مقدمه:

پس ازتولید و توسعه و گسترش محصولات الکتریکی درکشورهای صنعتی و پیشرفت و عرضه ی ان محصولات به سایر کشورها مشکلاتی از قبیل عدم هماهنگی و رعایت اصول طراحی برای مصرف کننده ها به وجود امده براین اساس کمیسیونی متشکل از کشورها و شرکت های سازنده و تولید کننده تشکیل شدوقراردادکردند که کلیه علائم وسمبل های الکتریکی درنقشه ها و طرح ها و سمبل ها وهم چنین ابعاد و اندازه ی تجحیزات براساس الگو و استاندارد خاصی انجام شود این کمسیون به نام کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک وامروزه کلیه کشورهای صنعتی از این استاندارد استفاده می کنند .

چگونه انتخاب موتور مناسب در صنعت داشته باشیم:

یکی از عمده مشکلات موجود در تکنولو ی برق صنعتی عدم توانایی وانتخاب موتور مناسب با توجه به مئولفه های سیستمی در صنعت می با شد که این باعث بالابردن هزینه های تمام شده و انرژی مصرفی و هزینه ی تعمیر سرویس و نگهداری در ایران شده است. در مقایسه با کارخانه های مشابه در ایران وکشورهای اروپایی این تفاوت بسیارقابل توجه بوده و در نهایت موجب افزایش قیمت محصولات تولیدی ومتعاقبا کاهش کمیت کیفیت محصولات داخلی و توجه مصرف کننده ها به محصولات خارجی که اثر ان در ایجاد اشتغال نیز ضاهر شده است . شرکت های بزرگ صنعتی ایران مشابه شرکت پلی اکریل اصفهان که فاز یک ان حدود ۶۰سال پیش توسط امریکایی ها ساخته شده وموتورهای نصب شده دران سال هنوزبا سیم پیچ های اصلی خود در شرایط پر استرس صنعتی مشغول به کار هستنند از نظر راندمان کل مجموعه با توجه به گذشت زمان هنوز قابل قبول و به روز می باشد و همچنین درمطالعه ی حدود ۱۲۰هزار موتور موجود مجتمع فولاد مبارکه که حاصل تلاش شرکت های اروپایی هستند متوجه میشویم که تمام اصول و استاندا رد های الکتریکی در ان موتورها لحاظ شده وپس از گذشت حدود سه ده کار به خوبی در حال کار هستند.

یکی از راهکارهای انتخاب صحیح موتور اشنایی با مشخصه های روی پلاک موتور میباشد که در اینجا برخی از انها را توضیح میدهیم:

۱. محافظت ایمنی((IP)) :

که نشان دهنده محافظت موتور در مقابل نفوذ اشیاء خارجی و تماس با اب میباشد و اغلب بر روی اکثر لوازم و تجحیزات الکتریکی نوشته میشود. بعد ازip دو عدد اورده میشود که اولین عدد بعد از ip مشخصه محافظت در مقابل اشیاء و اجسام خارجی میباشد که از ۰ تا ۶ میباشد و دومین عدد که محافظت در مقابل اب است از ۰ تا ۸ میباشد که به ترتیب زیر تعریف میشود:

بدون ایمنی اب	IPX0	بدون ایمنی جسم خارجی	IP0X
ایمنی در مقابل ریزش اب	IPX1	ایمنی در مقابل قطر 50mm	IP1X
ایمنی در مقابل ریزش مایل اب	IPX2	ایمنی در مقابل قطر12mm	IP2X
ایمنی در مقابل پخش اب	IPX3	ایمنی در مقابل قطر2.5mm	IP3X
ایمنی در مقابل پاشیدن اب	IPX4	ایمنی در مقابل قطر1mm	IP4X
ایمنی در مقابل فشار اب	IPX5	ایمنی در مقابل رسوب گرد وغبار	IP5X
ایمنی در مقابل جریان اب	IPX6	ایمنی در مقابل نفوذ گرد وغبار	IP6X
ایمنی در مقابل قوطه ور شدن	IPX7		
ایمنی در مقابل قوطه وری کامل	IPX8		

۲. کلاس حرارتی ((کلاس عایقی موتور)):

از انجایی که کار کردن موتور باعث ایجاد حرارت و گرما شده و میتواند بر روی خواص عایقی اثر بگذارد بر روی پلاک انها حد اکثر دمای مجاز نوشته میشود . این دما حاصل جمع دمای محیط ((۴۰درجه)) و دمای کار ماشین میباشد و معمولا با یکی از حروف زیر نشان داده میشود:

90	X	105	A
130	B	120	E
150	F	180	H
210	C		

مثلا اگر دمای محیط ۹۰ درجه باشد و کلاس حرارتی موتور H باشد دمای مجاز موتور چقدر میتواند افزایش یابد؟

180-90=90

یکی از اصلی ترین و مهمترین دلایل سوختن موتورها حرارت میباشد . اگر به هر نحوی دمای محیط موتور راکاهش دهیم میتوانیم در توان بالاتری از موتوز استفاده کنیم.

۳. ولتاژ نامی موتور:

معمولا بر روی پلاک موتور نوشته میشود.

بر روی پلاک موتوری Δ\۸ 220\380 نوشته شده است این موتور در شبکه ایران چگونه کار میکند؟ ولتاژ کمتر همیشه ولتاژ قابل تحمل سیم پیچ هر فاز است پس این موتور در شبکه ۳۸۰ سه فازه ایران فقط ستاره کار میند.

COSΦ.۴:

از ذیگر مشخصه های نوشته شده بر روی پلاک موتور که بسته به محل کاربرد قابل توجه میباشد ضریب قدرت و همچنین بازده اسمی یا راندمان میباشد که با توجه به بحث بهینه سازی مصرف انرژی اخیرا مصرف کننده ها به این دو مشخصه توجه بسیاری دارند.

۵. یکی دیگر از موارد نوشته شده بر روی پلاک موتورها مربوط به نوع کار و مدتزمان روشن بودن ماشین میباشد که با حرف S و با اندیس ۱ الی ۸ بیان میشود که به ترتیب به شرح زیر تعریف میشود:

S1: ((کار پیوسته))

این ماشین تحت بار نامی به در جه حرارت پایدار و ثابت میرسد . کار ماشین بدون وقفه انجام میشود بدون این که دما ماشین از حد مجاز تجاوز کند.

S2: ((کار کوتاه مدت))

کار این ماشین همراه با وقفه و استراحت میباشد و لازم است به ازای زمان های تعریف شده در مدت زمان معینی موتور خاموش شده تا دمای ان از حد مجاز افزایش نیابد . معمولا زمان های بار گذاری استانداردداین موتور ها ۶۰,30,۱۰ و۹۰ است بر حسب دقیقه . معمولا در کمپرسورهای باد و موتورهای یخچال و موارد مشابه کاربرد دارد.

S3:((کار موقت))

این موتور در زمان کمتر از S2 کار میکند به عنوانمثال برخی از بالابرها.

S4:((کار موقت))

شبیه S3 میباشد با این تفاوت که جریان راه اندازی باعث گرمای بیش از حد موتور میشود.

