

4. DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO PARA LA MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.

4.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo describiremos los componentes del dispositivo con el cual se hicieron las pruebas a los materiales para obtener la conductividad térmica y los materiales utilizados en la elaboración de la gabinete de prueba.

4.2. SISTEMA GENERAL.

Basándonos en las normas mencionadas en el capítulo anterior se ha desarrollado el dispositivo que nos auxiliará en la obtención de conductividad térmica de algunos materiales. A este sistema hemos decidido nombrarlo como Equipo de Medición de Conductividad Térmica (E.M.C.T).

El Sistema General del Equipo de Medición de Conductividad Térmica (E.M.C.T.) consta de las siguientes partes:

- Gabinete de prueba.
- Circuito eléctrico.
- Sistema dispersador de calor.
- Sistema de adquisición de datos.
- Computadora.

(Ver fotografía 4.1)

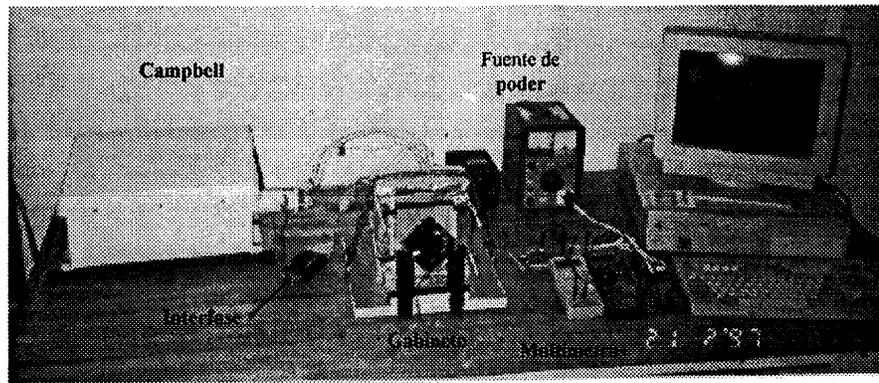


Foto 4.1. Componentes generales del E.M.C.T.

4.2.1. GABINETE DE PRUEBA:

Le llamamos gabinete de prueba al lugar donde se colocan los especímenes para su ensaye junto con los termopares, placas de distribución de calor, la resistencia eléctrica, sujetadores y los dispersadores de calor (fig. 4.1 y foto 4.2).

La función en conjunto de este aparato es la de asegurar un flujo unidimensional del calor a través de los especímenes para así tenerlo (flujo de calor) como una constante.

Este diseño fue hecho en base a la norma de la ASTM C-177.[6]

El material con el cual fue construida el gabinete de prueba es el siguiente:

- Triplay de pino de 1/4". Escogimos este material debido a que es de baja conductividad térmica y porque resiste el calor que se generará en el interior sin quemarse; su función es la de evitar la pérdida o ganancia de calor en el sistema, es decir asegurar que el material que se ensaya no esté afectado por flujo de calor radial.

- Poliestireno de 1". La función del poliestireno es la misma que la de la madera triplay, como aislante térmico (es mejor aislante térmico que el triplay), sólo que este material se coloca hacia el exterior porque no resistiría la temperatura que se genera en el interior, pero tiene la capacidad de aislar el sistema del exterior, es decir, no permite el intercambio de temperatura ni corrientes de aire entre el sistema y el exterior.

