

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



NOMBRE DEL PROYECTO:

“PROTOTIPO DE ROBOT RECOLECTOR Y COMPACTADOR DE PET”

ALUMNOS:

Juan José Castellanos Gutiérrez

07270282

Homer de Jesús Sevilla Cordero

07270347

ASESOR:

Álvaro Hernández Sol

CARRERA:

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo principal el diseñar un robot autónomo con las capacidades de buscar botellas de PET (Tereftalato de Polietileno), levantarlas del suelo, compactarlas y almacenarlas temporalmente.

Se inicio buscando una estructura que pudiera soportar el compactador, el recolector, los sensores y la tracción del robot y que fuera hecho de un material ligero. Como una opción ecológica se decidió reutilizar el material con el que fabrican los gabinetes de computadoras.

Se busco la mejor opción para un dispositivo compactador, desde compactadores neumáticos, hidráulicos y mecánicos, que pudiera ser de bajo costo pero eficientes, por lo que se decidió utilizar un compactador hecho de discos entrepuestos. Los dientes que poseen estos disco se agregaron para resolver el problema de la presión del embase cuando se encuentra tapado.

Para el uso de los sensores se ocuparon los sensores ultrasónicos (srf-02) por su capacidad de detectar objetos sólidos, su manejo relativamente fácil (comunicación I2C) y su bajo costo.

Referente a la tracción se utilizaron llantas radiales, dos montadas en un motor cada una y dos libres. Esto para mejorar la capacidad de giro de un robot (relativo a la tracción por oruga).

Para controlar las funciones del robot se ocupó un microprocesador (PIC16F877A), una batería de ácido plomo para alimentar los motores y los circuitos de control, entre los que se encuentran los drivers de motor (LM5602 Y LM293),

Contenido

1.- INTRODUCCIÓN.	4
1.1.- Estado Del Arte	5
1.1.1.- Robot	5
2.- JUSTIFICACIÓN.....	7
3.- OBJETIVOS.	8
3.1 Objetivo general.....	8
3.2 Objetivos específicos.....	8
4.- CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN EL QUE PARTICIPÓ.....	9
5.- PROBLEMAS A RESOLVER.....	10
6.- ALCANCES Y LIMITACIONES.....	11
7.- FUNDAMENTO TEORICO.	12
7.1 Motor eléctrico.	12
7.1.1 Motorreductores O Reductores De Velocidad.....	14
7.2 Microcontroladores.....	19
7.3 Comunicación I2C.....	25
7.4 Sensores.....	27
7.4.1 Sensor ultrasónico srf02.	29
7.5 Sensores Fin De Carrera.....	35
7.6 Transistores.....	37
7.7 Drivers.....	39
7.8 Poleas.....	42
8.- PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	44
8.1 Estructura Base	44
8.2 Diseño Del Compactador	45
8.3. Sistema Del Compactador Y Sistema De Tracción	46
8.4 Sistema De Recolección.....	48
8.5 Sensores.....	51
9.- PROTOTIPO.....	52
9.1.- Diagramas y placas.....	52
9.2 Prototipo final	56
9.2.1 Diagrama A Bloques Del Funcionamiento Del Sistema.	58

9.3.- Programación.....	59
10.- CONCLUSIÓN.	63
11.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS Y VIRTUALES.	64

1.- INTRODUCCIÓN.

El problema de la basura no es fácil de resolver, considerando que los estilos de vida característicos de nuestro tiempo, dan lugar a la producción y acumulación de basura en cantidades inimaginables. El reciclaje de desechos, tanto orgánicos como inorgánicos ha permitido crear nuevos materiales de construcción. El proyecto denominado como Eco Ark (Nat. Geo. 2012), es un notable ejemplo de cómo un material de desecho como el PET puede ser transformado en un eficiente material de construcción que permite construir estructuras habitables. Destacando que lo principal en cualquier proyecto es la máxima recolección del PET.

Otra manera de atacar el problema de la basura, en específico las botellas de PET es reciclarlas para obtener otros materiales plásticos, sin embargo el reciclaje tiene dos inconvenientes: la recolección y el volumen que ocupa la forma de la botella.

En la actualidad los robots ya están de forma continua trabajando de forma eficiente y realizando trabajos monótonos, por estos motivos se trabajó en el diseño de un robot recolector y compactador de PET, eso quiere decir que el robot es capaz de:

- Encontrar las botellas de PET.
- Recoger las botellas.
- Compactar las botellas (tapadas o destapadas).
- Almacenar de manera temporal las botellas.

Todo esto de forma autónoma (microprocesador) e independiente (batería). En este proyecto se busco el diseño de cada uno de los dispositivos que realicen las funciones para las etapas del proceso mencionado anteriormente

1.1.- Estado Del Arte

1.1.1.- Robot

Un robot es una entidad virtual o mecánica, esto es por lo general un sistema electromecánico que, por su apariencia o sus movimientos, ofrece la sensación de tener inteligencia propia.

No hay un consenso sobre qué máquinas pueden ser consideradas robots, pero sí existe un acuerdo general entre los expertos y el público sobre que los robots tienden a hacer parte o todo lo que sigue: moverse, hacer funcionar un brazo mecánico, sensor y manipular su entorno y mostrar un comportamiento inteligente, especialmente si ese comportamiento imita al de los humanos o a otros animales. Actualmente podría considerarse que un robot es una computadora con la capacidad y el propósito de movimiento que en general es capaz de desarrollar múltiples tareas de manera flexible según su programación; así que podría diferenciarse de algún electrodoméstico específico.

Clasificación de Robots según su arquitectura.

Los dispositivos y mecanismos que pueden agruparse bajo el concepto de Robots son muy diversos y, por lo tanto, es difícil establecer una clasificación coherente de los mismos que resista un análisis crítico y riguroso. La subdivisión de los Robots, con base en su arquitectura, se hace en los siguientes grupos: Poli articulados, Móviles, Androides, Zoomórficos e Híbridos.

Poli articulados

Bajo este grupo están los Robots de muy diversa forma y configuración cuya característica es la de ser sedentarios y estar estructurados para mover sus elementos terminales en un determinado espacio de trabajo. Ejemplo: los cartesianos, industriales o manipuladores.

Móviles

Son Robots con grandes capacidades de desplazamiento, basados en carros o plataformas y dotados de un sistema locomotor de tipo rodante.

Androides

Son Robots que intentan reproducir total o parcialmente la forma y el comportamiento cinemático del ser humano. Actualmente, los Androides son todavía dispositivos muy poco evolucionados y sin utilidad práctica, destinados especialmente a la experimentación. Un ejemplo de androide es el Asimo, fabricado por Toyota.

Zoomórficos

Los Robots Zoomórficos constituyen una clase caracterizada principalmente por sus sistemas de locomoción que imitan a los diversos seres humanos. Éstos se agrupan en dos categorías: caminadores y no caminadores.

Híbridos

Por último, los Híbridos corresponden a aquellos de difícil clasificación, cuya estructura se sitúa en combinación con algunas de las anteriores ya expuestas, bien sea por conjunción o yuxtaposición. Por ejemplo, robots articulados y con ruedas (conjunción) o un cuerpo formado por un carro móvil y de un brazo semejante al de los robots industriales (yuxtaposición).

2.- JUSTIFICACIÓN.

Observando el problema ecológico que se ha venido aumentando debido a que de las 12 millones de toneladas de productos que se consumen en el mundo solo se reciclan el 20% de los empaques, el resto se dispone en rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto. A través de este proyecto se pretende mejorar la recolección de botellas de PET en los espacios públicos, como lo son: a orilla de playas, banquetas, parques, escuelas, etc. Se utilizará un robot, por su capacidad de realizar tareas monótonas, su capacidad de desplazamiento y la eficiencia de realizar tareas y tomar decisiones en base a su programación. El uso de los sensores ultrasónicos se basa en la capacidad de detectar objetos, su relativa facilidad de uso y el bajo costo y facilidad de adquisición.

3.- OBJETIVOS.

3.1 Objetivo general.

Diseñar el prototipo de un robot móvil, autónomo, con la capacidad de detectar botellas de PET y discriminar objetos de mayor volumen que las botellas (paredes muebles etc.); levantar las botellas, ya sea que estén de forma horizontal o vertical; compactar las botellas, estén tapadas o destapadas, hasta reducir un 70% de su volumen normal; y almacenar las botellas de manera temporal.

3.2 Objetivos específicos.

- Diseñar y elaborar la estructura del robot recolector y compactador de pet.
- Estudiar los materiales indicados para la elaboración, procurando economizar y no dañar el medio ambiente, sin deteriorar las funciones del robot.
- Identificar los componentes necesarios para el diseño de la placa, buscar los motorreductores adecuados para realizar los trabajos requeridos; y los sensores que tengan el funcionamiento deseado.
- Ubicar cada parte y componente necesarios en el robot para obtener un funcionamiento adecuado.
- Elaborar las placas requeridas para cada una de las funciones del robot.
- Estudio y familiarización del protocolo de comunicación I2C.
- Elaborar el programa necesario para lograr un control eficiente de las funciones del robot.
- Estudiar las características del robot resultante.
- Elaborar un informe de resultados.

4.- CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN EL QUE PARTICIPÓ.

El robot se está realizó las instalaciones del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez ubicado en carrera panamericana, Km. 1080, Tuxtla Gutiérrez Chiapas. C.P.29050 Apartado postal 559. Tel. 01 961 50380, 6150461. www.ittg.edu.mx, teniendo como lugar de trabajo principalmente el cubículo del club de robótica que se encuentra ubicado en el edificio I de esta institución.

Misión: Formar de manera integral profesionales competentes, en el campo de la ciencia y la tecnología, con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores institucionales.

Visión: Ser una institución de excelencia en la educación superior tecnológica, comprometida con el desarrollo socioeconómico, sostenido y sustentable de la región.

5.- PROBLEMAS A RESOLVER.

Los desafíos más grandes del proyecto son desarrollar un compactador de tamaño relativamente pequeño, pero con la fuerza necesaria para aplastar una botella con la tapa puesta, ya que la botella presenta una mayor resistencia al estar inflada; Ubicar los sensores adecuadamente para detectar las botellas de PET ya que por la forma cilíndrica de las botellas complica la detección para los sensores; Desarrollar un programa que proporcione al robot las cualidades de ser autónomo (sin operador).

6.- ALCANCES Y LIMITACIONES.

Alcances

El robot es capaz de buscar las botellas PET y también reconocer cuando está en frente de una pared y cuando esta frente a una botella. Así mismo es capaz de recolectar botellas de 600ml, Mediante el proceso autónomo accionara el funcionamiento la pala del robot como sus demás partes. Solo se accionara cuando se haya detéctatelo la botella PET, el reconocimiento esta en base a sensores ultrasónicos; cuenta con una escobilla asiendo la recolección más eficaz. Incorpora un compactador que es la parte atractiva del prototipo robot, capaz de compactar a un 60% del volumen original de las botellas recolectadas.

El robot es capaz de moverse con tres grados de libertad, dos de posición y uno de orientación. Tiene la suficiente potencia y espacio para compactar botellas de capacidad de hasta 1 litro. Haciendo una ligera modificación en la distancia entre los rodillos del compactador, es capaz de compactar envases de lata. Su estructura es de construcción rígida y pude soportar esfuerzos considerables sin deformarse o dañarse.

Limitaciones

Inicialmente el proyecto se pensó como un vehículo con un compactador tipo prensa pero debido a lo complicado de la fabricación y adaptación se buscaron otras opciones, quedando limitado a botellas de capacidad de 500ml. 600ml. Y 1 litro. El recolector tiene la capacidad de levantar una botella a la vez, por lo cual el ciclo de recolección es muy lento reduciendo la eficiencia del robot. Debido a que se elaboraban cada una de las piezas del robot y el plazo en el que se tenían que terminar, no fue posible experimentar con ideas alternativas, enfocándonos a tratar de mejorar las piezas ya elaboradas. Ya que la construcción del modelo se realizó principalmente con materiales usados o de desecho, ésta presenta ciertas desventajas mecánicas, un ejemplo la excentricidad de una de las coronas respecto al eje de giro de los discos compactadores, lo que produce un aumento y disminución en la tensión de la cadena. Debido a la tracción de rodamiento el robot está limitado a trabajar en espacios que tengan un terreno plano, libre de objetos que obstruyan las llantas (piedras, palos, cables, etc.) y sin escalones. La ubicación del sensor en la parte de enfrente del robot se vio limitada, por el margen de funcionamiento del sensor que va de 15cm. A 600cm. Tuvo que ser puesto hacia el interior del robot.

7.- FUNDAMENTO TEORICO.

7.1 Motor eléctrico.

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos variables electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores.

Principio de funcionamiento.

Los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético. El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estátor, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor. Aprovechando el estator y rotor ambos de acero laminado al silicio se produce un campo magnético uniforme en el motor. Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente por un conductor produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha.

Ventajas

En diversas circunstancias presenta muchas ventajas respecto a los motores de combustión:

- A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos.
- Se pueden construir de cualquier tamaño.
- Tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante.
- Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 75%, aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina).

- Este tipo de motores no emite contaminantes, aunque en la generación de energía eléctrica de la mayoría de las redes de suministro sí emiten contaminantes.



Fig. 1 Motores de Corriente Directa

Motores de CC

El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica continua en mecánica, provocando un movimiento rotatorio (Fig. 1). En la actualidad existen nuevas aplicaciones con motores eléctricos que no producen movimiento rotatorio, sino que con algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. Estos motores se conocen como motores lineales.

Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, paro y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha

disminuido en gran medida, pues los motores de corriente alterna, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micro motores, etc.) La principal característica del motor de corriente continua es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga. Su principal inconveniente, el mantenimiento, muy caro y laborioso. Una máquina de corriente continua (generador o motor) se compone principalmente de dos partes, un estator que da soporte mecánico al aparato y tiene un hueco en el centro generalmente de forma cilíndrica. En el estator además se encuentran los polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre núcleo de hierro. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, al que llega la corriente mediante dos escobillas. También se construyen motores de CC con el rotor de imanes permanentes para aplicaciones especiales.

Sentido de giro.

