

Capítulo 9

Montaje y pruebas del robot

9.1 Etapas de la elaboración de la parte mecánica

La primera etapa del desarrollo de robot fue el diseño de la parte mecánica, al ser limitada por las dimensiones del laberinto, y de acuerdo al reglamento para las competencias de robots de laberinto que especifica que el espacio para cada celda es de 16.8 cm por lado por lo que el primer límite en las dimensiones del robot es justamente esta medida pero debe tomarse en cuenta que el robot deberá tener las condiciones de maniobrabilidad y rapidez requeridas en la competencia, de esta manera podemos decir que mientras el robot tenga las menores dimensiones tendrá un mayor margen de maniobrabilidad pero por otro lado mientras más pequeño es el robot se requieren de componentes de menores dimensiones, de difícil manipulación y disponibilidad en el mercado nacional, también la autonomía del robot se ve reducida ya que no se pueden colocar fuentes de energía suficientes para la realización completa de la competencia y de etapa de pruebas previas a la competencia.

Posiblemente los componentes más importantes para la forma de la parte mecánica son los motores, pues estos ocupan la parte central ya que se ha optado por la configuración diferencial, dejando el espacio adecuado para los restantes componentes cuyas dimensiones han sido tomadas en cuenta para la forma y dimensiones finales del chasis.

Se optó colocar los motores y la fuente de alimentación en una base, acoplado por medio de postes de poliéster un placa electrónica controladora de la mismas dimensiones de la base de manera que se tiene una estructura modular parecida a la configuración de un sándwich, con los motores y la batería de litio polímero en la base inferior y la placa controladora que además incluye la fuente de alimentación constituida por un elevador de voltaje y un regulador de voltaje.

Las dimensiones que representan la mejor maniobrabilidad para el robot están contenidas dentro de un cuadrado de 9 x 9 centímetros, pero debido a la disponibilidad de tablas fenólicas de 10 x 10 centímetros se decidió por contener las dimensiones del robot dentro de un cuadrado de estas últimas dimensiones para el controlador electrónico.

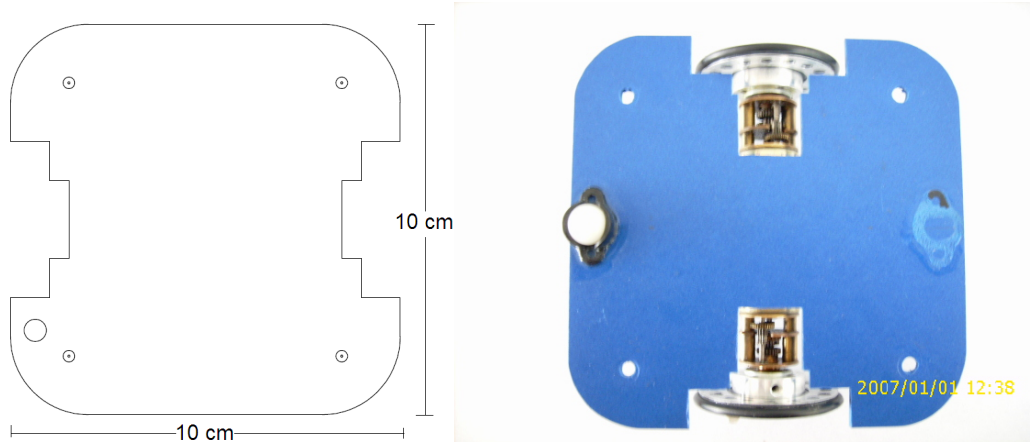


Figura 9.1 Dimensiones y apariencia de la parte mecánica

9.2 Montaje de la parte electrónica y ajuste de los sensores de proximidad y distancia.

Se decidió utilizar sensores de distancia infrarrojos con la configuración que muestra la figura 9.2, estos sensores ya han sido utilizados en algunos de los robots que han participado en previas competencias de robots de laberinto. Se puede observar del lado izquierdo la etapa del emisor y del lado derecho la parte del receptor.

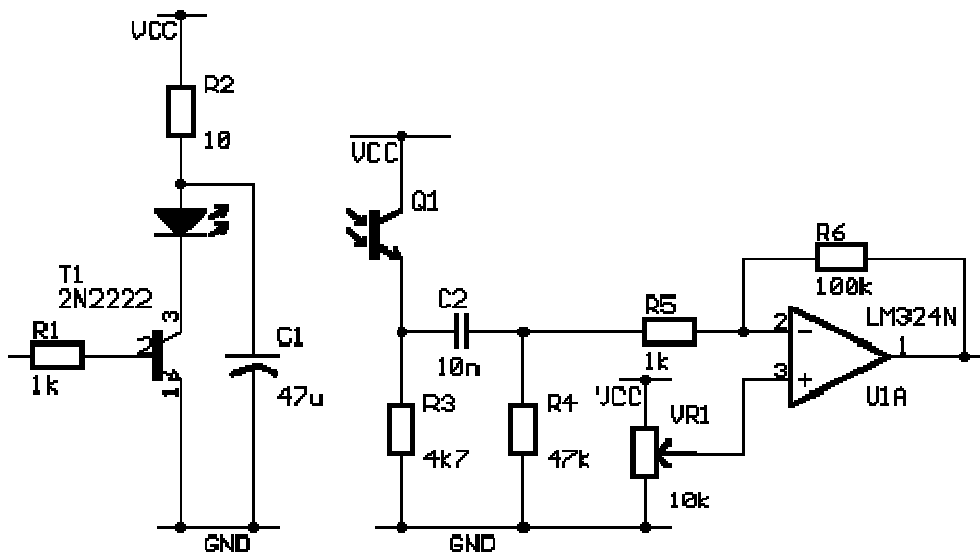


Figura 9.2 Diagrama de uno de los sensores

Por el lado del emisor tenemos un diodo infrarrojo IR333C que es un diodo emisor infrarrojo muy común y sin filtro de luz externa pero que se adapta al receptor PT331C, tiene un ángulo de emisión de aproximadamente 27 grados por lo que cubre un área suficiente como para ser reflejada y recibida por el fototransistor receptor. Por otro lado para que la intensidad de la radiación sea suficiente para compensar las pérdidas por dispersión y absorción de las paredes del laberinto se requiere la aplicación de una corriente eléctrica relativamente intensa por el diodo emisor lo que explica el bajo valor de la resistencia limitadora y además la presencia del capacitor que ayuda a proveer la corriente eléctrica necesaria cuando se activa el transistor y se carga cuando el transistor está en estado de corte que es la mayor parte del tiempo como se explicará en la parte donde se detalla el funcionamiento del sistema completo de sensores.

