MAHER

مجموعه آموزشی ماهر

بیمتال چیست؟

اضافه بار را به عنوان یکی از مهم ترین خطاهایی که ممکن است برای مصرف کننده ایجاد شود، می شناسیم. در صورت عدم تشخیص به موقع اضافه بار باید منتظر عواقب سنگین مالی باشیم. در شرایط اضافه بار، مصرف کننده جریان زیادی از شبکه دریافت کرده و گرمای زیاد ناشی از جریان را تجربه می کند. در این حالت، آسیب های مکانیکی مصرف کننده امری بدیهی خواهد بود. بنابراین برای تشخیص به موقع اضافه بار به مکانیزمی نیاز داریم که در زمان مناسب، باعث قطع مدار شود. در صنعت این مکانیزم را تحت عنوان رله اضافه بار می شناسیم. یکی از مهم ترین انواع رله های اضافه بار، رله اضافه بار حرارتی یا بیمتال است. اما بیمتال چیست؟ چگونه کار می کند؟ چه مزایا و معایبی دارد؟ با ما همراه باشید تا در این مقاله به این سوالات پاسخ دهیم.

آنچه در ادامه می خوانیم:

- اضافه بار چیست؟
- انواع رله های اضافه بار
- رله اضافه بار حرارتی یا بیمتال چیست؟
- عامل اصلی قطع در بیمتال
- عملکرد بیمتال
- اجزای اصلی بیمتال
- کاربردهای بیمتال
- پارامترهای انتخاب بیمتال
- شرایط فنی بیمتال
- انواع بیمتال
- کلاس های تریپ طبق NEMA
- کلاس های تریپ طبق IEC
- مزایای بیمتال
- معایب بیمتال
- جمع بندی

اضافه بار چیست؟

هر تجهیزی دارای یک توان مشخص است. اگر توان مصرفی در مصرف کننده بیش از توان نامی باشد، اصطلاحا اضافه بار رخ داده است. در شرایط اضافه بار، مصرف کننده جریانی بیش از جریان نامی را از شبکه دریافت کرده و گرم شدن بیش از حد تجهیز اولین واکنش به اضافه بار خواهد بود. در صورتی که اضافه بار به موقع تشخیص داده نشود، آسیب هایی جدی در انتظار مصرف کننده خواهد بود. بنابراین برای تشخیص این چالش و جلوگیری از آسیب های اضافه بار، از تجهیزی به نام رله اضافه بار استفاده می شود.

انواع رله های اضافه بار

رله های اضافه بار تجهیزاتی هستند که با ارسال فرمان قطع از مدار در برابر صدمات ناشی از اضافه بار حفاظت می کنند. رله های اضافه بار را می توان بر اساس مکانیزم قطع به سه دسته تقسیم کرد. رله اضافه بار حرارتی، رله اضافه بار مغناطیسی و رله اضافه بار الکتریکی دسته بندی رله های اضافه بار هستند. در این مقاله به بررسی رله های اضافه بار حرارتی یا بیمتال می پردازیم.

شکل-1 رله اضافه بار حرارتی (بیمتال)

رله اضافه بار حرارتی یا بیمتال چیست؟

رله اضافه بار تجهیزی است که با مانیتورینگ جریان، از مدار در برابر آسیب های ناشی از اضافه بار محافظت می کند. یعنی، اگر مدار جریانی بیش از حد مجاز داشته باشد، با ارسال فرمان کنترلی، باعث قطع مدار می شود.

