVOS PARTICULARES

Dejar asentadas las bases para la implementación del dispositivo para que en un futuro no muy lejano pueda implementarse y que de esta manera se pueda cubrir una necesidad del mercado.

ANALISIS DE VIABILIDAD

ESTUDIO DE VIABILIDAD

Esta sección tiene como objetivo al hacer una análisis que permita planear el producto con base en las necesidades de quienes los van a utilizar, es decir, se ponen a consideración las necesidades del usuario, para ello se realizaron una serie de preguntas enfocadas a delimitar las características del producto.

Comenzaremos remarcando el hecho que actualmente en el mercado nacional los productos de aspirado dependen prácticamente en su totalidad del ser humano para poder funcionar por lo que representan una inversión de tiempo.

Por otro lado si bien existe una variación de precios significativa que no siempre son ad hoc a calidad que demuestran tener los diferentes productos del mercado.

A continuación el planteamiento de las preguntas para el presente proyecto.

1.- ¿Quién va a utilizar la aspiradora?

Las personas encargadas del aseo del hogar, ya sean cabezas de familia o bien, personal doméstico, quienes son por lo regular personas adultas sin importar su sexo o condición física.

2.- ¿Para qué va a usar la aspiradora?

Para realizar la tarea de barrido y aspirado del hogar.

3.- ¿Por qué va a usar la aspiradora?

Porque siendo la limpieza una necesidad primordial para preservar las condiciones de higiene en el hogar, aunado a esto porque no cuenta con el tiempo, para realizar la tarea personalmente, o bien porque sufre de alguna discapacidad que le impide hacerlo por si misma, o simplemente por comodidad.

Otra razón es porque con este dispositivo tendrá la posibilidad de limpiar en lugares de difícil acceso.

4.- ¿Dónde va a utilizar la aspiradora?

En el hogar u oficina donde se cuente con alfombra, duela de madera, o pisos de cemento.

En los espacios de uso donde hay muebles que por lo regular requieren ser desplazados para el aseo ya que se dichos muebles cuentan con un espacio inferior entre la base del mismo y la alfombra el cual es muy pequeño.

Descripción coloquial final de la aspiradora automática

Es un dispositivo electro-mecánico cuya función principal es la de realizar la tarea de barrido y aspirado del suelo. Además será un dispositivo que de manera autónoma detectará los diferentes obstáculos que se encuentren a su paso, y una vez hecho esto cambiará su ruta a fin de evitar impactarse con los mismos.

Su tamaño debe se adecuará:

Al espacio requerido para que los dispositivos mecánicos y eléctricos sean emplazados tanto en el circuito impreso como en el gabinete para su montaje.

Al espacio que existe por lo regular bajo los muebles domésticos para que el aparato pueda ser usado en la mayor parte de los hogares u oficinas.

Por otra parte el dispositivo debe de funcionar lo más silenciosamente posible sin olvidar por ello que el ruido es inherente al uso de algunos tipos de motores más aquellos con una determinada potencia.

CAPÍTULO 1

ESTADO DEL ARTE

ESTADO DEL ARTE

A pesar de que, como ya se menciona, la ciencia y la tecnología han estado presentes desde el inicio de los no es sino a partir de la revolución industrial en el siglo XVIII que los avances en esta materia han ido incrementándose vertiginosamente día con día. Y desde entonces su mayor objetivo se enfoca entre a facilitar las tareas del ser humano, lo que permite hacer mucho más comfortable su vida.

La robótica

Habrá que comenzar con la definición de robótica que de acuerdo con el diccionario LAROUSSE es *la rama de la ingeniería que estudia la construcción, el diseño y el empleo de robots en actividades industriales.*

La idea de entes capaces de emular las acciones humanas es tan antigua como el Hombre mismo, ya que desde siempre ha querido encontrar sustitutos que realicen sus tareas con el fin de ganar tiempo, por hacer su vida más comfortable o bien por razones de seguridad, ya que uno de los objetivos de muchos robots es tomar los riesgos que podrían causar algún daño en los seres humanos.

A lo largo de la historia humana ha habido muchos bosquejos de lo que serían los robots, sin embargo no es sino hasta el siglo XX en la presentación de la obra teatral R.U.R. (Rossum's Universal Robots) de Karel Čapek que el término *robot* es utilizado.

La palabra era empleada en un principio para describir a humanos orgánicos artificiales, sin embargo fue utilizada para designar a humanos “mecánicos” . El término robótica por otro lado es utilizado por primera vez en 1942 en el libro *Runaround* de Isaac Azimov (Исаак Озимов) quien acuña no solo el término sino también reglas “morales” que deberán regir la conducta de los robots así como su diseño.

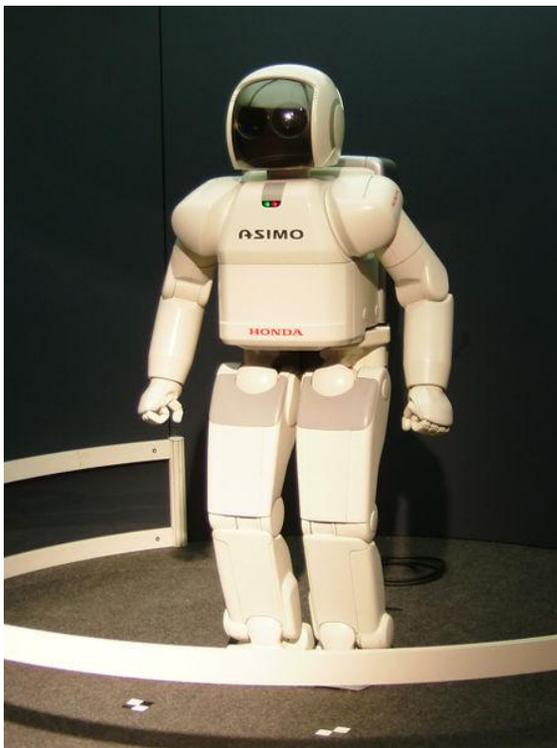


FIG 1.1 ROBOT ASIMO 1

[アシモ] el cual posee entre sus características principales el ser antropomorfo.

ASIMO no es el único tipo de robot que existes y mucho menos la meta a la que aspiran los investigadores, existen como se dijo antes muchas variedades de robots de acuerdo con las tareas que desempeñan. En el otro extremos tenemos el desarrollo de micro robots cuyas tareas se desarrollan a pequeña escala, ahí en donde el ser humano no puede intervenir debido a su gran tamaño. Es entonces que nos damos cuenta que los robots no están limitados a una sola tarea ni a una sola forma.

Entre ellos aquellos que realizan labores de limpieza, actualmente la empresa **iRobot** has desarrollado y comercializado una serie de robots aspiradoras denominadas **Roomba**, las cuales cumplen con la tarea de limpieza en departamentos y casas.



FIG 1.2 ASPIRADORA ROOMBA 1



FIG 1.3 ROBOR ASPORADORA DISCOVERY 1

El microcontrolador

Podría decirse que la electrónica vio su más acelerado desarrollo a partir del surgimiento de la válvula termoiónica comúnmente conocida como *bulbo*, el cual era utilizado más comúnmente como amplificador, sin embargo, estos componentes requerían de un tiempo de calentamiento y de una fuente de alimentación considerable que generaba un consumo muy alto de energía eléctrica.

Tras aquellos tubos catódicos, el siguiente paso en la línea de desarrollo fue el transistor, el cual fue inventado en 1947; este componente a diferencia de su antecesor, podía llevar a cabo los mismo procesos que llevaban aquellos tubos catódicos, pero a menor costo de fabricación, en un menor espacio, con una menor inversión de energía y de con una velocidad de reacción mucho mayor que permitió que se considerara como instantánea.

Es partir del transistor que se revoluciona la electrónica, surgieron una gran variedad de transistores destinados a reemplazar los complicados circuitos construidos a base de bulbos, (que aunque no fueron del todo reemplazados ya que aún se siguen utilizando en aplicaciones sobre todo de altas potencias), haciéndolos más pequeños.

Un ejemplo de la eficiencia de los transistores está la computadora ENIAC (por su acrónimo en inglés *Electronic Numerical Integrator And Computer* [Computador e Integrador Numérico Electrónico]) el cual utilizaba alrededor de 18.000 válvulas de las cuales algunas se quemaban cada día, lo que requería de una organización precisa para poder asegurar el funcionamiento de dicho ordenador.

Tras el desarrollo de los transistores el siguiente gran salto de la tecnología electrónica se dio solo once años después en 1958 con el desarrollo de los Circuitos Integrados, los cuales son dispositivos que como su nombre lo indica *integran* en un espacio muy reducido un gran número de componentes, principalmente diodos, transistores, resistores y condensadores, lo que permite que en una sola oblea se puedan desarrollar sistemas electrónicos completos, los cuales además por el tipo de técnica pueden ser repetidos varias veces lo que reduce el costo, el tiempo y el esfuerzo invertido en dichos circuitos.

Como consecuencia lógica de la implementación de los circuitos integrados en 1971 surgieron los microprocesadores que son dispositivos que contienen toda la circuitería de una CPU (Unidad Central de Procesamiento); registros, la Unidad de control, la Unidad aritmético-lógica, y dependiendo del procesador, una unidad en coma flotante.

Seguido a los microprocesadores surgió el microcontrolador que es un circuito integrado el cual tienen en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: la CPU, la memoria y las unidades de entrada y salida de datos, es

decir, se trata de un computador completo en un solo circuito integrado. Estos microcontroladores por lo regular están limitados en sus aplicaciones, pero a cambio de esto realizan funciones más especializadas, lo que permite un manejo más óptimo de los recursos, en el caso de su aplicación en teléfonos, automóviles, lavadoras, *aspiradoras*, hornos de microondas entre muchos otros enseres domésticos y de uso cotidiano. Los cuales no requieren más que un número determinado de operaciones para su funcionamiento.

La aspiradora

La aspiradora es un utensilio electrodoméstico provisto de un motor que crea una diferencia de presión la cual provoca el aspirado de polvo y de pequeñas partículas que se encuentran en el piso. Las partículas de polvo son recolectadas en una bolsa contenedora que hace las veces de filtro.

El primer sistema de limpieza que utilizaba el vacío para aspirar el polvo era de tipo manual, se trata del sistema *Whirlwind* inventado en Chicago en 1869 por Ives W. McGaffey, esta máquina a pesar de ser ligera y compacta era muy difícil de utilizar ya que había que girar una manivela al mismo tiempo que se hacía deslizar el aparato por el piso, además a eso el precio de dicho aparato era de \$25 USD lo cual era un precio muy elevado para la época, sin embargo no es posible saber cuál fue el éxito que tuvo (o no tuvo) dicho aparato ya que la gran mayoría de los que se vendieron en Chicago y en Boston pudieron haber sido destruidos durante el incendio que destruyó Chicago en 1871. Actualmente solo se cuenta con dos ejemplares originales uno de los cuales se encuentra en el Centro Histórico Hoover.

La aspiradora motorizada fue inventada en 1901 por Huber Cecil Booth, un ingeniero británico, él había notado que la limpieza de los asientos de los trenes con el tradicional método de sacudir sería eficazmente reemplazado por un sistema que aspirara el polvo en lugar de dispersarlo hacia otros lugares. Después de haber intentado él mismo de aspirar el polvo de uno de los asientos a través de un pañuelo, puso en práctica el proceso en un aparato conocido bajo el nombre de Puffing

Billy. Este encumbrado sistema debía para poder ser transportado debía de ser tirado por caballos delante del edificio a limpiar, la succión era provocada por un motor de gasolina, debido a lo complicado de este sistema el invento de Booth no tuvo mucho éxito.

