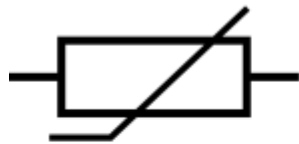


ترمیستور چیست؟

ترمیستور (یا مقاومت حرارتی) به نوعی از مقاومت گفته می شود که مقاومت الکتریکی آن با دما تغییر میکند. همه مقاومت ها، با تغییرات دما مقدار کمی تغییر میکنند، اما یک ترمیستور به صورت ویژه ای به تغییرات دما حساس است. ترمیستورها به عنوان یک جزء غیر فعال در یک مدار عمل می کنند. آنها یک روش دقیق، ارزان و قوی برای اندازه گیری دما هستند. اگرچه در دمای بسیار گرم یا بسیار سرد به خوبی کار نمی کنند، اما برای کاربردهای مختلف یک سنسور منتخب هستند. در صورت نیاز به خواندن دقیق دما، آنها ایده آل هستند. نماد یک ترمیستور در یک مدار در زیر نشان داده شده است:



Most of the World



US and Japan

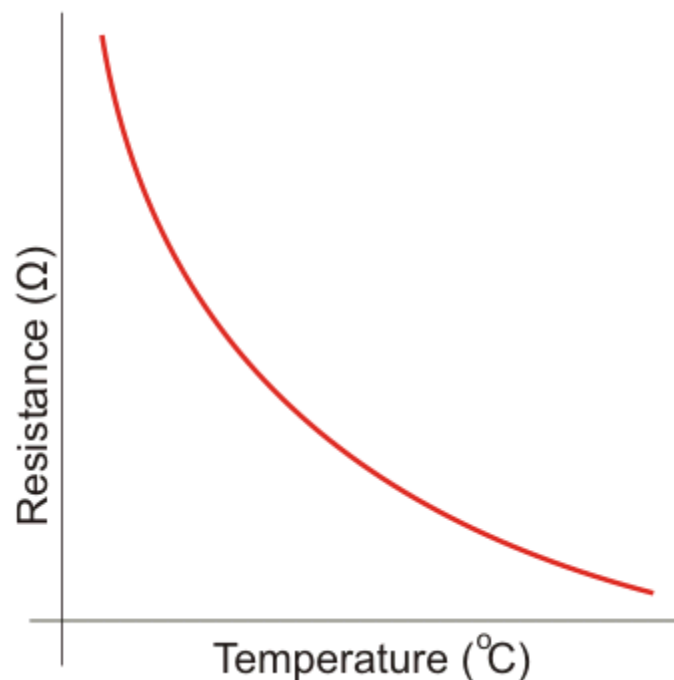
ترمیستورها کاربردهای متنوعی دارند. آنها به طور گسترده ای به عنوان راهی برای اندازه گیری دما به عنوان دماسنج در بسیاری از محیط های مختلف مانند محیط مایع و هوای موجود در یک محیط مورد استفاده قرار می گیرند

برخی از رایج ترین کاربرد ترمیستور ها عبارت است از:

- دماسنج دیجیتال (ترموستات)
- کاربردهای خودرو (برای اندازه گیری دمای روغن و مایع خنک کننده در اتومبیل و کامیون)
- لوازم خانگی (مانند مایکروویو ، یخچال و اجاق گاز)
- محافظت از مدار به عنوان مثال محافظت در برابر فشار
- باتری های قابل شارژ (اطمینان حاصل کنید که دمای مناسب باتری حفظ می شود)
- برای اندازه گیری رسانایی مواد الکتریکی دارای حرارت
- مفید در بسیاری از مدارهای الکترونیکی اساسی (به عنوان مثال به عنوان بخش شروع کننده ی مدار)
- جبران دما (به عنوان مثال حفظ مقاومت برای جبران اثرات ناشی از تغییر دما در قسمت دیگری از مدار)

اصل کار ترمیستور این است که مقاومت آن به درجه حرارت آن بستگی دارد. ما می توانیم مقاومت ترمیستور را با استفاده از اهم متر اندازه گیری کنیم. اگر رابطه دقیق بین چگونگی تأثیر تغییرات دما بر مقاومت ترمیستور را بدانیم، با اندازه گیری مقاومت ترمیستور می توانیم دمای آن را بدست آوریم.

اینکه مقاومت چقدر تغییر می کند بستگی به نوع ماده استفاده شده در ترمیستور دارد. رابطه بین دما و مقاومت ترمیستور غیر خطی است. نمودار یک ترمیستور معمولی در زیر نشان داده شده است:



اگر یک ترمیستور با نمودار درجه حرارت فوق داشته باشیم ، می توانیم مقاومت اندازه گیری شده توسط اهم متر را با دمای نشان داده شده روی نمودار بدست آوریم. با رسم یک خط افقی در مقابل مقاومت در محور y و رسم یک خط عمودی به پایین از جایی که این خط افقی با نمودار تلاقی می کند ، می توانیم دمای ترمیستور را بدست آوریم.