S5: شبیه S4 است که در این جا از ترمز الکتریکی جریان مستقیم و ترمز جریان معکوس برای توقف استفاده میشود که باعث گرم شدن بیش از حد موتور میشود.

S6:((کار پیوسته با بار موقت))

شبیه S3 است اما این ماشین در طی وقفه در حالت بی باری میماند مانند نوار نقاله ها.

S7:((کار بدون وقفه))

این ماشین بدون وقفه کار میکند و از طریق راه اندازی مداوم و ترمز الکتریکی بیش از حد کار میکند مانند ماشین های تراش و جرثقیل های کراس.

S8: شبیه S7 میباشداما به جای راه اندازی و ترمز از تغییر دور موتور استفاده میشود شبیه موتورهای چند سرعته.

چند نکته در رابطه با انتخاب موتور:

۱.تناسب قدرت موتور با کار مورد نظر.

۲. در نظر گرفتن مقررات شرکت برق طبق استاندارد شرکت برق استفاده از موتورهای سنگین 5HP به بالا در شبکه تکفاز مجاز نیست و برای قدرت های بیشتر باید حتما باید از موتورهای سه فازه استفاده شود.

به دلایل زیر:

A . موتورهای تکفاز تعادل فاز شبکه را به هم میزنند و باعث خرابی مرکز صفر ترانس میشوند که باعث افت ولتاژ در فاز های دیگر میشوند که این موضوع را در اوایل شب میتوان مشاهده نمود.

B . موتورهای تکفاز در مقایسه با توان مشابه سه فاز دارای گشتاور راه اندازی حدود ۶۵٪ موتور سه فاز و از نظر راندمان کار حدود ۵۰٪ موتور سه فاز مشابه کارایی دیرند بنابراین برای مصرف کننده به هیچ وجه استفاده از ان به صرفه نیست.

C . در کارخانه های بزرگ وجود انها اختلال در کار دیگر موتورها ایجاد میکند.

D . در مقایسه با موتورهای سه فاز هارمونی بیشتری تولید میکنند.

۳. توجه به میزان جریان دهی تابلوی برق که در اینده بحث خواهد شد.

۴. تعیین سرعت مورد نیاز موتور.

۵. در نظر گرفتن شرایط کار موتور.

۶. تعیین نوع موتور.

۷. وضعیت نصب موتور یکی از عوامل فیزیکی است که در انتخاب باید به ان توجه شود.

۸. وضعیت نصب و نوع یاتاقان و چگونگی روغن کاری از عوامل مهم میباشد.

۹. نصب موتور در حالت نصب در کف یا روی دیوار و یا اویز از سقف میباشد که باید به ان توجه کرد که معمولا بر روی پلاک موتور b و v وگاهی با d نشان میدهند.

۱۰. انتخاب نوع بدنه موتور که باید به عواملی چون گرد وغبار, رطوبت , ضربه, گرما, اب و مواد شیمیایی توجه شود.

۱۱. انتخاب سیستم حفاظتی مناسب.

۱۲. انتخاب سیستم انتقال قدرت که غالبا دو نوع است:

A . انتقال قدرت مستقیم

B . سیستم مبدل سرعتی

روش های انتقال قدرت مستقیم عبارتند از:

۱. کوپلینگ فلنجی – ۲. کوپلینگ فلنجی نرم – ۳. کوپلینگ لوله ای قابل انعطاف – ۴. شفت قابل انعطاف.

روش های انتقال قدرت سیستم مبدل سرعت عبارتند از:

۱. با پولی و تسمه – ۲. با جعبه دنده – ۳. با چرخ وزنجیر.

چند توصیه موثر برای بهینه سازی انرژی در موتورهای الکتریکی:

۱. انتخاب موتور باید بر مبنای بار نامی مورد نیاز باشد.

۲. بسته به شرایط هنگامی که موتور هیچ کار مفیدی انجام نمیدهد حدود ۵۰٪ بار نامی جریان میکشد این مطلب به خصوص در مورد جاهایی که با جعبه دنده و نوار نقاله کوپل شده اند صحت داشته وتوصیه میشود محدوده توان نامی موتور ۷۵ الی ۱۰۰ در صد بار نامی باشد.

۳. اگر دمای موتور افزایش یابد باعث افزایش تلفات انرژی در موتور میشود چنان چه دمای کار موتور از۲۵ الی ۳۰ درجه افزایش یابد حدود ۸ الی ۱۰ در صدبه ازای هر ۱۰ درجه افزایش تلفات انرژی افزایش می یابد بنابراین بهترین راه کار خنک نگه داشتن موتور میباشد.

سؤال :

۶ روش مناسب جهت خنک نگه داشتن موتور نام ببرید .

۴ . موتور های القایی دو نوع تلفات دارند که بخشی متغییر هستند که شامل تلفات سیم پیچی روتور و استاتور و بخشی ثابت می باشد که شامل تلفات مکانیکی و آهنی ((تلفات هیسترزیس و فوکو)) در هسته روتور و استاتور می باشد که باید در انتخاب نوع آنها به میزان این تلفات توجه نمود .

حفاظت تجهیزات و تأسیسات الکتریکی :

۱ . حفاظت توسط فیوز : فیوز وسیله حفاظتی است که در ابتدای مسیر جریان فاز های مختلف یک مدار الکتریکی و به صورت سری قرار گرفته و وظیفه ی آن حفاظت از سیم ها ، کابل ها ، دستگاه های اندازه گیری ، ترانسفور ماتورها ، ماشین های الکتریکی و دیگر مصرف کننده ها در مقابل اضافه جریان و اتصال کوتاه می باشد.

تقسیم بندی فیوز ها :

فیوز ها بر حسب مقدار و مکانیزم عملکر د شان به انواع زیر تقسیم می شوند :

۱ . فیوز حرارتی ذوب شونده یا فشنگی – ۲ . فیوز آلفا یا اتوماتیک – ۳ . فیوز مینیاتوری – ۴ . فیوز کاردی یا چاقویی .

نکته : فیوز ها بر اساس سرعت قطع به دو دسته تقسیم می شوند:

دسته اوّل فیوز های تند کار که دارای زمان عملکرد کوچک و آنی هستند و بیشتر در مصارف روشنایی به کار می روند این فیوز ها به نام فیوز های F شناخته می شوند .

دسته دوّم فیوز های کند کار یا تأخیری و در مداراتی به کار می روند که در آن ها قطع مدار باید با تأخیر بیشتری صورت گیرد مانند موتور ها ، ترانسفورماتور ها و خازن ها ، با حرف G نشان داده می شوند .

نکته : در لحظه ی وصل موتور ها و ترانسفور ماتور ها جریان راه اندازی ۳ الی ۷ برابر جریان نامی می باشد فیوز هایی که برای تغذیه این تجهیزات به کار می روند نباید در طول مدت را ه اندازی این جریان را جریان خطا احساس کرده و مدار را قطع کنند .