En 1905 Walter Griffiths Manufacturer inventó y patentó el *Griffith's Improved Vacuum Apparatus for Removing Dust from Carpets* (Aparato de Vacío Mejorado Griffith para retirar Polvo de las Alfombras), se trataba de un nuevo sistema manual más fácil de transportar, fácil de manejar y que podía ser utilizado por una sola persona. El operador debe presionar un sistema de soplado que aspiraba el polvo a través de un tubo flexible y desmontable al cual diversas boquillas podían ser montadas. Se trata de la primera aspiradora doméstica comparable a las aspiradoras que se utilizan actualmente.

En 1906, James Murray Spangler, conserje de Cation, inventó la aspiradora eléctrica a partir de un ventilador, una caja y una funda de almohada. El modelo de Spangler integra de igual manera un cepillo rotativo para despegar más fácilmente el polvo. Al poco tiempo en 1908 el sistema es vendido a la empresa de su primo *Hoover Harness y Leather Goods Factory*. Actualmente Hoover se resta como uno de los líderes mundiales de aspiradoras. Tan es así que en lengua inglesa la palabra aspiradora se dice *Hoover®* en tanto que el verbo aspirar es *to Hoover*. Hasta la segunda guerra mundial la aspiradora era un artículo de lujo, sin embargo hoy en día es un artículo de uso generalizado. Las versiones más recientes son automáticas y

autónomas, como ejemplo está la serie *Roomba*® mencionada al principio de esta sección.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

Marco teórico

Microprocesador

Este es el dispositivo central del proyecto, ya que será este el encargado de administrar y controlar todas las acciones del dispositivo de acuerdo con una serie de datos de entrada y con base en esta decidirá cuales serán las acciones a seguir.

En general se propone un micro controlador que sea capaz de coordinar acciones la conmutación de estados encendido-apagado, y que además tenga una respuesta eficaz en tiempo.

A continuación se resumen algunas de las características del micro controlador propuesto para este proyecto:

Microcontrolador **30F4012** de *Microchip*.

Para poder comprender la manera en que funciona el microcontrolador, se comenzará por describir las características más representativas de estos dispositivos en general.

Arquitectura según el modelo Harvard

Observando la figura 2.1 observamos que en esta arquitectura, la conexión del CPU con la memoria de instrucciones y datos se hace de manera independiente y utilizando distintos buses.

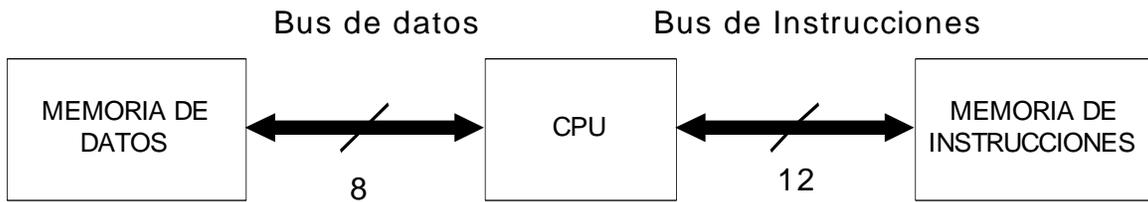


FIG. 2.1 Arquitectura Havard.

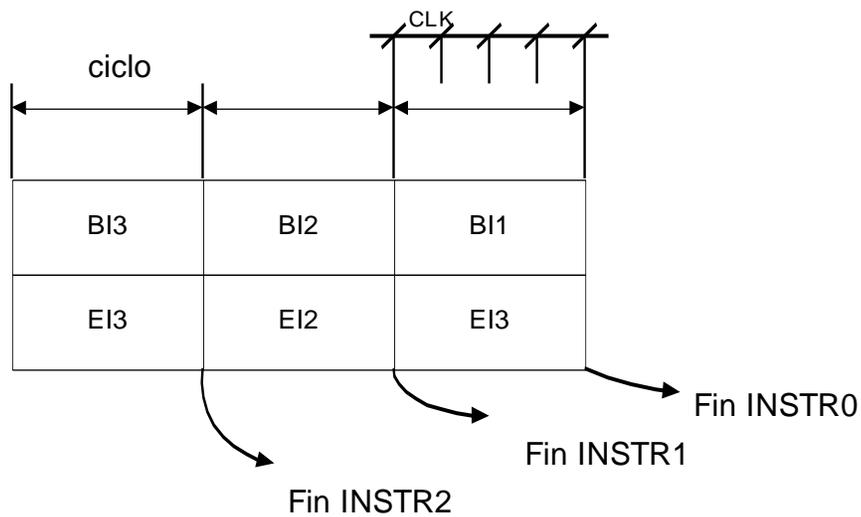
Esta arquitectura permite que el CPU acceda simultáneamente a ambas a dos memorias, la de datos y la de instrucciones.

La arquitectura Harvard permite a el CPU acceder simultáneamente a las dos memorias. Además, propicia numerosas ventajas al funcionamiento del sistema como se irán describiendo.

La consecuencia más importante del empleo de esta arquitectura en los microcontroladores PIC se observa en la organización de la memoria del sistema. Ya que al las memorias del sistema y la de los datos son independientes entre si, lo que también representa longitudes de palabras diferentes.

Segmentación tipo *pipe-line* al ejecutar las instrucciones

La segmentación el proceso que habilita al procesador para realizar la ejecución de la instrucción requerida en ese momento mientras que se hace la búsqueda del código de la instrucción siguiente. De esta forma se puede realizar una instrucción en un ciclo de máquina, es decir en cuatro ciclos de reloj, para comprender más fácilmente este concepto ver la figura 2.2.



El proceso de segmentación permite que en cada ciclo se realice la búsqueda de una instrucción y la ejecución de la anterior. Las instrucciones de salto ocupan dos ciclos al no conocer la dirección de la siguiente instrucción hasta que no se haya completado la de bifurcación.

Misma longitud del formato de todas las instrucciones que en el caso del microprocesador 30F4012 es de 24 bits¹. Esta característica permite que se haga optimice la memoria de instrucciones y facilita enormemente la construcción de ensambladores y compiladores.

¹ Hoja de datos 30F4012 página 153

Procesador RISC (Computador de Juego de Instrucciones Reducido)

De acuerdo con las especificaciones en la hoja de datos del microprocesador.

Instrucciones de tamaño 24 bites.

2Kbytes en la RAM

2Kbytes en la EPROM

Direccionamiento flexible.

Ortogonalidad de las instrucciones

Esta propiedad quiere decir que cualquier elemento de la arquitectura puede ser manejado ya sea como fuente o bien como destino por cualquier instrucción del microcontrolador.

Arquitectura basada en banco de registros

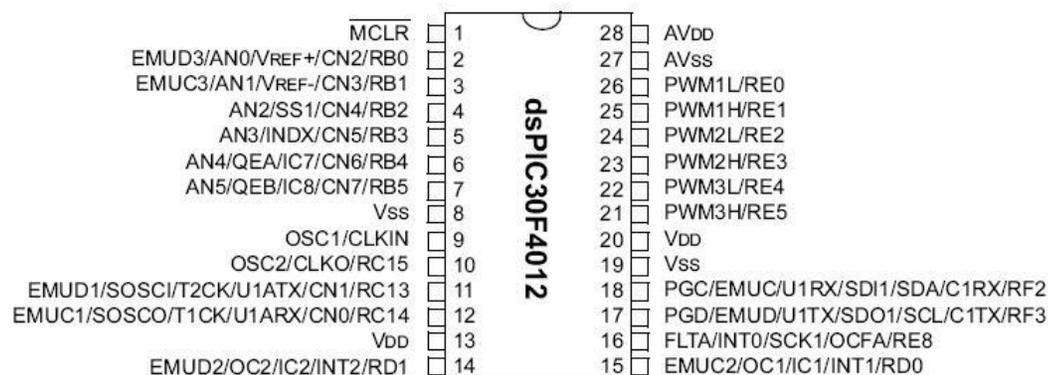
En el microcontrolador todos los objetos del sistemas como con los puertos de Entrada/Salida, los temporizadores, las posiciones de memoria entre otros están implementados de manera física como registros.

Diversidad de modelos con prestaciones y recursos diferentes

En el caso del microcontrolador 30F4012 se tienen al menos 5 encapsulados diferentes para este trabajo se eligió el modelo a 28 pines.

Diagrama de las terminales del 30f4012

28-Pin SPDIP 28-Pin SOIC



En la siguiente tabla se hará la descripción de los pines

| Nombre del PIN | Tipo de PIN | Buffer | DESCRIPCIÓN |
|------------------|-------------|--------|---|
| AN0—AN8 | I/O | Analog | Canales de entrada analógicos AN0 y AN1 son usados igualmente utilizados para datos de programación de dispositivos y entradas de reloj respectivamente. |
| AV _{DD} | P | P | Suministro positivo de energía |
| AV _{SS} | P | P | Tierra de referencia para el módulo análogo. |

| | | | |
|----------------------------------|--------|-------------|--|
| CLKI CLKO | I O | ST/ CMOS | Entrada de reloj externo siempre asociado con las funciones del pin OSC1. Salida del cristal oscilador Se conecta al cristal oscilador. |
| CN0—CN7 CN17—CN1 8 | I | ST | Entradas de notificación de cambio en entradas. |

| Nombre del PIN | Tipo de PIN | Buffer | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------------|--------------------|---------------|---|
| C1RX | E | ST | Bus de recepción del pin CAN1 |
| C1TX | S | — | Bus de transmisión del pin CAN2 |
| EMUD | I/O | ST | Canal de comunicación primario de e/s de datos ICD |
| EMUC | I/O | ST | Canal de comunicación primario de e/s de reloj ICD |
| EMUD1 | I/O | ST | Canal de comunicación secundario de e/s de datos ICD |
| EMUC1 | I/O | ST | Canal de comunicación secundario de e/s de reloj ICD |
| EMUD2 | I/O | ST | Canal de comunicación terciario de e/s de datos ICD |
| EMUC2 | I/O | ST | Canal de comunicación terciario de e/s de reloj ICD |
| EMUD3 | I/O | ST | Canal de comunicación cuaternario de e/s de datos ICD |
| EMUC3 | I/O | ST | Canal de comunicación cuaternario de e/s de reloj ICD |
| IC1, IC2, IC7, IC8 | I | ST | Entradas de captura 1,2,7 y 8 |
| INDX | I | ST | Entrada de pulso de índice decodificador de cuadratura. |
| QEA | I | ST | Entrada de pulso de fase A del decodificador en modo QEI Reloj temporizador externo auxiliar/compuerta de entrada den el modo de temporizador. |
| QEB | I | ST | Entrada de pulso de fase B del decodificador en modo QEI Reloj temporizador externo auxiliar/compuerta de entrada den el modo de temporizador. |

| | | | |
|---------|-----|----|--|
| INT0 | I | ST | Interruptor Externo 0 |
| INT1 | I | ST | Interruptor Externo 1 |
| INT2 | I | ST | Interruptor Externo 2 |
| FLTA | I | ST | Entrada de error A PWM |
| PWM1L | O | — | Salida PW1 bajo |
| PWM1H | O | — | Salida PW1 alto |
| PWM2L | O | — | Salida PW2 bajo |
| PWM2H | O | — | Salida PW2 alto |
| PWM3L | O | — | Salida PW3 bajo |
| PWM3H | O | — | Salida PW3 alto |
| MCLR | I/P | ST | Entrada de borrado maestra o entrada de voltaje de programación. |
| OCFA | I | ST | Compara la entrada de falla A (para comparar con 1,2,3 y 4) |
| OC1-OC4 | O | — | Compara las entradas de la 1 a la 4 |