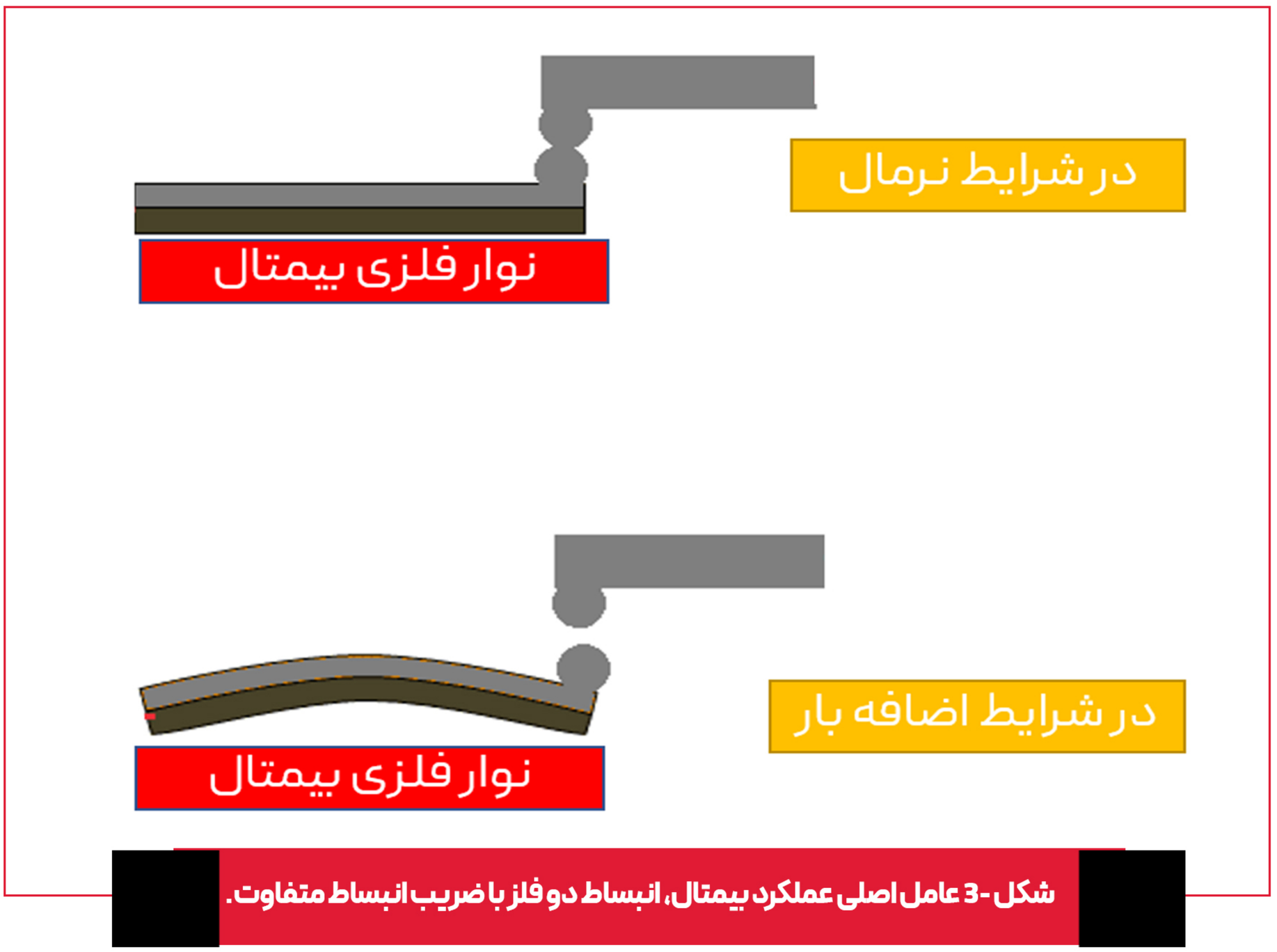
رله های اضافه بار حرارتی اجازه اضافه بارهای موقت بی ضرر (مانند راه اندازی موتور) را بدون ایجاد اختلال در مدار می دهند. اما اگر بار به اندازه‌ای زیاد باشد که باعث آسیب به مدار شود، اتصال آن را قطع می کند. این تجهیز پس از حذف اضافه بار قابل تنظیم مجدد است.

