



DISEÑO DE UN BRAZO ROBOT CONTROLADO POR EL PUERTO PARALELO

Nombre: Grupo GDEA

Afiliación: Facultad de Ciencias de la Electrónica

Dirección: Av. Sn. Claudio y 18 sur , C.U. FCE

E-mail: gdea@ece.buap.mx

RESUMEN

El puerto paralelo tiene capacidades que se pueden utilizar para aplicaciones de control, pues posee una relativa facilidad de manejo de la información en el bus de 8 bits de salida , por lo que se simplifica el uso de este hardware como herramienta de control, así pues tomando en cuenta estas propiedades se construye una interfaz para manejar de manera segura las señales del puerto y se añade un circuito de potencia a la salida de éste para el control de un motor de pasos; con este primer trabajo, se diseña una interfaz con la que se controlan 4 motores de pasos, que de acuerdo al diseño mismo se pueden acoplar para formar un brazo robot.

1. INTRODUCCION

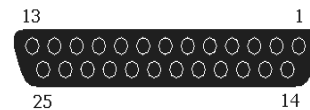
La robótica y el control por computadora hoy en día se han transformado en áreas de mucho interés tecnológico, pues la industria y la ciencia médica entre otros, requieren indudablemente el apoyo de éstas disciplinas, es pues éste trabajo un paso hacia el encuentro con las aplicaciones directas de la electrónica, es decir hacer la electrónica en un plano práctico empleando cocimientos que los lectores adquieren durante la licenciatura en electrónica.

El puerto paralelo de una PC ha llegado a ser un dispositivo de comunicación hacia y del mundo exterior con una amplia gama de aplicaciones, es indudable que hoy en día éste hardware ha sido superado por dispositivos que poseen capacidades extendidas, pero no por ello, deja de ser una herramienta útil y por demás fácil de utilizar.

Si bien es conocido el puerto paralelo posee diversos modos de operación, y cada modo tiene características específicas que hacen de ellos óptimos para aplicaciones diferentes; el trabajo propuesto utiliza el modo SPP[1] (Standard Parallel Port) pues de acuerdo al objetivo, trabajar con este modo de operación cubre las necesidades del mismo al realizar una comunicación efectiva con el mundo exterior por medio de la interfaz a realizar.

2. EL HARDWARE DEL PUERTO PARALELO

El puerto paralelo de una PC se define como un dispositivo de E/S que para comunicarse con el mundo exterior utiliza un conector hembra de tipo D de 25 patitas (DB-25 S), éste es el caso más común, sin embargo es conveniente mencionar los tres tipos de conectores definidos por el estándar **IEEE 1284**, el primero, llamado **1284 tipo A** es un conector hembra de 25 patitas de tipo D, es decir, el que mencionamos al principio. El orden de las patitas del conector es éste:



El segundo conector se llama 1284 tipo B que es un conector de 36 patitas de tipo *centronics* y lo encontramos en la mayoría de las impresoras; el tercero se denomina 1284 tipo C, se trata de un conector similar al 1284 tipo B pero más pequeño, además se dice que tiene mejores propiedades eléctricas y mecánicas, éste conector es el recomendado para nuevos diseños. La siguiente tabla describe la función de cada patita del conector 1284 tipo A que se encuentra comúnmente en una PC:

Patita	E/S	Polaridad activa	Descripción
1	Salida	0	Strobe
2 ~ 9	Salida	-	Líneas de datos (bit 0/patita 2, bit 7/patita 9)
10	Entrada	0	Línea acknowledge (activa cuando el sistema remoto toma datos)
11	Entrada	0	Línea busy (si está activa, el sistema remoto no acepta datos)
12	Entrada	1	Línea Falta de papel (si está activa, falta papel en la impresora)
13	Entrada	1	Línea Select (si está activa, la impresora se ha seleccionado)
14	Salida	0	Línea Autofeed (si está activa, la impresora inserta una



			nueva línea por cada retorno de carro)
15	Entrada	0	Línea Error (si está activa, hay un error en la impresora)
16	Salida	0	Línea Init (Si se mantiene activa por al menos 50 micro-segundos, ésta señal autoinicializa la impresora)
17	Salida	0	Línea Select input (Cuando está inactiva, obliga a la impresora a salir de línea)
18 ~ 25	-	-	Tierra eléctrica

