C A P Í T U L O 1

TOMÓGRAFO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL

1.1. OBJETIVO Y GENERALIDADES

El principal objetivo de la reconstrucción del tomógrafo didáctico sigue siendo el mostrar los principios de la tomografía y las técnicas de reconstrucción de imágenes médicas.

Es también el objetivo, optimizar el proceso de adquisición y reconstrucción de la imagen, rediseñando el circuito y realizar mejoras en el programa de tal manera que el computador maneje eficientemente los motores de paso, hacer ajustes en el sistema mecánico de traslación y rotación. Lograr una mejor señal producida por el detector utilizando mecanismos para dirigir y concentrar la luz y finalmente ensamblaje y acabado total del equipo.

El proyecto consiste en utilizar un haz de luz (preferiblemente blanca) el cual se lo proyectará sobre un cuerpo, que para este caso será una muestra que contenga objetos de distintas concentraciones; luego un sistema mecánico de traslación y rotación se encargará de ubicar la muestra en diferentes posiciones y el equipo irá adquiriendo las mediciones de las atenuaciones para cada proyección mediante el uso de un dispositivo foto-sensor (fotómetro). Este fotómetro será el encargado de hacer la conversión de la cantidad de luz que se ha atenuado a señal eléctrica, que para este caso será voltaje.

Luego este voltaje será amplificado y convertido a señal digital (código binario) para lo cual se emplea un convertidor A/D de 8 bits. Esta señal digitalizada se conecta a las entradas del puerto paralelo de una PC en donde va a ser leída y procesada por un software diseñado en lenguaje C. Una vez que es leída por el programa se guarda en un arreglo el cual contendrá el valor de la transmitancia para cada una de las proyecciones (ángulos) de las diferentes posiciones. Estos datos son procesados por un subprograma que contiene el algoritmo algebraico encargado de convertir los valores de transmitancia de cada una de las proyecciones a valores de absorbancia y de hacer la reconstrucción de la matriz de absorbancia que proporcionará la muestra. Una vez reconstruida la matriz, se compara el valor de cada elemento de la misma para ubicarlo en un rango determinado y darle la coloración respectiva como corresponda para el valor de absorbancia de cada elemento.

Finalmente un programa que maneja gráficos mostrará en pantalla una imagen del objeto en un plano transversal, en la cual se observarán las coloraciones que da el programa para porciones de la muestra dependiendo si tiene mayor o menor concentración. Para porciones de la muestra que absorben mucha luz el programa dará una coloración obscura y para porciones de la muestra que absorben poca luz el programa dará tonos de colores claros. Cabe indicar que el programa principal del software a su vez permite establecer comunicación entre el computador y los sistemas externos; es decir se lo utilizará para controlar los motores de paso, el convertidor A/D y los sensores de posición de los motores.