| Nombre del PIN | Tipo de PIN | Buffer | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|---|
| OSC1 OSC2 | I I/O | ST/CMOS S — | Entrada del oscilador de cristal. Buffer ST cuando se configura en modo RC; de cualquier otro modo CMOS. Entrada del oscilador de cristal. Conecta al cristal o resonador en modo de oscilador de cristal. |
| RB0-RB8 | I/O | ST | PORTB es un puerto bidireccional de E/S |
| 8RC13-RC15 | 8I/O | ST | PORTC es un puerto bidireccional de E/S |
| RD0-RD3 | I/O | ST | PORTD es un puerto bidireccional de E/S |
| RE0-RE5, RE8 | I/O | ST | PORTE es un puerto bidireccional de E/S |
| RF0-RF6 | I/O | ST | PORTF es un puerto bidireccional de E/S |
| SCK1 SDI1 SDO1 SS1 | I/O I O I | ST ST — ST | Entrada/salida del reloj serial síncrono para SPI 1. SPI 1 Entrada de datos. SPI 1 Salida de datos. SPI 1 Sincronización de esclavo. |
| SCL SDA | I/O I/O | ST ST | Entrada/salida de reloj serial síncrono para I ² C. Entrada/salida de datos serial síncrono para I ² C. |
| SOSCO | O | — | Salida del oscilador de cristal de baja potencia a 32KHz |

| | | | |
|-------|---|---------|---|
| SOSCI | I | ST/CMOS | Entrada del oscilador de cristal de baja potencia a 32KHz. Buffer ST cuando se configura en modo RC, CMOS en otros casos. |
| T1CK | I | ST | Entrada externa del reloj temporizador 1 |
| T2CK | I | ST | Entrada externa del reloj temporizador 2 |
| U1RX | I | ST | Receptor UART1 |
| U1TX | O | — | Transmisor UART1 |
| U1ARX | I | ST | Receptor Alternativo UART1. |
| U1ATX | O | — | Transmisor AlternativoUART1 Alternate Transmit. |
| U2RX | I | ST | Receptor UART2 |
| U2TX | O | — | Transmisor UART2 |
| VDD | P | — | Suministro positivo para pines de E/S lógicos |
| VSS | P | — | Tierra de referencia para pines de E/S lógicos |
| VREF+ | I | ANALOG | Entrada de Voltaje de referencia analógico (alto) |
| VREF- | I | ANALOG | Entrada de Voltaje de referencia analógico (bajo) |

A continuación se muestra el significado de las leyendas más comúnmente utilizadas en el cuadro anterior.

CMOS = Entrada o salida compatible con CMOS.

Analog = Entrada análoga

ST = Entrada Schmitt Trigger con niveles CMOS.

O = Salida

I = Entrada

P = Alimentación

Apuntador de pila/apuntador de marco

Los dsPIC contienen un apuntador de programas. La W15 está reservada al apuntador de pila (SP), y va a ser automáticamente modificada a excepción del procesado y llamado de rutinas. Sin embargo W15 puede ser referenciado por cualquier instrucción de la misma manera que cualquiera de los otros registros W. Esto simplifica la lectura, escritura y manipulación del apuntador de pila.

W14 fue dedicada definido como un apuntador de marco como está definido por LNK y ULNK.

Registro de estado

El núcleo de los dsPIC tienen un Registro de Estado (SR), el Byte menos significativo (LS Byte) al cual está referenciado como el SRL Byte de Registro de Estado Bajo y el Byte más significativo como el Registro de Estado Alto.

Contador de programa

El contador de programa es un ancho de 23 bits. El bit 0 está siempre vacío. Por lo consiguiente el contador de programa puede direccionarse hasta palabras de instrucción de 4M.

En la siguiente página se ilustra la manera en que se hace el modelo de programadores.

Modelo de programadores

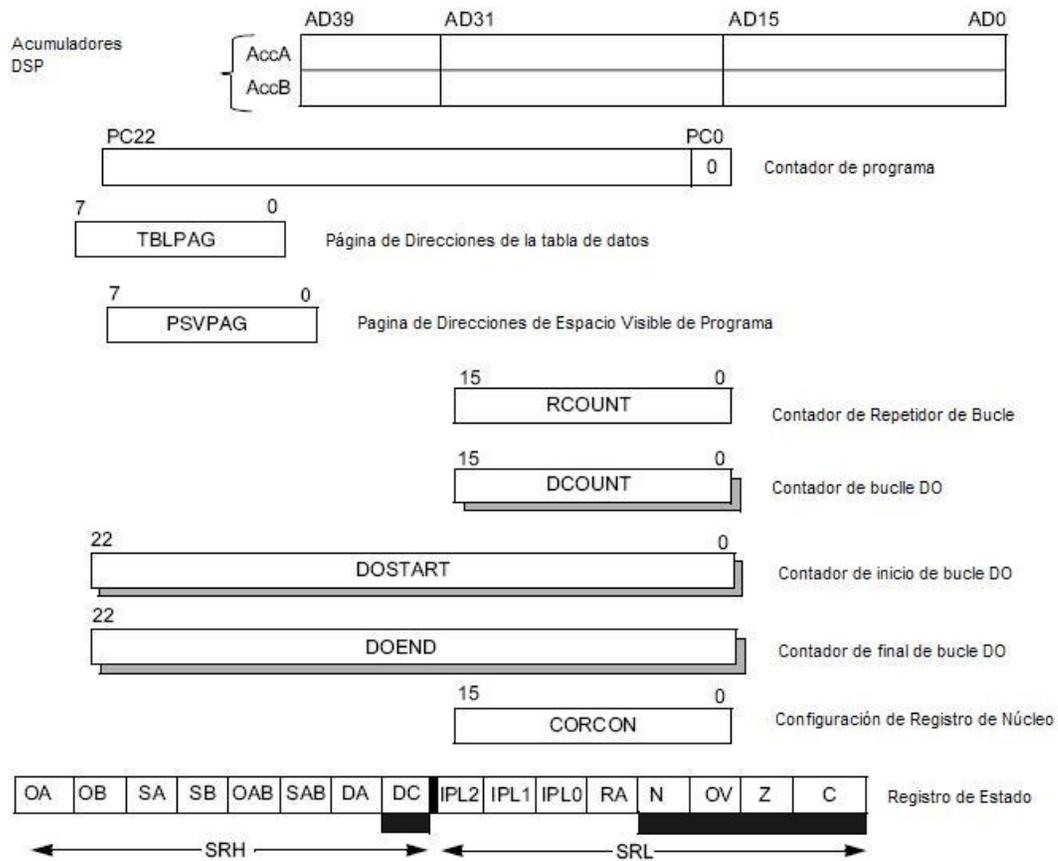
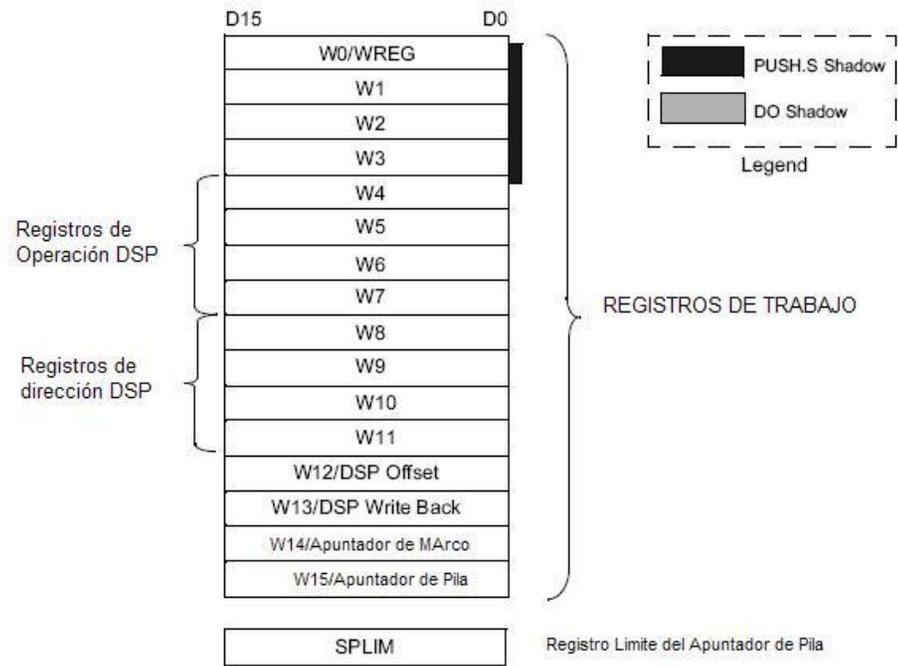
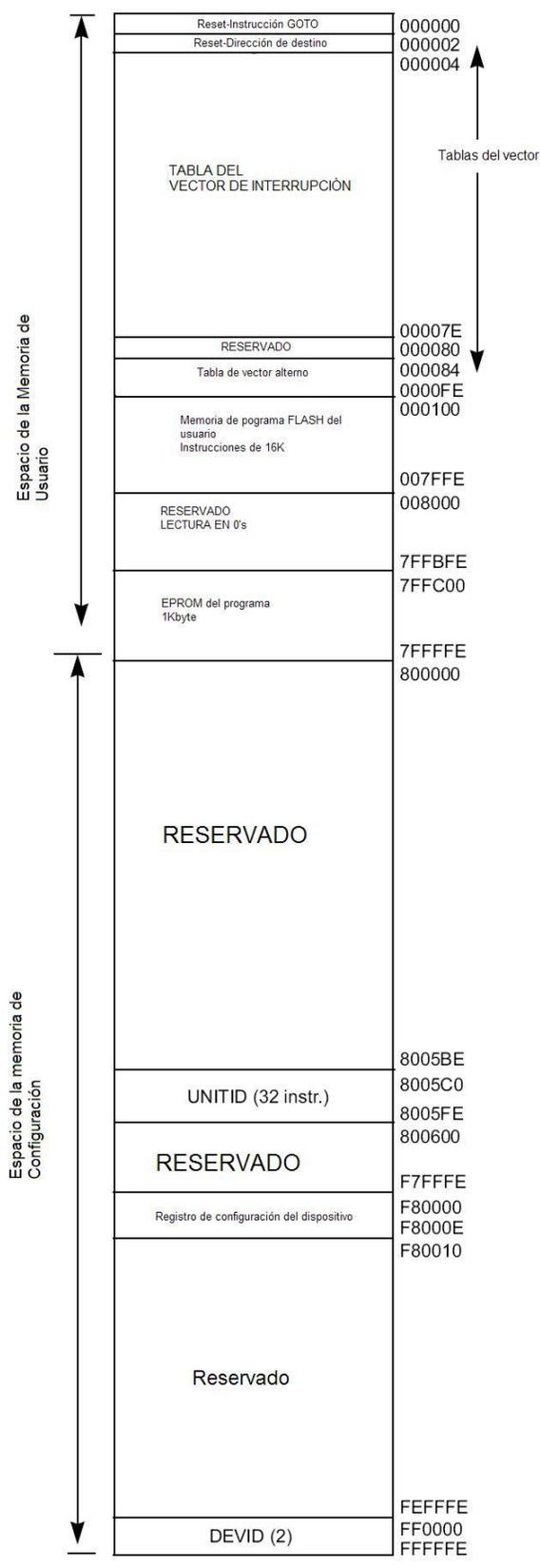


Figura 1.1

El espacio para direcciones de programa son palabras 4M. Es direccionable por la tabla de instrucciones de direcciones Efectivas (EA) un ordenador de 23-bits, o el espacio de datos (EA) cuando el espacio de programa es trazado en el espacio de datos como se define en la figura anterior. Nótese que las direcciones del espacio de programase es incrementado en dos entre programas sucesivos con el propósito de proveer compatibilidad con el direccionamiento de espacio de datos.

El espacio para programa de usuario está restringido a la más baja dirección de palabras de 4M, es decir 0X000000 a la 0x7FFFFE para todos los accesos diferentes a TBLRD/TBLWT la cual usa el TBLPAG<7> para determinar el acceso del usuario o de la configuración. En la **Table 3-1**, las instrucciones de Lectura/Escritura el bit 23 permite el acceso a la ID dispositivo, la ID del usuario y la configuración de bits. De otro modo el bit 23 siempre estará vacío.

