

Práctica

Control de Temperatura

(Introducción)

Septiembre 2014

CONTENIDO

- I. Objetivos.
- II. Antecedentes.
- III. Material y equipo.
- IV. Descripción de los Módulos de Temperatura TY34/EV y Controlador G34.
- V. Desarrollo de la práctica:
 - Transductor de semiconductor (STT).
 - Transductor de termo -resistencia (RTD).
 - Transductor de termopar (THC).
 - Transductor de semiconductor (NTC).
- VI. Hoja de resultados.

I. OBJETIVOS

Al concluir la práctica el alumno *conocerá* cada elemento de los módulos G34 y TY34/EV y será capaz de alambrarlo correctamente.

Se *familiarizará* con el uso de los transductores de temperatura y sus características.

Analizará las curvas características de los transductores de temperatura STT, RTD, THC y NTC (opcional)

II. ANTECEDENTES

Para una comprensión satisfactoria de esta práctica es necesario que el alumno conozca lo siguiente

Equipo de laboratorio: Manejo del multímetro y del osciloscopio.

Semiconductores: Deberá conocer los conceptos básicos de la función y operación de diodos, transistores, mosfets compuertas lógicas y amplificadores operacionales.

Transductor: Es un dispositivo que realiza la conversión de una magnitud física en otra. Por ejemplo:



Acondicionador de señal: Durante la práctica se observará que normalmente no es posible manipular la magnitud de la señal eléctrica de salida de un transductor, ya sea porque el campo de medición no sea el deseado, la potencia de la señal suministrada es demasiado baja, o bien porque no es compatible con la etapa a la que se pretende conectar. Debido a esto, al transductor se le debe acoplar un etapa de acondicionador de la señal. Cabe mencionar que la presencia del transductor constituye un elemento de perturbación en el proceso que se pretende analizar.



III. MATERIAL Y EQUIPO

- 1 Fuente PS1/EV.
- 1 Fuente PS2A/EV.
- 1 Módulo de Temperatura TY34/EV y Controlador G34.
- 1 Multímetro.
- 1 Juego de cables B-B chicos para conexión.
- 2 Cables de alimentación.
- 1 Transductor STT.
- 1 Transductor RTD.
- 1 Transductor THC.
- 1 Transductor NTC (opcional).
- 1 Multicontacto.

ADVERTENCIA: LOS CABLES DE LOS TRANSDUCTORES SON MUY DELICADOS, FAVOR DE NO ENROLLARLOS, EVITE DOBLARLOS Y TORCERLOS.

IV. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Para el desarrollo de la práctica se utilizará un sistema que consta de dos módulos, el “TEMPERATURE CONTROL & TRANSDUCERS” G34 (*se cuenta con dos modelos*) y la planta “TEMPERATURE PROCESS UNIT” TY34/EV, los cuales se describen en esta sección, presentando una breve explicación de cada uno de ellos.

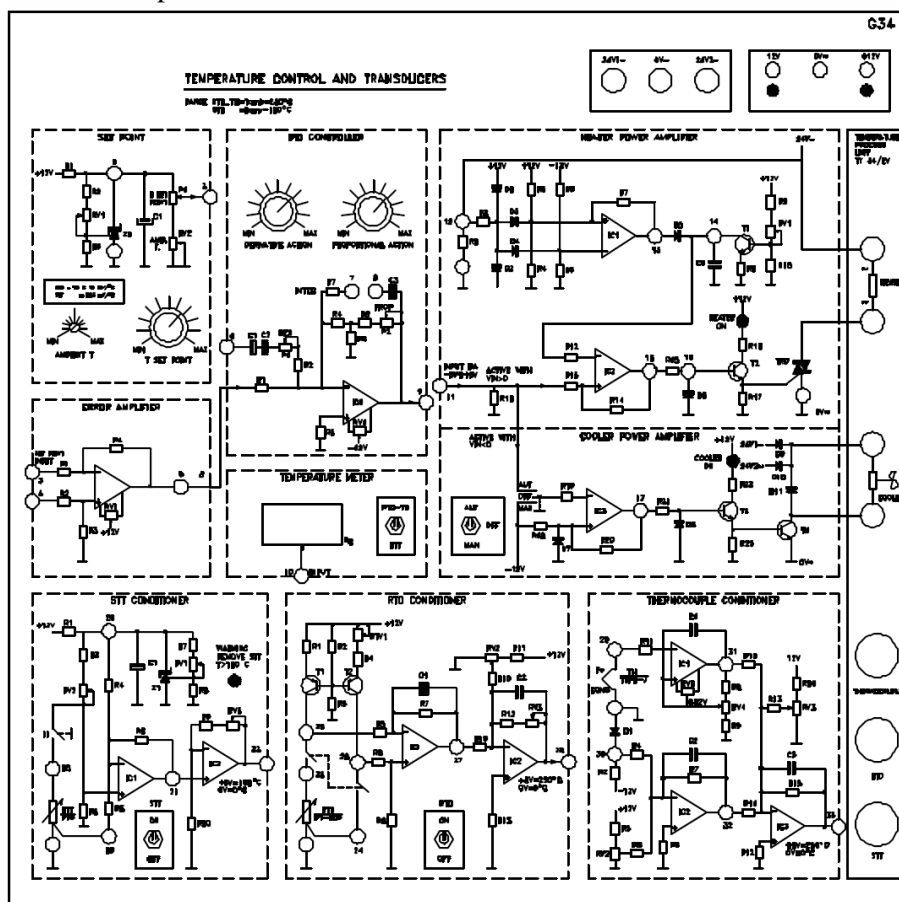


Fig. 1 Módulo G34

Como se observa en la figura 1, este módulo se compone a su vez de un conjunto de ocho bloques (*o nueve, según el modelo “a” o “b”*), que representan a otros tantos circuitos electrónicos, los cuales realizan cada uno una función muy concreta. La figura 1 muestra también los bornes para las conexiones que unen a los diferentes bloques, así como los puntos de medición.

El modelo “a” incluye ocho bloques, y es el que se muestra en la figura 1, el modelo “b” contiene un bloque más que es el NTC CONDITIONER.

• Set point

Este bloque, tiene la finalidad de suministrar la señal de referencia (**entrada**) al sistema.

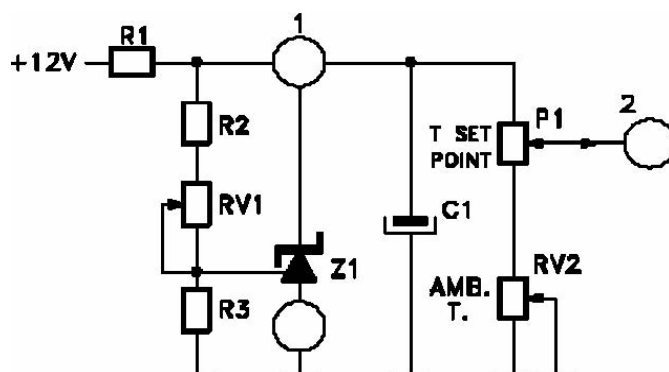


Fig. 2 Diagrama del circuito de la entrada de referencia.

