

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/311537726>

Diseño y Programación de un Algoritmo de Control para un Robot de Combate en un PIC16F84A

Article · November 2016

CITATIONS

0

READS

313

1 author:



[Angel Montes](#)

University of Guadalajara

8 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Expert System To Engage CHAEA Learning Styles, ACRA Learning Strategies and Learning Objects into an E-Learning platform for Higher Education Students [View project](#)

Diseño y Programación de un Algoritmo de Control para un Robot de Combate en un PIC16F84A

J. Z. García-Cortés, A. Mireles-Medina, J. A. Montes-Olgún, J. F. Carrillo-García.

Abstract—Este trabajo documenta la integración de un algoritmo de control a un robot móvil de combate. Se diseñaron los diagramas y se programó un PIC16F84A con las condiciones requeridas. Asimismo, se fabricaron tarjetas de circuito impreso para soldar los componentes. Se obtuvieron resultados aceptables en la rutina de búsqueda del robot contrincante y en el comportamiento que da prioridad al ataque. Esta primera versión es la base para futuros diseños.

Palabras Clave—Robot, Inteligencia artificial, Control de robots, Inteligencia Competitiva

Abstract—This paper describes the control algorithm implementation that will be integrated into a combat mobile robot. Were designed PIC16F84 diagrams and programs that meet the performance required conditions. Additionally were manufactured circuit printed boards to weld the components. Acceptable results were obtained in the robot routine for searching an adversary and also in the attacking priority. This first version will be the basis for future designs.

Index Terms—Robots, Artificial intelligence, Robot control, Competitive intelligence.

I. INTRODUCCIÓN

En el transcurso de la historia del hombre, este ha buscado la forma de como facilitarse las tareas que realiza con constancia en el ámbito que se desenvuelve, es decir, en el ámbito industrial, tecnológico, educativo, económico, entre otros. De modo que ahorre tiempo, por ello ha surgido la inteligencia artificial, que pretende suplantar las acciones que efectúa el hombre, pero en masa y con mayor rapidez; la inteligencia artificial según [1] es la ciencia que estudia sistemáticamente el comportamiento inteligente, con el fin de imitar o simular las habilidades humanas mediante la creación y utilización de máquinas y computadoras. La inteligencia artificial es aplicada en la mecatrónica, en el mundo virtual, videojuegos, industrial, entre otros, así como en la robótica, que es la parte importante del presente artículo.

En los programas de estudio del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica en las asignaturas de ingeniería de control, física, mecánica, electrónica y programación adquieren habilidades que les permiten diseñar y construir robots para diferentes fines, en este caso robots para competiciones el cual les da la ventaja de poder participar en los diferentes concursos de robótica a nivel nacional, sin embargo, para que el estudiante adquiera ciertas habilidades y competencias requiere que en las asignaturas en mención se cuide y se impulse de forma correcta un proceso de enseñanza – aprendizaje efectivo, para que tal cometido se logre, dado que no solamente el estudiante tenga la visión necesaria para resolver un problema sencillo, sino otros más complejos, no obstante, siempre hay que partir de las bases dado que son los cimientos para que obtenga suficientes conocimientos y los ponga en práctica. De modo que el estudiante vaya perfeccionando y mejorando el diseño [2], programación y construcción de robots. Actualmente el Instituto en mención participa en los siguientes concursos alusivos en robótica: RoboChallenge-Yazaki, Sumobots y Gatherboats. Sin embargo, se pretende fomentar más la asistencia a dichos concursos para que se incremente la participación de los estudiantes.

Pensar en un algoritmo para control de un robot de competiciones, es dar paso firme para que el estudiante adquiera la noción, motivación, curiosidad y deseo de crear e innovar robots no solamente para competiciones, sino también para dar soluciones factibles a las necesidades de un mundo vasto de necesidades. Esto mismo se hace en otros lugares como Europa donde los estudiantes universitarios construyen su robot en el marco de alguna asignatura enfocada a entrega de proyectos finales [3].

Uno de los problemas fundamentales que se presentan es que el robot debe tener la capacidad de detectar al enemigo, distinguir entre pared y robot contrincante. Otro problema es que el robot debe tener como prioridad avanzar cuando entra en contacto

Este trabajo fue financiado por el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte.

