

Diseño de Tarjeta Controladora para un Brazo Robótico SCARA manejado por Labview

Carlos Pillajo, cpillajo@ups.edu.ec

Resumen – El presente trabajo tiene por objetivo realizar la tarjeta controladora de un brazo robótico semi-industrial, didácticos tipo SCARA, este controlador podrán ser programados en línea, a demás tiene un tech-pad para controlar el brazo por medio de comunicación serial, así como también puede ser controlado desde un PC via puerto USB, este sistema es abierto, es decir se tiene acceso al código fuente del programa del controlador y servirá como punto de partida para demás investigaciones que se pudieran realizar sobre el brazo robótico como son: Adaptación de Circuitos Digitales Avanzados, Tratamiento Digital de Imágenes, Sistemas de Inteligencia Artificial, y demás aplicaciones que serán definidas por los usuarios.

La programación de las rutinas de control serán desarrolladas en un microcontrolador ATMEGA128 de ATMEL, el controlador recibirá las señales de control desde un tech-pad con LCD gráfico con comunicación serial, o desde un computador via USB que emita comandos que puedan ser programados en cualquier lenguaje de alto nivel con interfaz gráfica como Labview, que permitirá manipular el brazo robótico en su totalidad, y realizar algoritmos de control en lazo cerrado. Se realizará el diseño del control para cada uno de los motores pertenecientes a las articulaciones del brazo robótico de modo que el sistema responda y ejecute de manera eficiente cada una de las tareas establecidas.

Índices – Microcontrolador ATmega128, Brazo robótico, Control por Labview,

I. INTRODUCCIÓN

Los manipuladores han alcanzado un elevado grado de madurez, y la compra e instalación de estos robots en los entornos productivos, ha dejado de ser una aventura para convertirse en una opción razonable en muchos contextos de la automatización.

Aunque la apariencia de los robots industriales no ha cambiado significativamente y muchos modelos actuales tienen una estructura y funcionamiento similares entre sí, diferenciándose únicamente en su escala, lo cierto es que tanto en los aspectos mecánicos, como en el control y la programación, se ha visto el verdadero potencial de estos manipuladores, pudiendo ser susceptibles a cualquier modificación de tarea, sin alterar su estructura mecánica. Los brazos robots más recientes son más robustos, rápidos y

fiables. Su capacidad de carga y repetitividad es comparativamente superior, y su programación se ha facilitado considerablemente.

La necesidad de obtener mayor rapidez y precisión en el desempeño del manipulador robótico, incluso bajo condiciones de restricción en el área de trabajo, lleva a realizar un control inalámbrico, la planificación de la trayectoria de movimiento del manipulador mediante algoritmos de control se ha desarrollado en Labview.

El programa de control para el brazo robótico que dispone de cinco GDL con motores que mueven la base, hombro, codo, muñeca y efector final se ejecuta en el microcontrolador ATmega1284, que dispone de suficientes entradas y salidas para cubrir todas las necesidades del proyecto. El programa de control se lo implementa en Labview, la transmisión de comandos se realiza a través del puerto USB mediante comunicación serial y para el envío de las señales de control en forma manual se diseñó un dispositivo TEACH, tanto para la transmisión de datos y para guardar posiciones. Inicialmente se presenta el diseño mecánico del brazo robótico realizado en Solid Works.

II. DESARROLLO DEL TRABAJO

.Estructura Mecánica del brazo robótico.

La estructura mecánica del brazo robótico cuyos componentes del brazo SCARA son: base, hombro, codo, muñeca y efector fina como se muestra en la Fig. 1



Fig. 1. Esquema general del brazo robótico.

Fig. 2. Vista explosionada del brazo robótico.

EL brazo robótico utilizado en estudio presenta cuatro articulaciones las tres primeras de tipo revoluta q_1, q_2, q_3 , que permiten la rotación de la base y tres eslabones E1, E2, E3 en ángulos que varían entre $0 < q_1 < 270$, para la base; $0 < q_2 < 270$ E1; $0 < q_3 < 180$ E2, respectivamente, mientras que la última articulación q_4 de tipo prismática, permite el agarre del efector en un plano perpendicular al del movimiento de los dos anteriores, una carrera aproximada de 5cm debido a la estructura mecánica del robot.

A. Esquema General del Hardware

Se presenta a continuación un diagrama de bloques del sistema implementado



Fig. 3. Diagrama de bloques del proyecto

B. Diseño de la Tarjeta controladora.

La conformación de los sistemas eléctricos y electrónicos se llevó a cabo siguiendo normas y criterios de diseño, de acuerdo a los requerimientos del brazo robótico a controlar. La siguiente Figura muestra la tarjeta controladora diseñada, indicando los tarjetas implementadas y conectadas.

Es importante mencionar que la fuente de alimentación se fija en 5 V, dado que este voltaje es compatible con la operación tanto de los microcontroladores como del módulo TEACH.