Como puede observarse en la figura 2, en la salida de esta etapa compuesta por P1 y RV2 se obtiene la señal de referencia que puede ir de **0 a 8 V de c.d.**

• Amplificador de error

El amplificador de error cuyo diagrama se muestra en la figura 3, se encarga de realizar la **comparación** entre el valor de **entrada**, proveniente del “Set Point” y el valor obtenido a la **salida** del sistema, (realimentación), con el objeto de generar la **señal de error (E)**.

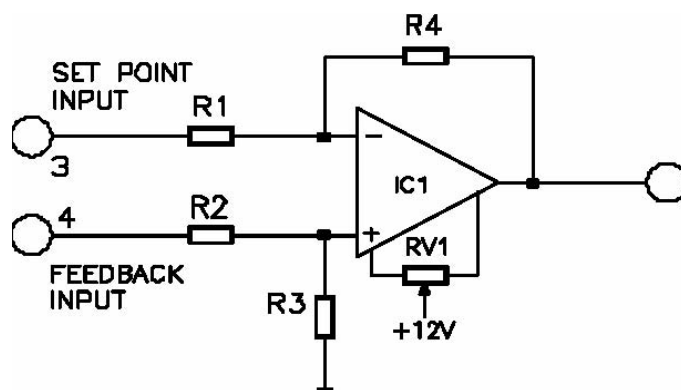


Fig. 3 Diagrama del amplificador de error.

Este bloque se encuentra constituido por un amplificador **operacional** en configuración diferencial, cuya salida es el resultado de la diferencia de las dos entradas presentes afectada por la razón $R4/R1$.

• Controlador PID

Este bloque contiene un controlador versátil que puede tomar las configuraciones P, PI o PD mediante el puenteo de algunos bornes específicos.

Este bloque se muestra en la figura 4.

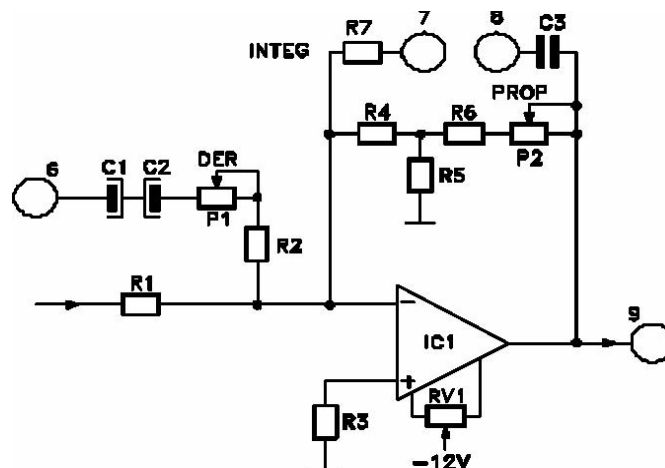


Fig. 4 Diagrama del controlador PID.

• Acondicionador del transductor de semiconductor (STT)

Debido a que el transductor utilizado es de tres hilos, se ha adaptado un amplificador diferencial para minimizar el valor resistivo de los alambres del transductor. El equipo está provisto también de un indicador de sobret temperatura, de este modo cada que se rebase la temperatura de 150°C un diodo de led (visible en lo alto del “STT CONDITIONER”) se encenderá y habrá que sacar del horno el transductor de semiconductor o bien se tendrá que apagar la fuente que suministra la energía para alimentar el bloque “HEATER POWER AMPLIFIER” o bien eliminar la conexión entre los bloques “PID CONTROLLER” y “HEATER POWER AMPLIFIER” (bornes 9 y 11), pues **debe ser enfriado para evitar que se dañe**. Se tomará una de estas acciones dependiendo de cual resulte más apropiada a la práctica que esté realizando.

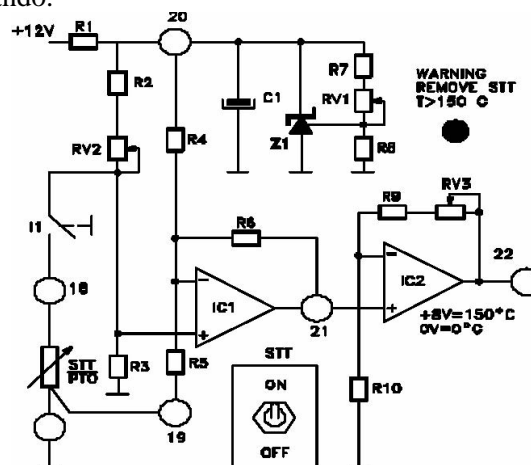


Fig. 5 Diagrama del acondicionador del transductor de semiconductor STT.

Este acondicionador de señal suministra un rango de voltajes entre **0 V y 8 V de c.d.** que corresponden a rangos de temperatura entre **0°C y 150°C** respectivamente, la salida del transductor debe ser lineal. La constante de proporcionalidad se obtiene de la relación entre el voltaje y la temperatura.

• Acondicionador de señal del transductor NTC

El diagrama detallado del acondicionador de señal es el siguiente:

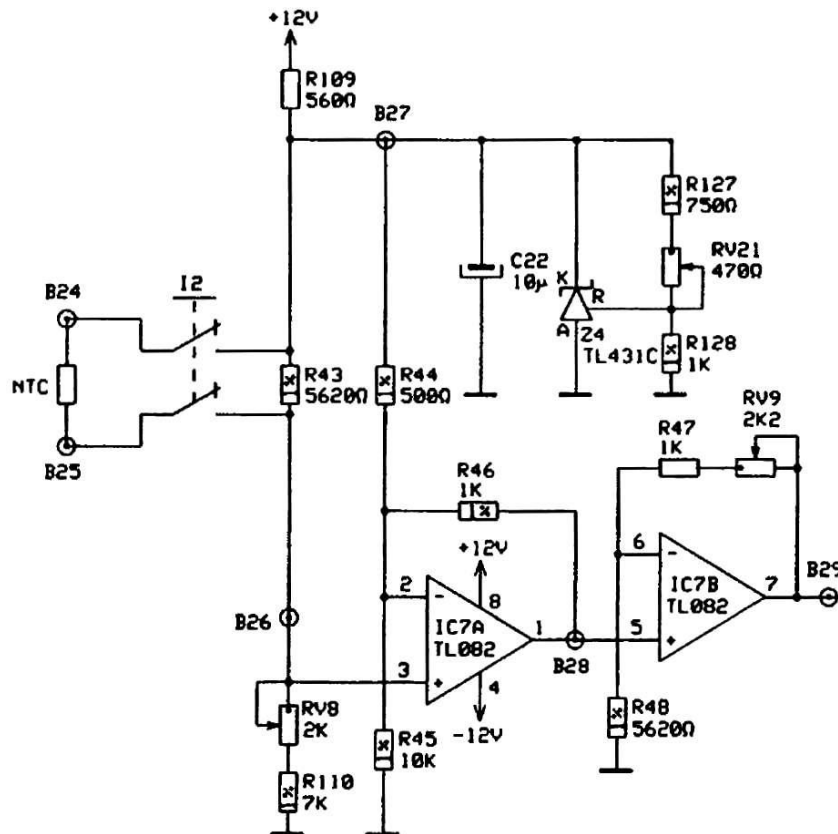


Fig. 6 Diagrama eléctrico del acondicionador de señal del termistor NTC

La función del acondicionador de señal es la de poner en relación la variación de temperatura de **0°C-110°C** con una tensión de salida variable entre **0 V y 5.863 V de c.d.**

