

MODULO DIGITAL PARA GRAFICADO X-Y DE SEÑALES ANALOGICAS

Rodríguez Espinosa M. Rojas Villanueva M.

Rodríguez Rossini G. Bernal Mejía R.

Div. Informática-Inst.Nac.Cardiol."Ignacio Chávez"

RESUMEN

Se presenta un dispositivo mecánico basado en motores de pasos que permite resolución de 0.1 mm en el eje Y y 0.05 mm en el eje X, el cual es controlado mediante una tarjeta digital que se comunica con microcomputadoras utilizando un canal múltiple de comunicaciones previamente diseñado (cancom-I).

Se describen, su construcción y prueba, así como los programas utilizados para verificación y explotación.

Se da cuenta de los resultados de las pruebas como son: graficado de señales en tiempo diferido, expansiones en tiempo y amplitud, interpolaciones, vectocardiograma, trazado de caracteres y de su inclusión dentro de un electro-cardiograma multicanal computarizado.

INTRODUCCION.

La impresión gráfica en papel es uno de los métodos más útiles para la visualización de resultados experimentales obtenidos continuamente en el tiempo o a intervalos, de donde deriva la importancia de contar con medios apropiados para lograr tal objetivo.

Existen en el mercado diversos equipos para lograr este fin pero con una documentación muy pobre, por lo cual en este trabajo se describe la teoría y la técnica de control de un graficador omnidireccional de desarrollo nacional desde el punto de vista de ingeniería y manufactura de sus piezas mecánicas. El graficador se considera como un módulo de un electrocardiograma que supera a los equipos convencionales, aunque falta por recorrer un buen camino para lograr un sistema independiente y suficiente para aplicaciones generales de graficación.

DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA.

El módulo de graficación es controlado por una microcomputadora dedicada de una sola tableta, donde reside la información de control y el programa monitor de comunicación con el usuario.

Su funcionamiento es controlado por el usuario por medio de un teclado de membrana y un despliegue pseudoalfanumérico, donde a partir de mensajes simples se tiene un control sobre los parámetros de funcionamiento del módulo y cuenta como alternativa, con un menú para ejecutar funciones determinadas.

Como el módulo está controlado por una microcomputadora, puede programarse para realizar funciones complejas por medio de comandos relativamente simples. El diagrama a bloques del sistema se muestra en la fig. 1.

Básicamente el módulo graficador está constituido por dos motores de pasos, sensores de posición de hoja/pluma y actuadores de estado de la pluma. Para la inscripción cuenta con un portaplumas soportado por dos barras guías a la estructura principal, sobre esta misma estructura se encuentran dos barras aprisionadoras para la tracción de la hoja donde se realiza la graficación (fig.2). Electrónicamente el módulo graficador está conectado a la microcomputadora por medio de una tableta controladora donde se encuentra la etapa de potencia y la lógica de control.

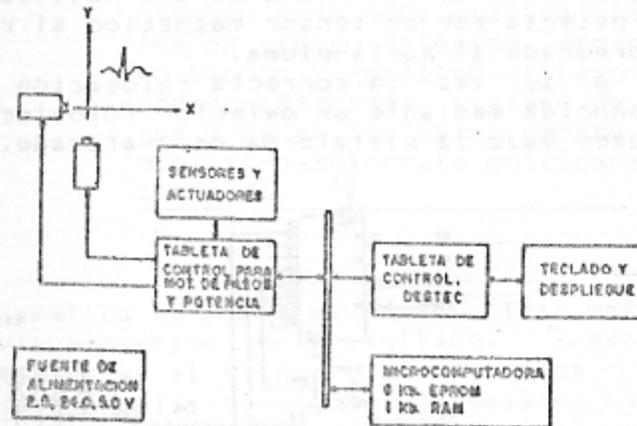


Fig. 1

ELECTRONICA DE CONTROL.

Se observa de la Fig. 3 que la logica de control es parecida al control de una impresora comercial.

Cuenta con dos registros de escritura y solo uno de lectura controlados por un circuito decodificador de puertos. Uno de los registros de escritura se conecta a los motores de pasos correspondiendo 4 bits a cada motor, y es por donde se manda el código digital de conmutación a las correspondientes entradas de los motores, pasando por los transistores de potencia para suministrar la corriente necesaria en la generación de movimiento.

