

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

Trabajo de Tecnología Electrónica

Diego Cabaleiro

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

1. Introducción

Las *resistencias VDR, NTC, PTC y LDR* son las llamadas *resistencias dependientes*, ya que su valor óhmico depende de una magnitud externa a ellas, por lo que estas resistencias pueden ser dependientes de la luz, dependientes de la temperatura, dependientes de la tensión.

Son resistencias no lineales porque su resistencia no varía de forma proporcional al valor de la magnitud que las modifica. Estas resistencias pertenecen al mismo grupo de los semiconductores, aunque dependen de magnitudes diferentes:

- El valor de las resistencias NTC y PTC depende de la temperatura
- El valor de la resistencia VRD depende de la tensión
- El valor de la resistencia LDR depende de la intensidad luminosa

2. Resistencia VDR

La *resistencia VDR (Voltage Dependent Resistors)* o *Varistor*, es una resistencia dependiente de la tensión, ya que al aplicarle diferentes tensiones entre sus extremos, varía su resistencia de acuerdo con esas tensiones. La propiedad que caracteriza esta resistencia consiste en que disminuye su valor óhmico cuándo aumenta la tensión entre sus extremos. Ante picos altos de tensión se comporta casi como un cortocircuito.



Resistencia VDR

2.1 Símbolo Electrónico

El símbolo para representar estas resistencias en un esquema electrónico es el siguiente:



Símbolo Resistencia VDR

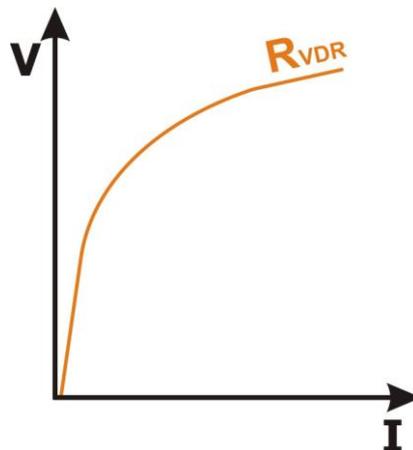
Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

2.2 Material de Fabricación

Fundamentalmente el material semiconductor utilizado para la fabricación de estas resistencias, las VDR, es el **carburo de silicio**. Las propiedades eléctricas de esta resistencia, dependen principalmente del propio silicio. Las resistencias de carburo de silicio se aplican en circuitos en los que la tensión se extiende de 10V a 25kV. Para aplicaciones de 1 a 15V se desarrollan resistencias a partir de otro material, el **óxido de titanio**. También se fabrican otras resistencias VDR a partir de **óxido de cinc**, que se destinan principalmente a aplicaciones en las cuales se disipa potencia intermitente, como sobretensiones transitorias.

2.3 Características Electrónicas

La resistencia óhmica de una resistencia VDR varía según la tensión aplicada en sus extremos, por lo tanto la corriente que circula por la resistencia VDR no es proporcional a la tensión aplicada. Al aumentar la tensión, el valor de la resistencia VDR disminuye rápidamente.



Gráfica en la que se muestra que al aumentar la tensión, el valor óhmico de la resistencia disminuye

- RELACIÓN TENSIÓN-CORRIENTE

La relación tensión-corriente en una resistencia VDR, se puede expresar de forma aproximada, mediante la ecuación:

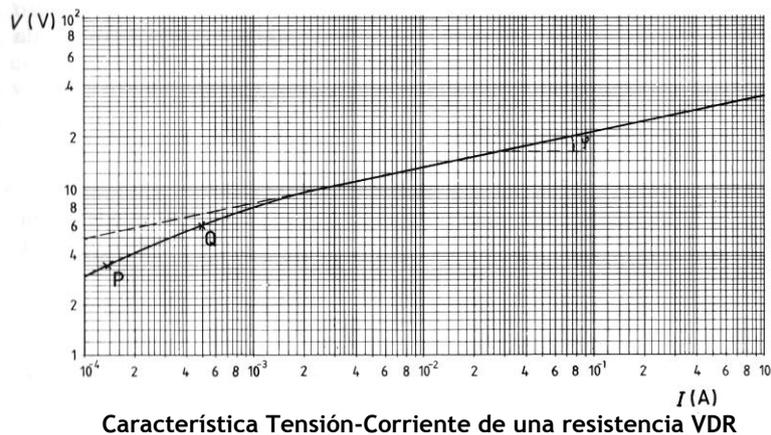
$$V = C \times I^{\beta}$$

- V = Tensión en los extremos de la resistencia (v)
- C = Tensión aplicada a la resistencia en la que la intensidad es igual a un amperio
- I = Corriente que circula por la resistencia (A)