1.2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL EQUIPO

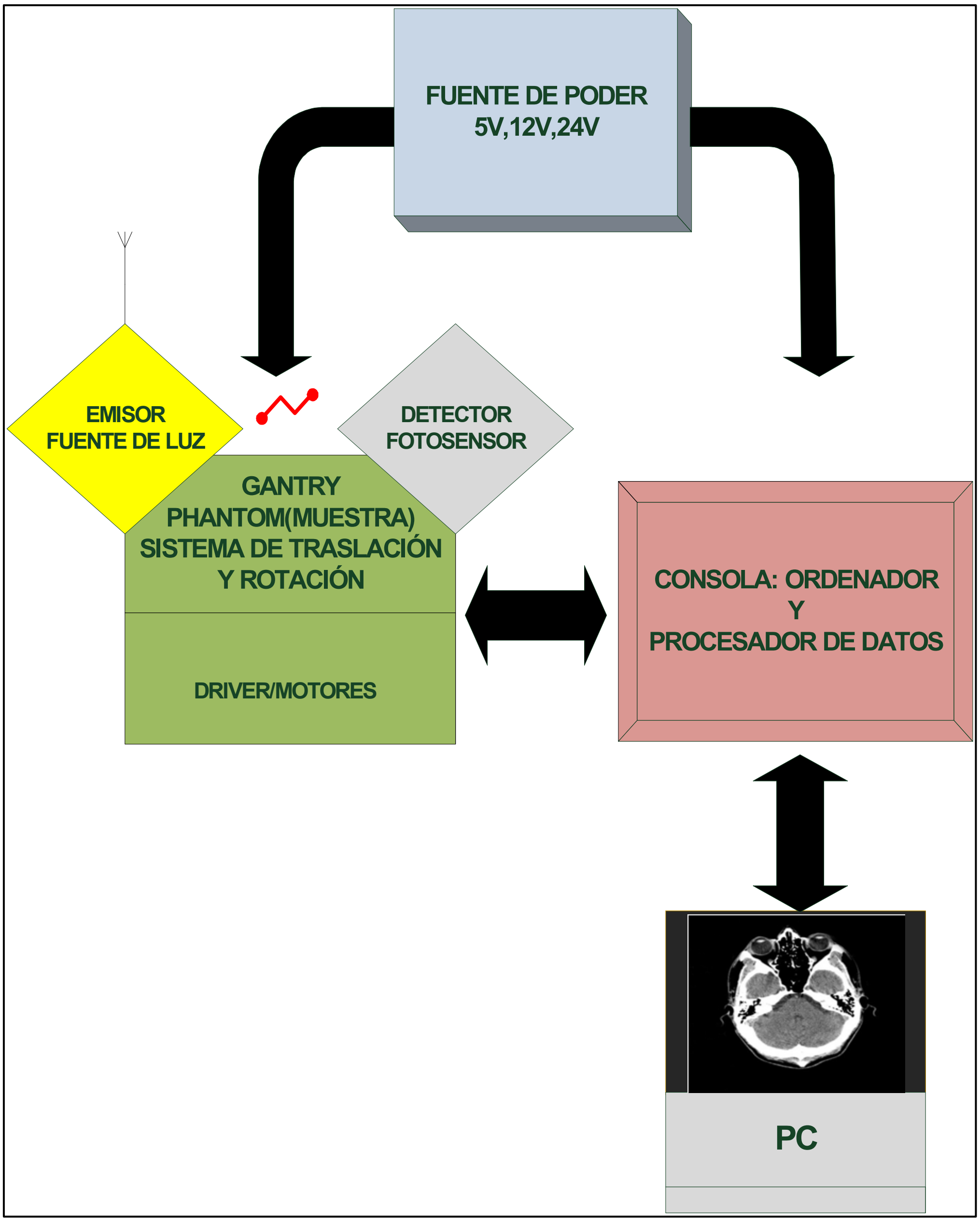


Figura 1.2
Diagrama de bloques del equipo.
Distribución y flujo de trabajo.

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO

Como se puede observar en el diagrama de bloques del equipo, el tomógrafo didáctico utiliza la técnica de control por computador como base para su operación. Por lo tanto el bloque más importante del equipo lo constituye el computador, el cual será el encargado de procesar los datos, controlar el proceso y mostrar los resultados que se obtuviesen.

El **transductor** lo constituye un foto-sensor que se encarga de convertir, la luz que incida sobre su ventana en voltaje, figura 2.6.

La **muestra** consiste de objetos concéntricos con diferentes concentraciones, para el efecto de absorber mayor o menor cantidad de luz. La muestra irá colocada sobre una tarima que es posicionada por dos motores de paso; el sistema es montado sobre unos rieles para el efecto. Un motor de paso tiene la función de rotar la muestra y el otro motor la traslada longitudinalmente de izquierda a derecha, dándole así el movimiento de rotación y traslación que se requiere para tomar las lecturas de las diferentes proyecciones para cada posición de la muestra.

Los sensores que se encuentran ubicados en el sistema mecánico sirven como indicadores de posición de los motores.

Se cuenta con tres fuentes de poder (+5v, +12v, +24v) que se utilizan para polarizar los diferentes circuitos y para energizar los motores.

En la etapa de consola (driver de motores y procesamiento de datos) existen dos tarjetas: la primera es la controladora de los motores de paso (driver) y la segunda se encarga del procesamiento de señales, contiene el amplificador del transductor, el circuito de conversión A/D y el circuito de comunicación para el envío y recepción de datos con el computador.

