



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No.3

“Estanislao Ramírez Ruiz”

Sistemas de Control Eléctrico

Diseño y Construcción del Módulo Móvil de Limpieza POLI-S-COBA

Directores de Tesis

- M. en C. Libia Zoraida Torres
- Ing. Juan Ignacio Lima Velazco

T E S I S CURRICULAR

Para obtener el Título de
Técnico en Sistemas de Control Eléctrico

PRESENTA

- Alanís Ramírez Damián
- Carmona Pérez Braulio
- Flores Rodríguez Jaziel David

Ecatepec de Morelos, Estado de México; Junio, 2016.

ÍNDICE

OBJETIVOS	4
JUSTIFICACIÓN	4
INTRODUCCIÓN	5
RESUMEN Y ABSTRACT	6

CAPÍTULO 1

1.1 PLANTEAMIENTOS INICIALES	7
1.2 LLUVIA DE IDEAS	8
1.3 DIAGRAMA DE GANTT	9
1.4 CONSIDERACIONES TEÓRICAS	11
1.5 ELABORACIÓN DEL BOSQUEJO	12

CAPÍTULO 2

2.1 ELABORACIÓN DEL PROYECTO CERO	13
2.2 DIAGRAMA A BLOQUES DEL SUBSISTEMA MECÁNICO	16
2.3 PROCEDIMIENTO PRÁCTICO DEL MÓDULO POLI-S-COBA	17
2.4 DISEÑO DE LA LOCOMOCIÓN DEL ROBOT	21

CAPÍTULO 3

3.1. SUBSISTEMA ELÉCTRICO	24
3.2. DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL	25
3.3. CONTROL DE PROCESO PRINCIPAL	27
3.4. CONTROL DE SENSORES.	28
3.5 ACOPLAMIENTO DE SEÑALES	29

3.6 PUENTE H	30
---------------------	----

3.7 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL INALÁMBRICO	31
---	----

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
---------------------------------------	----

GLOSARIO	34
-----------------	----

REFERENCIAS	35
--------------------	----

<u>ANEXOS.</u>	36
-----------------------	----

ANEXO 1: PROGRAMA DE BASE Y BRAZO.	36
------------------------------------	----

ANEXO 2: HOJA DE DATOS DEL MICROCONTROLADOR.	38
--	----

ANEXO 3: HOJA DE DATOS DEL PUENTE H.	40
--------------------------------------	----

OBJETIVO.

Construir el módulo móvil que, en conjunto con un brazo robótico, conforme un sólo robot de limpieza que facilite la realización de tareas domésticas, en específico barrer y trapear, mediante la implementación de mecanismos y sistemas automatizados.

JUSTIFICACIÓN.

Una de las necesidades más demandantes en el hogar en materia de tiempo, es la limpieza. En la sociedad actual son pocas las personas que cuentan con el tiempo suficiente para solventar este tipo de necesidades todos los días, y es por eso que en tiempos recientes la **automatización*** y la industria de la electrónica de consumo han conjuntado sus esfuerzos en la creación de dispositivos autónomos capaces de realizar actividades como barrer, trapear y/o aspirar.

Bajo esta premisa, el dispositivo móvil de limpieza POLI-S-COBA ofrece una alternativa a los múltiples robots de limpieza disponibles en el mercado y tiene como factor diferenciador el hecho de que cuenta con un brazo robótico que le permite llegar a lugares más inaccesibles.

Cabe mencionar que el módulo de brazo robótico es un desarrollo independiente del dispositivo móvil, es decir, esta tesis abarca solamente el desarrollo y construcción del dispositivo móvil, mientras que otro equipo desarrollará la tesis del brazo robótico.

El dispositivo móvil puede emplearse con o sin el brazo robótico, siendo esta característica un accesorio adicional que aumenta su funcionalidad y, por lo tanto, reduce la necesidad de intervención humana en actividades domésticas como barrer y trapear.

INTRODUCCIÓN.

Actualmente el sector de los dispositivos autónomos de limpieza o robots de limpieza está viendo nacer desarrollos sumamente interesantes, desde robots que con ayuda de una torreta realizan un mapeo de la zona que más tarde le mandan al robot para trazar su ruta hasta los más avanzados dispositivos que trapean, barren y aspiran sin necesidad de intervención humana y que incluso se dirigen a su base de recarga sin ninguna ayuda.

Los robots de limpieza facilitan la vida del ser humano al realizar acciones que antaño nos restaban horas del día, horas que pueden invertirse en actividades más productivas y enriquecedoras. La limpieza es necesaria, sin embargo, es tediosa y absorbe una buena fracción de nuestro tiempo de vida.

Existe la preocupación de que, con este tipo de dispositivos, se afecte directamente a los individuos cuyo sector de trabajo es el de las tareas domésticas, sin embargo, se ha visto que más que afectar los beneficia, pues así pueden ser más productivos en otro tipo de tareas que aún no se han automatizado al cien por ciento como lavar trastes, planchar, lavar ropa, etc.

Los múltiples desarrollos de robots de limpieza no gozan más que enriquecer la oferta de dispositivos móviles de limpieza y es bajo esta necesidad de seguir ofreciendo más alternativas con mejores características que surge el desarrollo POLI-S-COBA.

Sin embargo, POLI-S-COBA no solo busca ocupar un lugar en la oferta de robots de limpieza, sino que busca ofrecer un dispositivo que cuente con todas características estándar de los dispositivos de limpieza actuales aunado a la incorporación de características diferenciadoras como el incorporar un brazo robótico con una sonda que le permita introducirse en lugares de difícil acceso para los robots actuales.

RESUMEN Y ABSTRACT.

Los dispositivos automáticos en el área del hogar, que pertenece a la domótica son sistemas que desde siempre han sido añorados dado su amplio espectro de ayuda para el ser humano. Para optimizar este tipo de sistemas se necesita una amplia investigación centrada en los tipos de necesidades que se encuentran en estos ambientes o la mejora en su movilidad y accesibilidad. Es por eso que en este proyecto se buscó implementar sistemas automatizados a través de un robot que se desenvuelva en un área que es la limpieza automática con el fin de optimizar los tiempos de aseo en los hogares. Las soluciones finales del sistema fueron sometidas a diferentes pruebas y características mediante el barrido en ambientes poco accesibles o donde existe vacío.

Automatic appliances in the area of home automation are systems that have always been longed given its broad range of support for the human being. To optimize such systems extensive research is needed, and variable types found in these environments or improved mobility and accessibility. That's why that work was devoted to the implementation of these systems together with a robot that develops in an area that is automatic cleaning for optimization referenced time. System the final solutions were subjected to various tests and characteristics by scanning in inaccessible environments or where there empty.

CAPÍTULO 1. CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y PLANTEAMIENTOS INICIALES.

1.1 PLANTEAMIENTOS INICIALES.

Aquí la planeación es una parte indispensable ya que acarrea un conjunto ordenado de pasos y jerarquizaciones para efectuar actividades en específico. El contenido de capítulo especifica la planeación del proyecto POLI-S-COBA a través de un diagrama de Gantt, el cual tiene la función de distribuir las actividades en un tiempo estimado. Además, planificamos un cronograma de actividades que son de gran ayuda en las actividades a realizar con su respectivo responsable. Fue de vital importancia crear un bosquejo que guíe el prototipo general de la mejor manera, la resolución del mismo se presenta en este capítulo.

Después del bosquejo propuesto, construimos un “Modelo 0” el cual es la base esencial para elaborar el prototipo original con medidas más concretas y un material más resistente del proyecto.

La organización del proyecto se logró gracias a las propuestas dadas por cada integrante debido al impacto social y familiar que provoca la correcta limpieza en un hogar o en una institución de cualquier índole. Comprendiendo que las superficies planas son uno de los lugares que requieren una limpieza de manera frecuente, se decidió crear un dispositivo que aspirara el polvo, pero eso solo facilitaría el barrer ya que encontramos otra necesidad: trapear. Seguimos buscando el proyecto adecuado decidiendo finalmente un prototipo que no solo haga la actividad de barrer sino también trapear para reducir el esfuerzo humano en dichas actividades.

1.2 LLUVIA DE IDEAS.

Al momento de conformar un equipo de trabajo, se dio a la tarea de buscar integrantes sólidos que trataran un objetivo común que se había planteado al principio del semestre. La posibilidad de crear este proyecto, como lo es el concepto del robot de limpieza que tomó forma al poner en prueba distintas suposiciones, tanto de factibilidad económica como de tiempo, y arrojaron los resultados presentes. Podemos observar en la Tabla 1.1 que, a lo largo de toda la negociación de ideas, los tres integrantes mostraron diferentes opiniones respecto la conformación del prototipo final, así como sus características generales de funcionamiento y estructura.

Integrante	Idea	Estado
Braulio Carmona	Dotar al dispositivo móvil de conectores de tipo Molex macho para acoplar el brazo robótico.	ACEPTADA.
Jaziel Flores	Procurar compensar el peso excesivo que tendrá en el frente el dispositivo móvil mediante la adición de peso por concepto del acomodo de circuitos y baterías del extremo trasero.	ACEPTADA.
Damián Alanís	Dotar al dispositivo móvil de la capacidad de aspirar.	RECHAZADA.
Braulio Carmona	Dotar al dispositivo de una torreta que realice un mapeo de la habitación y le diseñe una ruta.	RECHAZADA.
Jaziel Flores	Incorporar motores paso a paso para un mejor control de la velocidad y la posición.	PENDIENTE pues estará en función de las pruebas que se realicen con los motorreductores.
Damián Alanís	Emplear una batería recargable de 12 V para los motores, con la posibilidad de hacer una fuente fija de 5V derivada de esa misma batería de 12 V junto con un circuito con un 7805 para alimentación del control	ACEPTADA.
Braulio Carmona	Implementación directa de los motores para dotar de tracción al dispositivo móvil para reducir costos y tiempo de ensamble.	ACEPTADA.

Tabla 1.1 Lluvia de Ideas.

Y se propuso una idea y le asignó la forma de octágono para que así fuera más sencilla su implementación de sensores, y su actuador final quede con más libertad de intercambiarse. Además de integrar un brazo robótico aunado con un sub-equipo con el que tenga la habilidad de limpiar en lugares poco accesibles, lo que pensamos será un elemento diferenciador.

1.3 DIAGRAMA DE GANTT.

El diagrama de Gantt es uno de los muchos métodos de control que son empleados en el desarrollo de proyectos de cualquier tipo. En este proyecto lo diseñamos con el objetivo de establecer las actividades a realizar por semana para así poder focalizar mejor nuestros esfuerzos en la consecución de la meta, que es la culminación del prototipo. Como se puede apreciar, en la Tabla 1.2 se tiene la actividad, el tiempo estimado que llevará en días, una columna de control en la que se muestra el tiempo estimado E y el tiempo real R, el cual deberá indicarse para lograr observar si se cumplió lo estipulado en más o menos tiempo de lo planeado y con base en eso ajustar la planeación todo esto planeado para un sólo mes. Más adelante tenemos un diagrama general de todo el semestre, Tabla 1.3, que además integra a todo el equipo Poli-S-Coba modulo móvil y brazo robótico.

DIAGRAMA DE GANTT DEL MES DE MARZO																																		
ACTIVIDAD	T	C	MARZO																															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Trazado de las piezas en la sintra	1	E																																
		R																																
Mandar a cortar las piezas	1	E																																
		R																																
Ensamblar las piezas	2	E																																
		R																																
Fijar la estructura	1	E																																
		R																																
Pruebas mecánicas y de resistencia	2	E																																
		R																																
Diseño del subsistema de sensores		E																																
		R																																
Diseño del control (placas)		E																																
		R																																
Disposición de los actuadores		E																																
		R																																
Disposición de los sensores		E																																
		R																																
Diseño del programa		E																																
		R																																

Tabla 1.2 Diagrama de Gantt del Mes de Marzo.

