

# حفاظت مورتور



## حفاظت موتورها

گونه های متعددی و متنوع در رنجهای وسیعی از موتورها و مشخصات آنها وجود دارد و به علت وظایف مختلف آنها حفاظت های مختلفی در آنها مورد نیاز است. بسیاری از این حفاظت ها در تمام موتورها مشترک بوده و بعضی دیگر با توجه به نوع خاص موتور و یا عملکرد خاص آن طراحی می شود.



## عوامل مخرب موتورها

الف) خرابی بلبرینگ ها

ب) گرم شدن سیم بندی موتور

ج) اضافه بار

د) جریان های موتور در شرایط راه اندازی

ه) توقف موتور

و) عدم تقارن ولتاژ تغذیه



## (الف) خرابی بلبرینگ ها

وظیفه بلبرینگ در سازه های مکانیکی و موتورها کاهش اصطکاک است و اگر خراب شوند این وظیفه بخوبی انجام نمیگیرد بلبرینگ معمولا “زود به زود خراب می شود بنابر این شانس کمی وجود دارد که حفاظت قبل از خرابی کامل بلبرینگ ها دستور قطع صادر نماید. بهتر است حفاظت به کار رفته به گونه ای باشد که در اثر خرابی بلبرینگ ها و عبور جریان زیاد آسیب به موتور وارد نشود.

## (ب) گرم شدن سیم بندی موتور

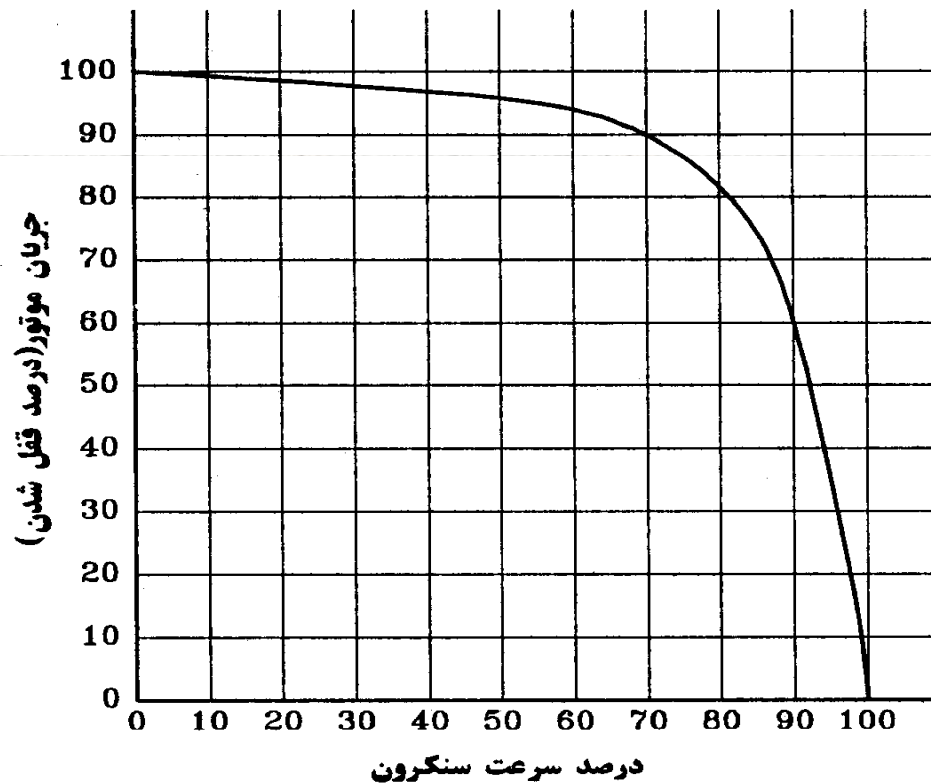
خرابی های سیم بندی موتور مستقیم و یا غیر مستقیم به دارای اضافه بار شدن موتور بر می گردد.



(ج) اضافه بار

(د) جریان های موتور در شرایط راه اندازی

راه اندازی ماشین ارتباط مستقیم با مقدار جریان داشته و با افزایش سرعت موتور جریان موتور نیز به صورت خطی با کاهش می یابد.



شکل (۸-۱۲): جریان راه اندازی در سرعت های مختلف یک موتور



## (ه) توقف موتور

بیشترین عاملی که باعث توقف موتور های القایی میشود از دست دادن یک فاز تغذیه است. این امر احتمالاً می تواند ناشی از سوختن یکی از فیوز های سر راه موتور در اثر جریان هجومی اولیه موتور باشد.

## (و) عدم تقارن ولتاژ تغذیه

حالتی که یک خط از تغذیه سه فاز یک موتور القایی قطع می گردد معمولاً "به عنوان بدترین حالت عدم تعادل و ایجاد گرم در سیم بندی در نظر گرفته میشود.

