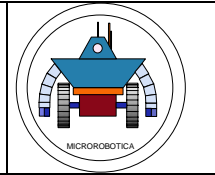




Madrid-bot



Prueba de rastreador - 2010 PIÈRRE-PIQUÈT

Bryan Vélez Flórez
Paiza2005_9@hotmail.com
telf.: 678-054-094
I.E.S." Juan de la Cierva"

1. RESUMEN

Robot rastreador llamado Pièrre-Piquèt diseñado para participar en la prueba de rastreadores del concurso Madribot que consiste en seguir un camino de color negro, con diferentes señales y bifurcaciones sobre fondo blanco con ayuda de 8 sensores que lleva en la parte delantera. Dicho concurso se celebrará los días 23, 24 y 25 de Abril de 2010. También tiene como objetivo ser el proyecto de final de curso por alumnos de 2º curso del Ciclo Formativo de Grado Superior de Desarrollo de Productos Electrónicos, en el modulo de Desarrollo de proyectos de productos electrónicos que se imparte en el I.E.S. "Juan de la Cierva" de Madrid.

2. INTRODUCCION

Según la normativa de Madridbot para la prueba de rastreador, los Robots han de poseer unas dimensiones máximas de 20 cm de ancho y 30 cm de largo, siendo libres la altura y peso que puedan tener. En cualquier caso deben ser completamente autónomos, es decir, no podrán disponer de ningún tipo de conexión o comunicación con el exterior, ni se podrá operar directamente sobre ellos una vez comenzada la prueba.

El robot sigue líneas que he diseñado, está compuesto por una plancha de PVC en el cual se sostiene: en la parte inferior la placa de sensores con un bus de datos que conecta con la placa principal que se encuentra en la parte superior más alta del robot. La plancha de PVC tiene una forma ovalada con unas medidas de 15x10 cm en sus extremos y en la parte central se reduce a 8 cm de ancho; para el guía sostenedor había pensado una mini rueda loca de goma con un muelle que le permitía girar sobre su eje, pero debido al tamaño reducido del robot y

la situación de los sensores he preferido mejor una rueda de plástico de pololu de 2 cm de altura, la cual reduce mucho espacio y es muy eficaz.

Para las ruedas principales se me supuso muchas dudas a la hora de escoger que ruedas llevar, ya que si ponía unas ruedas pequeñas con las cuales podía hacer más pequeño el diseño, no conseguía más terreno y tampoco me coincidía con el espacio reservado para los sensores partiendo de que los motores no tenían opción de cambio de altura o posición, al final opté por la primera idea que se me había ocurrido que era utilizar unas de plástico PVC de 7 cm de diámetro, las cuales son perfectas en tamaño y fáciles de ensamblar.

Los motores que he adaptado al robot son dos servos trucados convertidos ya en continua conservando su engranaje original, lo cual les ralentiza considerablemente pero la fuerza es potente y el consumo es muy mínimo.

3. DESCRIPCION LITERAL DEL FUNCIONAMIENTO

Seguimiento de líneas:

El funcionamiento del programa consiste en una palabra que envían 8 sensores según lo que se encuentren leyendo 1 ó 0, para la elaboración del programa pensé en dos maneras de realizar la detección y los movimientos según lo que detecte, una de las ideas era en programar el robot de modo que solo reconozca 6 palabras pre-programadas y que obedezca cuando las detecte; y la otra era que sea autónomo a lo que se vaya detectando sea el negro de la línea y las bifurcaciones a su paso o los finales de línea.

Los sensores están ordenados de izquierda a derecha y que he llamado RB0-RB7, siendo dos en el extremo derecho e izquierdo para la detección de la

dirección a tomar en las bifurcaciones, dos en el centro los cuales siguen el camino y al lado de los dos centrales uno para el giro a la derecha o izquierda, no dejando pasar los límites del blanco y el negro.

En principio el programa hace un reconocimiento del suelo y verifica los colores, según sea cada caso a continuación:

- En línea recta:

Posición correcta de avance lineal; este caso consiste en hacer mover el robot hacia adelante a máxima velocidad proporcionada por la señal PWM, lo que nos quiere decir que en esta posición están leyendo negro los dos sensores del medio siendo sensor RB3 y sensor RB4.

