



MX9500069

MX9500069

INIS-mf--14718

Mesa No. 7 : AUTOMATIZACION DE PROCESOS.

Institución: I.N.I.N.

Ponente: GERARDO FELIPE AYALA PÉREZ

Curriculum: Licenciatura en Ingeniería Electrónica.
Instituto Tecnológico de Toluca.

Ponencia: CONTROLADOR DE POSICION DEL BRAZO DEL
DIFRACTOMETRO DE NEUTRONES UTILIZANDO LOGICA
DIFUSA.

Mesa No. 7: **AUTOMATIZACION DE PROCESOS.**

Institución: **I.N.I.N.**

Ponente: **GERARDO FELIPE AYALA PÉREZ**

Ponencia: **CONTROLADOR DE POSICION DEL BRAZO DEL
DIFRACTOMETRO DE NEUTRONES UTILIZANDO LOGICA
DIFUSA.**

INTRODUCCION:

El difractómetro de neutrones acoplado a una de las salidas radiales del reactor TRIGA MARK III necesita para el análisis de muestras una precisión en el posicionamiento del goniómetro de análisis de velocidad¹ de alrededor de 0.02 grados considerando que su movimiento es radial.

Actualmente cuenta con un sistema de posicionamiento formado por un servomotor de C.A., un sensor de posiciones SHAFT ENCODER acoplado al sistema mecánico, una tarjeta para convertir los datos binarios proporcionados por el SHAFT ENCODER al formato BCD, un puerto PPI (al que llamaremos PPI 1) por el que los datos llegan a una P.C. 386 para ser procesados por el programa de control, la salida de este programa se entrega a una segunda tarjeta de control por medio de otro PPI (que llamaremos PPI 2).

El funcionamiento actual es el siguiente: el usuario pide a través del programa de control una nueva posición, el programa entonces compara la posición actual con la posición deseada; si no son iguales evalúa la dirección a la que debe moverse el motor y manda el dato necesario a través del PPI 2 para mover el motor. El programa chequea constantemente la posición que va obteniendo el goniómetro y al llegar a la posición deseada le ordena al motor detenerse.

La precisión obtenida con este sistema no es mayor al orden de 0.8 grados, es decir, si se pide al sistema que cambie de 0.30 a 0.35 grados simplemente no se obtendrá tal posición, pues el salto típico al encender el motor es de 0.8 grados.

¹ El goniómetro de análisis de velocidad es el nombre técnico del brazo del difractómetro de neutrones.

Por otro lado debe considerarse que conjuntamente a la precisión, otra limitante es la velocidad, pues también es típico el posicionar inicialmente al goniómetro en ángulos de 26 ó 30 grados para checar la radiación de fondo antes de hacer el análisis. Es importante que dicho posicionamiento no sea lento,

pues implica mayor tiempo de exposición del usuario a la radiación.

Por lo tanto es necesario contar con un sistema que, aparte de proporcionar la precisión necesaria, realice los movimientos largos rápidamente y que a cortas distancias lo haga lentamente para obtener la precisión deseada.

I Solución propuesta:

Un servomotor-generador de C.D. con un amplio rango de velocidad sustituirá al actual motor de C.A. y tendrá una tarjeta (que llamaremos DAC) para controlar tal velocidad por medio de datos digitales. Además se utilizará un microcontrolador programado con un algoritmo basado en lógica difusa que reciba los datos en formato BCD de la tarjeta descrita anteriormente y entregue el dato a la tarjeta DAC con la velocidad apropiada. El uso del microcontrolador permitirá liberar a la P.C. de el posicionamiento del goniómetro; sin embargo, el sistema informará a la P.C. y su programa de control sobre la posición actual del goniómetro y cuando se ha obtenido la posición deseada. Se considera también que el usuario estará alejado del sistema (un mínimo de 15 metros) para evitar la zona en la que se tiene una alta intensidad de radiación de fondo.

II Hardware:

Como ya se mencionó, un par motor-generador moverá el goniómetro; la posición seguirá sensándose a través del SHAFT ENCODER, y se usará la tarjeta convertidora de binario a BCD. El dato que entregue esta tarjeta será tomado por un puerto del microcontrolador y éste, a través de un algoritmo de lógica difusa entregará a la tarjeta DAC el dato correspondiente a un voltaje propio para obtener una velocidad coherente con la diferencia entre la posición deseada y la posición actual.

Paralelamente, la magnitud de la tensión obtenida por el generador del par motor-generador será muestreada por un convertidor analógico-digital y entregada al mismo microcontrolador, de manera que éste pueda corroborar la velocidad del motor y aplicar las correcciones necesarias.

Por otro lado, hay que considerar que se debe informar a la P.C. sobre la posición actualizada del goniómetro y de cuando éste llega al ángulo deseado. De la misma forma, el programa de control debe indicar al microcontrolador que se desea ir a alguna posición y qué posición es esa. Como se prevé que la P.C. que controle el usuario esté como mínimo a 15 metros del sistema para evitar una exposición a la radiación intensa, lo más apropiado será utilizar una comunicación serial entre la P.C. del usuario y el sistema.