Julio Z. García C. y Francisco J. Carrillo G., Pertenecen al Departamento de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas

Norte. Zacatecas, MEX (e-mail: profejulioz@hotmail.com; carrillogarciafj@yahoo.com.mx). Antonia Mireles M. y José Ángel Montes O., Pertenecen al Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte. Zacatecas, MEX (e-mail: mirelesmed_7@hotmail.com; maestrochino@hotmail.com).

con el robot enemigo para tratar de empujarlo y someterlo. De modo que pueda entrar en competencia con su enemigo y lograr la victoria. Por lo tanto, se pretende diseñar un algoritmo de control que pueda cumplir estos requerimientos mínimos, además de definir un dispositivo para programarlo.

Por último, lo que se pretende en este artículo de investigación es diseñar y construir una tarjeta de circuito impreso que pueda soportar un microcontrolador PIC16F84A y programar este dispositivo con un algoritmo de control adecuado para adaptarlo a un robot de combate con las características ya mencionadas.

II. MARCO REFERENCIAL

A. Conceptos básicos sobre robots

Karel Capek (1890-1938) es sin lugar a dudas uno de los autores checos más conocido. Es un escritor polifacético, autor de obras de teatro, novelas, cuentos infantiles escritos e ilustrados en colaboración con su hermano Josef; en esa inquietud creativa constante toca y experimenta en todos los géneros posibles, incluido uno que en el período de entreguerras tenía gran importancia: la ciencia-ficción; dramaturgo y checo [4] a quien se le acuña el término robot [5]. El cual se refería a máquinas con formas de humanoide [6], dicha palabra es de origen eslava *robot*, que se refiere al trabajo realizado de manera forzada.

Como bien se menciona en [7], existe una cantidad considerable de competiciones a nivel internacional; en el caso de México también a nivel nacional como ya se ha hecho énfasis en la introducción del presente artículo. Así mismo, en [7] se dice que la mayor parte de las competiciones van enfocadas al ámbito educativo, es decir, para estudiantes, de modo que les permitan desarrollar capacidades de trabajo en equipo y puedan plantearse posteriormente retos más significativos, donde propongan soluciones a problemas reales.

Hablar de competiciones de robots, conlleva identificar algunas de las competiciones más importantes a nivel internacional [7]: 1) Eurobot que trata de una competición que se desarrolla cada año en una ciudad europea, la prueba en la que compite cambia año con año; 2) FIRST, es la competición más importante en los Estados Unidos y Canadá para estudiantes desde colegios a universidades y para ingenieros; 3) RoboCup, es un proyecto internacional con la intención de promocionar la inteligencia artificial y la robótica; 4) All-Japan Robot-sumo Tournament, es una competición de robots que se realiza en Japón, esta es considerada de acuerdo al autor la competición más grande del mundo hasta 3000 robots participantes; 5) Grand Challenge es una competición donde el objetivo es construir un vehículo autónomo capaz de navegar a los largo de un desierto en una prueba de más de 200 km. 6) Hispabot, es otra competición importante de microrrobots, se celebra en la localidad de Alcalá de Henares.

Entre otros conceptos básicos están los tipos de pruebas, como son: rastreadores, velocistas, laberinto, sumo, entre otras pruebas. En el presente artículo se retoman las pruebas de sumo que consiste en una prueba muy espectacular en la que dos robots, al igual que en las pruebas de sumo real, se enfrentan sobre un ring circular tratando de conseguir expulsar al robot oponente [7].

En este caso, para efectos del diseño y construcción de un robot de combate, se ha considerado que su funcionamiento sea de acuerdo a un sistema de competición donde cada batalla consiste en tres rounds de 5 minutos cada uno; cada round se gana en cuanto uno de los robots vuelque o deshabilite a su enemigo, el cual puede ser bloqueado, inmovilizado o bien encajonado por un minuto. Para ello se considera que la delimitación del área de combate sean paredes como hace ya referencia el planteamiento del problema, a diferencia de las pruebas de sumo que es un ring circular sin paredes.

Ciertamente proponer competiciones e impulsar el diseño y construcción de robots; así como impulsar a los estudiantes para que participen en los concursos de competiciones es muy laborioso como lo menciona [2]; sin embargo, vale la pena reforzar el proceso de enseñanza –aprendizaje en los estudiantes promoviendo este tipo de concursos, para que participen y así, adquieran y desarrollen habilidades integrales en su formación para la vida profesional.

B. Microcontrolador

[8] considera que el microcontrolador es un dispositivo independiente y programable, así mismo considera que un PIC16F84 es un dispositivo ideal para aprender técnicas de software y de microprocesador; al ser de bajo costo puede ser utilizado por estudiantes, de modo que no se les dificulte reprogramarlo. El PIC16F84A pertenece a la familia mid-range de PICmicro [9].