- Desfase a la derecha

Es probable que el robot se vaya desviando de la línea negra la cual debe ser leída solo por sensor RB3 y RB4, en este caso se desvía a la derecha siendo así estaría leyendo la línea negra probablemente los sensores RB2 y RB3 lo cual es incorrecto, entonces se hace mover el robot hacia la izquierda hasta conseguir la posición de línea recta.

- Desfase a la izquierda

Al igual que el desfase a la derecha, el desfase a la izquierda pasa exactamente igual pero aquí la línea negra sería leída por los sensores RB4 y RB5, entonces es necesario hacer girar el robot hasta centrarlo de nuevo.

- Indicación de giro derecha

Cuando los sensores indican negro en RB3 y RB4 significa línea recta pero si indican también a su vez los sensores RB6 y RB7 es porque se acerca a una bifurcación y se debe girar a la derecha, también hay que tener en cuenta que el sensor RB5 debe leer blanco porque si no sería otro caso

- Indicación giro izquierda

Exactamente igual que la indicación de giro a la derecha solo que esta vez los sensores que leen negro son RB3 y RB4 en la línea recta y RB0 y

RB1 en la indicación izquierda; RB2 tiene que leer blanco y los demás es indiferente.

- Giro en bifurcación a la derecha

Este caso es probablemente el más difícil de todos ya que aquí es muy probable que algún sensor no haga su lectura correspondiente y que desvíe la trayectoria o haga que la velocidad se desfase. La lectura de los sensores debe ser: después de haber leído la indicación de giro a la derecha RB6 y RB7 han leído negro y entraría el programa en un bucle que consiste en que después de que los sensores RB6 y RB7 hayan leído negro, vuelvan a leer blanco y que RB4 y RB5 vayan leyendo el límite de blanco y negro; RB4 siempre negro y RB5 siempre blanco consiguiendo así el giro a la derecha, obligando a los sensores RB3 a leer siempre negro y RB0, RB1 y RB2 siempre blanco pero solo hasta que sea necesario volver a mantener la línea recta ya que estos cuatro sensores tienen que leer la línea negra del lado izquierdo indicando que ya termina la bifurcación entonces cuando RB0 RB1 RB2 y RB3 lean la línea negra y solo RB0 RB1 y RB2 vuelvan a leer blanco es cuando ya finaliza la bifurcación y vuelve el programa a empezar leyendo solo línea recta.

- Giro en bifurcación a la izquierda

Este caso es exactamente igual al anterior solo que los sensores que leen la indicación son RB0 y RB1; los que siguen el límite de blanco y negro son RB2 y RB3; los que están siempre en blanco son RB5, RB6 y RB7 encargados también de indicar el final de bifurcación.

- Giros en curvas pronunciadas

En los giros de curvas más pronunciadas según las normas de la prueba de rastreadores proporcionada por MadridBot, el radio mínimo de curvatura es de 5 cm, en esta parte en cuestión los sensores RB3 y RB4 leerán la línea con normalidad solo hasta que uno de ellos lea blanco, a partir de ahí comenzará a girar a la derecha o izquierda según sea el caso.

- Curvas poligonales y de 90° grados

En este caso a pesar de ser líneas rectas los ángulos pueden hacer perder los sensores, entonces lo que se pretende es cada vez que RB3 y RB4 sigan la línea negra con normalidad y se detecte negro en los sensores RB2 ó RB5 sin

que los sensores RB3 ó RB4 lean blanco, nos daríamos cuenta de que lo ha detectado por una línea de frente y que entramos en un ángulo poligonal o de 90 grados, lo que haría girar inmediatamente el robot hasta que se detecte blanco en alguno de los sensores RB2 y RB4 ó RB3 y RB5, lo que haría continuar el programa en línea recta de nuevo.

Visualización en pantalla:

La pantalla LCD se encarga de visualizar y mostrar el estado actual de los sensores si lee 1 ó 0, simplemente con leer el puerto B donde se encuentran conectados los sensores y rotando los bits de izquierda a derecha, se van llamando a la subrutina de LCD_Character que viene en la librería de control del LCD (librerías que vienen incluidas en el CD, en la carpeta librerías), esta librería tiene una serie de subrutinas donde se puede llamar y hacer leer cualquier carácter ASCII en la pantalla y hacer otro tipo de aplicaciones, y según nos devuelva el carry se va escribiendo el número que corresponde.