El sentido de giro de un motor de corriente continua depende del sentido relativo de las corrientes circulantes por los devanados inductor e inducido. La inversión del sentido de giro del motor de corriente continua se consigue invirtiendo el sentido del campo magnético o de la corriente del inducido. Si se permuta la polaridad en ambos bobinados,

el eje del motor gira en el mismo sentido. Los cambios de polaridad de los bobinados, tanto en el inductor como en el inducido se realizarán en la caja de bornes de la máquina, y además el ciclo combinado producido por el rotor produce la fmm (fuerza magnetomotriz). El sentido de giro lo podemos determinar con la regla de la mano derecha, la cual nos va a mostrar el sentido de la fuerza. La regla de la mano derecha es de la siguiente manera: el pulgar nos muestra hacia dónde va la corriente, el dedo índice apunta en la dirección en la cual se dirige el flujo del campo magnético, y el dedo medio hacia donde va dirigida la fuerza resultante y por lo tanto el sentido de giro.

7.1.1 Motorreductores O Reductores De Velocidad.

Toda máquina cuyo movimiento sea generado por un motor (ya sea eléctrico, de explosión u otro) necesita que la velocidad de dicho motor se adapte a la velocidad necesaria para el buen funcionamiento de la máquina. Además de esta adaptación de velocidad, se deben contemplar otros factores como la potencia mecánica a transmitir, la potencia térmica, rendimientos mecánicos (estáticos y dinámicos).

Esta adaptación se realiza generalmente con uno o varios pares de engranajes que adaptan la velocidad y potencia mecánica montados en un cuerpo compacto denominado reductor de velocidad aunque en algunos países hispanos parlantes también se le denomina caja reductora.

Tipo de reductores de velocidad.

Los reductores de velocidad se suelen clasificar de un modo bastante anárquico, solapándose en algunos casos las definiciones de modo intrínseco y en otros casos hay que usar diversas clasificaciones para definirlos.

Clasificación por tipo de engranajes.

Los reductores se pueden clasificar por la tipología de sus engranajes, las clasificaciones más usuales son: Sin fin-Corona, engranajes y planetarios.

Reductores de velocidad de Sin fin-Corona.

Es quizás el tipo de reductor de velocidad más sencillo, se compone de una corona dentada, normalmente de bronce en cuyo centro se ha embutido un eje de acero (eje lento), esta corona está en contacto permanente con un husillo de acero en forma de tornillo sin-fin. Una vuelta del tornillo sin fin provoca el avance de un diente de la corona y en consecuencia la reducción de velocidad. La reducción de velocidad de un corona sin fin

se calcula con el producto del número de dientes de la corona por el número de entradas del tornillo sin fin.

Paradójicamente es el tipo de reductor de velocidad más usado y comercializado a la par que todas las tendencias de ingeniería lo consideran obsoleto por sus grandes defectos que son, el bajo rendimiento energético y la pérdida de tiempo entre ciclos.

Reductores de velocidad de engranajes.

Los reductores de engranajes son aquellos en que toda la transmisión mecánica se realiza por pares de engranajes de cualquier tipo excepto los basados en tornillo sin fin. Sus ventajas son el mayor rendimiento energético, menor mantenimiento y menor tamaño.

Reductores Cicloidales.

El sistema de reducción de velocidad de Cicloidal se basa en un principio ingeniosamente simple.

El reductor de velocidad sólo tiene tres partes móviles:

- El eje de entrada de alta velocidad con una leva excéntrica integral y un conjunto de cojinete de rodillo
- El disco cicloidal y el conjunto del eje de salida de baja velocidad. La acción de rodamiento progresiva y pareja de los discos cicloidales eliminan la fricción y los puntos de presión de los engranajes convencionales.

Todos los componentes que transmiten el par de torsión de Cicloidal ruedan y están dispuestos en forma simétrica alrededor del eje para una operación equilibrada, pareja y silenciosa.

Reductores de velocidad Planetarios.

Son reductores de engranaje con la particularidad de que no están compuestos de pares de sino de una disposición algo distinta, y sirve para diferentes tipos de variaciones de velocidad.

Hay dos tipos de engranajes planetarios para reducir la velocidad de la hélice con respecto a la del cigüeñal.

Un sistema tiene el engranaje principal sol fijado rígidamente a la sección delantera del motor, y una corona interna es impulsada por el cigüeñal. El piñón está unido al eje de lo que quiere mover. y montado en ella y son una serie de piñones que cuando el cigüeñal gira, los piñones giran en torno al principal fijo, en compañía de la hélice en la misma dirección, pero a una velocidad reducida.

Los reductores de velocidad de engranajes planetarios, interiores o anulares son variaciones del engranaje recto en los que los dientes están tallados en la parte interior de un anillo o de una rueda con reborde, en vez de en el exterior. Los engranajes interiores suelen ser impulsados por un piñón, (también llamado piñón Sol, que es un engranaje pequeño con pocos dientes). Este tipo de engrane mantiene el sentido de la velocidad angular. El tallado de estos engranajes se realiza mediante talladoras mortajadoras de generación.

La eficiencia de este sistema de reductores planetarios es igual a $98^{(\#etapas)}$; es decir si tiene 5 etapas de reducción la eficiencia de este reductor sería 0,904 o 90,4%.

Debido a que tienen más dientes en contacto que los otros tipos de reductores, son capaces de transferir / soportar más torque; por lo que su uso en la industria cada vez es más difundido. Ya que generalmente un reductor convencional de flechas paralelas en aplicaciones de alto torque debe recurrir a arreglos de corona / cadenas lo cual vuelve no solo requiere de más tamaño sino que también implicara el uso de lubricantes para el arreglo corona / cadena.

La selección de reductores planetarios se hace como la de cualquier reductor, en función del torque Newton-metro.

Como cualquier reductor tienen engranajes y rodamientos, los engranajes también son afectados a la fricción y agotamiento de los dientes.

Debido a que los fabricantes utilizan diferentes formas de presentación del tiempo de operación para sus engranajes y del torque máximo que soportan, la ISO tiene estándares para regular esto:

ISO 6636 para los engranajes,

ISO 281 para los rodamientos e

UNI 7670 para los ejes.

De esta forma se pueden comparar realmente las especificaciones técnicas de los reductores y se puede proyectar un tiempo de operación antes de fallo de cualquiera de los componentes principales del reductor, (ya sea planetario o flechas paralelas).

Clasificación por disposición de los ejes lento y rápido.

Los reductores se pueden clasificar por la posición relativa del eje lento del reductor con respecto al eje rápido del mismo, las clasificaciones más usuales son; paralelos, ortogonales y coaxiales.

Clasificación por sistema de fijación.

Los reductores se pueden clasificar por su sistema de fijación, fijo o pendular.

Características de los reductores de velocidad.

La fabricación o selección de un reductor de velocidad es algo sumamente complejo en algunas ocasiones dada la gran cantidad de parámetros a tener en cuenta. Los principales son:

El par motor:

Es la potencia que puede transmitir un motor en cada giro. También llamado "Torque":

$$P = C * \omega \quad \text{Ecuación 1.}$$

Par nominal.

Es el par transmisible por el reductor de velocidad con una carga uniforme y continua; está íntimamente relacionado con la velocidad de entrada y la velocidad de salida. Su unidad en el SI es el N m (newton metro).

Par resistente.

Representa el par requerido para el correcto funcionamiento de la máquina a la que el reductor de velocidad va a ser acoplado. Su unidad en el SI es el N m.

Par de cálculo.

Es el producto del par resistente y el factor de servicio requerido por la máquina a la que el reductor de velocidad va a ser acoplado. Su unidad en el SI es el N m.

Potencia.

Expresada normalmente en kW (kilovatios) la potencia eléctrica es considerada en dos niveles distintos: la potencia eléctrica aplicada y la potencia útil; esta última es el producto de la potencia aplicada al ser multiplicado por cada uno de los rendimientos de cada par de engranajes del reductor de velocidad. 1720/28 rpm potencia de 3 12.2 kW A 500 m.

Potencia térmica.

Los rendimientos de los trenes de engranajes tienen una pérdida de potencia en forma de calor que tiene que ser disipada por el cuerpo de los reductores de velocidad. Puede

ocurrir que la potencia transmisible mecánicamente provoque un calor en el reductor de velocidad a unos niveles que impiden su funcionamiento normal.

La potencia térmica, expresada en kw, indica la potencia eléctrica aplicada en el eje rápido del reductor de velocidad que este es capaz de transmitir sin limitación térmica. Su unidad en el SI es Pw_t .

7.2 Microcontroladores.

Un microcontrolador (abreviado μC , UC o MCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.

Algunos microcontroladores pueden utilizar palabras de cuatro bits y funcionan a velocidad de reloj con frecuencias tan bajas como 4 kHz, con un consumo de baja potencia (mW o microvatios). Por lo general, tendrá la capacidad para mantener la funcionalidad a la espera de un evento como pulsar un botón o de otra interrupción, el consumo de energía durante el sueño (reloj de la CPU y los periféricos de la mayoría) puede ser sólo nanovatios, lo que hace que muchos de ellos muy adecuados para aplicaciones con batería de larga duración. Otros microcontroladores pueden servir para roles de rendimiento crítico, donde sea necesario actuar más como un procesador digital de señal (DSP), con velocidades de reloj y consumo de energía más altos.

Cuando es fabricado, el microcontrolador no contiene datos en la memoria ROM. Para que pueda controlar algún proceso es necesario generar o crear y luego grabar en la EEPROM o equivalente del microcontrolador algún programa, el cual puede ser escrito en lenguaje ensamblador u otro lenguaje para microcontroladores; sin embargo, para que el programa pueda ser grabado en la memoria del microcontrolador, debe ser codificado en sistema numérico hexadecimal que es finalmente el sistema que hace trabajar al microcontrolador cuando éste es alimentado con el voltaje adecuado y asociado a dispositivos analógicos y discretos para su funcionamiento.

Características.

Esquema de un microcontrolador. En la Figura 2, vemos la arquitectura de un microcontrolador dentro de su encapsulado se encuentran: su procesador (CPU), buses, memoria, periféricos y puertos de **entrada/salida**. Fuera del encapsulado se pueden ubicar otros circuitos para completar periféricos internos y dispositivos que pueden conectarse a los pines de entrada/salida. También se conectarán a los pines del encapsulado la alimentación, masa, circuito de completamiento del oscilador y otros circuitos necesarios para que el microcontrolador pueda trabajar.

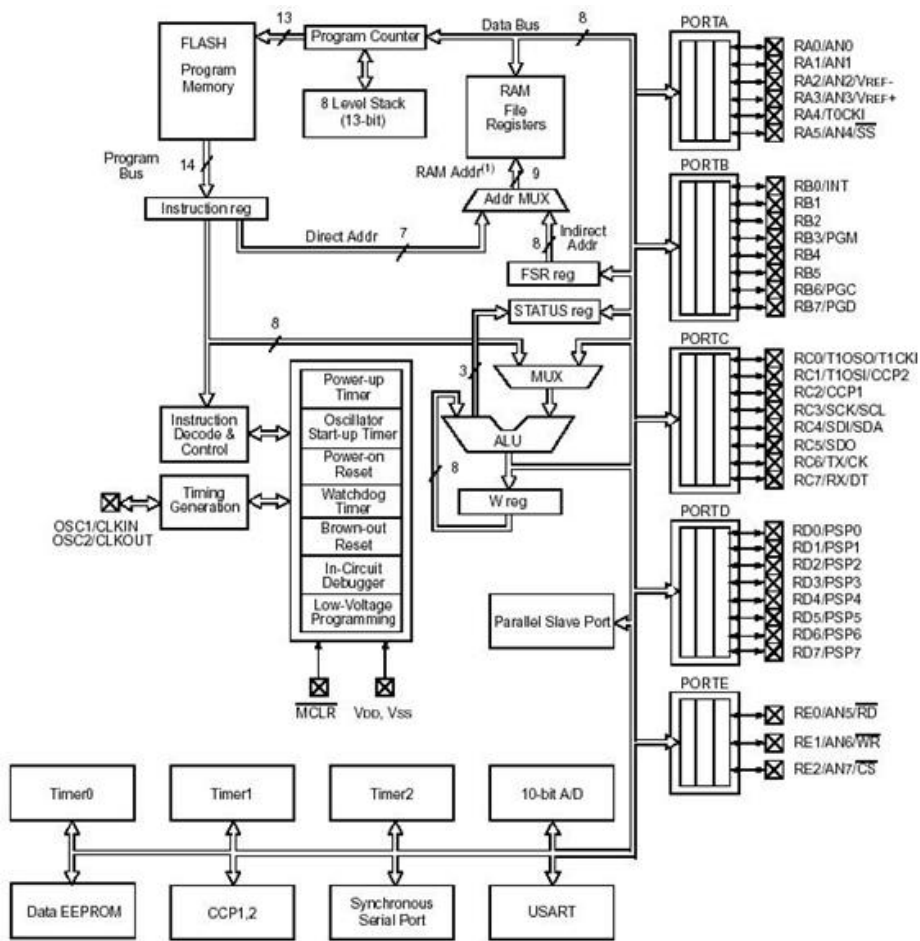


Fig. 2 Arquitectura interna de in Microcontrolador

Los microcontroladores son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación. El control de un electrodoméstico sencillo como una batidora utilizará un procesador muy pequeño (4 u 8 bits) porque sustituirá a un autómata finito. En cambio, un reproductor de música y/o vídeo digital (MP3 o MP4) requerirá de un procesador de 32 bits o de 64 bits y de uno o más códecs de señal digital (audio y/o vídeo). El control de un sistema de frenos ABS (Antilock Brake System) se basa normalmente en un microcontrolador de 16 bits, al igual que el sistema de control electrónico del motor en un automóvil.

Los microcontroladores representan la inmensa mayoría de los chips de computadoras vendidos, sobre un 50% son controladores "simples" y el restante corresponde a DSP más especializados. Mientras se pueden tener uno o dos microprocesadores de propósito

general en casa (Ud. está usando uno para esto), usted tiene distribuidos seguramente entre los electrodomésticos de su hogar una o dos docenas de microcontroladores. Pueden encontrarse en casi cualquier dispositivo electrónico como automóviles, lavadoras, hornos microondas, teléfonos, etc.

Un microcontrolador difiere de una unidad central de procesamiento normal, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de circuitos integrados externos de apoyo. La idea es que el circuito integrado se coloque en el dispositivo, enganchado a la fuente de energía y de información que necesite, y eso es todo. Un microprocesador tradicional no le permitirá hacer esto, ya que espera que todas estas tareas sean manejadas por otros chips. Hay que agregarle los módulos de entrada y salida (puertos) y la memoria para almacenamiento de información.