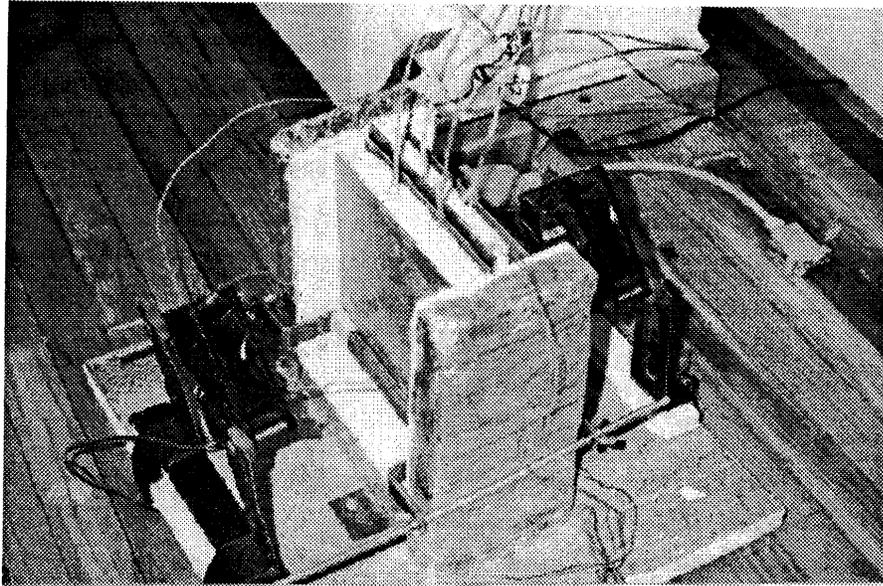


Foto 4.2. *Componentes mecánicos del sistema de placa-plana-cubierta*

- Papel aluminio. Es utilizado para eliminar la transferencia de calor por radiación.

Estos últimos tres materiales antes mencionados forman un sistema que aíslan, formando una pared que asegura en lo más posible que el flujo de calor en el sistema se hará unidimensionalmente, esto es, que el calor que se genere en la resistencia pasará perpendicularmente a las caras en contacto con la resistencia del espécimen .

- Base de madera. Esta sirve para dar firmeza y colocar a una distancia apropiada los demás accesorios.

- Sujetadores. Los sujetadores que se utilizan tienen la función de presionar las muestras con las placas de aluminio y garantizar un buen contacto entre los termopares y los especímenes. Los sujetadores están hechos de solera y varilla roscada con mariposas como ajustadores. En la parte superior, que funciona como tapadera, se tienen unos sujetadores elásticos que hacen presión hacia abajo para evitar pérdida o ganancia de calor por la parte superior.

