

# Tecnología Electrónica

# Ingeniería en Electrónica

Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Córdoba

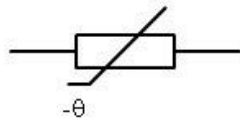
# Resistores Especiales

## ► Definición

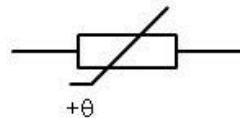
- En el apartado de resistores especiales caben toda una variedad de componentes resistivos no lineales que modifican su valor óhmico en función de algún factor externo.

- Temperatura
  - PTC
  - NTC
- Tensión aplicada
  - Varistores
- Luminosidad incidente
  - LDR
- Campo magnético
  - MDR

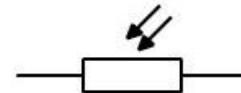
Símbolo NTC



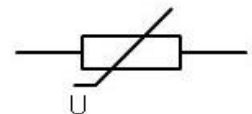
Símbolo PTC



Símbolo LDR



Símbolo VDR



# Resistores Especiales

## ▶ Termistores

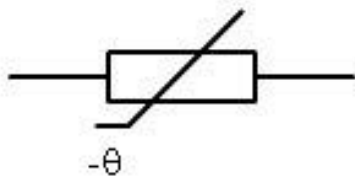
- Son aquellos que varían su valor resistivo en forma considerable en relación con el cambio de temperatura .
- Tipos
  - NTC – Coeficiente de Temperatura Negativo
  - PTC – Coeficiente de Temperatura Positivo

# Resistores Especiales

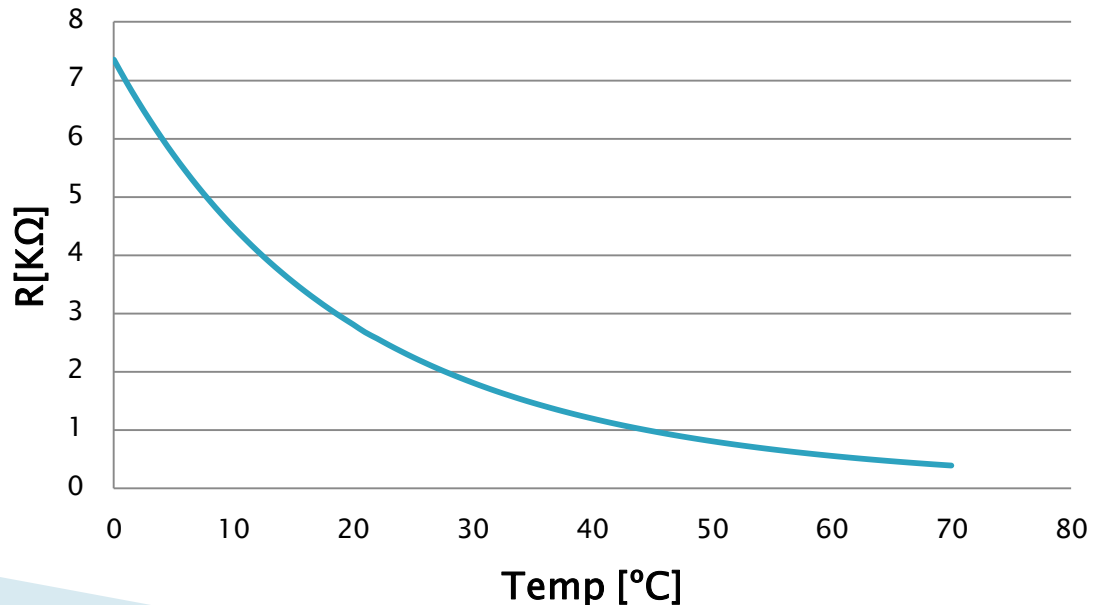
## ► NTC

- Coeficiente Negativo de Resistencia
  - Valores entre  $5\Omega$  –  $10M\Omega$ . Dependen de la forma física
- La resistencia disminuye al aumentar la temperatura.
- Curva de ejemplo generada de datos tomados de tabla presente en Hoja de Datos
  - $R = 2252\Omega \rightarrow T = 25^\circ\text{C}$

Símbolo NTC



NTC – Model 451 Miniature Tubular Probe



# NTC

## ▶ Parámetros Característicos

### ◦ Resistencia Nominal R<sub>n</sub>

- Es el valor que se obtiene a una temperatura especificada sin que el calor que ésta genere provoque autocalentamiento.

