

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ROBOT SCARA DIDÁCTICO

PhD. Aldo Pardo García*
Ing. Ivaldo Torres Chavez**
Ing. Eudín Suarez Rivera***

Universidad de Pamplona
Grupo de Investigación: Automatización y Control A&C.

* apardo13@hotmail.com

** tivaldo@hotmail.com

*** eudinsuri@hotmail.com

RESUMEN. En este trabajo se presenta un modulo didáctico que facilita la enseñanza en el diseño de un robot multifuncional SCARA de 3 grados de libertad, que puede trabajar en operación de manufactura flexible de control autónomo - electrónico, con un aporte significativo en la docencia. (Sistemas de control análogo y de tiempo discreto, Programación, Robótica, Electrónica de potencia, Microprocesadores, Neumática, Sensorica y Mecánica). Se realiza monitoreo y control en tiempo real por medio de un sistema SCADA.

Keywords: Robots, PLCs, Autómatas, SCADA, monitoreo, control.

INTRODUCCION

COMPONENTES DEL PROYECTO:

El motor que usamos en la implementación del prototipo es de la empresa **hps** Elektrische Maschinen de serie 2710. Motor asincrónico de jaula ardilla tipo de conexión en Y con las siguientes características técnicas:

$P = 0.15 / 0.22$ kw, $V_m = 400$ v, $I_n = 0.55 / 0.6$ A, $N_n = 950 / 1450$ rpm, $\cos \phi = 0.57 / 0.64$, $f = 60$ hz, $I_p = 20$. El convertidor de frecuencia que se usa para el control en el posicionamiento del motor, es de la empresa HPS 5261, este convertidor nos da la opción de controlar el motor a través del

RS232 conectado con el puerto serial del computador o por medio de una entrada TTL de 9 pines, de los cuales para el movimiento se especifica los pines 3 y 4 para los giros a la derecha o a la izquierda el pin 2 para el movimiento sin sobrecalentamiento, el pin 5 prende o apaga el motor el pin 9 tierra, configuración de comunicación que se utilizara para controlar el motor. Para comunicarnos a través de la entrada TTL es necesario que el voltaje sea de 5 v, el PLC trabaja con un voltaje de +0 – 24 v razón por cual es necesario construir dos circuitos para solo enviar el cambio de estado de la señal continua que es lo que envía el

PLC, disminuyendo este a un rango de 5 v.

Lo primero se soluciona con un circuito antirrebotes para enviar el cambio de estado, y con un divisor de voltaje podemos reducir la potencia enviada por el PLC a la condición deseada. Otra variante es usar el circuito en cascada para controlar la potencia en la elevación del voltaje para controlar la potencia, este circuito lo que hará en otras palabras es conmutar de 24v a 5v, funcionando la entrada TTL con uno y cero lógico.

PIN	INPUT/ OUTPUT	FUNCTION
1	Input	Disable frequency converter
2	Input	Start Right / Left
3	Input	Limit switch Left
4	Input	Limit switch Right
5	Input	Start / Stop
6	Output	Error message frequency converter
7	Output	Sense of rotation right / left
8	Output	Set speed reached?
9		GND

Tabla 1. Asignación TTL por pin

El sistema de SCADA que usamos en el prototipo construido en el laboratorio es producido por Wonderware INTOUCH, el cual se enlazara con el FPSOFT y realizaremos el monitoreo de todo el sistema.

Primero se explica el funcionamiento lógico del brazo robótico, diagrama de flujo, programa del FPSOFT y el INTOUCH.

Control del Brazo Robótico.

Todos los ejes en el sistema deben funcionar armónicamente (x,y,z), para esto se debe pensar en el ciclo que debe ejecutar cada una de estos ejes, para esto se plantea el problema de la siguiente forma. Consideremos un sistema continuo en el cual el producto

(cajas) se clasifica de acuerdo a su color.

según esto las cajas serán ubicadas en un espacio determinado preasignado (dispensador), es decir habrá una correspondencia a cada nivel de selección. Para este punto los sensores y los finales de carrera jugarán un papel importante en todo el sistema, entonces para empezar el ciclo partimos de que uno de los productos deberá estar donde se inicia el ciclo del brazo robótica. El actuador dará el inicio de todo el sistema empujando la primera caja y habilitando el sensor para dar la segunda orden. el sensor (Infrarrojo) que enviará una señal al PLC, de que ya llevo el producto.

Situación 1:

En este punto el autómatas deberá tener la siguiente posición ,Y en la posición Yo, Z pasará a la posición Zo. y J o ventosa pasara de la posición a la posición dos, es decir succionara. Hasta este momento se ha realizado la primera secuencia.