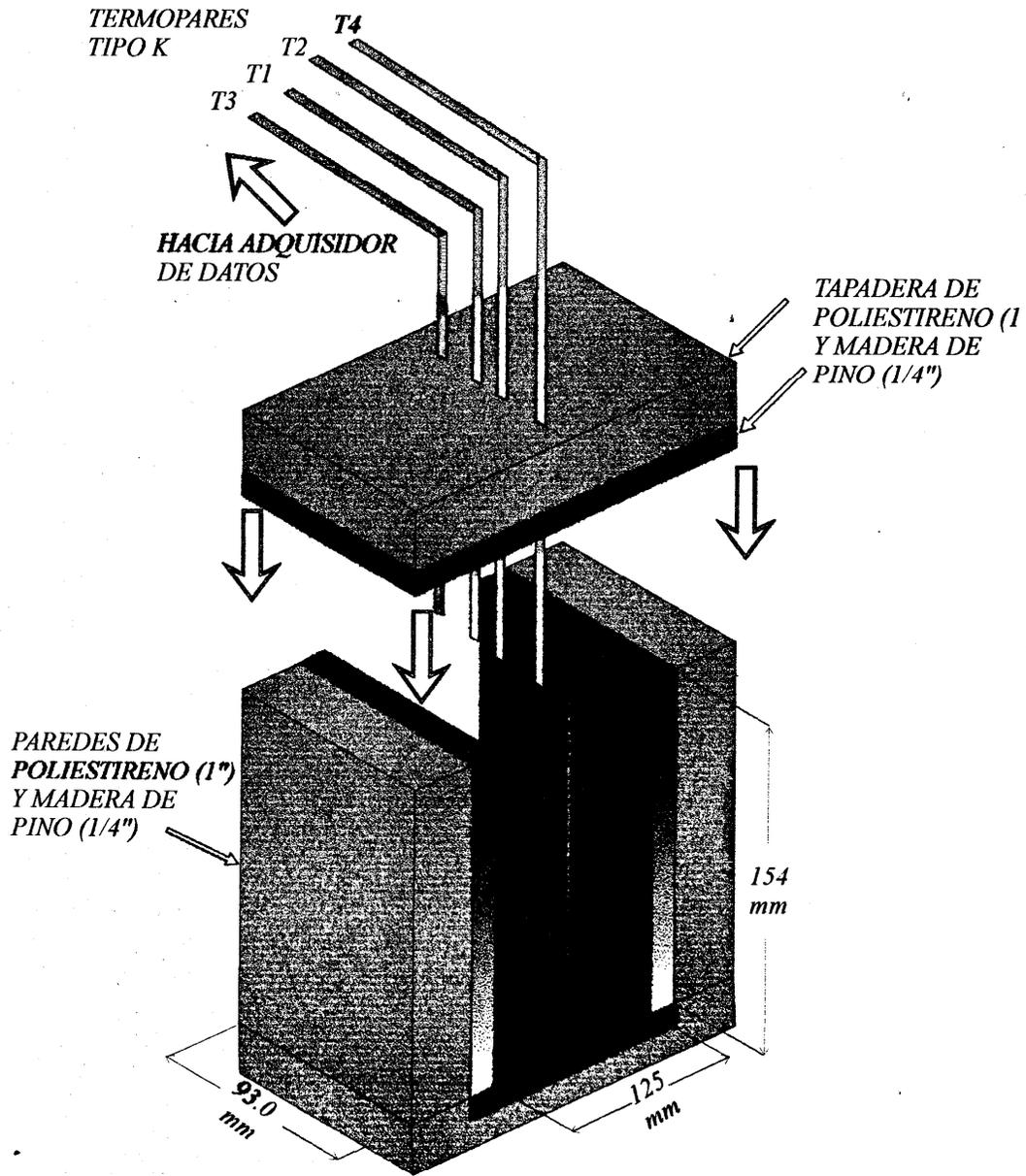


Fig. 4.1. GABINETE DE PRUEBA

- Placas de aluminio. Son placas de aluminio de calibre 26 de 125 x 154 mm. Su función es la de proteger la resistencia eléctrica y distribuir uniformemente el calor que genera la resistencia y transmitirlo a los especímenes para el caso de las placas interiores y la de dispersar el calor uniformemente en la parte exterior. Las placas pueden ser de cualquier material que sea muy buen conductor como el oro, la plata, el cobre, etc. El material de que estén hechas las placas no influye significativamente en las medidas de temperatura, ya que el termopar hace contacto con el espécimen y la temperatura que nos interesa es la que se tiene en la parte interior de la muestra y que pasa a través de ella.

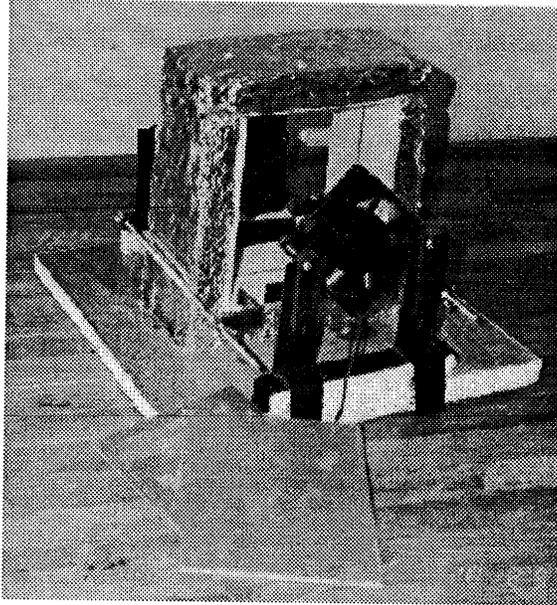


Foto 4.3. *Gabinete de prueba.*

4.2.2. CIRCUITO ELÉCTRICO:

Este sistema en general tiene las funciones de controlar y medir la energía que llega a la resistencia eléctrica y está formado por un variac que controla la potencia de la resistencia eléctrica, registrarla a través de un voltímetro y un amperímetro y pasarla a la resistencia para convertir la energía eléctrica en calor.

