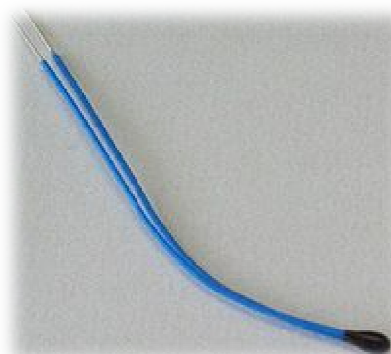


## ترمیستور یا دماسنج Thermistor

ترمیستور یک نوع مقاومت است که مقاومت الکتریکی اش بطور قابل ملاحظه ای با دما تغییر می کند ، البته بیشتر در مقاومت های استاندارد . thermistor واژه ای مرکب از thermal ( گرمایی ) و resistor ( مقاومت ) است . ترمیستورها بطور گسترده ای به عنوان محدود کننده جریان های هجومی ، سنسور دما ، محافظ افزایش جریان استاتیک ، امان های گرماساز خود تثبیت شونده به کار می روند .



ترمیستور با دتکتور حرارتی - مقاومتی متفاوت است ( rtd = resistance temperature detectors ) ، موادی که در ساخت ترمیستور به کار می رود معمولا سرامیک یا نوعی پلیمر است در حالیکه در rtd ها از فلزات خالص سازی شده استفاده می شود . ترمیستورها هم چنین پاسخ سیگنال سریع تری نسبت به RTD ها دارند .

تشخیص دما نیز بین این دو فرق دارد ، rtd ها برای رنج های دمایی بالا مناسب هستند در حالیکه ترمیستور ها در رنج های دمایی محدودی دقت خوبی دارند ، حدوداً بین 90- تا 150 درجه سلسیوس (سانتیگراد) .

با اولین تقریبی که می زنیم فرض می کنیم رابطه بین مقاومت و دما خطی است :

$$\Delta R = k \Delta T$$

که  $\Delta R$  تغییرات مقاومت ،  $\Delta T$  تغییرات دما و  $k$  ضریب حرارتی مقاومت است .

ترمیستورها به دو نوع تقسیم بندی می شوند ، که بر مبنای علامت  $k$  است . اگر  $k$  مثبت باشد مقاومت با افزایش دما افزایش می یابد و قطعه ، ترمیستور ضریب دمایی مثبت ( ptc : positive temperature coefficient ) یا پوزیستور (posistor) نامیده می شود . اگر  $k$  منفی باشد ، مقاومت با افزایش دما کاهش می یابد و قطعه ترمیستور ( negative temperature coefficient : ntc ) نامیده می شود . در ساخت مقاومت های عادی سعی می شود تا جای ممکن مقدار ضریب  $k$  نزدیک به صفر باشد ، بنابراین ، مقدار مقاومت آنها در رنج های دمایی گسترده تقریباً نزدیک مقدار ثابتی باقی می ماند .



بعضی مواقع به جای ضریب دمایی  $k$  از  $\alpha_T$  استفاده می شود که طبق فرمول زیر تعریف می شود .

$$\alpha_T = \frac{1}{R(T)} \frac{dR}{dT}$$

## معادله Steinhart-Hart

در عمل تقریب خطی بالا تنها برای رنج های دمایی کوچک کار می کند . برای اندازه گیری دقیق دما ، نمودار مقاومت یا دمای یک قطعه باید با دقت بیشتری بیان شود . معادله اشتین هارت یک معادله درجه 3 تقریبی است که استفاده های زیادی دارد :

$$\frac{1}{T} = a + b \ln(R) + c \ln^3(R)$$

که  $a, b, c$  پارامترهای معادله اشتین هارت نامیده می شود و خاص هر قطعه یا وسیله ای است .



کمیته مهندسی رباتیک وبگاه : nrec.ir و یا : nrec.in --- نویسنده : زهره دارابیان

خطای معادله اشتین هارت در اندازه گیری دمای بالای 200 درجه سلسیوس معمولاً کمتر از 0.02 °C است . مثلاً برای یک ترمیستور 3000 اهم در دمای اتاق (25 °C = 298.15 K) مقادیر نمونه به شکل زیر است :

$$T_0 = T(R) - \frac{V^2}{KR} \quad a = 1.40 \times 10^{-3}$$

$$b = 2.37 \times 10^{-4}$$

$$c = 9.90 \times 10^{-8}$$

### پارامتر B معادله

معادله اشتین هارت ntc ها می تواند با پارامتر دیگری به نام پارامتر B جایگزین شود . چرا که مقادیر پارامتریک معادله برای ntc ها به این شکل است :

$$c=0$$

$$B = \frac{1}{b}$$

$$a = (1 / T_0) - (1 / B) \ln(R_0)$$

با این شرایط معادله اشتین هارت ntc ها به شکل زیر در می آید :