Por ello, la propuesta del diseño y construcción de una placa de circuito impreso para integrar un PIC16F84A en un robot de combate. Esto derivado que en el sistema universitario mexicano constantemente se lanzan convocatorias para concursos de robot de combate, tal es el caso del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey con su convocatoria Sumobots; también la Universidad Politécnica de Zacatecas, año con año difunde convocatorias para participar en dichos concursos; entre otras. Se pretende impulsar en los estudiantes su participación.

Una de las características del PIC16F84A es que tiene dos bloques de memoria, estos son la memoria de programa y la memoria de datos. Cada bloque tiene su propio bus, por lo que el acceso a cada bloque puede tener lugar durante el mismo ciclo de oscilador [9], esto permite la facilidad para utilizarse en un robot de combate.

C. Sensores de proximidad

Los sensores de proximidad son conocidos también como detectores de proximidad; estos detectan objetos a una distancia inferior aproximadamente de 1 centímetro, este tipo de sensor está clasificado entre los sensores sin contacto, así como los sensores de presencia [10].

Estos sensores pueden ser optoelectrónicos, magnéticos, inductivos, capacitivos y ultrasónicos. Es importante mencionar que algunos fabricantes y autores denominan también sensores de proximidad a los que proporcionan una señal analógica cuyo nivel es función de la distancia entre el objeto a detectar y el sensor así lo consideran [10].

Los autores [11] mencionan que existen dos tipos de sensores de proximidad inductivos, los cuales son los blindados y no blindados, los primeros tienen la una cubierta de metal alrededor del núcleo y la bobina, esto permite concentrar el campo electromagnético en la parte delantera del sensor. Mientras que el sensor no blindado tiene capacidad de detención por los costados, no solo al frente.

III. DESARROLLO

A. Conceptualización del algoritmo

La idea es diseñar un algoritmo básico para controlar los movimientos del robot dentro del ruedo de competencia. Se desea que el robot no entre en contacto con las paredes repetidas veces, por el contrario, una de las condiciones iniciales es que el robot choque con las paredes del ruedo de competencia lo menos posible; al mismo tiempo, el robot debe tener una rutina de búsqueda del robot rival y tratar de identificarlo. Por último, al entrar en contacto directo con un objeto, el algoritmo debe tener la capacidad de diferenciarlo de la pared y por consiguiente detectar que el objeto es el robot rival. En ese momento el algoritmo debe activar un funcionamiento de prioridad que consiste en mantenerse empujando al robot rival hacia adelante por tiempo indefinido.

B. Diseño del conjunto de sensores

En la Fig. 1 Se muestra el diagrama electrónico de la etapa de sensores. El robot cuenta con 5 sensores para adquirir información de su entorno. Tres de los sensores son detectores de proximidad modelo E18-D80NK. Estos sensores de proximidad detectan cualquier objeto de cualquier tipo de material que este sea y tienen la ventaja de que puede ajustarse la distancia mínima a la que se activan mediante un tornillo pudiendo calibrarse desde 3 cm, hasta un máximo de 80 cm.

Para este caso, los sensores se ubicaron en la parte frontal del robot, uno en el lado derecho y ladeado hacia la derecha, otro en el lado izquierdo y ladeado hacia la izquierda, por último el tercero se colocó en el centro alineado directamente hacia enfrente. Los dos sensores de los extremos están calibrados para activarse a una distancia de 35 cm, mientras que el del centro se ajustó para activarse a una distancia de 10 cm; con esto se logró

el siguiente funcionamiento: Cuando ninguno de los 3 sensores de proximidad está activado, significa que no existe ningún obstáculo en el camino del robot, por lo que avanzará de frente. Ahora bien, cuando los dos sensores de los extremos se activan al mismo tiempo, la lógica de control sabrá inequívocamente que lo que está enfrente es una pared del ruedo de combate, por lo que el robot hace una maniobra para cambiar de dirección. Por otra parte, si solo un sensor de los extremos se activa, cualquiera que este sea, la lógica de control sabrá entonces que el objeto podría ser una pared o podría ser el robot contrincante por lo que dará un pequeño giro y avanzará en esa dirección para investigar de que se trata. Finalmente si en algún momento se activan simultáneamente el sensor del centro y uno o incluso los dos sensores de los lados, entonces la lógica de control indicara al robot avanzar en esa dirección para tratar de atacar al robot enemigo.