Se mantiene la misma escala del sensor STT el cual establece, para una variación de la temperatura de **0°C - 150°C**, una tensión de salida **0 V - 8 V de c.d.**

Dado que la temperatura máxima prevista por el termistor NTC utilizado es de **110°C**, a este valor de la temperatura interviene un circuito de señalización de temperatura máxima alcanzada, fuera de la cual el termistor **debe ser enfriado y en consecuencia sacado de la unidad TY34/EV para evitar que se dañe.**

Dicho valor determina indirectamente el límite superior del intervalo de temperatura que puede medirse con el NTC y, en consecuencia, el margen se limita a **0 - 110°C**.

La constante de proporcionalidad corresponde a un margen de temperatura variable entre 0°C y 150°C y un intervalo de tensión entre 0 V y 8 V; sin embargo, el valor máximo efectivo es de **5.863 V (53.3 x 110 mV), para 110°C**.

- **Acondicionador de señal del transductor de termorresistencia (RTD Resistance Temperature Detector)**

Es el acondicionador de señal de transductor que se basa en una resistencia que es sensible a la temperatura (termorresistencia).

El acondicionador de señal de este transductor logra obtener un rango de tensión entre **0 V y 8 V** correspondiente a un rango de temperaturas entre **0°C y 250°C**.

La figura 7 muestra el diagrama eléctrico de este acondicionador de señal

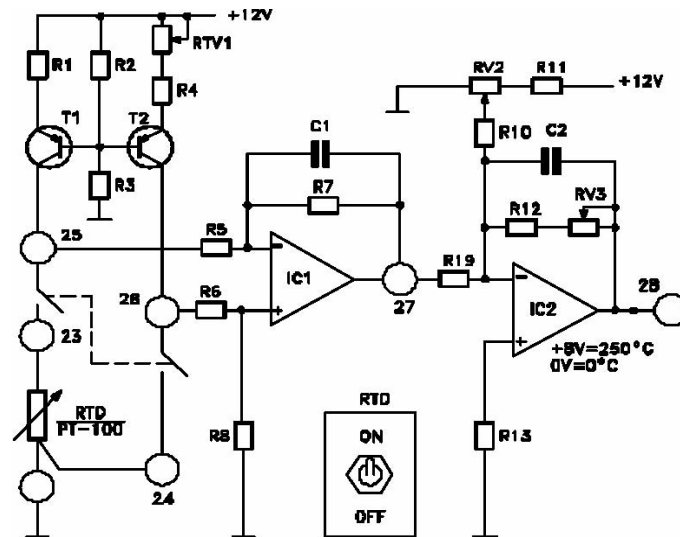


Fig. 7 Acondicionador de señal del transductor de termo - resistencia.

- **Acondicionador de señal del transductor de termopar**

La función de este acondicionador, es la de elevar la tensión de salida y hacer una compensación de la unión fría del termopar.

A temperatura ambiente, la fem termoeléctrica que genera el transductor es del orden de milivolts, por ello es necesario tomar precauciones en el acondicionador de señal para impedir que las perturbaciones, como el ruido, puedan llegar a alterar la medición correspondiente.

El diagrama eléctrico del acondicionador de señal de este transductor se presenta en la figura 8.

Esta señal se puede apreciar en el borne 33 (borne 40 si se cuenta con el módulo que incluye el transductor NTC).

El rango de temperaturas de **0°C a 250°C** corresponde en forma lineal con un rango de voltajes de **0 V a 8 V de dc**.

La figura 8 muestra el circuito eléctrico de este acondicionador de señal.

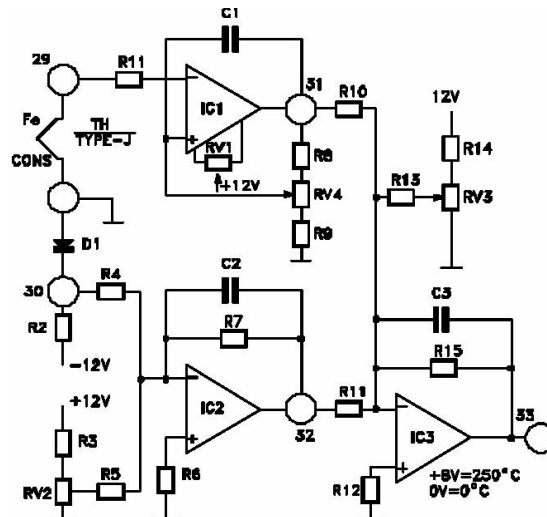


Fig. 8 Acondicionador de señal del transductor de termopar

• Temperature Meter (Display digital)

El módulo G34 cuenta con un indicador digital que tiene la finalidad de mostrar el valor de la temperatura durante el desarrollo de la práctica correspondiente.

• Amplificadores de potencia para el calefactor/enfriador

Esta etapa se encarga de proporcionar una ganancia en corriente a la señal de control que alimenta el calefactor o el enfriador.

Consta de dos etapas independientes una que se encarga de amplificar la corriente alterna para la resistencia calefactora y otra para el ventilador de enfriamiento.