1.4. INSTRUMENTACIÓN

1.4.1. DESCRIPCION DE LOS MOTORES USADOS EN EL EQUIPO

El equipo utiliza dos motores de pasos marca SONY DENKY CO. LTD. del tipo 103-771-16 y tienen las siguientes características eléctricas y mecánicas:

- Voltaje de operación 24 VDC.
- Corriente de devanado 0,18 A.
- Grados por paso: 1.8°

Estos motores son bifilares con un número total de devanados igual a cuatro. El computador es el encargado de enviar los pulsos hacia el driver para realizar las secuencias de rotación; sin embargo, un motor utiliza estas secuencias estrictamente como rotaciones, mientras que para el otro motor este movimiento de rotación es convertido en su eje en desplazamiento lineal de un carro a través de una rueda dentada que se acopla al motor y una cremallera ubicada en la parte lateral del carro. Estos movimientos combinados de rotación y desplazamiento de la muestra a reconstruirse permiten la obtención de datos de voltaje que reflejan la transmitancia que se presenta para cada ángulo y desplazamiento específico.

1.4.2. EL TRANSDUCTOR

CARACTERÍSTICAS

- El sensor óptico se basa en un fototransistor NTE3032 el cual tiene las siguientes características:
- ICEO: 2A a 5 V
- BVCBO: 80 V.
- BVCEO: 30 V.
- BVEBO: 7V
- Tiempo de respuesta: 2us.
- Máxima disipación de potencia a 25 °C: 1.2 W.

1.4.3. FUENTE DE VOLTAJE

La fuente de voltaje que se utiliza para alimentar los circuitos, consiste de una entrada de 110V y tres salidas; tiene las siguientes especificaciones:

- +5 VDC. con capacidad de corriente de hasta 1 A. ; para alimentación de integrados TTL, CMOS, convertidor A/D, transductor, interruptores, drivers.
- +12 VDC. con capacidad de corriente de hasta l A; se la usa para alimentar el amplificador del transductor.
- +24 VDC. con capacidad de corriente de hasta 3 A., se la usa para energizar los motores de paso.

Esta fuente de voltaje DC es del tipo de fuentes lineales; es decir utiliza un paso reductor de voltaje haciendo uso de un transformador con alimentación primaria de 110 VAC y un secundario que consta de tres devanados separados de 5, l2 y 24 VAC respectivamente.

Podemos apreciar los esquemáticos de las fuentes de poder en las figuras 2.1 y 2.2.

La fuente generadora de radiofrecuencia es el elemento que transforma la energía eléctrica de la red de suministro en una corriente de alta frecuencia.

1.4.4. CIRCUITO DRIVER PARA LOS DEVANADOS DE LOS MOTORES DE PASO (TARJETA 1)

DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO

El circuito empleado para manejar los devanados de los motores de paso se lo ilustra en el diagrama esquemático en la figura 2.3.

Su función es la de recibir los pulsos que envía el computador, a través de las salidas del puerto paralelo, y generar las señales para energizar los devanados y lograr que los motores cumplan con la respectiva secuencia de avance o retroceso.

El computador envía solo dos señales para cada motor, el circuito genera las cuatro señales que necesita cada motor para sus respectivos devanados; estas señales van en grupo de a dos, una que va en fase con la señal que envía el computador y otra que va desfasada 180°. Para este propósito se utiliza en el circuito inversores que en número de 7 contiene el circuito integrado ULN2OO3, este IC emplea salidas con colector abierto por lo cual es necesario colocar un resistor de pull-up en cada salida.

Como se puede apreciar en el esquemático en la figura 2.3 las señales que son enviadas por el computador son desfasadas, acopladas y amplificadas por los inversores para luego alimentar a los transistores de salida, los cuales son los encargados de manejar los devanados de cada motor. Los transistores TIP100 que se utilizan en la salida son del tipo Darlington que son capaces de amplificar la corriente suficiente para energizar los devanados.

Para las líneas que generan las señales para los devanados que tienen los polo opuestos (señales desfasadas) se colocaron diodos entre la base de cada transistor de salida y la salida del inversor, esto se hace para fijar un nivel lógico alto en la entrada del próximo inversor cuando se active la salida del inversor anterior, ya que sin el diodo, al activarse la salida se enviaba corriente al transistor driver pero el nivel de voltaje en la base era muy bajo y por ende también en la entrada del próximo inversor. El diseño final sobre un PCB y la ubicación de sus componentes de la tarjeta driver lo podemos apreciar en las figuras 2.7 y 2.8 respectivamente.