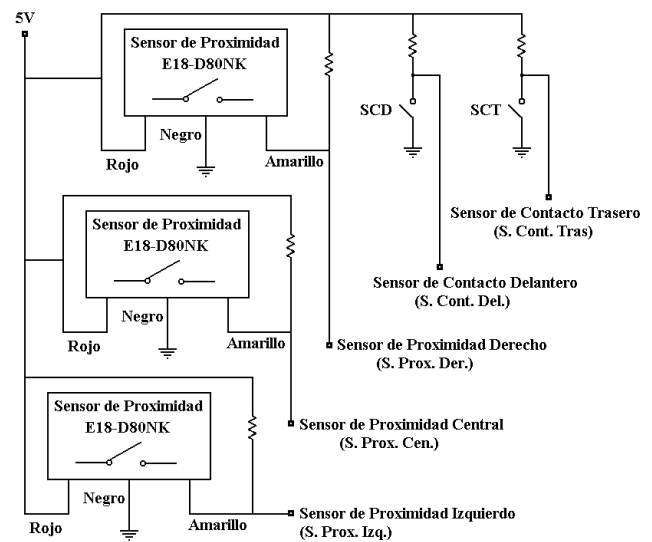


Fig. 1. Diagrama de la etapa de sensores para el Robot.

En la Fig. 2, se muestra una fotografía de uno de estos sensores de proximidad,



Fig. 2. Fotografía de un Sensor de Proximidad E18-D80NK.

Ahora se explicará el motivo y funcionamiento de los dos sensores de contacto. Los sensores de contacto son del tipo “Interruptores de final de carrera con rodaja”, conocidos simplemente como “Limiswitch”. Un sensor está colocado en medio del robot, al centro, en la parte delantera o frontal, y el otro está ubicado en la misma posición pero en la parte trasera. Están colocados en el chasis del robot de tal manera, que estos sensores no pueden activarse cuando el robot choca con la pared, ya que el mismo chasis y las orugas de tracción lo impiden; entonces, solo es posible que se activen al contacto

con un objeto que de alguna manera se encaje en el robot. En el caso del sensor de contacto delantero, cuando se active, la lógica de control sabrá de manera indudable que ha chocado con el robot enemigo, por lo que en ese momento avanzará hacia enfrente ignorando las señales de los sensores de proximidad, es decir, cuando el sensor de contacto delantero se activa, la lógica de control dará total prioridad al avance hacia enfrente no importándole ninguna otra condición del entorno, con el objetivo de someter al robot rival empujándolo hacia la pared.

De igual manera sucede con el sensor de contacto de la parte trasera, si este llegará a accionarse en algún momento del combate, la lógica de control entenderá de forma irrefutable que el robot contrario lo ha chocado por detrás por lo que ahora, ordenará a uno de los motores funcionar en reversa a toda potencia, tratando de zafarse del robot contrincante escapando hacia un lado.

C. Diseño de la tarjeta de control

En la Fig. 3 se muestra el diagrama electrónico de la etapa de control donde está integrado el PIC16F84A.

En primer lugar puede observarse el regulador de voltaje LM7805, se protege empleando un diodo 1N4004, ya que está alimentado directamente de la batería de potencia que energiza los motores. El Fusible F1 y el interruptor SW1 sirven para proteger y energizar todos los circuitos eléctricos del robot. Cabe mencionar que la salida del regulador LM7805 alimenta la etapa de sensores y todos los circuitos del robot que requieren de 5 volts para su funcionamiento por lo que el voltaje esta reforzado y sostenido en todo momento por los condensadores antes y después del regulador.

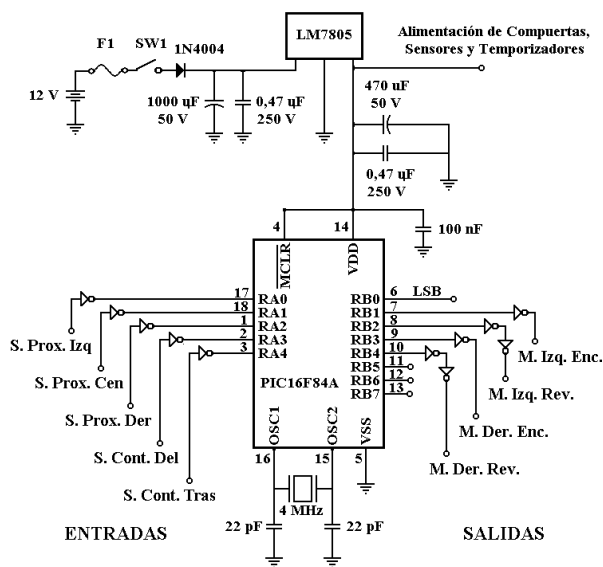


Fig. 3. Diagrama electrónico de la tarjeta principal.