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

- $\beta = \tan \varphi$. Depende del material de que están compuestas.
(Las VDR de óxido de titanio tienen un valor de β comprendido entre 0,16 y 0,40. Las VDR de óxido de cinc menor de 0,01)

La ecuación anterior no es válida para valores muy pequeños de tensión y de corriente, además solo es válida cuando se toman valores absolutos para la intensidad y el voltaje.



• ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS

Igualmente que otros componentes electrónicos, podemos montar las resistencias VDR en serie y paralelo.

- Mediante conexiones en serie, el valor de C aumenta. Con ello conseguimos mantener el valor de corriente y aumentamos el valor de tensión que podemos aplicar en extremos de la serie de resistencias.
- Mediante conexiones en paralelo, el valor de C disminuye. Con ello conseguimos aumentar el valor de corriente manteniendo el valor de tensión en extremos del paralelo. Es muy importante que cuando se conecten en paralelo todos sus valores sean lo más iguales posibles.

2.4 Características Generales

- Amplia gama de voltajes, desde 14 V a 550 V. Esto permite una selección fácil del componente correcto para una aplicación específica.
- Alta capacidad de absorción de energía respecto a las dimensiones del componente.
- Tiempo de respuesta de menos de 20 ns, absorbiendo el transitorio en el instante que ocurre.
- Bajo consumo en reposo.
- Valores bajos de capacidad, lo que hace al varistor apropiado para la protección de circuitos en conmutación digital.
- Alto grado de aislamiento.

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

2.5 Aplicaciones.

Se emplean generalmente como estabilizadores de tensión, como supresores de picos de tensión en redes eléctricas (transporte de energía), en redes de comunicación (telefonía), para evitar sobretensiones en componentes delicados colocándolas en paralelo con ellos.

3. Resistencia NTC

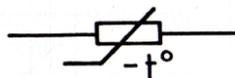
La **resistencia NTC** (*Negative Temperature Coefficient*) es una resistencia cuyo valor óhmico depende de la temperatura. Esta resistencia se caracteriza por su disminución del valor óhmico a medida que aumenta la temperatura, por tanto presenta un coeficiente de temperatura negativo.



Resistencia NTC

3.1 Símbolo Electrónico

El símbolo para representar estas resistencias en un esquema electrónico es el siguiente:



Símbolo Resistencia NTC

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

3.2 Material y Proceso de Fabricación

Las resistencias NTC, se fabrican a partir de óxidos semiconductores, de los metales del grupo del hierro, pero como la resistencia específica de estos óxidos en estado puro es muy elevada, se les añaden pequeñas cantidades de otros iones de distinta valencia. Entonces para la fabricación de estas resistencias se usa el **óxido de níquel** o el **óxido de cobalto** combinados con óxido de litio.

En el proceso de fabricación los óxidos son transformados en polvo fino con dimensión de grano comprendida entre 10 y 50 micras. Se aglomeran, mezclan y, con métodos de extrusión, se les da forma de cilindro o de tubo. Después de metalizar los extremos de las barras, se someten a un proceso de estabilización calentándolos a temperatura superior a la máxima de funcionamiento. Finalmente se protege la superficie con barnices o esmaltes refractarios.

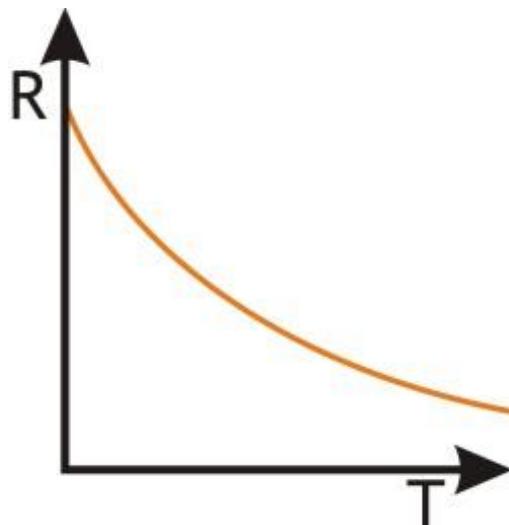
3.3 Características Electrónicas

- RELACIÓN RESISTENCIA-TEMPERATURA

El coeficiente de temperatura (α) es el % que disminuye su valor óhmico por cada grado de aumento de temperatura, se obtiene de la siguiente expresión:

$$\alpha = - B/T^2$$

Según los materiales utilizados en la fabricación de una resistencia NTC, la constante B, puede variar entre 2000 y 5500 °K.