# اثر مولفه های موتور

(الف) محاسبه مولفه های امپدانس جریان

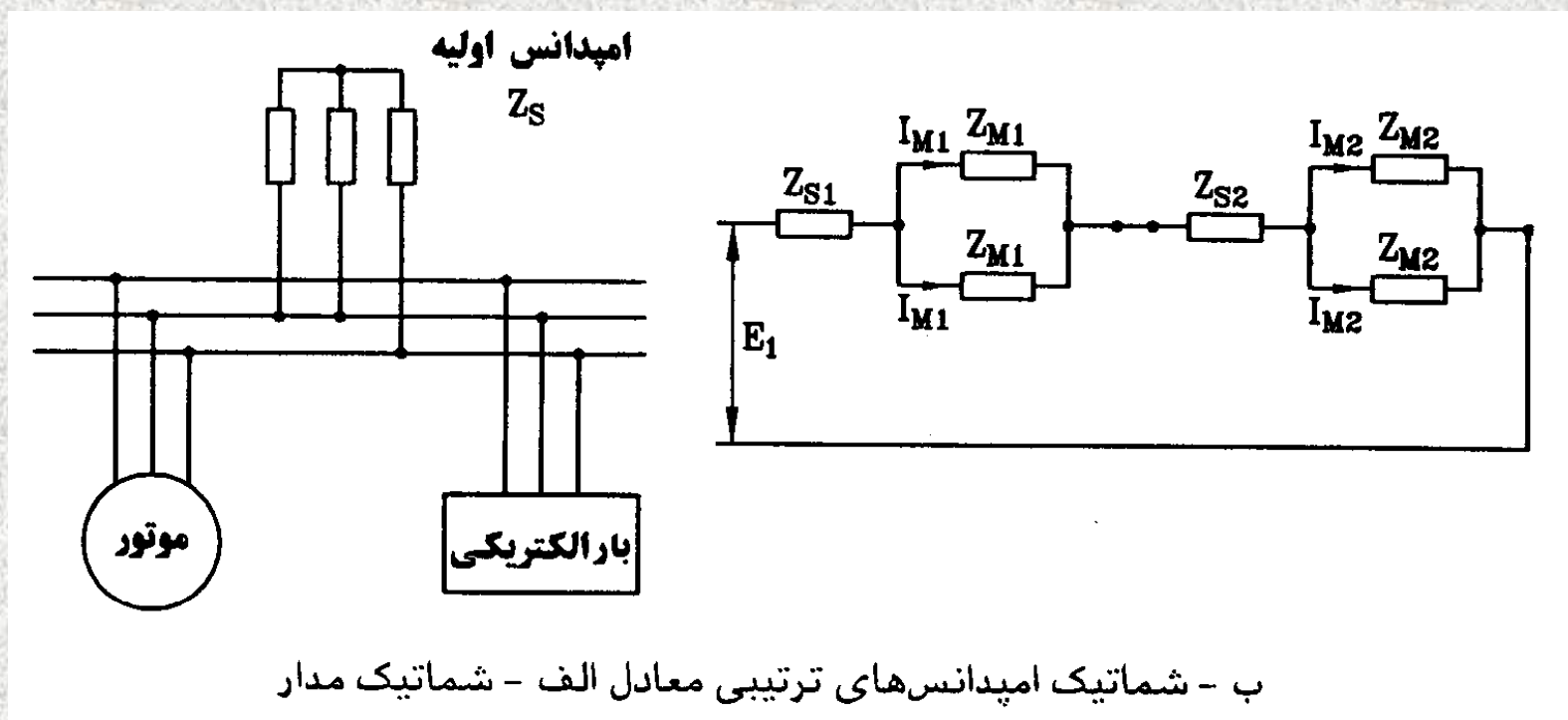
$$\left[ \left( R_{S1} + \frac{R_{R1}}{S} \right)^2 + (X_{S1} + X_{R1})^2 \right]^{0.5} \quad \text{امپدانس برای توالی مثبت}$$

$$\left[ \left( R_{S2} + \frac{R_{R2}}{(2-S)} \right)^2 + (X_{S2} + X_{R2})^2 \right]^{0.5} \quad \text{امپدانس برای توالی منفی}$$

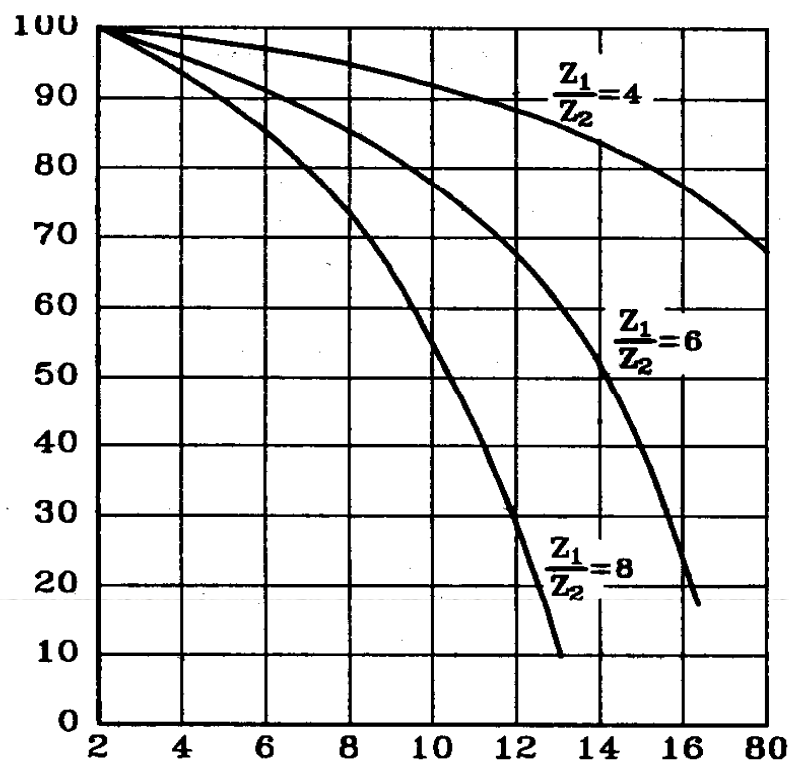
در سرعت سنکرون  $S=0$  و در حالت ساکن  $S=1$

## ب) افت مشخصات ماشین ناشی از جریان های نامتعادل

نتیجه مهم جریان توالی منفی افزایش تلفات مسی موتور است بنا بر این خروجی ماشین را کاهش میدهد این کاهش مشخصات خروجی ماشین به نسبت بین جریان راه اندازی و جریان نامی ماشین بستگی دارد. جریان توالی مثبت در شرایط عدم تعادل برابر جریان توالی مثبت در شرایط تعادل می باشد.