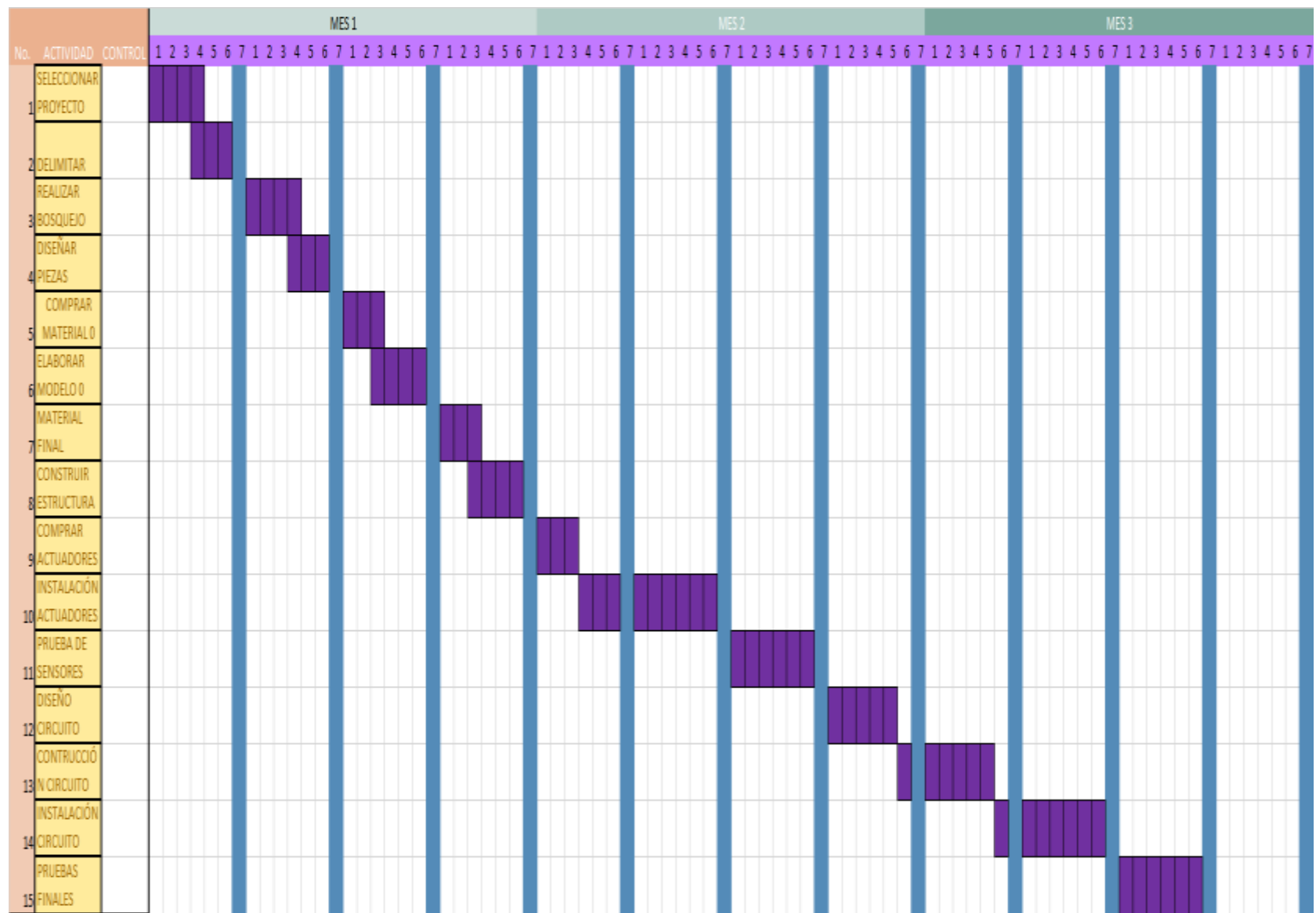


Tabla 1.3 Diagrama de Gantt Para Todo el Semestre.

1.4 CONSIDERACIONES TEÓRICAS.

Continuamente nos sorprendemos con las noticias que presentan en los diferentes medios de comunicación relacionada a la presencia de robots en diversos ámbitos de la vida cotidiana. Robots enfermeros, mascotas, detectores de explosivos, aspiradoras hogareñas, o simples jugadores de fútbol, son algunos de los ejemplos que podemos encontrar en el mercado de la tecnología actualmente. En concreto, la **robótica** ya no es parte de nuestro futuro sino de nuestro presente, pero, posiblemente gracias a la literatura y al cine de ciencia ficción, el concepto de lo que es un robot, sus posibilidades y sus limitaciones reales están muy erróneas, tanto que cae en lo fantástico. Es por eso que en este primer capítulo haremos una introducción a los conceptos básicos de la robótica.

¿Qué es un robot? Sueño de muchas civilizaciones, la expansión tecnológica nos ha puesto al alcance el poder de concretarlo. Como introducción a esto, hagamos un repaso de la historia de la robótica para comprender hacia dónde queremos dirigirnos.

Definición de la Palabra Robot.

Existen muchas definiciones de la palabra robot. En todas ellas, encontramos algún elemento en particular, que es el que cada autor quiere diferenciar en su obra. Según la Asociación Japonesa de Robótica Industrial (JIRA), los robots son dispositivos capaces de moverse de modo flexible, análogo al que poseen los organismos vivos, con o sin funciones intelectuales, lo que permite la realización de operaciones en respuesta a órdenes recibidas por humanos⁶.

Se puede observar que en esta definición se encuentra muy bien diferenciada la capacidad de movimiento de los robots y su analogía con los seres de la naturaleza. Aunque a la asociación JIRA no le interesa la inteligencia artificial aplicada al robot, dado que su función fundamental es ser operado por un humano contrario al Instituto de Robótica de Norteamérica (RIA) que define a un robot industrial como un manipulador multifuncional y reprogramable diseñado para desplazar materiales, componentes, herramientas o dispositivos específicos por medio de movimientos programados, variables, con el fin de realizar diversas tareas⁶. Como dijo Joseph Engelberg, padre de la robótica industrial: es posible que no sea capaz de definir qué es un robot⁸. En el segundo caso, él está puesto con mayor claridad en la capacidad de programación del robot y, por lo tanto, en cierta independencia de accionamiento referenciada a la operación humana⁸. Pero en este trabajo de investigación definiremos a un robot como un dispositivo con un determinado grado de movilidad, que puede realizar un conjunto de tareas en forma independiente y que se adapta al mundo en el que opera. El objetivo de esta definición es comenzar a introducirnos en el tipo de robot sobre el que vamos a centrarnos en el desarrollo de la tesis. Además de que existen variedades de robots, y de igual manera que con las definiciones, podemos encontrar muchas clasificaciones distintas de robots.

Tenemos en cuenta de que un robot doméstico es el sueño de todo amo o ama de casa, de un estudiante como nosotros, y casi cualquier persona ya que todos buscamos algo que realice alguna o todas las tareas del hogar.

1.5 ELABORACIÓN DE BOSQUEJO.

A través del tiempo que hemos pasado como equipo elaboramos distintos bosquejos para la elaboración de una barredora automática como las que existen en el mercado, y la propuesta elegida por todos fue una forma octagonal por la composición de los ambientes no tan variados en el hogar, además de presuponer las trayectorias en las que se pueda desplazar.

En la Figura 1.1 podemos Observar el primer bosquejo general de prototipo Poli-S-Coba que, muestra características muy básicas de funcionamiento, igual que podemos observar el **volumen de trabajo** del módulo móvil, el diseño del prisma octagonal se nos ocurrió debido a que los sensores estarían ubicados en el “norte” y cada vértice tendría puntos de detección de paredes u obstáculos y dependiendo la lógica de los sensores se direcciona hacia una nueva trayectoria.

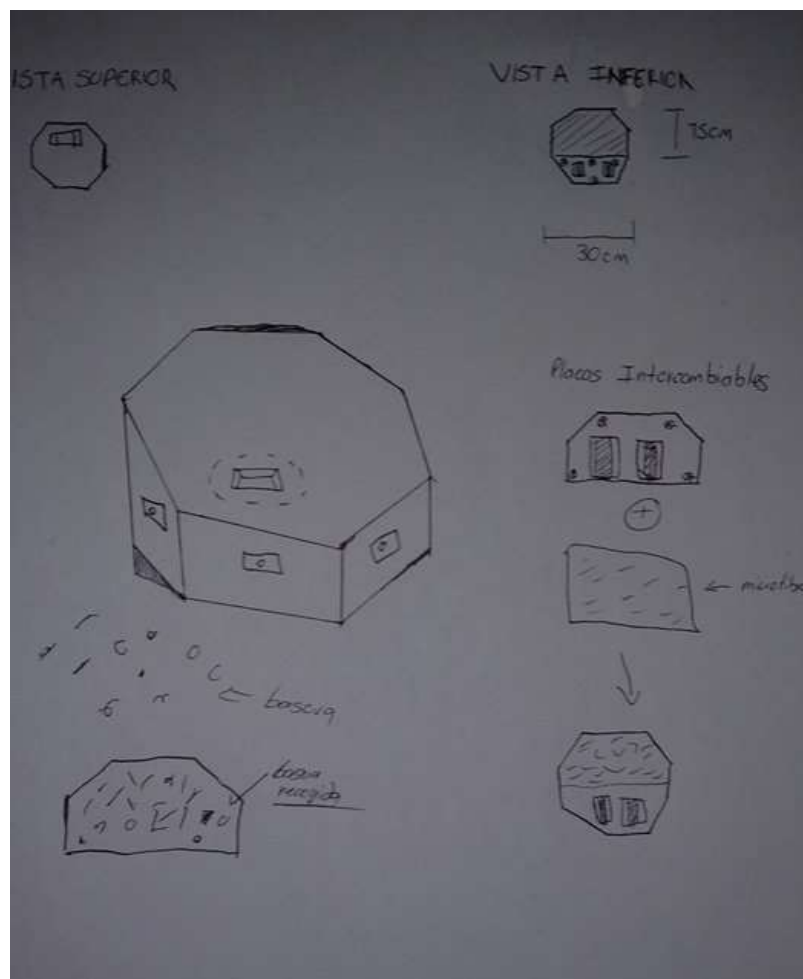


Figura 1.1 Primer Bosquejo del Prototipo.

La explicación de cada posición a la que está planteado el robot, se desarrollará en el Capítulo 2. Dado que la discusión del sistema de tracción era muy simple utilizamos sólo lógica intuitiva para predecir cómo es que este se movería, es así que quedó este bosquejo.

CAPÍTULO 2. SUBSISTEMA MECÁNICO.

2.1 ELABORACIÓN DEL PROYECTO CERO.

A través del bosquejo y de los planteamientos iniciales fue que logramos conceptualizar el prototipo. El siguiente paso para asegurarnos de que la estructura era la adecuada, a la vez que detectábamos posibles fallos para corregirse sin la necesidad de desperdiciar material costoso, fue la elaboración del proyecto cero.

Este proyecto cero fue elaborado con medidas reales y con materiales reciclados, en específico, con cartón, pegamento y cinta adhesiva, como se observa en la Figura 2.1.