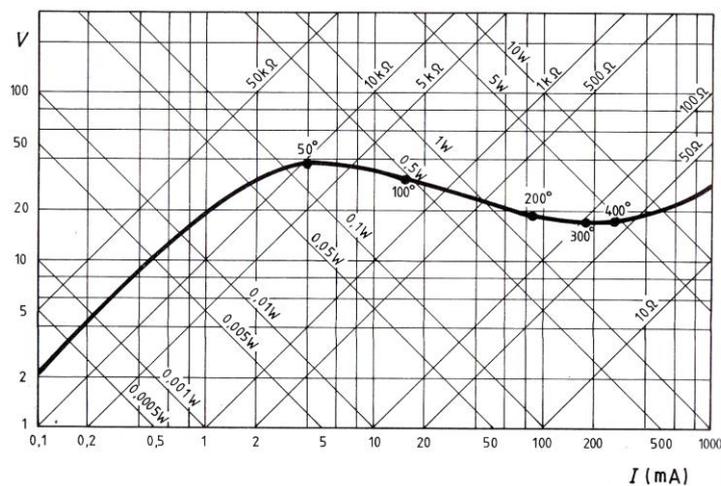
Gráfica Resistencia-Temperatura en una resistencia NTC

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

- RELACIÓN TENSIÓN-INTENSIDAD

Cuando una intensidad muy pequeña atraviesa una resistencia NTC, el consumo de potencia será demasiado pequeño para registrar aumentos apreciables de temperatura o descensos en el valor óhmico, por lo tanto, la relación tensión-intensidad será prácticamente lineal.

Si aumentamos la tensión aplicada al termistor, obtendremos una intensidad en el que la potencia consumida, provocará aumentos de temperatura suficientes para que la resistencia NTC disminuya su valor óhmico, incrementándose la intensidad.



Gráfica Característica Tensión Intensidad de una resistencia NTC (E.Log)

Los fabricantes suelen dar el valor de la resistencia NTC y el valor de β , con una tolerancia. La tolerancia de la resistencia es de $\pm 20\%$ y la del valor de β es de un $\pm 5\%$, las dos a 25°C . También indican el coeficiente de temperatura, la constante de enfriamiento que es el tiempo en segundos en que tarda en descender su temperatura al $36,6\%$.

3.4 Aplicaciones

Se emplean en sistemas de regulación, compensación de temperaturas, estabilizadores de tensión, como sensores para alarmas o termostatos.

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

4. Resistencia PTC

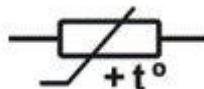
La *resistencia PTC (Positive Temperature Coefficient)* es una resistencia cuyo valor óhmico depende de la temperatura. Esta resistencia se caracteriza por el aumento del valor óhmico a medida que aumenta la temperatura, por tanto presenta un coeficiente de temperatura positivo.



Resistencia PTC

4.1 Símbolo Electrónico

El símbolo para representar estas resistencias en un esquema electrónico es el siguiente:



Símbolo Resistencia PTC

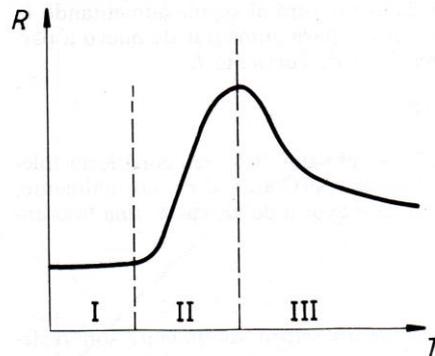
4.2 Material y Proceso de Fabricación

Estas resistencias PTC se fabrican a partir de $BaTiO_3$ o soluciones sólidas de los titanatos de bario y de estroncio. El proceso de fabricación es análogo al de las resistencias NTC.