شکل (۱۶-۸): کاهش مشخصات خروجی موتور القایی در صورت وجود ولتاژ نامتعادل

**مساله مهم دیگر** در تبادل حرارتی بین سیم بندی ها ضخامت عایق سیم بندی هاست. در موتور هایی که تحت ولتاژهای بالا کار می کنند عایق سیم بندی ها قویتر و ضخیم تر شده و باعث میگردند که انتقال حرارت به خوبی صورت نگیرد و در صورت بروز خطا یا حالت عدم تعادل دمای سیم بندی فازی که برای آن خطا یا عدم تعادل به وجود آمده افزایش یافته و از حد مجاز تجاوز می نماید.

## حفاظت از موتور ها در مقابل خطاهای وارده

برای این گونه حفاظت **مسایل خاصی** را باید در نظر گرفت که به قرار زیر است.

(الف) مشخصات موتور: شامل سرعت نوع ولتاژ قدرت مکانیکی ضریب قدرت محیط اطراف موتور روغن کاری آرایش سیم بندی ها و حد مجاز حرارتی آنها میزان جریان های هجومی در خلال راه اندازی و... می باشد.

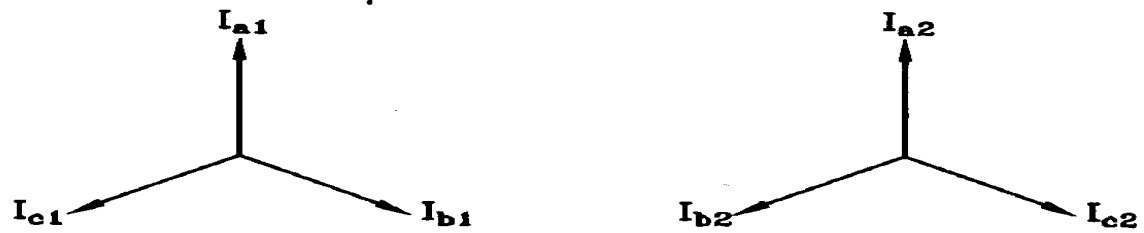
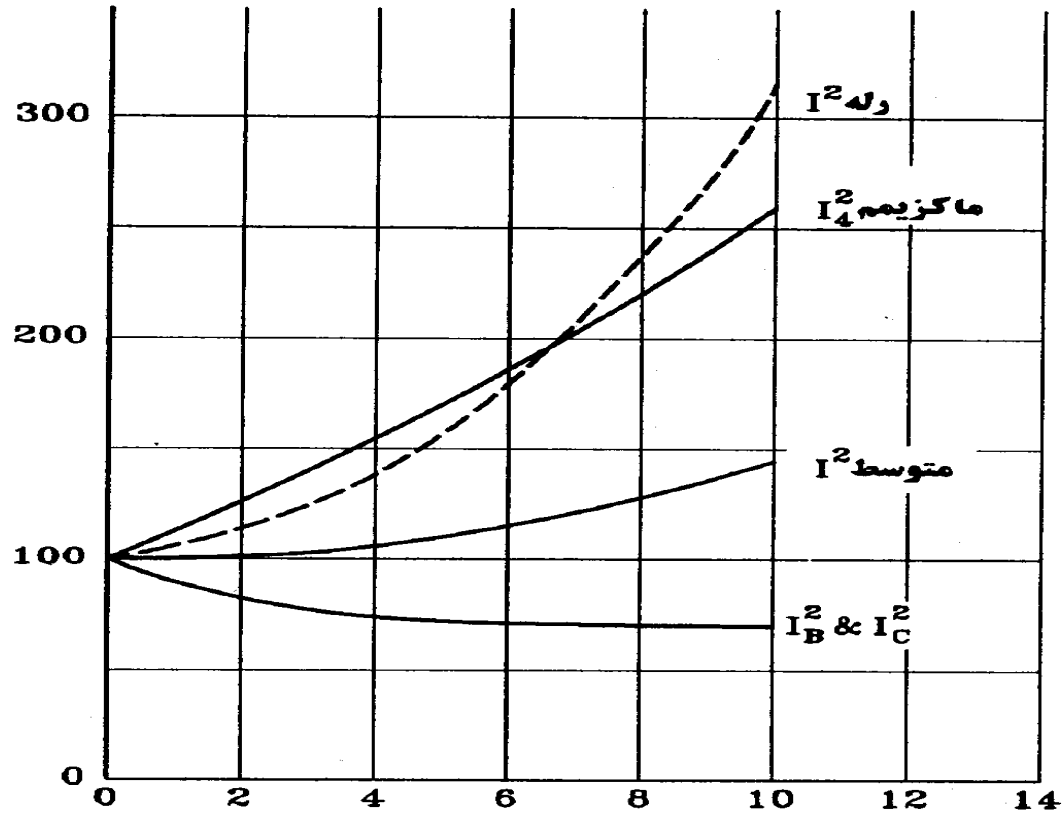
(ب) چگونگی راه اندازی موتور: اطلاعاتی از قبیل راه اندازی در ولتاژ کامل یا در ولتاژ کمتر از ولتاژ نامی و...