با انتخاب نوع مناسب رله اضافه بار حرارتی با عملکرد مناسب برای الکتروموتورها، می توان از موتور در برابر آسیب هایی مانند خطای بیرینگ، خطای میله روتور، خطای سیم پیچ استاتور و خطای کوپلینگ شفت محافظت کرد.

عامل اصلی قطع در بیمتال

بخش اصلی بی متال، از یک نوار فلزی متشکل از دو یا چند ماده با ضریب انبساط حرارتی متفاوت است، که توسط پرچ، لحیم کاری یا جوش به هم متصل شده اند.

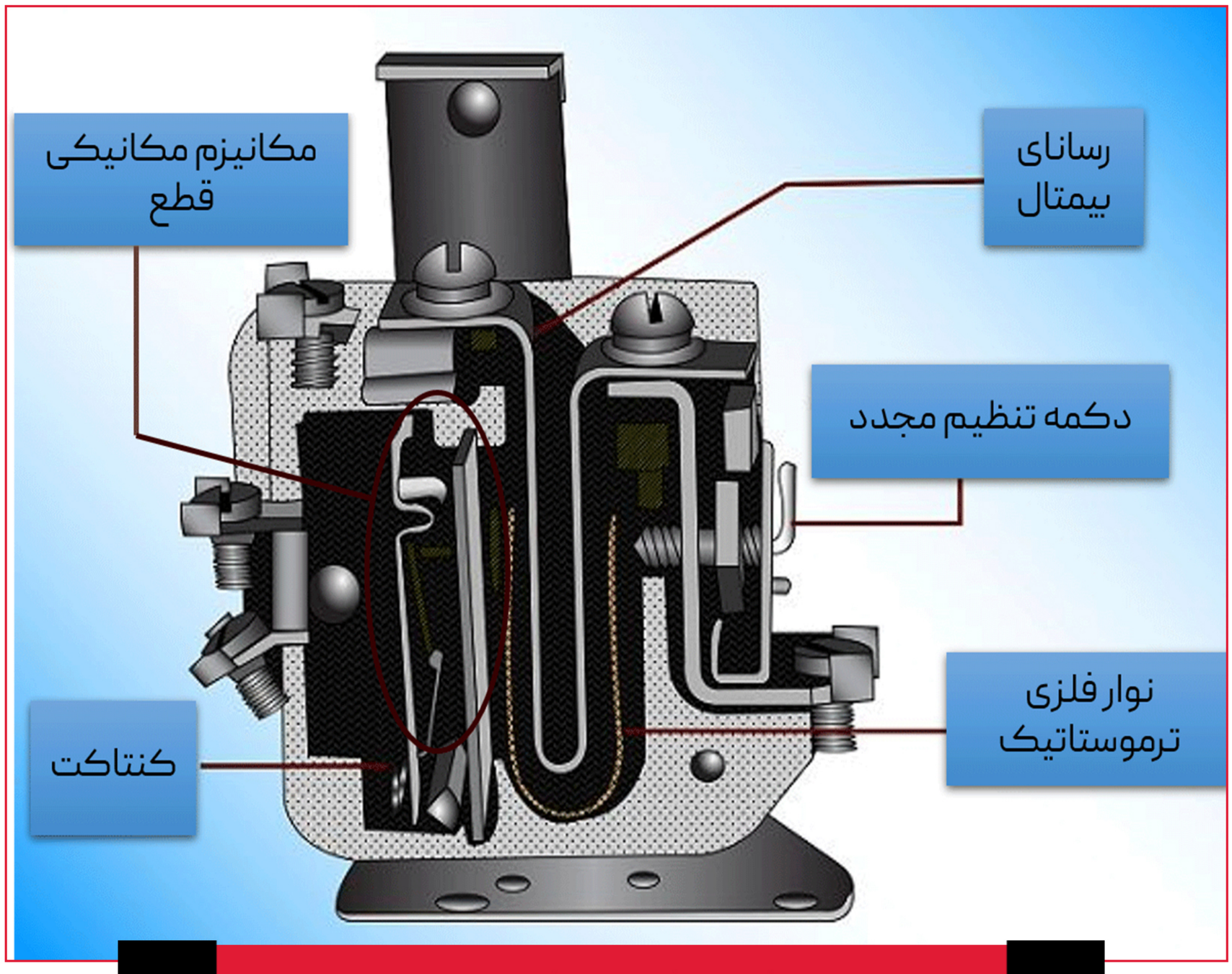
ضریب انبساط، یکی از ویژگی های اساسی هر ماده است. دو فلز مختلف، همیشه میزان انبساط حرارتی متفاوتی دارند.
در نوار بی متال، دو فلز مختلف به دلیل تفاوت در ضریب انبساط حرارتی هنگام گرم شدن، خم می شوند. لذا، تفاوت در جنس این فلزات و در نتیجه تفاوت در ضریب انبساط آن ها، عامل اصلی قطع در بی متال است.