Por el lado del receptor se tiene como elemento sensor un fototransistor de las características que a continuación se mencionan: 5 mm de diámetro, transparente y con un ángulo de captación de 32 grados como máximo, en número de parte es PT331C.

Los dispositivos C2, R3 y R4 constituyen un filtro de la componente ambiental de luz, que contiene en algún grado luz infrarroja que puede interferir en las mediciones de forma que la lectura de los valores puede ser diferente dependiendo de las condiciones de la luminosidad ambiental, entonces estos elementos electrónicos eliminan la componente ambiental representadas como una corriente constante en el fototransistor, de esta manera el sistema solo es sensible a los cambios de intensidad como por ejemplo cuando el emisor emite luz infrarroja al momento de requerirse la medición de la distancia.

Funcionamiento del sistema de medición de distancia:

En el momento en que se requiere saber la distancia a la que se encuentra el robot de las paredes el sistema de software encargado del control de los sensores emite una señal de activar el emisor infrarrojo correspondiente a través del transistor asociado, señal que sale directamente por uno de los pines del microcontrolador configurado como salida digital, esta señal es llevada a la base del transistor por medio de la resistencia limitadora R1 o equivalente cuando se trata de otro de los sensores, una vez que se ha realizado esto se llama a una subrutina de retardo que espera 10 micro segundos, tiempo que le toma al conjunto sensor hacer una lectura adecuada, una vez que se ha tomado la lectura por medio del convertidor analógico digital se envía la señal de corte al transistor para evitar que el diodo emisor infrarrojo se dañe por causa de la sobre corriente a la que es sometido.

De entre las ventajas con que cuenta este sistema de sensado se tiene la inmunidad a los diferentes ambientes luminosos, la relativa independencia del ángulo de incidencia sobre la superficie de las paredes del laberinto y sobre el ángulo de reflexión con el que la luz reflejada regresa al sensor.

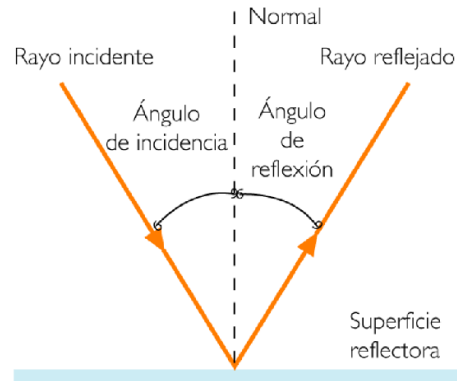


Figura 9.3 Ángulos de incidencia y de reflexión

Las anteriores consideraciones resultan importantes porque los sistemas sensores deben compensar los efectos de dicho fenómeno que produce diferentes valores de distancia dependiendo de los ángulos de incidencia y de reflexión, por lo tanto para evitar estos efectos se coloca como primera etapa el filtro que solo permite el paso de las señales variantes ajustadas al ancho de banda y luego un circuito amplificador con una configuración seguidora que aumenta la sensibilidad a las pequeñas señales que son generadas por fototransistor debidas a la limitada cantidad de energía que es captada por este componente.

Los resultados de las previas pruebas de estos sensores muestran que son aptos para la aplicación de cuantificar la distancia a la que se encuentran las paredes del robot, lo que en conjunto con los restantes sistemas de control le permitirán al robot navegar por el laberinto que constituye el ambiente de desempeño del robot.

Montaje de los sistemas sensores de odometría. Estos sistemas son importantes para la medición de la distancia que se ha trasladado el robot. Debido a que se tienen motorreductores que no cuentan con sistemas de medición de la velocidad o con encoders que permitan conocer el desplazamiento de cada una de las ruedas y por lo tanto también conocer la distancia acumulada del robot.

Los encoders que se tienen implementados tienen las siguientes características. Están directamente montados sobre las ruedas motrices y están conformados por 16 *ticks* por vuelta como se puede observar en la figura 9.4. Como elemento sensor que detecta el cambio de reflectancia entre cada uno de los ticks se tiene un emisor y fototransistor encapsulados con el número de parte QRE1113GR.

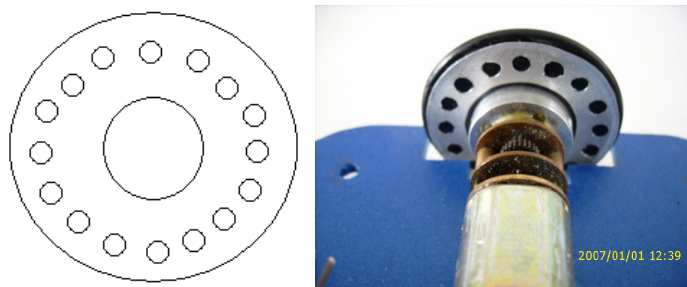


Figura 9.4 Colocación del encoder sobre cada una de las ruedas

Además de los sensores reflectivos se requiere de un circuito acondicionador de señales que adapte los valores analógicos que suelen entregar este tipo de sensores y los coloque en un nivel de tensión que puedan aplicarse directamente a los módulos contadores del microcontrolador empleado, esto implica que la señal que se aplica a estos módulos debe de tener la forma de un tren de pulsos que sea directamente proporcional al número de ticks que pasan por sensor reflectivo, de esta manera se puede conocer la distancia que ha recorrido cada una de la ruedas. El sistema de encoders se puede ver en la figura 9.5.

