

راهنمای کارگاهی و چک لیست سنسورهای دمایی NTC و PTC

دپارتمان مهندسی و کنترل پایداری سیستم‌های برودتی | ام تی ام پارت (mtmpart.com)

سنسورهای دمایی ضریب حرارتی منفی (NTC) و ضریب حرارتی مثبت (PTC) خط مقدم کنترل هوشمند دما در داکت اسپلیت‌ها، وی‌آر‌اف‌ها (VRF) و چیلرهای تراکمی هستند. خرابی یا انحراف مقاومت (Sensor Drift) این قطعات، سبب صدور کدهای خطای اشتباه و مخدوش شدن محاسبات سوپرهیت و ساب‌کول می‌شود. این فکت‌شیت کارگاهی به عنوان مرجع سریع تکنسین‌ها جهت تست و عیب‌یابی تدوین شده است.

۱. رفتارشناسی حرارتی و معادلات حاکم بر سنسورها

سنسورهای NTC با افزایش دما، کاهش مقاومت اهمی را تجربه می‌کنند. این رفتار غیرخطی با معادله مشهور استینهارت-هارت توصیف می‌شود. در مقابل، سنسورهای PTC (که عمدتاً در اوپراتورها یا به عنوان محافظ حرارتی سیم‌پیچ کمپرسور کاربرد دارند) با افزایش دما دچار صعود ناگهانی و شدید مقاومت اهمی می‌شوند.

$$R_T = R_{25} \times \exp\left[\eta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{298.15}\right)\right]$$

در این فرمول، R_T مقاومت در دمای نامعلوم، R_{25} مقاومت نامی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و η ضریب مشخصه سنسور (معمولاً بین ۳۴۳۵ تا ۳۹۷۷) بر حسب کلون است.

۲. ماتریس استاندارد تست مقاومت سنسور متداول (NTC 10kΩ (Beta = 3950)

وضعیت بالینی سنسور	محدوده تolerانس مجاز (±%)	مقاومت تئوری (اهم)	دمای مطلق (کلون)	دمای محیط (°C)
تست سرمای شدید اوپراتور	±۲.۵%	۵۵,۳۰۰	۲۶۳.۱۵	-۱۰
دمای یخ‌زدگی آب / فریزینگ	±۲.۰%	۳۲,۶۵۰	۲۷۳.۱۵	۰
دمای لوله مکش (Suction Line)	±۱.۵%	۱۹,۹۰۰	۲۸۳.۱۵	۱۰
دمای مرجع کالیبراسیون (نامی)	±۱.۰%	۱۰,۰۰۰	۲۹۸.۱۵	۲۵
دمای محیطی کندانسور هوایی	±۱.۸%	۵,۳۲۷	۳۱۳.۱۵	۴۰
دمای خط ترشح (Discharge Line)	±۲.۲%	۲,۴۸۸	۳۳۳.۱۵	۶۰

۳. راهنمای گام‌به‌گام عیب‌یابی و تست الکترونیکی

گام اول: سنسور را کاملاً از برد الکترونیکی جدا کنید (تست روی برد به دلیل مدارهای موازی مخدوش است).

گام دوم: با استفاده از مولتی متر کالیبره در مد اهم متر، مقاومت دو پایه سنسور را در دمای اتاق (۲۵ درجه) بسنجید. عدد باید به ۱۰ کیلو اهم نزدیک باشد.

گام سوم (تست دینامیک): سنسور را در آب گرم یا مجاورت سرمای اواپراتور قرار دهید و تغییرات پیوسته اهم را روی صفحه مولتی متر پایش کنید. جهش ناگهانی (شبه قطع) یا قفل شدن عدد اهم، نشانه پیری سنسور است.

نکته کلیدی ام تی ام پارت: خطا در سنسور دمای لوله مکش مستقیماً فرمان باز یا بسته شدن به شیر انبساط الکترونیکی (EEV) را خراب کرده و خطر ورود مایع میرد به سیلندر کمپرسور را به همراه دارد. همواره از فیلتر درایرهای دانفوس برای حذف رطوبت مدار که عامل اکسیداسیون مس سنسورهاست استفاده کنید.

۴. رمزگشایی از کدهای خطای متداول سنسورها در چیلر و داکت اسپلیت

کد خطا (تئوری)	مفهوم فنی خطا	علت فیزیکی بروز خطا	اقدام اصلاحی تکنسین
E1 / F1	خطای سنسور دمای محیطی (Ambient)	قطع شدن کابل یا اتصال کوتاه در سوکت ورود برد	بررسی سیم‌کشی، تست اهمی مرجع ۱۰ کیلو اهم
E2 / F2	خطای سنسور کویل اواپراتور (Pipe Sensor)	یخ‌زدگی شدید یا جریان ناشی روی مغزی سنسور	سنجش مقاومت در دمای صفر درجه (باید حدود ۳۲.۶ کیلو اهم باشد)
E4 / F4	خطای سنسور دمای دیسچارج کمپرسور	حرارت مفرط لوله رفت (بالای ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد)	تست سنسور ۵۰k یا ۱۰۰k خط تخلیه، بررسی شارژ میرد و شیر انبساط

مرجع بازرگانی و فنی تامین قطعات برودتی و اتوماسیون صنعتی: ام تی ام پارت (mtmpart.com)