www.powerengineering.blogfa.com

با مراجعه به وبلاگ ما از آخرین کتاب ها، نرم افزارها، مطالب آموزشی و ...

در ارتباط با مهندسی برق استفاده نمایید.

http://powerengineering.blogfa.com

مهندسی برق

www.powerengineering.blogfa.com

www.powerengineering.blogfa.com

آشنایی با مولتی متر یا آومتر و اجزاءآن

[Avometere , Multimeter]

مفهوم کامه مواتی متر به معنی چند اندازه گیر یا اندازه گیر مختلط است . یعنی وسلیه اندازه گیری که قادر است چند کمیت مختلف مورد اندازه گیری را مورد سنجش و اندازه گیری قرار دهد . نام دیگری که در بعضی جاها برای چنین وسیله ای بکار برده می شود آومتر است . آومتر از مخفف کامات آمپر ، ولت و اهم تشکیا یافته است . آومتر وسیله اندازه گیری است که می تواند میزان جریان یا آمپر و میزان اختلاف سطح (ولت) و میزان مقاومت (اهم) را مورد اندازه گیری قرار دهد . در این مبحث طرز کار این وسیله اندازه گیری شرح داده می شود . تا از این طریق بتوانید مراحل کار این وسیله را شناخته و در عیب یابی در مدارات مختلف از آن استفاده نمایید . همانطور که میدانید وقتی از ولت متر صحبت می شود به یاد دستگاهی می افتیم که میزان ولتاژ مدار را مورد اندازه گیری قرار می دهد . به طور کلی اگر پسوند متر بعد از هر کمیت مورد اندازه گیری اضافه گردد منظور دستگاهی است که آن کمیت را مورد سنجش قرار می دهد . به طور کلی می توان چنین گفت که هر دستگاه اندازه گیری آومتر از نظر نگاه ظاهری به سمت قسمت زیر تقسیم می شود .

1- صفحه مدرج و عقربه
2- سلکتور یا کلید انتخابگر
3- ترمینال های ورودی دستگاه و پیچهای تنظیم کننده

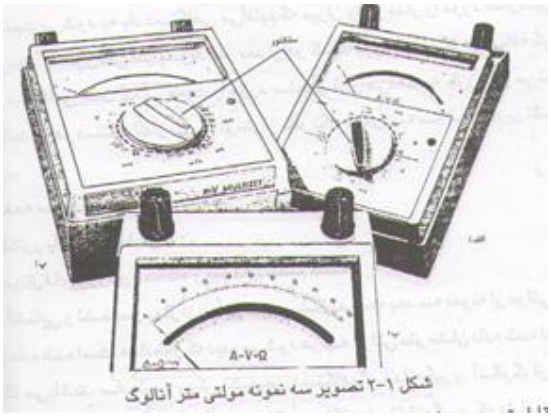
جهت آشنایی و تشخیص بهتر از مولتی متر در شکل صفحه بعد سه نمونه از مولتی متر نشان داده شده است . همانطور که دیده می شود هر سه مولتی متر نشان داده شده از نوع آنالوگ می باشند . ساده ترین روش تشخیص دستگاههای اندازه گیری آنالوگ از نوع دیجیتالی آن وجود عقربه می باشد . یعنی غالباً دستگاههای اندازه گیری که دارای عقربه جهت نمایش کمیت مورد اندازه گیری هخستند آنالوگ یا پیوسته نامیده می شوند زیرا در اینگونه دستگاهها جهت نمایش یک مقدار مشخص عقربه دستگاه فوق شروع به حرکت کرده و به صورت پیوسته و با عبور از روی کمیتهای قبلی به کمیت مورد نظر می رسد .

حال به توضیح قسمتهای مختلف یک مواتی متر که در بالا آن را توضیح دادیم می پردازیم .

