

SISTEMA AUTOMATICO DE SOLDADURA PARA BARRAS DE COMBUSTIBLE NUCLEAR

MARIO ROMERO GARCILAZO, JESUS ROMERO CARRANZA

e-mail mrg@nuclear.inin.mx, jrc@nuclear.inin.mx
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Gerencia de Informática, Ingeniería Electrónica

Palabras clave: automatización, control, válvulas, mímico.



INTRODUCCIÓN:

El proceso de soldadura de combustible nuclear, se debe de realizar, en un medio con gas inerte(helio)y flujo constante de este. Para llegar a estas condiciones, se necesita hacer vacío a la cámara, y después se presuriza con el gas noble(purga), por dos ocasiones en la cámara de soldar. La purga elimina impurezas que nos puedan provocar oxidación en la soldadura.

Una vez que se tienen las condiciones para iniciar la soldadura, es necesario graficar los parámetros de flujo, presión, voltaje y corriente de arco, y analizar las condiciones en que se llevo a cabo la soldadura. La soldadura de la barra debe de estar exenta de posibles poros o grietas, que puedan provocar fugas de las barras, para reducir la probabilidad de estas fallas, intervienen factores mecánicos y metalúrgicos.

Automatizando el proceso nos permite efectuar soldaduras confiables, asegurando que las condiciones se cumplan, logrando una soldadura de alta calidad. Visualmente se puede observar el proceso de soldadura, por medio de un mímico, que representa al sistema de soldadura. Se adquieren los parámetros de voltaje, corriente, presión y flujo, durante el arco de soldadura, para analizarlos posteriormente.

DESARROLLO:

El proceso es un sistema secuencial de estados, donde cada estado depende de las condiciones actuales del proceso. Cuando las condiciones llegan a un valor predeterminado, se toman las decisiones de abrir o cerrar válvulas, bombas e instrumentos de medición y control. Dentro de la secuencia del proceso, todas las condiciones son de lazo abierto, es decir se llega al valor de referencia y se toma la decisión. Estas condiciones fueron establecidas por parte del usuario, para lograr las mejores condiciones en la soldadura.

La programación del sistema esta en lenguaje gráfico(lenguaje G), una tarjeta de adquisición de datos y módulos de acondicionamiento de señales. La plataforma de desarrollo pertenece a National Instruments y su ambiente de programación(LabView).

Caracterización del sistema:

El proceso de soldadura se puede ver como tres partes que interactúan conjuntamente, formando el sistema de soldadura. Aquí no se describirá el funcionamiento de cada parte y solo se verán como cargas a controlar.

El sistema consta de:

-Cuatro señales de entrada tipo analógicas:

Presión: Dentro de la cámara de soldar, se mide en un lazo 4-20 mA y por medio de una resistencia se convierte a voltaje en un intervalo de 1 a 4 volts.

Vacío: Dentro de la cámara de soldar y se mide con un equipo "Combitron" donde se tienen los valores de referencia para un primer vacío burdo y uno fino. Este equipo genera una señal digital por cada referencia que es rebasada, la tomamos para el control.

Flujo: Al momento de realizar la soldadura este debe de ser constante y depende de la temperatura ambiental. Tiene dos valores, el primero se llama presión de llenado y el segundo presión de soldadura.

Voltaje y corriente de arco: Estos dos parámetros no se utilizan para la toma de decisiones dentro del proceso y solo se adquieren en el momento de realizar la soldadura, además se toman presión y flujo.

-Se tienen 20 salidas que corresponden al; sistema neumático, válvulas para el control de vacío, presión, flujo y equipos asociados a la medición y control de los parámetros físicos.

Para evitar disturbios producidos al prender y apagar las cargas, se estandarizaron todas las cargas, para manejarse por medio de solenoides a 127 volts A.C., y la demanda de corriente por debajo de 1 ampere para cada salida.