Un microcontrolador típico tendrá un generador de reloj integrado y una pequeña cantidad de memoria de acceso aleatorio y/o ROM/EPROM/EEPROM/flash, con lo que para hacerlo funcionar todo lo que se necesita son unos pocos programas de control y un cristal de sincronización. Los microcontroladores disponen generalmente también de una gran variedad de dispositivos de entrada/salida, como convertidor analógico digital, temporizadores, UARTs y buses de interfaz serie especializados, como I²C y CAN. Frecuentemente, estos dispositivos integrados pueden ser controlados por instrucciones de procesadores especializados. Los modernos microcontroladores frecuentemente incluyen un lenguaje de programación integrado, como el lenguaje de programación BASIC que se utiliza bastante con este propósito.

Los microcontroladores negocian la velocidad y la flexibilidad para facilitar su uso. Debido a que se utiliza bastante sitio en el chip para incluir funcionalidad, como los dispositivos de entrada/salida o la memoria que incluye el microcontrolador, se ha de prescindir de cualquier otra circuitería.

Familias de microcontroladores.

Los microcontroladores más comunes en uso son:

Atmel, Freescale (antes Motorola), Holtek, Intel, National Semiconductor, Microchip, NXP semiconductors (antes Philips), Renesas (antes Hitachi, Mitsubishi y NEC), STMicroelectronics, Texas Instruments y Zilog. En la Tabla 1 se muestran las características

Tabla 1 Microcontroladores

Empresa	8 bits	16 bits	32 bits
<u>Atmel</u>	<u>AVR</u> (mega y tiny), <u>89Sxxx</u> familia similar <u>8051</u>		<u>SAM7</u> (ARM7TDMI), <u>SAM3</u> (ARM Cortex- M3), <u>SAM9</u> (ARM926), <u>AVR32</u>
<u>Freescale</u> (antes <u>Motorola</u>)	<u>68HC05</u> , <u>68HC08</u> , <u>68HC11</u> , <u>HCS08</u>	<u>68HC12</u> , <u>68HCS12</u> , <u>68HCSX12</u> , <u>68HC16</u>	<u>683xx</u> , <u>PowerPC</u> , <u>ColdFire</u>
<u>Holtek</u>	<u>HT8</u>		
<u>Intel</u>	<u>MCS-48</u> (familia 8048) <u>MCS51</u> (familia 8051) <u>8xC251</u>	<u>MCS96</u> , <u>MXS296</u>	x
<u>National Semiconductor</u>	<u>COP8</u>	X	x
<u>Microchip</u>	Familia 10f2xx Familia 12Cxx Familia 12Fxx, 16Cxx y 16Fxx 18Cxx y 18Fxx	<u>PIC24F</u> , <u>PIC24H</u> y <u>dsPIC30FXX</u> , <u>dsPIC33F</u> con motor dsp integrado	<u>PIC32</u>
<u>NXP Semiconductors</u> (antes <u>Philips</u>)	<u>80C51</u>	XA	Cortex-M3, Cortex- M0, ARM7, ARM9
<u>Renesas</u> (antes Hitachi, Mitsubishi y NEC)	<u>78K</u> , <u>H8</u>	<u>H8S</u> , <u>78K0R</u> , <u>R8C</u> , <u>R32C/M32C/M16C</u>	<u>RX</u> , <u>V850</u> , <u>SuperH</u> , <u>SH- Mobile</u> , <u>H8SX</u>
<u>STMicroelectronics</u>	<u>ST 62</u> , <u>ST 7</u>		<u>STM32</u> (ARM7)
<u>Texas Instruments</u>	<u>TMS370</u>	<u>MSP430</u>	C2000, Cortex-M3 (ARM), TMS570 (ARM)
<u>Zilog</u>	<u>Z8</u> , <u>Z86E02</u>		

PIC 16F87X.

Los PIC16F87X forman una subfamilia de microcontroladores PIC (Peripheral Interface Controller) de gama media de 8 bits, fabricados por Microchip Technology Inc..

Cuentan con memoria de programa de tipo EEPROM Flash mejorada, lo que permite programarlos fácilmente usando un dispositivo programador de PIC. Esta característica facilita sustancialmente el diseño de proyectos, minimizando el tiempo empleado en programar los microcontroladores (μ C).

Esta subfamilia consta de los siguientes modelos que varían de acuerdo a prestaciones, cantidad de terminales y encapsulados:

- PIC16F870
- PIC16F871
- PIC16F872
- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

La "A" final de los modelos PIC16F873A, PIC16F874A, PIC16F876A y PIC16F877A indica que estos modelos cuentan con módulos de comparación analógicos.

El hecho de que se clasifiquen como microcontroladores (MCU) de 8 bits hace referencia a la longitud de los datos que manejan las instrucciones, y que se corresponde con el tamaño del bus de datos y el de los registros de la CPU.

Se trata de versiones mejoradas del caballo de batalla PIC16F84, muy empleado en proyectos sencillos, de educación y de entrenamiento.

Características principales.

Las características principales de estos dispositivos son:

- CPU de arquitectura RISC (Reduced Instruction Set Computer).
- Set de 35 instrucciones.
- Frecuencia de reloj de hasta 20MHz (ciclo de instrucción de 200ns).
- Todas las instrucciones se ejecutan en un único ciclo de instrucción, excepto las de salto.
- Hasta 8K x 14 palabras de Memoria de Programa FLASH (ver tabla a continuación).
- Hasta 368 x 8 bytes de Memoria de Datos tipo RAM (ver tabla a continuación).
- Hasta 256 x 8 bytes de Memoria de Datos tipo EEPROM (ver tabla a continuación).

- Hasta 15 fuentes de Interrupción posibles.
- 8 niveles de profundidad en la Pila hardware.
- Modo de bajo consumo (Sleep).
- Tipo de oscilador seleccionable (RC, HS, XT, LP y externo).
- Rango de voltaje de operación desde 2,0V a 5,5V.
- Conversor Analógico/Digital de 10 bits multicanal.
- 3 Temporizadores.
- Watchdog Timer o Perro Guardián.
- 2 módulos de captura/comparación/PWM.
- Comunicaciones por interfaz USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter).
- Puerto Paralelo Esclavo de 8 bits (PSP).
- Puerto Serie Síncrono (SSP) con SPI e I²C.

7.3 Comunicación I2C.

I²C es un bus de comunicaciones en serie. Su nombre viene de Inter-Integrated Circuit (Inter-Circuitos Integrados). La versión 1.0 data del año 1992 y la versión 2.1 del año 2000, su diseñador es Philips. La velocidad es de 100 kbit/s en el modo estándar, aunque también permite velocidades de 3.4 Mbit/s. Es un bus muy usado en la industria, principalmente para comunicar microcontroladores y sus periféricos en sistemas integrados (Embedded Systems) y generalizando más para comunicar circuitos integrados entre si que normalmente residen en un mismo circuito impreso.

La principal característica de I²C es que utiliza dos líneas para transmitir la información: una para los datos y por otra la señal de reloj (Fig. 3). También es necesaria una tercera línea, pero esta sólo es la referencia (masa). Como suelen comunicarse circuitos en una misma placa que comparten una misma masa esta tercera línea no suele ser necesaria.

Las líneas se llaman:

- SDA: datos
- SCL: reloj
- GND: tierra
- Las dos primeras líneas son drenador abierto, por lo que necesitan resistencias de pull-up.
- Los dispositivos conectados al bus I²C tienen una dirección única para cada uno. También pueden ser maestros o esclavos. El dispositivo maestro inicia la transferencia de datos y además genera la señal de reloj, pero no es necesario que el maestro sea siempre el mismo dispositivo, esta característica se la pueden ir pasando los dispositivos que tengan esa capacidad. Esta característica hace que al bus I²C se le denomine bus multimaestro.
- Las transacciones en el bus I2C tienen este formato:
 - | start | A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 | R/W | ACK | ... DATA ... | ACK | stop | idle |
 - El bus esta libre cuando SDA y SCL están en estado lógico alto.
 - En estado bus libre, cualquier dispositivo puede ocupar el bus I²C como maestro.
 - El maestro comienza la comunicación enviando un patrón llamado "start condition". Esto alerta a los dispositivos esclavos, poniéndolos a la espera de una transacción.
 - El maestro se dirige al dispositivo con el que quiere hablar, enviando un byte que contiene los siete bits (A7-A1) que componen la dirección del dispositivo esclavo con el que se quiere comunicar, y el octavo bit (A0) de menor peso se corresponde

con la operación deseada (L/E), lectura=1 (recibir del esclavo) y escritura=0 (enviar al esclavo).

- La dirección enviada es comparada por cada esclavo del bus con su propia dirección, si ambas coinciden, el esclavo se considera direccionado como esclavo-transmisor o esclavo-receptor dependiendo del bit R/W.
- El esclavo responde enviando un bit de ACK que le indica al dispositivo maestro que el esclavo reconoce la solicitud y está en condiciones de comunicarse.
- Seguidamente comienza el intercambio de información entre los dispositivos.
- El maestro envía la dirección del registro interno del dispositivo que se desea leer o escribir.
- El esclavo responde con otro bit de ACK
- Ahora el maestro puede empezar a leer o escribir bytes de datos. Todos los bytes de datos deben constar de 8 bits, el número máximo de bytes que pueden ser enviados en una transmisión no está restringido, siendo el esclavo quien fija esta cantidad de acuerdo a sus características.
- Cada byte leído/escrito por el maestro debe ser obligatoriamente reconocido por un bit de ACK por el dispositivo maestro/esclavo.
- Se repiten los 2 pasos anteriores hasta finalizar la comunicación entre maestro y esclavo.
- Aun cuando el maestro siempre controla el estado de la línea del reloj, un esclavo de baja velocidad o que deba detener la transferencia de datos mientras efectúa otra función, puede forzar la línea SCL a nivel bajo. Esto hace que el maestro entre en un estado de espera, durante el cual, no transmite información esperando a que el esclavo esté listo para continuar la transferencia en el punto donde había sido detenida.
- Cuando la comunicación finaliza, el maestro transmite una "stop condition" para dejar libre el bus.
- Después de la "stop condition", es obligatorio para el bus estar idle durante unos microsegundos.

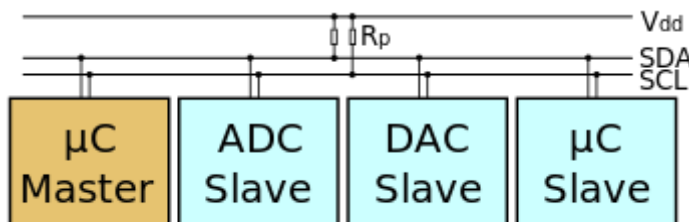


Fig. 3 Un ejemplo esquemático con un maestro (un microcontrolador) y tres nodos esclavos (un ADC, un DAC, y otro microcontrolador) con resistencias pull-up R_p .

7.4 Sensores.

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Un sensor diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.

Características de un sensor

Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.

Precisión: es el error de medida máximo esperado.

- Offset o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.
- Linealidad o correlación lineal.
- Sensibilidad de un sensor: suponiendo que es de entrada a salida y la variación de la magnitud de entrada.
- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.

- Repetibilidad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.
-

Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir o controlar, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (e.g. un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un display) de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano.

Por lo general, la señal de salida de estos sensores no es apta para su lectura directa y a veces tampoco para su procesado, por lo que se usa un circuito de acondicionamiento, como por ejemplo un puente de Wheatstone, amplificadores y filtros electrónicos que adaptan la señal a los niveles apropiados para el resto de los circuitos.

Resolución y precisión

La resolución de un sensor es el menor cambio en la magnitud de entrada que se aprecia en la magnitud de salida. Sin embargo, la precisión es el máximo error esperado en la medida.

La resolución puede ser de menor valor que la precisión. Por ejemplo, si al medir una distancia la resolución es de 0,01 mm, pero la precisión es de 1 mm, entonces pueden apreciarse variaciones en la distancia medida de 0,01 mm, pero no puede asegurarse que haya un error de medición menor a 1 mm. En la mayoría de los casos este exceso de resolución conlleva a un exceso innecesario en el coste del sistema. No obstante, en estos sistemas, si el error en la medida sigue una distribución normal o similar, lo cual es frecuente en errores accidentales, es decir, no sistemáticos, la repetitividad podría ser de un valor inferior a la precisión.

Sin embargo, la precisión no puede ser de un valor inferior a la resolución, pues no puede asegurarse que el error en la medida sea menor a la mínima variación en la magnitud de entrada que puede observarse en la magnitud de salida.

7.4.1 Sensor ultrasónico srf02.



Fig. 4 Sensor ultrasónico SRF02

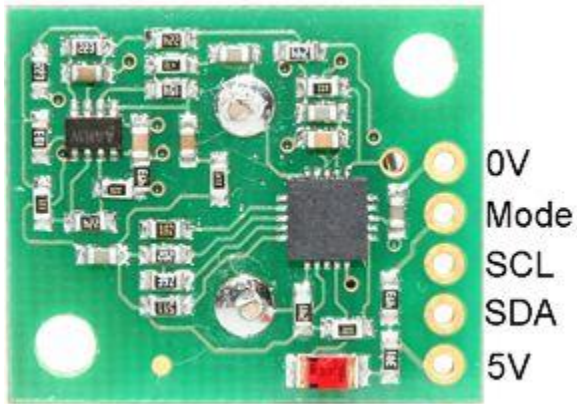
El sensor de distancias por ultrasonidos SRF02 es nuevo sensor de pequeño tamaño y mínimo consumo que destaca por tener interfaz serie e interfaz I2C (Fig. 4). El interfaz serie tiene un formato estándar de 9600 baudios, un bit de comienzo ocho de datos y un bit de parada. El nivel de tensión es a nivel TTL lo que permite conectarlo a cualquier microcontrolador del mercado sin la necesidad de realizar cálculos de medición ya que la fórmula para calcular la

distancia la realiza el propio sensor sin embargo se puede utilizar el sensor para recibir el tiempo que tarda el eco y calcular lo con la siguiente formula $D = (V * t) / 2$; donde D es la distancia, V es la velocidad del tiempo en el aire y t el tiempo. Para conectarlo a un puerto RS232 de ordenador, es necesario utilizar algún circuito convertidor de niveles como el MAX232 o similar. En el modo I2C el circuito se conecta de igual forma que los SRF08 y SRF10 siendo las conexiones idénticas. En ambos modos el rango de medidas es de 15 cm a 600 cm. Cada sensor tiene su propia dirección interna, aunque esta se puede cambiar de forma que se pueden tener hasta 16 módulos SRF02 en el mismo bus, ya sea serie o I2C. Las medidas pueden ser en centímetros, pulgadas o microsegundos. La alimentación es de 5V y el consumo medio de 4 mA. Medidas: 24 x 20 x 17 mm de altura. Peso: 4,6 g.