فیوز حرارتی ذوب شونده یا فشنگی :

از سه بخش شامل پایه فیوز بدنه استوانه ای یا فشنگ و کلاهک تشکیل می شود و فشنگ از یک محفظه چینی با پودر کواتر و یا سیلیس پر شده است این پودر جهت خنک کردن جرقه حاصل از قطع شدن سیم حرارتی به کار گرفته شده است . در انتهای فشنگ برای تشخیص سالم بودن فیوز یک پولک رنگی که بسته به جریان نامی فیوز ها رنگ های مختلفی می تواند داشته باشد قرار می گیرد که این پولک توسط یک سیم حرارتی نگ داشته می شود که پس از سوختن فیوز پولک رنگی توسط فنر آزاد شده و به خارج پرتاب می شود رنگ این پولک ها معرف جریان نامی فیوز می باشد.

رنگ	صورتی	قهوه ای	سبز	قرمز	خاکستری	ابی	زرد	سیاه
جریان	۲	۴	۶	۱۰	۱۶	۲۰	۲۵	۳۵
رنگ	سفید	مسی	نقره ای	قرمز	زرد	مسی	ابی	
جریان	۵۰	۶۳	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰	

نکته : علامت مشخصه فیوز ها ی کند کار ، و هم چنین جریان فیوز برای موتور های القایی معمولاً ۲ برابر نامی موتور می باشد مثلاً موتور با جریان نامی ۱۱/۵ آمپر از یک فیوز فشنگی ۲۵ آمپر استفاده می شود .

فیوز آلفا یا اتوماتیک :

در فیوز های آلفا و یا اتوماتیک دو ع نصر مغناطیس و حرارتی وجود دارد که قسمت مغناطیس در موقع اتصال کوتاه و قسمت حرارتی که از بی متال که دو فلز غیر هم جنس می باشند تشکیل شده و با افزایش تدریجی جریان اضافه بار گرم شده و تغییر طول پیدا کرده و خم می شود و مدار را قطع می کند این فیوز ها یکبار مصر ف نیستند و توسط شستی فشاری روی کلاهک مجدداً وصل می شوند و مانند فیوز های فشنگی نیاز به پایه فیوز دارند و مقدار جریان نامی آن ها توسط کد رنگی مشابه به فیوز ها روی آن ها نشان داده می شوند .

فیوز مینیاتوری :

نوعی فیوز اتوماتیک است و از نظر ساختمان شبیه فیوز آلفا و از سه قسمت تشکیل شده:

۱ . رده مغنا طیسی برای قطع در شرایط اتصال کوتاه

۲ . رده حرارتی یا بی مثال برای قطع در شرایط اضافه بار

۳ . کلید

این فیوز ها از رنج ۲ تا ۶۳ آمپر و در انواع تندکار با علامت B جهت روشنایی و کند کار با علامت C به عنوان فیوز موتوری به صورت تکی ، دوتایی ، سه تایی و چهار تایی موجو می باشد و جریان نامی بر روی آن ها نوشته می شود .

فیوز کاردی یا چاقویی :

این فیوز ها برای حفاظت ترانسفور ماتور ها ی توزیع و اندازه گیری در تابلو های بر ق و در شبکه هایی با توان زیاد به کلو می رود .

انواع فیوز های کاردی :

۱ . فیوز های فشار قوی با توان و جریان بالا که با حروف MH نشان داده می شود .

۲ . فیوز های فشار قوی با توان جریان و ولتاژ بالا که با حروف HH نشان داده می شود .

فیوز های فشار قوی که در شبکه های توزیع برای حفاظت ترانس ها به کار گرفته می شوند فیوز های کت اوت ((Cut Out))

نکات مهم برای نصب فیوز ها :

۱ . اگر فیوز در ابتدای خط قرار گیرد هم مصرف کننده و خط را در برابر اتصال کوتاه و اضافه جریان حفاظت می کند امّا اگر فیوز در انتهای خط و درسردیک مصرف کننده قرار گیرد فقط مصرف کننده را در مقابل اتصال کوتاه و اضافه جریان حفاظت می کند .

۲ . هنگام نصب فیوز ها م خصوصاً در تابلو های توزیع همواره باید فیوز های اوّل خط دارای مقادیر بیشتری نسبت به فیوز های انتهای خط باشند و هم چنین فیوز های کند کار جلوتر از فیوز های تندکار نصب شوند . در صورت بروز اتصال کوتاه در یک دستگاه ابتدا باید فیوزی عمل کند که د ر نزدیک ترین فاصله نصب به آن دستگاه قرار دارد .

۳ . فیوز هایی که بر اساس جریان راه اندازی موتور انتخاب می شوند قادر نیستند موتور را در برابر اضافه بار محافظت کنند در این موتور ها حفاظت اضافه بار به کمک رده حرارتی یا بی مثال انجام می شود .

۴ . در موتور های آسنکرون رتور قفسی که مستقیماً به شبکه وصل می شوند از فیوز های کند کار با جریان نامی به اندازه ۱/۵ تا ۲/۵ برابر جریان نامی کار می توان استفاده کرد .

۵ . در موتور آسنکرون با رتور سیم پیچی شده یا موتور های آسنکرون با راه انداز ستاره مثلث از فیوز کند کار با جریان نامی برابر ۱۵ تا ۱ برابر جریان نامی موتور می توان استفاده کرد .

۶ . در لحظه ی وصل ترانسفور ماتور به شبکه به دلیل اشباع هسته جریان زیادی از سیم پیچی اولیه می گذرد که به جریان هجومی معروف است به همین دلیل در اولیه ترانسفور ماتور از فیوز کند کار با جریان نامی به اند ازه ۲ برابر جریان نامی اولیه و در ثانویه از فیوز کند کار به اندازه جریان نامی ثانویه استفاده می شود .

۷ . هنگام وصل خازن ها به بار یا شبکه جریان زیادی در لحظه وصل از مدار آن ها می گذرد به همین دلیل از فیوز کندکار به اندازه ۱۵ برابر جریان نامی خازن استفاده می شود .

رله حرارتی یا بی متال :

این رده جهت حفاظت مدار ها در برابر اضافه بار در موتور ها به کار می رود بی متال از دو فلز غیر هم جنس متصل به هم تشکیل شده که این دو فلز در مقابل حرارت ناشی از بار اضافی تغییر شکل داده و باعث قطع مدار می شوند . یک رله ی حرارتی مناسب باید داری شرایط زیر باشد :

۱ . در بار نامی نباید باعث قطع مدار شود .

۲ . اگر جریان نامی عبوری ۵٪ بیشتر از مقدار تنظیم شده روی بی متال باشد در زمان بیشتر از دو ساعت مدار را قطع کند .

۳ . اگر جریان عبور بیشتر از جریان تنظیم شده به اندازه ۲۰٪ باشد باید در کمتر از دو ساعت مدار را قطع کند .

۴ . اگر جریان عبوری بیشتواز ۵۰ ٪ جریان تنظیمی باشد باید کمتر از ۲ دقیقه مدار را قطع کند .

۵ . اگر جریان عبوری ۶ برابر جریان تنظیمی باشد باید کمتر از ۵ ثانیه قطع کند .