1-صفحه مدرج وعقربه

بر روی صفحه مدرج هر مولتی متر کمیتهایی را که اندازه گیری می کند مشخص می گردد . بر روی صفحه مدرج مولتی متر درجه بندیهایی صورت گرفته است . بدین صورت که برای کمیت مورد اندازه گیری ولتاژ حرف V و کمیت مورد اندازه گیری جریان حرف A و کمیت مورد اندازه گیری مقاومت علامت Ω بر روی صفحه مدرج حکم شده است . همچنین از حروف A.C برای جریان متناوب و D.C برای جریان مستقیم منظور می گردد . بر روی صفحه مدرج همانطور که در بالا گفته شد چند ردیف درجه بندی صورت گرفته است این درجه بندی ها برای ردیف ولتاژ معمولا به صورت 10-0 یا 30-0 یا 50-0 یا 100-0 یا 250-0 می باشد .

www.powerengineering.blogfa.com



شکل ۱-۲ تصویر سه نمونه مولتی متر آنالوگ

نکته قابل توجه در طریقه قرار گرفتن درجه بندی روی مولتی متر ها این است که درجه بندی اهم همیشه از سمت راست صفحه به طرف چپ آن بوده و سایر درجه بندیها از طرف چپ به راست صفحه مدرج صورت می پذیرد . ذکر این نکته در خواندن مقدار کمیت سنجش ضروری است که در خواندن مقدار مورد نظر همواره باید به رنج انتخابی سلکتور توجه کافی نمود . زیرا میزان درجه های مشخص شده بر روی صفحه مدرج با توجه به سلکتور مشخص می شوند . به عنوان مثال اگر سلکتور بر روی اندازه گیری رنج بالاتری قرار گرفت که معمولی به صورت ضریبی از ده می باشد اعداد مدرج شده بر روی صفحه مدرج مولتی متر را باید 10 برابر کرده و خواند .

2- سلکتور

معمولا جهت انتخاب کردن رنج های مختلف مورد نیاز در اندازه گیری کمیتهای مختلف از کلید سلکتور مخصوص ان استفاده می شود که به صورت دایره شکل بوده و یا به صورت فشاری عمل می کند . سلگتور معمولا در قسمت پایین مولتی متر یا آوومتر قرار دارد . صفحه دور سلکتور به وسیله اعدادی که نشان دهنده حوزه کار دستگاه فوق الذکر است درجه بندی شده است . به عنوان نمونه در یکی از قسمتهای مدرج شده اطراف سلکتور اعداد 10-50-250 نوشته شده باشد در کنار ان نیز حروف V و AC حک گردیده باشد نشان می دهد که با انتخاب سلکتور در این مرحله برای اندازه گیری ولتاژ متناوب می باشد . اعداد مشخص شده در کنار سلکتور نشان دهنده حدود اندازه گیری انتخابی شما می باشد . مثلا اگر سلکتور را برروی عدد 10 قرار دهید حداکثر مقدار ولتاژی را که می توانید اندازه گیری کنید 10 ولت است .

اگر میزان ولتاژی را که می خواهیم اندازه گیری نماییم بیشتر از 10 ولت باشد انگاه باید سلکتور را بر روی عدد بیشتر تنظیم کنیم مثلا می تعوان سلکتور را در روبروی عدد 250 قرار داد که با این کار می توان اندازه گیری نمود تا 250 ولت خواهد بود .

3-ارتباط عدد انتخابی با سلکتور و صفحه مدرج دستگاه

اعدادی که بر روی صفحه درجه بندی شده سلکتور نوشته شده است نسبت به اعدادی که بر روی صفحه مدرج دستگاه اندازه گیری نوشته می شود همواره کوچکتریا بزرگتر می باشد . به همین جهت موارد بسیاری پیش می اید که سلکتور روی عدد انتخابی مثلاً 1000 ولت قرار می گیرد . در

www.powerengineering.blogfa.com

حالی که آخرین عدد موجود در صفحه مدرج دستگاه اندازه گیری 250 می باشد . به منظور فهمیدن و کار کردن در این رابطه به صورت زیر عمل می کنیم . عدد انتخاب شده به وسیله سلکتور را بر آخرین عدد صفحه مدرج تقسیم کرده سپس این حاصل تقسیم را که به ضریب قرائت صفحه معروف است در هر عددی که توسط عقربه دستگاه اندازه گیری بر روی صفحه مدرج آن نشان داده می شود ضرب می کنیم . بدین صورت جواب حاصلضرب فوق مقدار واقعی کمیت مورد اندازه گیری را به ما نشان خواهد داد . برای بدست آوردن راحت تر ضریب قرائت صفحه همواره باید دقت نمود تا عددی را از روی صفحه مدرج دستگاه اندازه گیری انتخاب نماییم که با عدد انتخابی توسط سلکتور مشابه باشد یعنی اگر انتخابی روی سلکتور برابر با 1000 باشد عدد انتخابی روی صفحه مدرج حدالامکان 10 یا 100 مد نظر قرار گیرد .