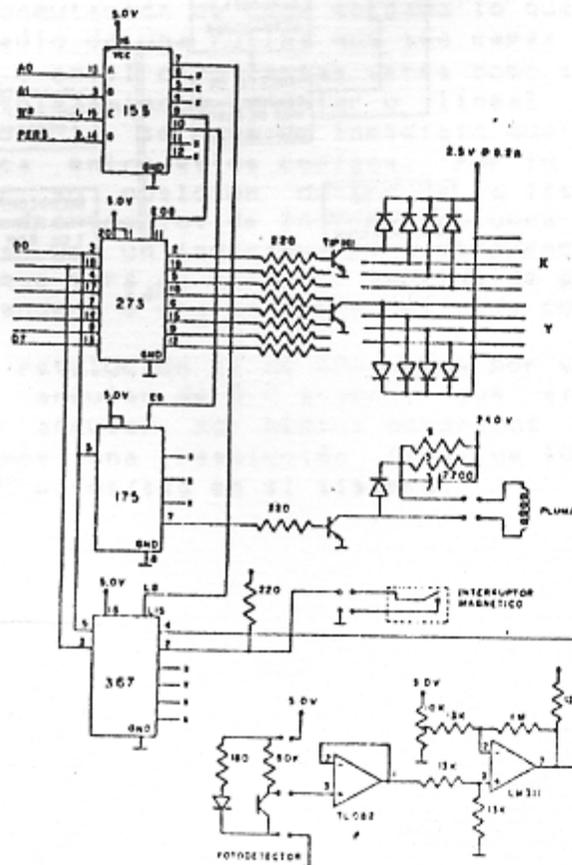
Uno de estos motores desplaza el porta-plumas a lo largo de las barras guías generando las ordenadas o movimiento en el eje Y del área de graficación.

El otro motor hace girar una de las barras aprisionadoras de la hoja, desplazandola horizontalmente generándose de esta forma las abscisas o movimiento en el eje X.

El segundo registro de escritura controla un electroiman que se utiliza para levantar el sistema de las barras guías del porta-pluma, separando a esta ultima del papel para interrumpir la impresión.

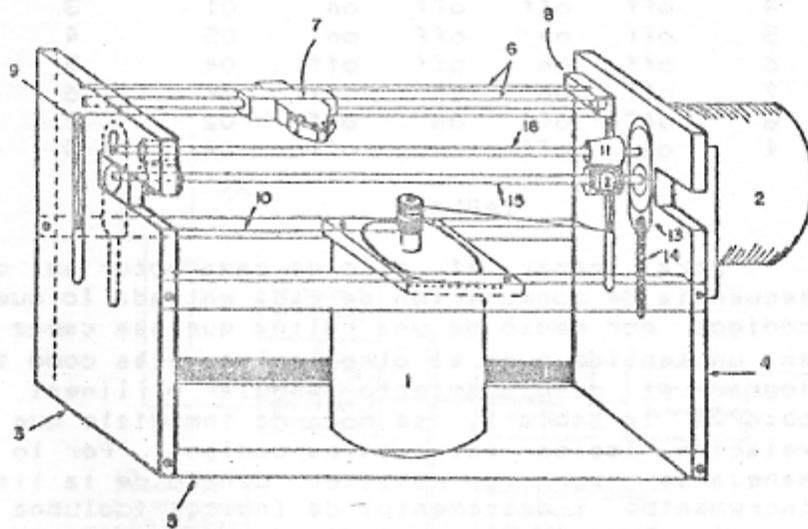
Finalmente se tiene el registro de lectura que es al cual estan conectados dos sistemas de control tanto de posición de hoja como de la pluma. Al comenzar una graficación se coloca automáticamente la pluma en una posición inicial extrema lo que se detecta por un sensor magnético al reconocer un pequeño iman incorporado al porta-pluma.

A su vez la correcta colocación de la hoja de papel es reconocida mediante un detector fotoelectrónico de luz infrarroja situado bajo la plataforma de graficado.



SISTEMA GRAFICADOR (Pzas. medidas aprox. en cm.).

- 1 Motor de pasos Y.
- 2 Motor de pasos X.
- 3 y 4 Soportes principales.
- 5 Perfiles de aluminio cinco pzas.
- 6 Barra guías del Porta-pluma.
- 7 Porta-pluma.
- 8 Piezas de union de la barra guía del Porta-pluma.
- 9 Poleas para la banda del motor Y (4 pzas.).
- 10 Banda motor Y.
- 11 Conos de hule de presión para la hoja.
- 12 Rodillos de tracción de la hoja de papel.
- 13 Pzas. de union para la tensión de la barra de presión.
- 14 Barra de los rodillos de tracción.
- 15 Barra de los conos.



PROGRAMACION.

La programación de soporte del graficador está organizada modularmente donde cada uno cubre funciones desde muy simples como la activación de un motor, hasta funciones complejas como es el caso de interpolación entre puntos localizados en el área de graficación.

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.