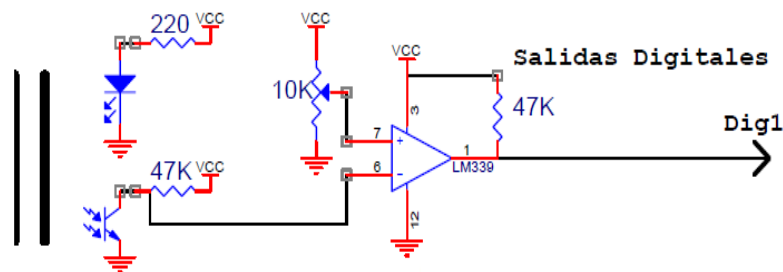


Figura 9.5 Sistema electrónico de acondicionador de encoders

El funcionamiento del circuito electrónico anterior se explica a continuación, se tiene la emisión constante de luz infrarroja por medio del fotoemisor limitado por la resistencia de 220 ohms, esta luz es reflejada en distinta magnitud dependiendo de la reflectividad de la superficie del encoder acoplado a cada una de las ruedas, provocando que el fototransistor varíe su conductividad dependiendo de la cantidad del luz infrarroja reflejada, esta conductividad permite variar el nivel del voltaje que llega a la entrada inversora del amplificador operacional que está configurado como un comparador cuyo nivel de tensión es fijado por la entrada no inversora conectada al divisor de voltaje conformado por el potenciómetro de 10 kilo ohms y como la alimentación es de 5 V entre Vcc y tierra, el voltaje de comparación puede variar desde 0 volts hasta 5 volts, la resistencia a la salida es para proporcionar el voltaje de *pull up* ya que la salida del circuito integrado utilizado (LM339) es de colector abierto.

En cuanto a la etapa de la fuente de alimentación. Debido a que se cuenta con una batería de litio polímero con un voltaje variable entre 6 y 8 volts dependiendo de la carga que tenga, se colocó un circuito elevador y regulador de voltaje que asegura que los motores cuenten con un nivel de voltaje constante lo que facilita el control de los movimientos de las ruedas, de ésta manera se pueden realizar movimientos controlados mediante el tiempo, entre otros medios de control. El diagrama del circuito elevador se muestra en la figura 9.6.

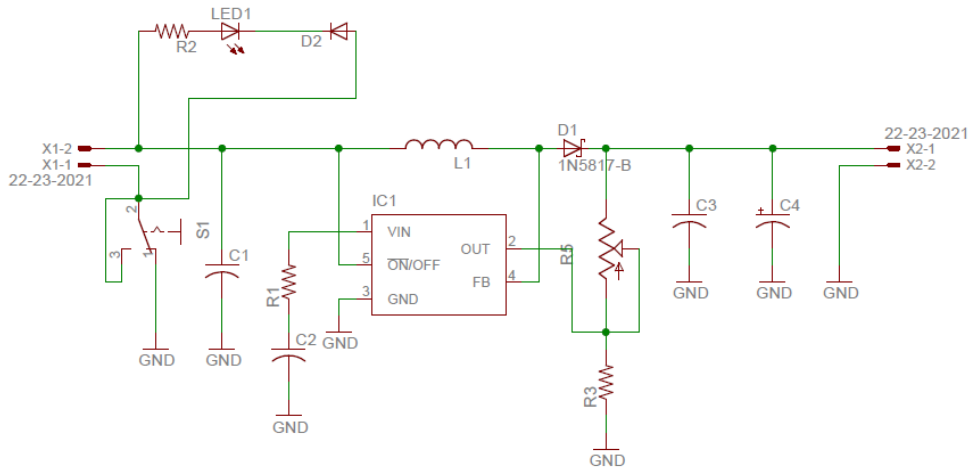


Figura 9.6 Circuito del elevador de voltaje regulado

Este circuito elevador y regulador de voltaje se encuentra justo entre la batería de litio polímero y la entrada de alimentación del sistema robótico general.

La batería que se ha seleccionado es una batería de litio polímero de 7.4 V formada por dos celdas de 3.7 volts cada una y 900 mAh, pero como ya se ha mencionado no mantiene un nivel de voltaje constante durante el ciclo de descarga.

El rango del voltaje de entrada del circuito elevador y regulador va desde los 3.5 hasta los 8.9 volts para la configuración que se muestra, se ha agregado además un circuito monitor del voltaje que consiste en la resistencia R2, el LED1 y el diodo zener D2 de 5.6 volts que hacen que el LED1 permanezca encendido mientras el voltaje de la batería proporcione un voltaje mayor de 6 volts.

El funcionamiento de la fuente elevadora se basa en el circuito integrado LM2577 que es un controlador para fuente conmutada de voltaje que sensa el nivel de voltaje requerido y lo ajusta según lo configuración de los componentes periféricos externos especialmente el potenciómetro R5 en la figura 9.6. La fuente elevadora es una fuente conmutada booster que conmuta el paso de la corriente que pasa a través de un inductor que eleva la tensión, entonces se hace pasar por un diodo de alta velocidad con lo que se obtiene a la salida un nivel de tensión de 9 volts pulsantes y como la frecuencia de esta tensión es relativamente alta se requiere de un capacitor electrolítico de capacitancia contenida (unos 100 microfaradios) para obtener un voltaje que puede proporcionar hasta aproximadamente 0.8 ampere de corriente.

Debido a que la inclusión de la fuente elevadora de voltaje se realizó en una etapa posterior al diseño del resto de los elementos de control y no se muestra en el diagrama que forma parte de la estructura del chasis, sino más bien como un elemento accesorio externo en la parte superior del robot como se puede apreciar en la figura 9.10.