چگونگی و طریقه کار کردن با مولتی متر

در این بحث به اموزش و طرز استفاده مختلفی از یک مولتی متر که لازم و ضروری می باشد می پردازیم . بنابراین لازم است که پیش از توضیح و چگونگی کارکرد مولتی متر و توجهات زیر را در بکار بستن مولتی متر بکار ببریم تا با اخلال و مشکلی روبرو نشویم و یا احیاناً موجبات سوختن آن را فراهم نیاوریم .

1- وقتی از مولتی متر جهت اندازه گیری آمپر استفاده می کنید و سلکتور آن را بر روی حوزه A قرار می دهیم . باید دقت کافی نماییم که آن را به طور سری در مدار قرار دهیم زیرا در صورت موازی وصل کردن آمپرمتر خواهد سوخت.

2- وقتی که مولتی متر جهت اندازه گیری مقاومت استفاده می کنید و سلکتور ان را بر روی حوزه اهمی (Ω)قرار داده اید حتما توجه نمایید که جریان برق از مدار قطع شده باشد زیرا در صورت وجود جریان در مدار سبب سوختن مولتی متر خواهد شد .

3- زمانی که از مولتی متر جهت اندازه گیری ولتاژ استفاده می کنید به خاطر داشته باشید که حتماً مولتی متر به صورت موازی در مدار قرار داده شود .

4- هنگامی که با مولتی متر سر و کار دارید در حمل و نقل و جابه جایی آن دقت ویژه ای مبذول دارید . زیرا در صورت افتادن و یا ضربه دیدن مولتی متر از دقت قبلی خود خارج خواهد شد . و حساسیت خود رااز دست خواهد می دهد .

5- همواره دقت کنید و به پیچ تنظیم صفر مولتی متر دست نزنید زیرا بازی کردن و چرخاندن زیاد و بی دلیل ان سبب قطع شدن فنر زیر آن و در نتیجه خراب شدن مولتی متر می گردد .

6- همواره دقت باشید که سر خود پشت مولتی متر را باز نکنید زیرا تعمیر چنین وسیله ای نیاز به تکنسینهای وارد و ماهر دارد و با باز کردن پشت ان فقط خرابی آن را افزایش خواهید داد .

7- جهت اندازه گیری یک کمیت مورد دلخواه از قبیل جریان و ولتاژ و غیره همواره مقدار سلکتور آن را در حد بالاتر و بیشتری از کمیت مورد نظر قرار دهید و اگر حدود کمیت مورد اندازه گیری خود را نمی دانید درجه سلکتور مولتی متر را بر روی بیشترین مقدار آن قرار دهید .

www.powerengineering.blogfa.com

8- همواره دقت کنید که کلید سلکتور را در جهت حرکت عقربه های ساعت بچرخانید . چون در برخی از مولتی مترها در صورت خلاف جهت عقربه های ساعت چرخاندن مهره زیر سلکتور آن باز شده و دستگاه از کار می افتد .

9- همواره باید مولتی مترها را با توجه به طریقه نصب آنها هنگام اندازه گیری مورد استفاده قرار داد . این علامت ها که طرز قرار گرفتن مولتی مترها را مشخص می کند به قرار زیر است . علامت یعنی دستگاه اندازه گیری باید به صورت افقی یا خوابیده مورد استفاده قرار گیرد . علامت ⊥ به معنی آن است که باید دستگاه اندازه گیری را به صورت ایستاده یا عمودی مورد استفاده قرار داد . اگر علائم فوق را در موقع نصب و قرار دادن مولتی متر رعایت نکنیم اعداد خوانده شده غیر واقعی و با خطا خواهد بود .