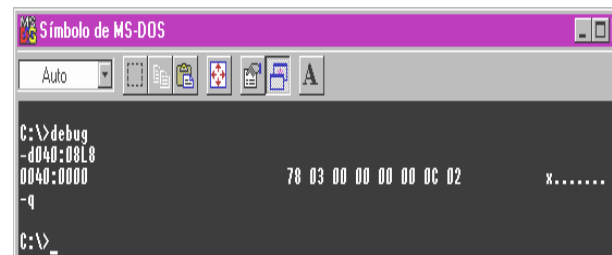
Tabla 1: Configuración del puerto paralelo estándar

Observe que el puerto paralelo tiene 12 líneas de salida (8 líneas de datos, strobe, autofeed, init, y select input) y 5 de entrada (acknowledge, busy, falta de papel, select y error). El estándar IEEE 1284 define cinco modos de operación: Modo compatible, Modo nibble, Modo byte, Modo EPP(puerto paralelo ampliado), Modo ECP (puerto de capacidad extendida). El objetivo de éste artículo es solo trabajar con el modo compatible. Hay tres direcciones de E/S asociadas con un puerto paralelo de la PC, éstas direcciones pertenecen al registro de datos, el registro de estado y el registro de control. El *registro de datos* es un puerto de lectura-escritura de ocho bits. Leer el registro de datos (en la modalidad unidireccional) retorna el último valor escrito en el registro de datos. Los registros de control y estado proveen la interface a las otras líneas de E/S. Cada uno de los registros del puerto paralelo se encuentran mapeados de la siguiente manera:

Dirección base = Registro de datos
 Dirección base +1 = Registro de estado
 Dirección base +2 = Registro de control

Existen tres direcciones base para el puerto paralelo que son asignadas por el BIOS y que están asociadas con tres posibles puertos paralelo: 0x3BCh, 0x378h y 0x278h, nos referimos a éstas como las direcciones base para el puerto LPT1, LPT2 y LPT3, respectivamente. Cuando la PC se enciende el BIOS ejecuta una rutina para determinar el número de puertos presentes en el sistema asignando la etiqueta LPT1 al primer puerto localizado, si existen más puertos entonces se asignarán consecutivamente las etiquetas LPT2 y LPT3. Para trabajar con el puerto paralelo necesitamos en primer lugar conocer la dirección base asignada por el BIOS (estamos hablando de una PC compatible con IBM), podemos utilizar un programa llamado Debug.exe que nos indique la(s) dirección(es) asignada(s): en la plataforma Windows vamos al menú inicio, seleccionamos *programas* y luego *MS-DOS* para

abrir una ventana de *Símbolo de MS-DOS* y aquí podemos introducir los comandos que se indican a continuación, estando en ambiente DOS basta con teclear en la línea de comandos la palabra debug, el programa responde colocando un signo de menos - en donde tecleamos sin dejar espacios en blanco d040:08L8 y presionamos la tecla *entrar*, entonces el programa *debug.exe* nos indica en una serie de números la(s) dirección(es) para el (los) puerto(s) paralelo(s) disponibles en nuestro sistema, la siguiente imagen muestra el resultado obtenido en una PC:



Obtención de la dirección base del Puerto Paralelo

Se puede observar una serie de números de dos dígitos (ocho en total), se trata del volcado de memoria que empieza en la dirección 40:0008h. Los primeros seis pares de números representan las direcciones base para los puertos paralelo instalados, en la imagen de arriba se aprecia que el único puerto paralelo de una PC típica está en la dirección 0x378h (78 03). Los números están invertidos porque Intel almacena tal información en un formato de "byte de bajo orden - byte de alto orden". Una vez que obtenemos la información deseada cerramos el programa *Debug.exe* simplemente tecleando la letra *q* y presionando la tecla *entrar*. Para cerrar la ventana de *Símbolo de MS-DOS* tecleamos la palabra *exit* y presionamos la tecla *entrar*.