(ج) شرایط محیطی: حداقل و حد اکثر درجه حرارتی، ارتفاع محل قرار گرفتن موتور، چگونگی تهویه، مواد شیمیایی....

(د) تجهیزات گردشی: هنگام استفاده از موتور ها مسایل و خطاهای مختلفی مانند قفل شدن روتور ،اضافه بار،توقف...

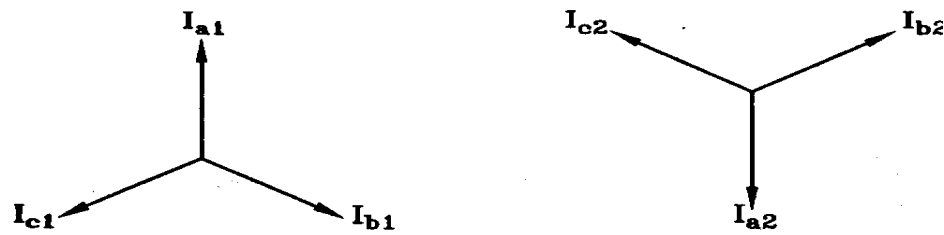
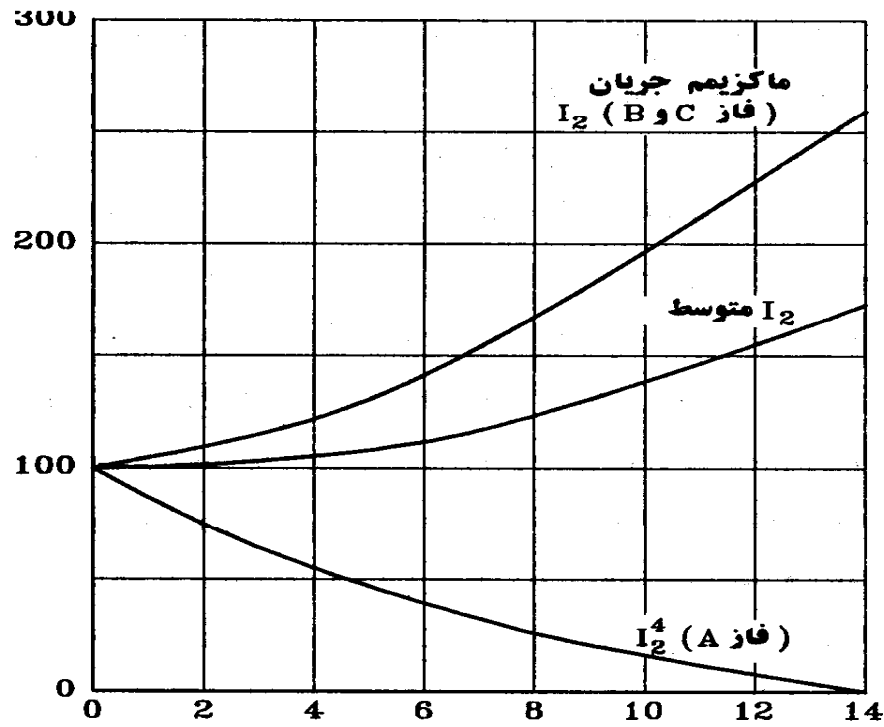
(ه) سیستم قدرت:نوع زمین نمودن سیستم،در معرض صاعقه یا اضافه ولتاژهای گذرای ناشی از کلید زنی،ظرفیت خطا،امکان تکفاز شدن تغذیه و همچنین وجود بار های دیگر در شبکه ایجاد عدم تعادل می کند باید در نظر گرفته شود.

(و)اهمیت موتور :ارزش و قیمت موتور ، میزان خسارتی که در اثر خروج موتور از سیستم وارد می گردد،میزان هزینه های تعمیر و نگهداری باید در نظر گرفته شود.



شکل (۱۷-۸): مشخصه موتور درحالتی که  $\frac{Z_1}{Z_2}$  برابر ۶ باشد ( $I_{a1}$  همفاز با  $I_{a2}$ )





شکل (۸-۱۸): مشخصه موتور در حالتی که  $\frac{Z_1}{Z_2}$  برابر ۶ باشد ( $I_{a2}$  غیرهمفاز با  $I_{a1}$ )