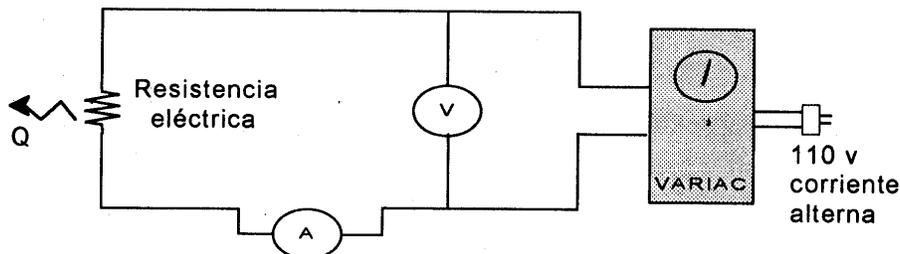


Diagrama del circuito eléctrico del E.M.C.T.

El circuito eléctrico esta formado por:

UNIDAD CALIENTE CUBIERTA (resistencia eléctrica):

El calentador central de esta unidad de calentamiento debe ser instalado para producir una distribución uniforme de densidad del flujo de calor sobre todo el ensamble, debe ser simétricamente centrado en la dirección axial para mantener las temperaturas iguales en las caras opuestas de la unidad de calentamiento. Desviaciones de ésta condición pueden llevar a dificultades en ajustes propios de la protección primaria de la temperatura y puede causar flujo de calor radial no esperado proveniente de la región medida hacia la región de protección.

La resistencia utilizada en este sistema es de la marca OMEGALUX (125 x 154 mm.) KH-506/10. Esta resistencia es flexible y es la que genera el calor para elevar la temperatura de los especímenes. En este paso la corriente alterna que entra es convertida en energía calorífica.

Especificaciones de usos:

Rango de operación: -200° C a 120° C (-328° F a 250° F)

Voltaje 115 volts.

- Variac EICO 1078. Controla la corriente que debe de dársele a la resistencia eléctrica para fijar la temperatura de operación.

La energía hacia la región medida es determinada por la medida de voltaje y corriente a través del calentador en la región medida. Debe fijarse que las determinaciones de la energía de corriente alterna son más propensas a error que la medida de corriente directa. Así pues la energía corriente directa es recomendada para el calentador de la región medida. Sin embargo por carecer de fuente de potencia de AC-DC en nuestro caso fue necesario hacerlo con corriente alterna. Las derivaciones de voltaje para esta medida deben ser colocadas para medir el voltaje en forma paralela al paso de la corriente hacia la unidad de calentamiento protegida, la corriente es determinada colocado en series con el calentador de región medida. Ambas medidas son obtenidas con un voltímetro y un amperímetro respectivamente.

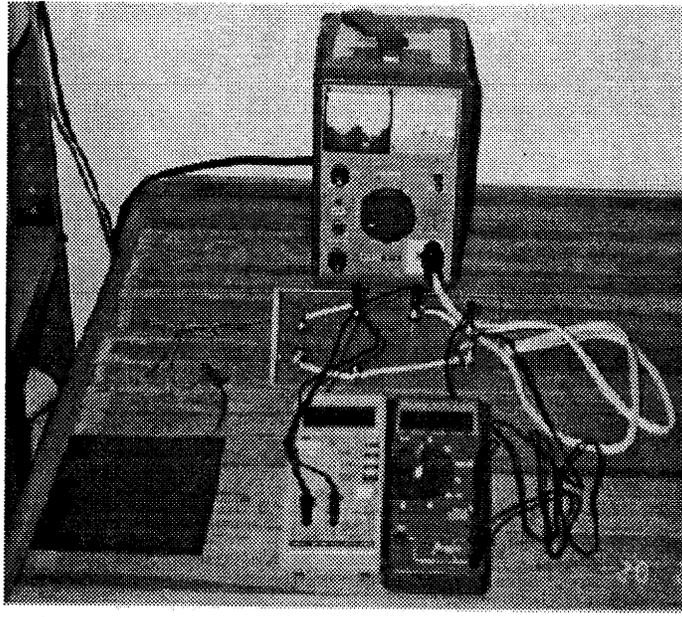


Foto 4.4. Circuito eléctrico del E.M.C.T.

Se debe tener cuidado una vez más para minimizar las pendientes térmicas en el voltaje y los alambres de corriente que llevan al calentador medido, el alambrado de corriente debe ser adecuadamente de tamaño para prevenir significativamente auto-calentamiento bajo máximas condiciones de energía, dentro de esta limitación los dos conjuntos de alambrado deberán ser tan cortos como sea posible para limitar pérdidas radiales de calor.