Puede observarse que tanto las entradas como las salidas están conectadas a compuertas lógicas negadoras, tipo "NOT".

Para el caso de las entradas, esto tiene el objetivo de limpiar la señal que envían los sensores del robot, la compuerta limpia de ruido y de rebotes de contacto la señal de los sensores. Los sensores, cuando se activan envían un 1 lógico a la etapa de control, por ello la lógica de control programada en el PIC16F84A funciona entendiendo los ceros como unos lógicos y los unos como ceros lógicos.

En el caso de las salidas, el objetivo de las compuertas lógicas inversoras es reforzar la señal que envía el PIC16F84A a la tarjeta de potencia para hacer funcionar los motores, principalmente la explicación es que la corriente eléctrica proporciona la fuente de alimentación que alimenta las compuertas lógicas y no en si el propio PIC16F84A, con lo que este dispositivo queda automáticamente protegido de tener carga excesiva. Nótese también que el PIC16F84A envía ceros lógicos cuando ordena encender los motores o hacerlos funcionar en reversa.

Obsérvese que el motor debe primero encenderse para que pueda entonces mandarse funcionar en reversa. Las salidas RB2 (pin 8) y RB4 (pin 10) son las encargadas de hacer funcionar los motores en reversa, por lo que tienen acopladas dos compuertas lógicas negadoras en serie. Lo anterior es necesario para activar los temporizadores monoestables de las Fig. 4 y 5. Cuando el PIC16F84A no ordena hacer funcionar algún motor en reversa, en la salida existe un 1 lógico, negado es un cero, y vuelto a negar es otra vez un 1 lógico. Este uno lógico, carga el capacitor conectado a la terminal 2 del circuito temporizador NE555 de la Fig. 4 y/o 5, El capacitor al cargarse no produce ningún efecto en la salida del temporizador, es hasta que el PIC16F84A ordena activar alguno de los motores en reversa que sucede lo siguiente: El PIC16F84A envía un cero lógico a la salida RB2 o RB4 o ambas, este cero lógico negado es un uno lógico y vuelto a negar es un cero lógico otra vez, al llegar este cero lógico a la entrada del capacitor conectado al pin 2 del NE555 descargándose abruptamente, con lo que ahora si, el temporizador envía un pulso que dura un cierto tiempo según los valores que se coloquen en su configuración, este tiempo será la duración que el o los motores funcionen en reversa,

D. Diseño de la tarjeta de potencia

En la Fig. 4, Se muestra el diagrama del circuito electrónico diseñado para manejar la potencia del Motor Izquierdo. Enciende el motor a su velocidad nominal y también puede hacerlo funcionar en reversa.

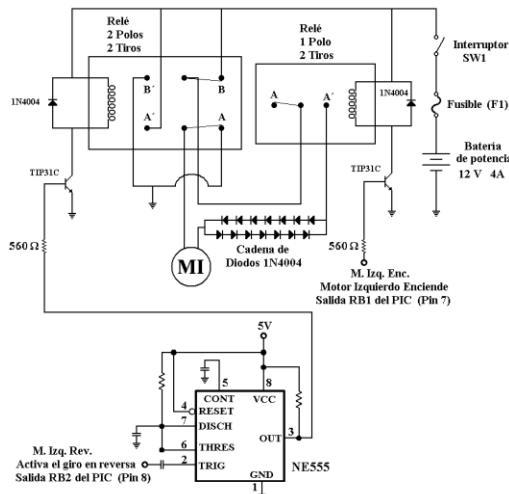


Fig. 4. Diagrama eléctrico para controlar el motor Izquierdo.

Para encender el motor, la placa recibe la señal de la etapa de control, directamente a la base del transistor TIP31C, esto hace que el transistor entre al estado de conducción y energice la bobina del relé de 1 polo y 1 tiro haciendo que la batería quede conectada al motor a través de los platinos de los dos relevadores, el diodo 1N4004 en paralelo con la bobina es para proteger al transistor del efecto “patada” de la bobina cuando esta se desenergiza.

Por otra parte, nótese que existe una cadena de diodos 1N4004. Estos diodos son la solución a un problema que se presentó en las etapas finales de construcción del robot. Resulta que los motores del robot trabajan con un máximo de 9 voltios y las bobinas de los relevadores forzosamente ocupan 12 voltios para lograr cambiar de estado la conexión de los platinos, con esta solución, los siete diodos absorben 4.9 voltios y conducen en cualquier sentido de corriente ya que están encontrados.