Un microcontrolador que se adapta a todas las limitantes es el de la serie M68HC11 E que cuenta con CPU, sistema de interrupciones, memoria RAM interna, memoria EEPROM interna, capacidad de direccionar memoria externa, programa interno de desarrollo, ADC multiplexado de 8 entradas y soporte para comunicación serial.

DESCRIPCION DEL TRABAJO :

I Descripción de las variables:

Para controlar el posicionamiento del goniómetro de análisis de velocidad se consideran tres variables, dos de ellas consideradas como de entrada y una de salida:

- La diferencia entre la posición real del brazo y la posición deseada al que llamaremos error de posición o simplemente error. Es variable de entrada.
- La velocidad con la que se mueve el servomotor mencionado, también es variable de entrada.
- La tensión de salida para el motor de C.D., esta variable se considera de salida.

II Selección de conjuntos difusos:

Considerando que el error será dado por la posición deseada menos la posición inicial o actual, se propusieron los siguientes sub conjuntos:

- Error cero, representado por " 0".

- Error pequeño positivo, representado por " P+". La diferencia entre la posición requerida y la posición actual no es muy grande y la posición actual es mayor a la posición deseada.
- Error pequeño negativo " P-", idéntico al anterior sólo que la posición actual es menor a la posición deseada.
- Error grande, representado por " G+". En este caso el error es mayor. La posición actual es mayor a la posición deseada.
- Similarmente, " G-" es idéntico al anterior sólo que la posición actual es menor que la deseada.

Para el caso de la velocidad con que el par motor generador gira utilizamos la tensión del generador que es proporcional a esa velocidad leyéndola con el convertidor analógico-digital interno del microcontrolador mencionado. Consideramos también cinco subconjuntos:

- Velocidad cero "W0".
- Velocidad pequeña positiva "WP+", si el brazo se mueve lentamente hacia +90 grados.
- Velocidad pequeña negativa "WP-", si el brazo se mueve lentamente hacia -90 grados.
- Velocidad grande positiva "WG+", si el brazo se mueve rápidamente hacia +90 grados.
- Velocidad grande negativa "WG-", si el brazo se mueve rápidamente hacia -90 grados.

Finalmente, tras el proceso difuso tendremos otro proceso ahora de desdifusificación que nos dará como resultado un voltaje a aplicar al servomotor de C.D. ya mencionado. los subconjuntos propuestos son:

- Tensión cero "Vo0".
- Tensión pequeña "VoP+", la tensión de salida hace que el motor se mueva lentamente hacia +90 grados.

- Tensión pequeña "VoP-", la tensión de salida hace que el motor se mueva lentamente hacia -90 grados.
- Tensión grande "VoG+", la tensión de salida hace que el motor se mueva rápidamente hacia +90 grados.
- Tensión grande "VoG-", la tensión de salida hace que el motor se mueva rápidamente hacia -90 grados.

Con todas estas definiciones se propusieron las reglas de operación del sistema: son obtenidas a partir de observaciones directas con el sistema físico, no implica el empleo de modelos matemáticos (en este caso) que representen el sistema.

III Implementación:

Definidos los subconjuntos y las reglas de operación se escribió un programa de simulación en lenguaje "C" incluyendo

- Algoritmo de control difuso con :
 - * Proceso de difusificación.
 - * Proceso de desdifusificación.
 - * Presentaciones gráficas de operación.

- Dinámica del servomotor de C.D.

- Salida de resultados a archivo.

IV Resultados:

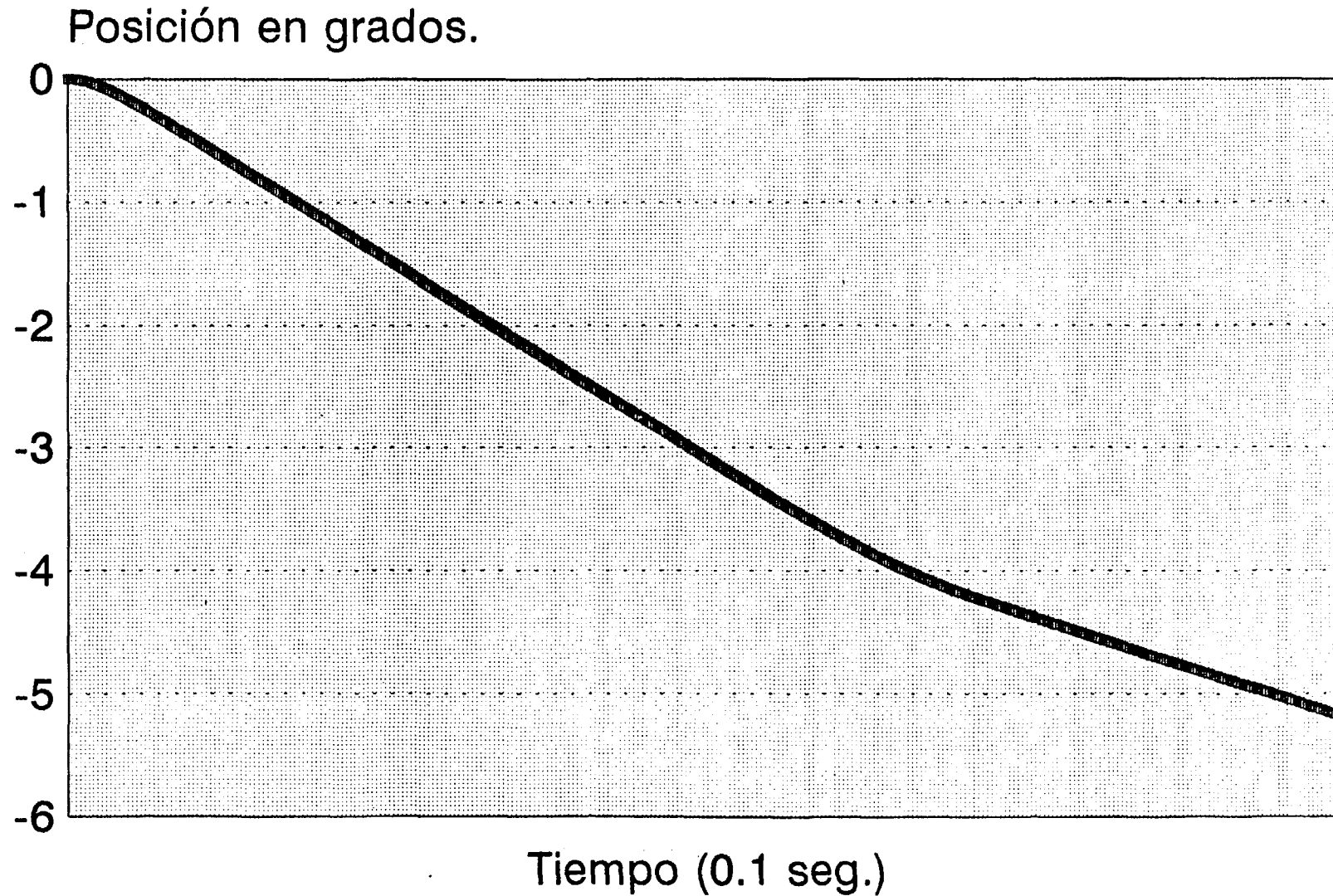
Hasta ahora, en el programa de simulación, se han obtenido resultados satisfactorios, pues se observa que se llega a la posición deseada con un error de 0.007° , es decir, una diferencia menor a los 0.02° respecto a la posición deseada. En la gráfica 1 de las hojas siguientes se muestra el archivo correspondiente a una corrida del simulador implementado. En ésta gráfica podemos ver cómo se llegó a la posición deseada de -5.18° con el error mencionado de 0.007° que incluso físicamente no sería perceptible en el SHAFT ENCODER.

La grafica 2 nos muestra el comportamiento de la tensión de salida respecto al tiempo. Es paralela a la gráfica 1 y podemos observar como decrece la tensión al acercarse el brazo a la posición deseada.

En la hoja siguiente se muestran las gráficas mencionadas.

Corrida del programa "FUZZI" de simulación.

GRAFICA 1.



Se alcanzó posición -5.187° en 49.2 seg.

ESPECTATIVAS:

El paso a seguir es crear un programa con el algoritmo de lógica difusa implementado en el simulador para el microcontrolador M68HC11E9 mencionado anteriormente utilizando su set de instrucciones. Este programa deberá ser capaz de:

- Comunicar al microcontrolador con la P.C.: el microcontrolador debe ser capaz de recibir la instrucción para mover el goniómetro y el dato de la posición deseada. También deberá enviar la información acerca de la posición angular actual del goniómetro.

Para crear el programa del microcontrolador se utilizará la tarjeta de desarrollo M68HC11EVM.

- Realizar los algoritmos de lógica difusa y controlar la velocidad del servomotor de C.D. posicionando al goniómetro con un error menor a 0.01° .
- Leer la posición actual del goniómetro a través del SHAFT ENCODER y la velocidad del motor por medio del voltaje del generador del servomotor.

Finalmente, una vez instalado el equipo mencionado tanto en la introducción como en los párrafos anteriores, se procedería a realizar pruebas físicas para comprobar el funcionamiento del sistema desarrollado y realizar los cambios pertinentes.

BIBLIOGRAFIA:

- Jamshidi, Vadie, Ross,
Fuzzi logic and control,
Software and hardware applications.
Ed. Prentice Hall.
- Herbert Schildt,
Turbo C, C++,
Manual de referencia.
Ed. Mc Graw Hill.
- G. Leblanc,
Turbo C para I.B.M. P.C. y compatibles.
Ed. Gustavo Gili.

VII SEMINARIO IIE-IMP-ININ

SOBRE ESPECIALIDADES TECNOLOGICAS

MEXICO D.F. A 7 DE SEPTIEMBRE DE 1994

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