## حفاظت در مقابل کاهش ولتاژ

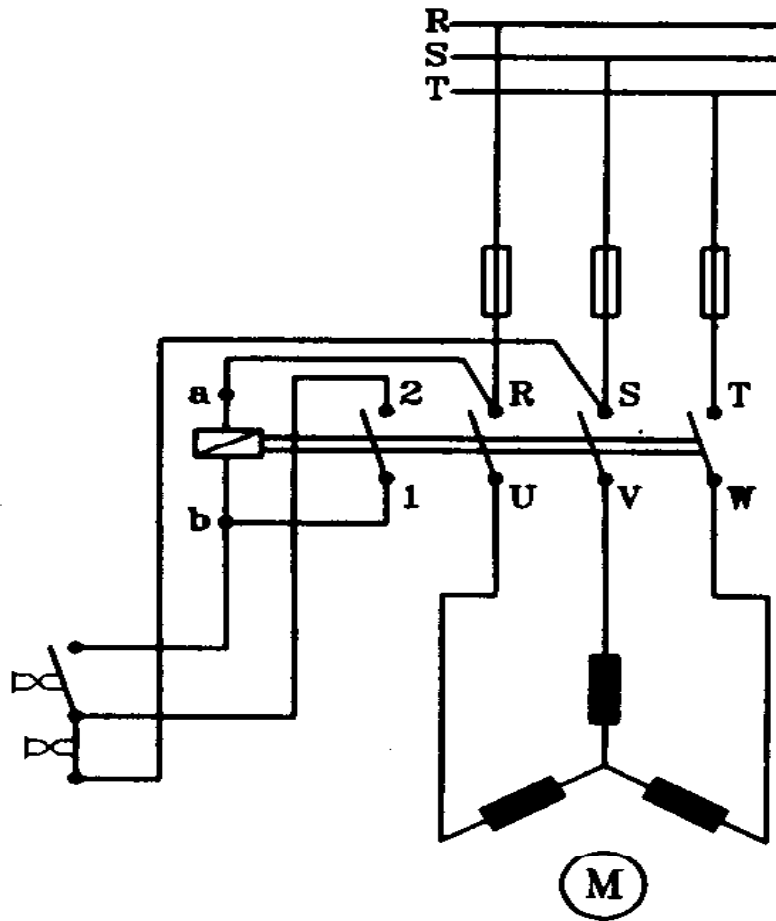
در اثر کاهش ولتاژ موتور ها به سرعت نامی خود نرسیده و یا سرعت خود را از دست داده و اضافه بار های سنگینی را متحمل می شوند.

کنتاکتور های **AC** حفاظت خوبی را برای کاهش ولتاژ فراهم می آورند.

به هنگام برق دار کردن یک باس بار، تمامی موتور های متصل به آن با هم شروع به استارت کرده و هر یک با کشیدن جریان راه اندازی زیاد، کاهش ولتاژ شدیدی روی باس بار به وجود می آورند.

کاهش ولتاژ در شبکه، جریان های هجومی زیادی از کل موتور ها عبور می کند. برای پرهیز از عبور این جریان های زیاد از حفاظت کاهش ولتاژ که هم از نوع لحظه ای و هم از نوع دارای تاخیر زمانی استفاده می شود.





شکل (۱۹-۸): ترکیب ساده‌های از فیوز و کنتاکتور و موتور



## موارد استفاده از حفاظت لحظه ای

(الف) در سیستم هایی که ظرفیت خطای سه فاز کمی دارند ، از ترکیب فیوز\_کنتاکتور و یا مدار شکن \_کنتاکتور در راه انداز ها استفاده می شود

(ب) موتور های سنکرون که از استارتر استفاده می نمایند ، از کنتاکتور نیز به عنوان نگهدارنده ولتاژ بهره می برند.

(پ) برای موتور هایی که در سیستمهای دارایرکلوزر با باس ترانسفر سریع کار می کنند.

(ت) هنگامی که تعدادی بار موتوری ، دارای حفاظت درمقابل کاهش ولتاژ تاخیری باشند



# حفاظت جریان زياد فاز

(الف) لزوم استفاده از عناصر قطع سريع

(ب) تنظيم عناصر قطع سريع



## (الف) لزوم استفاده از عناصر قطع سریع

در مواقعی که جریان راه اندازی به جریان خطا نزدیک باشد تکارگیری رله های تفاضلی ضروری است

بکار بردن عناصر قطع سریع دارای **مزایای** زیر است

- ۱- محدود کردن و یا حذف خسارت ناشی از خطا
- ۲- محدود کردن مدت زمانی که در اثر بروز خطا در ولتاژ تغذیه افت ولتاژ ظاهر می شود
- ۳- محدود کردن خطرات جانبی ناشی از بروز خطا در موتور مانند آتش سوزی انفجار و ...

از این عناصر حفاظتی به همراهوسایل زیر استفاده می شود

- ۱- کلیدهای (مدار شکن) ولتاژ متوسط از نوع استارتر موتور
- ۲- کنتاکتور های ولتاژ متوسط از نوع استارتر موتور که فاقد فیوز قدرت هستند
- ۳- مدار شکن های ولتاژ پایین