1.4.5. CIRCUITO PROCESADOR Y DE COMUNICACIÓN (TARJETA 2)

DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO

La tarjeta 2 contiene los siguientes circuitos:

Amplificador del transductor: este circuito sirve para amplificar la señal proveniente del transductor y establecer un nivel máximo y mínimo de voltaje para que pueda ser leído por el convertidor A/D.

El nivel mínimo ocurre cuando no hay luz y la salida del amplificador deberá tener un valor muy cercano a 0 V, el nivel máximo ocurre con la máxima intensidad de luz y para este caso la salida del amplificador deberá tener un valor cercano a los 5 voltios. Para el máximo nivel de luz la salida del transductor llega hasta un valor cercano a los 3V, para lo cual el amplificador tiene un trimmer de ajuste de ganancia, la descripción del circuito se encuentra ilustrado en la figura 2.4.

El circuito consiste de un paso acoplador de señal (seguidor de voltaje) seguido de un amplificador no inversor de ganancia variable.

El ajuste de ganancia se lo hace con el trimmer de 50 KΩ de tal manera que su salida de voltaje máximo no supere los 5 V. ya que este es el máximo nivel de referencia del convertidor A/D.

Procesador de datos: este circuito lo comprende básicamente el convertidor A/D 0808, un IC MLS00 y dos IC CD4066; su función es la de convertir la señal analógica que proviene del amplificador del transductor, a una palabra de 8 bits para que puedan ser leídos por el computador.

La señal proveniente del amplificador "Vsens" ingresa al pin 26 del convertidor la cual es la entrada IN0 para las señales analógicas, debido a esto las entradas de selección ADD0, ADD1, ADD2 se encuentran conectadas a 0 voltios. Cuando el computador va a realizar una medición, este envía un pulso por una de las salidas del puerto paralelo, en este caso por la salida 6 que corresponde al pin 8 del conector DB-25, el cual se conecta a la señal SOC (habilitador) y le dice al convertidor que inicie la conversión, para esto el circuito emplea 100 microsegundos para completar el proceso; cuando esto ocurre coloca los ocho bits de la palabra digital resultante en un registro de almacenamiento en la salida y emite la señal EOC (fin de conversión) para que se entere el usuario encargado de recoger los datos. Las referencias REF+

y REF- permiten calibrar el rango de conversión. Por ejemplo: si VREF+ es 5 voltios y VREF- es 0 voltios la palabra digital de salida variara entre 00h para 0 V y FF h para 5 voltios de señal de entrada.

Como resultado de la conversión A/D se tiene una palabra de 8 bits que debe "entrar" al micro por el puerto paralelo. Para asegurar que esta aplicación funcione en cualquier tipo de computador, se ha utilizado la configuración inicial básica; entradas y salidas independientes. Podemos apreciar el esquemático de la tarjeta procesadora de datos y de comunicación con la PC en las figuras 2.4 y 2.5. El diseño final sobre un PCB y la ubicación de sus componentes de la tarjeta driver lo podemos apreciar en las figuras 2.7 y 2.8 respectivamente.