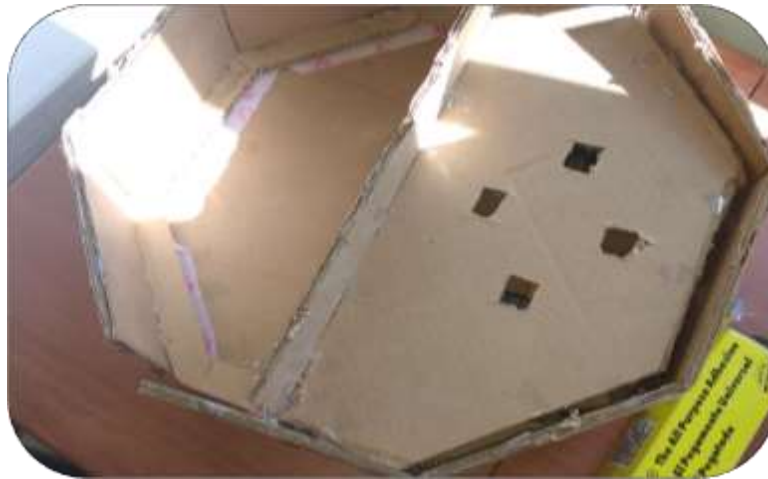


Figura 2.1: Modelo 0 Vista Superior.

La primera etapa del plano fue la base octagonal que se extrude para crear un prisma octagonal regular, este prisma es hueco por dentro, y en su interior habrá una división para separar los componentes eléctricos de aquellos componentes que están en agua o en contacto con el agua. Como se puede apreciar, la división derecha cuenta con 4 orificios para sacar los cables de las placas de control. La extrusión se consiguió recortando una larga tira de cartón con ancho igual a la altura estipulada del prisma en los planos y de longitud igual al perímetro del octágono. Sin embargo, y a pesar de los cálculos, se puede apreciar que faltó un pequeño tramo de la base octagonal por cubrir, lo cual nos llevó a detectar una dificultad y su solución.

Dificultad	Solución
Quedaba un pequeño tramo que no cerraba la estructura prismática.	Para el proyecto oficial, se hará cara por cara la pared del prisma, introduciendo un diseño de pestañas para mejor ensamble.

Tabla 2.1 Resolución de Problemas con el Modelo 0.

El equipo completo de Poli-S-Coba son 6 integrantes, la mitad se encargará de una etapa muy importante que es el brazo robótico, por lo consiguiente los dos dispositivos tienen que ser totalmente compatibles tanto en software como en hardware, en la Figura 2.2 podemos observar que existe un acoplamiento para el brazo Robótico que consiste en una perforación en la vista superior de la base que tendrá sus conexiones tipo Molex.



Figura 2.2 Acoplamiento Para La Conexión El Brazo Robótico.

Decidimos que el efector final sería el objeto por el cual limpiaría la basura, por lo cual, todo el equipo Poli-S-Coba había visto con anterior diferentes barredoras automáticas, con un sistema de limpieza igual al que nosotros instalamos. En la Figura 2.3 podemos observar que cuenta con un efector final el cual se puede cambiar y lavar fácilmente en una lavadora, el sistema de tracción va en la parte posterior, tiene la siguiente función; Limpie diferentes lugares mientras el sistema de tracción se active.



Figura 2.3 Sistema de Limpieza y Tracción.

Cabe destacar que cada decisión se llevó a cabo de forma incluyente, y que todo el equipo sometió a votaciones diferentes ideas, como podemos observar, en la figura 2.4 la elaboración del proyecto se llevó a cabo en dos partes, primeramente, la base para después hacer el brazo,

todo esto con materiales reciclados, dando así una imagen global final del prototipo y así poder identificar posibles fallas o dificultades mecánicas.



Figura 2.4 Elaboración del Proyecto POLI-S-COBA.

El modelo 0 final fue un éxito en cuanto a la visualización de partes importantes, como lo fue la identificación de actuadores en el brazo robótico o la posición de sensores. En la Figura 2.5 vemos que la resolución del modelo 0 fue creado en unión con el equipo de la barredora automática. Y finalmente el proyecto modelo 0 quedó terminado.



Figura 2.5 Modelo 0 Terminado.

2.2 DIAGRAMA A BLOQUES DEL SUBSISTEMA MECÁNICO.

A continuación, la Figura 2.6 se muestra un diagrama que indica la distribución de las áreas de trabajo específico, este sistema mecánico es por completo la estructura de nuestro robot, por lo cual fue de vital importancia tener en cuenta que cada una de las áreas está íntimamente relacionada con la otra, ese diseño fue un acuerdo entre todo el equipo Poli-S-Coba debido a las condiciones de operación manejamos distintas premisas que puedan ocurrir en el momento de poner en función el sistema por completo, ya sean condiciones de resistencia de materiales, o eficiencia de estructura, y esto se tratará en el siguiente apartado.

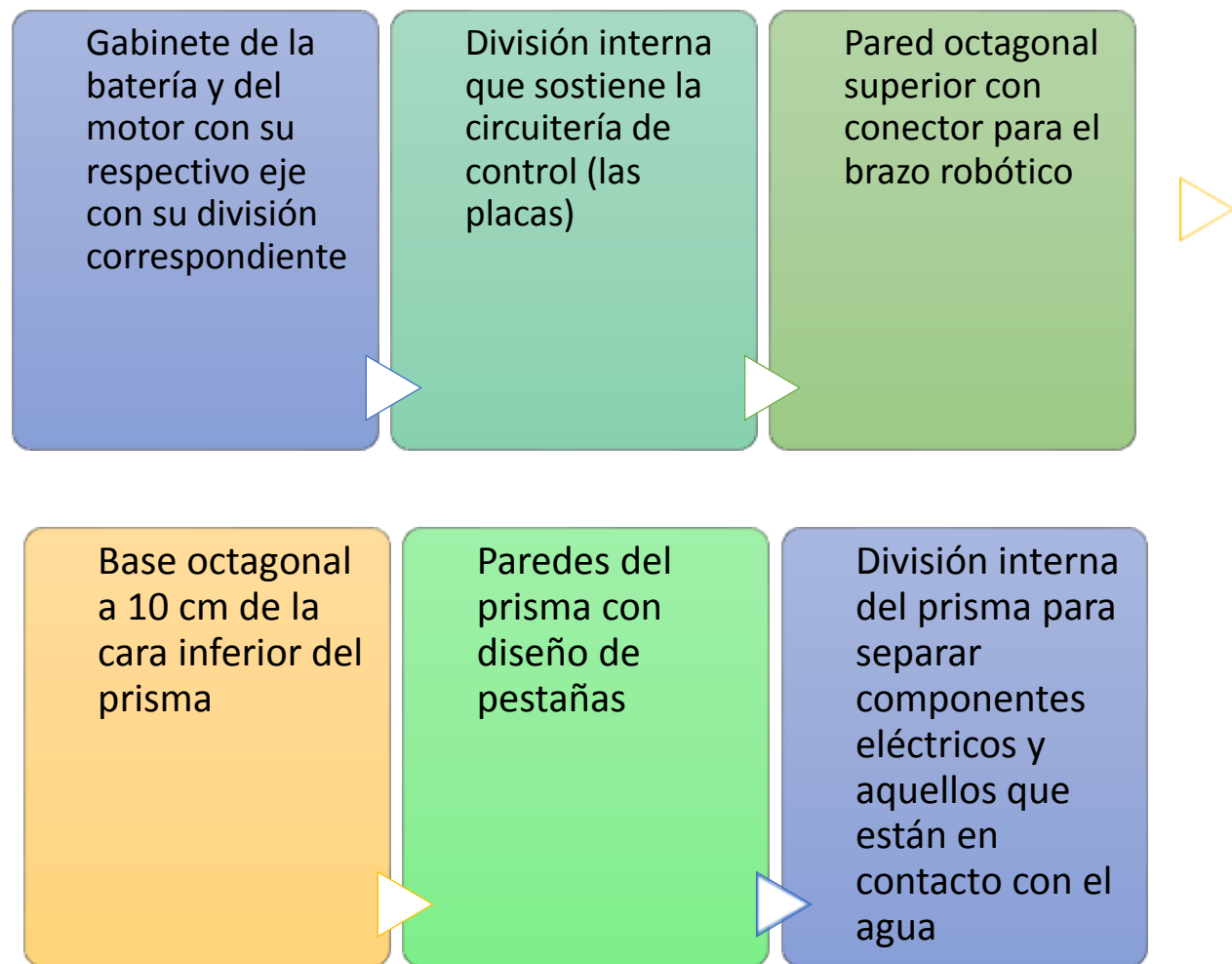


Figura 2.6 Diagrama de Bloques del Subsistema Mecánico.

2.3 PROCEDIMIENTO PRÁCTICO DEL MÓDULO POLI-S-COBA.

Como bien sabemos queremos dar resolución a un brazo robotizado que tenga un peso óptimo para la barredora automática y el dispositivo móvil controlado manualmente.

Se requiere un brazo ligero y que sea económico para que la barredora se mueva con facilidad; así como el otro móvil. Además, debe ser un material dieléctrico. Votamos por 4 materiales:

- ✓ Sintra
- ✓ Acrílico
- ✓ Policarbonato
- ✓ Madera Comprimida

La siguiente tabla de información nos ayudó a elegir nuestro material:

MÓDULO

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS
Sintra	El material Sintra es un panel de espuma de cloruro de polivinilo (PVC) de células cerradas. Es un material ligero pero rígido, durable y resistente a los golpes ¹⁰ .
Acrílico	Es un material que deriva del plástico. Resiste estar expuesto por periodos de tiempo muy largos a rayos ultravioleta sin que esto dañe su superficie. Su gran flexibilidad hace que el Acrílico sea uno de los materiales más utilizados en las construcciones. Las láminas de acrílico son un material dieléctrico ⁹ .
Policarbonato	Excelentes cualidades en durabilidad, resistencia y economía. Resistencia contra impactos: Con la gran ventaja de ser virtualmente irrompible ante impactos con superior resistencia de hasta 300 veces mayor que el vidrio y hasta 30 veces más que el acrílico. Flexibilidad y Ligereza, capacidad Aislante, durabilidad y estabilidad ¹¹ .
Madera Comprimida	Algunas de ellas presentan densidades ligeras, sin embargo, el peso no es el adecuado. Es un buen aislante eléctrico, algunas de ellas tienen durabilidad. Tiene pocos niveles de flexibilidad ¹² .

Tabla 2.2 Características de los Materiales.

MATERIAL	ACEPTADO	RECHAZADO
Sintra	Se consideró aceptable ya que es un material resistente; aún más económico que la madera comprimida y el acrílico y es dieléctrico.	
Acrílico		Es un buen material, sin embargo, el precio está muy elevado y suele ser muy pesado.
Policarbonato	Material excepcional ya que es muy económico, resistente, dieléctrico y tiene buena durabilidad.	
Madera Comprimida		Este material es el menos indicado ya que es caro y es pesado pues no es adecuado para que la barredora lo soporte.

Tabla 2.3 Material de La Estructura.

¿Cuál fue nuestra decisión final?

Debido a que es muy económico y cumple con todas las características que requerimos para el prototipo, decidimos optar por la Sintra. El equipo se pudo percatar que con el material tipo Sintra las piezas iban a poder pegarse de una manera más óptima además de que su manejo y corte es mucho más rápido, y que podíamos hacer correcciones debido a la accesibilidad del material. En la Figura 2.7 Se observa la visualización del proyecto con el nuevo material, cabe resaltar que las pestañas utilizadas en las caras del prisma octagonal de la Poli-S-Coba son para darle más soporte y flexibilidad.