سؤال :

چگونه می توان از یک موتور در مقابل قطع فاز ، جا به جا شدن فاز ها کاهش ولتاژ از حد مجاز ، افزایش ولتاژ از حد مجاز ، نامتعادلی ولتاژ فاز ها محافظت نمود؟

دستگاه هوشمند فوق سوپر کنترل فاز ها می باشند .

کنترل فاز ها عموماً با سیستم نول هستند و با نول در شبک ه های شلوغ و پر استرس از بدون نول استفاده می شود . چرا؟

چون وقتی نول برقرار شود قطع می کند .

ترانس جریان CT :

برای اندازه گیری جریان های زیاد نیاز به آمپر متر های خیلی بزرگ و حجیم است که ساخت چنین آمپرمتر هایی امکان پذیر نیست به همین جهت از ترانس جریان CT استفاده می شود که اولیه این ترانس یک شمش و یا کابل مسی می باشد اولیه این ترانس ها با حرف K در جهت ورو د و جهت خروجی l می باشد ((K → l)) و ثانویه آن با حرف K و l نشان داده می شود .

نکته : ثانویه این ترانس ها همیشه باید اتصال کوتاه باشد . چرا ؟

در جریان های زیاد از طرف اولیه شارربسیار قوی در هسته ایجاد می شود در جهت معین اگر مدار ثانویه بسته باشد این شار باعث القاء ولتاژ در ثانویه و جریانی در ثانویه می شود که این جریان طبق قانون لنز شرار دیگری را در جهت مخالف با شار اولیه ایجاد می کند و باعث تضعیف اولیه می شود امّا در صورتی که ثانویه باز باشد شار ایجاد شده توسط اولیه به طور قابل توجهی افزایش یافته و باعث گرمای شدید هسته ترانس و سوختن ترانس و به عبارتی انفجار ترانس می شود . حتماً i جهت ثانویه اتصال زمین شود .

نکته : نسبت تبدیل ترانس با نسبت تبدیل آمپر متر باید مشابه به هم باشد . تا درجه بندی آمپرمتر بر اساس مقدار واقعی باشد .

نسبت جریان CT ها :

20 به ۵ ۵۰ به ۵ ۱۰۰ به ۵ ۲۰۰ به ۵ ۴۰۰ به ۵ ۵۰۰ به ۵ ۱۰۰۰ به ۵ ۱۰K به ۱۰۰

چه موتور هایی را به صورت ستاره مثلث را ه اندازی می کنند ؟

چرا موتور ها را به صورت ستاره مثلث راه اندازی می کنند ؟

آیا می توان یک موتور ۲۵۰KW را به صورت مستقیم مثلث راه اندازی نمود ؟

برای این که موتور با توان بالا را به صورت یک ضرب مثلث راه ان‌دازی کنیم به دلیل نیاز گشتاور بالا باید موارد زیر رعایت شود :

۱ . شبکه را پایدار کنیم ((شین بی نهایت))

۲ . افت ولتاژ کابل را با انتخاب سطح مقطع مناسب به حداقل مقدار برسانیم .

۳ . انتخاب موتور های با پایداری حرارتی بالا و تکنولوژی سیم پیچی .

۴ . فیوز را در ابتدا از مدار خارج کرده و بعد از راه اندازی وارد مدار می کنیم برای مدار های ستاره مثلث که به صورت فرمان دستی و اتوماتیک راه اندازی می شوند روش های مختلفی در طراحی وجود دارد امّا نکته ای را که باید در نظر گرفت خصوصاّ در موتور قدرت بالا مدار ف رمان باید به گونه ای طراحی شود که با فرمان استارت ابتدا کنتاکتور ستاره و بعد کنتاکتور نرمال وصل شود و یا این که این دو کنتاکتور همزمان وصل شوند امّا بعضی از مدارهای فرمان ابتدا کنتاکتور نرمال و بعد ستاره وصل می شود که در این روش می تواند باعث خرابی و یا آر ک بین تیغه ها ی کنتاکتور ستاره شود که در زیر چند نوع طراحی مختلف نشان داده شده است .

محل قرار گرفتن رله بی متال عموماً در زیر کنتاکتور نرمال قرار گرفته و در این صورت جریان تنظیمی باید $\frac{1}{\sqrt{3}}$ برابر جریان نامی باشد ((0/58 . IN))

مطلوب است رسم حالت کلاف های موتور ستاره مثلث ، رابطه ی اتصالی ستاره مثلث ، کلم موتور ستاره مثلث ، جدول کنتاکتوری ، مدار فرمان به صورت دستی و اتوماتیک و مدار قدرت ستاره مثلث:

موتور های رتور سیم پیچی شده ((Slip Ring)) یا حلقه اصطکاکی :

یکی از روش های راه اندازی موتورهای سه فاز که نسبت به راه اندازی ستاره مثلث بهتر می باشد و جریان های شدید راه اندازی را محدود می کند موتورهای رتور سیم پیچی شده می باشد . اگر بتوانیم با روشی در شروع راه اندازی مقاومت رتور را افزایش داده و به تدریج پس از راه اندازی

مقاومت را از مدار خارج کنیم به این روش جریان راه اندازی کنترل شده و مشکلات راه اندازی نیز حل می شود . که در اینجا رتور را به صورت سیم پیچی شده و با اتصال ستاره که سه سر آن توسط رینگ های ایزوله شده و جا روبک از موتور خارج شده و به نام های M , L , K بر روی کلم نام گذاری می شوند و توسط سه عدد مقاومت مطابق شکل اتصال یافته و به تدریج مقاومت از مدار خارج می شود و در انتها M , L , K رتور اتصال کوتاه می شود .

انواع رو ش های کنترل سرعت موتور های سه فاز القایی :

۱ . موتور های با دو یا سه سیم پیچی مجزا

۲ . دالاندر

۳ . روش اینورتر

طراحی :

۱ . مطلوب است را اندازی موتور Slip Ring با راه اندازی چهار نقطه ای توسط کنتاکتور و زمان های راه اندازی 1 , 2 , 5 , 3 ثانیه .

۲ . مطلوب است راه اندازی موتور Slip Ring چپ گرد راستگرد چهار نقطه ای به صورتی که در چپ گرد به صورت سه نقطه ای را ه اندازی شو د .

۳ . یک موتور دو سیم پیچ مجزا چپ گرد راستگرد که ابتدابا دور کند راه اندازی شود .

تایمر چپ گرد راستگرد :

این تایم دارای زمان قابل تنظیم در جهت راست و در جهت چپ و زما ن قابل تنظیم توقف بین چپ گرد و راستگرد می باشد .

برای دالانور چهار سرعته باید یک مدار دیگر مثل مدار اوّل در کنار آن اضافه کنیم و ورودی را به ورودی مدار قبل وصل کنیم و درحالت چهار سرعته چپ گرد راستگرد هرسه مدار با هم ترکیب می شوند .

ترمز در موتور های سه فاز :

۱ . مکانیکی ⟍ جریان معکوس

۲ . الکتریکی ⟍ جریان DC

یکی از مهمترین موارد حفاظتی در صنعت ترمز می باشد دستگاهایی که توقف آن همراه با ترمز باید باشد عبارتند از : بالابر ها ، آسانسورها جرثقیل ها و دستگاه های تراش و فرز و . . . می باشد .