## (ب) تنظیم عناصر قطع سریع

تنظیم جریان باید بگونه ای باشد که برای مقادیر جریانهای زیر مدار قطع نگردد

۱- به هنگام عبور جریان هجومی اولیه موتور

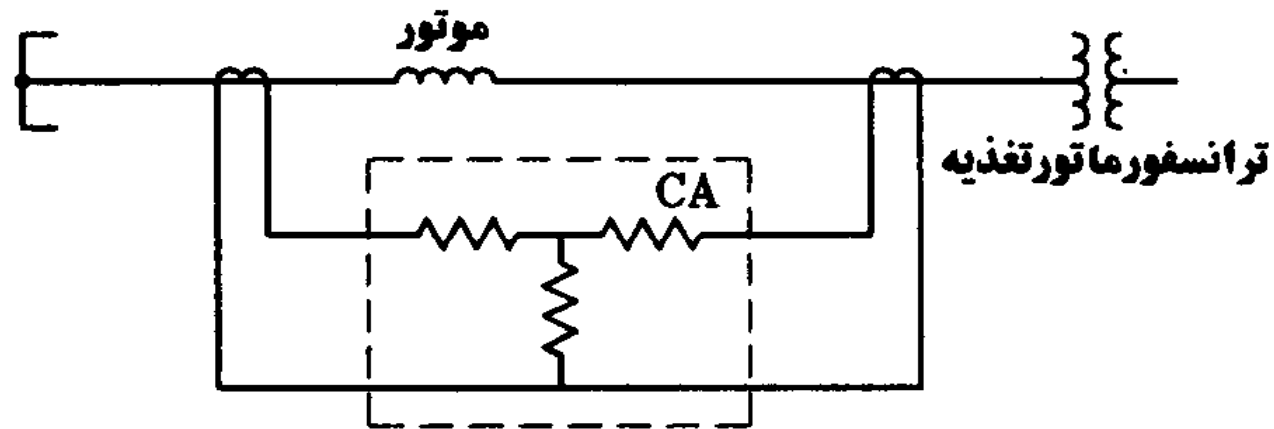
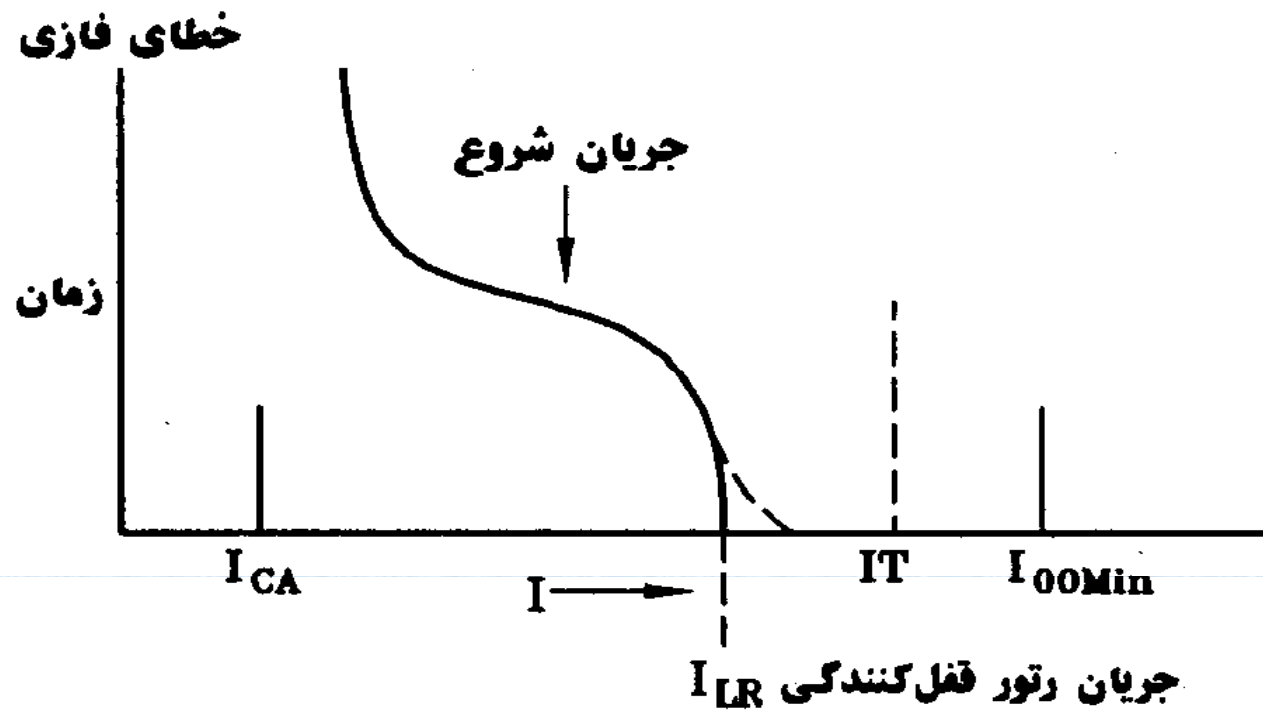
۲- به هنگام مشارکت موتور در یک اتصال کوتاه خارجی

۳- جریانهای زیادی که در صورت انتقال باس و یا باز کردن و بستن سریع جاری می شود

عناصر قطع سریع برای حفاظت جریان های فازی در مواقعی استفاده می شوند که **KVA** موتور کمتر از نصف **KVA** ترانس تغذیه باشد در غیر این صورت باید از رله های تفاضلی بخاطر حساسیت مناسب نسبت به جریان خطا استفاده شود

علاوه بر عناصر لحظه ای از عناصر حفاظتی که دارای تاخیر زمانی می باشند نیز برای حفاظت فازی استفاده می شود . عناصر فوق رله هایی با دیسک مغناطیسی و یا رله های استاتیک مشابه می باشند .