شکل-3 عامل اصلی عملکرد بیمتال، انبساط دو فلز با ضریب انبساط متفاوت.

عملکرد بیمتال

عبور جریان از یک رسانا، گرما را در آن افزایش می‌دهد. پس بر اثر عبور جریان از رسانای بیمتال، رسانا گرم می شود. مطابق آنچه در قسمت عامل اصلی قطع در بیمتال بررسی کردیم، نوار فلزی که در مجاورت رسانا قرار گرفته است، گرما را دریافت کرده و منبسط می شود. مدار طی یک مکانیزم مکانیکی باز شده و جریان قطع می شود.



شکل 4 - مکانیزم عملکرد بیمتال

اجزای اصلی بیمتال

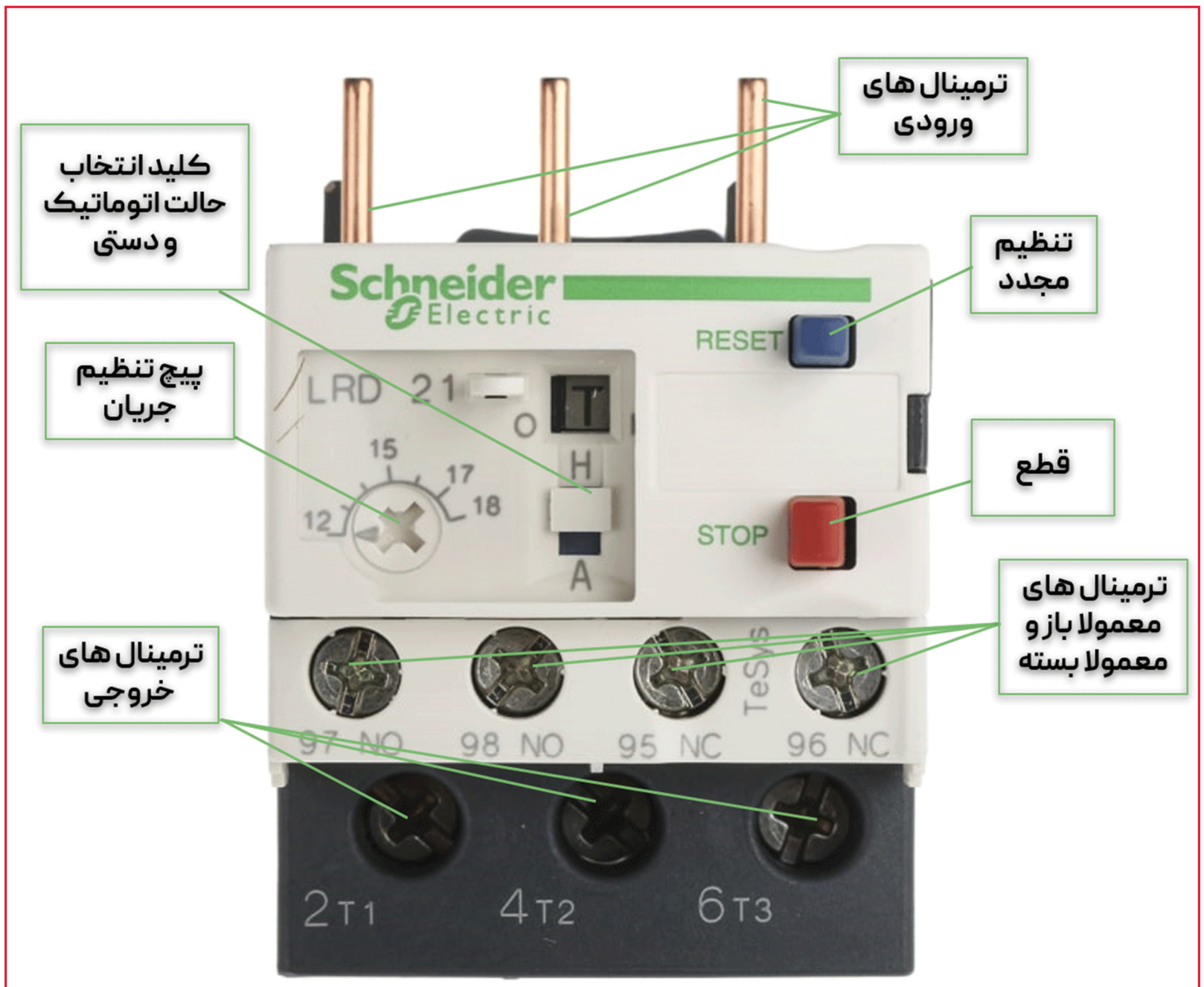
1. ترمینال

سه ترمینال ورودی در بیمتال با نام‌های L1، L2 و L3 مشخص شده و به طور مستقیم به خروجی کنتاکتور متصل می شوند. سه ترمینال T1، T2 و T3 ترمینال های خروجی هستند. به عنوان مثال، برای حفاظت از موتور، ورودی آن به ترمینال های خروجی بیمتال متصل می شود.

2. دکمه تنظیم مجدد

این دکمه که برای تنظیم مجدد رله و رفع خطا استفاده می شود، در دو حالت دکمه انتخاب دستی یا تنظیم مجدد خودکار در دسترس است. وقتی بی متال عمل می‌کند کنتاکت های آن تغییر وضعیت می‌دهند، برای بازگرداندن کنتاکت های بی متال به حالت نرمال باید دکمه ریست (RESET) یا تنظیم مجدد را فشار دهیم.

هنگامی که حالت تنظیم مجدد خودکار انتخاب شود، آنگاه تنظیم رله به صورت خودکار قابل دستیابی خواهد بود. یعنی اگر بخواهیم پس از هربار عملکرد، کنتاکت‌های بی متال به صورت خود کار به حالت اولیه باز گردند، باید دکمه تنظیم مجدد را روی حالت (A)Automatic قرار دهیم. در غیر این صورت پس از هر بار عملکرد، لازم است بی متال را به صورت دستی ریست کرد.



شکل 5 - ترمینال‌های بیمتال

3. نوار فلزی

از نوارهای فلزی با دو جنس و دو ضریب انبساط متفاوت در این تجهیز استفاده می شود. این نوار با انبساط خود از دریافت گرما، باعث قطع مدار شده و حفاظت انجام می‌دهد.

4. رسانای عبور جریان

یک رسانا که معمولا در مجاورت نوار فلزی قرار می گیرد، با دریافت جریان گرم شده و گرمای خود را به نوار فلزی منتقل می کند. این رسانا در بعضی از رله های اضافه بار حرارتی به شکل سیم پیچی حول یک ماده نارسانا است.

