



# 1. SENSORES DE TEMPERATURA

## 1.1. INTRODUCCIÓN.

El objetivo de esta práctica es conocer, caracterizar y aplicar uno de los sensores de temperatura más conocidos, una **NTC** (Negative Temperature Coefficient). Para ello se utilizará otro sensor de temperatura integrado, el **LM335**, cuya respuesta lineal servirá para caracterizar la respuesta no lineal del sensor NTC.

Además en esta sesión se estudiará un tipo de amplificador cuya estructura está especialmente diseñada para su utilización en instrumentación, son los denominados *Amplificadores de Instrumentación*, concretamente el AD620. Por último se montará un circuito para el control de temperatura utilizando el sensor LM335 (esta última parte es opcional).

Con el fin de facilitar el trabajo de elaboración de la memoria de cálculos teóricos y resultados experimentales, las preguntas que se deben responder en cada uno de estos informes se indican en el manual de prácticas precedidas de las siglas **CT** en el caso de cálculos teóricos y **RE** en el de resultados experimentales.

En esta práctica debe comprobar todos los componentes salvo (si bien es útil que tenga algún repuesto en caso de necesidad):

- NTC (151-215), LM335
- AD620
- Montajes como fuentes de calor
- Resistencia de 10  $\Omega$ , 5W

## 1.2. CARACTERIZACIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA NTC.

Para la obtención de la curva de calibración del sensor NTC (151-215) utilizaremos como referencia la información que nos suministra el sensor LM335. Con este sensor de respuesta lineal podremos saber muy aproximadamente la temperatura a la que se encuentra la superficie del sensor NTC. Esto es posible debido a la relación lineal entre la tensión ánodo-cátodo que genera el LM335 y la temperatura. Conociendo la temperatura en el NTC que será muy similar a la del LM335, es fácil obtener su curva de calibración, midiendo la resistencia que presenta. Para ello será necesario medir la

resistencia entre los puntos Na y Nb y el voltaje  $V_m$ , entre los terminales (+) y (-) del LM335 simultáneamente (véase la figura 1).