Conexión I2C.

Para seleccionar el modo I2C deberá dejar sin conectar el Pin Modo del SRF02. El Pin SDA corresponde a la señal de datos y el Pin SCL a la señal de reloj. Ambas señales se deben polarizar a +5Vcc a través de dos resistencias de polarización positiva que normalmente se encuentran en el circuito maestro del bus I2C que controla los dispositivos I2C esclavos (Fig. 5). Esto quiere decir que solo son necesarias dos resistencias en todo el bus, no dos por cada circuito.

La dirección I2C del medidor SRF02 por defecto es 0xE0 pero puede elegir cualquiera de las otras 16 siguientes para conectar otros sensores: 0xE0, 0xE2, 0xE4, 0xE6, 0xE8, 0xEA, 0xECC, 0xEE, 0xF0, 0xF4, 0xF6, 0xF8, 0xFA, 0xFC, 0xFE.



Registros.

El SRF02 está compuesto por un juego de 6 registros:

Tabla 2 Registros de Sensor ultrasónico SRF02

Registros Nº	Modo de lectura	Modo de Escritura
0	Revisión de software interno	Registros de comandos
1	No usado (se lee 0x80)	No disponible
2	Byte alto de la medida realizada	No disponible
3	Byte bajo de la medida realizada	No disponible
4	Byte alto del valor mínimo de distancia	No disponible
5	Byte bajo del valor mínimo de distancia	No disponible

El único registro que se puede escribir es el 0, ya que este es el que se utiliza para empezar un nuevo cálculo. Las medidas tardan unos 65mS en llevarse a cabo y mientras se realizan no responden a ninguna otra operación que se realice mediante el bus I2C. Si se intenta leer este registro se obtiene la versión del firmware interno del sonar SRF02.

Los registros 2 y 3 son el resultado de la última medida realizada en un valor de 16 bits medidos en pulgadas, centímetros o microsegundos según el comando que se haya utilizado. Un valor de 0 indica que el sensor no ha detectado ningún objeto. Recuerde no

iniciar ningún cálculo de medición antes de 65 mS del anterior para dar tiempo a desvanecerse a la primera ráfaga de ultrasonidos.

Los registros 4 y 5 son el resultado de el valor aproximado de la distancia mínima que el sonar puede medir en un valor de 16 bits.

Comandos.

Los 3 primeros comandos del (80 al 82) se utilizan para iniciar una nueva medición en pulgadas, centímetros o microsegundos.

Los otros 3 siguientes del (86 al 88) son parecidos pero no transmiten ninguna ráfaga por lo que no miden la distancia a ningún objeto. Estos comandos le pueden servir para detectar las ráfagas de otros medidores ultrasónicos.

El comando 92 se utiliza para transmitir una ráfaga pero no realiza ninguna medida.

El comando 96 reinicia el SRF02 realizando un ciclo de auto ajuste. Es como si se conectara la alimentación.

Los tres últimos (160,165 y 170) son los encargados de cambiar la dirección I2C de los SRF02.

Tabla 3 Comandos del Sensor ultrasónico SRF02

Comandos		Descripción
Decimal	Hexadecimal	
80	0x50	Iniciar una nueva medición real. Resultado en pulgadas
81	0x51	Iniciar una nueva medición real. Resultado en centímetros
82	0x52	Iniciar una nueva medición real. Resultado en microsegundos
86	0x56	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en pulgadas
87	0x57	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en centímetros
88	0x58	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en microsegundos

92	0x5C	Transmite una ráfaga de 8 ciclos de 40khz- no hace cálculos de medición
96	0x60	Fuerza un reinicio del sonar SRF02 realizando un ciclo de autoajuste.
160	0xA0	1º comando de la secuencia para cambiar la dirección I2C
165	0xA5	3º comando de la secuencia para cambiar la dirección I2C
170	0xAA	2º comando de la secuencia para cambiar la dirección I2C

Realizando un cálculo de medición.

Para realizar un cálculo de medición se debe escribir un comando de los de arriba sobre el registro de comandos y esperar un tiempo (aproximadamente 66 mS) para poder leer los registros 2 y 3 y así obtener el cálculo completo.

Comprobación para cálculos de medición completos.

Mientras el SRF02 está en mitad de un cálculo no responderá a ninguna orden sobre el bus I2C. Tan pronto como se completa el cálculo de medición el SRF02 responderá de nuevo al bus I2C pudiendo leer el resultado. Deberá esperar alrededor de unos 70mS para poder volver a realizar una nueva medición. Si no quiere esperar puede intentar leer el registro 0x00. Si el SRF02 está ocupado, el bus I2C estará inactivo con la línea de datos a (1) y un valor de 0xFF. Así pues si lee un valor distinto de 0xFF, es porque el SRF02 no está ya haciendo el cálculo y ha respondido devolviendo el nº de la versión del firmware interno del propio SRF02.

Cambiando las dirección del bus I2C.

Para cambiar la dirección I2C del SRF02 es necesario que tenga conectado solamente un circuito en el bus. Se debe escribir la secuencia de los 3 comandos en el orden correcto seguido de la nueva dirección que se le quiere poner. Por ejemplo para cambiar la dirección por defecto de (0xE0) a la (0xF2) debe escribir la siguiente dirección 0xE0; (0xA0, 0xAA, 0xA5, 0xF2).

Estos comandos deben ser enviados en la secuencia correcta evitando además mandar ningún otro comando en mitad de la secuencia. Esta secuencia debe ser enviada a el registro de comandos 0 en cuatro ciclos de escrituras diferentes y consecutivos. Pasando esta a ser la dirección actual mientras que no se cambie a otra nueva. Deberá etiquetar el sonar con su dirección pero si se le olvida este solo encienda este sin enviar ningún comando ya que el SRF02 emitirá su dirección en unos destellos en el led.

Tabla 4 Relación de destellos y direcciones del Sensor ultrasónico SRF02

Dirección		Destello largo	Destello corto
Decimal	Hexadecimal		
224	E0	1	0
226	E2	1	1
228	E4	1	2
230	E6	1	3
232	E8	1	4
234	EA	1	5
236	EC	1	6
238	EE	1	7
240	F0	1	8
242	F2	1	9
244	F4	1	10
246	F6	1	11
248	F8	1	12
250	FA	1	13
252	FC	1	14
254	FE	1	15

Conexión Serie.

Muchos pequeños controladores como el BasicX24, OOPic, BS2p, PicAxe etc. así como una amplia variedad de microcontroladores tienen puertos serie. El SRF02 en modo serie permite una comunicación estándar **con niveles TTL** a 9600 baudios, 1 bit de inicio, 8 de datos, 2 de parada y sin paridad. Para usar el SRF02 en modo Serie asegúrese que el Modo pin está conectado a 0v. El SRF02 simplemente necesita recibir 2 bytes la dirección del propio SRF02 (que por defecto es 0) y el comando a ejecutar. Como tiene la opción de seleccionar hasta 16 direcciones diferentes le permite conectar más de un sonar al mismo puerto serie.

Conexiones.

Las conexiones del SRF02 son como se muestran en el dibujo de debajo. Pero tiene que tener en cuenta que el Modo Pin debe estar conectada a (0V) para que el SRF02 actúe como modo serie.

El pin (RX) es una entrada por la que se recibe la dirección y el comando a ejecutar y debería estar conectado al pin transmisor (TX).

El pin (TX) es el que se encarga de transmitir el resultado del comando ejecutado.

Mientras tengan diferentes direcciones se pueden conectar varios sonar SRF02 a un mismo bus, para ello solo deberá conectar la señal TX a todos los pin RX disponibles, igual que se conecta todos los pin TX disponible a una única señal RX del controlador maestro. No debería haber problemas en lo que a la interferencia de señales TX se refiere ya que todas las señales se mantienen en impedancia alta excepto cuando una de ellas tenga que transmitir información.

7.5 Sensores Fin De Carrera.

Dentro de los componentes electrónicos, se encuentra el final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limit switch, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA o NO en inglés), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado.

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

Descripción.

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

Funcionamiento.

Estos sensores tienen dos tipos de funcionamiento: modo positivo y modo negativo. En el modo positivo el sensor se activa cuando el elemento a controlar tiene una tara que hace que el eje se eleve y conecte el objeto móvil con el contacto NC. Cuando el muelle (resorte de presión) se rompe el sensor se queda desconectado. El modo negativo es la inversa del modo anterior, cuando el objeto controlado tiene un saliente que empuje el eje hacia abajo, forzando el resorte de copa y haciendo que se cierre el circuito. En este modo cuando el muelle falla y se rompe permanece activado.

Ventajas e Inconvenientes.

Entre las ventajas encontramos la facilidad en la instalación, la robustez del sistema, es insensible a estados transitorios, trabaja a tensiones altas, debido a la inexistencia de imanes es inmune a la electricidad estática. Los inconvenientes de este dispositivo son la velocidad de detección y la posibilidad de rebotes en el contacto, además depende de la fuerza de actuación.

Modelos.

Dentro de los dispositivos sensores de final de carrera existen varios modelos:

- **Honeywell de seguridad:** Este final de carrera está incorporado dentro de la gama GLS de la empresa Honeywell y se fabrica también en miniatura, tanto en metal como en plástico y madera, con tres conducciones metálicas muy compactas..
- **Fin de carrera para entornos peligrosos:** Se trata en concreto de un microinterruptor conmutador monopolar con una robusta carcasa de aluminio. Esta cubierta ha sido diseñada para poder soportar explosiones internas y para poder enfriar los gases que la explosión genera en su interior. Este interruptor se acciona mediante un actuador de la palanca externo de rodillo que permite un ajuste de 360º.
- **Set crews:** Estos tipos de finales de carrera se utilizan para prevenir daños en el sensor provocados por el objeto sensado. Están compuestos por un cilindro roscado conteniendo un resorte con un objetivo de metal el cual es detectado por el sensor inductivo por lo que puede soportar impactos de hasta 20 N sin sufrir daños.

7.6 Transistores

TIP 122

Es un transistor de potencia darlington (dos transistores conectados en cascada para aumentar la ganancia). Su IC es de 5 A, su hFE es de 1.000 y VCEO es de 100 V.

Su elevada ganancia permite conectar la base al microcontrolador, y el colector a circuitos de elevada potencia, sin ninguna etapa previa.

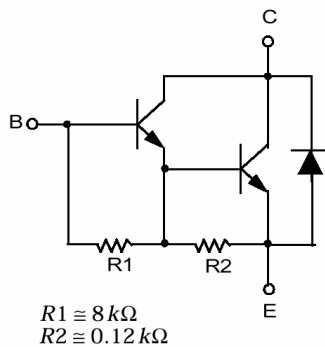


Fig. 6 circuito equivalente del TIP122



Fig. 7 Transistor TIP122

2N2222

También identificado como PN2222, es un transistor bipolar NPN de baja potencia de uso general. Sirve tanto para aplicaciones de amplificación como de conmutación. Puede amplificar pequeñas corrientes a tensiones pequeñas o medias; por lo tanto, sólo puede tratar potencias bajas (no mayores de medio Watts). Puede trabajar a frecuencias medianamente altas.



Fig. 8 Encapsulado metalico del transistor 2N2222

Por todas esas razones, es un transistor de uso general, frecuentemente utilizados en aplicaciones de radio por los constructores aficionados de radios. Es uno de los transistores oficiales utilizados en el BITX. Su versatilidad ha permitido incluso al club de radioaficionados Norcal lanzar en 1999 un desafío de construir un transceptor de radio utilizando únicamente hasta 22 ejemplares de este transistor - y ningún circuito integrado.

Las hojas de especificaciones señalan como valores máximos garantizados 500 miliamperios, 50 voltios de tensión de

colector, y hasta 500 milivatios de potencia. La frecuencia de transición es de 250 a 300 MHz, lo que permite utilizarlo en aplicaciones de radio de alta frecuencia (hasta 300 MHz). La beta (factor de amplificación, h_{Fe}) del transistor es de por lo menos 100; valores de 150 son típicos.

El 2N2222 es fabricado en diferentes formatos, los más comunes son los TO-92, TO-18, SOT-23, y SOT-223 (Fig. 8).

Su complemento PNP es el 2N2907. El 2N3904 es un transistor de características similares pero que sólo puede transportar un décimo de la corriente que el 2N2222 puede transportar; puede usarse como reemplazo del 2N2222 en caso de señales pequeñas.

Otro transistor de características similares, pero de mayor potencia es el 2N2219. Es un transistor en formato TO-39, con una frecuencia de transición de 300 MHz, por lo cual puede ser usado en transmisores y amplificadores para HF, VHF y una cierta parte de UHF (300 MHz) con una potencia de salida de 1 a 2 watts, sabiendo que la máxima potencia que puede llevar a cabo es de 3 watts. Su complementario PNP es el 2N2905 al igual que el 2N2907. También existe otro transistor que es de similares características, el cual es el 2N3053, pero su potencia es de 1w y es sólo para aplicaciones entre 50 y 100 mhz.

7.7 Drivers

Driver L293B

El circuito integrado L293B (tabla 12.1 y figuras 12.1, 12.2, 12.3 y 12.4) se ha diseñado con el propósito de realizar el control de los motores CC (DC) de manera óptima y económica. Está conformado por cuatro amplificadores push-pull capaces de entregar una corriente de salida de 1A por canal. Cada canal está controlado por entradas compatibles con los niveles TTL y cada par de amplificadores (un puente completo) está equipado con una entrada de habilitación, que puede apagar los cuatro transistores de salida. Tiene una entrada de alimentación independiente para la lógica, de manera que se puede polarizar con bajos voltajes para reducir la disipación de potencia. Los cuatro pines centrales se emplean para conducir el calor generado hacia el circuito impreso. Sus características sobresalientes son las siguientes:



Fig. 9 C.I. L293D

- Corriente de salida de 1A por canal.
- Corriente pico de salida 2A por canal (no repetitiva).
- Pines de Habilitación.
- Alta inmunidad al ruido.
- Fuentes de alimentación separadas.
- Protección contra exceso de temperatura.