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

4.3 Características Electrónicas

- RELACIÓN RESISTENCIA-TEMPERATURA



Gráfica Resistencia-Temperatura de una resistencia PTC

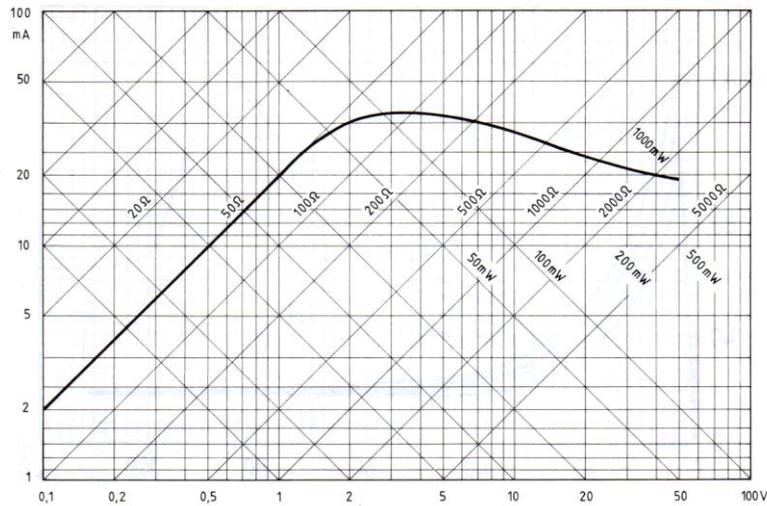
En la gráfica anterior, vemos las variaciones del valor óhmico de la resistencia PTC al aumentar la temperatura. Al principio la resistencia no experimenta casi ninguna variación (I), se sigue aumentando la temperatura, hasta llegar a producirse un aumento considerable de la resistencia (II), pero si seguimos aumentando la temperatura, el valor óhmico vuelve a disminuir (III). Entonces solo podemos trabajar con la resistencia cuándo se encuentra en las zonas I y II, ya que en la III el componente puede estropearse. El límite de temperatura al que se puede llegar está en torno a los 400 °C.

- RELACIÓN TENSIÓN-INTENSIDAD

Hasta un determinado valor de voltaje, la característica I/V sigue la ley de Ohm, pero la resistencia aumenta cuando la corriente que pasa por la resistencia PTC provoca un calentamiento y se alcanza la temperatura de conmutación, temperatura a la cual el valor de la resistencia es igual al doble del que tiene a 25°C. La característica I/V depende de la temperatura ambiente y del coeficiente de transferencia de calor con respecto a dicha temperatura ambiente.

Si la temperatura llega a ser demasiado alta, la resistencia PTC pierde sus propiedades y puede comportarse eventualmente de una forma similar a una resistencia NTC. Por lo tanto, las aplicaciones de una resistencia PTC están restringidas a un determinado margen de temperaturas.

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR



Gráfica Característica Tensión-Intensidad de una resistencia PTC

4.4 Aplicaciones

Las resistencias PTC se utilizan en una gran variedad de aplicaciones: limitación de corriente, sensor de temperatura, desmagnetización y para la protección contra el recalentamiento de equipos tales como motores eléctricos. También se utilizan en indicadores de nivel, para provocar retardos en circuitos, como termostatos, y como resistencias de compensación.

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

5. Resistencia LDR

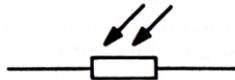
La **resistencia LDR** (*Light Dependent Resistors*) o **fotorresistencia**, es un componente electrónico cuya resistencia varía según la intensidad de luz que incide sobre él. A medida que la intensidad luminosa incide sobre ella, el valor óhmico de la resistencia LDR disminuye. Puede pasar de varios Mohmios en la oscuridad a unos pocos ohmios al aumentar la intensidad de la luz.



Resistencia LDR

5.1 Símbolo Electrónico

El símbolo para representar estas resistencias en un esquema electrónico es el siguiente:



Símbolo Resistencia LDR

5.2 Material de Fabricación y Funcionamiento

Los materiales fotosensibles más utilizados para la fabricación de las resistencias LDR son, el sulfuro de talio, el sulfuro de cadmio, el sulfuro de plomo, y el seleniuro de cadmio.