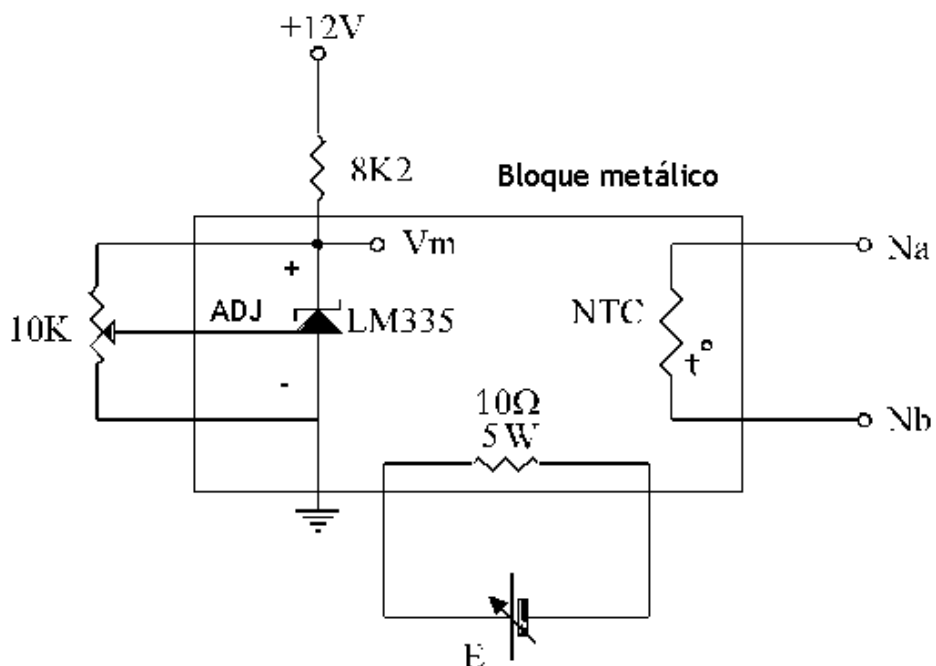


Figura 1. Circuito de calibración para la NTC

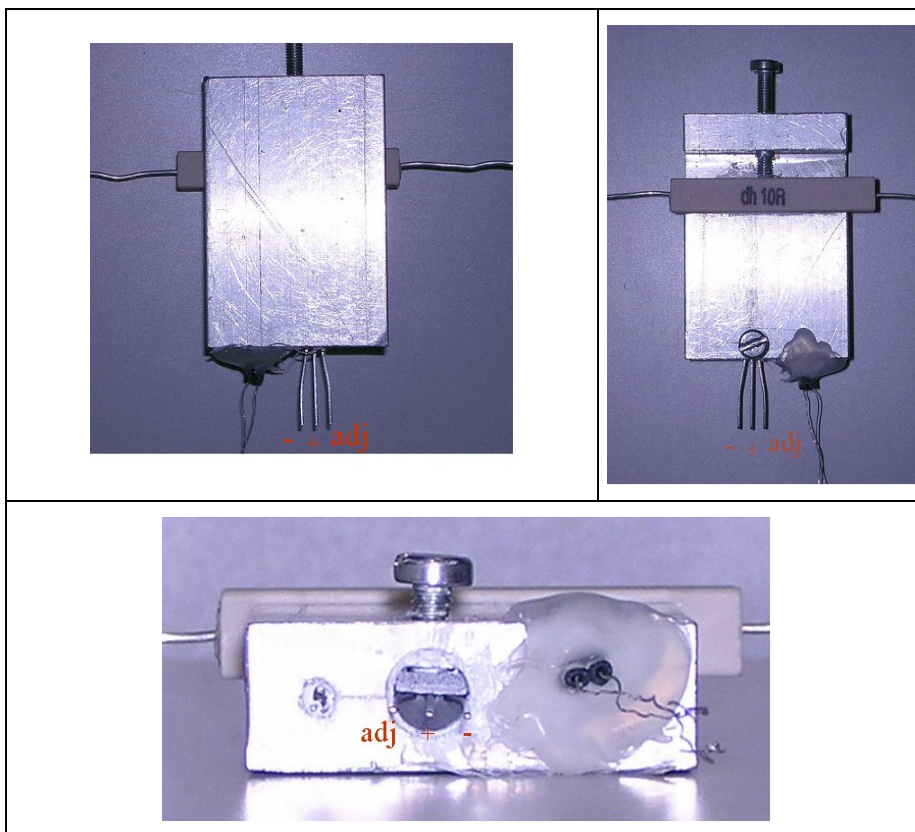


Figura 2. Fotografía de la pletina para la simulación del aumento de temperatura. LM335 (terminales rojos - + adj), NTC 2 terminales



Como fuente de calor se utilizará una resistencia de 10K 5W introducida en la ranura de una montura de aluminio, que será suministrada a los alumnos, y que lleva incorporados los dos sensores de temperatura: LM335 y NTC (véase la figura 2).

Antes de realizar las medidas es necesario **calibrar el sensor LM335**. Para ello se utilizará el terminal de ajuste. Este terminal se conectará a un potenciómetro de valor 10K. El cursor del potenciómetro se irá modificando hasta que a temperatura ambiente (25°C aproximadamente) se consiga una tensión ánodo-cátodo de 2,983 V (tal y como se indica en las hojas de características del componente). Una vez fijado este punto la temperatura vendrá expresada por la siguiente ecuación:

$$T(^{\circ}\text{C}) = (100 \cdot V_{\text{Sensor}}) - 273$$

( $V_{\text{sensor}} = V_m$  en la figura 1)

El número de muestras a tomar será de cinco, para ello se varía la tensión suministrada por la fuente variable “E” entre 0 y 5 voltios. Cabe destacar que debido a la inercia térmica de estos sistemas, y para evitar que las medidas se dilaten mucho en el tiempo, **se aconseja poner la fuente variable a 5V, dejar que se estabilice la medida un tiempo mínimo de aproximadamente 5 minutos y a continuación se quite la fuente de alimentación y se tomen al menos 4 medidas cada 2 minutos, obteniendo al menos 6 medidas en total.**

- **CT1:** Rellene una tabla como la propuesta a partir de los datos de los que dispone en las hojas de características de ambos sensores y suponiendo que el LM335 se encuentra calibrado para una temperatura ambiente de 25°C. Razone su respuesta.

E(V)	0					5
$R_{\text{NTC}}(\text{k}\Omega)$		2,1 kΩ				
$V_{\text{LM335}}$	2,98v					
T(°C)	25°C		30°C	35°C	41°C	50°C

- **RE1:** Con las medidas obtenidas confeccione una tabla como la propuesta a continuación.

E (V)	0					5
R <sub>NTC</sub> (KΩ)						
V <sub>LM335</sub>						
T (°C)						

- **RE2:** Represente gráficamente la resistencia de la NTC frente a la temperatura y la tensión ánodo-cátodo en el LM335 frente a la temperatura. Compare con la hoja de características proporcionada por el fabricante.
- **RE3:** A partir de los datos medidos, calcule el valor medio de las constantes  $R_0$  y  $\beta$  que definen el comportamiento del termistor. Tome como referencia  $T_0 = 25^\circ\text{C}$ .