Situación 2:

Luego de que el producto este sujeto por la ventosa deberá esta enviar una señal a todo el sistema para que Z pase a Z1, después Y pasará a Y2 y por último X de acuerdo al grado de calidad del producto ubicará este en el sitio que le corresponde para este aspecto los mecanismos que controlan cada uno de los ejes recibirán la Instrucción que permitirá ubicar cada uno de estas cajas en el sitio que corresponde, es decir la

precisión dependerá en gran medida de la exactitud de la Instrucción que se le envía y para tener seguridad de que todo va resultar como se espera, los finales de carrera y los sensores capacitivos verificarán la orden que se le ha enviado por que al momento de que uno de los ejes haya llegado a su posición final el final de carrera o el sensor que este ubicado en esta posición final de cada eje, al momento de detectarlo enviará una señal a la entrada, ya sea del PLC o el PC y este a su vez deshabilitará la salida que activa el mecanismo, de esta forma nos aseguramos que el sistema tenga precisión y que el margen de error se reduzca a una cantidad despreciable.

Situación 3:

En este punto ya el autómatas tuvo que haber cumplido dos ciclos anteriormente mencionados, y la posición del brazo será X en la posición correspondiente a la ubicación del producto, Y debe estar en posición final Y1, Z en posición inicial Zo (abajo) y para J en J1 (soltar). Aquí se aprecia lo que se mencionaba anteriormente lo que el efecto final es el principio y fin del sistema, por que el último movimiento que se realiza lo hace la pinza cuando J o la ventosa cambia de estado de Jo a J1 (suelta), y esta es la condición que necesita Z para devolverse, Y para volver a su posición inicial y X para regresar a su posición de inicio. En este momento se ha cumplido un ciclo del sistema, y el número de veces que se repite el ciclo será el proceso, que

puede ser medido en horas, días, meses y años.

Situación 4:

Hasta este momento se ha planteado de los diversos eventos que el autómatas va a seguir mencionando la forma como éste en lo mínimo va a tener problemas en la ejecución de las ordenes más sin embargo no hay que descartar cualquier posible situación que genere una falla del sistema o del ciclo.

Para esto se utilizan lo que se ha denominado variantes o salidas emergentes del sistema, que no es otra cosa que dar una orden que permita reiniciar todo el ciclo sin perjudicar todo el proceso. En algunos libros lo llaman Home o casa otros lo llaman reset, en ente

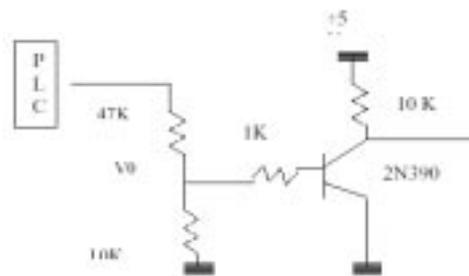


Fig 1 Circuito conmutador de potencia de 24 V a 5 V

ENTRIDA TTL	PLC ON	TTL ON
	24 V	5 V
	0 V	0 V

Tabla 2 Comportamiento del circuito b en la ON TTL

trabajo se le llamará reinicio.

Se declaran las variables X_0, Y_0, Z_0 y de acuerdo con las situaciones que anteriormente se mencionan se programan los eventos.

En el diagrama de flujo se puede ver las diferentes situaciones para el movimiento del brazo, hay que tener en cuenta que cada evento depende del anterior y es condición suficiente y necesaria para que se cumpla el evento sin olvidar que quien ejecuta el último movimiento es quien inicia el próximo evento.

Programación del NAIS. FP SOFT Permite hacer un seguimiento en tiempo real de todo el funcionamiento del sistema y además hacer simulaciones y mejoras sin necesidad de detener el proceso, esta es una ventaja que lo hace ideal para utilizarlo como

herramienta pedagógica y en la industria.

El FPSOFT tiene una de las herramientas que permiten enviar la secuencia en la cual queremos que se mueva todo el sistema, Esas instrucciones trabajan por una secuencia lógica dependiendo del evento que se quiere realizar, también hay que anotar que la opción es amplia, tanto que podemos escoger desde: relés internos y externos, temporizadores, registros de datos, contadores, etc.,. Para escoger cada una de esas instrucciones el FPSOFT nos da dos opciones para programar el PLC, programación en ladder o booleano.