Mapa de la distribución del espacio de programa para el dsPIC 30F4011



Espacio de dirección de datos

El núcleo tiene dos espacios para datos, esos espacio pueden ser considerados bien separadamente (para algunas instrucciones DSP) o bien como un rango de direcciones unificado (para instrucciones MCU). Los espacios de datos puede ser accesado usando dos Unidades de Generación de Direcciones (AGUs) y vía datos separados.

Plano de memoria del espacio de datos

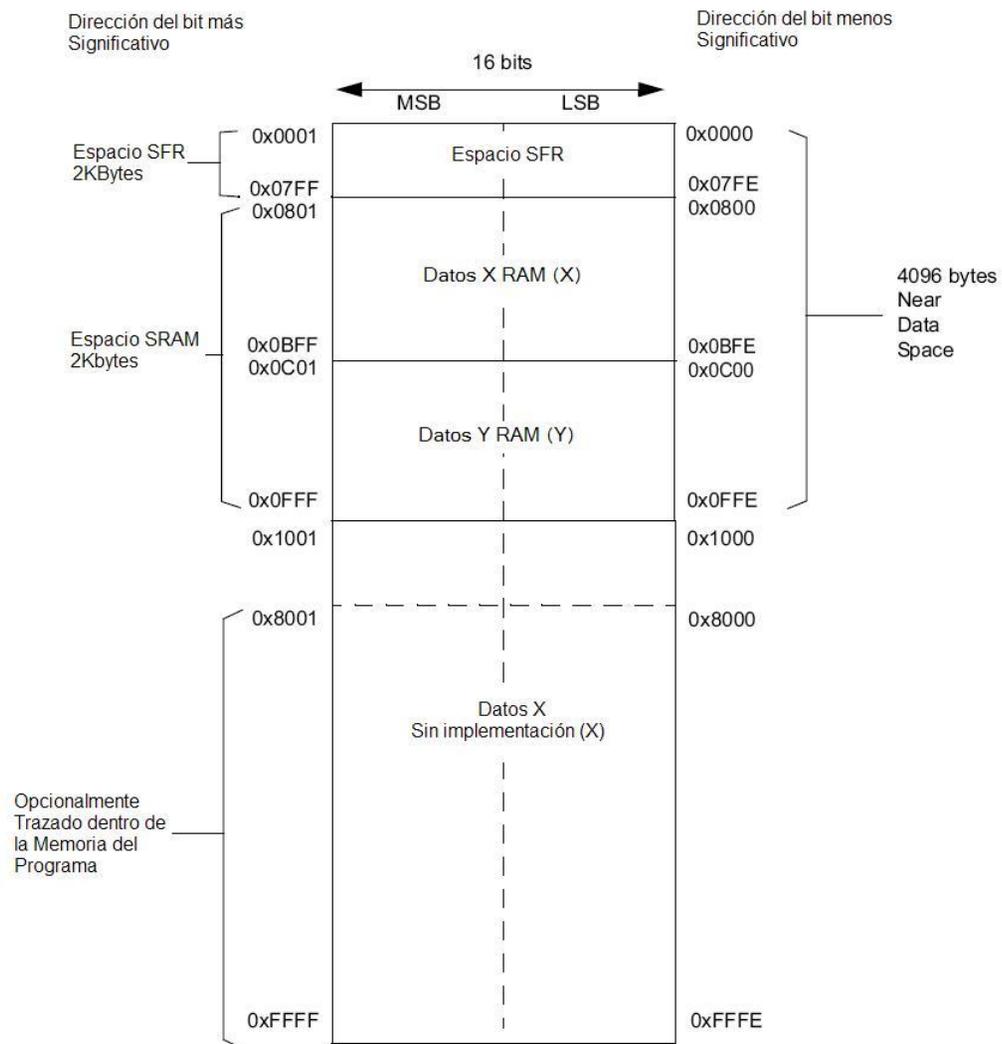
La memoria de espacio de datos está dividido en dos bloques el espacio de datos X y el espacio de datos Y. Un elemento clave de esta arquitectura es que el espacio Y es un subconjunto del espacio X y está completamente contenido dentro de X. Con el objeto de de dar un aparente direccionamiento linear los espacios de dirección de X y Y son continuas.

Al ejecutar cualquier instrucción diferente a las instrucciones de la clase MAC, el bloque X consta de 64Kbytes de espacio de datos (incluyendo todas las direcciones Y).

Al ejecutar una de las instrucciones de clase MAC el bloque X consiste en consta de un espacio de dirección de datos de 64Kbytes excluyendo el bloque de direcciones Y (solo para lectura de datos).

En otras palabras, todas las otras instrucciones consideran el espacio de datos de memoria completo como un solo espacio de direcciones combinado. Las instrucciones de la clase MAC extraen el espacio de direcciones Y del espacio de datos y lo direccionan usando los EA del W10 y el W11. El espacio remanente de X es direccionado usando W8 y W9. Ambos espacios de direcciones son accedidos concurrentemente solamente con las instrucciones de la clase MAC.

Un esquema de la distribución del espacio de memoria es mostrado en la figura en la cual se ve como son accedidos para las instrucciones MCU y DSP.



Modulo temporizador 2/3

En esta sección se describirá el modulo temporizador de 32 bits para propósito general (timer 2/3) y sus modos operacionales asociados.

El temporizador 2/3 puede ser configurado a manera de dos temporizadores de 16-bits con modos de operación selectivos. Estos temporizadores son utilizados por otros módulos periféricos como:

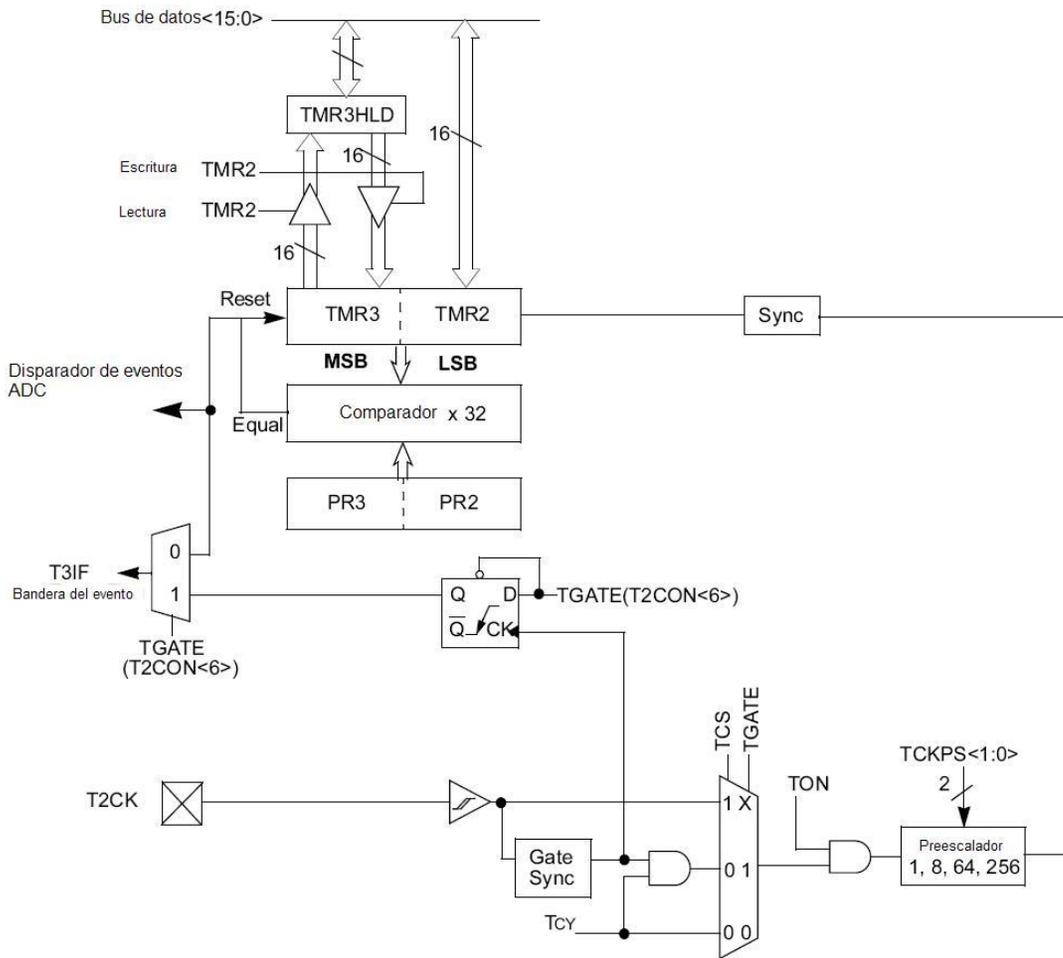
- Entrada de captura
- Salida de PWM Compara/simple

Temporizador modo 32-bits

En el modo 32-bits el temporizador incrementa en cada una de las instrucciones para igualar un valor pre cargado en el registro de periodo combinado de 32-bits PR3/PR2 entonces recarga el valor '0' y continua contando. Para lecturas síncronas a 32-bits del par Temporizador-2/ Temporizador-3 leyendo la palabra de la palabra menos significativa (registro TMR2) va a causar a la palabra más significativa que sea leída y asegurada en un registro sostenido de 16-bits llamado TMR3HLD.

Para escritos síncronos a 32-bits el registro sostenido TMR3HLD debe de estar escrito en. Cuando es seguido por un escrito al TMR2, el contenido de TMR3HLD será transferido y guardado en el Bit Menos Significativo del registro del temporizador a 32-bits TMR3.

Esquema del temporizador 2/3



Note: Bit de configuración T32, T2CON (<32>) debe ser puesto a 1 para la operación en modo 32 bits. Todos los bits de control esran con respecto al registro T2CON.

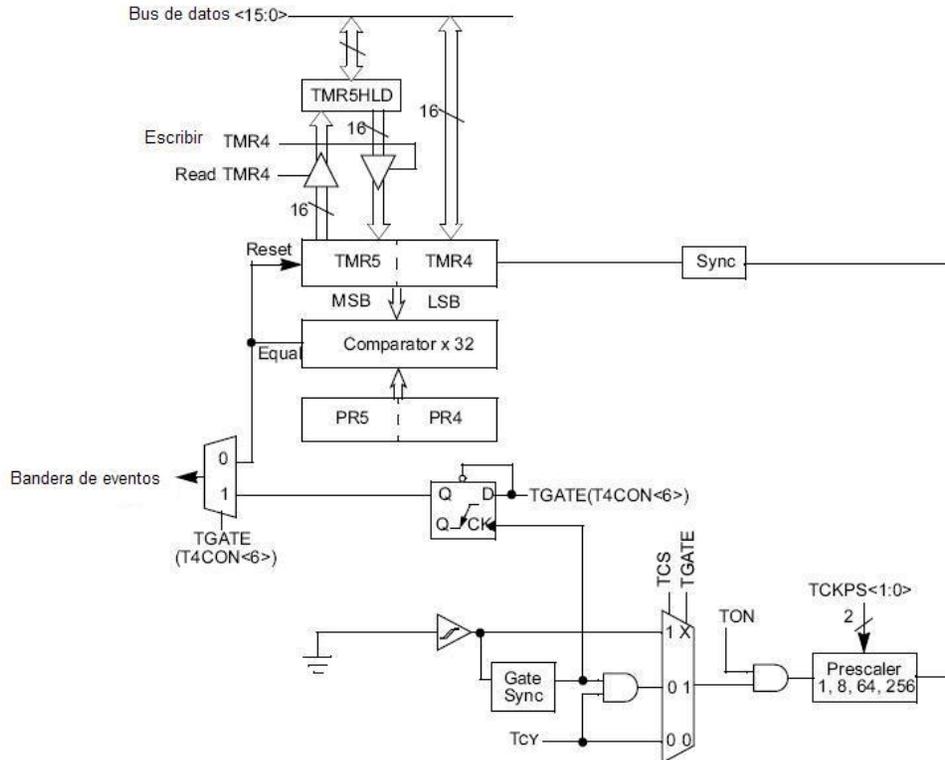
Módulo temporizador 4/5

El modulo temporizador 4/4 tienen una operación similar al modulo temporizador 2/3, sin embargo, existen algunas diferencias las cuales serán descritas a continuación.