10- اگر مولتی متر را جهت یک اندازه گیری مورد نظر خود بر روی بیشترین عدد سلکتور قرار دادید ولی در موقع اندازه گیری عقربه بیشتر از مقدار بیشترین عدد روی صفحه مدرج منحرف گردید نشان دهنده ان است که کمیت مورد سنجش از حیطه اندازه گیری مولتی متر خارج است و می بایست از وسیله اندازه گیری با حدود اندازه گیری بیشتر استفاده نمود .

طریقه اندازه گیری ولتاژ متناوب توسط مولتی متر

جنت اندازه گیری میزان ولتاژ متناوب توسط مولتی متر به صورت زیر عمل می کنیم .

برای اندازه گیری ولتاژ تکفاز

1- ابتدا سلکتور مولتی متر را بر روی عدد 250 ولت متناوب A.C قرار می دهیم . شایان ذکر است که در صورت موجود نبودن رنج 250 بر روی بعضی از مولتی مترها می توان سلکتور انها را بر روی 300 یا 500 ولت A.C قرار داد .

2- سیم های ارتباطی به مولتی متر و کمیت مورد سنجش را به مولتی متر متصل نمایید .

3- حال سرهای خروجی مولتی متر را به ولتاژ 220 ولت پریز برق وصل می کنیم .

4- حال به حرکت عقربه متحرک مولتی متر توجه می کنیم . و مقدار کمیت مورد قرائت را با توجه به ضرب در ضریب قرائت صفحه می خوانیم .

طریقه اندازه گیری مقدار مقاومت اهمی توسط مولتی متر

بر روی سلکتور مولتی متر قسمتی وجود دارد که آن را با علامت OHM یا Ω مشخص می کنند . اگر بخواهیم مقدار یک مقاومت مجهول را از طریق مولتی متر بدست آوریم کلید سلکتور مولتی متر را بر روی قسمت فوق الذکر می گذاریم . لازم به ذکر است که بر روی این قسمت درجه بندی سلکتور با R×1 و R×10 و R×100 و R×1KΩ و R×10K و.... مشخص گردیده است .

برای اندازه گیری مقاومتهایی با مقدار ÷ایین و کم از قسمت R×1 کلید سکتور استفاده می کنیم . شایان ذکر است که در قسمتی از مولتی متر پیچ تنظیمی جهت تنظیم صفر وجود دارد (Zero Adjust) که باید قبل از شروع اندازه گیری حتما بر روی مقدار صفر تنظیم گردد و طریقه تنظیم آن بدین صورت است که ابتدا باید دو سیستم رابطه را در مولتی متر به هم متصل نماییم . در این حالت عقربه مولتی متر باید حرکت کرده و بر روی عدد صفر صفحه مدرج واقع شود . در غیر این

www.powerengineering.blogfa.com

صورت توسط پیچ یا دگمه تنظیم آن را باید بر روی صفحه تنظیم نمود . پس از اینکه عقربه را بر روی عدد صفر تنظیم نمودیم اقدام به قرار دادن مقاومت مورد اندازه گیری در بین سیمهای رابط می کنیم .پس با توجه به حرکت عقربه به میزان مقاومت نشان داده شده را قرائت می کنیم . همچنین از قسمت اهم متر در مولتی متر ها می توانیم قطع یا وصل بودن مدار را در سیم کشی ها تشخیص داد . بیشتر عیب یابی ها توسط اهم متر صورت می پذیرد .

فصل سوم:

آوومتر دیجیتلی

آوومتر دیجیتالی دستگاهی است که کمیتهای مورد سنجش را به صورت رقم یا ارقام عددی بر روی صفحه نمایش خود (Display) مشخص می کند . دستگاههای اندازه گیری دیجیتالی دیگری نیز مانند ولت متر ، آمپر متر ، کسینوس فی متر ، تاکتو متر (دور شمارها) ،حرارت سنج و آوومتر نیز وجود دارند. دستگاههای اندازه گیری دیجیتالی نسبت به دستگاههای اندازه گیری آنالوگ دارای طول عمر بسیار بالاتری هستند . زیرا در آنها بر خلاف دستگاههای دیجیتالی به عوامل فیزیکی مانند تمیزی هوا و رطوبت و لرزش نیز حساسیت ندارند امروزه با پیشرفت تکنولوژی در ساخت قطعات الکترونیکی دستگاههایی ساخته شده اند که بسیار دقیق بوده و در برخی از موارد می توان اهنا را به کامپیوتر نیز متصل نمود . که با این کار مقدار کمیت مورد سنجش توسط کامپیوتر بر روی صفحه نمایش داده شه و در صورت نیاز می توان آن را ثبت نمود . از دیگر مزایای که در اتصال دستگاههای اندازه گیری دیجیتالی به کامپیوتر وجود دارد این است که کامپیوتر با توجه به برنامه خاصی که دریافت می کند می تواند در هر لحظه در مورد کمیت اندازه گیری شده تصمیم گیری نماید . به عنوان مثال می تواند کمیت مورد سنجش صادر نماید . قسمتهای زیادی در یک اوومتر دیجیتالی ولت متر D.C آن است و اساس کار در ولت مترها D.C دیجیتالی بر مبنای مقایسه صورت می پذیرد . ولتاژ اعمال شده به یک ولت متر D.C در داخل آن با یک ولتاژ مبنا و مرجع مقایسه گردیده و سپس حاصل این مقایسه به صورت عددی مشخص می گردد . غالبا این ولتاژ مبنا در ولن مترها 100 میلی ولت و در برخی از آوومترهای در رنج A.C تا یک ولت می باشد .

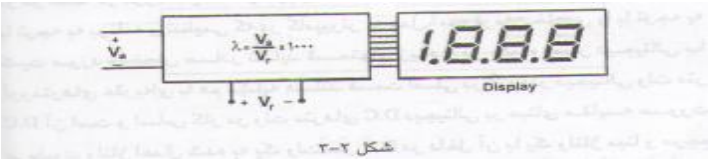
در شکل 1-3 دو نمونه از آوومترهای دیجیتالی جهت آشنایی بیشتر داده شده است.

شکل ۱-۳

www.powerengineering.blogfa.com

ولت متر دیجیتالی

در شکل 2-3 یک نمونه از ولت متر دیجیتالی جریان مستقیم D.C

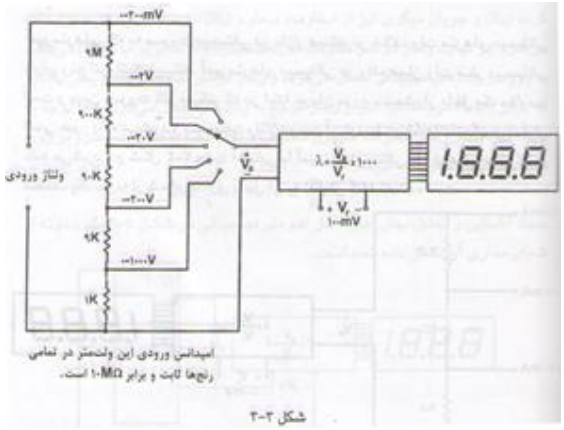


در بلوک دیاگرام شکل قبل V_a ولتاژ ورودی از کمیت مورد اندازه گیری به دستگاه اندازه گیری آن را مورد سنجش قرار داده و در خروجی نشان داده شود . و V_4 ولتاژمرجع یا مبنایی است که در داخل دستگاه اندازه گیری دیجیتال جهت مقایسه ایجاد می گردد و معمولا مقدار آن برابر 100 میلی ولت است . l مقدار عددی کمیت اندازه گیری شده است که توسط ولت متر دیجیتالی بر روی صفحه

نمایش مشخص می گردد .

$$l = \frac{V_a}{100m} \times 1000 = 10V_a\,(mV)$$

از آنجایی که صفحه نمایش این نوع از ولت مترهای دیجیتالی حداکثر رقم 1999 می باشد درنتیجه V_a یا کمیت ورودی جهت اندازه گیری ولت متر می توان میزان مقادیر مختلف ولتاژ از صفر تا 199/9 میلی ولت را به خوبی اندازه گیری نمود . ولی همانطور که می دانید ولت مترهای دیجیتالی مقادیر بالاتری را نیز اندازه گیری می کنند . جهت این کار در داخل ولت مترها جهت اندازه گیری ولتاژهای بیشتر از 199/9 میلی ولت، ولتاژ را در داخل یک یا چند مقاومت اهمی کاهش یا افت می دهند . جهت آشنایی با چگونگی ایجاد این افت ولتاژ و آشنایی با طریقه قرار گرفتن مقاومتها با ولت متر D.C در داخل دستگاه اندازه گیری شکل مداری آن در شکل 3-3 به تصویر کشیده شده است.