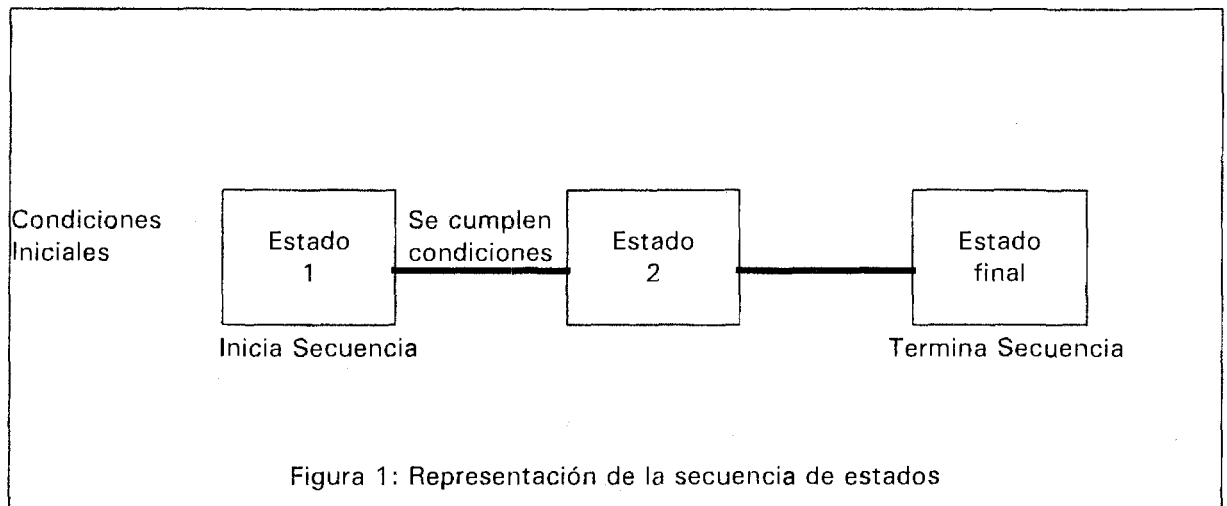
Algunas de las salidas se accionan al mismo tiempo de tal manera que el control se tiene con 16 salidas digitales únicamente

MODELO DEL SISTEMA:

Como se ha mencionado se trata de un sistema completamente secuencial, es decir para pasar de un estado a otro se tienen que cumplir condiciones relacionadas con parámetros físicos de presión, vacío, temperatura, flujo etc.

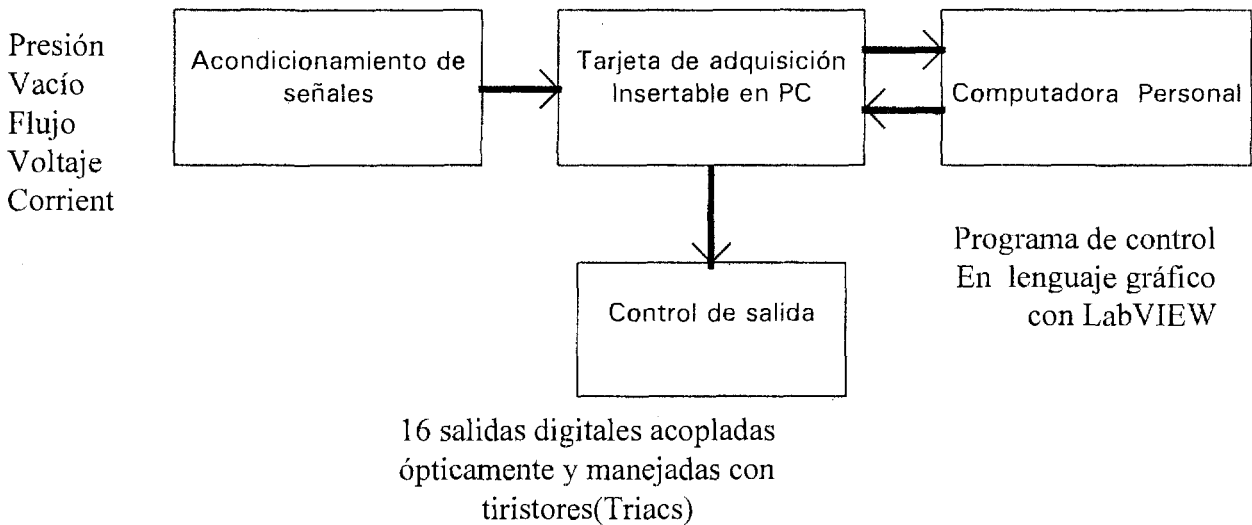
El sistema detecta estos parámetros y de acuerdo a los valores establecidas de referencia, toma las decisiones de abrir y cerrar las correspondientes válvulas, así como los equipos relacionados con la medición de la variable física en cuestión. El diagrama de la figura 1 nos muestra el modelo general del sistema secuencial.

Uno de los puntos importantes dentro de la secuencia es la adquisición de datos y los mensajes al operador en ciertas maniobras que deben de realizarse manualmente.



SOLUCION:

Considerando las características del proceso y la necesidad de adquirir variables físicas para poder analizarlas con mucha precisión, el sistema cuenta con los bloques que muestra el siguiente diagrama.



El acondicionamiento de las señales se hace con un chasis llamado SCXI de National Instruments y sus módulos correspondientes, para las señales analógicas y digitales. Las señales analógicas se acondicionaron de tal manera que fueran compatibles con el intervalo de entrada de la tarjeta de – 10 a +10 volts C.D. en forma diferencial.