### 1.3. EL AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN.

El esquema de la figura 3 muestra un sencillo circuito medidor de temperatura. Este circuito está compuesto de tres partes básicas: Fuente de corriente, sensor y amplificador de instrumentación. El sensor (NTC) y montaje utilizado para su calentamiento es el mismo que el empleado en el apartado anterior.

A partir del circuito y de las hojas de catálogo de los componentes:

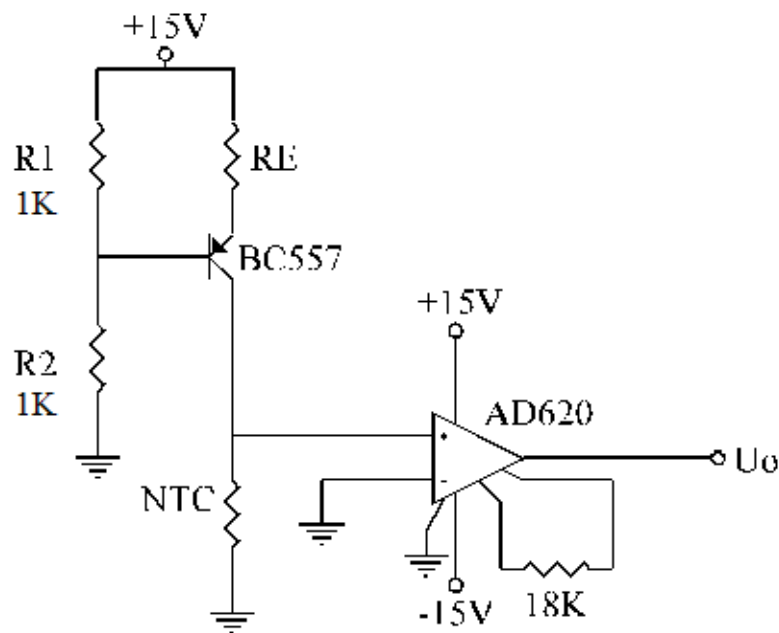


Figura. 3. Circuito medidor de temperatura.



- **CT2:** Calcular el valor de la resistencia  $R_E$  para que la corriente suministrada por la fuente de corriente sea de 0,5 mA. ¿Se pueden modificar los valores de  $R_1$  y  $R_2$  y obtener la misma corriente? ¿Que ocurriría si esta corriente fuese cuatro veces mayor?
- **CT3:** ¿Tiene un comportamiento lineal el circuito acondicionador del transductor pasivo, es decir, aquel que convierte la variación de resistencia en una variación de tensión? Y el sistema completo que relaciona Tensión de salida-Temperatura? En caso negativo, ¿cómo se puede linealizar la respuesta del sistema completo?
- **CT4:** ¿Qué fija la resistencia de 18k entre las patillas del amplificador de instrumentación? ¿Cómo se modifica la salida si se coloca una resistencia de 10k?
- **CT5:** Calcule el valor de la tensión a la entrada y a la salida del amplificador AD620 para el rango de temperaturas 25-50°C, supuesta la curva de calibración determinada en la tabla de la cuestión CT1.
- **CT6:** ¿Se puede utilizar la patilla 5 del AD620 para conseguir que a 50°C la tensión de salida sea 0? Represente el circuito final para que de 25-50°C la tensión de salida varíe de 5V a 0V.

El circuito de la figura 3, junto con el circuito de calentamiento del sensor de temperatura, necesita tres valores diferentes de tensión de alimentación. Con el fin de obtener estas tensiones y los niveles de corrientes que precisan estos dos montajes se recomienda tomar la tensión de alimentación de la fuente de corriente y del circuito de calentamiento del sensor a partir de la fuente de alimentación de tensión, mientras que la tensión de alimentación simétrica del amplificador de instrumentación se debe tomar del entrenador de que disponen los alumnos en su puesto de laboratorio (para ello verifique previamente que suministra la tensión adecuada utilizando el polímetro).

- **RE4:** Diga los valores de resistencias:  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_E$  que finalmente ha utilizado en su montaje. Mida la tensión que cae en la resistencia  $R_E$  y la ganancia del amplificador de instrumentación AD620.
- **RE5:** Realice las medidas que considere oportunas para rellenar la siguiente tabla, se aconseja utilizar un procedimiento de calentamiento y descenso de temperatura como el descrito en el apartado de calibración, y justifique los cálculos que necesite realizar para ello.



---

<b>E(V)</b>	<b>0</b>					<b>5</b>
<b>U<sub>o</sub>(V)</b>						
<b>T(°C)</b>						

- **RE6:** ¿Entre qué valores puede variar la tensión de salida  $U_o$  al variar la fuente de tensión “E” entre 0 y 5V ? ¿Qué modificación del circuito sugiere para conseguir que el rango de la tensión de salida sea de 0 a 5v?