دو نوع ترمیستور وجود دارد :

- ترمیستور ضریب دمایی منفی NTC
- ترمیستور ضریب دمایی مثبت PTC

ترمیستور NTC

در یک ترمیستور NTC ، با افزایش دما ، مقاومت کاهش می یابد. و هنگامی که دما کاهش می یابد ، مقاومت افزایش می یابد. از این رو در یک ترمیستور NTC دما و مقاومت با هم رابطه عکس دارند. این موضوع در این نوع ترمیستور رایج است.

رابطه بین مقاومت و دما در یک ترمیستور NTC توسط عبارت زیر تنظیم می شود:

$$R_T = R_0 e^{\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} \quad (1)$$

جایی که:

- مقاومت در دمای $R_T, T (K)$ است.
 - مقاومت در دمای $R_0, T_0 (K)$ است.
 - دمای مرجع T_0 است (به طور معمول 25 درجه سانتیگراد)
 - المان β ثابت است ، مقدار آن به ویژگی های ماده بستگی دارد. مقدار اسمی 4000 در نظر گرفته شده است.
- اگر مقدار β زیاد باشد ، در این صورت رابطه مقاومت و دما بسیار خوب خواهد بود. مقدار بالاتر β به معنی تغییر بیشتر در مقاومت برای همان افزایش دما است – بنابراین حساسیت (و از این رو دقت) ترمیستور افزایش پیدا میکند.

از عبارت اول، ما می توانیم دمای مقاومت را به طور همزمان بدست آوریم. این فقط حساسیت ترمیستور را بیان میکند. در بالا به وضوح می بینیم که αT علامت منفی دارد. این علامت منفی ویژگیهای دما-مقاومت منفی ترمیستور NTC را نشان می دهد.

$$\alpha_T = \frac{1}{R_T} \frac{dR_T}{dT} = -\frac{\beta}{T^2} \quad (2)$$

اگر $\beta = 4000 \text{ K}$ و $T = 298 \text{ K}$ ، پس $\alpha_T = -0.0045 / \text{oK}$ است. این بسیار بالاتر از حساسیت پلاتینیوم RTD است. یعنی می تواند تغییرات بسیار کوچک دما را اندازه گیری کند.

با این حال ، اکنون اشکال مختلفی از ترمیستور های دارای دمای مثبت برای جایگزین شدن با هزینه ی بالا در دسترس هستند که کارایی دارند. عبارت اول به گونه ای است که امکان ایجاد تقریب خطی به منحنی حتی در محدوده دمایی کوچک وجود ندارد و از این رو ترمیستورها قطعاً یک حسگر غیر خطی هستند.

ترمیستور PTC :

یک ترمیستور PTC رابطه مستقیم بین دما و مقاومت دارد. با افزایش دما ، مقاومت افزایش می یابد. و هنگامی که دما کاهش می یابد ، مقاومت کاهش می یابد. از این رو در یک ترمیستور PTC دما و مقاومت مستقیماً با یکدیگر متناسب هستند.

اگرچه ترمیستورهای PTC به اندازه ترمیستورهای NTC رایج نیستند ، اما اغلب به عنوان نوعی محافظت از مدار استفاده می شوند. مشابه عملکرد فیوز ها ، ترمیستورهای PTC می توانند به عنوان یک محدود کننده جریان عمل کنند. وقتی جریان از طریق دستگاه عبور می کند، مقدار کمی گرمایش مقاومتی ایجاد می کند. اگر جریان به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتواند گرمای بیشتری از آنچه دستگاه در محیط اطراف از دست می دهد ایجاد کند ، دستگاه گرم می شود. در یک ترمیستور PTC ، این گرم شدن باعث افزایش مقاومت آن نیز می شود. این یک اثر تقویت کننده ایجاد می کند که مقاومت را به سمت بالا هدایت می کند ، بنابراین جریان را محدود می کند. به این ترتیب ، به عنوان یک دستگاه محدود کننده جریان عمل می کند و در نتیجه از مدار محافظت می کند.

مشخصات و فرمول های ترمیستور در زیر آورده شده است:

$$R_1 = R_2 e^{\beta \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)}$$

جایی که:

• $R1$ = مقاومت ترمیستور در دمای مطلق $T1 [oK]$

• $R2$ = مقاومت ترمیستور در دمای $T2 [oK]$

• B بسته به ماده مبدل ، ثابت است.