4. ARQUITECTURA DEL HARDWARE

Fuente de alimentación:

La entrada de alimentación es con una batería LiCoO2 de 7,4 V con 2 células de 3,7 V a 1300 mAh, este tipo de batería, están fabricadas con la nueva tecnología de litio y óxido de cobalto. Sus características en carga y descarga son idénticas a las baterías LiPo, sin embargo esta permite la carga hasta 5C agilizando el tiempo de carga.

En la fuente de alimentación utilizo también el regulador 7805 con disipador de calor que permite alimentar el robot a 5 voltios; con 2 condensadores de desacoplo de 100nF y un condensador de 470nF, lo recomienda el fabricante para evitar picos de tensión.

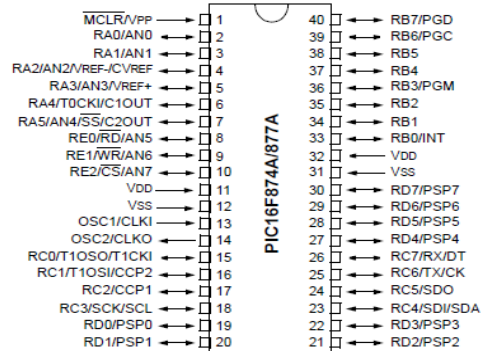
Microcontrolador PIC16F877A:

El PIC16F877A es un integrado CMOS de 40 patillas con 5 puertos de entrada y/o salida, patillas para reloj, un máster clear, alimentación y masa, en mi caso utilizo el puerto B para entrada de datos de sensores, el puerto C para conexión con RS232, PWM, BUS I2C, y LED's luminosos; el puerto D y

E para pantalla LCD. Este integrado es el encargado de todas las funciones de los periféricos del robot, sus principales características son:

- Velocidad de 4MHz y ciclo de máquina de 1 uS
- Memoria Flash de 8Kb (14 bits)
- 368 bytes de memoria de datos
- 256 bytes de memoria de datos EEPROM
- 1 Watchdog
- 2 TIMER contadores de 8 bits
- 1 TIMER contador de 16 bits
- 8 canales de conversión analógico y digital de 10 bits
- Power on reset
- Modo SLEEP de bajo consumo
- Voltaje de alimentación entre 2V y 5,5V
- Unidades de captura y comparación PWM
- Pila de 8 niveles
- Puerto serie síncrono Master SSP con SPI e I2C (master-slave)
- Puerto paralelo Esclavo PSP
- USART
- Hasta 14 fuentes de interrupciones internas y externas
- Modos de direccionamiento directo e indirecto
- Código de protección programable

40-Pin PDIP



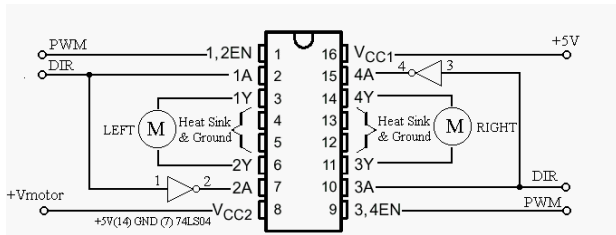
Entradas y control de motores:

Para el control de motores de continua utilizo el integrado L293B con 8 diodos para cada motor y con dos inversores 40106 Tiger Schmitt para manejar la dirección e invertir el sentido del giro de los motores con una sola patilla del micro para cada motor (RD1, RD2), de las patillas RC1 y RC2 del

micro sale la señal PWM que va a la entrada de los enables para el control de la velocidad.

El L293B es un driver de 4 canales capaz de proporcionar una corriente de hasta 1 A por canal. Cada canal es controlado por señales compatibles TTL y cada pareja de canales dispone de una señal de habilitación que desconecta las salidas de los mismos.

Para la alimentación del integrado L293B utilizo VCC y GND, igual para la alimentación de los motores, sin embargo he puesto la opción de escoger entre VCC o la alimentación directa de la batería de 7,4 V.