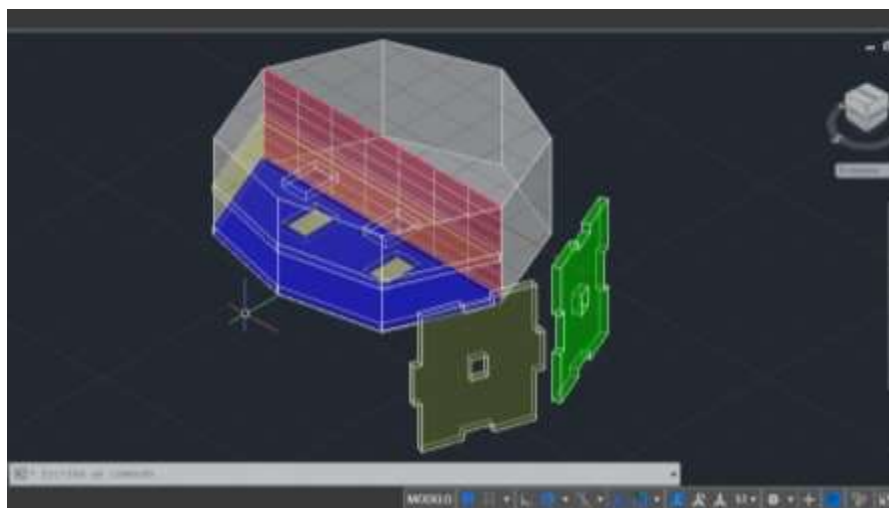


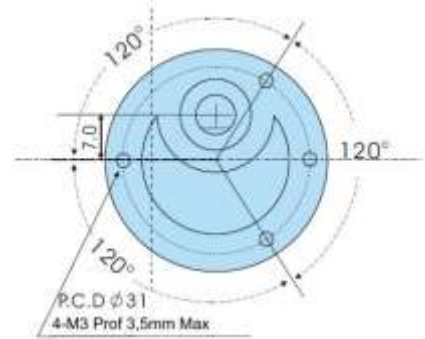
Fig. 2.7 Isométrico Del Subsistema Mecánico.

MOTORES.

Para la tracción de este módulo móvil se consultó con todo el equipo debido a que consideramos que estos motores deben ser de torque considerablemente alto ya que estos deberían soportar el peso de la pila de alimentación y del brazo robótico que va a estar ubicado en la parte de arriba del robot. Investigando en y viendo la factibilidad, decidimos usar un Motor reductor de 12V 100 rpm con una fuerza nominal de 3,5 Kg·cm y 11 kg·cm a máxima eficiencia (conectado directamente a una **fuentes de alimentación de CC**). Este motor de alta velocidad destaca por ser silencioso, su pequeño tamaño y reducido consumo. Resulta idóneo para aplicaciones en las que se necesita una alta velocidad de giro¹³.



Figura 2.8 Motor Utilizado Para La Tracción De Poli-S-Coba.



2.9 Vista Frontal Del Motor.

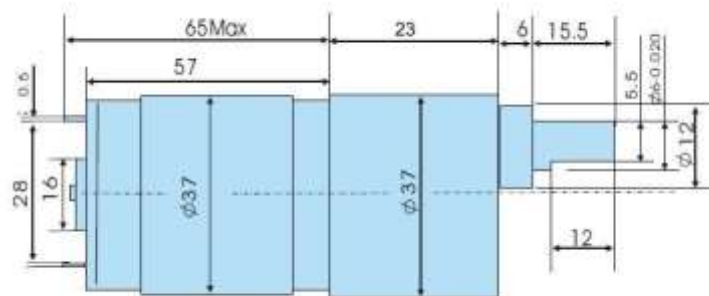


Figura 2.10 Vista Lateral Del Motor.

Es bien sabido que el movimiento de un motor de este tipo necesita un medio por el cual transmitir el movimiento y así generar la tracción que se requiere generar, un problema que se presentó fue ese medio de transmisión, una de las cuestiones era usar o no un sistema de engranaje para reducir la velocidad final del eje en el motor, pero al hacer una prueba con los motores instalados con acoplamiento directo, es decir el eje del motor conectado directamente a las ruedas del módulo se optó por mejor dejar el acoplamiento directo y controlar la velocidad por medio de un circuito de control¹³.

Procedimiento:

Si bien recordamos en el Modelo 0 ya diseñamos las dimensiones adecuadas para el proyecto final. Comenzamos con papel de cuaderno, dibujamos las piezas con la ayuda de herramientas de dibujo técnico para tener precisión en sus partes mecánicas y posteriormente pegamos los dibujos sobre la Sintra. Solicitamos la ayuda a una persona para que recortara las piezas con mayor exactitud debido a que dicha persona tenía herramienta que facilita la actividad. Utilizamos un pegamento líquido, cinta adhesiva, y atornillamos en las esquinas del octágono.

Pegamos cinta adhesiva cubriendo el área exterior para dar un mayor soporte mientras el pegamento se seca. Ensamblamos con tornillos cada cara del poliedro instalamos el proyecto del brazo robótico como visión final, como se puede apreciar en la Figura 2.11



Figura 2.11 Estructura Recién Hecha y Brazo Robótico Montado.

Usamos imanes para cada esquina todo esto para que se pueda cambiar fácilmente las carcasas de abajo. Usamos resortes pegados con imanes para que sea nuestro sistema de amortiguación como se observa en la figura 2.12 como un apoyo en el piso. Pegamos cinta adhesiva cubriendo el área exterior para dar un mayor soporte mientras el pegamento se seca. Ensamble del sistema de amortiguación y las diferentes separaciones se llevaron de acuerdo al modelo 0.



Fig. 2.12 Ensamble del Sistema de Amortiguación.

Sujetamos los moto-reductores con el acoplamiento directo, como lo muestra la Figura 2.13 para evitar costos de engranes, cabe resaltar que estos motores son de gran fidelidad. Como se había explicado con anterioridad.



Fig. 2.13 Implementación del Sistema de Tracción.

2.4 DISEÑO DE LA LOCOMOCIÓN DEL ROBOT.

Para lograr la cinética del dispositivo utilizaremos 2 ruedas de tracción determinadas a una distancia y en la parte “sur” de la base. Es imprescindible que reconozcamos los beneficios de las ruedas, ya que si lo hacemos con otro material como cadenas o una banda transportadora será imposible moverse libremente. Los usos de dichas ruedas de tracción facilitan las condiciones de su desplazamiento. Algo importante es que no utilizaremos una rueda llamada “**rueda loca**” en vez de eso, nuestro actuador final actuará como guía en sus trayectos.

De acuerdo con el libro *MICROCONTROLADOR PIC16F84: “Desarrollo de Proyectos”* expresa que es *aquella rueda capaz de direccionar, rodar y pivotar sobre sí mismas con un movimiento lo más suave posible para no dificultar la rotación de un dispositivo; de lo contrario, es posible que se bloquee al patinar*⁵. Por lo tanto, a la Poli-S-Coba le será útil auxiliar una rueda loca para sostener el brazo y no forzar los moto-reductores de las ruedas.



Figura 2.14 Rueda Loca.

2.3.2 DISEÑO DE LAS RUEDAS.

Cabe resaltar que no utilizaremos como tal una rueda loca, usaremos el propio efector final, que será el trapo con imanes y debido a que por la parte de posterior tiene suspensión el sistema se consideró estable.

Estas corresponden a las funciones del móvil que está conectado por Bluetooth. Si observa en las Figuras 2.10 y 2.11 para desplazar el dispositivo de manera rectilínea, los moto reductores deben actuar hacia la misma dirección. En cambio, en las Figuras 2.12 y 2.13 para realizar un giro hacia derecha o izquierda la dirección del giro de los motores debe ser opuesta al cambio del otro.

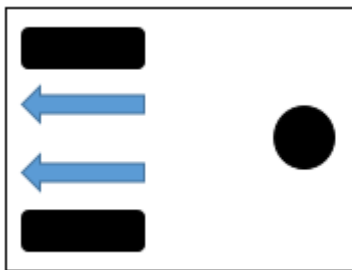


Figura 2.10 Movimiento Atrás.

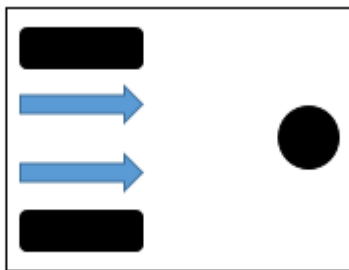


Figura 2.11 Movimiento Adelante.

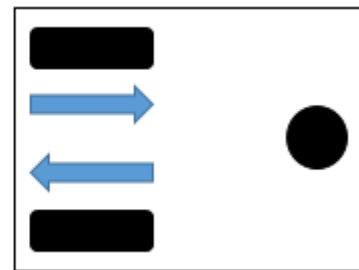


Figura 2.12 Giro a la Derecha

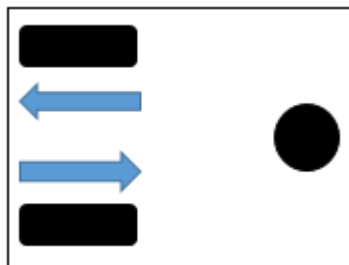


Figura 2.13 Giro a la Izquierda

Así pues, el diseño de las ruedas será:

- ✓ 2 ruedas de tracción posicionadas paralelamente al “sur” de la base.
- ✓ El efector final orientando la trayectoria “norte” del robot.
- ✓ Su dirección corresponde al movimiento diferencial porque emplea el uso de las 2 ruedas y su efector (limpiador) para su cambio de dirección.

Como podemos observar en la Figura 2.14 se colocó el sistema de tracción y el efector final, cabe resaltar que cada uno cuenta con sus propios amortiguadores dispuestos en las esquinas del prisma octagonal. Dejamos en claro que aún no se montan ningún sistema de control de para los motores, que lo explicaremos en el siguiente capítulo.



Figura 2.14 Sistema de Tracción con Actuador.

Dejamos la separación que va arriba de los motores y la pila, dejando un hueco para todo el sistema de control con perforaciones para los cables y se pueda comunicar con la parte de potencia.

CAPÍTULO 3. SUBSISTEMA ELÉCTRICO.

Como bien se sabe, un proyecto de tipo tecnológico se necesita la parte del hardware y el software, y bien la estructura mecánica del proyecto fue una muy fundamental, y que, sin las iniciativas de los integrantes no hubieran dado forma al prototipo final, tenemos en cuenta como estudiantes que sin los sistemas de control es imposible hacer funcionar *Poli-S-coba*. Tomando como preliminar a los sensores, para que nuestro prototipo pueda moverse en un área de trabajo determinada por los mismos, este capítulo se dedica a estos tipos de sistemas y todo el proceso que implica procesar datos y transfórmalos a una acción.

Se propuso generar una placa madre de proceso especial para mover el dispositivo móvil y esta es la que estará comunicada con las demás a través de un **microcontrolador**, esta placa es la principal encargada de procesar la información de los 5 sensores acoplados a los lados de la parte norte del polígono.

Tomando en cuenta las demás funciones, buscamos que el circuito de control del móvil semi-automático nos proporcionara opciones de funcionamiento para el control del módulo Bluetooth llamada HC-06, analizando su intercomunicación a una aplicación Android y su traslado de datos a una placa independiente con su propio microcontrolador con el único fin que se pueda mover la *Poli-S-Coba* a través de un celular, en este caso del usuario.

En el capítulo anterior se había explicado cómo se instalaron los motores. A continuación, se presenta una explicación de los motores eléctricos a utilizar, los actuadores correspondientes como sus interruptores de límite, los mecanismos de función (Puente H) entre otros circuitos de control.

Comenzamos por debatir la jerarquización de funciones, debido a que es de vital importancia para que tenga una secuencia lógica y no tenga algún bug no deseado, memoria desperdiciada usamos un diagrama de flujo para expresar la rutina y para identificar más rápido los posibles errores que se vayan encontrando y el resultado final no sea contradictorio, y a continuación se muestra.