- El módulo temporizador 4/5 no acepta la característica ADC de disparador de evento ADC.

- El temporizador 4/5 no puede ser utilizado por otro periférico modulo mas que como una Entrada de Captura y una salida de captura. Los modos operativos del módulo temporizador 4/5 son determinados seleccionando los bits apropiados para T4CON y T5CON en SFR. Es decir, para la operación temporizador/contador a 32 bits el contador 4 es la palabra menos significativa y el contador 5 es la palabras más significativa.

Esquema del temporizador 4/5



NOTA: El bit de Configuración T32, T4CON(<3>) debe ser puesto a '1' para una operación a 32-bits temporizador/contador. Todos los bits de control están con respecto al registro T4CON. El dispositivo dsPIC30f4012 no tiene pines de entrada externa TIMER4 o TIMER5, En estos dispositivos los siguientes modos no deben ser usados: (1) TCS=1, (2) TCS =0 y (3) TGATE=1 (acumulación de tiempo por compuerta)

Módulo de control de motores PWM

Este módulo simplifica la tarea de generar múltiples salidas de Ancho de Pulso Modulado (PWM). En particular las siguientes aplicaciones de potencia y movimiento son sostenidos por el módulo PWM.

- Tres motores de inducción AC en fase
- Motor de reluctancia conmutada
- Motor de corriente directa sin escobillas
- Fuente de poder no interrumpible.

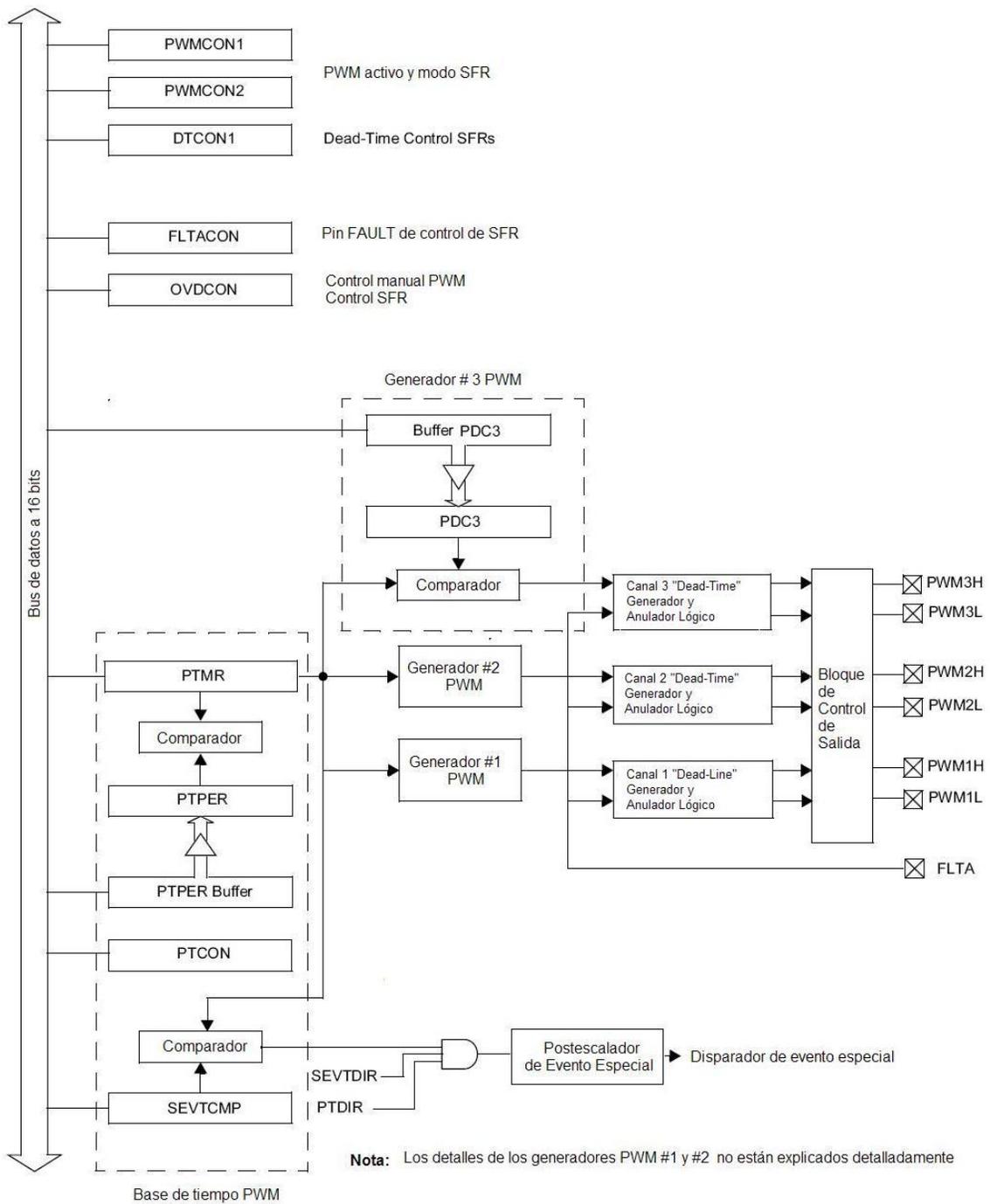
El módulo PWM tiene las siguientes ventajas.

- 6 pines de E/S PWM con 3 ciclos generadores de funciones.
- Resolución mayor a 16-bits
- La frecuencia en operación cambia
- Modos de Salida Alineado a la Derecha o Centrado.
- Soporte de interrupción para subida de datos asimétricos en el modo centro alineado.
- Modo de generación de señal de pulso.
- Acepta interrupciones para actualizaciones en el modo Centro Alineado.
- Control de anulación de salida para motores de operación Electricamente Conmutativa.
- Comparador de “eventos especiales” para otros eventos programados por los periféricos.

- Pines FAULT para poner opcionalmente cada uno de los pines de salida PWM a un estado definido

Este módulo contiene 3 generadores de ciclo numerado del 1 al 3. El módulo tiene 6 pines de salida PWM numeradas PWM1H/ PWM1L hasta PWM3H/ PWM3L. Los seis pines de I/O están agrupados en pares numerados alto/bajo denotados por los sufijos H/L respectivamente para cargas complementarias los pines bajos PWM son siempre el complemento de I correspondiente pin I/O

El módulo PWM permite varios modos de operación los cuales tienen beneficios para aplicaciones específicas de control.



Características eléctricas

Por último pero no por eso menos importante se describirán las características eléctricas para el microcontrolador lo que nos dará las bases para decidir la manera en la que el circuito se alimentará.

Hay que tomar en cuenta que la exposición del dispositivo a los rangos máximos listados a continuación por periodos prolongados puede afectar el rendimiento del mismo. La operación funcional del dispositivo en estas u otras condiciones fuera de los parámetros indicados en lista no están contempladas en estas especificaciones.

Valores absolutos máximos

| | |
|---|------------------------------|
| Temperatura ambiente..... | -40°C a +125°C |
| Temperatura de almacenamiento | -65°C a +150°C |
| Voltaje de cualquier pin respecto a V_{SS} | -0.3V to ($V_{DD} + 0.3V$) |
| (Excepto V_{DD} y MCLR) | |
| Voltaje de V_{DD} con respecto a V_{SS} | -0.3V to +5.5V |
| Voltaje de MCLR con respecto a V_{SS} | 0V a +13.25V |
| Corriente máxima de salida en pines V_{SS} | 300 mA |
| Corriente Máxima en el pin V_{DD} pin (Nota)..... | 250 mA |

| | |
|---|-------------|
| Corriente de sujeción de entrada, I_{IK} ($V_I < 0$ or $V_I > V_{DD}$)..... | ± 20 mA |
| Corriente de sujeción de salida, I_{IO} ($V_I < 0$ or $V_O > V_{DD}$)..... | ± 20 mA |
| Corriente Máxima de salida degenerada por cualquier pin de I/O..... | 25 mA |
| Corriente Máxima de salida alimentado por cualquier pin de I/O..... | 25 mA |
| Máxima caída de corriente en todos los puertos..... | 200 mA |

Nota 1: Los picos de voltaje menores a V_{SS} en el pin MCLR/ V_{PP} que induzca corrientes mayores a 80mA pueden causar el fenómeno conocido como *Latchup*

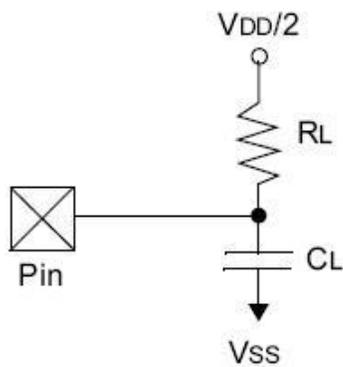
Por consiguiente una resistor en serie de 10-100 Ω deber cuando se aplica un nivel bajo en el pin MCLR/ V_{PP} en ves de conectar directamente este pin directamente a V_{SS} .

Nota 2: La corriente maxima permitida es una función de disipación máxima de corriente del dispositivo

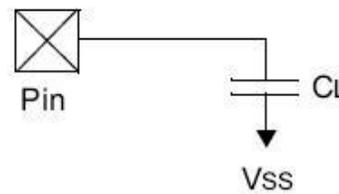
Oscilador de tiempo

| | |
|------------------------------|--|
| Características de AC | Condiciones de operación estandar: 2.5V a 5.5V (A menos que se elija otro estado) Temperatura de operación $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for Industrial $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ for Extended Operating voltage V_{DD} range as described in DC Spec Section 24.0. |
|------------------------------|--|

Condición de Carga 1
Para todos los pines Excepto OSC2



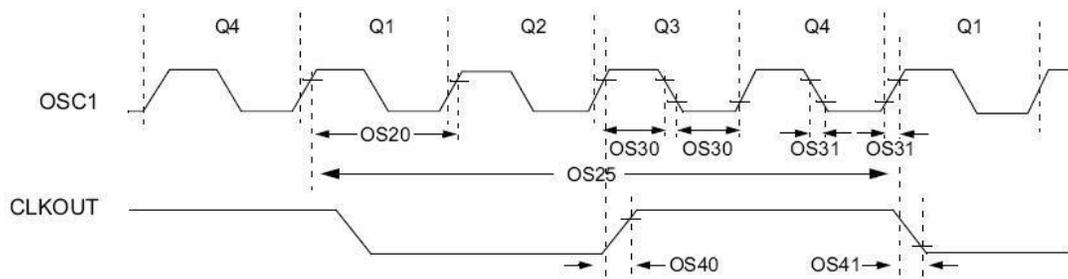
Condición de carga 2
PARA OSC 2



$$R_L = 464 \Omega$$

$$C_L = 50 \text{ pF} \text{ para todos los pines menos OSC2}$$

$$5 \text{ pF} \text{ para la salida OSC2}$$



El sensor de distancia

El objetivo de este módulo es el de permitir al dispositivo sortear los obstáculos que pudiese encontrar en su camino, para ello es necesario hacer un sensado de la distancia a la que se encuentra un objeto; para hacer el sensado de la distancia a la cual se encuentra un objeto se ha elegido un Circuito Integrado Óptico que está definido según al fabricante como un *Detector de Luz con un circuito procesador de señal construida para el sistema modulador de Luz*.