Precauciones normales deben de usarse para minimizar voltajes falsos en circuitos de control y medición de temperatura. Falsos voltajes, debido a inhomogeneidad de alambrado, generalmente aumentan a medidas que las diferencias de temperatura dentro de los alambres de medición aumentan. Por lo tanto falsos voltajes serán mayores para medición a temperaturas notablemente diferentes de temperatura del cuarto o ambiente. Por la misma razón las conexiones entre diferentes alambres de metal no se deberán hacer en las regiones de pendientes de temperatura notables. Interruptores de bajo térmico y de alta calidad deben de usarse en los circuitos de medición de temperaturas metálicos, generalmente disminuye con la disminución de la temperatura, y por lo tanto los procedimientos se vuelven más importantes a bajas temperaturas.

- Amperímetro. Es un medidor de corriente. La medición de la corriente se hace en paralelo al flujo de la corriente. Debe de estar en función amperaje y los cables probadores al común y al amperes. En nuestro caso utilizamos un multímetro modelo MD 789 BAR-GRAPH DMM. La corriente que se mide es corriente alterna.

- Voltímetro. Es el medidor de voltaje. Estos deben de ir conectados en serie. Se coloca el interruptor giratorio en función de voltaje y los cables probadores al común y al que indique voltaje. El multímetro utilizado para la medición del voltaje es un Fluke 73 Serie II.

Sistema dispersador de calor:

Este sistema esta compuesto por un convertidor de corriente 120 v. - 12 v. y dos ventiladores.

- Ventiladores 12 volts, 0.15 amperes. Estos ventiladores tiene la función de dispersar el calor que se genera en el gabinete de prueba para que el calor siga fluyendo hacia el área de

menor temperatura y evitar las corrientes fuertes de aire. Los ventiladores son los mismos que se utilizan para una computadora y se adaptaron al gabinete; miden 76 mm de diámetro y se coloca uno para cada muestra.

- Convertidor de corriente 120 v - 12 v. 5 amperes. Como su nombre lo indica este aparato es sólo para convertir la corriente eléctrica directa de 120 volts a 12 volts, ya que es la corriente con la que funcionan los ventiladores.

4.2.3. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS:

- Sistema CAMPBELL (CR10). Este sistema es un colector de datos electrónico y está conectado a una computadora personal por medio de una interface para programación, para el seguimiento gráfico y análogo de datos, y para recolección de los datos. Este sistema es programado previamente para determinar los periodos de recolección de datos, cantidad de canales y tipos de sensores a utilizar.

- Termopares.

Medición de Temperatura. Los termopares utilizados en este sistema son de tipo K hechos de una aleación de fierro-cromo. Se utilizan mínimo un sensor de temperatura para determinar la temperatura de cada superficie isotérmica de cada espécimen y un termopar de referencia fuera del sistema para medir la temperatura ambiente. Algunas precauciones deben de ser tomadas en cuenta para asegurar que calentadores y sensores de temperatura son termalmente unidos a la superficie involucrada. El lugar donde se colocó el termopar en cada espécimen es el centro de cada superficie, ya que en este lugar aseguramos que el flujo de calor es perpendicular a la cara de la superficie, ya que esto no es posible asegurarlo en todas las regiones del espécimen y sobre todo en las orillas.

La fijación del termopar depende del tipo del material. En casos donde el material lo permitía se le podía hacer una pequeña ranura a la superficie para poder colocar el termopar y asegurar un mejor contacto entre el espécimen y el termopar. En el caso especial del vidrio donde

la superficie es demasiado lisa y donde el material no es posible ranurarla para colocar el termopar, fue necesario fijarlo con una grasa conductora a base de silicón.

Censores de temperatura deben de ser calibradas para dentro de la duda permitida por la exactitud de diseño del aparato. La calibración de los termopares se hizo en base a una prueba sencilla que se explicará mas adelante.