### ◦ Tolerancia

- $\Phi 5\text{mm} \sim \Phi 15\text{mm}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Product Type</b>		<b>Body Size</b>		<b>Zero Power Resistance at 25°C (R<sub>25</sub>)</b>		<b>Max Steady State Current at 25°C</b>		<b>Tolerance of R<sub>25</sub></b>		<b>Appearance</b>		<b>Optional Suffix</b>			
SCK	THINKING NTC Thermistor SCK Series	05	Φ5mm	0R5	0.5Ω	X3	0.3A	L	±15%	S	Straight lead	Y	RoHS & HF Compliant		
		08	Φ8mm	2R5	2.5Ω	2X	2.5A	M	±20%	F	Y kink lead				
		10	Φ10mm	08	8Ω	8	8A	N	±25%	T	L kink lead				
		13	Φ13mm	20	20Ω	10	10A								
		15	Φ15mm	120	120Ω										

# NTC

- ▶ Parámetros Característicos
  - Corriente Nominal  $I_n$
  - Potencia Nominal  $P_n$
  - Disipación Máxima
  - Coeficiente de Temperatura  $\alpha$ 
    - Se especifica en  $\%/^{\circ}\text{C}$

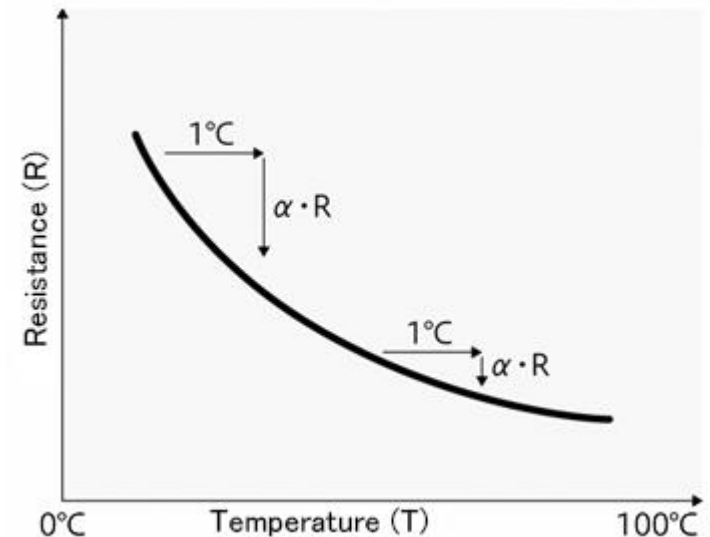
$$\alpha = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT} = -\frac{\beta}{T^2}$$

$$\beta = 3400\text{K}$$

$$T = 20^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT} = -\frac{3400\text{K}}{(293.15\text{K})^2}$$