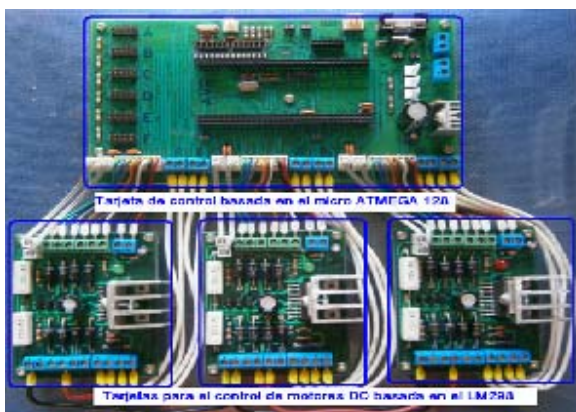


Fig. 4. Foto Tarjeta Controladora

Como se observar en la figura anterior la tarjeta controladora básicamente consta de una tarjeta de control basada en el micro controlador ATMEGA128, y tres tarjetas driver ó controladores de motores DC basada en el puente H LM298, las cuales permitirán controlar la alimentación de los motores DC del brazo robótico.

Tarjeta del Controlador está constituido por: 1)El bloque de alimentación a 5 VCD para alimentación de micro interno, 2)Bloque de comunicación y transmisión de datos serial via usb, 3) Módulo de control a través del microcontrolador ATmega128; 4)El módulo de programación en línea ICSP (In Circuit Serial Programing), sirve para programar el microcontrolador;y5)Conectores.

Tarjeta Driver para manejo de motores DC está conformado por los circuitos integrados L298N, que es un circuito integrado que internamente contiene 2 puentes H, los encargados de proveer alimentación a cada uno de los motores DC, el Driver L298N es un circuito integrado que trabaja como un convertor DC-DC de 4 cuadrantes, es decir, donde el voltaje y la corriente aplicados al motor puedan invertir su dirección, condición necesaria para cambiar el sentido de giro de un motor DC. Para el control bi-direccional de los motores DC del brazo robótico, se requiere complementar al driver con diodos de recuperación rápida colocados en anti paralelo; debido a que el CI L298N no lo tiene incluido.

C. Diseño de la Tarjeta del Módulo TEACH.

Esta tarjeta esta constituido por los siguientes bloques: 1)Bloque de Alimentación que provee de +5Vdc para los circuitos integrados internos, 2) Bloque de entradas-salidas digitales para manejo del LCD gráfico,3) Entradas digitales para teclado matricial de 4x4, 4)Bloque control constituido por el microcontrolador ATMega164P, 5) Bloque de Reloj en Tiempo Real, 6) Buffer de comunicación serial y 7)Bloque de Memoria EEPROM, como se puede observar en la siguiente figura.

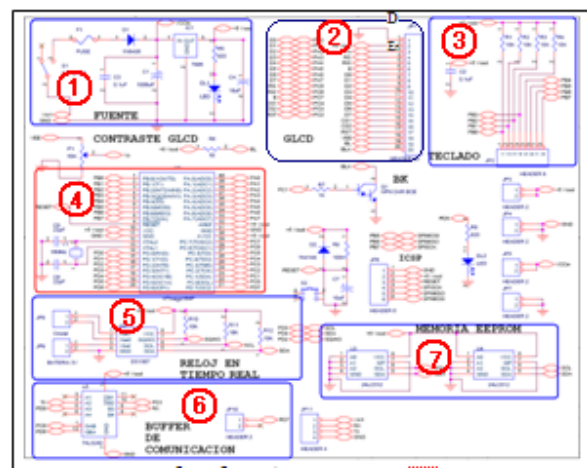


Fig. 5. Diagrama esquemático de la Tarjeta TEACH

El programa en el microcontrolador ATM128 se lo realizó, de tal manera que permite al usuario comunicarse y controlar el brazo robótico de manera sencilla, ubicando el efector final

en posiciones o coordenadas deseadas. Inicialmente el programa en el ATMEGA128, está recibiendo mediante interrupción Serial comandos tipo string que habilitan las banderas y dependiendo de que bandera o flag estén habilitada realiza una determinada acción, es decir envía señales al driver para activar el motor ya sea en sentido horario ó anti horario.

El programa en el microcontrolador ATM164P para el módulo TEACH para controlar los motores DC que gobiernan el brazo robótico, primero se definen las variables, la velocidad del cristal al cual va ha trabajar el micro en este caso 8MHz, la velocidad de transferencia de datos a 9600, luego se define y se habilita las interrupciones del micro, a continuación se habilita y se nombra a cada pin utilizado por el micro según la función a realizar.

El programa principal del módulo teach consiste básicamente en enviar caracteres tipo string para habilitar o deshabilitar la activación de los motores en base a un código que el usuario digite vía teclado enviando desde este módulo a la tarjeta controladora, la cual recibe los códigos respectivos y realiza la acción en los motores a través de los drivers

D. Programa en Labview para Control del Brazo SCARA

Se presenta el programa en Labview para el control a distancia de los cinco motores del brazo. Se tiene dos pestañas para el control: Control Manual y Control Automático.