ترمز جریان معکوس :

از این ترمز قالباً برای موتور های با قدرت پایین و کمتر از 15KW استفاده می شود . البته می توان برای ترمز جریان معکوس با اضافه کردن مقاومت های اهمی پر توان برای محدود کردن جریان شدید حالت ترمز و برای موتور های با قدرت بالاتر استفاده نمود .

در موتور دالانور در دور کند ولتاژ هر فاز موتور ۳۸۰ ولت و برابر ولتاژ خط می باشد و هر نیم فاز ۱۹۰ ولت می باشد .

و در حالت دور تند ولتاژ نیم فاز ۲۲۰ ولت می باشد .

قدرت دور تند تقریباً ۱۵٪ بیشتر از دور کند می باشد و گشتاور دور کند تقریباً دو برابر دور تند است .

ترمز جریان مستقیم :

یکی دیگر از روش های ترمزی استفاده از جریان DC می باشد که می توان جریان DC را به دو سر کلاف های موتور وصل نمود مقدار جریان ولتاژ و همچنین زمان عبور جریان مستقیم از سیم پیچ ها نیز باید محاسبه شود البته محاسبات خیلی دقیق اطلاعات کافی می خواهد ولی به صورت تجربی می توان محدوده آن را تعیین نمود معمولاً جر یان راه اندازی ۴ برابر جریان نامی است حال اگر جریان مستقیم در حدود ۴ برابر جریان نامی به موتور داده شود هنگام ترمز نیروی ترمزی تقریباً برابر با نیروی پسماند در موتور به وجود می آید این ترمز در الکتروموتور هایی که روی محورشان چرخ تیار بشته نشده کافی است ولی در موتور با چرخ تیار مانند گیوتین و پرس و مشابه آن بهتر است نیروی ترمزی حدود ۱/۵ برابر نیروی حرکتی باشد تا ترمز سریع انجام شود و به این ترتیب باید حداقل مقدار جریان مستقیم ۶ برابر جریان نامی انتخاب شود و مدت زمان عبور جریان مستقیم نیز باید

کمی بیشتر از راه اندازی انتخاب شود و حدود ۱/۵ تا ۲ برابر زمان راه اندازی مقدار ولتاژ را با استفاده از مقاومت اهمی سیم پیچ ها به طور تقریبی می توان به دست آورد و غالباً این ولتاژ در محدوده ی ۲۴ تا ۴۸ می باشد .

ترمز الکترو مغناطیسی :

این نوع موتور ها غالباً ترمز مغناطی‌سی در داخل موتور قرار گرفته و نیاز به کنتاکتور و تایمر اضافی ندارد و سیم پیچ مغناطیسی کننده نیز از طریق سه فاز کلم تغذیه می شود و دارای قدرت ترمز خود و زمان توقف آنی می باشد و نسبت به ترمزهای مکانیکی اصطحکاک کمتری دارد . در جرثقیل های بزرگ به دلیل حساسیت و توجه به حفاظت تقریباً از همه ترمزها به عنوان پشتیبان استفاده می شود.

موتور های سه ضرب :

یکی دیگر از روش های راه اندازی نرم وآهسته راه اندازی سه ضرب می باشد همانطوری که می دانیم موتور های سه فاز کوچک را می توان به صورت مستقیم راه اندازی نمود امّا موتورهای از قدرت حدود ۴kw به بالا بسته به نوع کار و نوع بار و نوع شبکه باید به صورت گذر یا همان روش ستاره مثلث راه اندازی شوند . ((به دلایلی که قبلاً مطالعه شده)) امّا این روش تا محدوده ی قدرت معینی می تواند جوابگو باشد و از آن محدوده به بعد تفاوت جریان ضرب ستاره و تبدیل به مثلث زیاد می باشد که این خود نیز مشکلاتی را به وجود می آورد و برای بهبود این وضعیت موتورها را به صورت سیم پیچی هر فاز به دو قسمت مساوی $\frac{1}{2}$ تقسیم می کنیم که در ضرب اوّل موتور با ستاره کام ل در ضرب دوّم کلاف های موتور با تلفیقی از ستاره و مثلث و اصطلاحاً ستاره مثلث شکسته تبدیل می شود و در ضرب سوّم به صورت مثلث کامل به کار خود ادامه می دهد .

مطلوب است رسم حالت های کلاف ها تخته کلم جدول کنتاکتوری مدار قدرت و مدار فرمان موتور سه ضرب :

طراحی و اجرای یک موتور سه ضرب با قابلیت چپ گرد راستگرد به طوری که با فرمان راستگرد موتور طی سه مرحله راه اندازی کامل می شود ولی با فرمان چپ گرد از ضرب دوّ م شروع به کار می کند .((راه اندازی سه مرحله ای به صورت دستی))

استفاده از موتور های سه فاز در شبکه تکفاز:

می توان از موتور های سه فاز در شبکه ی تکفاز استفاده کرد به شرطی که برای ایجاد میدان دوّار توسط اختلاف فاز از یک خازن استفاده شود در قسمتی که خازن با سیم پیچ سری یا موازی وصل شود جریان جلو افتاده و بنا براین میدان دوّار جهت گردش موتور به وجود می آید برای تبدیل موتور های سه فاز در شبکه ی تکفاز به ازای هر کیلو وات در ولتاژ ۱۱۰V از خازن ۲۵۰Mf و در شبکه ۲۲۰V از خازن ۷۰ Mf و در شبکه ۳۸۰V از خازن ۲۲ Mf استفاده می شود در نتیجه موتور بسته به نوع اتصال کلاف ها حدود ۸۰٪ قدرت قبلی و گشتاور اولیه ۶۰ الی ۷۵ درصد گشتاور نامی می باشد شکل های زیر حالت های مختلف .

سوپر تایمر مولتی رنج :

این تایمر دارای مود تأخیر در وصل و تأخیر در قطع می باشد در محدوده ی وسیعی از محدوده های زمانی از 01 ثانیه یا 999 ساعت کارایی دارد می تواند در حالت دهم ثانیه ، ثانیه ، دقیقه و ساعت به صورت تایمر و به صورت فلاشر کار کند . ۸ مورد کارایی آن به صورت زیر تعریف می شود :

۱ . مود تایمر دهم ثانیه

۲ . مود تایمر ثانیه

۳ . مود تایمر دقیقه

۴ . مود تایمر ساعت

۵. مود فلاشر دهم

۶.مود فلاشر ثانیه

۷. مود فلاشر دقیقه

۸. مود فلاشر ساعت

نحوه زمان گذاری و اجرای برنامه :

کلید ENTER را فشار دهید تا قسمت مود چشمک زن شود و با استفاده از کلید های UP و DOWN یکی از ۸ مورد تعریف شده را انتخاب کنید و مجدداً کلید ENTER را فشار دهید قسمت زمان دهی به صورت چشمک زن روشن می شود و با کلید های UP و DOWN عدد مورد نظر را انتخاب کرده و مجدداً ENTER را فشار داد و عدد مورد نظر دهگان را انتخاب کرده و ENTER را فشار داده و عدد صدگان را انتخا ب می کنیم و ENTER را مجدداً فشار داده مجدداً قسمت مود در یکی از حالت های C و یا D ظاهر می شود . که با انتخاب هر کدام نوع تایمر انتخاب می شود و تایمر آماده به کارمی‌شود.