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \ln \left( \frac{R}{R_0} \right)$$

### اثر خودگرم شوندگی

وقتی که جریانی از ترمیستور عبور می کند دمای ترمیستور را به بالاتر از دمای محیطی که در آن قرار دارد افزایش می دهد . حال اگر ترمیستور برای اندازه گیری دمای محیط به کار رود اگر درست راه اندازی نشود به خروجی اش به طرز قابل ملاحظه ای خطا خواهد داشت چرا که در اثر مصرف انرژی الکتریکی خود قطعه ترمیستور گرم خواهد شد . این اثر بطور متناوب می تواند در ترمیستور ظاهر شود . توان الکتریکی ورودی به ترمیستور به صورت زیر است :

$$P_E = IV$$

این توان تبدیل به گرما شده و به محیط اطراف ترمیستور منتقل می گردد . سرعت این انتقال توسط قانون سرد شدن نیوتن تعریف می گردد :

$$P_T = K(T(R) - T_0)$$

T(R) دمای ترمیستور است که تابعی از مقاومت آن می باشد . T<sub>0</sub> دمای محیط اطراف است و k ثابت اتلاف است که معمولاً با واحد میلی وات بر درجه سلسیوس بیان می شود (mw/°C) ، توان الکتریکی با توان حرارتی برابر است و در یک معادله خواهیم داشت :

$$P_E = P_T$$

جریان عبوری و ولتاژ ترمیستور بستگی به پیکره بندی خاص مدار راه انداز آن دارد . اگر ولتاژ ترمیستور ثابت نگاه داشته شود از طریق قانون اهم V=IR می توان دمای محیط را به دست آورد :

ثابت زمانی ترمیستورها کمی زیاد است یعنی زمان زیادی طول می کشد تا به یک دمای مشخص در محیطی که قرار دارند برسند مثلاً برای یک نمونه ثابت زمانی در هوا 19 ثانیه و در روغن 3 ثانیه است .



کمیته مهندسی رباتیک وبگاه : nrec.ir و یا : nrec.in --- نویسنده : زهره داراییان  
بنابراین در انتخاب نوع ترمیستور باید دقت شود هر چقدر ترمیستور کوچکتر باشد ثابت زمانی کمتر یا  
دقت لحظه ای بیشتری خواهد داشت .

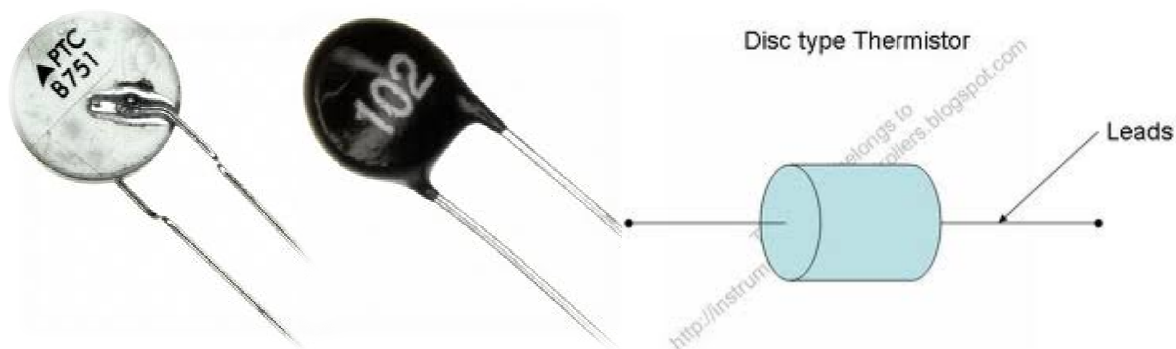
## شکل ظاهری ترمیستورها

از نظر ساختار ظاهری ترمیستورها چهار نمونه هستند :