Computadora. La computadora utilizada es una PC-AT compatible con microprocesador 80286 a 12 Mhz con 1 Byte de memoria RAM y monitor VGA a color. Sin embargo puede utilizarse desde una computadora PC-XT con 256 KByte de memoria RAM.

- Interface SC32A CAMPBELL. La función de la interface es la de entablar relación entre la computadora y el sistema Campbell.

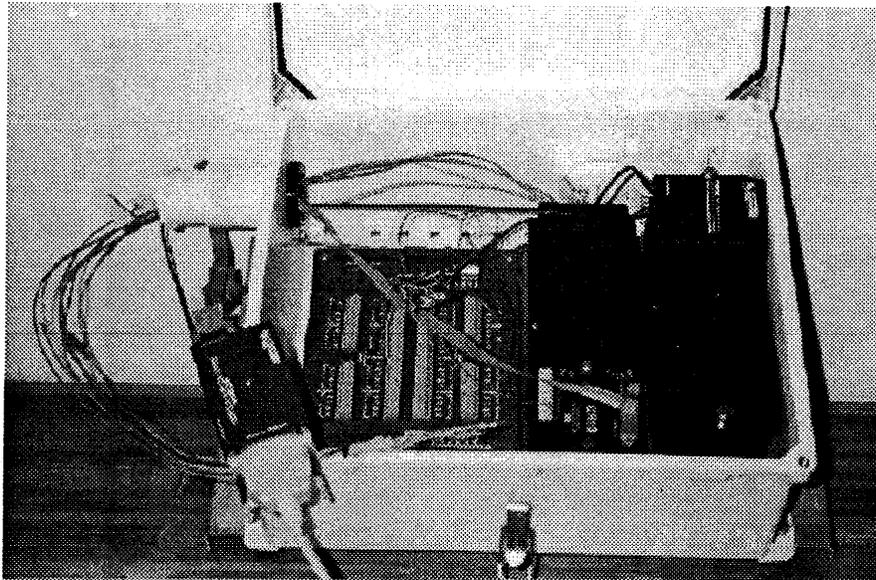


Foto 4.5. Sistema de adquisición de datos Campbell.

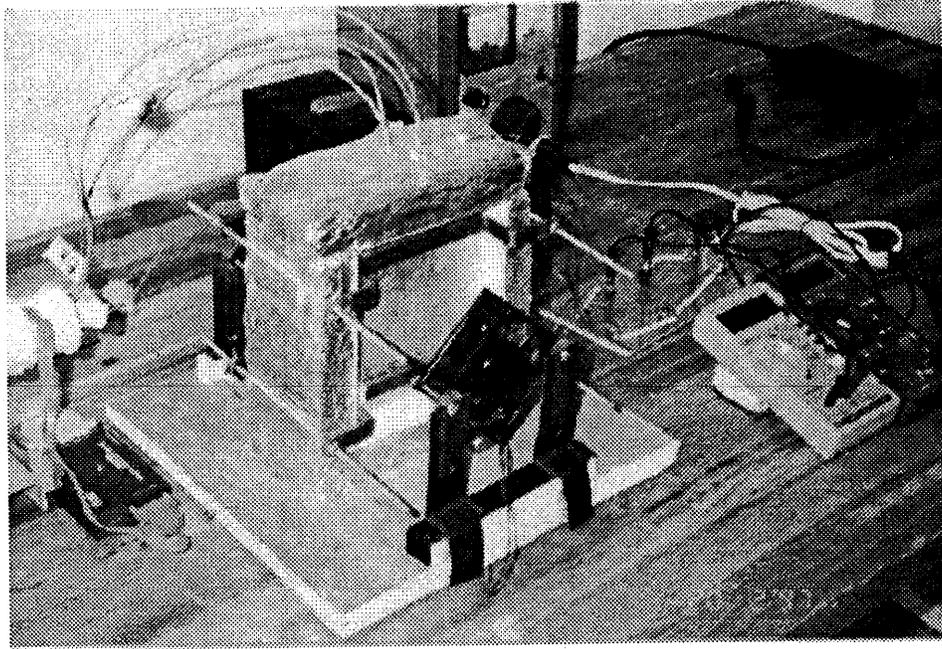


Foto 4.6. Gabinete de prueba listo para la prueba