

پلتفرم اختصاصی مهندسی کنترل



<https://controlengineers.ir>



<https://t.me/controlengineers>



<https://www.instagram.com/controlengineers.ir>

ترموکوپل

ترموکوپل یکی از پرکاربردترین سنسورهای دما در صنعتی ابزار دقیق و اتوماسیون صنعتی می باشد که به ازای درجه حرارت در خروجی خود ولتاژ تولید می کنند Thermocouple ها معمولاً از به هم پیوستن دو فلز غیر همجنس به به یکدیگر وجود می آیند به این صورت که ۲ فلز را در یک سر مشترک بهم جوش می دهند و یا می تابند و در ۲ سر دیگر سیم ها به ازای حرارتی که به نقطه اتصال داده میشود یک ولتاژ تولید می شود. ترموکوپل ها یکی از ساده ترین سنسورهای موجود در صنعت می باشند که دامنه دمای اندازه گیری آنها بسیار وسیع است که از -270 درجه تا $+1850$ درجه سانتی گراد میباشد .

ترموکوپل یکی از پرمصرفترین و پرکاربردترین سنسورهای دمایی محسوب می شود که در صنعت های بسیاری مورد استفاده قرار می گیرد. ترموکوپل جزو سنسورهای تماسی در اندازه گیری دما محسوب می شود. چراکه ما سنسورهای غیر تماسی دمایی نیز داریم که بدون نیاز به اتصال یا تماس با محیط موردنظر می توان کمیت فیزیکی دما را با آنها اندازه گیری نمود. این سنسورها مانند سنسورهای لیزری که معمولاً با IR یا مادون قرمز کار می کنند و یا ترمال ویزن ها که دوربین های حرارتی هستند و با استفاده از آنها می توان میزان حرارت نقطه ای از تصویر را با استفاده از دوربین بخصوصی اندازه گیری کرد.

یکی از علت هایی که این سنسورهای ترموکوپل بسیار پرکاربرد هستند این است که رنج دمایی وسیعی را می توان با Type های مختلف آن برای اندازه گیری دمت پوشش داد (مثلاً 1800 درجه سانتی گراد) که البته سنسور دمایی تماسی دیگری را نمی توان یافت که تا این رنج دما را بتواند اندازه گیری کند.



از علت‌های دیگر محبوبیت این سنسور، قیمت مناسب و دقت بالای آن است. و همچنین سرعت پاسخ آن در شرایطی که سرعت تغییرات دمایی برای ما مهم است بالاست.

یکی از معایبی که این سنسورها دارند غیر خطی بودن آن‌ها است که البته این موضوع عیب نیست، بلکه ذات این سنسور است و اگر چنین نبود نمی‌توانست رنج وسیع دمایی را برای ما پوشش دهد. اما از آنجا که در قدیم راه‌اندازی آن نسبت به سنسورهای خطی بسیار دشوار بود این موضوع را به‌عنوان عیب این سنسور مطرح می‌کردند و تا به امروز این لفظ روی این سنسور مانده است.

به بررسی ساختاری این سنسور بپردازیم، ساختار ترموکوپل بدین گونه است که دو فلز ناهم‌جنس را در نقطه‌ای به هم کوپل کرده که با ایجاد حرارت در این نقطه بارهای الکتریکی داخل این دو فلز یا آلیاژ ناهم‌جنس به حرکت درآمده و در سر آزاد این فلزها ولتاژی در حد میلی ولت ایجاد می‌شود. این پدیده را با عنوان‌های مختلفی از جمله پدیده ترموالکتریک و پدیده Seebeck معرفی می‌کنند.

ترموکوپل‌ها دارای تیپ‌های متنوع برای اندازه‌گیری دما می‌باشند بطور مثال تیپ‌های R - S - B با قابلیت اندازه‌گیری دما در محدوده ۲۰۰- الی ۱۸۰۰ و تیپ‌های L - K - J با قابلیت اندازه‌گیری دما در محدوده ۱۸۰- الی ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد بکار می‌روند. ولتاژ بوجود آمده در دوسر انتهای ترموکوپل در هر صورت میلی ولت و رفتار الکتریکی هر ترموکوپل بسته به نوع آلیاژ سیم‌های آن تابع جداول استاندارد است که معمولاً در استانداردهای کشورهای مختلف تعریف و تقریباً در هر تیپ منطبق بر یکدیگر است. یکی از انواع معمول آن ترکیب آلیاژ نیکل کروم و نیکل می‌باشد. معمولاً جهت جلوگیری از آسیب دیدن ترموکوپل آن را درون غلاف فلزی یا سرامیکی قرار

می دهند. روش جوشکاری دوسر ترموکوپل تابع ضوابط خاصی است بطوری که نباید در حین عملیات جوشکاری فلز یا احیاناً نیمه هادی دیگری در فرآیند جوش دخالت نماید در غیر اینصورت رفتار ترموکوپل هرگز رفتار استاندارد تعریف شده تابع جداول مربوطه نخواهد بود.