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INTERFAZ PARA EL PUERTO PARALELO

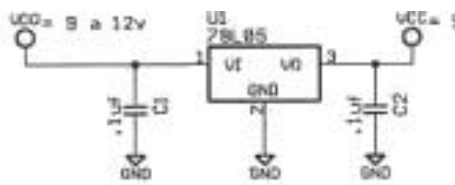
Una vez conocida la dirección base del Puerto paralelo, podemos enviar información a éste por medio del registro de datos que es la dirección base en si, con lo que con un software que nos permita escribir a ésta dirección podemos enviar señales directamente al bus de 8 bits del puerto paralelo, una vez que se puede enviar información al puerto paralelo, se necesita diseñar una interfaz por medio de la cual se pueda realizar una conexión segura al puerto paralelo.

La interfaz nos proveerá de 8 salidas TTL, 4 líneas de entrada TTL y 7 salidas de potencia(500mA). Es importante tener en cuenta que las salidas TTL entregan una tensión de 5v y solo se les puede exigir un mínimo de corriente, apenas suficiente para activar un transistor o

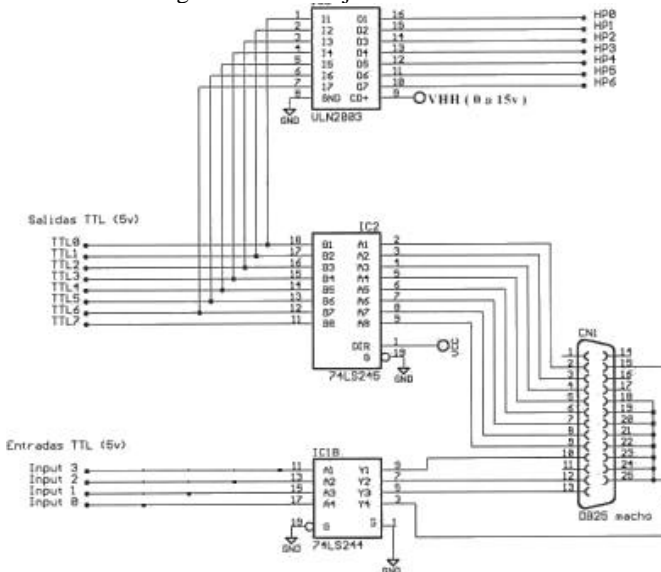


bien un par de compuertas TTL. Así mismo, las entradas TTL deben ser alimentadas con una tensión máxima de 5v o de lo contrario el chip resultará dañado. Las 7 salidas de potencia no son mas que la amplificación mediante un arreglo de transistores Darlington de las salidas TTL 0 a 6 (la salida 7 no es usada). Este chip puede drenar una corriente máxima de 500mA, lo que es suficiente para activar un LED, un Relé y hasta un motor de DC de bajo consumo.

Debido a la necesidad de manejar niveles altos de corriente se propone la construcción de una fuente de voltaje con un regulador 78L05[2] de 9 a 5 volts.



Regulador de voltaje de 5 volts



Circuito que representa la interfaz con el puerto paralelo

El circuito consta de un buffer conectado al bus de 8 bits de salida del puerto paralelo y es el 74LS245[3] con lo que aseguramos que no exigiremos al puerto paralelo una corriente mayor a la que puede proporcionar; a la salida de éste buffer en las 7 líneas menos significativas se conecta un arreglo Darlington para proporcionar 7 salidas de potencia; en la parte inferior del diagrama se tiene un buffer conectado a las 4 líneas del registro de estado con lo que de manera segura podemos enviar información hacia el puerto paralelo, cabe mencionar que el circuito integrado que tiene el arreglo Darlington (ULN2003[4]) se conecta a los 12 volts (antes del regulador) y los buffers se conectan a 5 volts (después del regulador), por lo que