تغذیه این تایمر با مشخصه فاز و نول به شبکه ی ۲۲۰V می باشد و یک رله نیز جهت فرمان خروجی پیش بینی شده است .

مطلوب است برنامه اجرایی برای یک موتور به صورتی که با فرمان استارت شروع به کار کرده و 100S بعد خاموش شود.

می خواهیم با فرمان استارتی تایمر شروع به کار کرده و 100S بعد موتور روشن شود .

دو موتور A و B می خواهیم با فرمان استارت موتور A بلافاصله روشن شده و 30S بعد موتور B روشن و موتور A خاموش باشد و این سیکل تا فرمان استپ ادامه یابد .

موتور تکفاز :

از موتور های تک فاز غالباً در مصارف خانگی و بعضی از مصارف صنعتی استفاده می شود . با توجه به خصوصیات الکترومکانیکی موتور خوبی نیست ولی بعضی از مکان ها ناگزیر به استفاده از آن هستیم و معایب عمده آن عبارتند از :

۱ . استفاده از آن شبکه را نامتعادل می کند .

۲ . در مقایسه با موتور های سه فاز هارمونیک بیشتری در شبکه ایجاد می کند .

۳ . از لحاظ گشتاور راه اندازی در مقایسه با موتور های سه فاز خیلی ضعیف عمل می کند .

۴ . گشتاور بار آن در مقایسه با موتور سه فاز خیلی پایین تر است .

۵ . در مقایسه با موتور سه فاز بیشتر خراب می شود و سرویس و تعمیر ونگهداری آن پر هزینه تر است .

ولی به ناچار از آن استفاده می کنیم بنابر این باید با نحوه راه اندازی و خصوصیات این موتور آشنا شویم :

کلم موتور دارای سرهای اصلی به نام U و V و در استاندارد جدید به نام U_1 و U_2 و سری های سیم پیچ کمکی یا راه انداز به نام W و Z و در استاندارد جدید Z_1 و Z_2 و سرهای خازن در صورتی که خازن از نوع راه انداز باشد به نام CB نشانه گذاری می شود .

نوع با قدرت پایین موتورها دارای هسته ی اتصال کوتاه و یا قطب چاکدار که عموماً به عنوان فن ها و Ventilator ها و پمپ های کوچک آب مانند پمپ آب کولر استفاده می شود و در قدرت های از 1HP تا 5/5 HP متناسب با نوع کاربرد دارای سیم پیچ راه انداز با خازن دائم در مدار و یا سیم پیچ راه انداز با خازن راه انداز و کلید گریز از مرکز و یا سیم پیچ راه انداز و خازن ر اه انداز و کلید گریز از مرکز و خازن دائم کار استفاده می شود .

موتور پس از راه انداز ی توسط سیم پیچ راه انداز و خازن که نقش خازن در این جا ایجاد اختلاف فاز و تشکیل یک میدان دوار نموده و موتور پس از رسیدن به ۷۵٪ سرعت نامی کلید گریز از مرکز از مدار خارج می شود .

موتور چهارضرب :

یکی دیگر از روش های راه اندازی نرم استفاده از موتور های با نسبت توزیع سیم پیچی $\frac{1}{3}$ و $\frac{2}{3}$ می باشد که با استفاده از این نوع سیم پیچی می توان موتور را در چهار مرحله راه اندازی نمود که مراحل آن به شرح زیر می باشد :

ضرب ۱ : با اتصال ستاره موتور را ه اندازی می شود که در این حالت موتور با $\frac{1}{3}$ قدرت نامی شروع به کار می کند .

ضرب ۲ : دراین حالت $\frac{2}{3}$ از کلاف ها به صورت اتصال ستاره و $\frac{1}{3}$ به صورت مثلث تبدیل می شود که در این حالت موتور با $\frac{3}{7}$ قدرت نامی کار می کند .

ضرب ۳ : $\frac{1}{3}$ کلاف ها به صورت ستاره و $\frac{2}{3}$ به صورت مثلث اتصال می یابد و موتور د ر این حالت با $\frac{3}{5}$ قدرت نامی کار می کند .

ضرب ۴:کلیه کلاف ها به صورت اتصال مثلث و موتور با قدرت نامی به کار خود ادامه می دهد .

این موتور ها معمولاً در جاهایی که موتور با قدرت زیاد و در زیر بار راه اندازی می شود استفاده می شود . معمولاً کاربرد آن در نوار نقاله های معادن کارخانه های سیمان و کشنده های تخلیه ذغال سنگ در کارخانه های فولاد می باشد و محدوده ی قدرت آن ها معمولاً ۴۰ تا ۱۱۰ کیلو وات می باشد .

مطلوب است رسم حالت کلاف ها و تخته کلم ، جدول کنتاکتوری ، مدار فرمان و مدار قدرت برای یک موتور ۴ ضرب .

مطلوب است طرح مدار فرمان و مدار قدرت و جدول کنتاکتوری یک موتور ۴ ضرب به صورت چپ گرد و راستگرد .

تأمین شبک های اضطراری :

در کارخانه های بزرگ شبیه صنایع فولاد ، ذوب آهن ، کارخانه های سیمان و ریخته گری و هم چنین در بیمارستان ها به دلایل ماهیت کاری حتماً باید از شبکه های کمکی و جانبی و حتی در صورت لزوم از نیرو گاه های داخلی استفاد ه شود و به عنوان مثال صنایع فولاد مبارکه از دو پست م جزا و مسقل 400KV که یکی از خط 400 نجف آباد و یکی از 400 نیروگاه اسلام آباد تأمین می شود و هم چنین دارای نیروگاه داخلی با ظرفیت اسمی 800MW می باشد . هر سه ی این شبکه ها با هم پارالل شده اند تا در صورتی که یکی از پست های ورودی دچار اشکال شد پست دیگر بتواند نیاز داخل را تأمین کند .

یکی از مواردی که در سال ۸۷ در فولاد اتفاق افتاد هر دو پست ورودی 400KV دچار اختلال همزمان شد و از شبکه خارج شد و منبع تأمین کننده مصرف داخلی نیروگاه خود کارخانه بود . به دلیل این که این قطعها به صورت اتّفاقی و همزمان اتفاق افتاد و به طور تصادفی تمام کوره های قوی در حال کار بودند نیروگاه توان درخواستی را نتوانست تولید کند و نیروگاه دچار Trip شد .

در صورتی که شبکه ی کمکی یک دیزل ژنراتور باشد باید مدار به گونه ای طراحی شود که بلافاصله پس از قطع برق در طرف اصلی ابتدا دیزل استارت شده و پس از رسیدن ولتاژ نامی ژنراتور تغذیه از سمت ژنراتور به شبکه انجام گیرد .