3.2. DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL.

Para que nuestro prototipo pueda funcionar adecuadamente se necesita una lógica sin errores, errores que se pueden detectar con ayuda de un diagrama de este tipo, a continuación, se hará una breve explicación de las funciones e interconexiones entre ellas mismas. Dicho de este modo veremos que tiene opciones a elegir al iniciar la rutina, podemos elegir en cualquiera de las opciones visualizado a través de una pantalla LCD que muestra la opción elegida y en caso la función que se está realizando.

El **algoritmo** de programación sigue los siguientes pasos, como se logra ver en la Figura 3.1, su inicio se queda restringido a una pregunta, en caso de que la rutina tenemos la opción de elegir el modo temporizador, en caso de que este sea seleccionado se habilita un pin especial y con un teclado matricial se puede ingresar el tiempo, una vez seleccionado se hace una cuenta regresiva hasta llegar a cero y es ahí donde termina a rutina.

En caso de ser seleccionado negativo el modo temporizador pregunta si se encuentra en el suelo y mantenga preguntando el estado del robot, en caso de que se encuentre en el suelo avanzará y evaluará si esta un objeto que se deba esquivar y seguirá evaluando hasta que termine la rutina.

En caso de que encuentre un objeto debe evaluar si se encuentra conectado el brazo robótico, en caso de que no se encuentre conectado el brazo, el módulo sólo lo esquiva.

Por último, si éste se encuentra conectado y detecta un vacío en frente saca la sonda para limpiar con el brazo robótico y avanza con el proceso de detección de objetos.

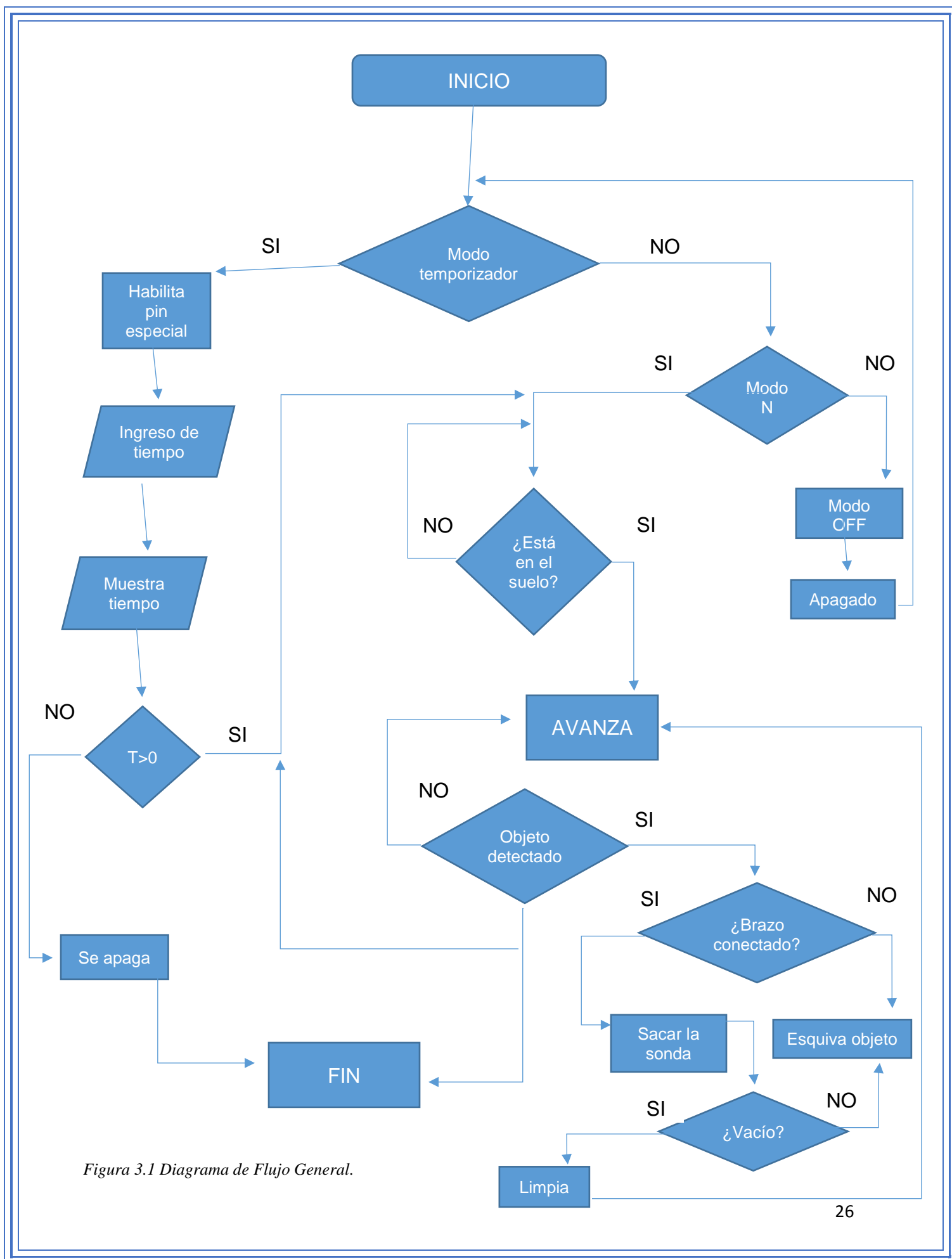


Figura 3.1 Diagrama de Flujo General.

3.2 CONTROL DEL PROCESO PRINCIPAL

Una subrutina es una secuencia completa de instrucciones que ejecuta una cierta tarea computacional, cada vez que se solicita una subrutina, se puede ejecutar un brinco o transferencia de control al comienzo de la subrutina para comenzar su conjunto de instrucciones¹. El programa de este microcontrolador, que se encuentra en el ANEXO 1, será el que contiene la rutina principal de avanzar-esquivar de acuerdo a los estímulos físicos percibidos por los sensores. Como podemos observar hay 4 pines de entradas vendrán de la placa de conformación de señal del CNY70, mientras que las salidas son los motores 1 y 2 (M1 y M2) serán reguladas por un dispositivo conmutador conectando estos a las dos salidas especiales **PWM** del PIC y múltiples conectores para entradas y salidas.

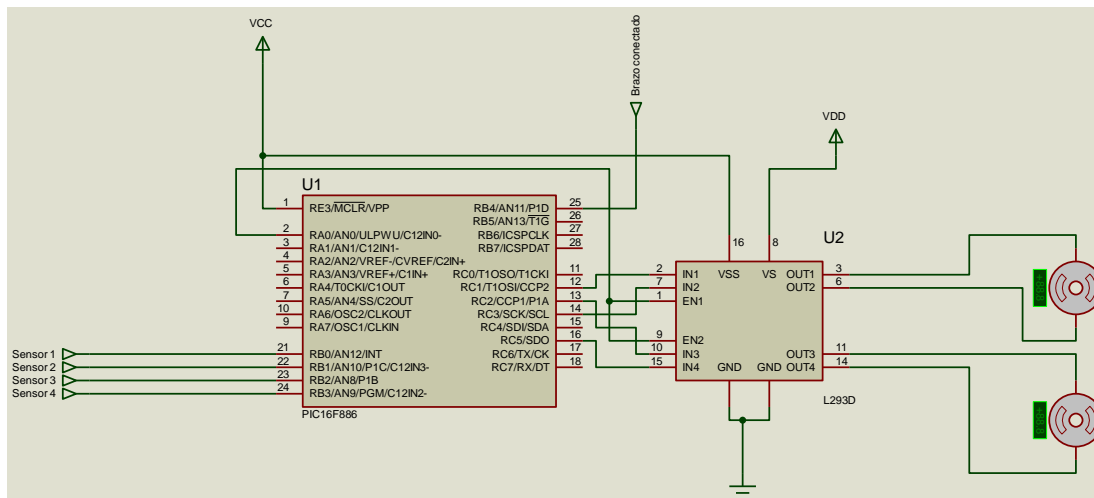


Figura 3.2 Circuito Eléctrico del Proceso Principal.

En la Figura 3.8 podemos observar la placa visualizada en físico que contiene un microcontrolador PIC 16F886, un regulador de tensión LM7805, un capacitor cerámico, un driver L293D. Esta es la que estará instalada en un compartimento especial de la Poli-S-Coba. El LM7805 no lo incluimos en el diagrama anterior debido a que este tiene la función de regular el voltaje a 5 V. y así el microcontrolador pueda trabajar correctamente.

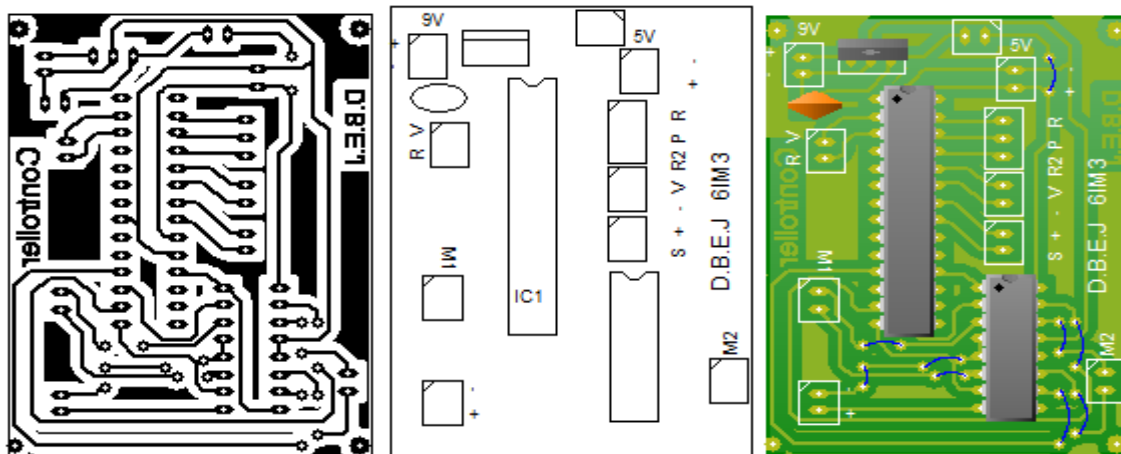


Figura 3.3 Placa Madre Controladora.

3.3 CONTROL DE SENSORES

Se pensó en dos estrategias, usar un **sensor ultrasónico** o un reflexivo, el primero tendría que diseñar nuevas trayectorias para lo cual el sistema se complicaría demasiado, por lo tanto, usamos reflexivos. Es la primera etapa de todo el subsistema de sensores; está conformada por un sensor de tipo réflex CNY70 que puede utilizarse como entrada digital o analógica, se ha utilizado con frecuencia como entrada digital para distinguir dos colores: blanco o negro³. Se encuentra conectada configuración **Pull-down**, es decir, donde la salida se toma del emisor del fototransistor aterrizado a GND con una resistencia. En la Figura 3.4 podemos ver que no existe alguna conexión física es solo la luz infrarroja que se interrumpe entre el foto-transistor y el foto diodo.

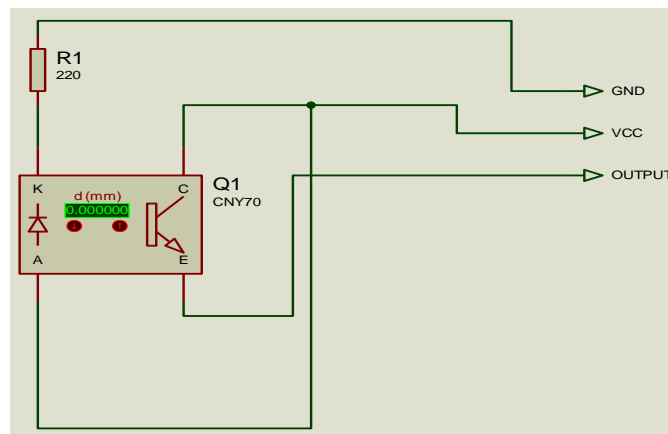


Figura 3.4 Circuito del Sensor Óptico Reflexivo.