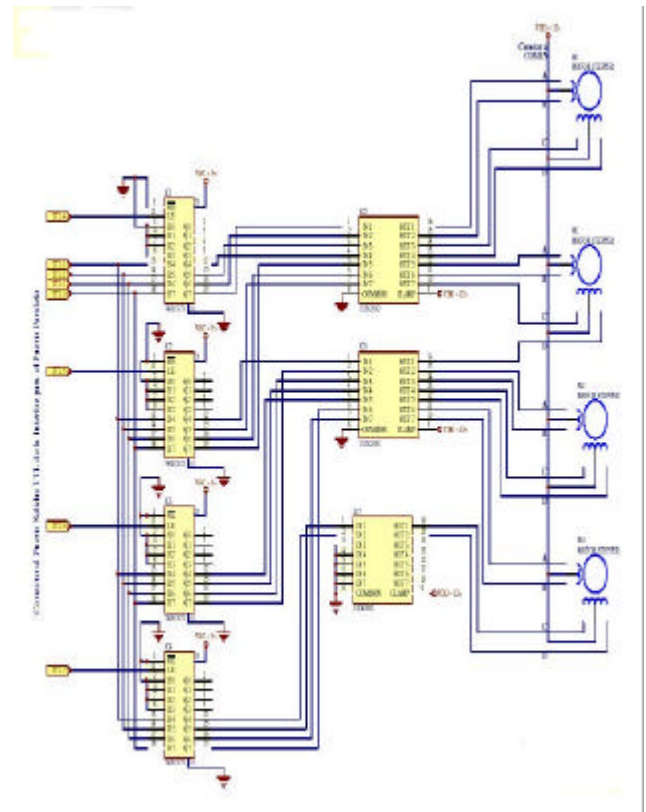
“SEGUNDO CONGRESO NACIONAL DE ELECTRONICA, 24, 25, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2002
CENTRO DE CONVENCIONES WILLIAM O JENKINS, PUEBLA PUE. MEXICO”



por conveniencia en el mismo circuito se integra el regulador de 12 a 5 volts.

4. CONTROL DE 4 MOTORES DE PASOS POR MEDIO DE LA INTERFAZ

El siguiente circuito nos describe la forma por la que se pueden controlar los 4 motores a pasos. Los Flip-Flop 74HC373[5] (IC1 a IC4) son los encargados de transmitir la secuencia de pulsos a los motores M1 a M4 respectivamente. Los cuatro bits menos significativos (TTL0 a TTL3) del puerto de salida TTL de la interfaz, se utilizan para generar la secuencia de pulsos de los motores, mientras que los cuatro bits más significativos (TTL4 a TTL7) fijan los datos anteriores en el Flip-Flop correspondiente a cada uno de los motores. Las salidas de los Flip-Flops son amplificadas por los transistores Darlington (IC5 a IC7) para obtener la corriente de salida necesaria para manejar los motores (no se debe superar los 500mA en ningún momento).



NOTA: Este circuito posee dos tipos de alimentación, VCC de 5v y VDD de 12v. Ambas pueden ser tomadas desde la Interfaz para el Puerto Paralelo. VDD (12v) se tomará de la misma alimentación usada para alimentar la Interfaz para el Puerto Paralelo, mientras que VCC (5v) se



debe tomar de la salida del regulador de voltaje (78L05) ubicado en la Interfaz para el Puerto Paralelo .

5. DISEÑO DE UN BRAZO ROBOT CONTROLADO POR MEDIO DE LA INTERFAZ

En el punto anterior se diseñó el circuito con el que se pueden controlar 4 motores de pasos, con lo que ahora se puede construir un brazo robot, el cual utilice la interfaz del puerto paralelo y la interfaz de control de 4 motores a pasos acoplando los éstos motores en las articulaciones del brazo.