Inmune a interferencias de luz normal. Este sensor incorpora un modulador/demodulador integrado en su carcasa y a través de su patilla 4 controla un diodo LED de infrarrojos externo, modulando la señal que este emitirá, para ser captada por el IS471F que contiene el receptor. Cuando un objeto se sitúa enfrente del conjunto emisor/receptor parte de la luz emitida es reflejada y demodulada para activar la salida en la patilla 2 que pasará a nivel bajo si la señal captada es suficientemente fuerte.

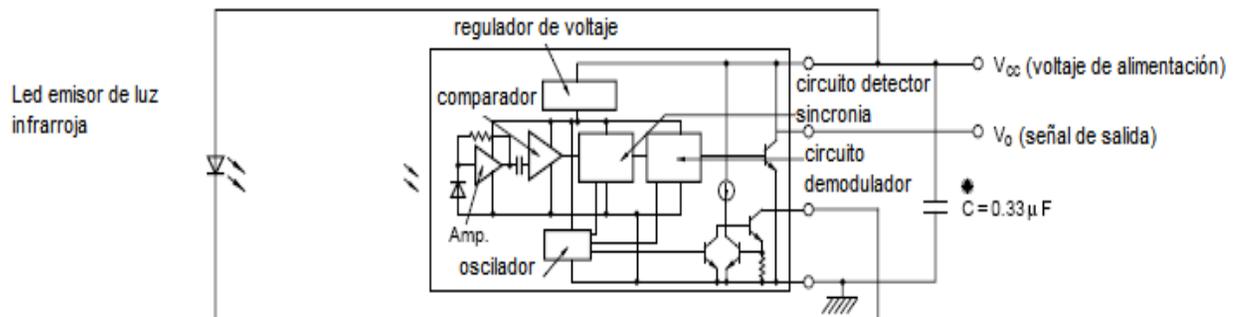
El uso de luz IR modulada tiene por objeto hacer al sensor relativamente inmune a las interferencias causadas por la luz normal de una bombilla o la luz del sol.

Funcionamiento: Como puede verse en el esquema, el sensor se alimenta por sus patitas 1 y 3 y estas corresponden a Vcc y Gnd respectivamente, la patita 2 es la salida del detector y la patita 4 es la salida que modula al led emisor externo.

Mediante el potenciómetro P1 se varía la distancia a la que es detectado el objeto. Entre más baja sea la resistencia de este potenciómetro, mas intensa será la luz emitida por el diodo de IR y por lo tanto mayor la distancia a la que puede detectar el objeto.

En el siguiente esquema vemos el simple circuito necesario para hacer funcionar al sensor.

■ Circuito Básico



◆ In order to stabilize power supply line, connect a by-pass capacitor of 0.33μF or more between V_{cc} and GND near the device.

● Please refer to the chapter "Precautions for Use."

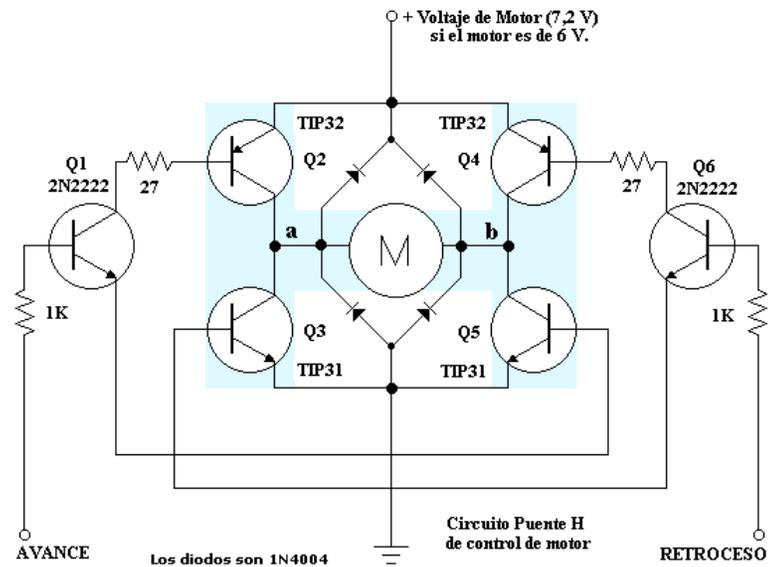
Figura 2.3 Circuito Básico del sensor IS471F

El puente H

En la figura siguiente veremos el diagrama del circuito conocido como puente H, nombre que recibe por la posición en que quedan los transistores dentro del diagrama. Esta es una de las configuraciones más utilizadas en el control de

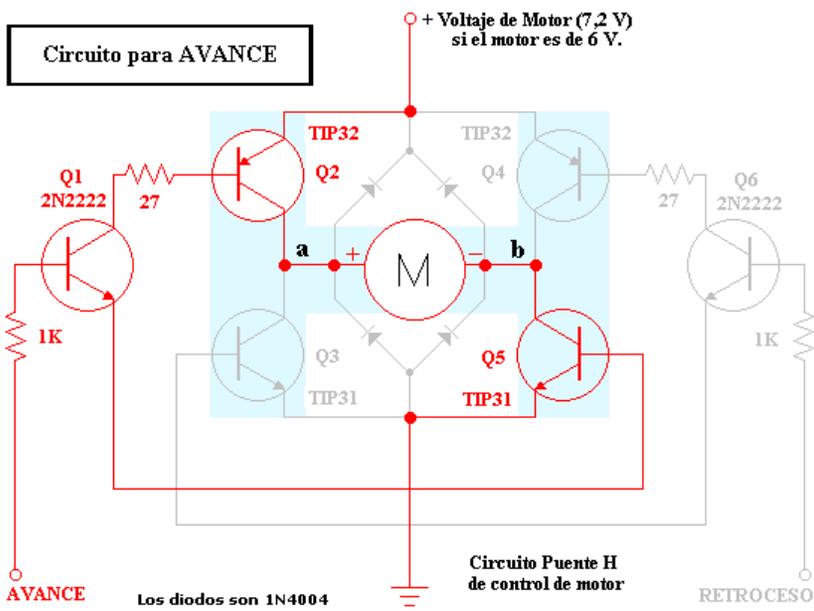
motores de CC, ya que cuando es necesario se puede invertir el sentido del giro del motor.

El puente H



Funcionamiento : Avance

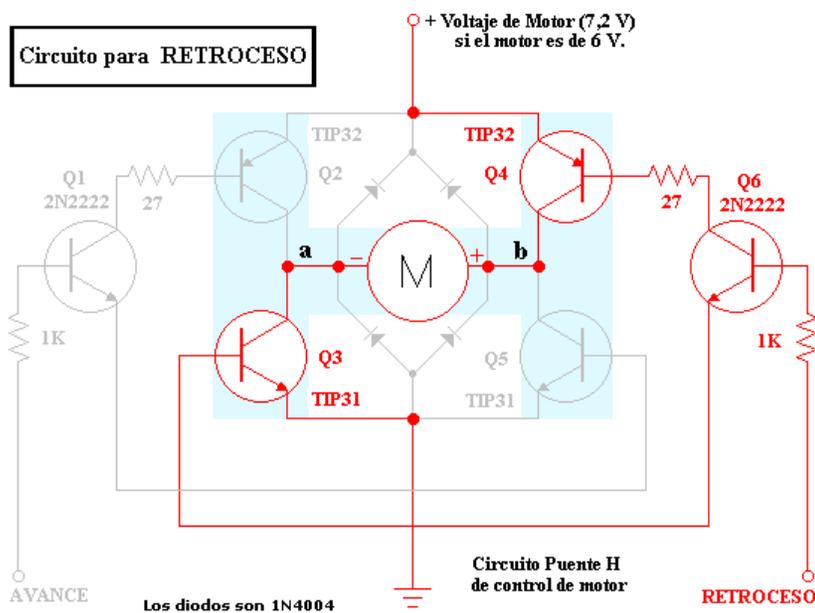
Al aplicar una señal positiva a la entrada marcada *avance* se hace conducir al transistor Q1. La corriente de Q1 circula por las bases de Q2 y Q5 lo que hace que el terminal **a** del motor reciba un positivo y el terminal **b** negativo.



Funcionamiento:

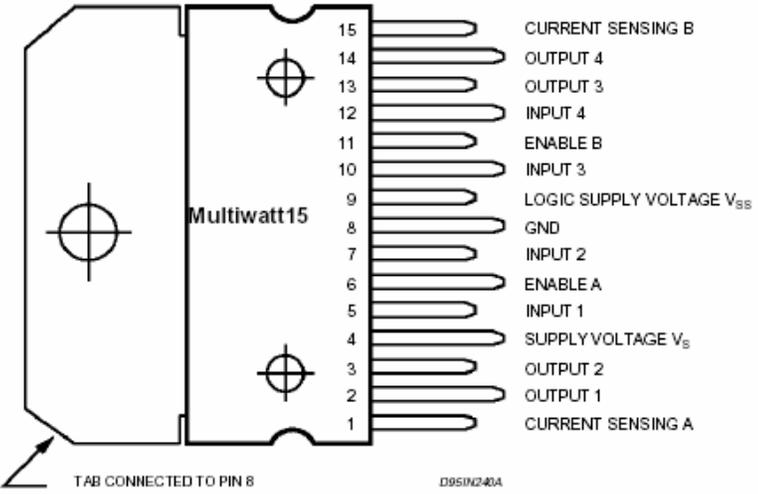
Retroceso

Si por el contrario la señal se aplica en la entrada retroceso, la corriente circulará por el transistor Q6 lo cual hace que se saturen las bases de Q4 y Q5. En este caso se aplica el positivo al terminal b del motor y el negativo al terminal a.



Actualmente en el mercado se encuentran varios circuitos integrados en los que ya se encuentran implementados los puentes H, para este proyecto se propone el circuito integrado L298. Este dispositivo cuenta con dos puentes H y por lo tanto podremos manejar los dos motores del robot.

El motor, debido al uso de este circuito integrado puede ser alimentado por una tensión diferente a los 5V del PIC. Entre las razones que se tienen para haber elegido este modelo están el hecho de que soporta hasta 1A de corriente, lo suficiente para el manejo de ambos motores.



CAPÍTULO 1

DISEÑO

DISEÑO

Una vez que se han considerado los elementos teóricos que en los que se fundamenta el dispositivo, proseguimos a la etapa de diseño en la que se integran todos los elementos para construir el circuito. Cabe aclarar que para fines prácticos el motor de la aspiradora ha sido tomado de un modelo ya existente en el mercado el cual solo es adaptado para que tenga autonomía.