امروزه بیشتر ولت مترهای دیجیتالی دارای رنجهای اتوماتیک می باشند.

(Auto Range) . منظور از رنج اتوماتیک آن است که پس از اتصال ولت متر در یک مدار جهت اندازه گیری ولتاژ. ولت متر ابتدا به طور اتوماتیک بر روی کمترین رنج خود قرار می گیرد . اگر

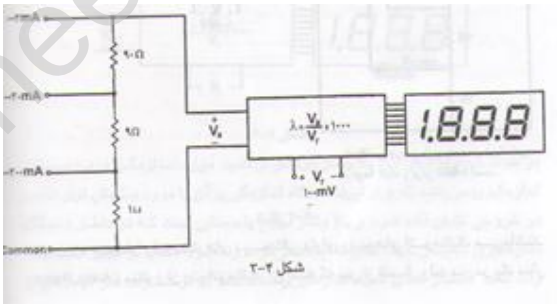
www.powerengineering.blogfa.com

کمیت مجهول ولتاژ در این رنج باشد ، اندازه گیری را انجام داده .و مقدار کمیت مجهول را بر روی صفحه نمایش خود نشان می دهد . ولی در صورتی که ولتاژ مورد سنجش در این رنج قرار نداشته و در رنج بیشتری باشد . انگاه ولت متر فوق به طور اتوماتیک بر روی رنج بالاتر قرار می گیرد و مراحل قبلی دوباره تکرار می گردد.

در این نوع از ولت مترها اگر ولتاژ مورد اندازه گیری A.C و متناوب باشد در داخل ولت متر بر سر راه ولتاژ متناوب و بعد از کلید سلکتور یک دیود یا یکسو کننده همراه با فیلتر قرار می دهند تا بدین طریق برق A.C و جریان متناوب را ابتدا به ولتاژ مستقیم تبدیل نموده و سپس این ولتاژ D.C شده به ولت متر فوق الذکر اعمال گردد . بنابراین با این کار هم ولتاژ متناوب و هم ولتاژ مستقیم قابل دریافت و اندازه گیری می باشد .

آمپرمتر دیجیتالی

امپرمترهایی که به صورت دیجیتالی در بازار هستند بر خلاف ولت مترهای دیجیتالی دارای رنج اتوماتیک نیستند . آمپرمترهای دیجیتالی در واقع همان ولت متر دیجیتالی است و بدین صورت کار کی کند که در ابتدا جریان مورد سنجش از داخل یک مقاومت اهمی عبور داده می شود و سپس افت ولتاژ دو سر ان توسط دستگاه اندازه گیری نمایش داده می شود . در شکل 4-3 جهت آشنایی با آمپرمتر دیجیتالی با رنجهای اندازه گیری مختلف یک نمونه از شمای مداری داخل آن به نمایش گذاشته شده است.



از آنجایی که آمپرمترهای دیجیتالی دارای رنج اتو ماتیک نیستند بنابراین باید به این نکته دقت کرد که برای هر اندازهگیری ابتدا با توجه به کمیت مورد سنجش باید توسط کلید سلکتوری که بر روی این امپر مترها قرار داد رنج مناسب آن را انتخاب نمود . همانطور که در قسمت قبل در مورد دستگاههای ولت متر دیجیتالی گفته شد در آمپرمتر دیجیتالی نیز جهت اندازه گیری جریان متناوب بعد از کلید سلکتور آن توسط یکسو کنندهی الکترونیکی ولتاژ را افت داده و سپس پس از یکسوی سازی در دو سر مقاومت ها به ولت متر اعمال می گردد.