Visualización en pantalla LCD HITACHI:

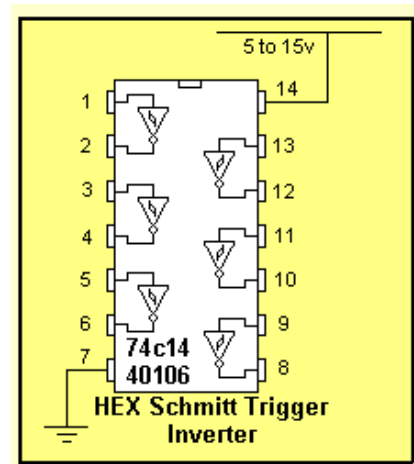
He pensado que para ver la detección correcta de los sensores infrarrojos CNY70 sobre el blanco y el negro mostrando un uno siendo blanco o un cero siendo negro en caracteres ASCII podría hacerlo visualizándolo en la pantalla LCD Hitachi 44780, esta pantalla de cristal líquido que tiene la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico, permitiendo representar la información que genera cualquier equipo electrónico de una forma fácil y económica. La pantalla consta de una matriz de caracteres normalmente de 5x7 puntos distribuidos en una, dos, tres o cuatro líneas de 16 has 40 caracteres cada línea, todo esto gracias a su micro controlador interno incorporado.

El modelo de pantalla LCD Hitachi utilizado es el LM016L, que es un modulo LCD de dos líneas de 16 caracteres cada una. Su fácil uso lo hace ideal para dispositivos que necesitan una capacidad de visualización pequeña o media. Las características generales de este modulo son:

- Consumo muy reducido, del orden de 7,5 mW
- Pantalla de caracteres ASCII
- Desplazamiento de los caracteres a la derecha o izquierda
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla
- Movimiento del cursor
- Modulo con 14 patillas

Inversores Tiger Schmitt 40106:

El sensor CNY70 que utilizo no proporciona señales digitales puras y es necesario conformar dicha señal antes de aplicarla al Microcontrolador, una forma sencilla de conformar una señal en digital es mediante este integrado, este dispositivo contiene 6 inversores TRIGGER SCHMITT. Estos dispositivos tienen una característica de transferencia como la que se muestra en la siguiente figura. En esta curva se aprecia que si la tensión de entrada aumenta desde 0 V hasta un nivel alto la transición se produce siguiendo la curva A y conmuta para el valor V_{t+} , denominado umbral superior. Por el contrario, si la entrada está a un nivel alto y denominado umbral inferior V_{t-} .



Fila de sensores infrarrojos CNY70:

El robot sigue líneas tiene como función como su nombre lo dice una línea, un línea de color negro que necesitará ser detectada, también se debe detectar para esta prueba las bifurcaciones, los avisos de bifurcaciones y los limites de línea que son blancos, para la detección utilizo una fila de 8 CNYs que enviaran un uno o un cero formando una palabra que leerá el puerto B del micro. El CNY70 es un sensor óptico reflexivo con salida a transistor, tiene una construcción compacta donde el emisor de luz y el receptor se colocan en la misma dirección para detectar la presencia de un objeto por medio del empleo del haz de luz infrarroja IR sobre el objeto. El emisor es un diodo LED infrarrojo y el detector es un fototransistor. La distancia máxima de detección está entre 5 y 10 mm.

Los sensores están soldados directamente en la placa de sensores, cada sensor esta polarizado con una resistencia de 18 kohm en colector del fototransistor

a positivo y el emisor directamente a masa; y una resistencia de 220 ohm en el diodo LED de infrarrojo.

La salida del sensor es el colector del fototransistor que antes de ir a la entrada digital del micro pasa por el control de nivel 40106 en el cual las puertas TRIGGER SCHMIT invierten la señal para evitar picos de tensión dando un uno si el sensor envía un cero y viceversa.