La tarjeta de adquisición cuenta con 16 canales de entrada referenciados, u 8 en forma diferencial, su velocidad es de 100Kmuestras/sg si se usa un solo canal, dependiendo del numero de canales se divide la velocidad de la tarjeta. El intervalo de entrada es seleccionable y puede ser unipolar o bipolar.

Cuenta con dos salidas tipo D/A y salidas digitales. Las salidas analógicas nos sirven para implementar posibles lazos de control y las salidas son tipo TTL y todas están ocupadas.

La etapa de salida es acoplada ópticamente y las cargas son manejadas por triacs, se tienen dos bloques de 10 canales para el manejo de las cargas. Cada canal es idéntico ya que todas las cargas son similares.

La computadora personal contiene a la tarjeta de adquisición insertable y al programa que se encarga de controlar a todo el sistema. Este programa esta hecho en lenguaje gráfico, en la siguiente figura 2 se muestra un caso donde se adquiere la variable y se compara con la referencia para poder pasar a otro estado. En programación de alto nivel se programa linealmente y el código se establece línea por línea, en este caso gráfico se nombran Instrumentos Virtuales VI's, donde se tiene un VI principal que llama a otros sub VI's (funciones) dentro de este.

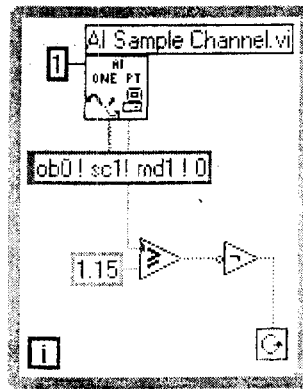


Figura 2.- caso de comparación

PRESENTACION VISUAL:

El operador puede observar visualmente el estado en que se encuentra el proceso, mediante un mímico de este, la secuencia de operación se observa en la pantalla. Se activan las figuras que representan algún elemento físico del sistema de soldadura. Se emiten mensajes al operador para que ejecute algunas acciones en forma manual, es decir funciona como un tutorial, para poder ejecutar en forma correcta la secuencia automática. En la figura 3 se muestra el mímico desarrollado para este sistema.

Se pueden crear dibujos de procesos y después importarlos o construirlos con LabVIEW utilizando la opción de decoraciones, dentro de menú de funciones o utilizar el paquete adicional llamado Picture Tool.

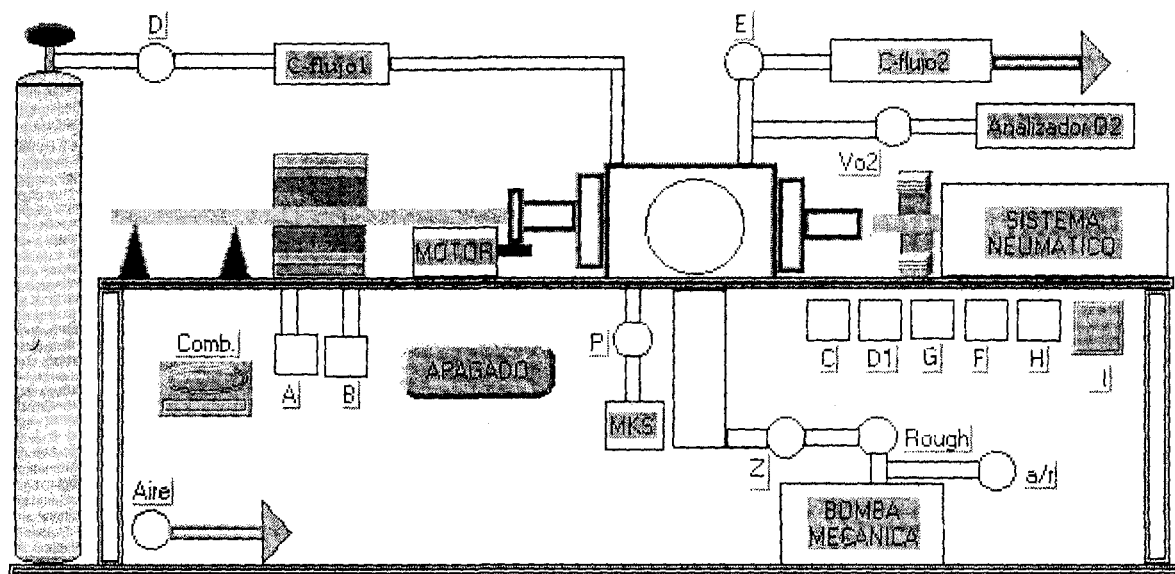


Figura 3.- Panel frontal con el mímico del sistema

ADQUISICIÓN DE DATOS:

Se utilizan cuatro canales en forma diferencial, cada canal tiene un intervalo de -10 a $+10$ volts. Dependiendo del tipo de señal se tiene en acondicionamiento, para no rebasar el intervalo de entrada de cada canal.