به دلیل اینکه نقاط صفر شبکه و ژنراتور در بعضی مواقع هم پتانسیل نمی شوند مدار به صورت زیر تغییر می کند :

((Solid State Relay)) ((SSR)) سوپر کنتاکتور :

سوپر کنتاکتور های SSR دارای ویژگی های قابل توجهی هستند که در صنایع بزرگ از آن ها بیشتر استفاده می شود ولی به دلیل گرانی آن صنایع کوچکتر کمتر از آن استفاده می کنند .

ویژگی ها و خصوصیات SSR نسبت به کنتاکتور :

۱ . سرعت سوئیچ بسیار بالا .

۲ . قابلیت قطع و وصل بسیار بالا در حد ۵۰ میلیارد بار قطع و وصل .

۳ . و لتاژ و جریان تغذیه بسیار پایین .

۴ . تا جریان ۳۰۰۰ آمپر آن ساخته شده است . ((Alen Bradly)) ((بهترین مارک آمریکایی))

۵ . در مقایسه با کنتاکتور ها هارمونیک کمتری در شبکه ایجاد می کنند .

۶ . در مقایسه با کنتاکتور ها تقریباً در کاهش ضریب توان شبکه بی اثر هستند .

۷ . بر خلاف کنتاکتور ها احتمال خرابی تیغه و یا جوش تیغه و یا دو فاز شدن وجود ندارد .

۸ . در مقایسه با کنتاکتور ها نیاز به تعمیر و تعویض و نگهداری هفتگی ، ماهیانه و سالیانه ندارند .

۹ . در محیط های مرطوب بر خلاف کنتاکتور ها بسیار مناسب .

۱۰ . در محیط های گرد و غبار .

۱۱ . در محیط های اسیدی و شیمیایی مناسب .

۱۲ . در محیط هایی که خطر احتراق وجود دارد .

امّا عیب اساسی این کنتاکتور ها گرانی آن می باشد .

پلاک مشخصه آن ها به شرح زیر می باشد : ((به عنوان مثال SSR مارک ((Hnyung KORU)) ساخت کره)) .

HSR-3A304Z

1	Control phase	2	3
2	Input control voltage	Dc:4 – 32	Ac:90 – 264
3	Rated load current	10	.....
4	Rated load voltage	2:90 – 264 ac	4:90 – 480 ac
5	Z – R	Z:zero swetching	:random swetching

نکات :

حتماً از فیوز های مخصوص خودش استفاده شود .

تمام فیوز ها پارامتری به نام I^2T دارند که در نیمه هادی ها به آن نیاز داریم . فیوز های مخصوص نیمه هادی به نام Ultra Speed هستند و علامت دیود دارند که در آن ها باید $I^2TSSR > I^2TFUSE$ ، I^2T یک معیار برای انتخاب فیوز است و به مفهوم سرعت قطع رله یا فیوز متناسب با نمودار قطع جریان اتصال کوتاه می باشد . ((جریان قطع مجاز)) .

اصلاح ضریب قدرت :

روابط مقدماتی :

توان اکتیو : کار واقعی در شبکه های برقی توسط توان اکتیو صورت می گیرد با تبدیل انرژی الکتریکی به سایر شکل های انرژی مثل : حرکت ، دوران ، گرما ، و ... کار واقعی انجام می گیرد و دربار های اکتیو جریان و ولتاژ کاملاً هم فاز هستند توان اکتیو را با وات اندازه گیری می کنند .

توان راکتیو : این نوع توان در واقع کار مفید انجام نمی دهد بلکه باعث به وجود آمدن میدان های الکتریکی و الکترومغناطیس میشود . در تمامی مصرف کنندگانی که به میدان مغناطیسی احتیاج دارند مثل موتور T سنکرون و ترانسفورماتور هم چنین مبدل ها و یکسو ساز ها برای کموتاسیون محتاج توان راکتیو هستند جریانی که میدان مغناطیس را به وجود می آورد و باعث تغییر قطب ها می گردد مصرف نشده بلکه به عنوان توان راکتیو بین بار و ژنراتور رفت و آمد می کند . در بلو های راکتیو ولتاژ و جریان ۹۰° اختلاف فاز دارند در بارهای سلفی جریان $90°$ از ولتاژ عقب تر است به این بار ها پس فاز می گویند ((LAG)) جریان بار های فازی خالص $90°$ از ولتاژ جلوتر است و تحت

عنوان پیش فاز ((LEAD)) نامیده می شود . توان های راکتیو با واحد های VAR اندازه گیری می شود .

توان ظاهری : توان اکتیو و راکتیو با یکدیگر توان ظاهری را تشکیل می دهند توان ظاهری از ضرب ولتاژ و جریان به دست می آید و با جمع برداری توان اکتیو و راکتیو است در واقع توان ظاهری یک شبکه مشخص کننده میزان بار پذیری آن شبکه می باشد . ژنراتور ، ترانس ، کلید ها ، فیوز ها و مقاطع سیم ها و کابل ها می بایست برای توان ظاهری انتخاب گردند .

سؤال : چرا موتور هارا بر اساس توان ظاهری انتخاب نمی کنند ؟

ضریب قدرت چیست ؟

نسبت توان اکتیو به توان ظاهری را ضریب قدرت می گویند معیاری برای سنجش اثر بخشی شبکه می باشد . ضریب قدرت بالا نشانه ی بهره برداری صحیح از شبکه می با شد . در دستگا ه های الکتریکی اصولاً ضریب توان برای بار های کامل نوشته می شود .

سؤال : یک موتور الکتریکی در کدام یک از حالات زیر ضریب قدرت بهتری دارد ؟

الف : در کمتر از ۵۰ ٪ قدرت نامی ب : بین ۵۰ ٪ تا ۷۵ ٪ قدرت نامی ج : در قدرت نامی

د : بالاتر از قدرت نامی

چرا ؟ در قدرت نامی

اصلاح ضریب قدرت :

توان راکتیو ی که بین شبکه و مصرف کننده در حال گردش است در شبکه به حرارت تبدیل می شود . مولد ها ، مصرف کننده ها ، سیم ها ، کابل ها ، کلید ها ((؟)) نیز بر اثر آن تحت اضافه بار قرار گرفته که تلفات و افت ولتاژ را به همراه دارد . از نظر وزارت نیرو کوچک بودن ضریب توان هزینه های تولید انتقال و توزیع مخارج سرمایه گذاری و نگه داری تجهیزات در شبکه تولید برق را افزایش می دهد . این مخارج به قبض های برق اضافه می شود . هدف اصلی اصلاح ضریب قدرت شبکه جبران توان راکتیو پسفاز سلفی با تزریق توان راکتیو پیشفاز است که این کار توسط قرار دادن خازن به صورت موازی با شبکه توزیع تأمین می گردد .

مزایای اقتصادی نصب خازن در شبکه :

۱ . اصلاح ضریب قدرت باعث کاهش مبلغ پرداختی بابت مصرف راکتیو می شود .