En la Figura 3.6 se puede ver la placa de circuito impreso que, para fines prácticos, el sensor CNY70 se coloca del lado de la placa donde está el cobre, mientras que los demás componentes se acomodan normalmente, esto como si se tratara de una placa de doble cara, sin serlo en realidad. Esto es para facilitar el montaje del sensor en el prototipo.

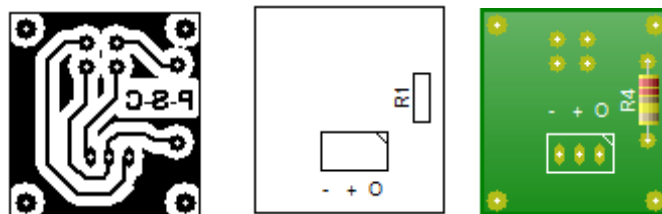


Figura 3.5. Placa de Circuito Impreso Para el Sensor.

Y así evitemos una señal de tiempo continuo, queremos evitar una señal $x(t)$ función con valor real o escalar de la variable de tiempo t . El término con valor real significa que para cualquier valor fijo de la variable de tiempo t , el valor de la señal en el tiempo t es un número real. Cuando esta variable toma sus valores del conjunto de los números reales, se dice que t es una variable de tiempo continuo, y que la señal $x(t)$ es una señal de tiempo continuo o una señal analógica³. Lo que evitamos es que detecte o no, valores definidos por sí o no, buscamos siempre señales digitales.

3.4 ACOPLAMIENTO DE SEÑALES.

Este circuito, de la Figura 3.6 está conformado por un amplificador operacional en modo comparador, donde obtenemos un valor analógico a la salida que será más íntegro y fácilmente transformable en señales eléctricas utilizables para un microcontrolador por medio de otra etapa. Cabe resaltar que puede ser utilizado para determinar cuál de dos señales en sus entradas es mayor, basta con que una de estas señales sea ligeramente mayor para que cause que la salida del amplificador operacional sea máxima, ya sea positiva o negativa.

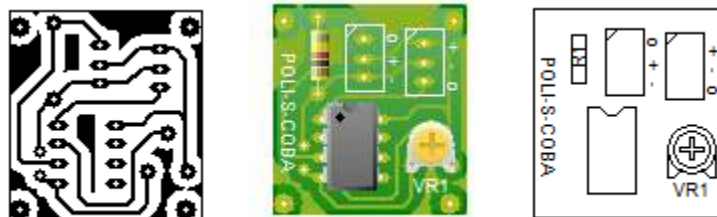


Figura 3.6. Placa de Circuito Impreso del OPAM.

Los inversores son muy usados en electrónica, gracias a ellos podemos adaptar circuitos que necesitan ser controlados por lógicas inversas. También combinando varios uno detrás de otro podemos generar retardos pequeños, necesarios a veces para acceder a circuitos de forma segura². Esta etapa cuenta con una compuerta lógica 74LS04, que se puede visualizar en la Figura 3.7 es decir un inversor. Con el inversor podemos consolidar adecuadamente la señal eléctrica obteniendo una lógica TTL misma que sólo contiene dos posibilidades a su salida, o un estado lógico alto o uno bajo (1 o 0), así evitamos señales flotantes o **ruidos eléctricos**, convirtiendo la señal analógica del CNY70 en una señal digital plenamente utilizable en un microcontrolador aunque en ocasiones la corriente de salida también está limitada por restricciones externas tales como la disipación de potencia y los valores nominales de los componentes. Las características de un amplificador operacional práctico son una ganancia de voltaje muy alta, una impedancia de entrada muy alta y una impedancia de salida muy baja².

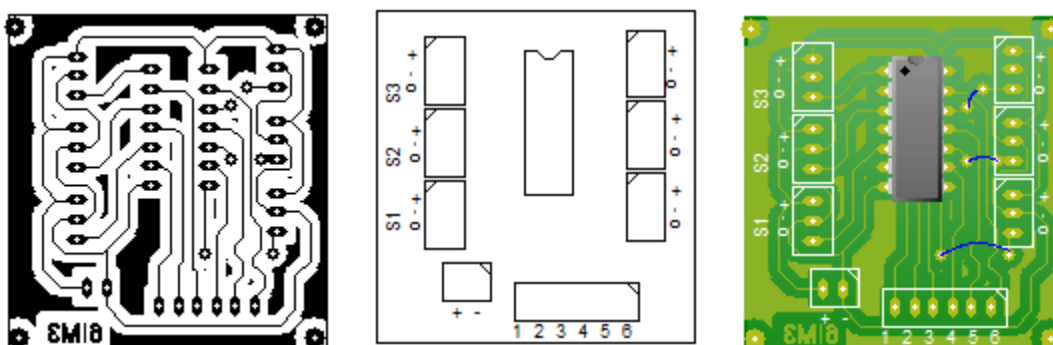


Figura 3.7. Etapa de Acoplamiento de Señal Digital.

3.5 PUENTE H

Para que el modulo móvil tenga un sentido de giro invertido, o sea pueda ir en reversa se necesita un puente H, y este es una conmutación electrónica donde se utilizan transistores o relevadores de control que al activarse algunas de las entradas (A o B) crean 2 rutas para que fluya la corriente y que active una carga; este tipo de circuitos sirve para invertir el giro de un motor de corriente directa.

Funcionamiento del Puente H

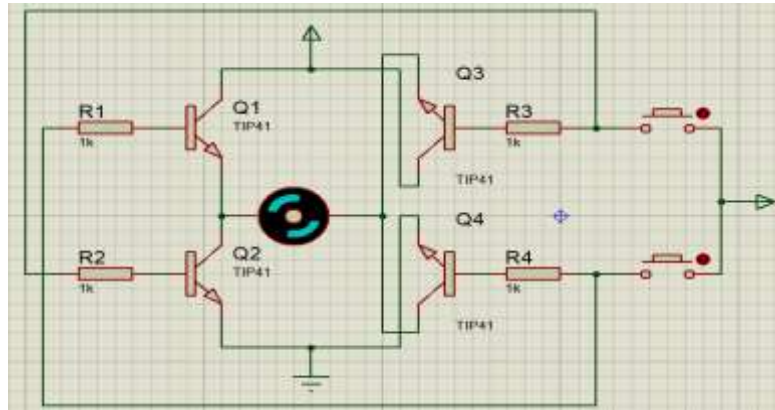


Figura 3.8. Puente H Electrónico Utilizando Transistores NPN Tip41.

El circuito (Figura 3.8) está formado por 4 transistores que trabajan en conmutación y se comportan como interruptores controlados por la señal que les llega a las entradas de los interruptores que los gobiernan. Su funcionamiento se comporta de esta manera:

Cuando se activa el interruptor inferior a nivel alto (1) y el interruptor superior a nivel bajo (0), los transistores Q1 y Q4 entran en saturación simultánea, mientras que Q2 y Q3 están en corte. Como consecuencia el motor se energiza con la polaridad: positivo a negativo (V_{M+} a Gnd-), así que el motor gira en sentido horario.

Cuando los niveles lógicos se invierten ahora los transistores que se saturan son Q2 y Q3 y los que están en corte son Q1 y Q4. Por lo tanto, se energiza con la polaridad invertida y el giro del motor es en sentido anti horario.

Además de este tipo de puente H existen otros que realizan la misma función. Por ejemplo, el Puente H Electromecánico el cual utiliza 2 mini relevadores de control.

Ahora bien, ¿qué utilizamos en el proyecto POLI-S-COBA?

Existe un componente electrónico que cumple con la función de un puente H, este es el driver L293. Es un driver de 4 canales capaz de proporcionar una corriente de salida de hasta 1 A por canal. Cada canal es controlado por señales de entrada compatibles TTL y cada pareja de canales dispone de una señal de habilitación que desconecta las salidas de los mismos. El encapsulado del componente es de 16 pines: el chip *Enable1* y el *Enable2* son los encargados de habilitar los canales, los pines *Input1*, 2, 3, 4 son las entradas de su respectivo canal (el canal 1 gobierna los pines 1 a 8, en cambio el canal 2 corresponde de los pines 9 a 16) y los pines *Output1*, 2, 3, 4 son las salidas según el canal.

Más adelante se conocerá la forma correcta del circuito electrónico (control y fuerza) para controlar la POLI- S-COBA.

3.6 DISEÑO DE SOFTWARE DE CONTROL INALAMBRICO

Google App Inventor.

Es una plataforma de Google Labs para crear aplicaciones de software para el sistema operativo Android. El editor de bloques de la plataforma App Inventor, utiliza la librería Open Blocks de Java para crear un lenguaje visual a partir de bloques.¹⁵ Es un módulo de comunicación serial que recibe y manda instrucciones con un microcontrolador. Es un método inalámbrico fácil de manipular.

Diseño de la interfaz gráfica.

Para una correcta utilización del mismo se requiere al menos 2 etapas: Programación usando la librería **UART** y crear una aplicación Android para su manipulación. La programación de la Poli-S-Coba se encuentra en el Anexo. La aplicación Android se elaboró de la siguiente manera:

Al inicio del desarrollo de la aplicación existe una ventana en blanco que simula la pantalla del celular. Como podemos ver en la Figura 3.9 al lado derecho tenemos una ventana de herramientas que podemos agregar a nuestra pantalla de inicio, tales como botones e imágenes. Nuestra aplicación comienza con un botón en la parte superior con un texto de bienvenida para el usuario. Posterior a esto, se puede observar en la Figura 3.10 que colocamos 3 botones más a manera de que sean paralelos entre ellos y les insertamos texto y color de acuerdo con su función.

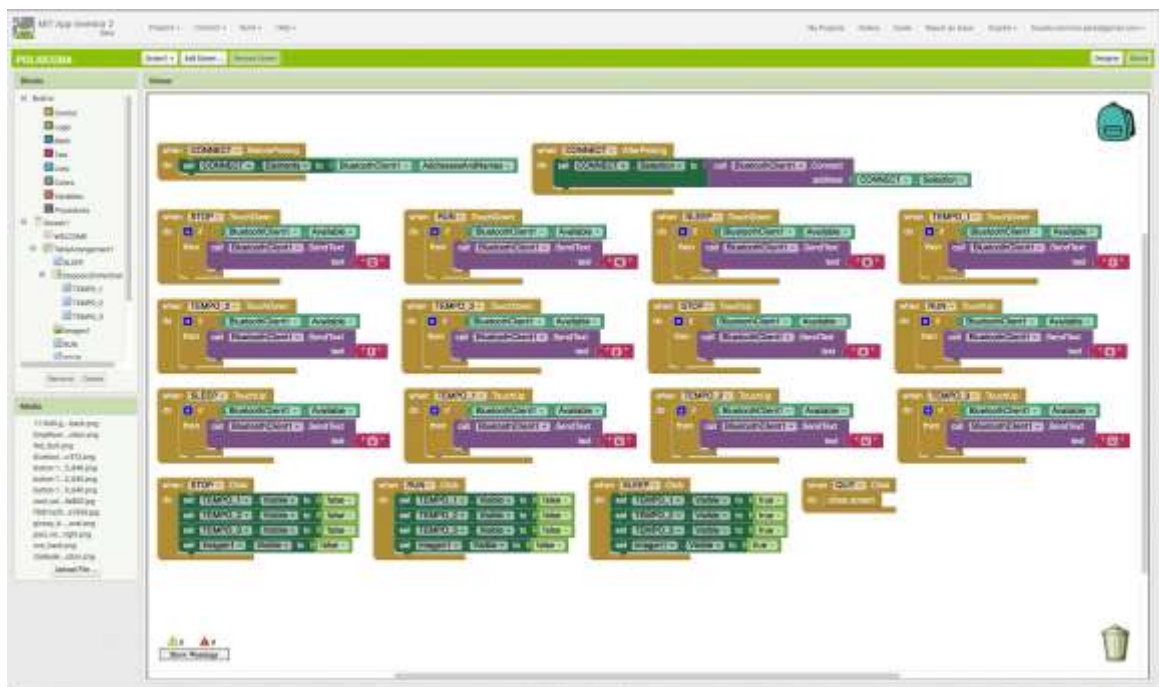


Figura 3.9. Desarrollo de la Aplicación Para Sistema Operativo Android.