La máxima razón de muestreo que nos puede dar esta tarjeta es de 25 Kmuestras/sg, es decir una muestra cada $40 \mu\text{sg}$. El programa esta sincronizado con la señal de inicio de arco para comenzar la adquisición.

El arco para realizar la soldadura dura aproximadamente 15 sg, así también la adquisición de los parámetros. El usuario ve la adquisición de los parámetros durante la soldadura y esta se salva a disco duro, una vez terminada la secuencia completa de soldadura se puede analizar la adquisición.

Utilizando las herramientas disponibles por LabVIEW. se pude seleccionar una zona especifica y ampliarla para observarla con mayor resolución, se puede analizar una por una o en conjunto etc.

A continuación se muestra la adquisición durante el arco de los parámetros de presión, flujo, voltaje y corriente(figura 4).

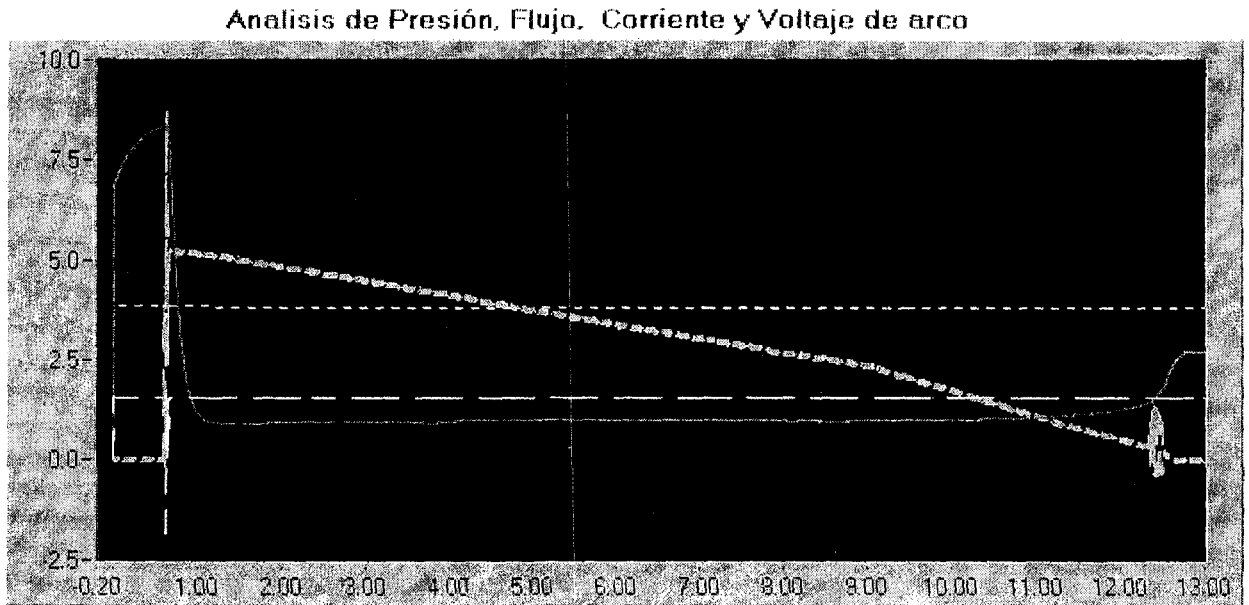


Figura 4: Adquisición de parámetros de soldadura

CONCLUSIONES:

El sistema opera correctamente en la secuencia de automatización del proceso y la adquisición de los parámetros de soldadura.

El mímico del proceso no se estandarizo con la norma ISA de su simbología para procesos, pero es más comprensible para el operador que observa un reflejo del sistema real.

El uso de paquetes comerciales nos permite un ahorro en tiempo para la implementación de este tipo de sistemas, pero finalmente no es un traje hecho a la medida del problema y el algunos puntos se tendrá que resolver en forma convencional.

El uso de este tipo de herramientas se esta generalizando tanto en el plano educativo como en la investigación y desarrollo por su facilidad de programación pero son costosos. Lo anterior nos impone a evaluar con precisión el problema y seleccionar la forma de resolverlo. Ya existe una gran cantidad de desarrollados con esta filosofía en México y seria conveniente tener intercambios en los problemas y soluciones con este tipo de herramientas en la comunidad nacional.