Tabla 5 Valores maximos del driver L293B

Símbolo	Significado	Valor máximo
Vs	Fuente de alimentación (motores)	36 V
Vss	Fuente de alimentación de la lógica	36 V
Vi	Voltaje de entrada	7 V
Vinh	Voltaje de habilitación	7 V
Iout	Corriente pico de salida	2 A
Ptot	Disipación de potencia	5 W

Tabla 6 Valores máximos absolutos del driver L293B

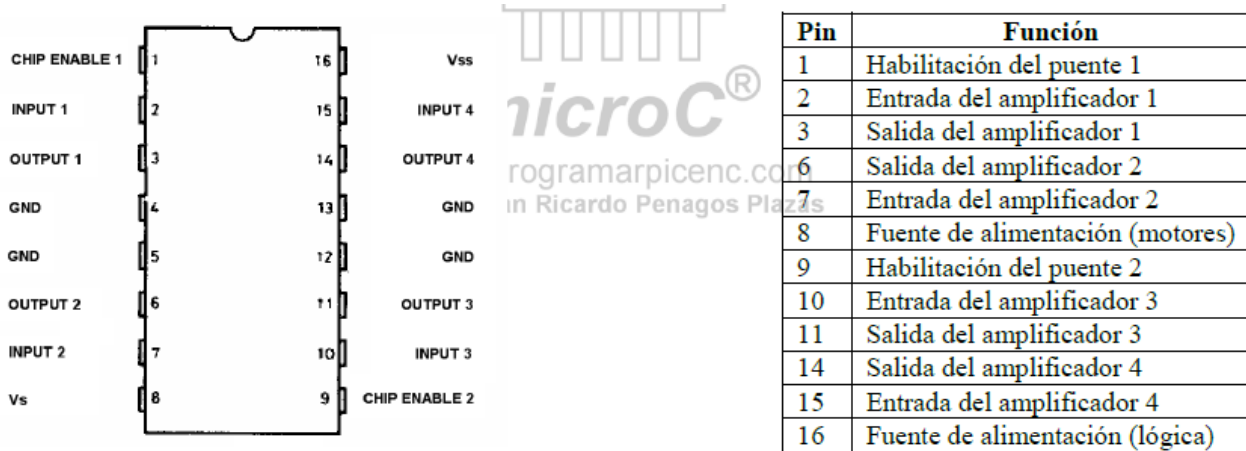


Fig. 10 Distribución de terminales del driver L293B

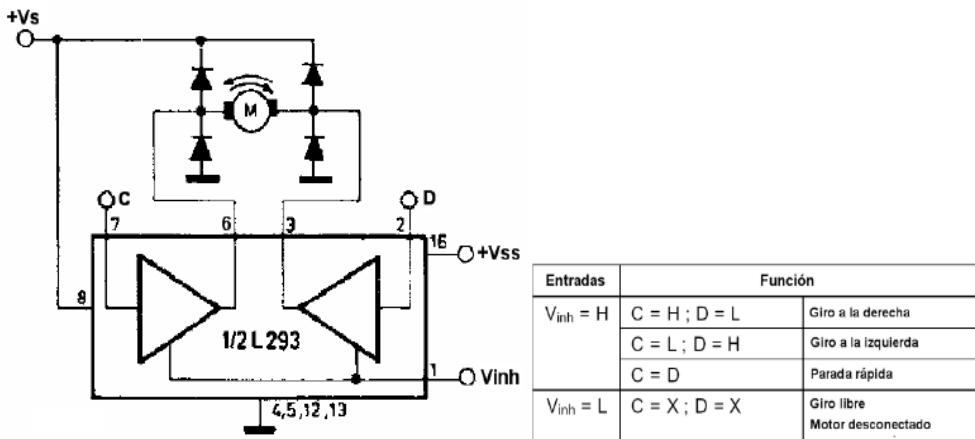


Fig. 11 Control de giro en ambos sentidos de un motor eléctrico DC Driver L293D

El driver L293D es similar al L293B, se diferencia fundamentalmente en su máxima corriente de salida y en la incorporación de los diodos de protección en cada uno de los cuatro amplificadores. Sus características principales son las siguientes:

- Corriente de salida de 600 mA por canal.
- Corriente pico de salida 1,2A por canal (no repetitiva).
- Pines de Habilitación.
- Alta inmunidad al ruido.
- Fuentes de alimentación separadas.
- Protección contra exceso de temperatura.
- Diodos de protección incorporados.

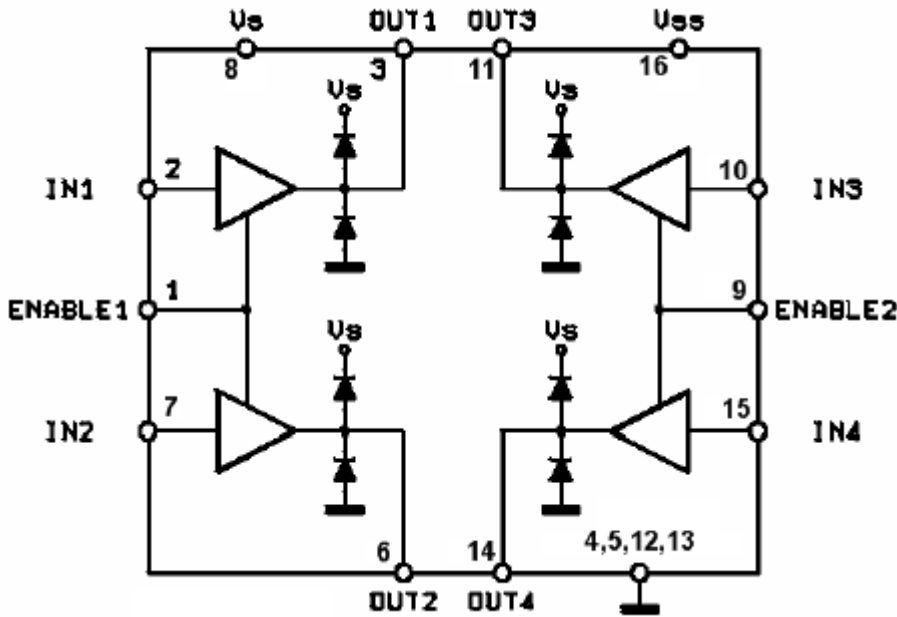


Fig. 12 Diagrama de bloques del driver L293D

El L293D diseñado para recibir niveles TTL y alimentar cargas inductivas (relés, motores DC y PAP bipolares y unipolares) y transistores de potencia de conmutación. Este dispositivo se puede usar en aplicaciones de conmutación hasta los 5 kHz.

Está encapsulado en formato DIP16 y sus cuatro pines centrales se han conectado juntos y se emplean como disipadores de calor.

Conexión del driver L293D al PIC

El control de giro de motores DC por medio del driver L293D se detalla en el siguiente ejemplo. También puede emplearse el L293B tomando en cuenta que se deben añadir los diodos de protección (pueden ser del tipo 1N4007) como se indica en la figura 12.4.

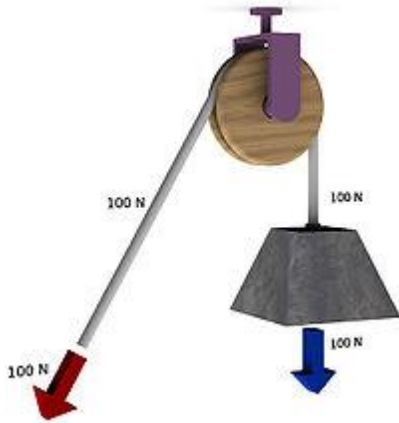
Ejemplo-**MotorDC_01.c**: Conexión típica de un motor eléctrico DC al PIC a través del driver L293D (figuras 12.6.1 y 12.6.2). El giro del motor está determinado por el estado de los pines RB0 y RB1 de acuerdo a la tabla 12.2. El pin RB0 determina el encendido o apagado del motor, mientras que RB1 controla el sentido de giro.

Tabla 7 Tabla de verdad del Motor DC

RB0	RB1	Motor
0	X	Desconectado
1	0	Giro a la derecha
1	1	Giro a la izquierda

7.8 Poleas.

Una polea, es una máquina simple, un dispositivo mecánico de tracción, que sirve para transmitir una fuerza. Se trata de una rueda, roldana o disco, generalmente maciza y



rallada en su borde, que con el concurso de una cuerda o cable que se hace pasar por el canal ("garganta"), se usa como elemento de transmisión para cambiar la dirección del movimiento en máquinas y mecanismos. Además, formando conjuntos —aparejos o polipastos— sirve para reducir la magnitud de la fuerza necesaria para mover un peso (Fig. 13) donde la fórmula dice que la fuerza requerida para mover el objeto es igual al peso del objeto entre 2.

$$F = w/2$$

Según definición de Hatón de la Goupillière, "la polea es el punto de apoyo de una cuerda que moviéndose se arrolla sobre ella sin dar una vuelta completa" actuando en uno de sus extremos la resistencia y en otro la potencia.

Fig. 13 Polea simple fija.

Partes de la polea.

Esta compuesta por tres partes:

1. **La llanta:** Es la zona exterior de la polea y su constitución es esencial, ya que se adaptará a la forma de la correa que alberga.
2. **El cuerpo:** Las poleas estarán formadas por una pieza maciza cuando sean de pequeño tamaño. Cuando sus dimensiones aumentan, irán provista de nervios o brazos que generen la polea, uniendo el cubo con la llanta.
3. **El cubo:** Es el agujero cónico y cilíndrico que sirve para acoplar al eje. En la actualidad se emplean mucho los acoplamientos cónicos en las poleas, ya que resulta muy cómodo su montaje y los resultados de funcionamiento son excelentes.

Designación y tipos.

Los elementos constitutivos de una polea son la rueda o polea propiamente dicha, en cuya circunferencia (llanta) suele haber una acanaladura denominada "garganta" o "cajera" cuya forma se ajusta a la de la cuerda a fin de guiarla; las "armas", armadura en forma de U invertida o rectangular que la rodea completamente y en cuyo extremo superior monta

un gancho por el que se suspende el conjunto, y el "eje", que puede ser fijo si está unido a las armas estando la polea atravesada por él ("poleas de ojo"), o móvil si es solidario a la polea ("poleas de eje"). Cuando, formando parte de un sistema de transmisión, la polea gira libremente sobre su eje, se denomina "loca".

Según su desplazamiento las poleas se clasifican en "fijas", aquellas cuyas armas se suspenden de un punto fijo (la estructura del edificio) y, por lo tanto, no sufren movimiento de traslación alguno cuando se emplean, y "móviles", que son aquellas en las que un extremo de la cuerda se suspende de un punto fijo y que durante su funcionamiento se desplazan, en general, verticalmente.

Cuando la polea obra independientemente se denomina "simple", mientras que cuando se encuentra reunida con otras formando un sistema recibe la denominación de "combinada" o "compuesta".

Poleas compuesta.

Existen sistemas con múltiples de poleas que pretenden obtener una gran ventaja mecánica, es decir, elevar grandes pesos con un bajo esfuerzo. Estos sistemas de poleas son diversos, aunque tienen algo en común, en cualquier caso se agrupan en grupos de poleas fijas y móviles: destacan los polipastos:

Polipastos o aparejos.

El polipasto (del latín *polyspaston*, y éste del griego *πολύσπαστον*), es la configuración más común de polea compuesta. En un polipasto, las poleas se distribuyen en dos grupos, uno fijo y uno móvil. En cada grupo se instala un número arbitrario de poleas. La carga se une al grupo móvil.

8.- PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

8.1 Estructura Base



Fig. 15 Material reciclado (gabinetes de computadoras).

Al trabajar en un proyecto dirigido al rescate ecológico, se presentó al oportunidad de reciclar materiales que en la mayoría de las veces termina en los basureros, en este caso 3 gabinetes de computadoras obsoletas (Fig. 15). La ventaja de este metal con el que están elaborados es que tiene buena rigidez pero al mismo tiempo es muy liviano.

La estructura está basada en un prisma rectangular con dos vértices ligeramente más cortos, dos vértices más largos, tres refuerzos centrales, un refuerzo frontal y una cara que cumple la función de base, además de que se retiró un vértice para generar el espacio en donde se colocaría la pala recolectora (Fig. 14). Para determinar las dimensiones se delimitó el robot a compactar botellas de 400ml, 500ml y 600 ml; las cuales no miden más de 20cm de alto y 8cm de radio, por lo cual la estructura mide 30cm de ancho (la botella entra en forma horizontal); 40cm de largo para poder colocar los circuitos de control y dejar un espacio para almacenar temporalmente las botellas; y 30cm de alto para apilar 6 botellas compactadas en dos filas y (5cm aprox. de grosor cada botella compactada) y dejar espacio suficiente para el compactador (6 cm aprox. de radio cada disco).



Fig. 14 Estructura básica del robot.

8.2 Diseño Del Compactador

Después de analizar varias opciones en cuanto a la manera más sencilla de compactar las botella de PET, entre las que se consideraron una prensa hidráulica o neumática, una



Fig. 16 Diseño y construcción del compactador

prensa mecánica, se decidió utilizar un compactador relativa mente más sencillo en cuanto a su construcción, aunque con menor capacidad de volumen a reducir. Se una construyo una base que pudiera sostener dos ejes en forma horizontal, ligeramente en diagonal, en donde van montados unos rodillos que constan de una serie de 7 discos entrepuestos (4 en un eje y 3 en otro) colocados estratégicamente para compactar el centro de las botellas de PET, sin tener que lidiar con la rigidez de la parte inferior y superior de la botella (Fig. 16). En pruebas posteriores hubo que considerar la manera vaciar las botellas cerradas con la tapar rosca, ya que ofrecen mucha más resistencia al momento de compactar; por este motivo en el



Fig. 17 Detalle de muescas y puntas en los discos del compactador.

diseño de los disco se tuvo que agregar muescas (Fig. 17) en 4 disco lo que aumento la fricción y el agarre entre los disco y las botellas; y una seria de puntas metálicas (Fig. 17) que permite al compactador pinchar las botellas y vaciar su contenido aunque en la mayoría de veces es solo aire, por la presión interior la botella requiere mucha más fuerza de la que el compactador ofrece para compactarla.

8.3. Sistema Del Compactador Y Sistema De Tracción

Para proporcionar la fuerza necesaria para compactar una botella de PET, aparte de los motorreductores, hubo que utilizar un sistema de cadenas y engranes de con una relación de 3:1. Este sistema se creó con materiales reciclados, utilizando las coronas de los cambios de velocidad para bicicletas y las cadenas. Se colocaron un motor por cada eje del compactador para proporcionar la fuerza necesaria. Las coronas de mayor diámetro fueron soldadas a los ejes de los rodillos, una corona de menor diámetro se colocó en cada motorreductor, a través de una cadena se transfiere la fuerza del motor a los ejes (Fig. 18). Las coronas giran de tal manera que sus momentos converjan en medio de los ejes, por lo que al introducir la botella estará forzada a pasar entre los ejes.