En figura 9.10 se muestran también los apagadores que se requieren como parte de la seguridad, cuando sea necesario apagar completamente todos los sistemas del robot cortan completamente el flujo de la corriente que proporciona la batería. Estos apagadores son comunes e incluso obligatorios en muchas de las categorías del robots como la categoría *@home* de la división Robocup Senior, donde los robots podrían causar daños a las personas si estos salen del control de los diseñadores debido a fallas electrónicas o de inteligencia.

En la categoría de robots micromouse no se establece que los robots tengan estos apagadores pero su implementación resulta ventajosa porque si se tiene por lo menos dos apagadores uno general y otro que aplique solamente a los sistemas motrices se pueden hacer pruebas con la parte del controlador y los sensores sin tener habilitados los motores y depurar los distintos elementos antes de hacer las pruebas el sistema robótico completo así como corregir los posibles errores que se puedan presentar en la etapa de desarrollo o inclusive en la mismas competencias.

Etapa de controlador o *driver* de los motores

Este subsistema está formado por un circuito integrado dedicado a la tarea del controlar los dos motores. Está compuesto internamente por dos puentes H cuyo funcionamiento se ha detallado en el capítulo dedicado a las ruedas y motores.

Para el control de la dirección y la velocidad el circuito integrado tiene tres líneas de control para cada uno de los motores, dos de estas líneas determinan la dirección de giro del eje del motor asociado mientras que la última de las líneas habilita o deshabilita la salida de potencia hacia el motor, esta línea suele ser utilizada como en este caso para controlar la velocidad mediante la aplicación de una señal con modulación de ancho de pulso o PWM.

Existente también la posibilidad de utilizar solamente dos líneas de control, pero para hacer que el eje del motor gire en un sentido se debe hacer que las líneas que controlan la dirección tengan valores complementarios, así que se puede colocar una compuerta lógica que complementa una de las señales y la aplique a la otra línea que controla el sentido de giro del motor pero de esta manera no se cuenta con una de las combinaciones que resulta de utilidad en el comportamiento dinámico del robot, esta es la de hacer que el motor se detenga más rápidamente que solamente cortar el flujo de la corriente hacia los motores, si se produce un cortocircuito en las terminales de alimentación de los motores estos reducen más fácilmente la velocidad y alcanzan más rápidamente el estado de paro.

El sistema electrónico del robot, que no incluye la parte de la fuente elevadora, que como se ha mencionado antes se incorporó en una etapa posterior, se muestra en la figura 9.7.

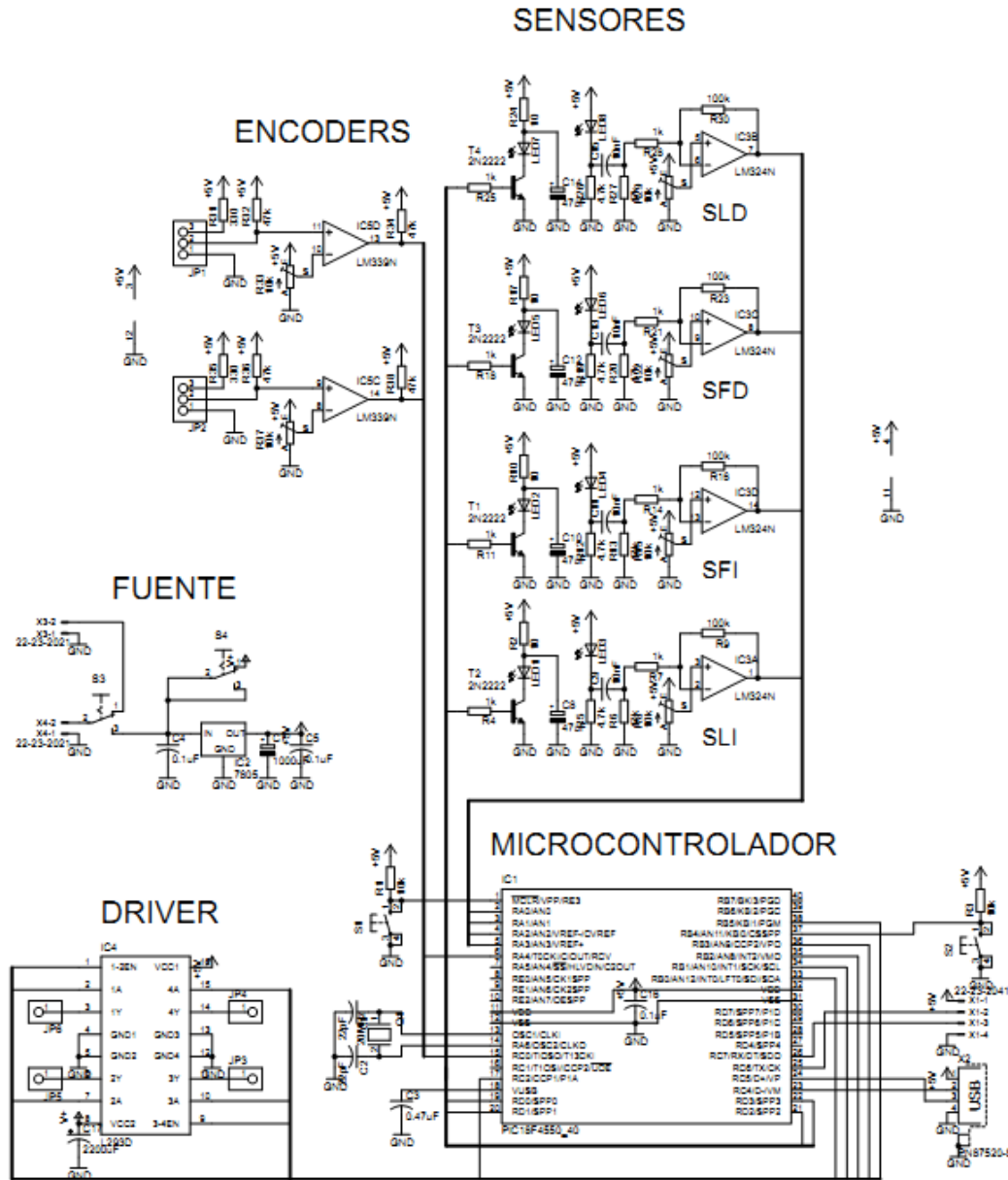


Figura 9.7 Diagrama electrónico general del robot

Se aprecia como elemento controlador a un microcontrolador PIC16F877, con 8 kB de memoria flash, que resulta suficiente para el programa.