5. ARQUITECTURA DEL SOFTWARE

Control de velocidad:

El programa consiste en ir leyendo los estados de los sensores y dependiendo su posición se va ejecutando una acción, dicha acción consiste en poner en marcha los motores uno inversamente al otro ya que están posicionados uno a la derecha y otro a la izquierda; para ponerles en marcha se activan las patillas RD1 y RD2 como salida y dependiendo del nivel que tengan giran en un sentido o en otro; el control de la velocidad será suministrado con una señal PWM cuyas salidas del micro son RC1 y RC2, y que van conectadas a las patillas de enables del L293B, este control de velocidad consiste en un modulo de captura y comparación que utiliza el modulo CCP1 y CCP2 los cuales tienen 2 registros de 8 bits con los que se controla el tiempo de duración del nivel alto de la señal PWM que son CCPR1H, CCPR1L y CCPR2H, CCPR2L respectivamente; con el registro CCP1CON se configura su funcionamiento; el modo PWM tiene 10 bits de resolución los cuales son la base de tiempos TMR2 mas dos bits adicionales para ajustar los 10 bits.

El TMR2 es un contador de 8 bits con capacidad de lectura y escritura, con preescaler y postescaler de 8 bits, se borra con cualquier reset del Microcontrolador y se controla su funcionamiento con el registro T2CON, además dispone de un registro llamado PR2 que se utiliza para establecer el periodo, cuando el valor de este registro y el TMR2 coinciden el timer se pone a cero.

La forma de funcionamiento empieza configurando el registro CCP1CON activando el PWM y el TMR2, luego se procede a hacer la carga del periodo

en el registro PR2, ya se sabe que cuando el timer y el registro PR2 son iguales, el TMR2 se pone a cero y la salida del PWM se mantiene en alto solo hasta que los registros de ciclo de trabajo CCPR1H y CCPR2H sean iguales al TMR2, solo en este caso la salida del PWM se pone a nivel bajo pero el timer sigue contando; los registros CCPRxH varían según el contenido de los registros CCPRxL que son los que se les carga un valor determinado.

6. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a los profesores que imparten el Ciclo Formativo de Grado Superior de Desarrollo de Productos Electrónicos en el I.E.S. "Juan de la Cierva" de Madrid, por su apoyo incondicional en este proyecto y por los conocimientos que hemos adquirido en él. Y también agradecer a las personas que han hecho posible la realización del concurso de Madridbot 2010.

7. CONCLUSIONES

En agradecimiento a todo el grupo de profesores que se han encargado de enseñarme todos los conocimientos aquí adquiridos, tanto en área de mantenimiento, creación de prototipos, diseños, programación, lógica digital y analógica entre otras.

Realizar este proyecto me ha ayudado a desarrollar, corregir y superar todo lo enseñado a lo largo del curso, he podido ver las dificultades que puedo tener a la hora de aplicar los conocimientos en un proyecto que a lo largo del segundo trimestre me ha ido conduciendo por un camino que me ayuda a ser mas autodidacta.

El desarrollo de Pièrre-piquèt me ha servido también para aprender a esforzarme mas por mis deberes y obligaciones; mas entrando en materia, me ha servido para diseñar con más precisión una placa de circuito impreso, para realizar placas metalizadas y el proceso de creación de pistas, para practicar mas la programación, aprender a encontrar los fallos, detectar errores y corregirlos mas ágilmente. Y en resumen he tenido un gran avance en el mundo de la robótica y es indispensable para la electrónica, yo personalmente me siento muy contento de haber superado muchos obstáculos y estar ahora aquí terminando esta memoria e igualmente de tener un robot realizado por mí como proyecto del segundo trimestre y espero seguir realizando mas prototipos cada vez mejores para así lograr el tan ansiado éxito.

8. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

[1] Autores: Fernando Remiro Domínguez “Microcontroladores PIC aplicados a la robótica”, Manual.

[2] Autores: Fernando Remiro Domínguez, Enrique Palacios y Lucas J. López “Microcontrolador PIC16F84. Desarrollo de proyectos” editorial RAMA. Madrid, España.

[3] Autores: Fernando Remiro Domínguez, pagina web: <http://www.iesjuandelacierva.es/~fremiro>.

[4] Página web de Madridbot: <http://www.madridbot.org> (URL)

[5] Páginas web de electrónica, buscadores:

- www.micropik.com
- www.superrobotica.com
- www.pololu.com
- www.google.com
- www.eabay.com