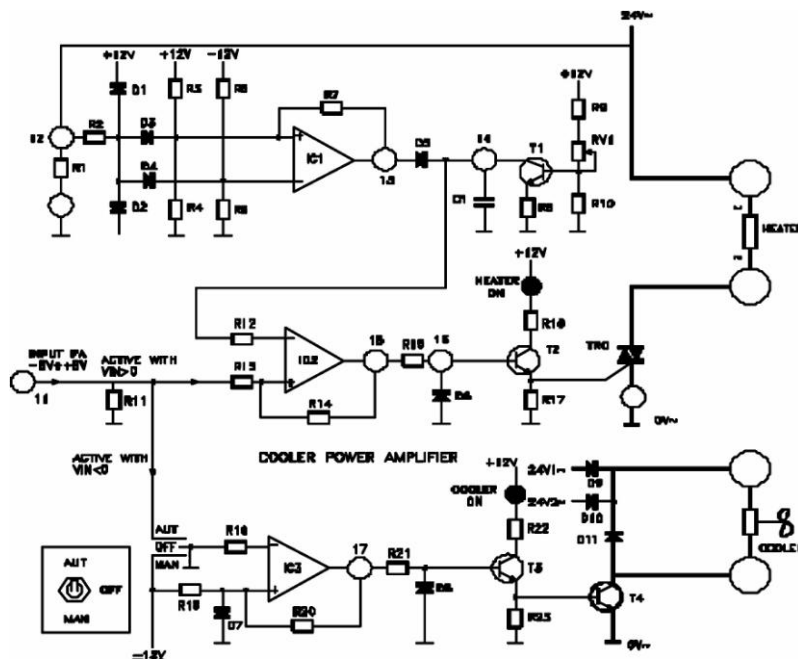


Fig. 9 Diagrama del amplificador de potencia

En el módulo TY34/EV se encuentran ubicados los transductores así como la resistencia calefactora y el ventilador de enfriamiento como se muestra en la siguiente figura.

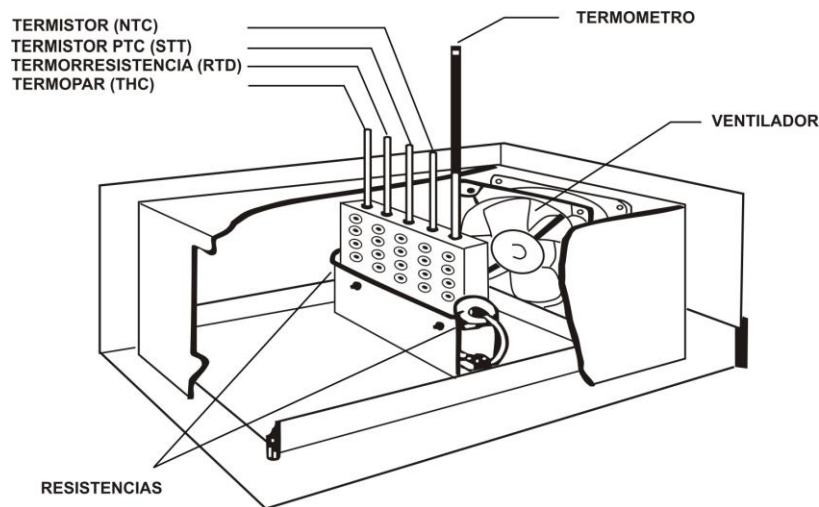


Fig. 10 Módulo TY34/EV

- **Transductores de temperatura**

Los transductores con los que cuenta este módulo son:

- Transductor de semiconductor (STT).
- Transductor de termorresistencia (RTD).
- Transductor de termopar (thermocouple THC).
- Transductor de semiconductor (NTC) (*incluido sólo en uno de los dos modelos*).

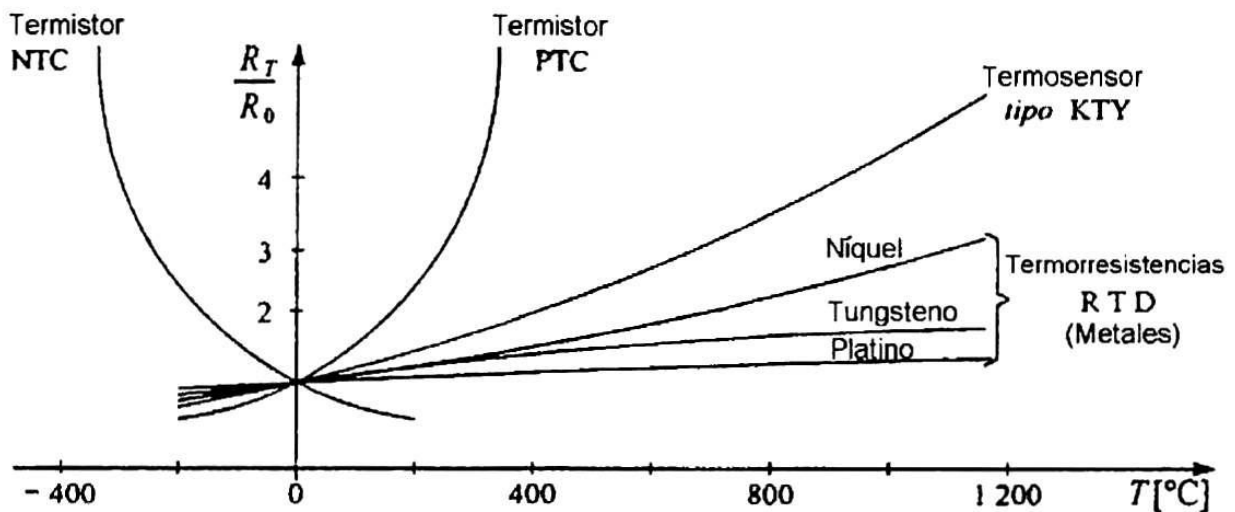


Fig. 11 Características cualitativas normalizadas de los transductores de temperatura

• Termistores NTC

Los termistores son transductores por variación de resistencia hechos con materiales que tienen un coeficiente de temperatura elevado y cuyos procesos de fabricación son muy económicos.

La composición de estos sensores de temperatura, considerados RTD (Resistance Temperatura Detector) de semiconductor, puede ser tal como para determinar un coeficiente de temperatura negativo (NTC) o positivo (PTC).

Los termistores NTC tienen una resistencia que depende casi exponencialmente de la temperatura absoluta $R(T) = R_0 \exp(b/T)$; en consecuencia, presentan una considerable no linealidad, con una sensibilidad que varía inversamente con el cuadrado de la temperatura absoluta T .

Ofrecen valores óhmicos en un intervalo muy amplio y pueden tener dimensiones sumamente reducidas; en consecuencia, una respuesta muy rápida.

Los termistores PTC tienen un coeficiente térmico constante en un limitado intervalo de temperaturas, con discreta sensibilidad.

Los termistores PTC tienen un coeficiente de temperatura positivo y se caracterizan por una propiedad que es creciente al aumentar la temperatura, mientras que los termistores NTC tienen un coeficiente de temperatura negativo y la característica resistencia/temperatura tiene una marcha decreciente al aumentar la temperatura.

Con los NTCs pueden utilizarse varios circuitos para reducir la no linealidad (por ejemplo: una resistencia en paralelo al sensor y una en serie) o se puede proceder, mediante el uso de un microprocesador, a la linealización digital mediante la interpolación de la curva de calibración.

En la linealización con resistencia en paralelo, la resistencia paralelo –equivalente al termistor y a la resistencia misma R_L – presenta una leve no linealidad que se reduce progresivamente reduciendo el intervalo de utilización.