Fig. 18 Sistema de cadenas y coronas que proporciona la fuerza de compactación.



Fig. 19 Detalle de la llanta de giro libre y la base sobre la cual está colocada.

Las llantas libres (locas) están puestas sobre una base que iguala la distancia entre el piso y el eje de las llantas de tracción (Fig. 19), se utilizaron estas llantas para proporcionar libertad de control a las llantas que están conectadas a los motores, sin comprometer la estabilidad del robot.

Se construyeron tapas laterales para crear el espacio del depósito temporal donde se recolectan las botellas, se usaron partes de un gabinete de computadora inservible, se perforaron y contaron espacios para permitir a los ejes de los discos y los ejes de los motores ese espacio para funcionar adecuadamente (Fig. 20). Se hicieron perforaciones en la lámina de la parte inferior del robot para que el contenido líquido de las botellas no se acumule en el



deposito; También se colocaron los soportes para los motorreductores que servirán para las llantas de tracción.

Fig. 20 Elaboración de las tapas laterales del depósito.

8.4 Sistema De Recolección



Fig. 21 Pala del recolector

Para recolectar las botellas se elaboró una pala con láminas de acrílico y se ubicó en la parte frontal, se moldeó el acrílico con las herramientas necesarias como la pistola de calor, remachadora, un cortador especial para acrílico, etc. Al acrílico se le dio forma de prisma rectangular sin 3 caras (Fig. 21), se cortaron y se remacharon piezas para formar una estructura en forma de "H" que sostiene en forma vertical la pala (Fig. 23).

Se cortó y moldeó una pieza en ángulo de 90° para permitir que la pala suba y deposite las botellas en el compactador; se ocupó una sola pieza para no comprometer la rigidez y función del motorreductor al agregar peso al recolector. Se dobló uno de sus lados 90° (Fig. 22), esto con la finalidad de ocupar la pieza como palanca para poder subir la pala; se colocó un eje en la parte central del lado más largo de la pieza como punto de apoyo. (Fig. 27)

La pala tiene la función de levantarse y llevar la botella hacia los rodillos compactadores que se encuentran en la parte superior de atrás, una vez realizado su tarea regresará a su posición inicial, todo el movimiento lo proporciona un motorreductor y un juego de poleas (Fig. 24).



Fig. 22 Brazo del recolector hecho de una misma pieza, se detalla los 90° de giro.

Para poder colocar las botellas en la pala se creó una escobilla giratoria hecha de PVC sujeta a un par de brazos que suben y baja para impedir tapar al sensor ultrasónico. Los materiales fueron un tubo de PVC dos tapas para tubo de pvc, dos barras de aluminio de un gabinete de computadora reciclado y tiras de PVC de una canaleta inservible (Fig. 25). El movimiento de la escobilla lo realiza un motorreductor, el movimiento de los brazos que sostienen la escobilla lo proporciona también un motorreductor pero con un juego de poleas para realizar la tarea adecuadamente (Fig. 26).

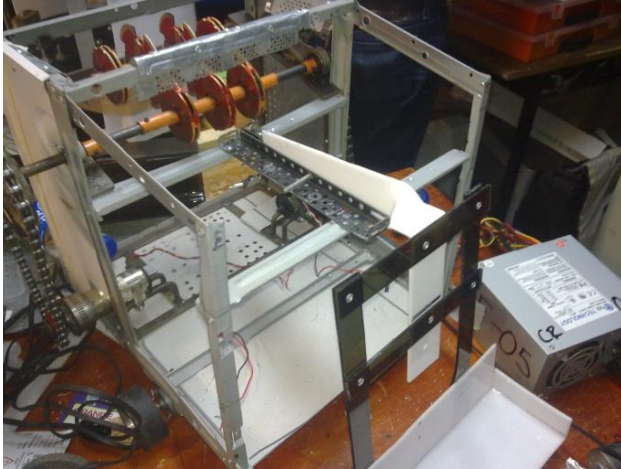


Fig. 26 Pala recolectora de botellas terminada

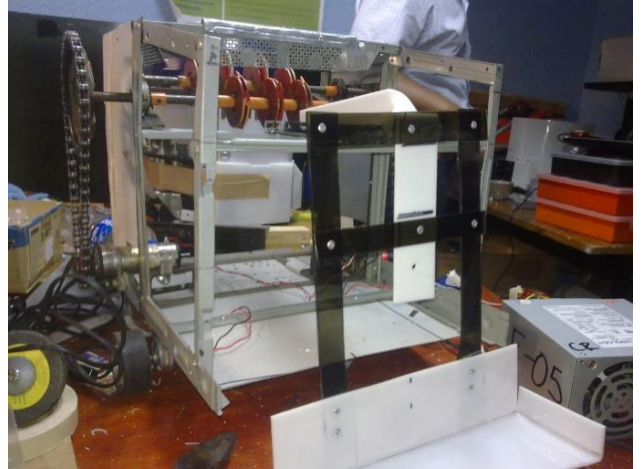


Fig. 24 Piezas de acrílico que forman la estructura de la pala



Fig. 25 Piezas utilizadas para elaborar la escobilla.



Fig. 23 Motorreductores de 5V utilizado para levantar



Fig. 27 Motorreductor de 5V utilizado para levantar la escobilla

La tapa del compactador es básicamente es una lámina rectangular parte de un gabinete de computadora, con un tapón de plástico en medio de la la lamina en la parte de adentro de la lamina, que tiene una función de empujar la botella hacia abajo con fines de facilitar que los rodillos compacten la botella, podemos ver que se funciona mediante un motorreductor con un juego de polea y resortes a los lados que hacen que la tapa tenga presión hacia abajo.



Fig. 28 Tapa del compactador

8.5 Sensores

Como sensores de fin de carrera se utilizaron interruptores de bigote se colocaron en el final de cada movimiento, es decir al subir y al bajar la tapa, la pala y la escobilla (Fig. 30), en la terminal de compuerta se alimentaron los interruptores con 5V, las terminales normalmente abiertas se conectaron a los pines del microcontrolador y de esta manera poder controlar el sentido de giro de los motorreductores

Los sensores ultrasónicos se colocaron, uno en la estructura que soporta la pala este se utiliza para detectar las botellas y dirigirse a ellas para levantarlas; el otro se colocó sobre el robot para descartar que el sensor de la parte delantera no detecte un objeto de mayor tamaño, por ejemplo un pared o un mueble (Fig. 29).



Fig. 29 Ubicación de los sensores ultrasónicos

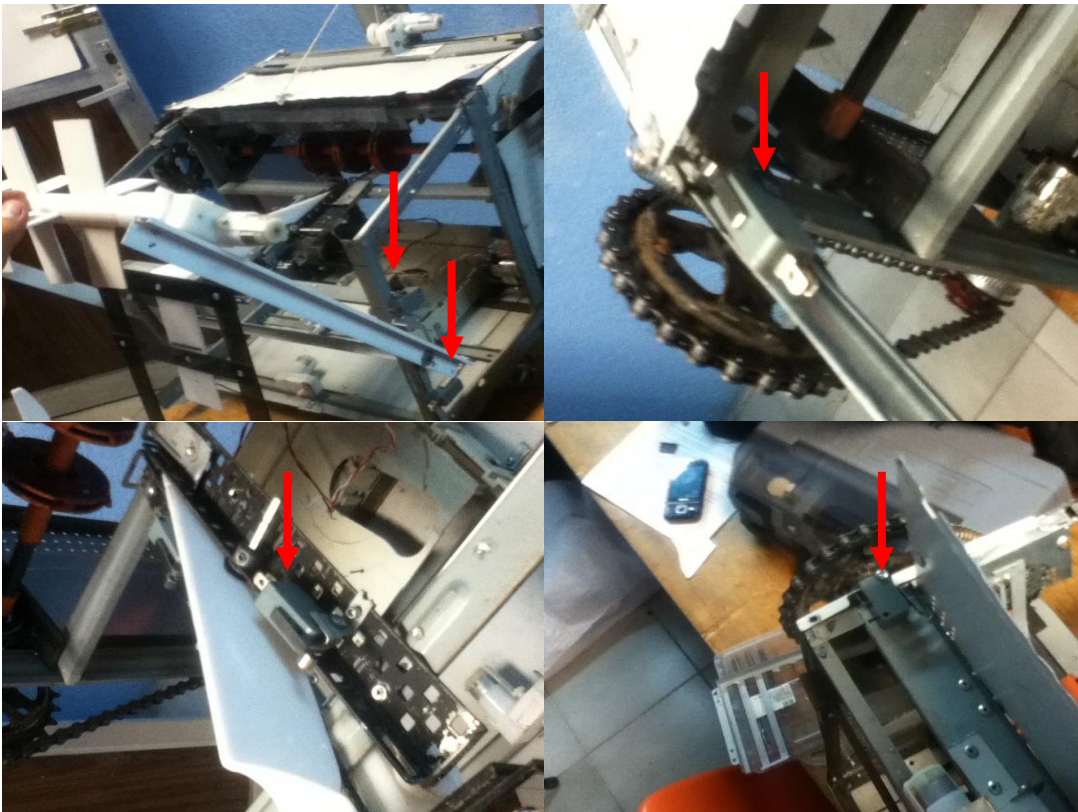


Fig. 30 Interruptores que se ocuparon como sensores de final de carrera, las flechas rojas muestran su ubicación

9.- PROTOTIPO

9.1.- Diagramas y placas.

Se diseño y se elabora una placa para el microcontrolador donde solo se pusieron terminales de conexión.

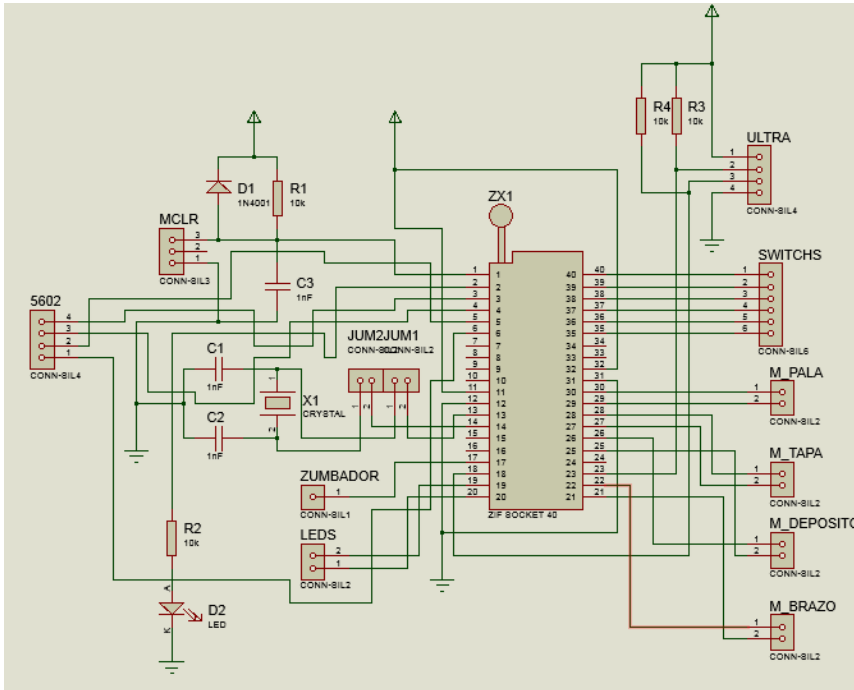


Fig. 31 Diagrama de conexiones de la placa del microcontrolador

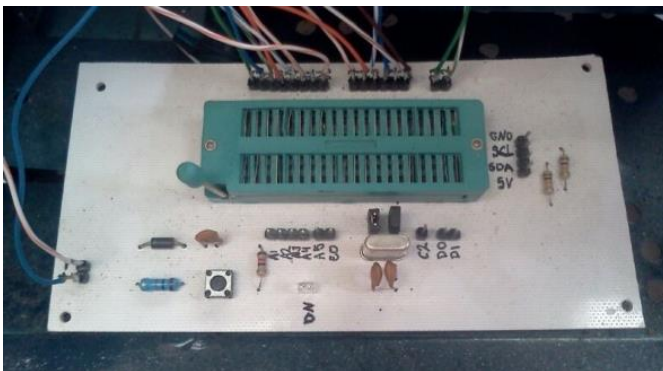


Fig. 33 Fotografía de la parte frontal de la placa del microcontrolador

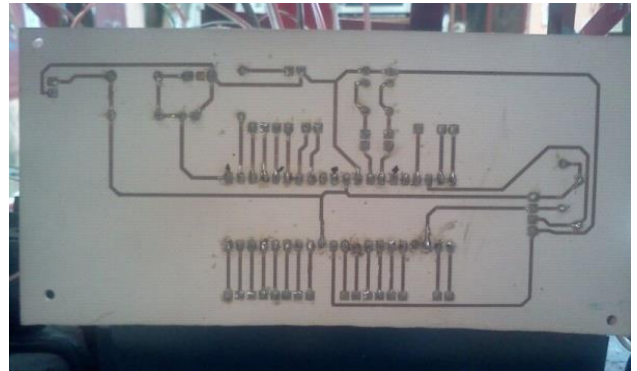


Fig. 32 Fotografía de la parte trasera de la placa del microcontrolador

Se diseñó y elaboro una placa para los driver de potencia (puentes H) de los motores de 5V.