Se observa también que se utiliza la comunicación serial asíncrona para poder depurar los programas de control y como vía de comunicación entre el robot y la computadora lo que permite, entre otras cosas, la visualización de los valores de algunas de las variables que guardan datos del proceso.

La placa de circuito impreso forma parte integral del chasis de la estructura del robot, con la adición posterior de la fuente elevadora de voltaje, por lo que las dimensiones de

la altura total de robot se han incrementado pero aún se ajustan a las dimensiones especificadas en el reglamento de las competencias de la categoría de robots de laberinto.

Se puede ver además la inclusión de varios capacitores que reducen el efecto que producen algunos subsistemas al funcionar y que requieren de picos de corriente intensos que pueden afectar sensiblemente el funcionamiento del controlador digital, que a pesar de tener los filtros de desacoplo no pueden proteger de las caídas importantes de tensión que suelen producir el funcionamiento del controlador de los motores y los sensores que requieren de pulsos de corriente elevados.

Una solución más efectiva sería la colocación de todos los elementos sobre la misma placa de circuito impreso y los restantes elementos sobre la placa. La forma más compacta que representa menor peso y que tiene mejor comportamiento dinámico es aquella donde lo placa controladora es parte de la misma estructura que sostiene a los demás elementos como los motores, lo sensores y la batería, pero este enfoque requiere de componentes más pequeños y precisos que suelen ser más caros y de difícil adquisición.

El diagrama electrónico del robot se diseñó en el entorno de desarrollo EAGLE, el esquema de PCB se muestra en la figura 9.8.

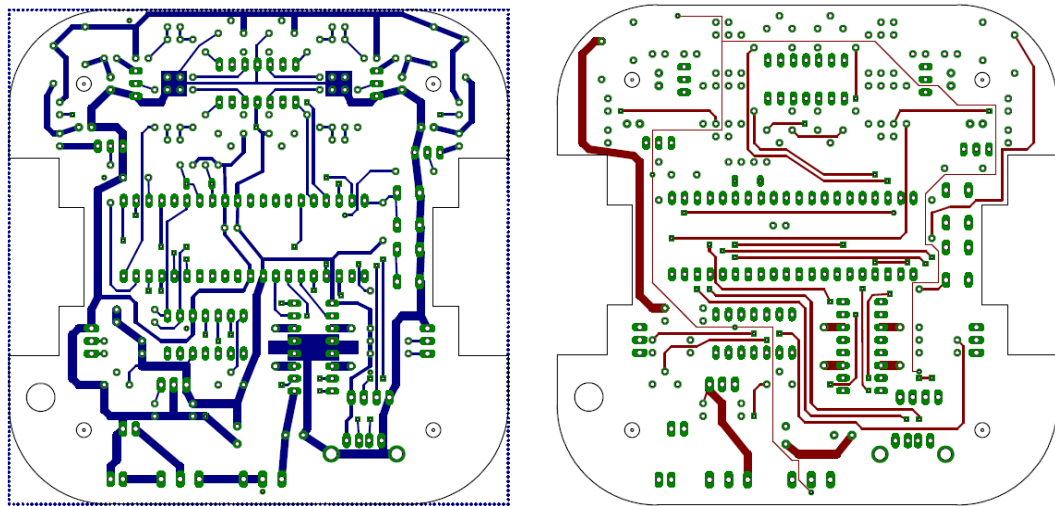


Figura 9.8 Capas inferior y superior de la placa PCB del robot

Se muestran en la figura 9.9 la colocación de los elementos electrónicos:

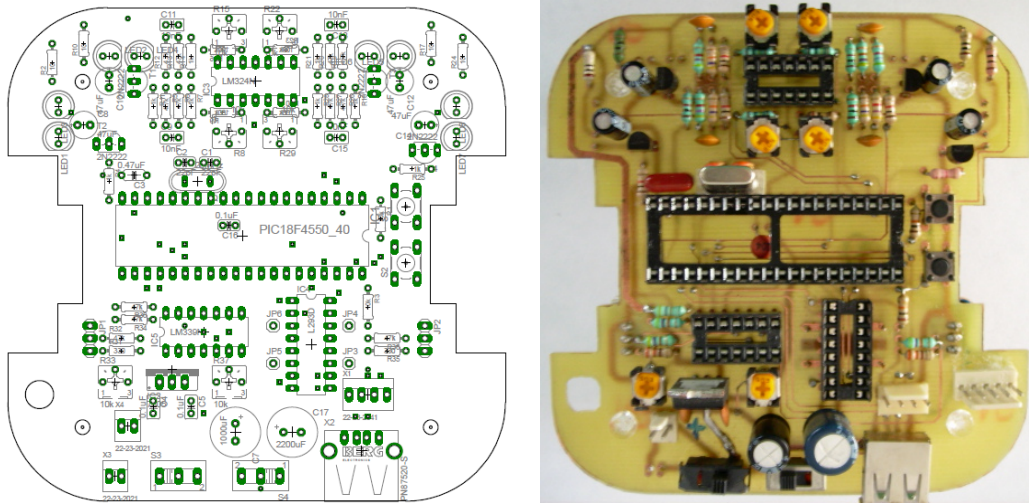


Figura 9.9 Vista superior de la colocación de los elementos electrónicos

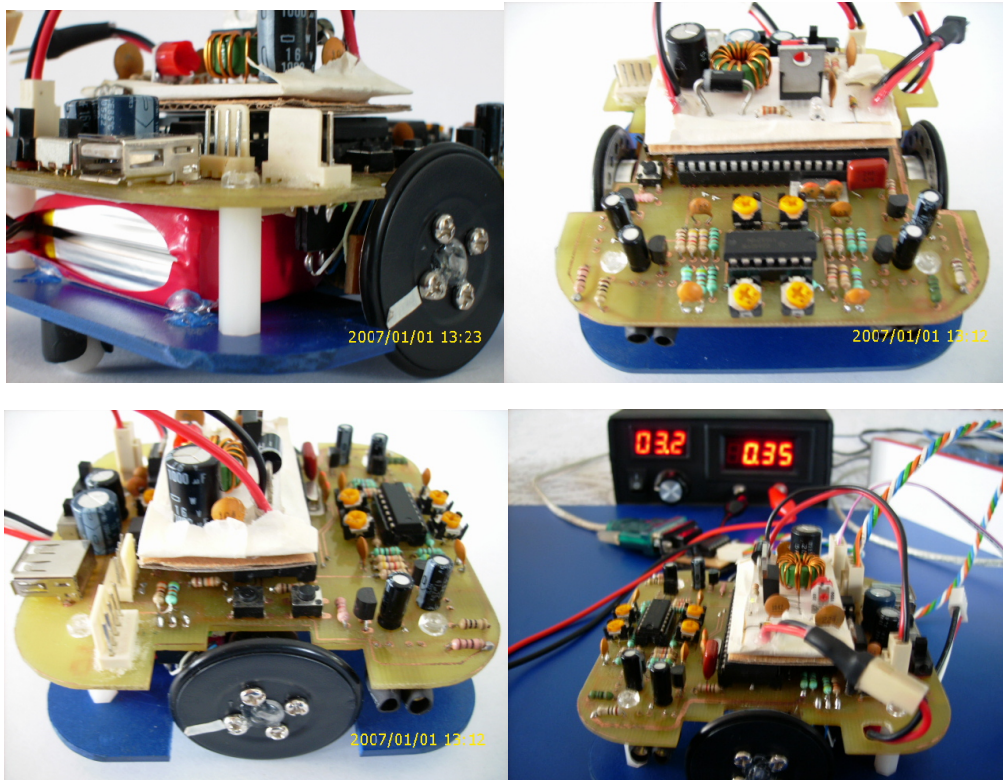


Figura 9.10 Algunas imágenes del robot completamente ensamblado

9.3 Codificación del algoritmo

Se decidió implementar el algoritmo de lógica de seguimiento de la mano derecha o izquierda, especialmente porque se ajusta a la competencia de robots micromouse en el Torneo Mexicano de Robótica 2011.

Algoritmo de la lógica de seguimiento de la pared izquierda o derecha.

Se basa en la regla de que estando dentro de un laberinto se puede encontrar la solución del mismo si se sigue siempre por la derecha o por la izquierda. La aplicación en los robots de laberinto consiste en que este robot deberá sensar la presencia de la pared derecha o izquierda dependiendo si ha programado el algoritmo de la mano derecha o el algoritmo de la mano izquierda.

La aplicación específica de este algoritmo con los pasos detallados, para el caso del seguimiento la pared de se muestra a continuación.

9.4 Aplicación específica para el Torneo Mexicano de Robótica

La siguiente metodología se ha empleado para la aplicación específica en la competencia del Torneo Mexicano de Robótica, en donde se ha modificado el laberinto para hacer posible la aplicación de la metodología de solución de laberintos mediante el seguimiento de paredes.

El primer paso que se ha realizado es la parte de los controladores que establecen la interface entre la parte principal de software controlador y los periféricos que obtienen la información de los sensores de distancia o de la velocidad a la que rotan las ruedas en determinado momento o que generan las señales que controlan a algunos de los periféricos como el módulos CCP que aplican una señal PWM para controlar la velocidad de los dos motores.

El diagrama de la figura 9.7 se puede observar la conexión de cada uno de los periféricos que se utilizan, los cuatro sensores de distancia, los dos sistemas de encoders y las conexiones que se emplean para el control de la dirección y la velocidad de los motores. De esta manera ha sido posible la generación de macros (equivalencias entre instrucciones y etiquetas) que facilitan el modelo de programación.

Tomando en cuenta los puertos que se han utilizado para el control de los motores se hacen las siguientes instrucciones.

```
#define STOP          output_b(0x00)
#define FORWARD      output_b(0x05)
#define BACKWARD     output_b(0x22)
#define LEFTTURN     output_b(0x21)
#define RIGHTTURN    output_b(0x06)
```

Estos macros establecen el sentido de movimiento del robot, para el que el robot se desplace o que tenga un comportamiento dinámico se debe enviar la señal PWM que es generada por medio del código que se muestra a continuación:

```
setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
setup_adc_ports(ALL_ANALOG);
setup_ccp1(CCP_PWM);
setup_ccp2(CCP_PWM);
setup_timer_2(T2_DIV_BY_16, 156, 1);
```

Y una vez que se ha configurado esta señal se coloca la que configura el módulo CCP:

```
set_pwm1_duty(PORCENTAJE DE CICLO DE TRABAJO*625/100);
set_pwm2_duty(PORCENTAJE DE CICLO DE TRABAJO *625/100);
```

Considerando que la velocidad de la rueda derecha es controlada por el módulo CCP1 y la rueda izquierda es controlada por el módulo CCP2.

Por el lado de los sensores se utilizan los pines del microcontrolador que se muestran en el diagrama de la figura 9.7.