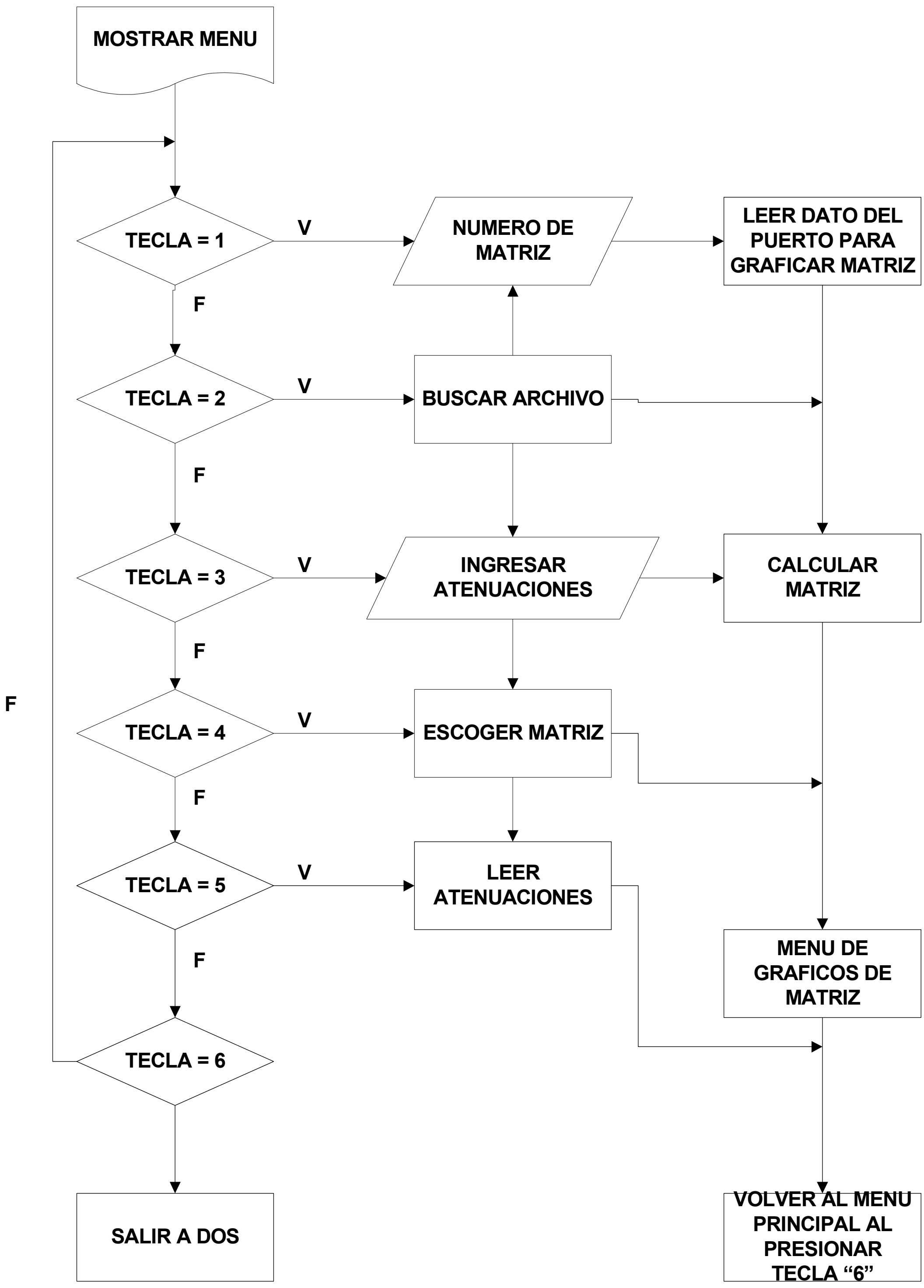
1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SOFTWARE.

El software es la parte principal del proyecto, el mismo que está diseñado en lenguaje C, encargado de controlar todos los sistemas, maneja el procesamiento de las señales y la parte mas sobresaliente de la programación es la dedicada a la reconstrucción de la imagen que finalmente será presentada en pantalla. La señal digitalizada proveniente de la tarjeta procesadora es leída y procesada por el programa, una vez leída se guarda en un arreglo el cual contendrá el valor de la transmitancia para cada una de las proyecciones (ángulos) de las diferentes posiciones. Estos datos son procesados por un subprograma que contiene el algoritmo algebraico encargado de convertir los valores de transmitancia de cada una de las proyecciones a valores de absorbancia y de hacer la reconstrucción de la matriz de absorbancia en que se ha dividido dicha muestra. Una vez construida la matriz se compara el valor de cada elemento de la misma para ubicarlo en un rango determinado y darle la coloración respectiva como corresponda para el valor de absorbancia de cada elemento.

Finalmente un programa que maneja gráficos mostrará en pantalla una imagen del objeto en un plano transversal, en la cual se observará las coloraciones que da el programa para porciones de la muestra dependiendo si tiene mayor o menor concentración. Para porciones de la muestra que absorben mucha luz el programa dará una coloración obscura y para porciones de la muestra que absorben poca luz el programa dará tonos de colores claros.

Cabe indicar que el programa principal del software a su vez nos permite establecer comunicación entre el computador y los sistemas externos; es decir se lo utilizará para controlar los motores de paso, el convertidor A/D y los sensores de posición de los motores. El siguiente diagrama de flujo corresponde al menú de entrada con el que el usuario interactuará.

MENU DE ENTRADA



PROGRAMA PRINCIPAL