• Transductor de semiconductor (STT).

En este tipo de transductores de temperatura se aprovecha la gran sensibilidad que tienen los semiconductores a la temperatura.

Aunque ofrecen un rango de temperatura más alto que el de otros transductores y tienen un costo inferior cuentan con una linealidad menor.

Normalmente, la conexión entre el transductor y su correspondiente acondicionador de señal es de dos hilos, cuando varía la temperatura de los cables de conexión el valor de la resistencia total del transductor más los cables cambia, sin embargo en la mayoría de casos el error producido por la resistencia de los cables es despreciable.

Todos los cables que salen del transductor son del mismo material y tienen la misma longitud de tal forma que su resistencia es la misma, por lo tanto, con un amplificador diferencial podrá obtenerse un voltaje que depende solamente de la resistencia.

Físicamente estos transductores tienen la apariencia de una resistencia de $\frac{1}{4}$ de watt o de un diodo de señal normal.

Las características de este transductor se consideran asumiendo que la potencia disipada por el dispositivo es nula, por esta razón se deberá poner especial atención en el autocalentamiento provocado por la corriente que fluye a través de él, para fines prácticos, esta corriente no debe exceder los 10 mA.

• Transductor de termorresistencia (RTD).

En la medición de temperaturas la termorresistencia aprovecha la variación de la resistencia de un conductor en función de la temperatura.

Generalmente, la relación entre la resistencia y la temperatura está dada por la siguiente ecuación

$$R_T = P_o (1 + \alpha T)$$

en donde α es el coeficiente de temperatura del material, comúnmente se utilizan materiales como el níquel o el platino cuyas constantes son $\alpha = 6.17 \cdot 10^{-3}$ para un rango de temperatura entre -60°C y 150°C y $\alpha = 3.85 \cdot 10^{-3}$ para una rango de temperaturas entre -220°C y 750°C respectivamente.

La termorresistencia, denominada también “Resistance Temperature Detector” (R.T.D.) tiene las características siguientes:

- constancia de las características en el tiempo;
- reproducibilidad de las características;
- variación de la resistencia en función de la temperatura bastante buena.

• Transductor de termopar (THC).

El termopar consta de dos conductores metálicos de naturaleza distinta cuyo punto de conexión constituye un contacto galvánico según se muestra en la siguiente figura

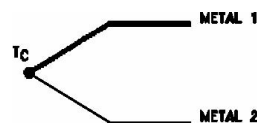


Fig. 12

Cuando el punto TC del termopar alcanza la temperatura que se desea medir en otro extremo se induce un voltaje producido por el efecto Seebeck el cual está dado por la diferencia $T_C - T_F$, como se muestra en la figura 13.



Fig. 13.

Conociendo el valor de este voltaje inducido y la temperatura T_F , la cual es la temperatura ambiente, será posible calcular el valor de T_C .

Los termopares más utilizados son:

Fe-Constantán	(tipo J)
Ni-NiCr	(tipo K)
Cu-Cosntantán	(tipo T)

En la siguiente figura se muestran las curvas voltaje inducido vs temperatura de estos termopares

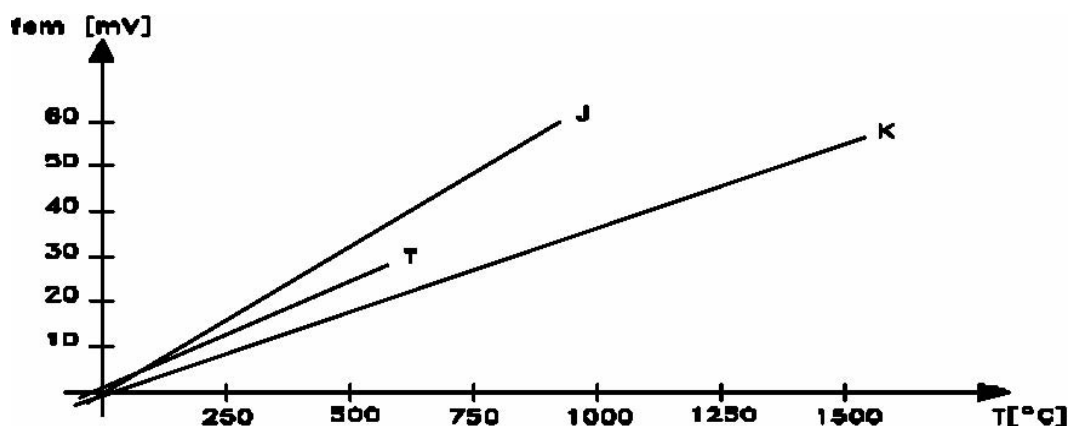


Fig. 14.

El termopar de Fe-Constantán ofrece un voltaje inducido muy grande y una excelente linealidad a un bajo costo, sin embargo su temperatura máxima de funcionamiento resulta limitada (700°C-800°C).

Por su parte el termopar de Ni-NiCr tiene un voltaje inducido inferior al de Fe-Constantán pero puede usarse con temperaturas superiores a los 1500°C, siendo bastante lineal sobre todo en altas temperaturas y su costo es ligeramente superior, su principal inconveniente es su vulnerabilidad ante los gases reductores, por lo que se debe proteger adecuadamente.

Finalmente el termopar de Cu-Constantán se utiliza para bajas temperaturas (hasta 600°C) las características en cuanto a linealidad y a su costo son similares a los anteriores.

Este transductor está elaborado de Fe-Constantán (tipo J), algunas de sus características son:

Constante de transducción:	53 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Error:	$\pm 2.2^\circ\text{C}$ entre 0°C y 270°C
	$\pm 0.75^\circ\text{C}$ entre 270°C y 760°C

Protección contra agentes reductores mediante un recubrimiento metálico.

• V. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

• Polarización

Una de las partes más importantes en el desarrollo de la práctica es la polarización del módulo TEMPERATURE CONTROL & TRANSDUCERS G34, ya que con una polarización correcta se evitan daños posteriores en los circuitos electrónicos de la misma, para ello se realizan los siguientes pasos:

Advertencia: ambas fuentes deben estar **apagadas**.

- Los bornes para la polarización de voltaje del módulo G34 se encuentran localizados en la esquina superior derecha de la tarjeta; son necesarias una tensión de +12 Vcd, una de -12 Vcd para la parte de control y una tensión 24 Vca (~) para la etapa de potencia.

La fuente PS1/EV entregará los voltajes de directa de +12 Vcd (borne rojo), -12 Vcd (borne azul) y el común 0 Vcd (borne negro), que se localizan en el extremo derecho de la fuente.

- Conecte el borne de +12 V de la fuente con el borne marcado con +12 V del equipo, el borne -12 V de la fuente con el borne marcado con -12 V del equipo y no olvide conectar el borne común de la

fuelle con el correspondiente del G34.