ترموکوپها همواره پس از گذشت سالیان متمادی از بهترین سنسورها برای اندازه گیری دما می باشند زیرا با نقطه مورد نظر تماس برقرار نموده و دما را بصورت پتانسیل الکتریکی انتقال میدهند و ولتاژ با اتصال به اندیکاتور اندازه گیری و به صورت دما تحت تبعیت از جداول مورد بحث مشابه سازی شده و نمایش داده می شود. از این دستگاه برای اندازه گیری دماهای بالا (مثلاً در کوره های پخت محصولات سرامیکی) استفاده می شود. ترموکوپل ها اصولاً در دمای پایین دقت لازم نیستند ولی جهت سنجش دماهای بالاتر از ۵۰۰ درجه سانتیگراد یکی از گزینه های خوب می باشند

• تایپ ترموکوپل ها

۱. تایپ K

۲. تایپ J

۳. تایپ T

۴. تایپ E

۵. تایپ N

۶. تایپ B

۷. تایپ R

۸. تایپ S

International Thermocouple Color Codes - Thermocouple and Extension Grade Wires

THERMO- COUPLE TYPE	ALLOY COMBINATION	U.S. & CANADIAN (ANSI/MC98.1, ANSI/ASTM E239)		PLUG & JACK	International IEC 584-3	International IEC 584-3 Internationally Safe	Czech British BS 1843	Netherlands German DIN 43710	Japanese JIS C 1610	French NFC 42-324
		THERMOCOUPLE GRADE	EXTENSION GRADE							
T	Copper	Brown	Blue	Blue	Brown	Blue	Blue	Brown	Brown	Blue
	Constantan (Copper-Nickel)	Red	Red	Blue	White	White	White	White	White	White
J	Iron (magnetic)	Brown	White	Black	Black	Blue	Black	Blue	Yellow	Black
	Constantan (Copper-Nickel)	Red	Red	Black	White	White	White	White	White	White
E	Nickel - Chromium	Brown	Purple	Purple	Purple	Blue	Brown	Black	Purple	Purple
	Constantan (Copper-Nickel)	Red	Red	Blue	White	White	Blue	Black	White	Purple
K	Nickel - Chromium	Brown	Yellow	Yellow	Green	Blue	Green	Green	Blue	Yellow
	Nickel - Aluminum (magnetic)	Red	Red	Yellow	White	White	White	White	White	Purple
N	Nicrosil (Nickel-Chromium-Silicon)	Brown	Orange	Orange	Pink	Blue	Orange	No Standard (Use American Color Codes)	No Standard (Use American Color Codes)	No Standard (Use American Color Codes)
	Nisil (Nickel-Silicon-Magnesium)	Red	Red	White	White	White	White	White	White	White
S	Platinum Rhodium - 10%	None	Black	Green	Orange	Blue	Green	White	Black	Green
	Platinum	Established	Red	Green	White	White	White	White	White	White
R	Platinum Rhodium - 13%	None	Black	Green	Orange	Blue	Green	White	Black	Green
	Platinum	Established	Red	Green	White	White	White	White	White	White
B	Platinum Rhodium - 30%	None	Gray	Gray	White	Gray	No Standard (Use Copper Wire)	Gray	Gray	No Standard (Use Copper Wire)
	Platinum Rhodium - 6%	Established	Red	White (Uncom- pensated) White (Compensated Cable)	White	White	White	White	White	White
C	Tungsten Rhenium - 5%	None	Green	Red	Red			No Standard (Use American Color Codes)	No Standard (Use American Color Codes)	No Standard (Use American Color Codes)
	Tungsten Rhenium - 20%	Established	Red	Red	Red					

"کد رنگ بین المللی ترموکوپل"

• تجهیز مناسب برای خواندن دمای ترموکوپل:

حال برای اینکه بتوانیم میزان دمای ترموکوپل را بخوانیم باید از یک تجهیز اندازه گیری مانند PLC ، کارت
 DAQ و میکروکنترلر و ... استفاده کنیم.