۲ . حذف جریان راکتیو باعث کاهش افت ولتاژ در شبکه شده و در نتیجه هزینه ی ثابت نگه داشتن ولتاژ در محدوده ی مجاز کاهش می یابد

۳ . حذف جریان راکتیو باعث کاهش جریان در نتیجه کاهش سطح مقطع کابل ، ترانسفورماتور ، کلید ها و . . . می گردد .

۴ .با کاهش جریان راکتیو تلفات اهمی مربوط به خط انتقال و وسایل سوئیچینگ کاهش می یابد هم چنین باعث کاهش حرارت کلید ها ، ترانس ها و کابل ها و در نتیجه کاهش هزینه ی تعمیر و نگه داری می شود .

کاهش افت ولتاژ باعث افزایش گشتاور راه اندازی موتور ها می شود .

روش های اصلاح ضریب قدرت :

۱ . توسط جبران سازی انفرادی

۲ . توسط جبران سازی گروهی

۳ . توسط جبران سازی مرکزی

۴ . توسط جبران سازی مختلط

جبران سازی انفرادی :

ابتدا شبکه صنعتی باید به طور دقیق از لحاظ موتور ها ، نوع کار موتور ها و هم چنین فاصله موتور ها تا تابلو ها و همزمانی موتور ها مطالعه و بررسی دقیق شوند تا بتوان نوع جبران سازی را نتخاب کرد . در خصوص جبران سازی انفرادی به ازای هر موتور یک خازن موازی با آن ن صب می شود و همزمان با خاموش و روشن شدن موتور خازن نیز وارد و خارج می شود .

کاربرد : جهت جبران سازی توان راکتیو بی باری ترانسفورما تور ها برای موتور های دائم کار - برای موتور های کم بار یا با کابل طولانی .

مزایا : شبکه داخلی کاملاً از جریان راکتیو پاک می شود - مخارج کمتر

معایب : جبران سازی در تمام کارخانه پخشی شده است - نصب پیچیده – به طور کلی به خازن بیشتری نیاز است زیرا به ضریب هم زمانی توجهی نمی شود .

جبران سازی گروهی :

دستگاه هایی که به صورت گروهی نصب شده اند به صورت جمعی جبران سازی می شوند و به جای خازن های کوچک از یک خازن مناسب بزرگ استفاده می شود .

کاربرد : برای مصارف سنگین سلفی در صورتی که چند یا چندین موتور در یک خط مشترک هم زمانی داشته باشند .

مزایا : در مقایسه با جبران ساز انفرادی اقتصادی ترند .

معایب : فقط برای مصرف کننده هایی که گروهی با هم کار می کنند کاربرد دارند .

جبران سازی مرکزی :

کل جبران سازی به صورت متمرکز و در ورودی فشار ضعیف وصل می شود در این جا تمام توان راکتیو مورد نیاز پوشش داده می شود . کل توان خازن به پله های متعدد تقسیم شده و به وسیله یک رگولاتور توان راکتیو از طریق کنتاکتور ها بسته و به وضعیت بار به مدار وارد یا خارج می شود . این روش امروزه در بیشتر مواقع مورد توجه قرار می گیرد چرا که جبران سازی مرکزی به این طریق می تواند به اسانی تحت کنترل قرار گیرد . رگولاتور های راکتیو مدرن می توانند دائم وضعیت کلید ها ضریب توان و جریان اکتیو و راکتیو و هم چنین هارمونیک های موجود در شبکه را تحت نظارت قرار دهند . دراین روش به دلیل در نظر گرفتن هم زمانی در کارخانه توان خارنی کمتری نسبت به جبران سازی انفرادی یا گروهی نیاز است .

کاربرد : در صورتی که مقاطع سیم ها و کابل ها ی داخل کارخانه ایجاد مشکل نکنند همیشه قابل استفاده است .

مزایا : کل سیستم مقابل دید بوده و کنترل آن آسان می باشد - استفاده مفید از توان خازن نصب شده - نصب ساده - مصرف کم تر خازن نسبت به دو روش قبل - در صورت وجود هارمونیک در شبکه دارای مخارج مناسب تری است زیرا خازن ها آسان تر به فیلتر هارمونیک متصل می شوند .

معایب : بار داخلی شبکه کم نمی شود - مخارج اضافی برای تأمین اتوماتیک سیستم .

جبران سازی مختلط :

به دلیل اقتصادی اغلب مقرون به صرفه است که هر سه روش بالا باهم مورد استفاده قرار گیرند . معمولاً در صنایع بزرگ از این روش استفاده می شود.

هارمونیک :

هرگاه شکل موج ولتاژ و یا جریان یک وسیله برقی غیر سینوسی با شد می توانید شکل موج را با حاصل جمع چندین شکل موج سینوسی با دامنه های متفاوت که فرکانس هر کدام از آن ها مضرب صحیحی از *50 HZ* می باشد نمایش داد . به هریک از این امواج سینوسی که فرکانسی غیر از *50HZ* دارند یک ه ارمونیک گفته می شود هارمونیک می تواند هم در ولتاژ و هم در جریان وجود داشته باشد .

منابع تولید کننده ی هارمونیک :

کلیه وسایل برقی که در آن ها جریان مصرفی به صورت غیر سینوسی است . تولید کننده ی هارمونیک جریان می باشد هارمونیک جریان در اثر عبور از امیدانس شبکه باعث افت ولتاژ هارمونیکی شده و هارمونیک در ولتاژ ایجاد می شود . هنگامی که ولتاژ شبکه به هارمونیک آلوده شد این هارمونیک در کل شبکه و متناسب با فاصله از منبع تولید کننده منتشر می شود . امروزه وجود بارهای غیر خطی ، بار های جرقه زن ، تجهیزات و ادوات نیمه هادی مانند یکسو کننده ها ، کوره های القایی ، کوره های قوسی ، لامپ های کم مصرف ، درایو های *DC , AC* ، لامپ های بخار سدیم و جیوه منابع عمده ی هارمونیک می باشد .

هارمونیک چه ضررهایی را در شبکه ایجاد می کند :

۱ . اثر روی تجهیزات نصب شده روی سیستم قدرت که باعث می شود روند کنترل و تعیین زوایای آتش دچار اختلال گردد .

۲ . کاهش راندمان موتور ها و ترانسفور ماتور ها .

۳ . شکست عایقی در خازن ها

۴ . گرم شدن و کاهش ظرفیت ترانسفورماتور ها و کابل ها

۵ . گرم شدن بیش از حد موتو ها

۶ . افزایش جریان سیم نول

۷ . اشغال ظرفیت شبکه

۸ . ایجاد خطا در کنترل کننده های خطی و *PLC* ها .

۹. ایجاد عملکرد نامناسب رله ها و تغییر مشخصه ی آن ها و زمانی که رله نباید عمل کند رله عمل می کند و مدار را قطع می کند .

۱۰ . اختلال بر عملکرد ادوات اندازه گیری .

۱۱ . افزایش گرما و تلفات در سوئیچ ها و کاهش ظرفیت عبور جریان و کاهش طول عمر عایق های الکتریکی .

۱۲ . تداخل تلفنی

راه مقابله با هارمونیک استفاده از فیلتر های اکتیو و یا فیلتر های حذف هارمونیک می باشد .