اهم متر دیجیتالی

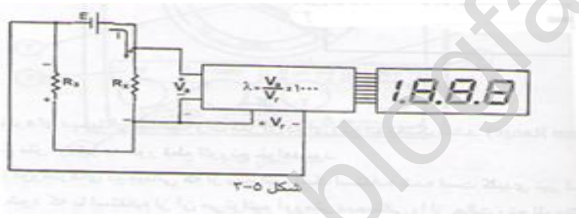
در اندازه گیری مقاومتهای اهمی در اهم مترهای دیجیتالی بدین صورت عمل می گردد که در ابتدا جریان از داخل مقاومت مجهول یا همان مقاومت مورد اندازه گیری عبور کرده (R_X) و جریان دیگری نیز از مقاومت معلوم (R_S) توسط اهم متر عبور داده می شود . در نهایت ولتاژ دو سر مقاومت مورد سنجش (R_X) که برابر با $(R_X.I)$ می باشد به ورودی ولت متر دیجیتالی اعمال

www.powerengineering.blogfa.com

می گردد و ولتاژدو سر مقاومت معلوم یعنی R_s نیز که برابر با $(R_S.i)$ می باشد به عنوان ولتـاز مرجع به ولت متر اعمال می گردد و با توجه به رابطه قبل مقدار رقمی مقاومت مجهـول متناسـب و با مقایسه با با مقاومت معلوم بر روی صفحه نمایش نشان داده می شود

$$l = \frac{V_a}{Vr} \times 1000 = \frac{R_X.i}{R_S.i} \times 1000$$

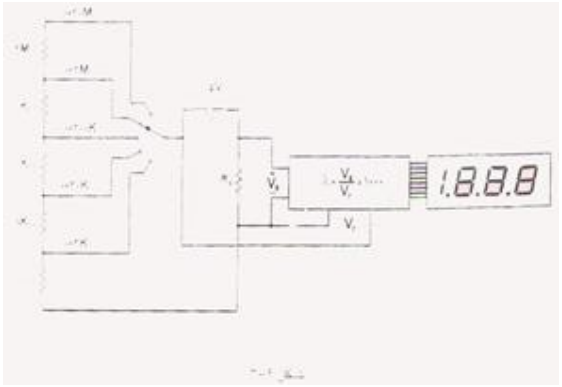
جهت آشنایی و تحلیل بهتر مدار داخل اهم متر دیجیتالی در شکل 3-5 یک نمونه از شمای مداری آن نشان داده شده است



با توجه به رابطه بدست آمده برای l در صفحه قبل چنانچـه $R_S = 100$ در نظـر گرفتـه شـود آنگاه $l = 10R_X$ شده و از آنجایی که ماکزیمم مقدار l نمی تواند از 1999 تجاوز کند بنـابراین ولت متر فوق حداکثر مقدار صفر 199/9Ω با توجه به $R_S = 100$ می تواند مـورد انـدازه گیـری قرار دهد .

چنانچه در یک آمپر متر دیجیتالی بجای یک عدد مقاومت معلوم R_s از چندین مقاومت اسـتفاده نماییم آنگاه می توانیم حوزه اندازه گیری را در اهم متر فوق افزایش دهیم. این عمل یعنی اسـتفاده از چندین مقاومت معلوم به جای R_s در اهم مترهای مولتی رنج استفاده شده است .

در شکل 3-6 شمای مداری یـک نمونـه از اهـم متـر مـولتی رنـج جهـت آشـنایی ودرک صـحیح و چگونگی کارکرد آن به نمایش گذاشته شده است .

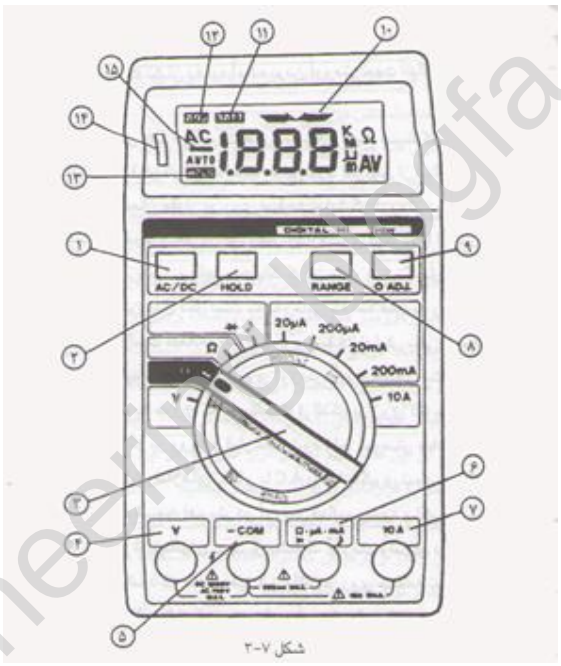


در آوومترهای دیجیتالی چنانچه ولت متر ان دارای رنج اتوماتیک باشد (Auto Range) آنگاه اهم متر ان نیز به طور قطع اتو رنج خواهد بود .