Cuando la LDR no está expuesta a radiaciones luminosas los electrones están firmemente unidos en los átomos que forman la red del metal. Cuando sobre ella inciden radiaciones luminosas esta energía libera electrones y el material se hace más conductor, es decir disminuye su resistencia.

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

Las resistencias LDR solamente reducen su resistencia con una radiación luminosa situada dentro de una determinada banda de longitudes de onda. Las construidas con sulfuro de cadmio son sensibles a todas las radiaciones luminosas visibles, las construidas con sulfuro de plomo solamente son sensibles a las radiaciones infrarrojas.

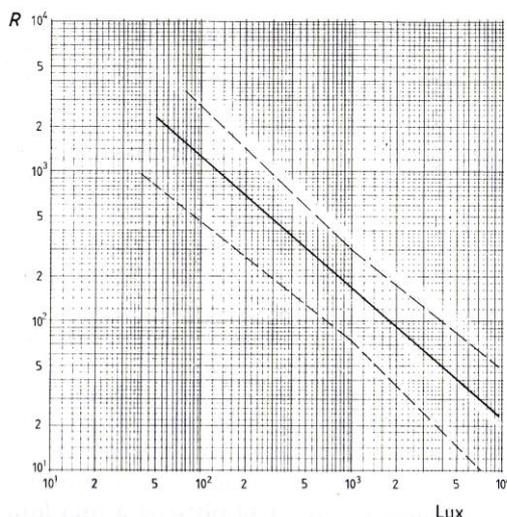
5.3 Características Electrónicas

• CURVA CARACTERÍSTICA RESISTENCIA-ILUMINACIÓN

La relación entre el valor de la resistencia y la iluminación, se puede expresar aproximadamente mediante la siguiente expresión:

$$R = A L^{\alpha}$$

- R = Valor de la resistencia (Ω)
- L = Iluminación (lux)
- A y α son constantes (el valor de α depende del material utilizado y del proceso de fabricación, varía de 0,7 a 0,9)



Gráfica Característica Resistencia-Iluminación

En la gráfica vemos tres curvas suministradas por el fabricante, la de trazo continuo es la curva nominal, y las otras dos discontinuas corresponden a las curvas características típica máxima o mínima.

• TIEMPO DE RECUPERACIÓN

Si una resistencia LDR pasa de estar iluminada a oscuridad total, el valor de la resistencia no aumenta inmediatamente, debe transcurrir un cierto tiempo, llamado *tiempo de recuperación*. En el caso inverso, al pasar de la

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

oscuridad a un cierto valor de iluminación, la velocidad del tiempo de recuperación es mayor.

5.4 Aplicaciones

Se emplean en iluminación, apagado y encendido de alumbrado (interruptores crepusculares), en alarmas, en cámaras fotográficas, en medidores de luz. Las de la gama infrarroja en control de máquinas y procesos de conteo y detección de objetos.

Resistencias VDR, NTC, PTC y LDR

6. Índice

1. Introducción	1
2. Resistencia VDR	1
2.1 Símbolo Electrónico	1
2.2 Material de Fabricación	1
2.3 Características Electrónicas	2
2.4 Características Generales	3
2.5 Aplicaciones	4
3. Resistencia NTC	4
3.1 Símbolo Electrónico	4
3.2 Material y Proceso de Fabricación	5
3.3 Características Electrónicas	5
3.4 Aplicaciones	6
4. Resistencia PTC	7
4.1 Símbolo Electrónico	7
4.2 Material y Proceso de Fabricación	7
4.3 Características Electrónicas	8
4.4 Aplicaciones	9
5. Resistencia LDR	10
4.1 Símbolo Electrónico	10
4.2 Material de Fabricación y Funcionamiento	10
4.3 Características Electrónicas	11
4.4 Aplicaciones	12
6. Índice	13
7. Bibliografía	13

7. Bibliografía

- Electrónica Industrial, Componentes y Circuitos Básicos
- Wikipedia (<http://es.wikipedia.org>)
- Techno (Recurso CNICE - <http://ares.cnice.mec.es/electrotecnia/index.html>)
- <http://www.ucm.es/info/electron/laboratorio/componentes/codigos/resisno.htm>

- Autor

Diego Cabaleiro Sabín
ITI Electrónica Industrial 1ºA
07/01/07
<http://fcabaleiro.gotdns.com>
Escuela Universitaria Politécnica de Ferrol (UDC)