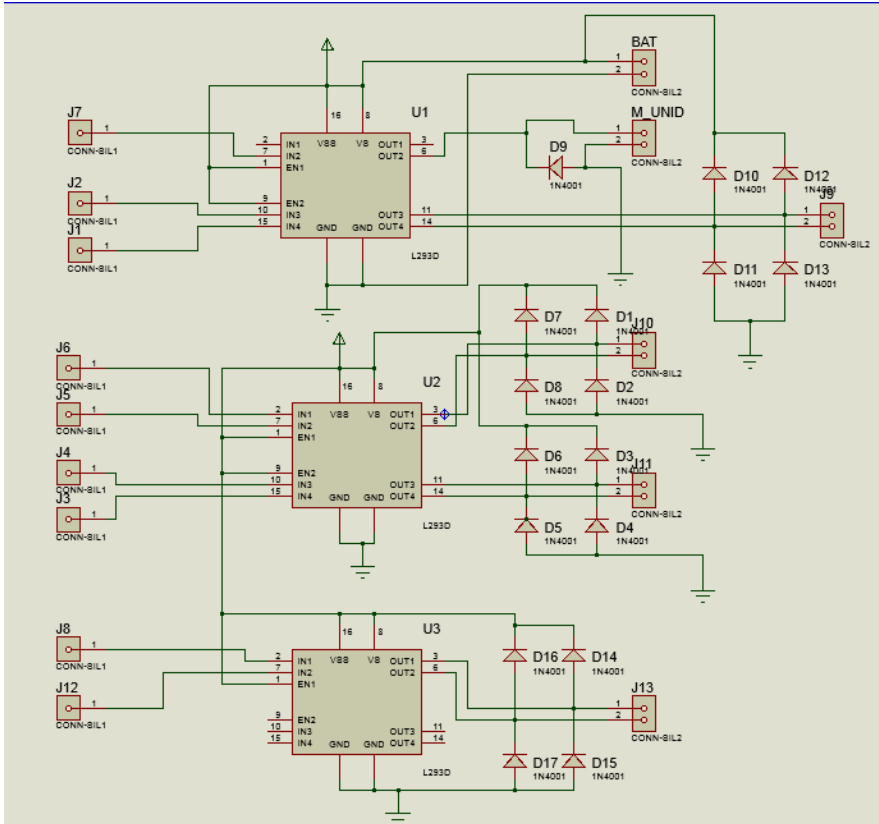


Fig. 36 Diagrama de conexiones de la placa de los drivers de potencia

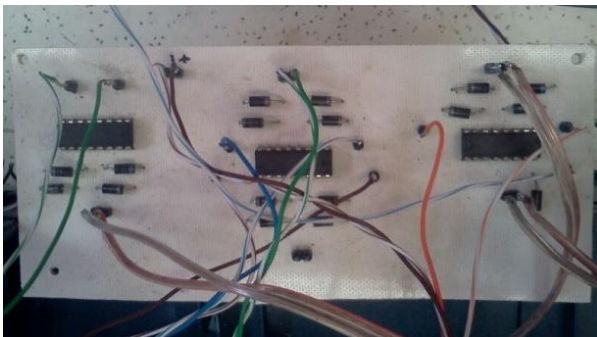


Fig. 35 Fotografía de la parte frontal de la placa de los drivers

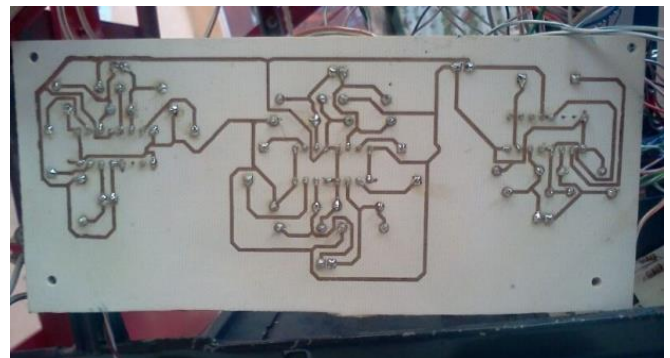


Fig. 34 Fotografía de la parte frontal de la placa de los drivers

Se diseñó y elaboro una placa de potencia para el motor del compactador y señales audiovisuales del robot.

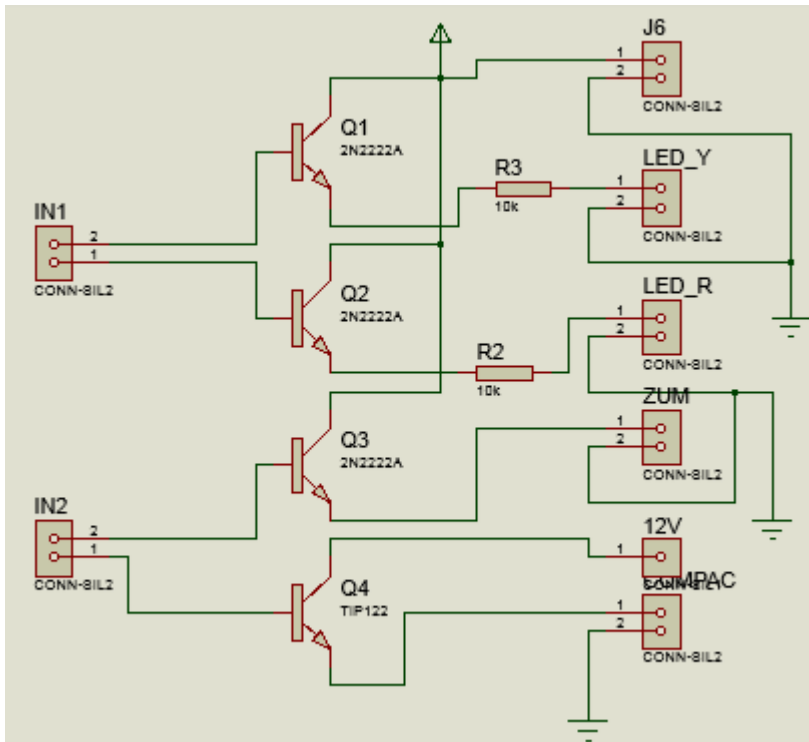


Fig. 39 Diagrama de conexiones de la placa de potencia del compactador

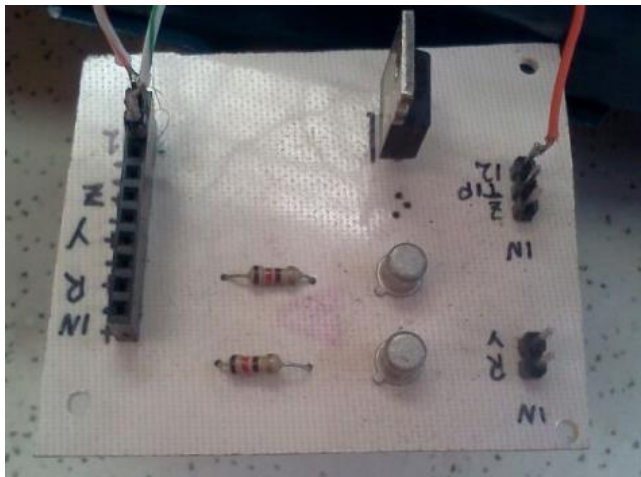


Fig. 38 Fotografía de la parte frontal de la placa de potencia del compactador.



Fig. 37 Fotografía de la parte trasera de la placa de potencia del compactador.

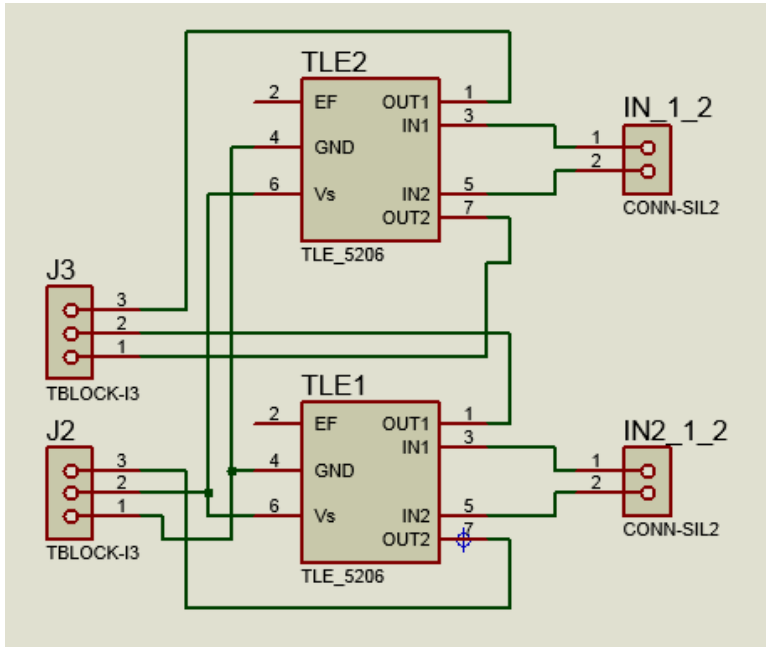


Fig. 41 Diagrama de conexiones de la placa de los driver de potencia para los motorreductores de 12V



Fig. 40 Fotografía de la parte frontal de la placa de potencia de los motorreductores de 12V

9.2 Prototipo final

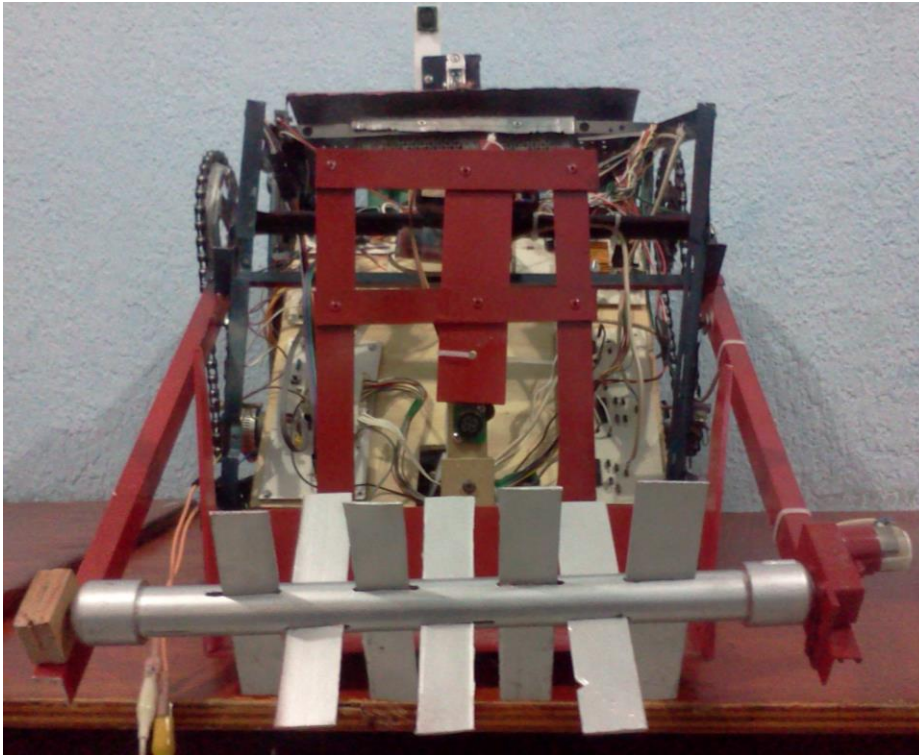


Fig. 42 Prototipo de robot recolector y compactador de botellas de PET completamente terminado

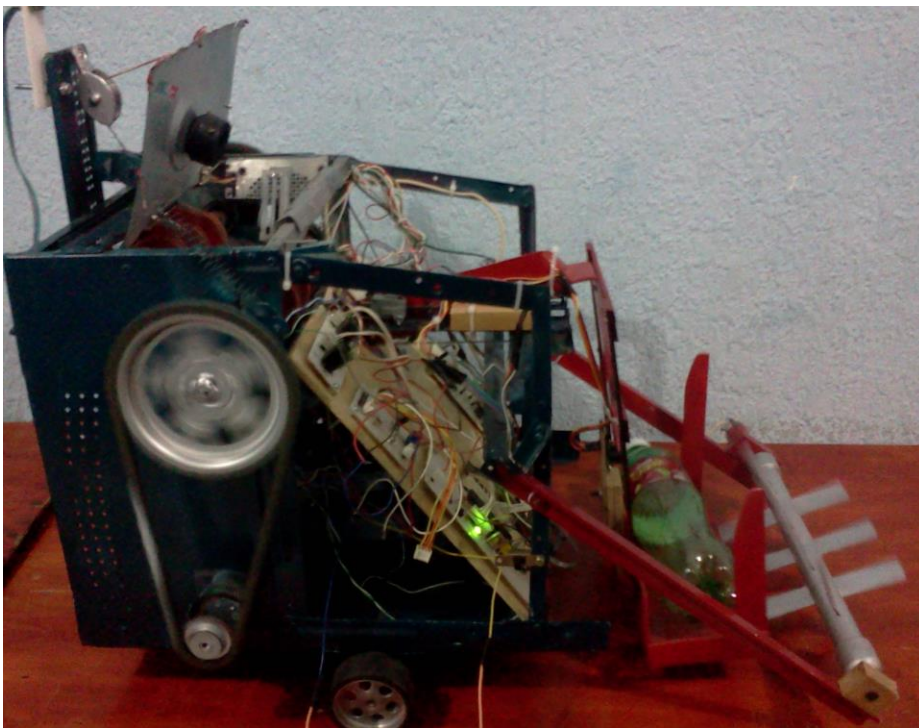


Fig. 43 Robot recolectando botellas, se puede observar el compactador funcionando.

El robot se pintó de color rojo y azul, se colocaron todas las partes en su lugar y se conectaron todas las placas, para realizar pruebas de funcionamiento se utilizó una fuente de alimentación externa.