Ahora bien, para hacer funcionar el motor en reversa, se debe ordenar encender el motor y luego enviar la señal de encendido al temporizador, mismo que ya se explicó como a su salida brinda un pulso de aproximadamente 2 segundos en reversa. No se han puesto los valores exactos de la configuración del temporizador precisamente porque el tiempo en reversa depende de la dinámica y cinemática de los mecanismos del robot, de su velocidad y de su amplitud de vuelta, ya que robots más lentos requieren mayor tiempo en reversa y robots más rápidos o con vuelta menos amplia requieren menos tiempo en reversa para lograr la rutina de búsqueda, ataque y defensa que se pretende lograr con el algoritmo de control diseñado.

De igual forma, en la Fig. 5, Se muestra el diagrama del circuito electrónico diseñado para manejar la potencia del Motor Derecho. Es la misma tarjeta que para el motor izquierdo, enciende el motor a su velocidad nominal y también puede hacerlo funcionar en reversa.

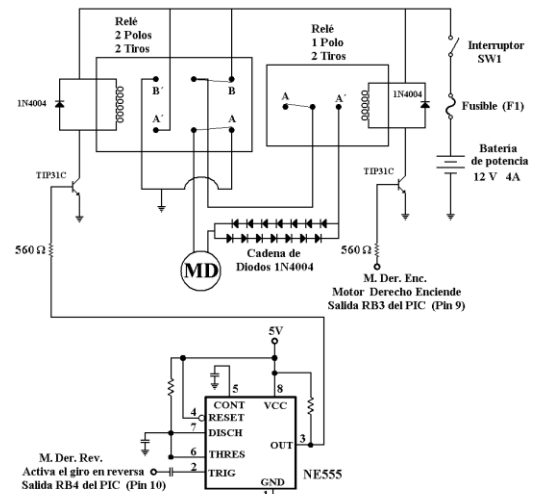


Fig. 5. Diagrama eléctrico para energizar el motor derecho.

E. Programación del PIC16F84A

En la Fig.6 Puede observarse el Programa que se grabó en el PIC16F84A para controlar los movimientos del Robot.

```

; Las entradas SPI, SPC, SPD, SCD, SCT se conectarán a las líneas del puerto A:
; RA0 (SPI, 17), RA1 (SPC, 18), RA2 (SPD, 1), RA3 (SCD, 2), RA4 (SCT, 3)
; Las salidas se obtienen del puerto B:
; RB1 (MIE, 7), RB2 (MIR, 8), RB3 (MDE, 9), RB4 (MDR, 10).
;
; ZONA DE DATOS *****
LIST                P=16F84A
INCLUDE             <P16F84A.INC>
__CONFIG            _CP_OFF & _NDT_OFF & _PWRT_ON & _XT_OSC

; ZONA DE CÓDIGOS *****
Inicio              ORG 0                                ; El programa comienza en la dirección 0.
                    bsf STATUS,RP0                       ; Acceso al Banco 1.
                    clrf TRISB                             ; Las líneas del Puerto B se configuran salidas
                    movlw b'00011111'                    ; Las líneas del Puerto A se configuran entradas
                    movwf TRISA
                    bcf STATUS,RP0                       ; Acceso al Banco 0.
Principal           movf PORTA,W                          ; Lee el valor de las variables de entrada.
                    andlw b'00011111'                    ; Se queda con los cinco bits bajos de entrada.
                    call TablaVerdad                     ; Obtiene la configuración de salida.
                    movwf PORTB                           ; Se mueve al puerto de salida.
                    goto Principal

; Subrutina "TablaVerdad" -----
TablaVerdad         addwf PCL,F                          ; (Configuración 0).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 1).
                    retlw b'00000100'                    ; (Configuración 2).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 3).
                    retlw b'00010000'                    ; (Configuración 4).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 5).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 6).
                    retlw b'00000100'                    ; (Configuración 7).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 8).
                    retlw b'00000100'                    ; (Configuración 9).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 10).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 11).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 12).
                    retlw b'00000100'                    ; (Configuración 13).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 14).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 15).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 16).
                    retlw b'00000100'                    ; (Configuración 17).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 18).
                    retlw b'00010000'                    ; (Configuración 19).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 20).
                    retlw b'00000100'                    ; (Configuración 21).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 22).
                    retlw b'00000100'                    ; (Configuración 23).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 24).
                    retlw b'00000100'                    ; (Configuración 25).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 26).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 27).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 28).
                    retlw b'00000100'                    ; (Configuración 29).
                    retlw b'00010100'                    ; (Configuración 30).
                    retlw b'00000100'                    ; (Configuración 31).
                    END

```

Fig. 6. Programa para el PIC16F84A

El programa es muy sencillo, se realizó mediante una tabla de verdad binaria, programada utilizando la función retlw que sirve para llamar la palabra binaria grabada en la memoria ROM que corresponde a la palabra binaria que esté activa en la entrada en cada ciclo de programa. Una tabla de datos en la

memoria ROM de programa es una lista de constantes que el programa puede recoger mediante la instrucción `retlw` [12]. Los valores de las constantes están grabados y no se pueden alterar. La única manera de alterar una tabla ROM es volver a grabar el microcontrolador [12].