La activación y lectura de cada sensor se realiza utilizando el convertidor analógico digital por medio de la siguiente función.

```
unsigned int8 ReadSLI(void)
{
    unsigned int8 ADCvalue;
    set_adc_channel(0);
    delay_us(20);
    output_high(PIN_D3);
    delay_us(TIMEsensor);
    ADCvalue=read_adc();
    output_low(PIN_D3);
    return ADCvalue;
}
```

El valor obtenido representa la distancia del robot a cada una de las paredes de la celda en la que se encuentra el sensor. La decisión de la dirección que ha de seguir el robot la determina la presencia de las paredes de la celda en que se encuentra en ese momento. Esta función determina la presencia de las paredes por medio al hacer las llamar a las funciones de lectura de los sensores, luego hace la comparación con un valor que representa la presencia o no de las mismas y regresa un valor de 8 bits.

La función que comprueba la presencia de las paredes es la siguiente:

```

unsigned int WallCheck()
{
    //walls es una variable entera no signada que representa la presencia de las paredes
    //es equivalente a "paredes"
    unsigned int SLI, SFI, SFD, SLD, walls=0;
    SLI=ReadSLI();
    SFI=ReadSFI();
    SFD=ReadSFD();
    SLD=ReadSLD();
    if(SLI<WallExist) walls = walls | 8;
    if(SFI<WallExist || SFD<WallExist) walls = walls | 6;
    if(SLD<WallExist) walls = walls | 1;
    return walls;
}

```

Ya que se tiene la variable que representa las paredes de cada una de las celdas se llama a la función que decide el próximo movimiento, específicamente se llama a esta función cuando se detecta que se ha llegado al centro de cada una de las celdas, este control se hace tomando como base de tiempo.

La función correspondiente es la siguiente:

```

void RightHand()
{
    Forward_();

    if(ReadSFI(<35 || ReadSFD(<35)
    {
        TurnRight90();
        TurnRight90();
    }

    else
    {
        Forward_();

        if(ReadSLD(>100 || ReadSLI(>100)
        {
            unsigned int wall;
            Forward_();
            delay_ms(TimeToReachCenter);
            wall = WallCheck();
            switch(wall){
                case 6 : ToRightCell(); break;
                case 14: ToRightCell(); break;
            }
        }
    }
}

```

```

    case 8 : ToRightCell(); break;
    case 0 : ToRightCell(); break;
    case 7 : ToLeftCell() ; break;
    case 1 : Forward_() ; break;
    case 15: Turn180() ; break;}
}

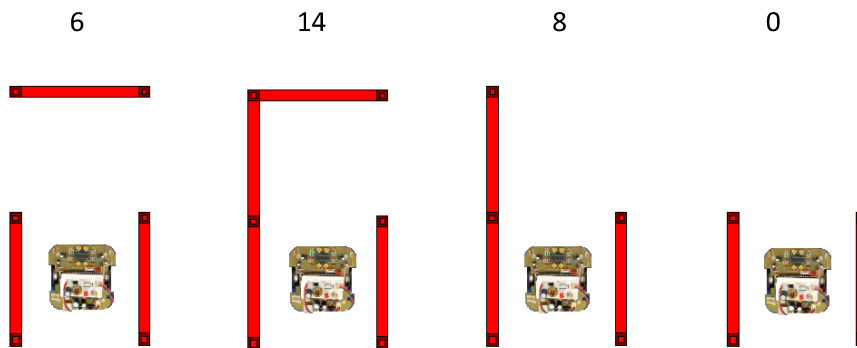
else Avoid();
}
}

```

Los valores que regresa la función WallCheck() corresponden a la configuración de las paredes, este valor está dado por medio de la variable *wall*, luego esta variable es procesada en un *switch case* que determina la siguiente función que será llamada como próximo movimiento que realizará el robot. Cada una de la funciones es controlada mediante tiempo porque se tiene una fuente de voltaje constante que permite que los motores tengan un comportamiento conocido.

Los posibles valores que tomará la variable *wall* corresponde a las combinaciones de la presencia de las paredes siguiendo la siguiente lógica de movimientos (moverse hacia...)

paredes:



Siguiente movimiento:

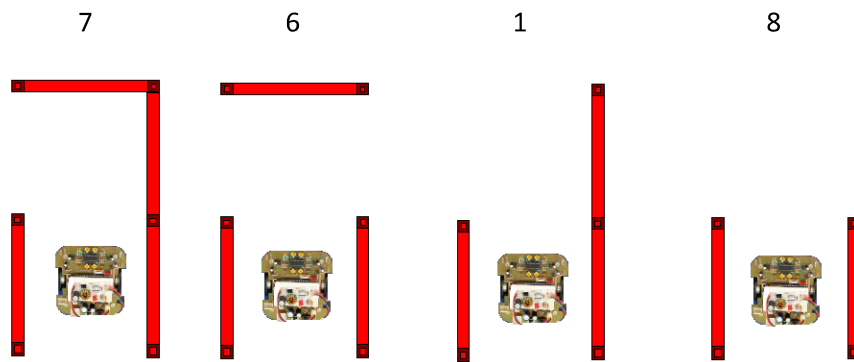
Derecha

Derecha

Derecha

Derecha

paredes:



Siguiente movimiento:

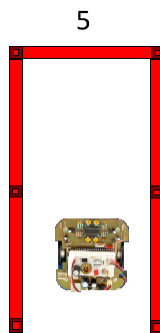
Izquierda

Derecha

Adelante

Derecha

paredes:



Siguiente movimiento:

Gira 180 grados

Figura 9.11 Movimiento del robot en las intersecciones

Cuando el robot pasa de una celda a otra utiliza la función AVOID() que se encarga de llamar a las funciones de lectura de los sensores laterales, una vez que se tiene los valores de las distancias de estos sensores se introducen de manera diferencial a los controladores de la velocidad por medio de las funciones que controlan las señales PWM para cada uno de los motores.

```
void AVOID()
{
  unsigned int SLI, SLD;
  SLI=ReadSLI();
  SLD=ReadSLD();
  if(SLI<BIAS && SLD<BIAS){
    set_pwm1_duty((BIAS-SLD)*(625/100));
    set_pwm2_duty((BIAS-SLI)*(625/100));
  }
  else
  {
    set_pwm1_duty(50*625/100);
    set_pwm2_duty(50*625/100);
  }
  FORWARD;
  delay_ms(TIMEms);
}
```

Si el robot se encuentra a la misma distancia de las paredes su velocidad es máxima hacia adelante, si se desvía hacia cualquiera de los dos lados entonces hace las correcciones necesarias que le lleven de nuevo hacia el medio de las celdas del laberinto.