Las instrucciones que programan al PLC son alrededor de 185 (81 básicas y 104 de alto nivel), las

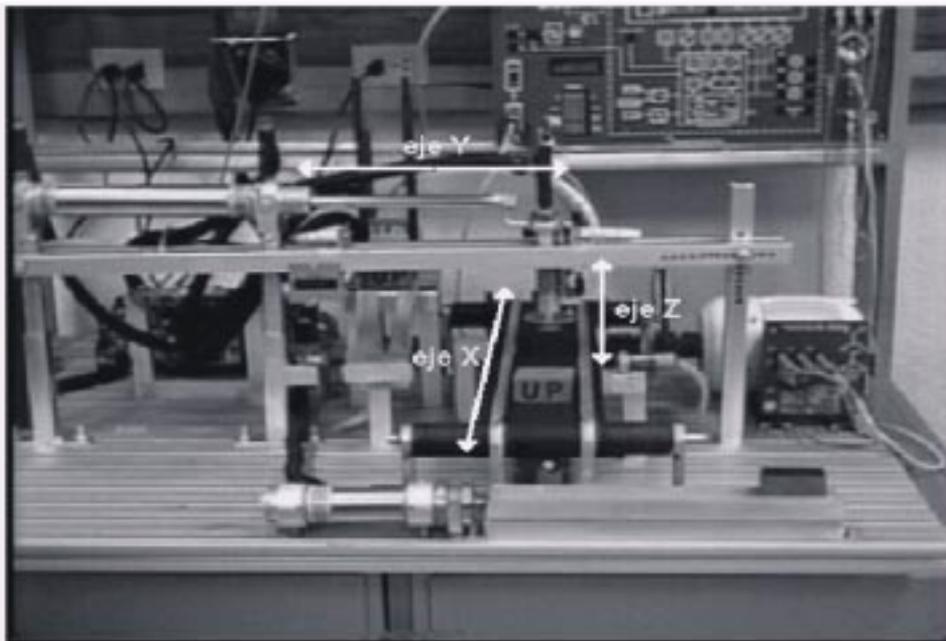


Figura 2. Vista frontal del prototipo construido en laboratorio como segunda variante

cuales pueden ser clasificadas al tipo de función realizada, están las de secuencia básica(STAR, STAR NOT, OUT, NOT), instrucción de funciones básicas(temporizadores, contadores, desplazamiento de registros, etc.,) todas estas instrucciones en conjunto, incluyendo las aritméticas binaria son una herramienta poderosa de programación para la automatización de los procesos secuenciales.

Para controlar cada uno de los ejes del robot se va a utilizar

el PLC encargándose de la comunicación del PC y los Servomecanismos, encargándose del engranaje de todo el sistema, es decir supervisará cada posicionamiento y verificará que se ejecute con la máxima precisión.

En los anexos se mostrara el programa hecho, el cual se realizo de acuerdo a los eventos y situaciones que se plantea anteriormente.

Inicio del programa; Se activa el primer actuador (empujador), empuja el producto de extracción cubo "CB", llega a la despensa la, cual es la (posición de Y0); En Y0 esta ubicado el primer sensor s1, con la ayuda del cual el PLC activa el segundo y sucesivamente la ventosa, en el momento que la ventosa hace contacto con CB, con la presión habilita un segundo sensor s2 que ordena subir al actuador z , al llegar a la parte superior z1, se habilita otro sensor s3, cumpliéndose la condición para activar el tercer actuador Y, este

cuando llega a su posición final Y1, activa S4 el cual envía una orden y activa el movimiento del motor, que simula el movimiento en el eje X.

En el momento que el cubo es ubicado en la banda transportadora, en la parte superior de hay dos sensores los cuales van a habilitar el movimiento del motor, estos sensores envían un pulso al PLC y este al convertidor de frecuencia a través de la entrada TTL, ordenando encender el Motor, el segundo sensor envía otro pulso de acuerdo al color del cubo seleccionando el sentido de giro, secuencia a la derecha o a la izquierda, dependiendo de la calidad o color del cubo, estos se desplazan en la banda transportadora hasta el final de esta donde se ubican; hasta este momento se completa el ciclo de todo el sistema.

Lo complejo del control eléctrico es la combinación de los elementos para poder tener exactitud en los movimientos, para lograr el movimiento exacto del motor depende mucho del convertidor de frecuencia, de los sensores los cuales sirven de supervisores en cada evento, se puede decir que el papel del PLC es el de hablar y vigilar que las ordenes se cumplan, bajo estos principios podemos perfectamente controlar un robot de mayor magnitud, con un sistema mas complejo que perfectamente se podría usarse en la industria, o los laboratorios dependiendo de la tarea que se quiera realizar. ver anexos para consultar programa desarrollado para controlar el robot.

SUPERVISIÓN Y MONITOREO. INTOUCH.

Luego de haberse desarrollado el programa de todo el sistema, se procede a realizar la etapa de monitoreo en tiempo real, esto bajo el ambiente del Intouch (SCADA).

Para la realización de este programa se utilizo las herramientas que el Intouch nos proporciona, y para poder sacar la animación y visualización del programa que anteriormente se explico se utilizan a todas las estrategias de programación que este programa nos ofrece.

Para realizar el monitoreo en tiempo real se debe enlazar el Intouch con el programa realizado el FPSOFT usando un protocolo de conexión, para este caso se trabaja con el FP_DDE, este protocolo enlaza los programas y a través del manejo dinámico de datos intercambiamos en las direcciones del PC y el PLC.