A cada uno de los 32 posibles estados de entrada le corresponde uno de salida. En la Figura 11 se muestra el programa donde viene incluida la tabla de verdad utilizada.

IV. RESULTADOS

En la Fig. 7, Se muestra una fotografía de la Placa de control.

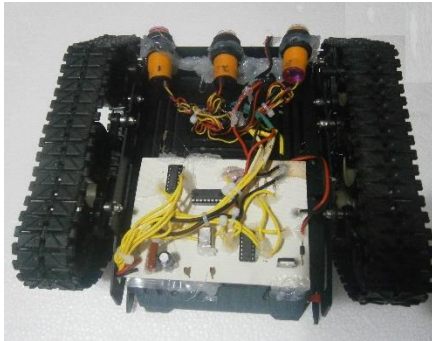


Fig. 7. Fotografía de la placa fenólica con los componentes soldados.

En la Fig. 8, Se muestra una fotografía de la placa fenólica de circuito impreso con los relevadores y demás componentes soldados; También pueden apreciarse los motores que están acoplados a un reductor de velocidad comercial.

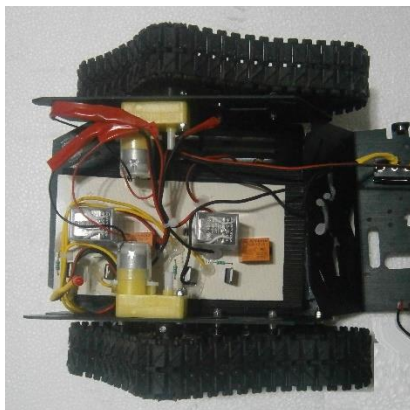


Fig. 8. Fotografía de la placa de potencia

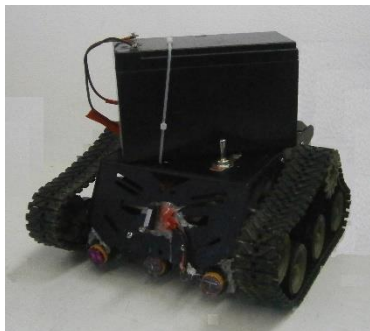


Fig. 9. Fotografía del Robot terminado

En la Fig. 9, se muestra una fotografía del Robot Terminado

V. AGRADECIMIENTOS

Los Autores agradecen al Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte los apoyos y permisos recibidos para el desarrollo de este trabajo.

VI. CONCLUSIONES

Se logró el diseño e implementación de los circuitos electrónicos para fabricar el robot de combate. Así como la programación de un algoritmo de control en un PIC16F84A.

El algoritmo de control no garantiza el triunfo, ya que el robot cuenta con puntos ciegos al no tener suficientes sensores que generen una acción determinada. Por ejemplo, si el robot contrincante ataca por un costado, el robot quedará en desventaja al no tener sensores a los lados. Entonces, hasta este punto de la investigación, el algoritmo de control únicamente tiene la capacidad de que el robot arranque, avance y busque al robot rival para atacarlo; esto se ha logrado y ha superado las expectativas iniciales del grupo de investigación. Este trabajo servirá de base para proponer en el futuro, nuevos diseños de robots y algoritmos de control inteligente. Cabe mencionar que por el momento no es posible comparar el desempeño del algoritmo de control, ya que se desconoce el diseño de los algoritmos de control de los robots contrincantes provenientes de otras Instituciones. Se pretende que en un futuro este robot sirva para comparar el desempeño de nuevos diseños.

Asimismo, esta propuesta sirve para promover e impulsar la participación de los estudiantes en los concursos de competiciones de robots, lo anterior es una tarea ardua, ya que requiere de perseverancia y buen desempeño por parte de los docentes involucrados para asesorar de forma correcta a los estudiantes, no obstante, también es una tarea noble cuya consecuencia es la contribución al desarrollo y formación de nuevos profesionistas con una preparación integral.