در معادله فوق می بینیم که رابطه بین دما و مقاومت بسیار غیرخطی است. یک ترمیستور استاندارد NTC معمولاً ضریب دمای مقاومت حرارتی منفی در حدود $0.05 / C$ را نشان می دهد.

ساختار ترمیستور

برای ساختن ترمیستور ، دو یا چند پودر نیمه رسانا ساخته شده از اکسیدهای فلزی را با یک کلاسور مخلوط کرده و دوغاب ایجاد می کنند. قطره های کوچکی از این دوغاب بر روی سیم های سرب تشکیل می شود. برای خشک کردن ، باید آن را در کوره پخت قرار دهیم. در طی این فرآیند ، این دوغاب روی سیمهای سرب جمع شده و اتصال برق ایجاد می کند.



این اکسید فلزی فراوری شده با قرار دادن یک پوشش شیشه ای روی آن آب بندی می شود. این پوشش شیشه ای خاصیت ضد آب به ترمیستورها می دهد – به بهبود پایداری آنها کمک می کند. اشکال و اندازه های مختلفی از ترمیستور در بازار موجود است. ترمیستورهای کوچکتر به شکل مهره هایی با قطر 0.15 میلی متر تا 1.5 میلی متر هستند.

ترمیستورها ممکن است به صورت دیسک و واشر باشند که با فشار دادن ماده ترمیستور تحت فشار زیاد به شکل استوانه ای مسطح با قطر از 3 میلی متر تا 25 میلی متر ساخته می شوند.



اندازه معمولی ترمیستور 0.125 میلی متر تا 1.5 میلی متر است. ترمیستور های موجود در بازار دارای مقادیر اسمی 1K و 2K و 10k و 20K و 100K و ... هستند. این مقدار مقاومت را در دمای 25 درجه سانتیگراد نشان می دهد. ترمیستورها در مدل های مختلفی در دسترس هستند: نوع مهره ای ، نوع میله ای ، نوع دیسکی و ... عمده ترین مزایای ترمیستور ها اندازه کوچک و هزینه نسبتاً کم آنهاست.

تفاوت های اصلی بین ترمیستور و ترموکوپل عبارتند از:

ترمیستور:

- محدوده باریک تری از حس (55 تا + 150 درجه سانتیگراد – اگرچه این بسته به مارک متفاوت است)
- پارامتر سنجش = مقاومت
- رابطه غیر خطی بین پارامتر سنجش (مقاومت) و دما
- ترمیستورهای NTC با افزایش دما تقریباً از نظر نمایی مقاومت می کنند.
- برای احساس تغییرات کوچک در دما مناسب است (استفاده از ترمیستور دقیق و با وضوح بالا بیش از محدوده ۵۰ درجه سانتیگراد سخت است).
- مدار سنجش ساده است و نیازی به تقویت ندارد و بسیار ساده است.
- بهتر است بدون کالیبراسیون بیش از 1 درجه سانتیگراد باشد.

ترموکوپل:

- دامنه وسیعی از دما نوع $T = -200-350^{\circ}\text{C}$ ؛ نوع $J = 95-760$ درجه سانتیگراد ؛ نوع $K = 95-1260$ درجه سانتیگراد ؛ انواع دیگر حتی به درجه حرارت بالاتر نیز می رسند می تواند بسیار دقیق باشد.
- پارامتر سنجش = ولتاژ تولید شده توسط اتصالات در دماهای مختلف
- ولتاژ ترموکوپل نسبتاً کم است.
- رابطه خطی بین پارامتر سنجش (ولتاژ) و دما

ردیاب های دمایی مقاومت که به آن سنسورهای RTD نیز گفته می شود شباهت زیادی به ترمیستورها دارند. مقاومت RTD و ترمیستور وابسته به دما هستند. تفاوت اصلی این دو در نوع موادی است که از آنها ساخته شده است. ترمیستورها معمولاً با مواد سرامیکی یا پلیمری ساخته می شوند در حالیکه RTD ها از فلزات خالص ساخته می شوند. از نظر عملکرد ، ترمیستورها تقریباً در همه جنبه ها برنده می شوند.

ترمیستورها دقیق تر ، ارزان تر و دارای سرعت پاسخگویی سریع تری نسبت به RTD هستند. تنها عیب واقعی ترمیستور در مقابل RTD زمانی است که صحبت از دامنه دما می شود RTD ها می تواند دما را در دامنه وسیع تری از ترمیستور اندازه گیری کند. جدا از این ، هیچ دلیلی برای استفاده از ترمیستور بیش از RTD وجود ندارد.