$$\alpha = -4\% \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

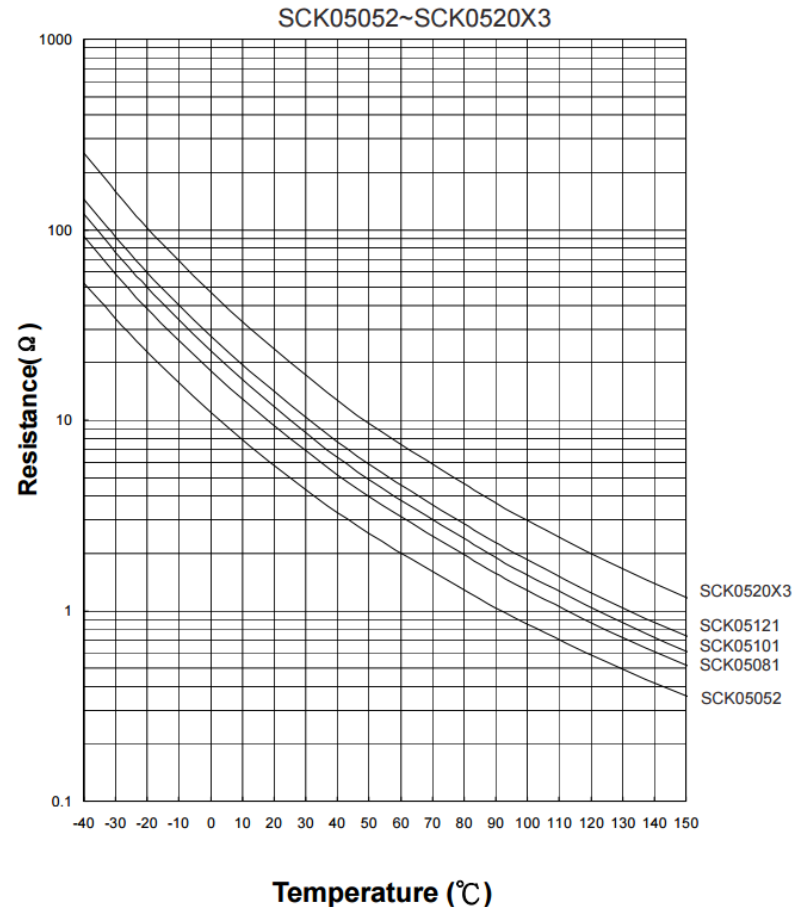


# NTC

## ► Resistencia vs Temperatura

- Se debe tener presente el valor de la corriente de polarización para evitar un efecto avalancha de la magnitud de la Resistencia.
- Depende del coeficiente de temperatura  $\alpha$  [%/°C]
- B depende del material
  - Entre 2000 y 6000

$$\alpha = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT} = -\frac{\beta}{T^2}$$



# NTC

## ► Resistencia vs Temperatura

$$\beta = \frac{\ln R_1 - \ln R_2}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$