A un lado del botón "SLEEP" es un **reset** que colocamos 3 botones más para la opción de temporización. En la parte inferior colocamos 2 botones más para conectarte al módulo bluetooth y salir de la aplicación. En el modo desarrollador comenzamos a configurar los botones con un código en forma de bloques.



Figura 3.10. Interfaz Gráfica de la Aplicación Para Controlar la Poli-S-Coba.

El primer bloque corresponde el primer botón que utilizamos (“conectar”), al presionar este botón, la aplicación comenzará a buscar los clientes Bluetooth cercanos y los mostrará en una ventana nueva para poder seleccionar el apropiado. La segunda parte es configurar cada botón con un bloque cada uno, expresan que al presionar uno de dichos botones el celular mandara una letra del alfabeto al dispositivo Bluetooth conectado, (Debe ser una letra diferente para cada botón).

La última parte nos dice que al dejar de presionar esos botones nos enviara otra letra del alfabeto, pero esta vez será la misma ya que tiene la función de interrupción.

CONCLUSIÓN.

Con este proyecto se logró el objetivo de construir un dispositivo móvil de limpieza que, en conjunto con un brazo robótico, facilita las tareas de barrer y trapear incluso en lugares inaccesibles para dispositivos de limpieza convencionales; aplicando en todo momento conocimientos de las diferentes unidades de aprendizaje que se imparten en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos Número 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” en la especialidad de Técnico en Sistemas de Control Eléctrico y desarrollando competencias y nuevas habilidades. La relación costo-beneficio apreciada en el proyecto nos lleva a considerar incluso la posibilidad de ir optimizando la Poli-S-Coba hasta que pueda ser un producto fácilmente replicable con el fin de promover su manufactura y comercialización.

A lo largo de todo el proyecto, experimentamos obstáculos, sin embargo, el proyecto resultó un éxito gracias al trabajo colaborativo y a la aplicación de todas las habilidades y competencias propias de cada uno de los miembros del equipo.

El ser técnico no solo representa un título, representa haber adquirido la capacidad de brindar las soluciones más prácticas y sencillas incluso a los problemas más complicados.

En conclusión, el proyecto Poli-S-Coba representa para nosotros una oportunidad no solo de titularnos, sino que además la posibilidad de establecer una empresa con base en este dispositivo misma que nos permitirá llevar este proyecto a una escala mayor para que toda la sociedad tenga acceso a este desarrollo del que nos sentimos orgullosos.

RECOMENDACIONES.

El proyecto Poli-S-Coba, al ser un desarrollo estudiantil, cuenta con muchas carencias en cuestión de materiales, y bajo esa premisa se recomienda emplear otro material con mejores características mecánicas que la Sintra y que, además, sea fácilmente deformable y adaptable a piezas creadas en software CAD o SolidWorks. Asimismo, se recomienda mandar las piezas a maquinaria CNC para que las piezas embonen con exactitud.

Finalmente, se recomienda una miniaturización tanto del dispositivo móvil en general como de las placas controladoras, delegando las responsabilidades a un microprocesador o a un micro controlador de gama alta. Y se recomienda expresamente reemplazar los sensores ópticos CNY70 por sensores ultrasónicos debido a la poca fiabilidad de los ópticos reflexivos.

GLOSARIO.

Automatización: Tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos y eléctricos basados en computadoras para la operación y control de la producción.

Robótica: Es aquella tecnología que estudia el diseño y la construcción de máquinas que desempeñan una actividad humana.

Sensor Ultrasónico: Son detectores de proximidad a un alcance de hasta 8 metros.

Microcontrolador: Es aquel órgano de control que ejecuta órdenes grabadas en su memoria, internamente posee un circuito integrado programable.

Volumen de trabajo: Es el espacio en el cual se mueve el robot y que puede tomar diferentes formas (cúbico, cilíndrico, cartesiano, etc.).

Algoritmo: Son operaciones lógicas de manera ordenada que muestran una secuencia para solucionar un problema. Es una serie de instrucciones o reglas para llevar a cabo su actividad.

PWM: Es una modulación por ancho de pulso de una señal, en inglés Pulse Width Modulation; es decir, modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica.

RESET: Es aquel estado lógico o de transición que utiliza un flanco positivo para desactivar una carga (0).

Pull-Down: Es la conexión de un resistor a la polarización positiva de una fuente de alimentación.

Ruidos eléctricos: Son señales eléctricas aleatorias que se encuentran en circuitos para interferir en las señales de transferencia de información.

UART: Son las siglas en inglés de Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, en español: Transmisor-Receptor Asíncrono Universal, es el dispositivo que controla los puertos y dispositivos serie. Se encuentra integrado en la placa base o en la tarjeta adaptadora del dispositivo.

Fuente de alimentación de CC: Es aquella fuente de alimentación que es alimentada por corriente alterna y es capaz de transformarla en corriente continua; sin embargo, las tensiones de salida tienden a ser 2 o más y alimentan cargas o circuitos eléctricos-electrónicos.

REFERENCIAS.

- ¹: *Arquitectura de computadoras (1): Interrupción del programa* Pág. 277.
- ²: *Dispositivos electrónicos (1): Amplificador diferencial* Pág. 289.
- ³: *Fundamentos de señales y sistemas, usando la web y Matlab (2): Señales de tiempo Continuo* Pág. 15,16.
- ⁴: *MICROCONTROLADOR PIC16F84: “Desarrollo de Proyectos”,* pág. 553
- ⁵: *MICROCONTROLADOR PIC16F84: “Desarrollo de Proyectos” Cap. 33: Construcción de un Microrobot, 33.5: Nivel Físico. Movilidad,* Pág. 555
- ⁶: *Robótica, guía teoría y práctica (4): Definición de la palabra robot, Características comunes de las pruebas de robots autónomos, Pruebas tradicionales para robots autónomos* Pág. 18,19, 200, 210.
- ⁷: *ROBOTICA Manipuladores y robots móviles (2): Control de robots móviles* Pág. 258.
- ⁸: *Sistemas de Control (1): Construcción de Robots no Programados* Pág. 9,10
- ⁹: *Página de Internet GLOBEDIA<Características y Utilidad del Acrílico-PVC:*
<http://mx.globedia.com/caracteristicas-utilidad-acrilico-PVC>
- ¹⁰: *Página de Internet PLASTITEC<Productos<Sintra:*
<http://www.plastitec.com.mx/Page/productos/sintra/sintra.html>
- ¹¹: *Página de Internet LEKER<Características del Policarbonato:*
<http://www.policarbonatoschile.cl/revestimiento-plastico/>
- ¹²: *Página de Internet SABELOTODO.ORG<La Madera:*
<http://www.sabelotodo.org/construccion/madera.html>
- ¹³: <http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>
- ¹⁴: <http://www.nextiafenix.com/producto/motorreductor/>
- ¹⁵: https://es.wikipedia.org/wiki/App_Inventor/

ANEXOS

ANEXO 1. PROGRAMA DE BARREDORA CON BRAZO ROBÓTICO..

/* MCU: PIC16F886 4MHz

Este programa emplea señales provenientes de las señales ópticas reflexivos con el fin de determinar el comportamiento del dispositivo móvil y, de este modo, dotarlo de la capacidad de esquivar obstáculo y realizar un barrido o limpieza uniforme.

Asimismo, este programa esta estructurado de forma modular, con el fin de poder acoplar facilmente el brazo robótico al dispositivo movil con el fin de llegar a lugares inaccesibles.

*/

```
sbit b_secuencia at RB6_bit;
sbit stop at RB5_bit;
sbit brazo at RB4_bit;
sbit output at RA0_bit;
sbit retro at RA1_bit;
sbit sensor1 at RB0_bit;
sbit sensor2 at RB1_bit;
sbit sensor3 at RB2_bit;
sbit sensor4 at RB3_bit;
sbit motor1_derecha at RC1_bit;
sbit motor1_izquierda at RC3_bit;
sbit motor2_derecha at RC2_bit;
sbit motor2_izquierda at RC0_bit;
sbit enable at RC7_bit;
```

```
void avanza(); //Se define la función para avanzar en línea recta
void parar(); //Se define la función para detenerse
void config(); //Se define la función para configurar puertos y bits
void derecha(); //Se define la función para avanzar a la derecha
void izquierda(); //Se define la función para avanzar a la izquierda
void arm(); //Se define la función para el acoplamiento del brazo
```

```
void main()
{
    config(); //Se llama a la función config()
    while(1) //Bucle infinito
    {
        while((b_secuencia==0)&&(stop==0)) //Se ejecuta lo demás cuando enable sea 1
        {}
        while(sensor1==0) //Mientras el sensor 1 no detecte nada el dispositivo
        {
            avanza(); //seguira avanzando
            delay_ms(100); //Se establece un retardo de 100 milisegundos
            parar(); //Se detiene el dispositivo
        }
    }
}
```

```

    while(sensor2==0) //El dispositivo girará hacia la derecha mientras
    { derecha(); //el sensor 2 no detecte una pared que indique que
      delay_ms(50); //ya se encuentra a 180 grados de esta respecto al
    } //norte del dispositivo
    parar();
    delay_ms(100);
    avanza(); //Avanza por 600 milisegundos
    delay_ms(550);
    parar();
    delay_ms(200);
    while(sensor4==0) //El dispositivo girará a la derecha mientras el
    { derecha(); //el sensor 4 no detecte una pared que le indique
      delay_ms(50); //que se encuentra a 90 grados de esta respecto al
    } //norte del dispositivo
    parar();
    delay_ms(200);
while(sensor1==0)
{ avanza();}
  delay_ms(100);
  parar();
  while(sensor3==0)
  { izquierda();
    delay_ms(50);
  }
  parar();
  delay_ms(100);
  avanza();
  delay_ms(550);
  parar();
  delay_ms(200);
  while(sensor4==0)
  { izquierda();
    delay_ms(50);
  }
}
}
void config()
{
  ANSEL=0;
  ANSELH=0;
  TRISA=0x00;
  TRISB=0xFF;
  TRISC=0x00;
  PORTB=PORTA=PORTC=0;
  C1ON_bit=0;
  C2ON_bit=0;
  PWM1_Init(5000);

```

```

    PWM2_Init(5000);
}
void avanza()
{ enable=1;
  PWM1_Start();
  PWM2_Start();
  PWM1_Set_Duty(120);
  PWM2_Set_Duty(130);
  delay_ms(50);
}
void derecha()
{ enable=1;
  PWM1_Start();
  PWM2_Start();
  PWM1_Set_Duty(0);
  PWM2_Set_Duty(130);
  delay_ms(50);
}
void izquierda()
{ enable=1;
  PWM1_Start();
  PWM2_Start();
  PWM1_Set_Duty(120);
  PWM2_Set_Duty(0);
  delay_ms(50);
}

void parar()
{ enable=0;
  motor1_derecha=0;
  motor1_izquierda=0;
  motor2_derecha=0;
  motor2_izquierda=0;
  PWM1_Set_Duty(0);
  PWM2_Set_Duty(0);
  PWM1_Stop();
  PWM2_Stop();
}

void arm()
{ if(brazo==1)
  { output=1;
    delay_ms(300);
    while(retro==0)
    {}
  }
}