Según el manual de los fabricantes de motores a pasos (*) se especifican las características de funcionamiento, como la conmutación de sus entradas en una secuencia determinada como se ve en la siguiente tabla donde cada columna (SW1 ... SW4) representa una entrada al motor.

EIGHT-STEP INPUT SEQUENCE (HALF-STEP MODE)						
STEP	SW1	SW2	SW3	SW4	Cod Hex	Indice
1	on	off	on	off	0A	0
2	on	off	off	off	08	1
3	on	off	off	on	09	2
4	off	off	off	on	01	3
5	off	on	off	on	05	4
6	off	on	off	off	04	5
7	off	on	on	off	06	6
8	off	off	on	off	02	7
1	on	off	on	off	0A	0

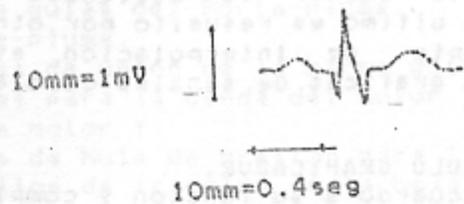
TABLA 1

Para lograr el giro de cada motor se debe controlar la secuencia de conmutación de cada entrada lo que se logra mandando códigos por medio de una rutina que sea capaz de barrer la lista en un sentido o en el otro tantas veces como sea necesario para lograr el desplazamiento angular o lineal requerido. Si se observa la tabla 1, se nota de inmediato que no existe ninguna relación lógica entre estos códigos. Por lo tanto tienen que manejarse por su posición dentro de la lista por medio de incrementos y decrementos de índices (columna STEP) de la lista, por otro lado se usa un indicador para diferenciar un incremento o decremento que será de hecho el sentido de giro del motor por medio de una bandera o una variable definida con anticipación.

La máxima resolución es de 400 pasos por vuelta es decir un desplazamiento angular de 0.9 grados, que al transformar este desplazamiento angular por medios mecánicos a desplazamientos lineales tenemos una resolución final de 10 pasos/mm a una rapidez de 2000 pasos/seg en el sistema.

GRAFICADO DE SEÑALES DE ECG.

Considerando que la señal es un conjunto de puntos y almacenados como datos en la memoria de la microcomputadora, los que fueron obtenidos de un muestreo tenemos que:



El muestreo se realiza a 250 muestras/seg y de acuerdo con la convención de graficación de electrocardiografía de 1mm = 0.04seg tenemos que:

$$(250 \text{ muest/seg})(0.04 \text{ seg/mm}) = 10 \text{ muest/mm}$$

Como la resolución del módulo graficador en el eje X es de 10 pasos/mm y se tienen 10 muest/mm corresponde una muestra a cada paso en el eje X, siendo cada muestra de la señal un desplazamiento sobre el eje Y.

Por lo tanto para graficar una señal por medio de este sistema partimos de la lista de datos almacenados en la memoria de la microcomputadora calculando la diferencia entre un dato y el siguiente donde el signo determinará el sentido de giro del motor que desplazará el portaplumas sobre el eje Y. Esta función es realizada por una sola rutina.

Cuando se tiene la diferencia absoluta se rotará o activará el motor Y en el sentido determinado por el signo de la diferencia de dos datos consecutivos tantas veces como sea el valor absoluto de la diferencia por medio de una rutina especializada.

La operación se repite tantas veces como puntos contenga una señal almacenada en memoria y por cada punto en Y graficado se activará el motor X girándolo un solo paso.

INTERPOLACION LINEAL DE PUNTOS.

Dados dos puntos localizados en un plano cartesiano el problema será deducir los puntos intermedios en el intervalo, es decir deducir la recta que se ajuste entre dichos puntos.