VII. REFERENCIAS

- [1] D. C. Karen y E. Asín Lares, *Sistemas de información para los negocios: Un enfoque para la toma de decisiones*, México: Mc Graw Hill, 2005.
- [2] J. Pastor, «Competiciones de microrrobots como promoción de la electrónica: ALCABOT – HISPABOT,» Madrid, 2004.
- [3] J. Pastor y F. J. Rodríguez, «La robótica como elemento de motivación del aprendizaje en los alumnos de ingeniería y potenciación de habilidades profesionales,» Madrid, 2006.
- [4] *Bibliografía y vidas 2004-2016*, «La Enciclopedia Bibliográfica en Línea,» [En línea]. [Último acceso: 10 Agosto 2016].
- [5] D. S. Lorca, «R.U.R Čapek: casi un siglo de robots,» *Eslavística Complutense*, vol. 2, pp. 211-218, 2002.
- [6] Universidad de Guadalajara, *Robótica*, Universidad de Guadalajara.
- [7] L. J. Gañán, «Robot Velocista de Competición basado en CORBA,» 2006.
- [8] E. P. Municio, F. Remiro Domínguez y L. J. López Domínguez, *Microcontrolador PIC16F84*, México: Alfaomega, 2004.
- [9] Microchip Technology Inc, «PIC16F84A,» Microchip, 2001.
- [10] E. M. Pérez, J. Marcos Acevedo, C. Fernández Silva y J. I. Armesto Quiroga, «Autómatas programables y sistemas de automatización,» Marcombo, 2009.

- [11] L. G. C. Ramírez, G. S. Abarca Jiménez y J. Mares Carreño, *Sensores y actuadores, aplicaciones con arduino*, México: Grupo Editorial Patria, S. A. de C. V., 2014.
- [12] Palacios, E., Remiro, F. y López, L. J., *Microcontrolador PIC16F84, Desarrollo de Proyectos*, Ed. Alfaomega, 2ª ed., México, 2006, Pág 157-160.

VIII. BIOGRAFÍAS



Julio Zenón García Cortés. Nació en la Ciudad de México, México, el 23 de Junio de 1969. Tiene 47 años. Sexo Masculino, Nacionalidad Mexicana. En Enero de 2000, se graduó como Ingeniero Electromecánico en el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte. En Diciembre de 2002 obtuvo el Grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica en el Instituto Tecnológico de Cd. Madero. Desde Agosto de 2004 trabaja como

Profesor en el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte. Sus áreas de interés son la Teoría de Control Automático y la Robótica. e-mail: profejulioz@hotmail.com.



Antonia Mireles Medina. Nació en Río Grande, Zac. México, el 15 de marzo de 1977. Nacionalidad mexicana. Sexo femenino. Se graduó en el año 2000 como Licenciada en Informática con Especialidad en Sistemas de Información en el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte. Ha concluido los estudios correspondientes en la Maestría en Administración en la Universidad Autónoma de Zacatecas. Actualmente es estudiante de Licenciatura en

Derecho, cursa el séptimo cuatrimestre en la Universidad Autónoma de Durango, Campus Zacatecas. Ha desempeñado sus funciones como docente, 2 años en el Centro Educativo Margil de Río Grande, Zacatecas. Tiene 13 años 7 meses como docente en el Instituto donde concluyó su Licenciatura en Informática. Sus áreas de interés son: La informática, inteligencia artificial, robótica, educación y el derecho. E-mail: mirelesmed_7@hotmail.com.



José Angel Montes Olguín. Nació en Río Grande, Zacatecas, México, el 19 de noviembre de 1977. Sexo Masculino. Nacionalidad Mexicana. Se graduó como Licenciado en Informática en el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte, donde trabaja como Profesor desde 2005. Sus áreas de interés son: Inteligencia Artificial, Realidad Aumentada y Data Science, aplicadas

principalmente a las áreas de educación y discapacidad. e-mail: anxelm@gmail.com.mx.



Francisco Javier Carrillo García. Nació en Río Grande, Zacatecas, México, el 10 de Septiembre de 1957. Tiene 59 años. Sexo Masculino, Nacionalidad Mexicana. Se graduó como Ingeniero Mecánico y Eléctrico en la Universidad Autónoma de México, donde trabajó como Profesor durante 12 años. Desde Septiembre de 1994 trabaja como Profesor en el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte. En

Septiembre de 2013, obtuvo el Grado de Maestro en Ciencias en Matemáticas Educativas en la Universidad Autónoma de Zacatecas. Sus áreas de interés son las Matemáticas y la Ingeniería Electromecánica y Mecatrónica. e-mail: carrillogarciafj@yahoo.com.mx.