La fuente PS2A/EV suministrará el voltaje de alterna al módulo G34 y a su vez está dividida en dos secciones **OUT-B** y **OUT-C**.

- Elija una de las dos secciones, y de la sección elegida, conecte el borne que tiene una línea punteada, al borne de **tierra** de la zona marcada con **24 V~** del módulo G34, y el otro borne de dicha sección seleccionada, conéctelo al borne correspondiente de **24 V~** del módulo G34.

- Para tomar mediciones con el multímetro se sugiere utilizar los caimanes incluidos con éste, pues así se evita dañar los cables banana-banana. En la figura 15 se muestra la forma correcta de utilizar dicho multímetro.

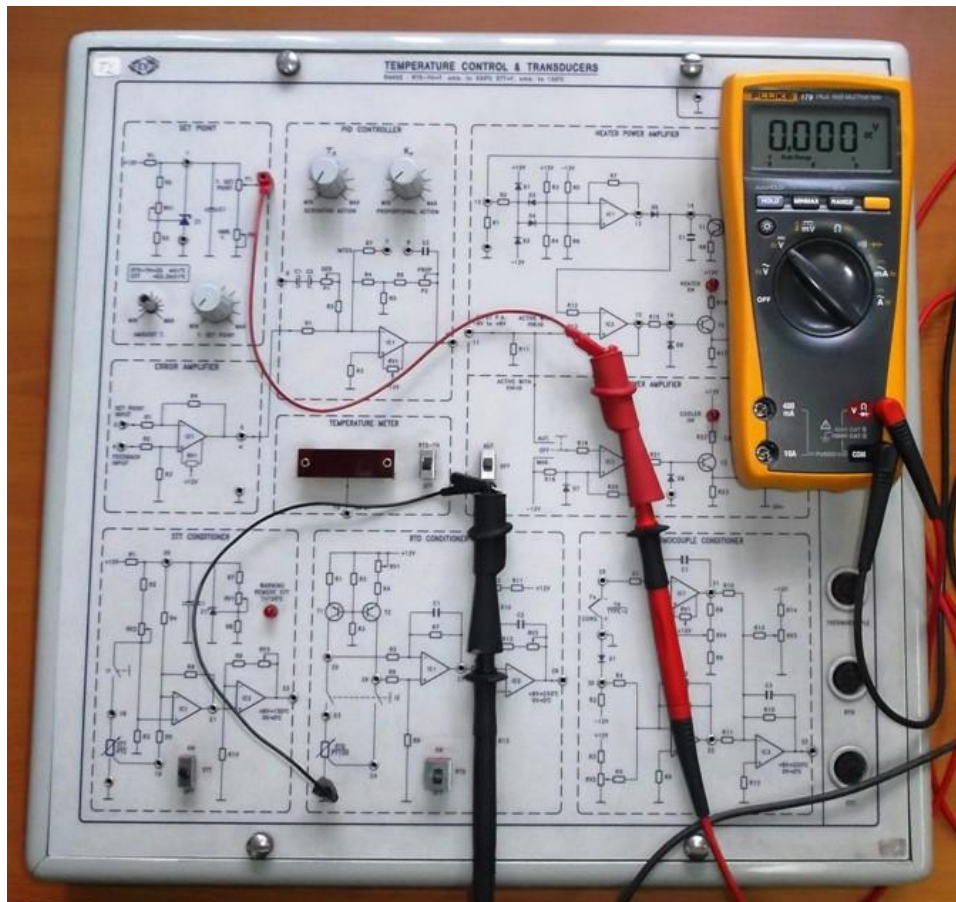


Fig. 15. Forma correcta de utilizar el multímetro y los caimanes

NOTA: todas las lecturas de voltaje que tome serán de c.d.

• Conexiones universales en el desarrollo de la práctica

- Poner la perilla “Proportional Action” en su valor mínimo.
- Poner el potenciómetro “T SET POINT” en su valor mínimo.
- Poner el interruptor del “COOLER POWER AMPLIFIER” en la posición OFF.
- Conectar todos los sensores de temperatura que utilizará durante la práctica en los conectores DIN del módulo G34; STT, RTD, THC y **NTC (opcional)**, y las puntas sensoras en los bornes correspondientes del módulo TY34/EV.
- Colocar el termómetro en la unidad TY34/EV.
- Conectar los bornes del módulo TY34/EV (“HEATER y COOLER”) con sus correspondientes en el

módulo G34.

- Conectar la salida del bloque “SET POINT” (borne 2) con la entrada al bloque “ERROR AMPLIFIER” (borne 3).
- Conectar la salida del bloque “TEMPERATURE METER” (borne 10) con el “FEEDBACK INPUT” del bloque “ERROR AMPLIFIER” (borne 4).
- Conectar la salida del bloque “PID CONTROLLER” (borne 9) a la entrada del bloque “HEATER POWER AMPLIFIER” (borne 11).
- Colocar las punta del multímetro entre la salida del bloque “ERROR AMPLIFIER” (borne 4) y tierra.
- Poner en OFF los interruptores de los bloques STT CONDITIONER, NTC CONDITIONER y RTD CONDITIONER.

Advertencia: Verifique todas sus conexiones. En caso de cualquier duda consultarla con su profesor de laboratorio.

• **Lectura de la temperatura ambiente para todos los transductores**

- Anote en la tabla____ la temperatura que registra el termómetro (se tomara como el patrón de referencia)
- Encender la fuente PS1/EV.
- Encender el multímetro.
- Conectar un extremo de un cable B-B al borne 10.

Temperatura ambiente para el transductor NTC (De uso opcional en la práctica)

Si su módulo G34 cuenta con este bloque y su profesor ha decidido utilizarlo, hacer lo siguiente; de no ser así, pasar al punto “**Temperatura ambiente para el transductor STT**”

- Poner el interruptor del bloque “TEMPERATURE METER” en la posición STT-NTC
- Conectar el cable B-B del borne 10 con el borne 29
- Poner el interruptor del bloque “NTC CONDITIONER” en ON.
- Anotar las lecturas mostradas en el display y el voltaje mostrado en el multímetro en la **TABLA 1**.
- Poner el interruptor del bloque “NTC CONDITIONER” en OFF.
- Desconectar del cable B-B el extremo que va al borne 29.

Temperatura ambiente para el transductor STT

- Conectar el cable B-B del borne 10 con el borne 23 o 22 según el módulo G34 con el que esté trabajando.
- Poner el interruptor del bloque “TEMPERATURE METER” en la posición STT-NTC o STT dependiendo del modelo del G34 con el que cuente.
- Poner el interruptor del bloque “STT CONDITIONER” en ON.
- Anotar la lectura mostrada en el display y el voltaje mostrado en el multímetro en la en la **TABLA 1**.
- Poner el interruptor del bloque “STT CONDITIONER” en OFF.
- Desconectar del cable B-B el extremo que va al borne 23 o 22.