5. مکانیزم مکانیکی قطع

با انبساط نوار فلزی، به طور معمول یک تیغه تحت تاثیر مکانیکی انبساط نوار قرار گرفته و با جابجایی خود اتصال کنتاکت ها را قطع می کند.

کاربردهای بیمتال

رله های اضافه بار حرارتی یا بیمتال حفاظت اضافه بار برای موتورهای تکفاز و سه فاز مانند پمپ ها،کمپرسورها، میکسرها، نوار نقاله، آسانسور و ... را فراهم می کند.

پارامترهای انتخاب بیمتال

هنگام انتخاب یک بیمتال، پارامترهایی مانند محدوده جریان، ولتاژ نامی، کلاس قطع، ولتاژ نامی عایق، استانداردهای بین المللی، دمای هوای محیط، عملکرد دستی یا خودکار موثر خواهند بود.

شرایط فنی بیمتال

تنظیم جریان

رله اضافه بار حرارتی با استفاده از یک پتانسیومتر چرخشی با جریان نامی موتور تنظیم می شود. مقیاس پتانسیومتر دوار بر حسب آمپر کالیبره می شود.

تنظیم مجدد دستی و خودکار

هنگامی که تنظیم مجدد دستی انتخاب شده است، با فشار دادن دکمه "RESET" می توان مستقیماً روی دستگاه تنظیم مجدد انجام داد. هنگامی که تنظیم مجدد خودکار انتخاب شود، رله به طور خودکار بازنشانی می شود. تنظیم مجدد تا زمانی که زمان بازنشانی سپری نشده است، امکان پذیر نخواهد بود.

زمان خنک شدن

پس از قطع مدار به دلیل اضافه بار، مدت زمان مشخصی طول می کشد تا نوارهای دو فلزی بیمتال خنک شوند. رله اضافه بار فقط زمانی قابل تنظیم مجدد است که خنک شود.

دکمه تست

عملکرد صحیح رله اضافه بار حرارتی آماده را می توان با دکمه TEST آزمایش کرد. دکمه تست برای شبیه سازی خاموش شدن رله استفاده می شود. در طول این شبیه سازی، کنتاکت معمولا بسته (95-96) (NormallyClosed) باز می شود و کنتاکت معمولا باز (97-98) (Normally Open) بسته می شود.

عملکرد توقف

با فشار دادن دکمه STOP، کنتاکت معمولا بسته، باز شده و کنتاکتور قطع می شود. بنابراین جریان بار قطع خواهد شد. با رها شدن دکمه STOP، بار از طریق کنتاکتور به مدار بر می گردد.

انواع بیمتال

بیمتال ها بر اساس کلاس قطع می توانند به کلاس های مختلف تقسیم شوند.
کلاس قطع یعنی در 600٪ (6 برابر) حداکثر جریان، چقدر طول می کشد تا بیمتال قطع شود.
رله‌های اضافه بار بر اساس این تعریف به چند کلاس تریپ رتبه‌بندی می شوند. پس می توان تعریف کرد:
زمان تریپ، یعنی مدت زمانی که طول می‌کشد تا رله در شرایط اضافه بار باعث قطع مدار شود. رایج‌ترین کلاس‌های تریپ کلاس 10، کلاس 20 و کلاس 30 هستند.

کلاس های تریپ طبق NEMA

استاندارد NEMA MG-14 نوع کلاس را تعریف می کند. رایج ترین کلاس ها در این استاندارد 5، 10، 20 و 30 هستند.

رله های اضافه بار کلاس 5، 10، 20 و 30 به ترتیب در 5، 10، 20 و 30 ثانیه در 600 درصد جریان بار کامل باعث قطع خواهند شد.

برای مثال بیمتال کلاس 10 باید مدار را در 10 ثانیه یا کمتر در 600 درصد جریان بار کامل خاموش کند.