در گذشته برای خواندن مقدار دمای ترموکوپل به خاطر رفتار غیر خطی آن با مشکلاتی روبرو بودند ولی امروزه
 با ماژول های بسیار مناسب و دقیق می توان مقدار دمای ترموکوپل را به راحتی خواند.

به دو روش به صورت مرسوم می توان دمای ترموکوپل را خواند:

روش اول:

اتصال ترموکوپل به یک ترانسمیتر جهت تبدیل میلی ولت به ولت یا تبدیل میلی ولت به ۴ تا ۲۰ میلی آمپر جریانی و سپس اتصال آن به یک کارت ADC جهت خواندن میزان تغییرات ورودی آنالوگ و نوشتن یک فرمول برای تبدیل ولتاژ قرائت شده از ADC به کمیت دمایی جهت اندازه گیری دمای محیط مورد نظر در برنامه.

توجه داشته باشید که در این روش سنسور دمایی مرجع را که دمای نقطه سرد شما را اندازه گیری می کند باید به صورت جداگانه در این سیستم قرار دهید و دمای قرائت شده آن را در فرمول فوق الذکر قرار دهید.

روش دوم:

این روش راحت تر و دقیق تر است. در این روش با استفاده از برخی ماژول های صنعتی که اینترفیس مستقیمی را جهت اتصال ترموکوپل در خودشان دارند (یعنی نیاز به ترانسمیتر و تجهیزات جانبی نیست)، میزان دما را بسیار دقیق در حد ۰٫۰۱ درجه سانتی گراد می توان اندازه گیری کرد. سنسور دمای مرجع یا همان CJC داخل خود این ماژول ها تعبیه شده و پروتکل ارتباطی این ماژول ها مدباس است که روی بستر RS485 و یا TCPIP داده های اندازه گیری شده را انتقال می دهد. حال شما با استفاده از این پروتکل می توانید داده اندازه گیری شده خود را به PLC و یا کامپیوتر خود انتقال دهید و برنامه پروژه خود را تکمیل نمایید. جهت آشنایی یکی از این ماژول ها را برای شما معرفی می کنیم.

یکی از ماژول هایی که با این تکنولوژی می توان استفاده کرد که ترموکوپل را مستقیماً و بدون واسطه به آن وصل نمود و دما را با دقت ۰٫۰۱ درجه سانتی گراد اندازه گیری کرده و با پروتکل مدباس داده اندازه گیری شده را به PLC یا PC انتقال داد ماژول ADAM 4018+ یا ADAM 6018 ادونتک است.

تفاوت آن ها در بستر ارتباطی آن هاست که ADAM 4018+ با پروتکل مدباس سریال و ADAM 6018 با پروتکل مدباس TCP کار می کند. حال کافی است در دستگاه Master که معمولاً یا PLC است و یا PC با این پروتکل ارتباط برقرار کرده و اطلاعات اندازه گیری شده دما را آنالیز کرده و متناسب با پروژه خود را برنامه را تکمیل نمایید.

ترموکوپل نایپ K از سیم فلزی Ni-Cr و Ni-Al ساخته می شود. ارزان قیمت است و یکی از پرکاربردترین ترموکوپل ها می باشد .

ترموکوپل نوع k به همراه ماژول مبدل MAX6675 ، قادر به اندازه گیری دماهای بالا تا ۱۰۲۴ درجه ی سانتی گراد است. خروجی ماژول دیجیتال بوده و پروتکل ارتباطی آن SPI است . از مشخصه های این ماژول آن است که با هر نوع ترموکوپل K نیز کار می کند.

برد راه انداز MAX6675 همه چیز را برای راه اندازی ترموکوپل فراهم کرده است، لذا کفایت به هر میکروکنترلی (مثلا برد آردوینو) متصل شده و از طریق پروتکل SPI داده دما قرائت شود.

• اجزای تشکیل دهنده ترموکوپل

۱. سیم های غیر هم جنس
۲. غلاف فلزی یا غلاف سرامیکی
۳. کلگی ترموکوپل
۴. فلنج در صورت نیاز
۵. سرامیک محافظ سیم های داخلی
۶. ترمینال

نکات :

* با توجه به جنس سیم رنج دمایی آنها تغییر میکند.

* با توجه به محل قرارگیری و نصب Thermocouple ها غلاف های متفاوتی برای آنها انتخاب میشود.

* با توجه به نوع Thermocouple و وجود ترانسمیتور مدل کلگی های تغییر میکند که معمولا نوع آنها سلیقه ای انتخاب میشود..