En las pruebas el robot funcionó de manera correcta sin embargo se llegaron a presentar insuficiencias en relación a los resultados esperados

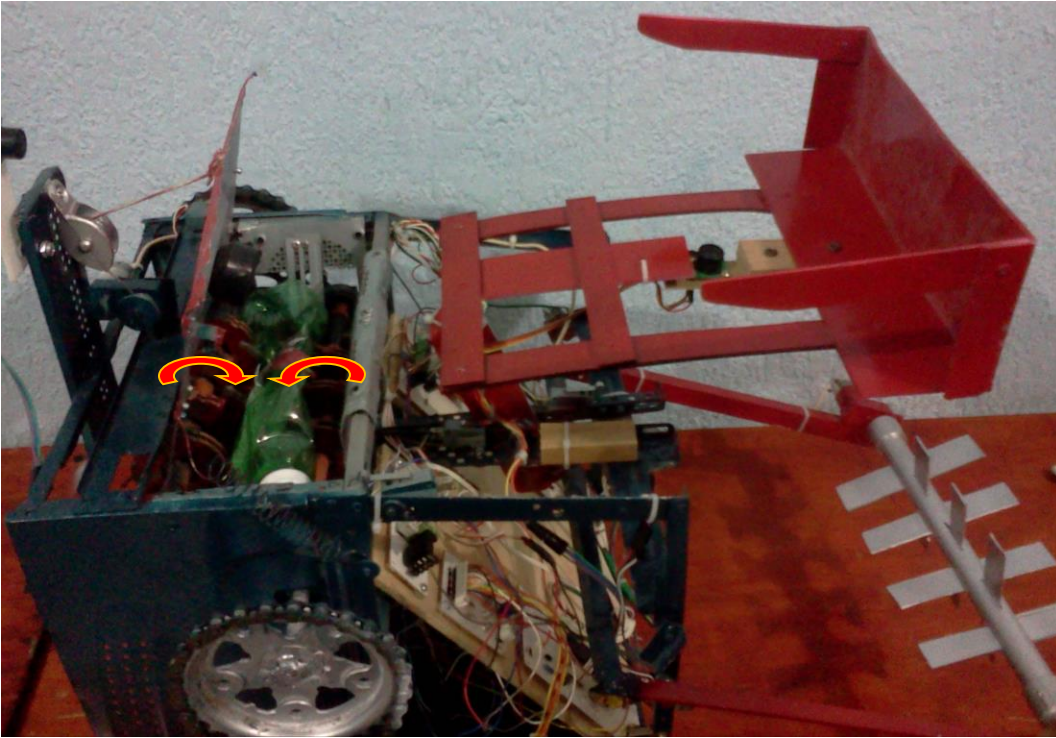


Fig. 45 Robot en proceso de compactar una botella de PET. Las flechas indican el sentido de giro de los rodillos compactadores

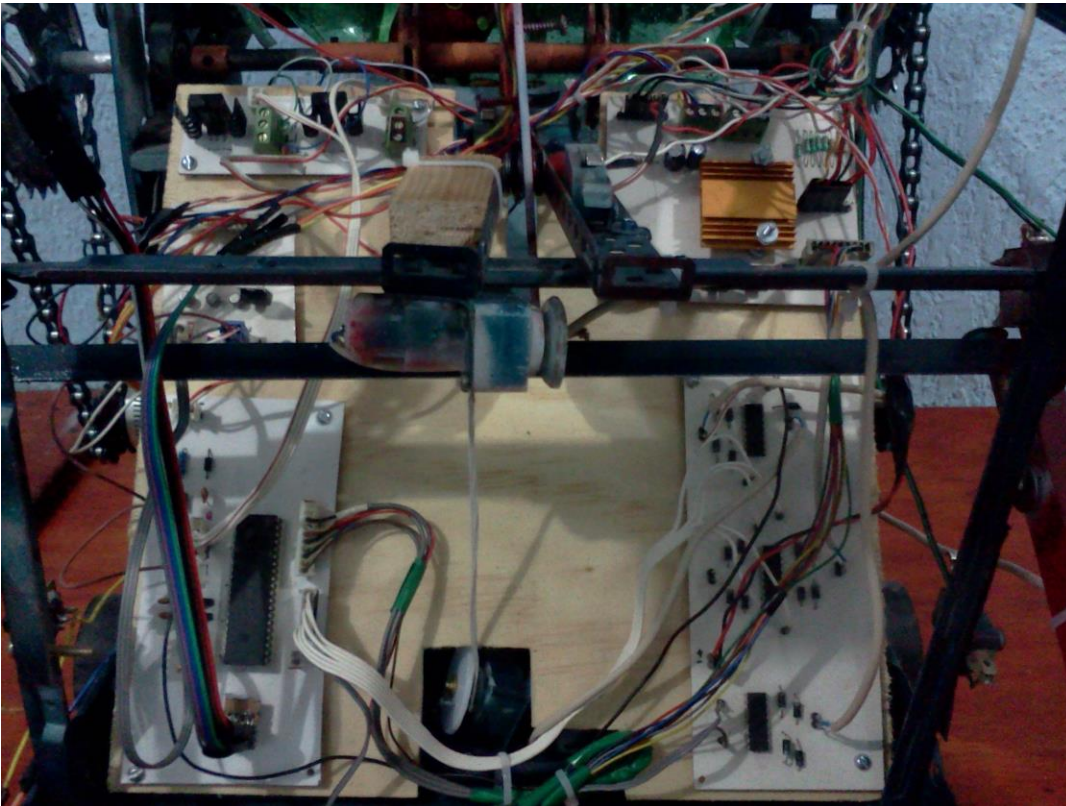
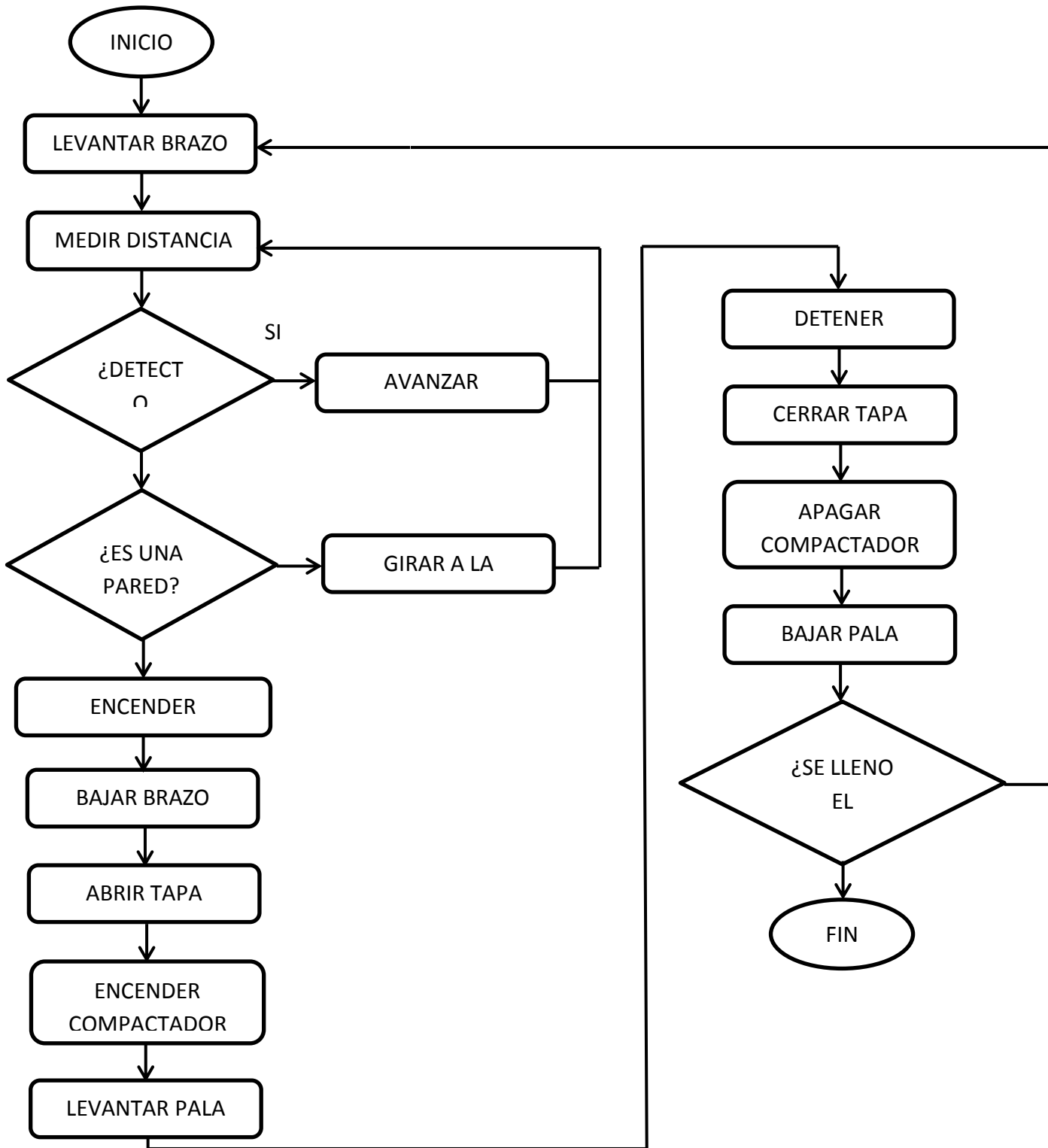


Fig. 44 Fotografía de las placas colocadas en el lugar destinado en el robot

9.2.1 Diagrama A Bloques Del Funcionamiento Del Sistema.



9.3.- Programación.

```
int ar, br, cr;
int ca, cb, d1;
void main()
{
  ADCON1=6;
  TRISB=1;      //switch's
  TRISD=0;      //motores
  TRISC.B7=0;   //contenedor
  TRISC.B6=0;
  TRISC.B2=0;   //zumbador
  TRISE.B0=0;   //escobilla
  TRISA.B0=0;   //estado
  TRISA.B1=0;   //h1
  TRISA.B2=0;
  TRISA.B3=0;   //h2
  TRISA.B4=0;
  TRISA.B5=0;   //compactador
  PORTD=0;      //MOTORES
  PORTC.B7=0;   //CONTENEDOR
  PORTC.B6=0;
  PORTC.B2=0;   //zumbador
  PORTC.B0=0;   //escobilla
  PORTA.B1=0;   //h1
  PORTA.B2=0;
  PORTA.B3=0;   //h2
  PORTA.B4=0;
  PORTA.B5=0;   //compactador
  //PORTA.B0=1;  //ON
  I2C1_Init(100000);
  Delay_ms(100);
  ar=0;
  cr=0;
  br=0;
  ca=0;
  while(1)
  {
    delay_ms(100);
    while(!portb.b3) //levantar brazo
```

```

{
portd=0x40;
porta.B0=1;
delay_us(100);
}
portd=0;      //caminar de frente
porta.b1=1;
porta.b2=0;
porta.B3=1;
porta.b4=0;
while(1)
{
I2C1_Start();    //sensar
I2C1_Wr(0xe2);
I2C1_Wr(0x00);
I2C1_Wr(0x51);
I2C1_Stop();
Delay_ms(200);
I2C1_Start();
I2C1_Wr(0xe2);
I2C1_Wr(0x02);
I2C1_Repeated_Start();
I2C1_Wr(0xe3);
cr=I2C1_Rd(1);
br=I2C1_Rd(0);
I2C1_Stop();
delay_ms(200);
ca=(cr<<8)+br;
if(ca<=30)
{
ar=1;
porta.b0=0;
delay_ms(400);
}
while(ar)      //detecto botella
{
porta.b1=0;
porta.b2=0;
porta.B3=0;
porta.b4=0;

```

```

porte.b0=1;    //encender escobilla
while(!portb.b2) //bajar brazo
{
  portd=0x80;
  porta.b0=1;
  delay_us(100);
}
portd=0;
for(d1=0;d1<=10;d1++) //esperar un segundo
{
  delay_ms(100);
}
delay_ms(100);
while(!portb.b5) //abrir tapa
{
  portd=0x20;
  delay_us(100);
}
portd=0;
porta.b5=1;    //encender compactador
while(!portb.b0) //levantar pala
{
  portd=0x08;
  delay_us(100);
}
portd=0;
for(d1=0;d1<=4;d1++) //sacudir pala
{
  portd=0x08;
  porta.b0=1;
  delay_ms(400);
  portd=0x04;
  porta.b0=0;
  delay_ms(400);
}
portd=0;
porte.b0=0;    //apagar escobilla
delay_ms(50);
while(!portb.b1) //bajar pala
{

```

```

portd=0x04;
delay_us(100);
}
portd=0;
while(!portb.b4) //cerrar tapa
{
portd=0x10;
delay_us(100);
}
portd=0;
porta.b5=0;
delay_ms(100);
while(!portb.b3) //levantar brazo
{
portd=0x80;
delay_us(100);
}
portd=0;
ar=0;
}
}
}
}
}

```

10.- CONCLUSIÓN.

El proyecto fue muy complejo por no contar con antecedentes, ya que no se había intentado integrar un compactador en un robot recolector de botellas, además de que no existía un compactador del tamaño que requirió el robot; por ello se realizó una búsqueda para determinar la manera más fácil y eficiente de compactar las botellas además de que para cada una de las partes se diseñaron a partir de piezas recicladas.

El compactador a pesar de que es relativamente pequeño proporciona la fuerza necesaria para compactar las botellas casi en su totalidad ya que la parte superior e inferior no son compactadas por presentar una rigidez mucho mayor que la parte central de la botella.

En relación a las pruebas se llegaron a varias conclusiones:

- El motorreductor que mueve la pala presento problemas, ya que la fuerza no fue suficiente en algunas ocasiones para levantar las botellas, por lo que se sugiere cambiarlo por uno de mayor potencia o en su defecto cambiar el sistema de que levanta las botellas por uno más eficiente, es decir cambiar la pala recolectora.
- La programación (realizada en Mikro-c) se elaboró en varias secciones para poder observar el funcionamiento en las pruebas, y al realizarlas en el robot no represento fallo alguno. Por lo que la programación final no presento fallo en su estructura.
- Referente a los sensores funcionan de manera óptima, sin embrago presentan un pequeño inconveniente su margen de trabajo es de 15 a 600 cm; por lo que su ubicación se vio restringida. En cuanto a su programación, la comunicación I2C es un protocolo muy sencillo y eficiente de utilizar, por lo que no hubo la necesidad de investigar mucho y no se presentaron problemas.
- La tracción se puede mejorar remplazando las llantas lisas por ruedas oruga, ya que las llantas lisas presentan problemas de tracción en lugares que no son planos y no pueden pasar objetos pequeños como piedrecillas o basura.

En general el proyecto resulto ser un reto en cuanto a las partes necesarias para elaborar los sistemas necesarios para realizar sus funciones adecuadamente, además de que se lograron crear dispositivos innovadores como lo es el compactador.

11.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES.

AVANCES EN ROBÓTICA Y VISIÓN POR COMPUTADORA.

José Andrés Somolinos Sánchez.

Ediciones de la universidad de Castilla- La mancha. Ed III.

ROBÓTICA MANIPULADORES Y ROBOTS MÓVILES.

Aníbal Ollero Baturone.

Boixareu editors.

FISICA GENERAL

Frederick J. Bueche; Eugene Hecht

Porgramas educativos S.A de C.V. –Febrero 2004

PROGRAMACION DE DATOS EN C Y C++.

Aaron M. Tenenbaum; Yedidyah Lagsam; Moshe J. Augenstein

Pretince Hall Hispanoamerica. Primera edicion, 1993

INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA: PRINCIPIOS TEÓRICOS, CONSTRUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UN ROBOT EDUCATIVO

Jose Manuel Angulo Usategui, Susana Romero Yesa, Ignacio Angulo Martínez.

Editorial Paraninfo.

CIRCUITOS MICROELECTRONICOS, ANALISIS Y DISEÑO

Muhammad H. Rashidi.

International Thompson Editores S.A de C.V. 1999.

MATERIALES Y COMPONENTES ELECTRONICOS.

Armando I. García Simón; Diego Romoleroux.

Talleres Gráficos de Instituto Politécnico Nacional. 1997.

<http://natgeotv.com/ca/megastructures-eco-ark>

http://noticias.arq.com.mx/Detalles/12676.html#.UgIV_SqF-j8

http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corriente_continua

<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico

<http://es.wikipedia.org/wiki/Robot>