- کلاس 5 معمولا برای بارهایی که به قطع سریع نیاز دارند، استفاده می شود.
- کلاس 10 معمولاً برای محافظت از موتورهای پمپ شناور با ظرفیت حرارتی پایین استفاده می شود.
- کلاس 20 معمولاً برای کاربردهای عمومی کافی است.
- کلاس 30 معمولاً برای بارهای اینرسی بالا مورد نیاز است تا از خاموش شدن غیرضروری جلوگیری کند.

کلاس های تریپ طبق IEC

این استاندارد زمان های قطع مربوط به 7.2 برابر Ir (جریان Ir حفاظت حرارتی) را تعیین می کند. زمان قطع در این استاندارد را می توان با جدول زیر توصیف کرد.

کلاس قطع	زمان قطع؛ Ti [ثانیه] برای 7.2 Ir	زمان قطع؛ Ti [ثانیه] برای 7.2Ir (باند E)
2		Ti ≤ 2
3		2 < Ti ≤ 3
5	0.5 < Ti ≤ 5	3 < Ti ≤ 5
10A	2 < Ti ≤ 10	
10	4 < Ti ≤ 10	5 < Ti ≤ 10
20	6 < Ti ≤ 20	10 < Ti ≤ 20
30	0.5 < Ti ≤ 30	20 < Ti ≤ 30
40		30 < Ti ≤ 40

جدول زمان و کلاس تریپ در استاندارد IEC

پارامتر 7.2Ir مضربی از جریان تنظیم شده روی رله است. "Ir" معمولاً با جریان نامی مصرف کننده "Ie" منطبق است، مقدار 7.2Ir ممکن است جریانی در نظر گرفته شود که مصرف کننده در مرحله راه اندازی از شبکه می کشد.
سایر کلاس های تریپ و زمان تریپ که با باند "E" نشان داده شده اند اخیراً در اصلاحیه‌ای از استاندارد IEC 60947-4-1 معرفی شده اند.
محدودیت های (حد بالا و پایین) تعیین شده برای "Ti" که زمان قطع رله حرارتی است، یعنی:
- حد پایین نشان‌دهنده حداقل زمانی است که رله نباید در آن خاموش شود تا در هنگام راه‌اندازی تداخل ایجاد نکند.
- حد بالایی زمانی است که رله مطمئناً در آن تحریک می شود.

مزایای بیمتال

- از گرم شدن بیش از حد موتور محافظت می کند.
- دستگاهی کم هزینه است.
- بیمتال دارای دکمه تست داخلی است، که برای عیب یابی استفاده می شود.
- برخی از رله های اضافه بار حرارتی دارای دکمه انتخاب کلاس تریپ هستند.
- دارای محدوده جریان گسترده و قابل تنظیم است.
- عملکرد ریست دارد (دستی یا اتوماتیک).
- می توان آن را مستقیماً روی یک کنتاکتور نصب کرد.

معایب بیمتال

- عملکرد قطع مستقیم ندارد و برای قطع مدار باید با سایر وسایل کلیدزنی مانند کنتاکتور همراه شود.
- توانایی محافظت در برابر اتصال کوتاه را ندارد.
- نسبتا کُند عمل می کند.
- خنک شدن نوار فلزی بعد از عمل کردن ضروری است.
- در استارت های سنگین عملکرد خوبی ندارد.

جمع بندی

در این مقاله با تجهیزی به نام رله اضافه بار حرارتی یا بیمتال آشنا شدیم. این تجهیز بر اساس تفاوت ضریب انبساط دو فلز، از مدار در برابر اضافه جریان محافظت می کند. این تجهیز در مدار راه انداز موتور بسیار پرکاربرد است.
اولین گام در مهارت کافی برای ورود به صنعت برق، آشنایی کافی با تجهیزات است. شناسایی تجهیزات و کاربردهای آن را می‌توانید در دوره برقکار صنعتی ماهر بیابید.