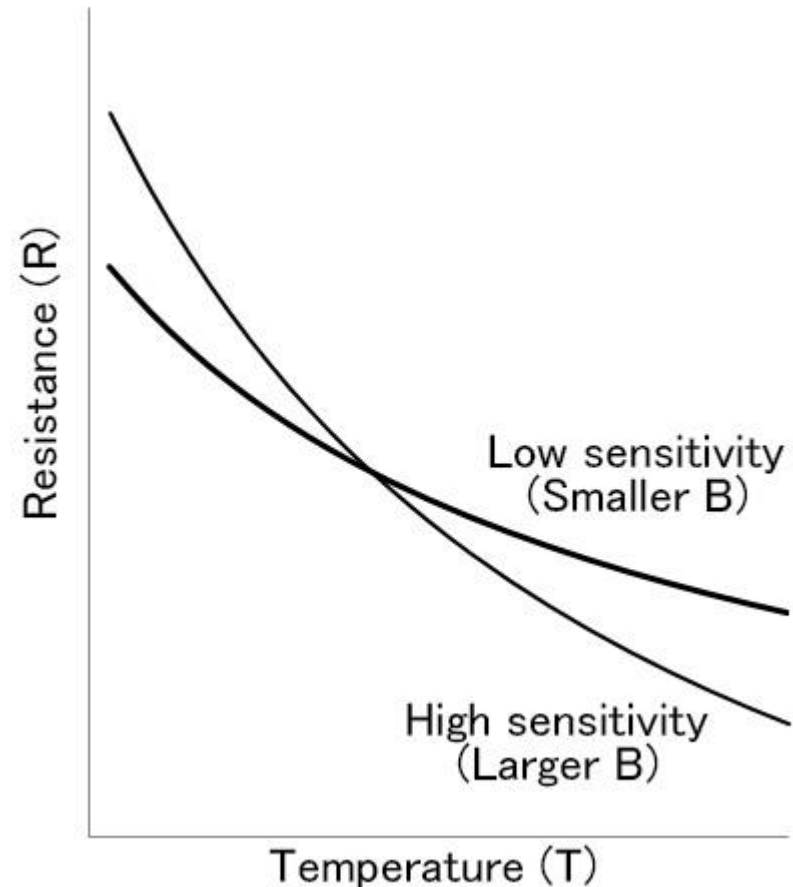
$$R_1 \rightarrow T_1$$

$$R_2 \rightarrow T_2$$

$$R_1 = 162.2 K\Omega \rightarrow T_1 = 0^\circ C \rightarrow 273.15 K$$

$$R_2 = 3.3 K\Omega \rightarrow T_2 = 100^\circ C \rightarrow 373.15 K$$

$$\beta = \frac{\ln 3.3 - \ln 162.2}{\frac{1}{373.15} - \frac{1}{273.15}} \cong 3970 K$$