9.5 Software necesario para cargar y ejecutar el programa controlador.

Para la edición del código se ha empleado el compilador CCS para microcontroladores PIC, también se utilizó el simulador PROTEUS para depurar algunos de los componentes como la parte de los sensores y la configuración del generador de señales PWM para el control de la velocidad de los motores. Para cargar el programa compilado al microcontrolador se utilizó el programador de código libre GTP USB LITE SUMMER.

9.6 Pruebas del robot en el Torneo Mexicano de Robótica

Las pruebas más importantes realizadas en el robot se llevaron a cabo en el Torneo Mexicano de Robótica (TMR 2011) realizado en el Instituto Tecnológico Autónomo de México ITAM.

La pista fue modificada para ser resulta por medio de las técnicas de lógica de seguimiento de paredes, la pista se muestra en la figura 9.12.

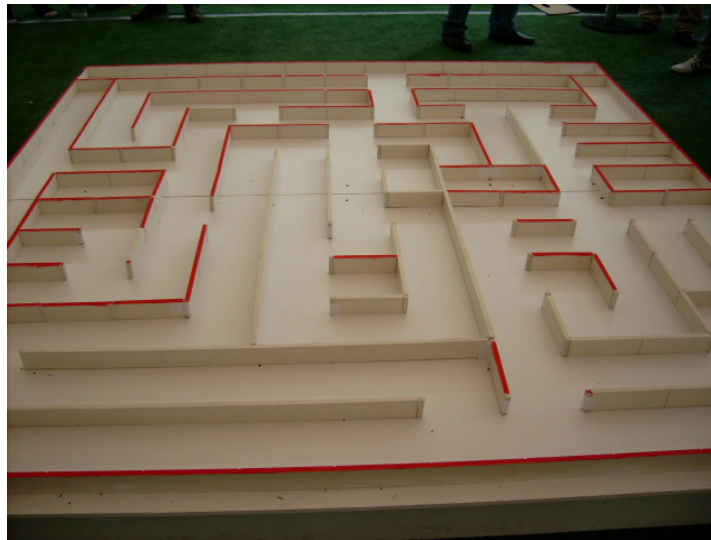


Figura 9.12 Laberinto micromouse para la prueba en el TMR 2011

Este laberinto fue construido con materiales diferentes a los utilizados en las competencias estándares, que son como los que se muestran en la siguiente figura, y con los cuales se hicieron las pruebas preliminares, las diferencias principales estuvieron en la reflectividad de las superficies de las paredes y la enorme variación de esta característica de una parte de laberinto hacia otra, lo que no se apreciaba a la vista de ojo humano pero que era detectada por los sensores del robot, tomando en cuenta el comportamiento reiterado del robot en ciertas partes identificadas del laberinto, situación además agravada por los efectos de la luz ambiental incidente.

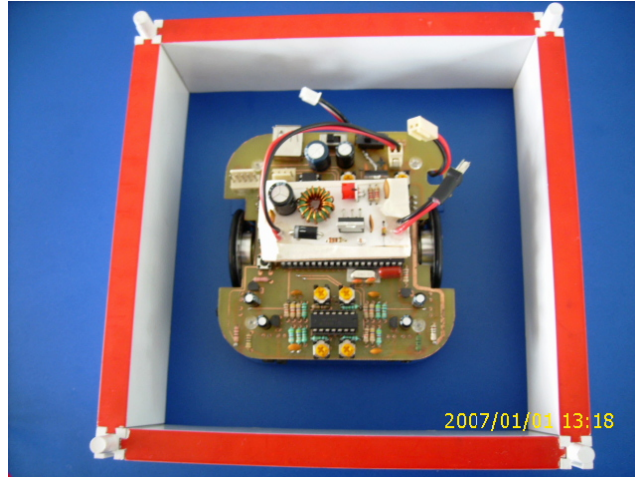


Figura 9.13 Muestra de una de las celdas estándares para pruebas micromouse

Aún con las condiciones de luz ambientales poco favorables el robot propuesto se desempeñó de manera notable de entre todos los robots participantes (véase la figura 9.14)

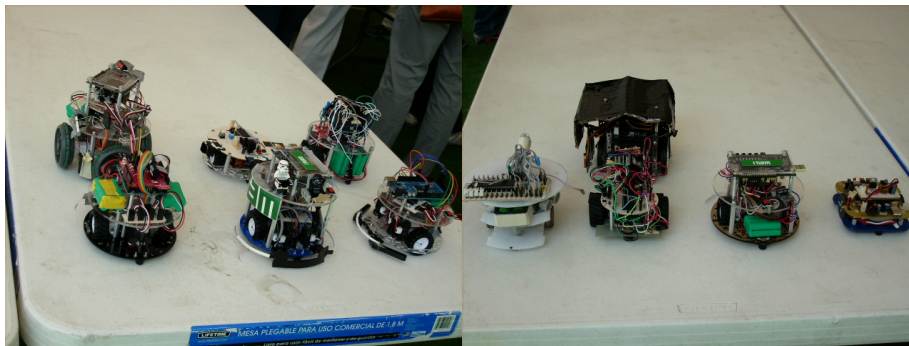


Figura 9.14 Algunos de los robots participantes en el TMR micromouse

Es importante mencionar que el robot, a pesar de las altas probabilidades de obtener un excelente resultado en la competencia presentó problemas electrónicos que le impidieron participar en la última etapa de la eliminatoria, a la que tenía acceso al puntuar satisfactoriamente en las etapas eliminatorias previas.