1. نوع مهره ای یا BEAD THERMISTOR

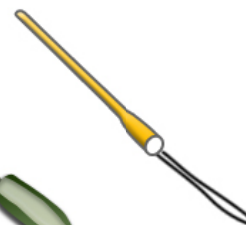
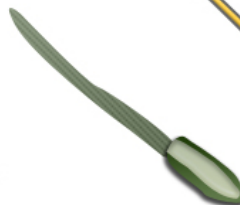
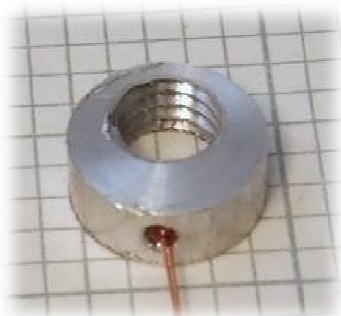


2. نوع دیسکی یا DISC THERMISTOR





4. نوع واشری یا WASHER THERMISTOR



### ویژگی های ترمیستورها به اختصار

- ❖ رنج دمایی 90- تا 150 درجه سانتیگراد
- ❖ رنج مقاومت الکتریکی چند مگا اهم و چند کیلو اهم ، البته مقاومت کاری حدود چند کیلو است .
- ❖ رفتار غیر خطی در برابر مقاومت الکتریکی



## کاربرد ها

### PTC ها :

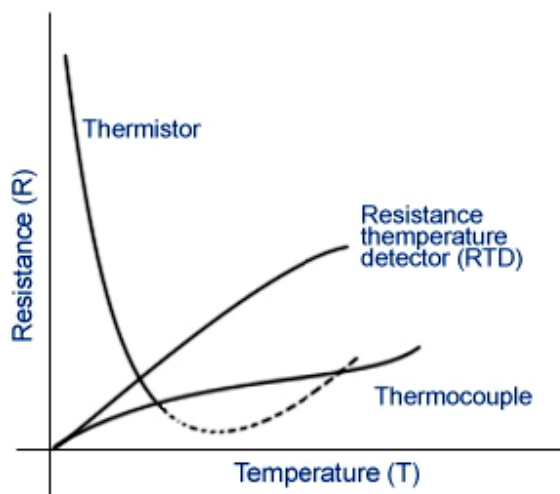
- ❖ محافظت از اضافه بار در مدارات الکتریکی
- ❖ به عنوان کلید حرارتی
- ❖ به عنوان یک دماسنج عادی برای اندازه گیری دما
- ❖ برای محافظت از سیم پیچی مبدل ها و موتورهای الکتریکی در برابر گرمای بیش از حد
- ❖ آشکار سازی سطح مایع

### NTC ها :

- ❖ کنترل و آشکار سازی دما
- ❖ مدار تصحیح دما و تعادل حرارت
- ❖ حفاظت در برابر نویز و اضافه بار
- ❖ آشکار سازی فلو یا جریان مایع

## نمودار مقاومت بر حسب دما

این نمودار مقایسه ای بین منحنی های مقاومتی ترموکوپل ، NTC و RTD است .



## ترمینولوژی یا اصطلاحات مربوط به ترمیستورها

ثابت زمانی : مدت زمانی که یک ترمیستور نیاز دارد تا به 63.2% از اختلاف دمای اولیه خود و دمای محیط برسد ، با فرض اینکه هیچ توانی تلف نکند .

**B VALUE** یا مقدار پارامتر  $\beta$  : این مقدار همان پارامتر B معادله است که پیش تر توضیح دادیم و معمولاً در دیتاشیت ذکر می شود و در غیر این صورت با داشتن دو نقطه از نمودار NTC قابل محاسبه است . دو نقطه نمودار شامل دو دما و دو مقاومت است که از فرمول روبرو حساب می گردد :

$$\beta = \left( \frac{T_1 * T_2}{T_2 - T_1} \right) \ln \frac{R_1}{R_2}$$



کمیته مهندسی رباتیک وبگاه : [nrec.ir](http://nrec.ir) و یا : [nrec.in](http://nrec.in) --- نویسنده : زهره دارابیان  
فاکتور اتلاف : میزان توان لازم برای بالا بردن دمای بدنه ترمیستور به اندازه 1 درجه سلسیوس . رابطه  
زیر برای محاسبه این فاکتور است که رابطه ای بین اثرخودگرم شوئدگی و توان برقرار می کند :

$$\delta = \frac{P}{\Delta T}$$

---

نویسنده : زهره دارابیان – پایگاه اینترنتی : [nrec.ir](http://nrec.ir) یا [nrec.in](http://nrec.in)

❖ به زودی مقاله تحت عنوان پروژه کنترل دما با ntc روی وبگاه کمیته مهندسی رباتیک افزوده خواهد شد.