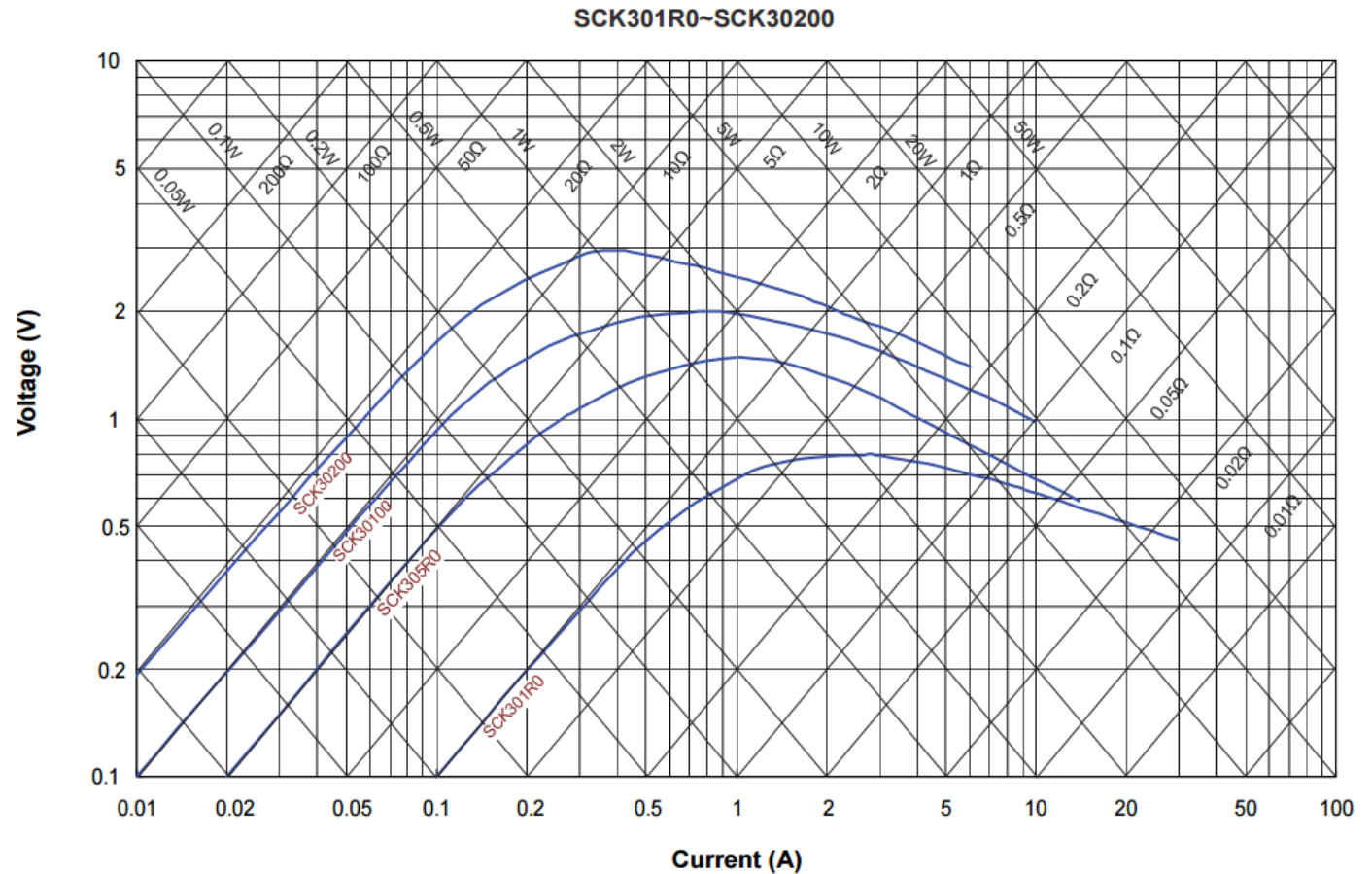
# NTC

## ► Tensión vs Corriente

- Si polarizamos adecuadamente podemos leer la temperatura del medio en el que está el termistor.
- Si producimos autocalentamiento tendremos resistencia negativa.
- Se debe poner una R en serie como limitador de corriente.
- Se puede hacer trabajar al NTC entre las dos zonas de resistencia.
- Podemos determinar la variación de mV en virtud del cambio de temperatura.
  - Constante de Disipación →
    - $\delta = 8\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  (disco de 0.4'' diámetro colocado en aire)
    - $\delta = 35\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  (disco de 0.4'' diámetro colocado en flujo de aire de 1 pies/min)

# NTC

## ► Tensión vs Corriente



# NTC

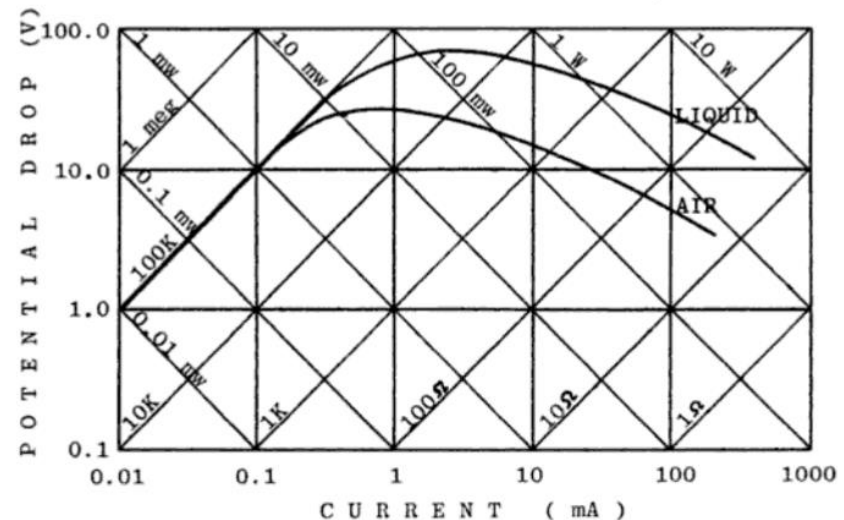
## ► Constante de Disipación

- Depende del medio
- Velocidad del medio
- Tamaño y configuración del termistor.
  - $\delta = 8\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  (disco de 0.4" diámetro colocado en aire)
  - $\delta = 35\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  (disco de 0.4" diámetro colocado en flujo de aire de 1 pies/min) .