Fig.6. Panel Frontal del Control Manual del Brazo Robótico.

En Control Manual- Como se puede apreciar en la figura 6 se tiene el panel frontal de la interfaz de usuario en Modo Control Manual, en donde hay que resaltar que aquí se puede seleccionar la velocidad de funcionamiento, que influye a todos los motores a controlar, en este panel se puede controlar la acción individual motor a motor, dependiendo de la acción a realizar, así como el motor base puede girar en forma horaria o antihoraria, el motor que gobierna el hombro puede subir o

bajar, así como los motores que controlan las acciones del codo y la muñeca, el motor que controla el efector, este podrá abrir o cerrar el efector. También se puede prender o apagar un led.

En Control Automático.- En la figura7 que corresponde al interfaz de usuario en modo automático se puede apreciar dos paneles uno de los cuales tiene como funcionalidad el envío de pulsos continuos a cada uno de los motores dependiendo de cual seleccione a través del control list-box, el otro subpanel permite seleccionar el modo de ejecución si es a pasos o en modo secuencial.



Fig. 7. Panel Frontal del Control Automático del Brazo Robótico

En modo secuencial la programación se basa en el siguiente algoritmo:

En primer lugar se fija la velocidad de movimiento de los motores, en baja, media o alta. La velocidad se determina por el tiempo de encendido y apagado de cada motor.

Se da un pulso en el push button de posición inicial y corre la subrutina que mueve todos los motores, uno a la vez, hacia su posición extrema en que accionan uno de los dos sensores de fin de carrera asociados al movimiento de cada motor. Esto se realiza para partir las siguientes secuencias desde una posición fija muy bien definida.

Inmediatamente sigue la subrutina posición 1, que ubica a los cinco motores en una posición central, desde la cual se pueda mover a los motores en cualquiera de los dos sentidos posibles: horario-antihorario, o subir-bajar.

Luego se corre la posición 2, que mueve a los cinco motores de acuerdo a los comandos recibidos en la programación a una posición específica, y así se puede colocar en una determinada posición.

En el diagrama de bloques del panel control Automático también se tiene que cuando existe un pulso de secuencia en inicio secuencia se desencadena un conjunto de secuencias

que realizan en forma secuencial el activado o desactivado de los motores en base al código respectivo y la secuencia previamente programada

E. Resultados.

Al momento se esta realizando pruebas de comunicación, el movimiento en se controla adecuadamente, se ha tenido problemas sobre todo en la parte mecánica, y en el mantenimiento de los motores, pues los encoder asociados a los motores no están dando lecturas adecuadas para el control en lazo cerrado, actualmente esta trabajando este brazo, luego se presentan los resultados obtenidos gracias al funcionamiento del brazo robótico, se realizó pruebas de las posiciones, tareas de paletización y rutinas predeterminadas en el programa de control en lazo abierto, interactuando con el operador en todo momento a través de la interfaz gráfica.

F. Conclusiones.

El funcionamiento de los distintos bloques de hardware electrónico es adecuado, sin embargo al ser el control de posición del brazo en lazo abierto, no se consigue un buen resultado en la posición final para cada uno de los motores, en todo caso, se consiguió realizar una programación de movimientos secuenciales del brazo robótico a posiciones preprogramadas.

Para todos los motores perteneciente a las articulaciones, se implementó un control tipo ON/OFF puesto que el movimiento de activado desactivado los hacen los puentes H integrados en el driver L298N.

LabView es una herramienta muy útil en el desarrollo de programas de control de sistemas robóticos, gracias a que simultáneamente permite la realización de varias tareas como la generación de las secuencias para el control

underactuated manipulator,» 1995.

- [7] A. Umek y J. Lenarcic, «Recent results in evaluation of human arm workspace,» 1991.
- [8] D. Bihn y T. Hsia, «Universal six-joint robot controller,» *Control Systems Magazine, IEEE*, vol. 8, n° 1, pp. 31-36, feb. 1988.

III. REFERENCIAS

- [1] P. Singh, C. Singh y R. Singh, «LabVIEW-based cost effective Multi-Axis Motion Control System,» 2011.
- [2] Z. Kuijing, C. Pei y M. Haixia, «Basic pose control algorithm of 5-DOF hybrid robotic arm suitable for table tennis robot,» 2010.
- [3] G. Incerti, «Vibration control of a SCARA manipulator using pseudo-polynomial motion laws,» 2008.
- [4] C. Park, D. Park, J.-H. Kyung, K. Park y D. Kim, «Design of dual arm robot manipulator using modular actuators with CAN communication networks,» 2008.
- [5] W. Prommee, N. Somchaiwong y S. Jeenawong, «The low-cost instrument with LabVIEW And DB25,» 2006.
- [6] M. Bergerman, C. Lee y Y. Xu, «Experimental study of an