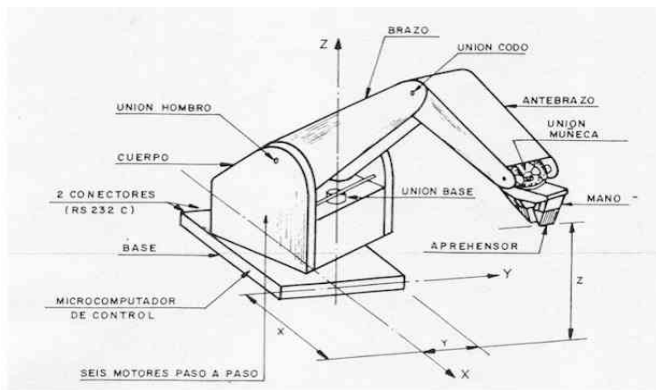
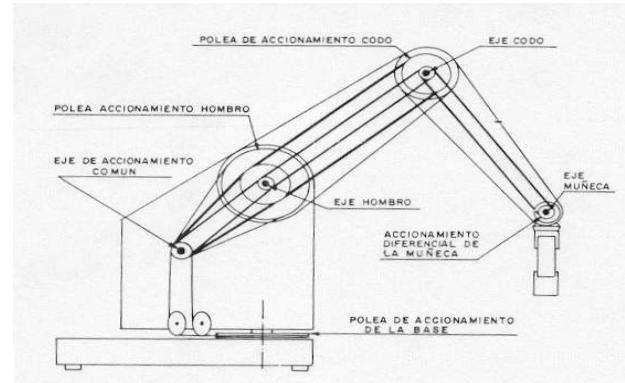


Diagrama de un brazo robot

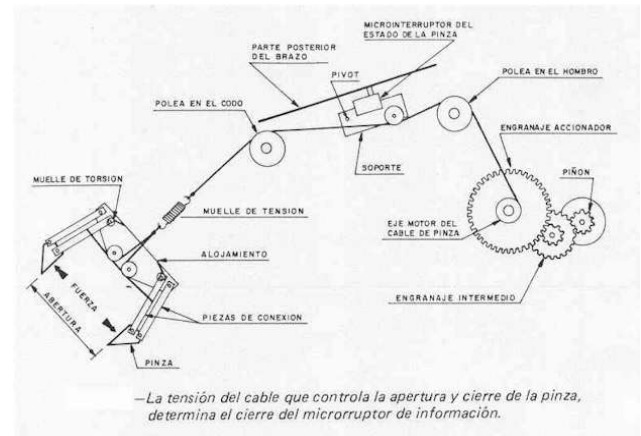
Como se puede apreciar este modelo es un brazo muy completo, que posee cuatro ejes de movimiento: Base, Hombro, Codo y Muñeca. Por lo que se puede realizar un acople de los 4 motores de pasos en cada articulación, cabe mencionar que se debe caracterizar cada uno de los motores para así diseñar el mejor sistema de transmisión de movimiento, es decir, cada motor tiene un cierto consumo de corriente, con la que puede proveer una cantidad discreta de potencia, la cual de acuerdo a su magnitud nos permite mover una masa (en este caso los motores siguientes de cada articulación), una vez que se determina la potencia neta que entrega cada motor, se procede a establecer el método de transmisión de movimiento, el cual puede ser por medio de poleas, o engranes, cada método posee diversas propiedades mecánicas que deberán ser tomadas en cuenta para establecer el material de los enlaces (links) entre articulaciones y además determinar la posición de los motores, es decir, si los 4 motores se ubican en la base del brazo y el movimiento se transmite hasta la articulación, o el motor se ubica directamente en la articulación.



En las siguientes figuras se aprecia un modelo en el cual los motores se encuentran en la base del brazo y el movimiento se transmite por poleas.



Brazo robot controlado por poleas



Diseño de la transmisión de movimiento en la muñeca

6. CONCLUSION

Éste trabajo es considerado como el preámbulo de la construcción de un sistema más complejo, cabe mencionar que el software de control de las señales del puerto paralelo, se diseñó específicamente para el control de la interfaz, éste software nos permite generar un archivo en donde se indique la secuencia en la que se envía información al puerto paralelo así como la frecuencia con la que se enviarán.

Claramente se observan un gran número de ventajas para este circuito, pues de éste modo se obtiene un sistema de comunicación computarizado de fácil utilización y ampliamente aplicable.



Éste estudio, como se mencionó arriba, es un a introducción a un sistema con un grado mayor de complejidad, por lo que queda abierto a la realización física del sistema.

7. REFERENCIAS

[1] <http://www.beyondlogic.org/spp/parallel.htm>

[2] <http://www.national.com/ds/LM/LM78L05.pdf>

[3]
<http://www.fairchildsemi.com/ds/DM/DM74LS245.pdf>

[4] <http://www.allegromicro.com/datafile/2001.pdf>

[5] www.ee.washington.edu/stores/DataSheets/cd4000/74hc373.pdf