$$\delta = \frac{W}{T - T_a} \left[ \frac{\text{mW}}{^{\circ}\text{C}} \right]$$

$T_a \rightarrow$  Temp. Ambiente

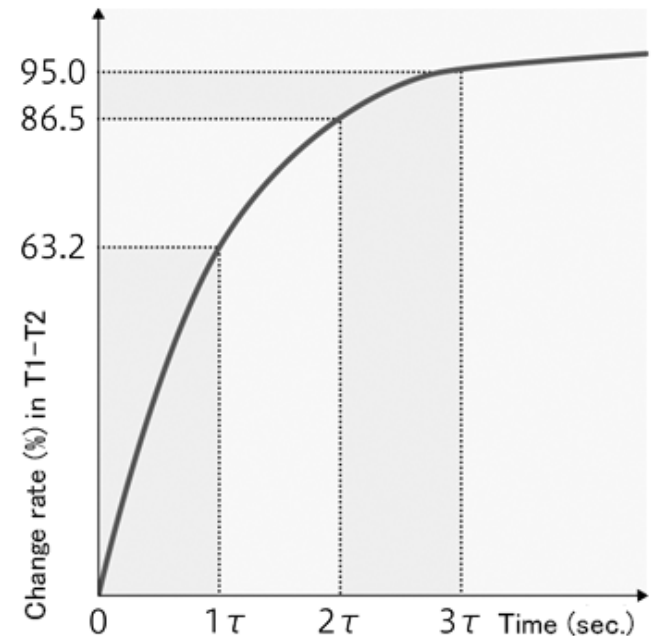
$T \rightarrow$  Temp. Final



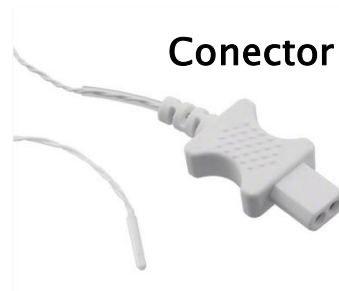
# NTC

## ► Corriente vs Tiempo

- Se puede establecer una constante de tiempo en la cual el termistor alcanza el 63% del valor de la temperatura final aplicada.
- Se determina en base a los parámetros del circuito.
  - Tensión Aplicada.
  - Resistencia serie conectada.
  - Medio.
    - Aire
    - Aceite
    - Flujo de Aire



# NTC – Formatos



# NTC

## ► Aplicaciones

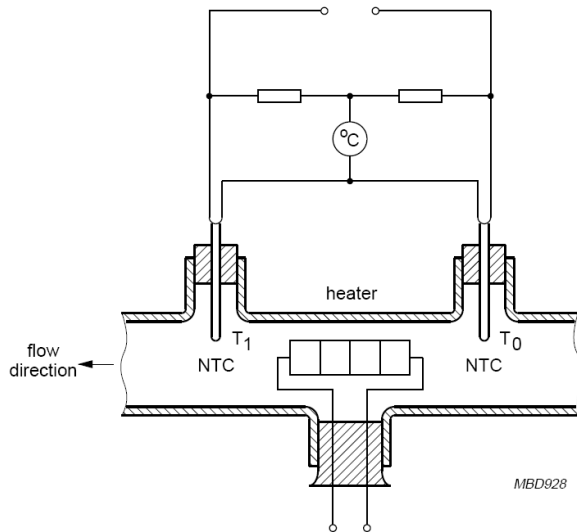


Fig.15 Flow measurement of liquids and gases.  
The temperature difference between  $T_1$  and  $T_0$  is measured for the velocity of the fluid.

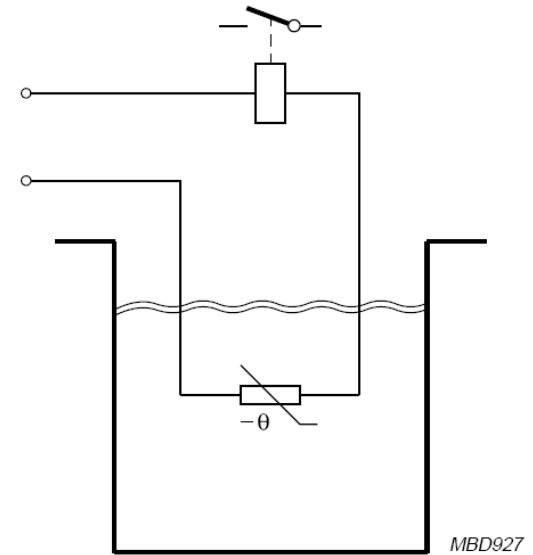


Fig.14 Liquid level control.

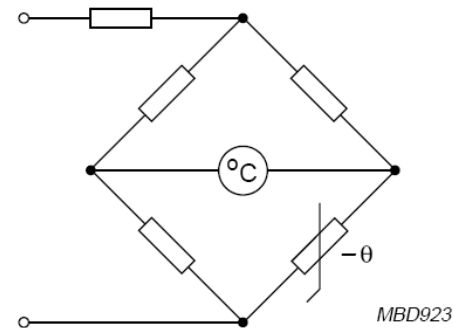


Fig.10 Temperature measurement in industrial and medical thermometers.