Temperatura ambiente para el transductor RTD

- Poner el interruptor del bloque “TEMPERATURE METER” en la posición RTD-THC
- Conectar el cable B-B del borne 10 con el borne 35 o 28 según el módulo G34 con el que esté trabajando.
- Poner el interruptor del bloque “RTD CONDITIONER” en ON.
- Anotar las lecturas mostradas en el display y el voltaje mostrado en el multímetro en las columnas correspondientes de la **TABLA 1**.
- Poner el interruptor del bloque “RTD CONDITIONER” en OFF.
- Desconectar del cable B-B el extremo que va al borne 35 o 28.

Temperatura ambiente para el transductor THC

-
- Conectar el cable B-B del borne 10 con el borne 40 o 33 según el modelo G34 con el que esté trabajando.
 - Anotar las lecturas mostradas en el display y el voltaje mostrado en el multímetro en la **TABLA 1**.
 - Desconectar el cable B-B que en el extremo que va al borne 40 o 33 (según el modelo del G34).
 - Apagar la fuente PS1/EV.

• **Curvas características de los transductores de temperatura NTC, STT**

- Poner el potenciómetro “T SET POINT” en su valor máximo.
- Poner el interruptor del bloque “TEMPERATURE METER” en la posición STT-NTC.
- Conectar la salida del bloque NTC CONDITIONER (borne 29) con el borne 10.
- Poner el interruptor “NTC” del bloque “NTC CONDITIONER” en la posición ON.
- Poner el interruptor “STT” del bloque “STT CONDITIONER” en la posición ON.
- Encender fuente PS1/EV y a continuación la fuente PS2A/EV.

Bajo estas condiciones, la temperatura del TY34/EV empezará a incrementarse.

- Cuando la temperatura llegue a 30°C, tome la lectura de **voltaje** y anótela en la **TABLA 1** en la columna de voltaje del NTC.
- Desconectar el cable B-B, el extremo que va al borne 29 del bloque NTC CONDITIONER y conectarlo a la salida del acondicionador de señal del STT CONDITIONER borne 22 o 23 del bloque.
- Tome la lectura de **temperatura y voltaje para el STT y anote ambos datos en la TABLA 1** en las columnas correspondientes.

REPITA EL PROCEDIMIENTO de toma de lecturas, de acuerdo a lo marcado en la **TABLA 1**, hasta llegar a **110°C** para el transductor NTC.

- Poner el interruptor NTC en OFF

-Desconectar el transductor NTC de inmediato del TY34/EV y del G34 para evitar dañarlo.

CONTINUE EL PROCEDIMIENTO de toma de lecturas, para el transductor STT hasta completar la **TABLA 1**

- Apagar primero la fuente PS2A/EV y a continuación la fuente PS1/EV.
- Efectuar el proceso de enfriamiento, para proceder a la toma de lecturas para llenar la **TABLA 2**

Proceso de enfriamiento.

Para el proceso de enfriamiento del módulo TY34/EV, efectuar lo siguiente:

- En el bloque “SET POINT” poner al mínimo el potenciómetro “T SET POINT”.
- Desconectar los bornes 9 y 11.
- Encender la fuente PS1/EV y enseguida la fuente PS2A/EV.
- En el bloque “COOLER POWER AMPLIFIER” colocar el interruptor en la posición “MAN” para activar el ventilador contenido dentro de la unidad TY34/EV. Verifique que el led indicador COOLER ON esté encendido y el HEATER ON apagado.
- Tomar las lecturas alternando las conexiones como las establecidas para llenar la **TABLA 1**.
- Tomar como referencia la columna de temperatura del transductor STT de la **TABLA 2** para iniciar cada ciclo de lecturas y complete la **TABLA 2**.
- Cuando la temperatura de la planta sea de 120°C para el transductor STT, inserte el transductor NTC en la unidad TY34/EV para tomar las lecturas correspondientes y registre en la **TABLA 2**
- Cuando la temperatura baje a 30° C en la unidad TY34/EV, colocar el interruptor del bloque “COOLER POWER AMPLIFIER” en la posición “OFF”, para apagar el ventilador.
- Apague las fuentes de alimentación, apagar primero la fuente PS2A/EV y a continuación la fuente PS1/EV.
- Poner los interruptores de STT y NTC en OFF

• Curvas características de los transductores de temperatura RTD y THC

- Poner el potenciómetro “T SET POINT” en su valor máximo.
- Poner el interruptor “RTD” del bloque “RTD CONDITIONER” en la posición ON.
- Conectar la salida del bloque RTD CONDITIONER borne 28 o 35 del bloque con el borne 10.
- Encender fuente PS1/EV y a continuación la fuente PS2A/EV.

Bajo estas condiciones, la temperatura del TY34/EV empezará a incrementarse.

- Cuando la temperatura llegue a 30°C, tome la lectura de **voltaje** y anótela en la **TABLA 3** en la columna de voltaje del RTD.
- Desconectar el cable B-B el extremo que va al borne 28 o 35 del bloque RTD CONDITIONER y conectarlo a la salida del acondicionador de señal del THC CONDITIONER borne 33 o 40 del bloque.
- Tome la lectura de **temperatura y voltaje para el THC** y anote ambos datos en la **TABLA 3** en las columnas correspondientes.

CONTINUE EL PROCEDIMIENTO de toma de lecturas, para los transductores RTD y THC hasta completar la **TABLA 3**

- Apagar primero la fuente PS2A/EV y a continuación la fuente PS1/EV.
- Efectuar el proceso de enfriamiento, para proceder a la toma de lecturas para llenar la **TABLA 4**

Proceso de enfriamiento.

Para el proceso de enfriamiento del módulo TY34/EV, efectuar lo siguiente:

- En el bloque “SET POINT” poner al mínimo el potenciómetro “T SET POINT”.
- Desconectar los bornes 9 y 11.
- Encender la fuente PS1/EV y enseguida la fuente PS2A/EV.
- En el bloque “COOLER POWER AMPLIFIER” colocar el interruptor en la posición “MAN” para activar el ventilador contenido dentro de la unidad TY34/EV. Verifique que el led indicador COOLER ON esté encendido y el HEATER ON apagado.
- Tomar las lecturas alternando las conexiones como las establecidas para llenar la **TABLA 3**.
- Tomar como referencia la columna de temperatura del transductor RTD de la **TABLA 4** para iniciar cada ciclo de lecturas y complete la **TABLA 4**.
- Cuando la temperatura baje a 30° C en la unidad TY34/EV, colocar el interruptor del bloque “COOLER POWER AMPLIFIER” en la posición “OFF”, para apagar el ventilador.
- Apague las fuentes de alimentación, apagar primero la fuente PS2A/EV y a continuación la fuente PS1/EV.
- Poner el interruptor RTD en OFF