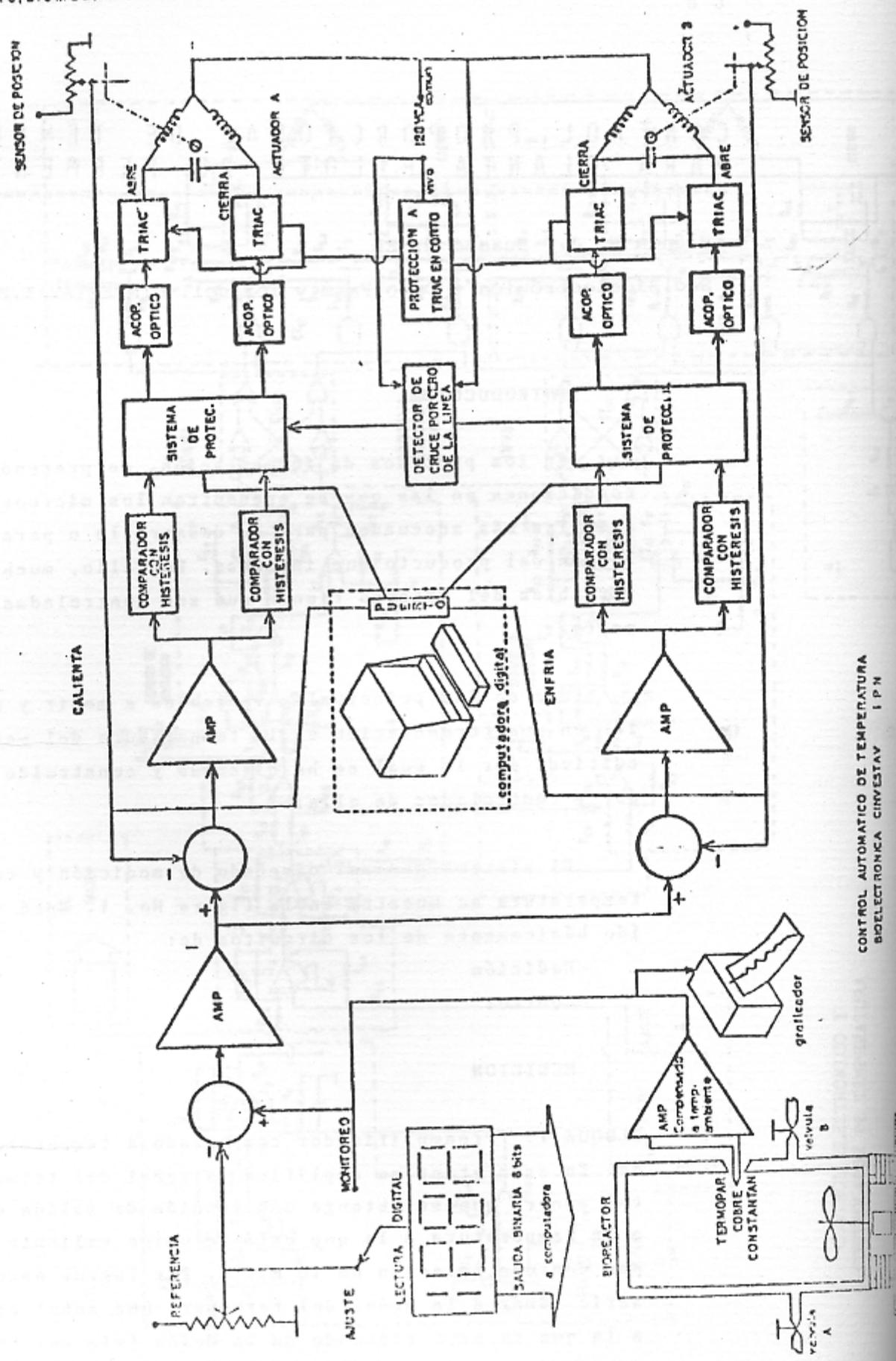
Trasladando los conceptos a nuestro sistema no debemos olvidar que los movimientos siempre son en sentido recto es decir si queremos trazar una línea a 45 grados tendremos que hacerlo por medio de escalones unitarios dependientes de la resolución del sistema. Con estas ideas en mente podemos definir una posición relativa de dos puntos como la relación entre dos catetos de un triángulo rectángulo. Si representamos a los catetos como A y B tenemos tres casos: $A=B$, $A < B$ y $A > B$, donde cada uno de estos casos tiene una situación extrema en la que el cateto menor es cero.

Para resolver el problema se tiene una rutina de decisión o de clasificación por catetos y una vez clasificados, se determina la razón proporcional del mayor en el menor que determina cuantos pasos será activado el motor correspondiente al cateto mayor por un paso del motor correspondiente al cateto menor. Esta operación se repite hasta cubrir la distancia entre ambos puntos o intervalo. Esto ultimo es resuelto por otra rutina especializada.

El concepto de interpolación es aplicado tanto en ampliaciones gráficas de señales como en el vectocardiograma.

RUTINAS DEL MODULO GRAFICADOR.
(Ordenadas de acuerdo a su funcion y complejidad)

			SUMA				
		FACINT	RESIA		SENPAX	MOVX	
	XYMUEV	VEC16	MULTIP			(CODINX)	MX
CUNIKUL	LEIRAS	SENKED	DIV	MINTRY			
	ESPIKA		LBLUCK				
MONITOR	HUJSEN			MIXYRX			
	INIVEC						
		VECTO			SENPAY	MOVY	My
		SENAL				(CODINY)	



CONTROL AUTOMATICO DE TEMPERATURA
BIOELECTRONICA CINVESTAV I P N

FIGURA No. 1