شکل ۸-۲۱ مقایسه حساسیت رله تفاضلی CA و عنصر لحظه‌ای با جریان  $I_T$

**هدف** از اعمال اینگونه حفاظت به قرار زیر است:

۱- بروز اشکال در شتاب گیری موتور به سعت نامی طی مدت معمول راه اندازی موتور

۲- توقف موتور

۳- خطای فازی با مقادیر جریان کم

جهت حفاظت موتور های مهم دو یا سه رله به عنوان پشتیبان سفارش شده است . معمولا تنظیم رله های فوق بدین صورت می باشد

۱- برای فراهم ساختن اضافه بار پیک آپ رله ۵الی ۲۵درصد بالا تر از جریان نامی موتور قرار می گیرد

۲- اگر حفاظت اضافه بار مد نظر نباشد پیک آپ رله ۲۰۰الی ۳۵۰ درصد مقدار نامی موتور قرار گرفته تا از خروج موتور تحت شرایط اضافه بار پرهیز شود .

توجه در موارد فوق مقدار تنظیم زمانی باید به مقدار کمی بالاتر از زمان لازم برای راه اندازی و رسیدن به سرعت نامی موتور باشد



## حفاظت اضافه بار:

هدف از این نوع حفاظت آشکار کردن جریان بالاتر از مقدار نامی موتور است که از استارت گذشته و باعث صدمه رساندن به سیم بندی موتور می شود در بعضی از موتور ها عنصر حساس به حرارت در سیم بندی تعبیه می شود در این صورت هدف از این حفاظت در موتور های فوق تولید الارم در صورت بروز اضافه بار خواهد بود .

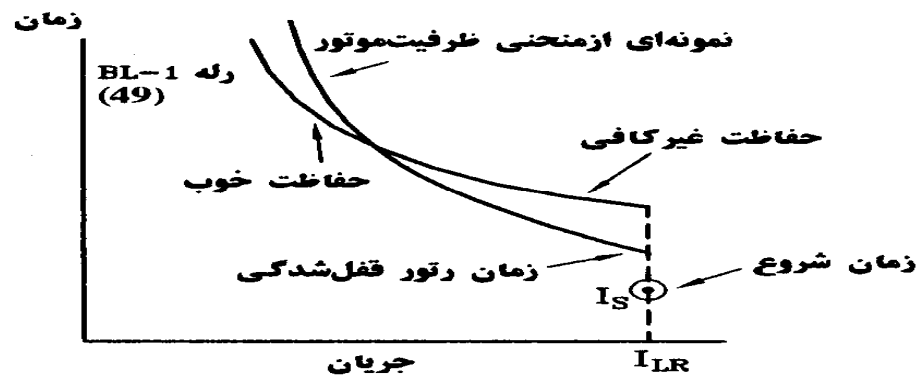
**دو نوع حفاظت بار** به صورت کلی وجود دارد که در بیشتر موارد هر دو با هم اعمال می شود .

دسته اول فقط الارم تولید می کنند در این گونه حفاظت جریان پیک اپ کم و تنظیم زمانی نیز سریع می باشد این عناصر حفاظتی از نوع رله های با دیسک مغناطیسی هستند.

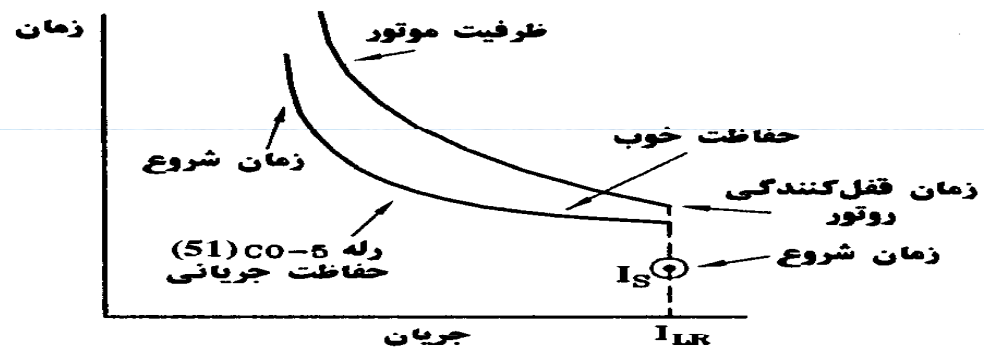
دسته دوم که جریان های بالاتر از نظر زمانی آهسته تر از نوع اول عمل کرده و به جای الارم دستور قطع یا خروج صادر می نمایند این رله ها از نوع رله های با دیسک مغناطیسی و یا از نوع رله های حرارتی می باشند



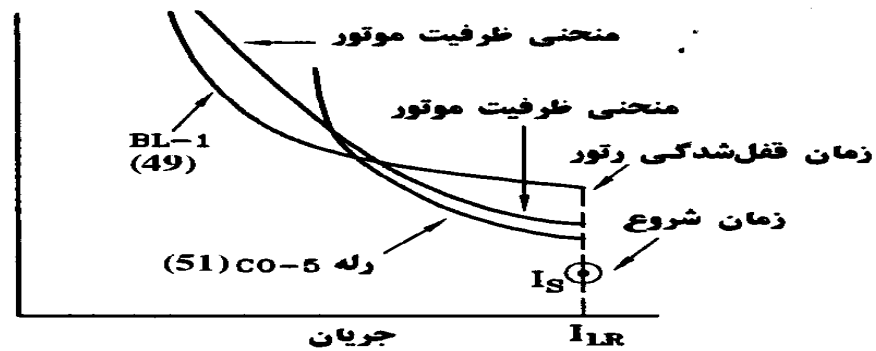




(الف)



(ب)



(ج)

شکل (۸-۲۲): مشخصه جریان- زمان یک موتور و رله نمونه





رله های اضافه بار حرارتی برای اضافه بار های کم و متوسط مناسب بوده و برای اضافه بار های زیاد حفاظت مناسب را فراهم نمی آورند

رله های جریان زیاد حفاظت خوبی را برای اضافه بار های زیاد مهیا کرده ولی برای اضافه بارهای کم و متوسط عمل کرد موتور را با حفاظت اضافی محدود می کنند

ترکیب از این دو وسیله فوق یعنی رله های اضافه بار حرارتی و رله جریان زیاد حفاظت مناسبی را برای اضافه بار و نتیجتاً افزایش دمای موتور فراهم می آورند .