Para poder diseñar el robot aspiradora lo más conveniente es que se analice individualmente cada uno de los siguientes bloques

- Sensado
- Control
- Potencia
- Programación

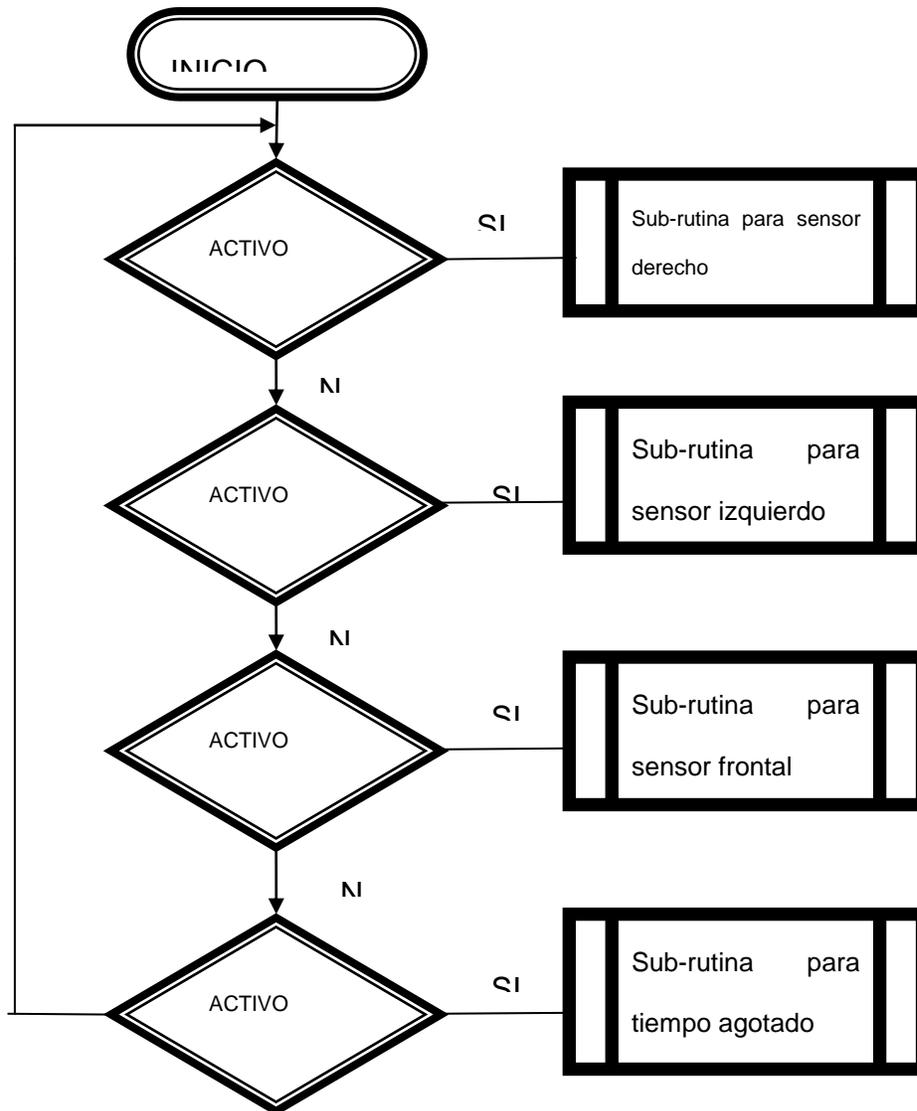
SENSADO

Como ya ha sido explicado en el marco teórico la función de este bloque es detectar obstáculos que se puedan encontrar a una determinada distancia. Para esto lo más conveniente es que se tenga un sensor al frente y dos sensores laterales, esto permitirá abarcar un total de aproximadamente 270° grados.

El circuito que se propone para la detección de obstáculos es el mismo que se propone la hoja de especificaciones el cual ya fue analizado en el capítulo de marco teórico.

Programación

Para poder abarcar este problema lo primero que se hará es mostrar un diagrama de flujo en el que se muestre los diversos procesos que llevará a cabo el programa de control del robot.

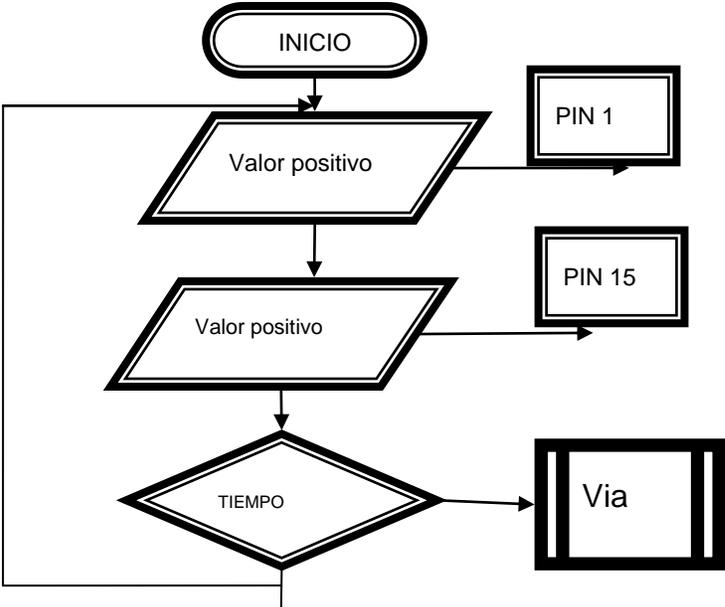


Como se observa en el diagrama de flujo, la operación básica del programa es muy simple, se trata de un bucle prácticamente perpetuo cuya tarea es la de verificar cada uno de las entradas proporcionadas por cada uno de los sensores, y en cuando se cumpla la condición de disparo, se inicializará la correspondiente subrutina. Para esto hay varias opciones posibles las cuales se mostrarán en la siguiente tabla.

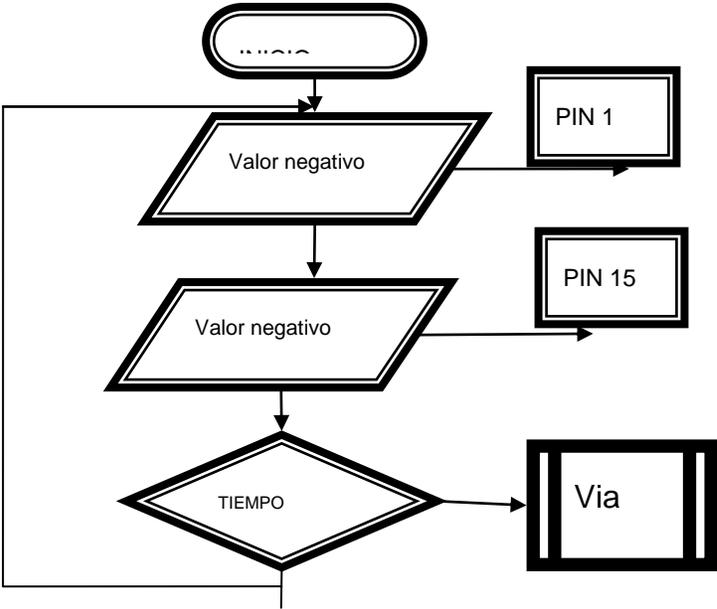
| ACCIÓN | SENSOR DERECHO | SENSOR IZQUIERDO | SENSOR FRONTAL | TIEMPO AGOTADO | |
|------------|----------------|------------------|----------------|----------------|--|
| Avanzar | | | | X | |
| Retroceder | | | X | X | |
| Derecha | | X | X | | |
| Izquierda | X | | X | | |
| Detenerse | | | | | |
| Reiniciar | | | | | |
| Freno | | | | | |
| Via libre | | | | | |

A continuación se ilustrará por medio de diagramas de flujo cómo funciona cada una de las subrutinas de desplazamiento listadas en el cuadro anterior.