El enlace realiza todo el trabajo en el Intouch ya que este funciona con la lógica del PLC y de acuerdo con el programa que se haga en el FPSOFT, por esto es muy importante desarrollar un programa con una secuencia en lo más posible sencilla para no complicar el enlace con el Intouch y no se creen conflictos.

El enlace realiza todo el trabajo en el Intouch ya que este funciona con la lógica del PLC y de acuerdo con el programa que se haga en el FPSOFT, por esto es muy importante desarrollar un programa con una secuencia en lo más posible sencilla para no complicar el enlace con el Intouch y no se creen conflictos.

A continuación se muestra una parte

del escrit que anima el movimiento de la caja, la activación de los sensores, activación de la ventosa, actuadores.

```

IF X0 THEN
BOX=BOX+6;
ELSE
BOX=0;
IF X1 OR S2 THEN
BOX=0;
ENDIF;
ENDIF;
IF Y1 OR Y2 THEN
BOX=0;
ENDIF;
IF Y0 THEN
Ejector2=Ejector2+10;
ELSE
Ejector2=0;
ENDIF;
IF Y3 THEN
Ejector3=Ejector3+10;
ELSE
Ejector3=0;
ENDIF;
IF Y3 THEN
Ejector=Ejector+6;
ELSE
Ejector=0;
ENDIF;
IF Y3 THEN
polea=polea+1;
plataforma=plataforma+1;
ELSE
polea=0;
ENDIF;

```

En este scrip se observa la declaración de las variables y los ciclos de repetición de cada uno de los objetos del sistema.

Los enlaces se observan al correr el programa en modo RUM y trabajar paralelamente con la ejecución del sistema.

En la siguiente foto del programa hecho en SCADA se observa dos vistas del programa desarrollado en el Intouch, donde muestra el proceso de todo el sistema, al realizar el enlace con el programa desarrollado en el FPSOFT, se empieza la animación simultanea con el movimiento real de todo el

sistema, hay que resaltar que tiempos de enlace son simultáneos y la diferencia de tiempo se radica en el tiempo de envío y resección de los datos a través del cableado de comunicación entre el puerto serial y el procesador del PLC

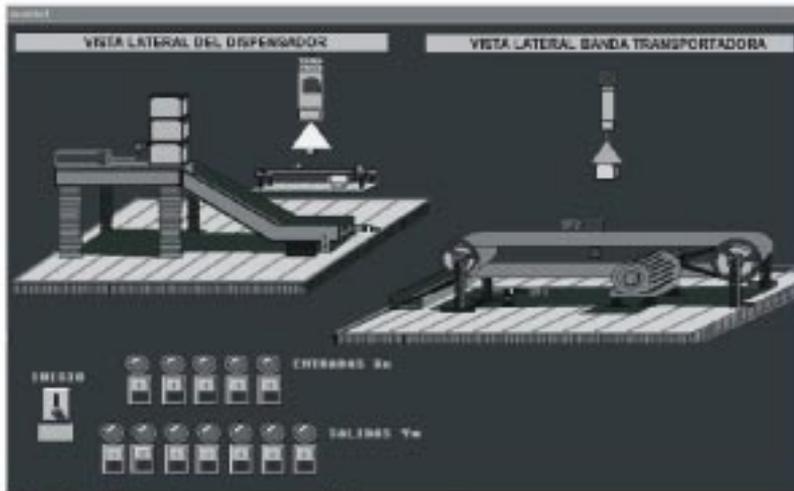


Fig. Ventana diseñada para el monitoreo y control el proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGULO José M. (1999). Microcontroladores << PIC>>. McGraw - Hill.
2. CHEADE, D. Andrés. (1993). ROBÓTICA. editorial limusa.
3. DELGADO, Alberto. (1979). Inteligencia Artificial y Mini robot. ECO Ediciones.
4. GROOVER. Michell, weiss. Michell,nagel.roger. Robótica industrial, tecnología, programación y aplicaciones. Mexico: MCGraw-Hill, 1990, 599p
5. MORRIS. Arquitectura de Computadoras, tercera edición. Mexico: Pretice-hall, 1994.553p
6. MALVIVO, A. P. (1373). Digital Principles and Applications New - Delli: McGraw – Hill.
7. OGATA. Katsuhiko. Ingenieria de control moderna, tercera edición. México: Preti-hall,1998.

Microchip: [//www.microchip.com](http://www.microchip.com)

Nasa-jpl robotics: [// robotics.jpl.nasa.gov/](http://robotics.jpl.nasa.gov/)

Robotics FAQ: [//www.Frc.ri.cmu.edu/robotics-faq/](http://www.Frc.ri.cmu.edu/robotics-faq/)