طبق سفارش nec سه عنصر حفاظتی یاری سه فاز احتیاج است.

الف : رله هابی با دیسک مغناطیسی

ب : رله های حرارتی

ج : رله های حرارتی با عنصر آشکار ساز

## الف : رله هابی با دیسک مغناطیسی

در موتور هابی بزرگتر که از مدار شکن های مخصوص استارت موتور ها استفاده می کنند به منظور اعمال حفاظت مناسب از رله های جریان زیاد با زمان زیاد می توان استفاده کرد

### مزایا :

- ۱- تنظیم تاخیر زمانی بصورت پیوسته
- ۲- تنظیم جریان پیک آپ ، محدوده وسیعی از جریان ها را می پوشاند
- ۳- داشتن دقت کافی
- ۴- اسانی وسرعت در آزمایش رله
- ۵- داشتن شاخص عملکرد





## معایب :

- ۱- شکل منحنی مشخصه بگونه ای است که معولا دستور قطع خیلی زودتر از زمانی که لازم باشد صادر می شود به عبارت دیگر خیلی قبل از آنکه به مرز آسیب دیدگی موتور برسیم ،دستور قطع صادر می شود . این حالت اصطلاحا «حفاظت اضافی» نامیده می شود .
- ۲- هیچ گونه عملکرد حرارتی نداشته و سریعا بعد از خروج ناشی از اضافه بار به حلت اولیه خود بر می گردد و از این رو در مقابل استارت مجدد و بلا فاصله هیچ گونه حفاظتی وجود ندارد
- ۳- هیچ گونه عملکرد حرارتی نداشته و اضافه بار های قبلی را که منجر به گرم شدن موتور شده در نظر نمی گیرند
- ۴- این رله ها به وضوح تحت تاثیر هوای محیط متاثر نمی شوند این خاصیت در مواردی که موتور و رله در دمای محیطی متفاوت قرار دارند مزیت به شمار می رود و در مواردی که موتور ورله در یک درجه حرارت قرار داشته و تغییرات شدید دمای محیط روی می دهد موردی منفی است



## ب : رله های حرارتی

در اخل این رله ها عناصری قرار دارند که در اثر عبور جریان ذوب می شوند و یا از عناصر بی مثال استفاده می شود از این نوع رله های حرارتی به همراه کنتاکتور ها در راه اندازی موتوری استفاده می شود . در این گونه رله ها

۱- به جای انتخاب تنظیم خاصی که متناسب با جریان موتور باشد از المان های حرارتی استفاده می شود

۲- در انواع بی مثال ، به علت جبران اثر دمای محیط ، تنظیم رله محدود می باشد

۳- حافظه حرارتی این عناصر ، حفاظت مناسبی را برای حالت های اضافه بار مکرر و استارت مکرر فراهم می آورد

۴- رله های حرارتی در دو نوع با جبراً کننده حرارتی و بدون جبران کننده حرارتی وجود دارند رله های نوع اول که جبران کنند په دارند در مواردی که موتور ورله در یک درجه حرارت قرار دارند سودمند هستند زیرا زمان عمل کرد رله به همان ترتیبی که ظرفیت اضافه بار موتور مطابق با تغییرات دما متاثر می شود تغییر می کند





۵- در صنعت سه کلاس استاندارد شده برای این نوع رله ها وجود دارد که برای اعمال دستور قطع در جریان قفل شدگی موتور دسته بندی شده اند :

کلاس ۱۰ برای قطع سریع در ۱۰ ثانیه و کمتر

کلاس ۲۰ برای قطع در مدت زمان ۲۰ ثانیه و کمتر

کلاس ۳۰ برای صدور دستور قطع بعد از طی زمان طولانی در مدت زمان ۳۰ ثانیه و کمتر



## رله های حرارتی با عنصر آشکار ساز :

در ساختمان این رله ها از یک پلی الکتریکی ( معمولاً پل وتستون ) استفاده می شود شماره این عنصر ۴۹ می باشد کوئل یا عنصر آشکار ساز به صورت جزئی از یک پل وتستون قرار گرفته که در دمای مورد نظر معمولاً ۲۵ درجه سانتی گراد پل در حال تعادل است .

اگر دمای موتور از دمای تعادل پل بالاتر رود دستور خروج صادر می شود تغذیه پل از یک منبع dc ویا توسط یکسو کنند های از AC شبکه تامین می گردد تنظیم رله روی ۵۰ تا ۱۹۰ درجه یا ۱۰۰ تا ۱۶۰ درجه صورت می گیرد برای ماشین های کلاس B تنظیم مناسب روی ۱۲۰ درجه است

### نکته مثبت

در این نوع رله ها این است که هیچ رله جریانی قادر به حفاظت موتور در قبال عدم کارکرد تهویه نیست ولی این نوع رله با پاسخ بدون واسه به حرارت این نقیصه را رفع می کند





# پایان