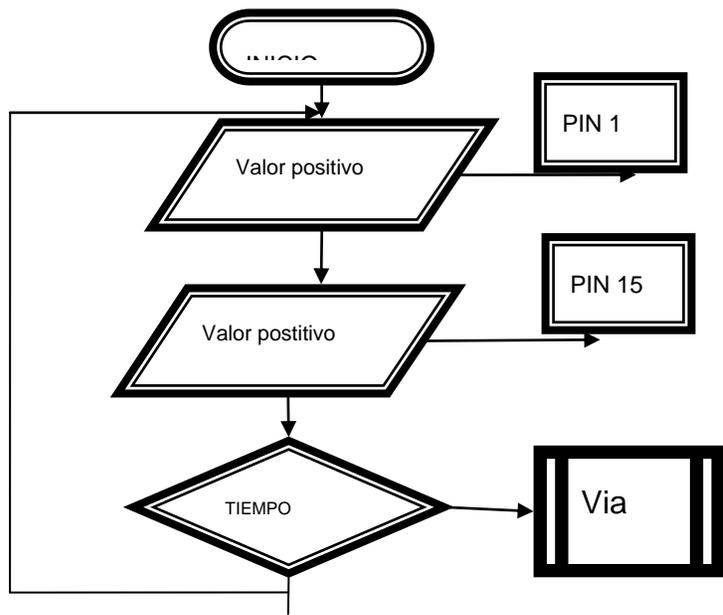
Subrutina AVANZAR



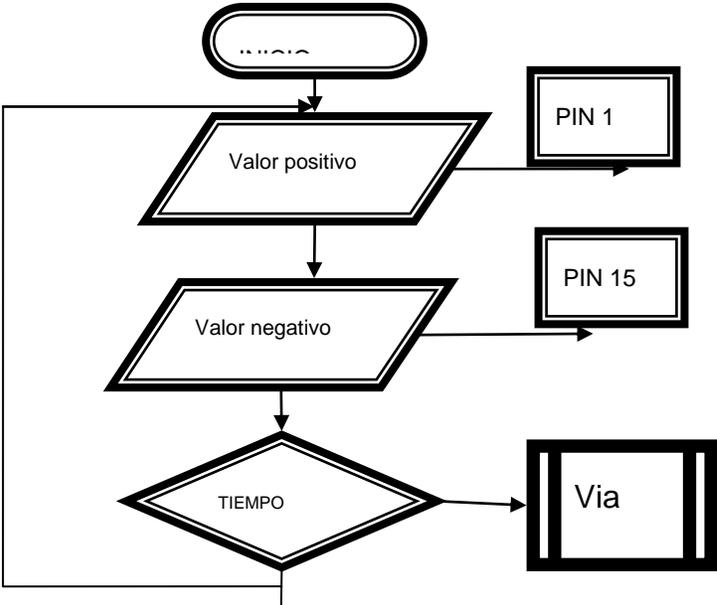
Subrutina RETROCEDER



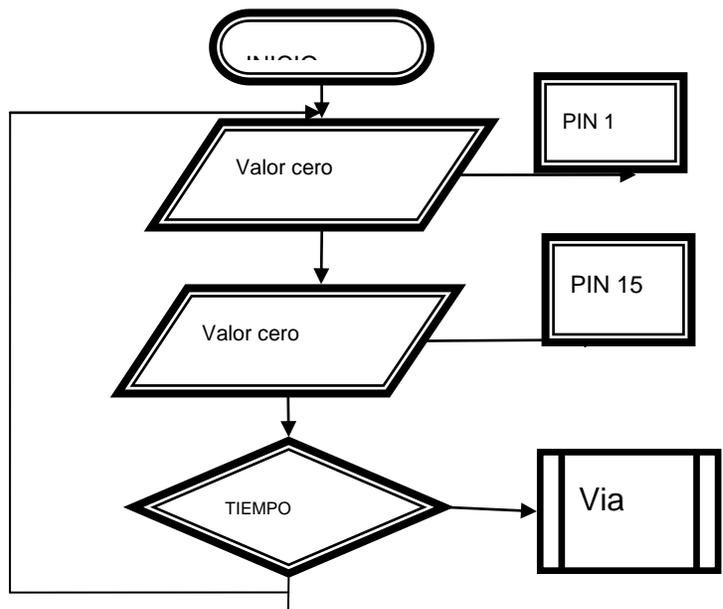
Subrutina de giro derecho



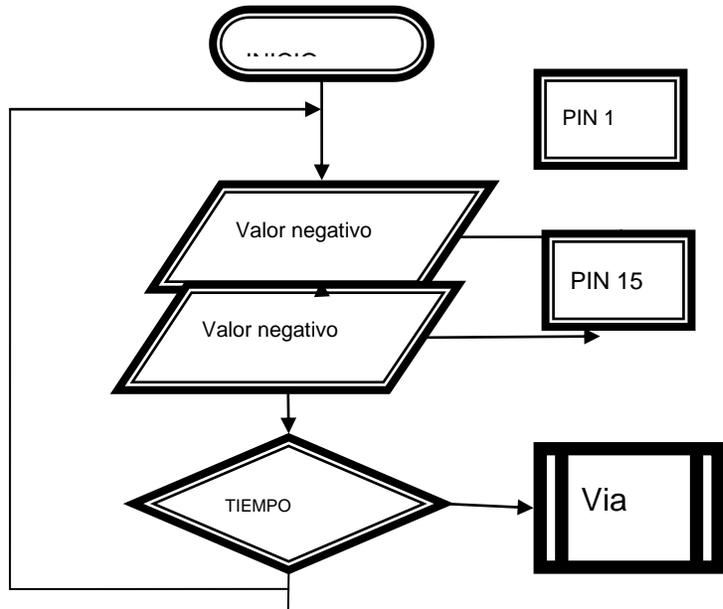
Subrutina de giro izquierdo



Subrutina paro



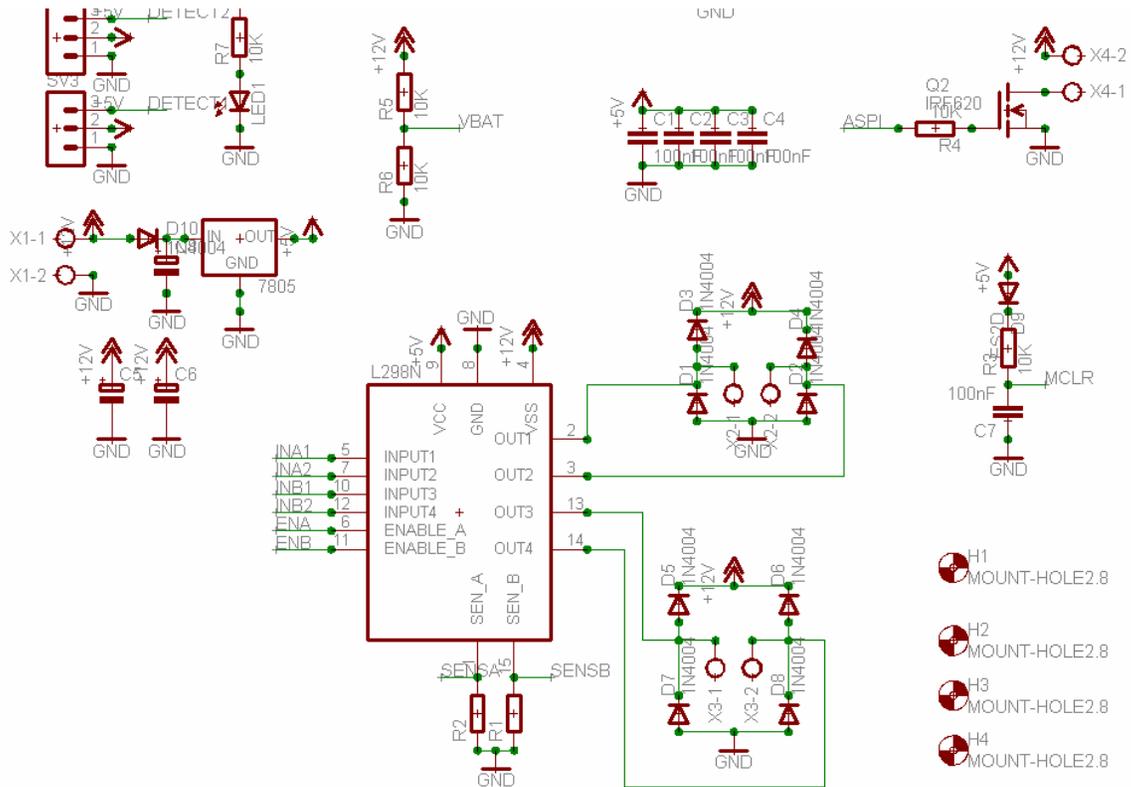
Subrutina Freno



Electrónica de potencia

La electrónica de potencia se compone de un MOSFET para la aspiradora eléctrica y de un puente H en el circuito LS298 para ambos a dos motoreductores.

El uso del MOSFET asociado a la salida PWM del PIC permite regular la velocidad de rotación del motor, en la figura siguiente se muestra el esquema de conexión del L298. Podemos entonces ver las conexiones hacia microcontrolador INx, INx1, INx2 con x=A o B. Las resistencias R_1 y R_2 son para medir las corrientes en los motores *Sentido A* y *Sentido B* et los 8 diodos de camino libre.



Diseño del Circuito

En esta parte se hará uso del software EAGLE el cual cuenta en su acervo con las librerías conteniendo la información de acerca de la estructura física del los componentes comerciales. A continuación se presentará un listado de los componentes del circuito así como el respectivo diagrama

COMPONENTES

| Abreviatura | Descripción | Valor | Cantidad |
|---------------------------------|-------------|--------|----------|
| R ₁ y R ₂ | Resistor | .5Ω | 2 |
| R ₃ | Resistor | 10K Ω | 1 |
| R ₄ , | Resistor | 120K Ω | 1 |
| R _{5,6} | Resistor | 10K Ω | 2 |
| R ₇ | Resistor | 150K Ω | 1 |
| C _{1,4} | Capacitor | 100nF | 2 |
| C _{5,6} | Capacitor | 100nF | 2 |
| C _{1,4} | Capacitor | 100μF | 2 |

| | | | |
|--------------------|--------------------|--------------|----|
| D _{1,10} | Diodo | 1N4004 | 10 |
| L ₁ | LED | DEL-131-002 | 1 |
| L _{1-1,4} | LED Infrarrojo | 3-E23 | 3 |
| S _{1-1,4} | OPIC | IS471F | |
| Q ₁ | Trans. de potencia | IRF620 | 1 |
| VR ₂ | Regulador de V | 7805 | 1 |
| DFBD | Puente H | L298N | 1 |
| dsPIC | Microcontrolador | dsPIC30F4012 | 1 |
| SV _{1,4} | Base para pin | | 3 |

El diagrama de conexiones

En la siguiente figura y tenemos el circuito esquemático en formato para *EAGLE* en el cual están descritas todas las conexiones del circuito.

El circuito Impreso por el anverso sin componentes.

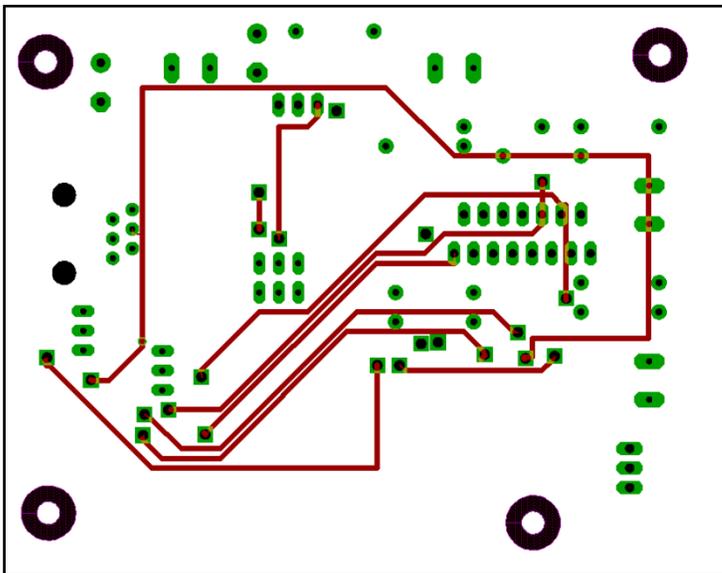
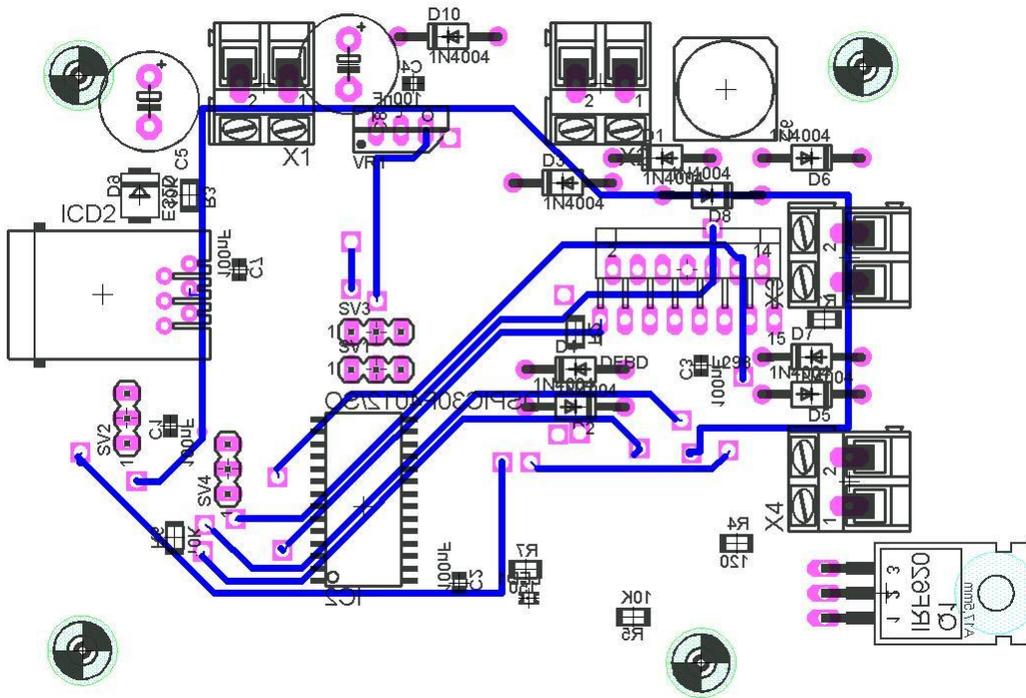


Imagen del CI por el anverso

El circuito impreso por el reverso sin componentes.



El circuito impreso por el reverso sin componentes

Pruebas

Para efectos de comprobación se realizaron algunas mediciones cuyos resultados son importantes para comprobar la viabilidad desde el punto de vista eléctrico/electrónico del proyecto.

Entre las primeras pruebas hechas con el objeto de saber si la etapa de potencia funcionaría están las de los motores cuyo resultado se exhibe a continuación

| | MOTOR 1 | | MOTOR 1 | |
|-----------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| PRUEBA N° | $I_0(\text{mA})$ | $I(\text{mA})$ | $I_0(\text{mA})$ | $I(\text{mA})$ |
| 1 | 123 | 65 | 113 | 60 |
| 2 | 119 | 60 | 115 | 63 |
| 3 | 111 | 63 | 85 | 59 |
| 4 | 113 | 62 | 60 | 58 |
| 5 | 91 | 58 | 112 | 60 |
| 6 | 95 | 59 | 93 | 58 |

Observando la tabla nos damos cuenta que el valor de la corriente en cada uno de los motores no excede no siquiera los 150 V, por lo que pudimos concluir que los

motores podrán funcional el dispositivo de puente H que se ha propuesto en el capítulo 2.

Otras pruebas que se realizaron fueron al motor de la aspiradora ya que es necesario saber con bajo qué características va a trabajar y si estas son compatibles con el circuito que se propone.

El motor se probó con un voltaje de 6V en CD lo que generó un consumo de aproximadamente 2A. No hay que olvidar que este consumo se genera debido a que hay que suministrar una potencia suficiente para realizar las tareas de aspirado de manera eficiente y eficaz.

CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo de este trabajo, se ha podido constatar que es posible llevar a cabo el diseño de un dispositivo del tipo *Robot Aspiradora*, en el cual se puedan aplicar los conocimientos de los varios rubros de los que está compuesta la ingeniería. Ahora bien queda claro que este trabajo solo se ha enfocado en el *diseño* del dispositivo, ya que se han querido establecer las funciones básicas que ha de tener el mismo. De esta manera como trabajo futuro se pueden ampliar sus funciones, y agregar módulos a que se integren a los que aquí se han establecido.

Con respecto a los objetivos que se plantearon se lograron al menos en un 80 por ciento ya que en lo que respecta a la parte de la programación aún hace falta desarrollar de manera práctica el proyecto y con base en el prototipo hacer las pruebas que permitan llegar al dispositivo final.