# NTC

## ► Aplicaciones

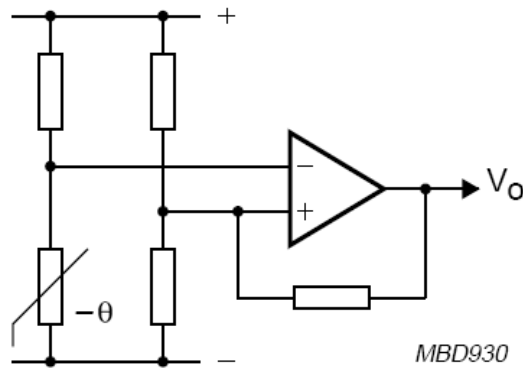
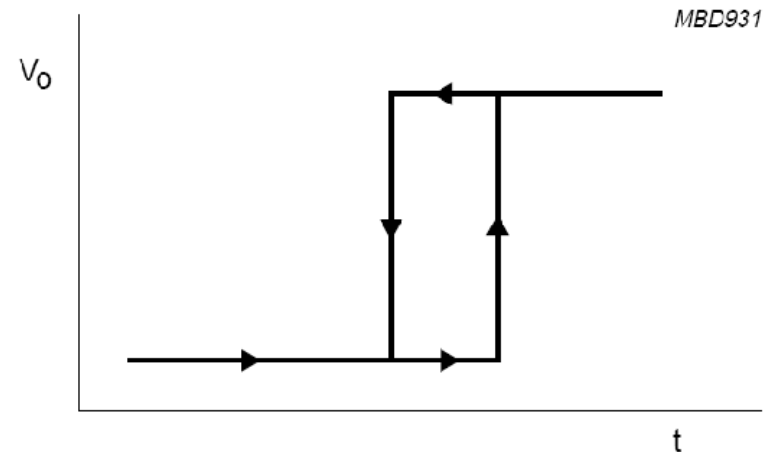


Fig.17 Basic temperature sensing configuration. The op-amp (e.g. NE532) acts as a Schmitt-trigger. The transfer characteristic is shown in Fig.18.



## ► Aplicaciones

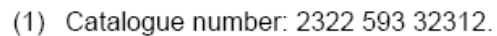


Fig.24 Refrigerator thermostat using an NTC temperature sensor.



# NTC

## ► Aplicaciones

- Hipsómetro – Medición de Altitud.
  - Determina la altitud midiendo la temperatura de ebullición del agua.
- Determinación de  $\beta$ 
  - Utilizar la ecuación vista anteriormente

$$\beta = \frac{\ln R_1 - \ln R_2}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$

$$R_1 \rightarrow T_1$$

$$R_2 \rightarrow T_2$$

# NTC

## ► Aplicaciones

### ◦ Linealización

- Conectando una R en paralelo
- Puedo determinar dos puntos por donde pasaría R a determinadas Temperaturas.
  - Tomando el NTC Model 451

$$RT_1 = 4.48K\Omega \rightarrow T_1 = 10^\circ C$$

$$RT_3 = 0.56K\Omega \rightarrow T_3 = 60^\circ C$$

$$RT_2 = 1.47K\Omega \rightarrow T_2 = 35^\circ C$$

$$R_P = \frac{RT_2 * (RT_1 + RT_3) - 2 * RT_1 * RT_3}{RT_1 + RT_3 - 2 * RT_2}$$

$$R_P = \frac{1.47K\Omega * (4.48K\Omega + 0.56K\Omega) - 2 * 4.48K\Omega * 0.56K\Omega}{4.48K\Omega + 0.56K\Omega - 2 * 1.47K\Omega}$$

$$R_P = 1.109K\Omega$$

# NTC

## ► Linealización

$$RT_1 = 4.48K\Omega \rightarrow T_1 = 10^\circ C$$

$$RT_3 = 0.56K\Omega \rightarrow T_3 = 60^\circ C$$

$$RT_2 = 1.47K\Omega \rightarrow T_2 = 35^\circ C$$

$$R_P = 1.109K\Omega$$

## NTC – Model 451 Miniature Tubular Probe