```

ANEXO 2: HOJA DE DATOS DEL MICROCONTROLADOR PIC16F886

MICROCHIP

PIC16F882/883/884/886/887

28/40/44-Pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology

High-Performance RISC CPU:

- Only 35 instructions to learn:
 - All single-cycle instructions except branches
- Operating speed:
 - DC = 20 MHz oscillator/clock input
 - DC = 200 ns instruction cycle
- Interrupt capability
 - 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes

Special Microcontroller Features:

- Precision Internal Oscillator:
 - Factory calibrated to $\pm 1\%$
 - Software selectable frequency range of 8 MHz to 31 kHz
 - Software tunable
 - Two-Speed Start-up mode
 - Crystal fail detect for critical applications
 - Clock mode switching during operation for power savings
- Power-Saving Sleep mode
- Wide operating voltage range (2.0V-5.5V)
- Industrial and Extended Temperature range
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Brown-out Reset (BOR) with software control option
- Enhanced low-current Watchdog Timer (WDT) with on-chip oscillator (software selectable nominal 288 seconds with full prescaler) with software enable
- Multiplexed Master Clear with pull-up/input pin
- Programmable code protection
- High Endurance Flash/EEPROM cell:
 - 100,000 write Flash endurance
 - 1,000,000 write EEPROM endurance
 - Flash/Data EEPROM retention: > 40 years
- Program memory Read/Write during run time
- In-Circuit Debugger (on board)

Low-Power Features:

- Standby Current:
 - 50 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
 - 11 μ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
 - 220 μ A @ 4 MHz, 2.0V, typical

Peripheral Features:

- 24/35 I/O pins with individual direction control:
 - High current source/sink for direct LED drive
- Interrupt-on-Change pin
- Individually programmable weak pull-ups
- Ultra Low-Power Wake-up (ULPWU)
- Analog Comparator module with:
 - Two analog comparators
 - Programmable on-chip voltage reference (CVRREF) module (% of VDD)
 - Fixed voltage reference (0.6V)
 - Comparator inputs and outputs externally accessible
- SR Latch mode
- External Timer1 Gate (count enable)
- A/D Converter:
 - 10-bit resolution and 11/14 channels
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Enhanced Timer1:
 - 16-bit timer/counter with prescaler
 - External Gate Input mode
 - Dedicated low-power 32 kHz oscillator
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Enhanced Capture, Compare, PWM+ module:
 - 16-bit Capture, max. resolution 12.5 ns
 - Compare, max. resolution 200 ns
 - 10-bit PWM with 1, 2 or 4 output channels, programmable "dead time", max. frequency 20 kHz
 - PWM output steering control
- Capture, Compare, PWM module:
 - 16-bit Capture, max. resolution 12.5 ns
 - 16-bit Compare, max. resolution 200 ns
 - 10-bit PWM, max. frequency 20 kHz
- Enhanced USART module:
 - Supports RS-485, RS-232, and LIN 2.0
 - Auto-Baud Detect
 - Auto-Wake-Up on Start bit
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module supporting 3-wire SPI (all 4 modes) and I²C™ Master and Slave Modes with I²C address mask

28-pin PDIP, SOIC, SSOP

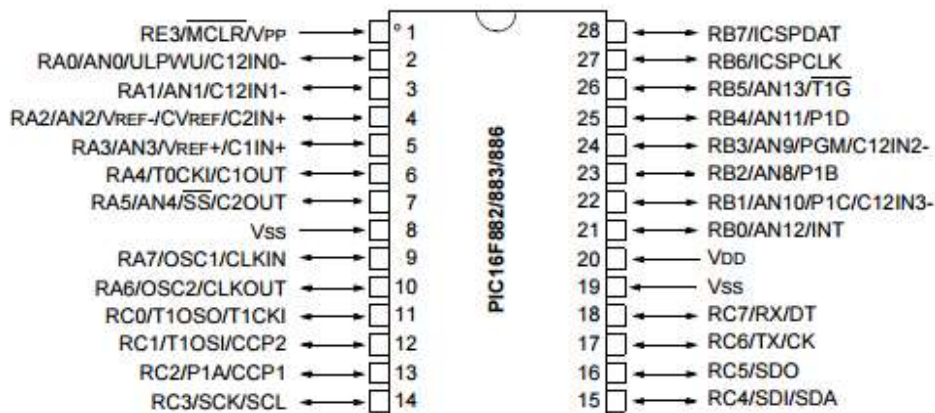


TABLE 1: PIC16F882/883/886 28-PIN SUMMARY (PDIP, SOIC, SSOP)

I/O	Pin	Analog	Comparators	Timers	ECCP	EUSART	MSSP	Interrupt	Pull-up	Basic
RA0	2	AN0/ULPWU	C12IN0-	—	—	—	—	—	—	—
RA1	3	AN1	C12IN1-	—	—	—	—	—	—	—
RA2	4	AN2	C2IN+	—	—	—	—	—	—	VREF-/CVREF
RA3	5	AN3	C1IN+	—	—	—	—	—	—	VREF+
RA4	6	—	C1OUT	T0CKI	—	—	—	—	—	—
RA5	7	AN4	C2OUT	—	—	—	SS	—	—	—
RA6	10	—	—	—	—	—	—	—	—	OSC2/CLKOUT
RA7	9	—	—	—	—	—	—	—	—	OSC1/CLKIN
RB0	21	AN12	—	—	—	—	—	IOC/INT	Y	—
RB1	22	AN10	C12IN3-	—	P1C	—	—	IOC	Y	—
RB2	23	AN8	—	—	P1B	—	—	IOC	Y	—
RB3	24	AN9	C12IN2-	—	—	—	—	IOC	Y	PGM
RB4	25	AN11	—	—	P1D	—	—	IOC	Y	—
RB5	26	AN13	—	T1G	—	—	—	IOC	Y	—
RB6	27	—	—	—	—	—	—	IOC	Y	ICSPCLK
RB7	28	—	—	—	—	—	—	IOC	Y	ICSPDAT
RC0	11	—	—	T1OSO/T1CKI	—	—	—	—	—	—
RC1	12	—	—	T1OSI	CCP2	—	—	—	—	—
RC2	13	—	—	—	CCP1/P1A	—	—	—	—	—
RC3	14	—	—	—	—	—	SCK/SCL	—	—	—
RC4	15	—	—	—	—	—	SDI/SDA	—	—	—
RC5	16	—	—	—	—	—	SDO	—	—	—
RC6	17	—	—	—	—	TX/CK	—	—	—	—
RC7	18	—	—	—	—	RX/DT	—	—	—	—
RE3	1	—	—	—	—	—	—	—	Y ⁽¹⁾	MCLR/VPP
—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	VDD
—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	Vss
—	19	—	—	—	—	—	—	—	—	Vss

ANEXO 3: HOJA DE DATOS DEL PUENTE H.

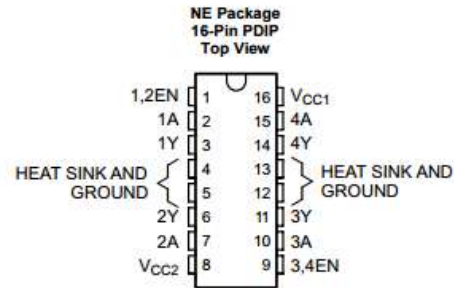


www.ti.com

L293, L293D

SLRS008D – SEPTEMBER 1986 – REVISED JANUARY 2016

5 Pin Configuration and Functions



Pin Functions

PIN		TYPE	DESCRIPTION
NAME	NO.		
1,2EN	1	I	Enable driver channels 1 and 2 (active high input)
<1:4>A	2, 7, 10, 15	I	Driver inputs, noninverting
<1:4>Y	3, 6, 11, 14	O	Driver outputs
3,4EN	9	I	Enable driver channels 3 and 4 (active high input)
GROUND	4, 5, 12, 13	—	Device ground and heat sink pin. Connect to printed-circuit-board ground plane with multiple solid vias
V _{CC1}	16	—	5-V supply for internal logic translation
V _{CC2}	8	—	Power VCC for drivers 4.5 V to 36 V

8 Detailed Description

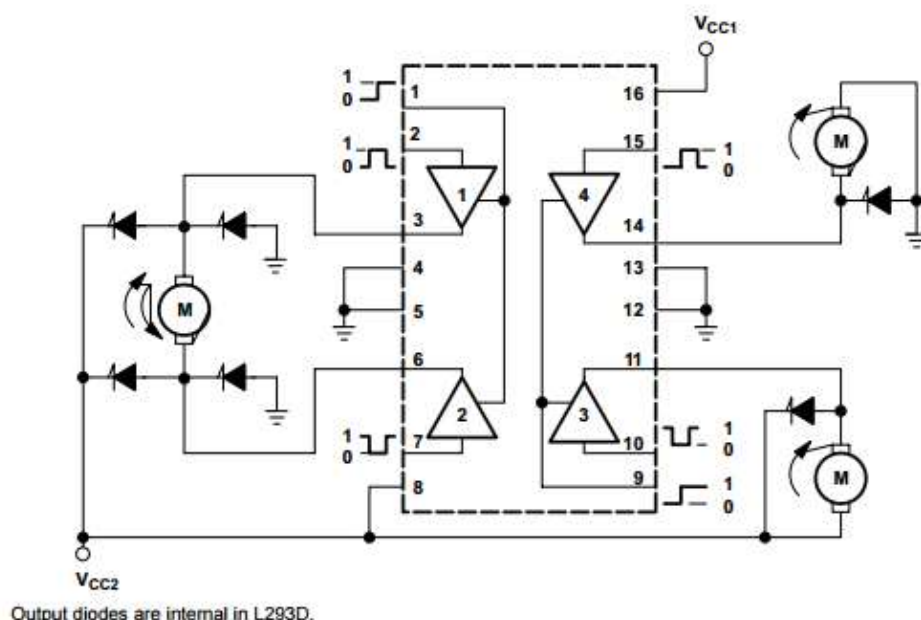
8.1 Overview

The L293 and L293D are quadruple high-current half-H drivers. These devices are designed to drive a wide array of inductive loads such as relays, solenoids, DC and bipolar stepping motors, as well as other high-current and high-voltage loads. All inputs are TTL compatible and tolerant up to 7 V.

Each output is a complete totem-pole drive circuit, with a Darlington transistor sink and a pseudo-Darlington source. Drivers are enabled in pairs, with drivers 1 and 2 enabled by 1,2EN and drivers 3 and 4 enabled by 3,4EN. When an enable input is high, the associated drivers are enabled, and their outputs are active and in phase with their inputs. When the enable input is low, those drivers are disabled, and their outputs are off and in the high-impedance state. With the proper data inputs, each pair of drivers forms a full-H (or bridge) reversible drive suitable for solenoid or motor applications.

On the L293, external high-speed output clamp diodes should be used for inductive transient suppression. On the L293D, these diodes are integrated to reduce system complexity and overall system size. A V_{CC1} terminal, separate from V_{CC2} , is provided for the logic inputs to minimize device power dissipation. The L293 and L293D are characterized for operation from 0°C to 70°C.

8.2 Functional Block Diagram



8.3 Feature Description

The L293x has TTL-compatible inputs and high voltage outputs for inductive load driving. Current outputs can get up to 2 A using the L293.