- El circuito que alambró es el siguiente

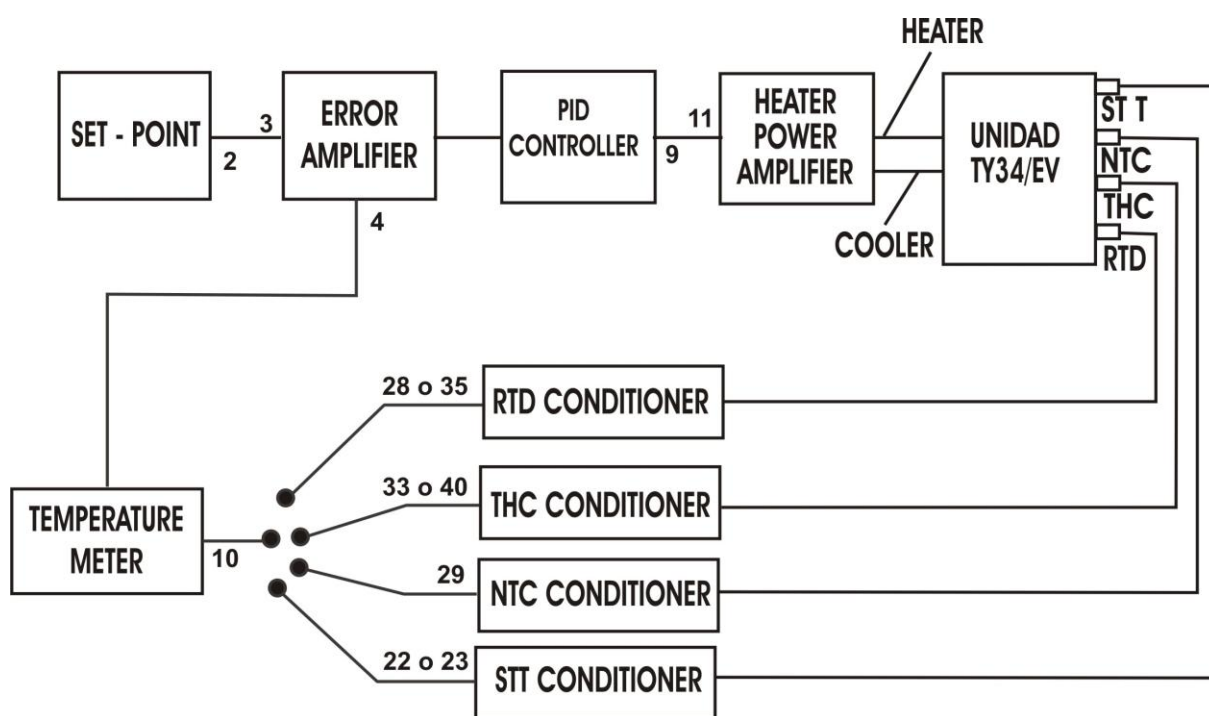


Fig. 16. Diagrama de conexiones para obtener las lecturas de las curvas características de los transductores de temperatura NTC, STT, RTD y THC

TABLAS

TABLA 1

Transductor NTC		Transductor STT		Termómetro
Temperatura (°C)	V	Temperatura (°C)	V	Temperatura (°C)
t _a =		t _a =		t _a =
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
100				
110				
		120		
		130		
		140		
		150		

TABLA 2

Termómetro	Transductor STT			
Temperatura (°C)	Temperatura (°C)	V	Transductor NTC	
	150			
	140			
	130			
	120		(°C)	V
	110			
	100			
	90			
	80			
	70			
	60			
	50			
	40			
	30			

TABLA 3

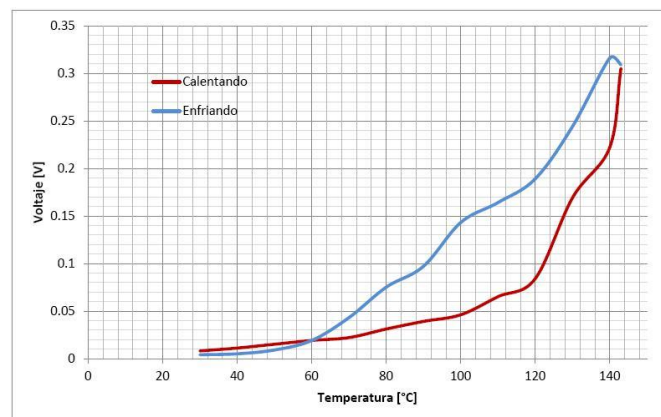
Transductor RTD		Transductor THC		Termómetro
Temperatura (°C)	V	Temperatura (°C)	V	Temperatura (°C)
t _a =				t _a =
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
100				
110				
120				
130				
140				
150				

TABLA 4

Transductor RTD		Transductor THC		Termómetro
Temperatura (°C)	V	Temperatura (°C)	V	Temperatura (°C)
150				
140				
130				
120				
110				
100				
90				
80				
70				
60				
50				
40				
30				

VI. HOJA DE RESULTADOS

1. ¿Cuál es el objetivo de la práctica?
2. ¿Para qué sirve la etapa de acondicionamiento de un transductor?
3. ¿Cuál es la función de la etapa de amplificadores de potencia del módulo G34?
4. ¿Cuál es la función del bloque set point del G34?
5. ¿Cuál es la función del bloque amplificador de error del G34?
6. Calcule la constante de proporcionalidad del transductor STT.
7. Calcule la constante de proporcionalidad del transductor NTC.
8. Calcule la constante de proporcionalidad del transductor RTD.
9. ¿Cuál es la constante de proporcionalidad del transductor THC?
10. Elabore una gráfica para cada transductor utilizado en la práctica, empleando los datos de las tablas 1, 2, 3 y 4; una curva en ascenso y otra en descenso de temperatura para cada uno de los transductores, como ejemplo se muestra en la siguiente figura.



11. Investigue el concepto de histéresis.
12. Compare la gráfica en ascenso de temperatura y en proceso de enfriamiento para cada transductor y analice si influyó la histéresis en el comportamiento del transductor y presente sus conclusiones.
13. Empleando los datos de las **tablas 1 y 3** elabore una gráfica (temperatura vs tensión) para cada transductor utilizado en la práctica, calcule por mínimos cuadrados la curva que se aproxime a los puntos (curva característica del transductor) y haga el trazo de curva para cada transductor sobre su correspondiente gráfica.



14. ¿Cual de los transductores presenta mayor linealidad?
15. De las **tablas 1, 3** y utilizando las lecturas del termómetro como patrón presente en una gráfica tiempo vs temperatura la comparación de todos los transductores con las lecturas del termómetro.
16. ¿Qué transductor se aproxima más a las lecturas tomadas con el termómetro?
- 17.- Conclusiones(personales y por brigada).