www.powerengineering.blogfa.com

در اغلب آوومترهای دیجیتالی که از رنج اتوماتیک استفاده شده است کلیدی نیز قرار داده می شود که با استفاده از می توانیم آوومتر دیجیتالی را از حالت رنج اتوماتیک خارج کرده و به صورت دستی در آوریم .

با در نظر گرفتن نتایج قبل در مورد اصول کار آوومتر دیجیتالی به توضیح و تشریح قسمتهای مختلف آوومتر دیجیتالی می پردازیم . برای توضیح هر قسمت از کلید های روی آوومتر ابتدا یک تصویر از پانل یک اوومتر دیجیتالی در شکل 7-3 به نمایش گذاشته شده است .



شکل ۷-۳

کلیدهای روی آوومتر دیجیتالی :

1- کلید AC/DC : با این کلید نوع جریان یا ولتاژ را از نقطه نظر D.C یا A.C بودن انتخاب می کنیم . در ابتدای روشن شدن آوومتر دیجیتالی این کلید به طور خودکار بر روی حالت D.C قرار می گیرد . سپس با توجه به جریان یا ولتاژ مورد اندازه گیری که از چه نوع هستند و با فشار دادن کلید فوق می توانیم حالت A.C یا D.C را انتخاب کنیم . پس از روشن شدن آوومتر با فشار دادن کلید فوق بر روی صفحه نمایش (Display) حرف A.C نمایان می گردد که نشان دهنده آماده بودن آوومتر جهت اندازه گیری مقادیر A.C می باشد

2- کلید HOLD : از این کلید در آوومترهای دیجیتالی جهت ضبط کردن مقادیر مختلف که مورد اندازه گیری قرار گرفته اند استفاده می شود. اگر پس از اندازه گیری دکمه فوق الذکر را فشار دهیم همان مقدار بر روی صفحه نمایشگر آوومتر دیجیتالی به صورت ثابت نگه داشته می شود . و اگر در این زمان اندازه گیری دیگری را انجام دهیم توسط آوومتر نشان داده نمی شود . و باید جهت پاک کردن مقدار فوق یک بار دیگر کلید HOLD را فشار دهیم . همچنین قابل ذکر است که تا زمانی اطلاعات بر روی صفحه نمایش ثابت نگه داشته شده است کلمه HOLD بر روی صفحه نمایش باقی می ماند .

www.powerengineering.blogfa.com

3- کلید سلکتور : کلید فوق الذکر بر روی آوومترهای دیجیتالی مشخص کننده نوع و حالت کاری آن است به طوری که اگر کلید فوق الذکر بر روی off باشد اوومتر کلا خاموش می شود . و اگر بر روی V قرار داده شود فقط آوومتر مانند ولت متر عمل می کند و می توان با آن ولتاژهای D.C و یا A.C را اندازه گیری نمود . اگر کلید فوق الذکر بر روی Ω قرار بگیرد قسمت اهم متر در اوومتر فعال می شود و اگر بر روی حالت → قرار گیرد در دو سر ترمینالهای →و مشترک آوومتر ولتاژی در حدود 1500 mV میلی ولت برقرار می شود که مقدار دقیق این ولتاژ برروی صفحه نمایش آن قابل دیدن می باشد . اگر دو ترمینال مشترک و→ را در آوومتر با هم اتصال کوتاه نماییم . بوق اوومتر به صدا در می آید . بنابراین یکی از کاربردهای زیاد آوومتر استفاده از این دو ترمینال برای مشخص کردن اتصال داشتن ویا قطع بودن دو نقطه مدار از یکدیگر می باشد . و کاربرد دیگر آن آزمایش دیودها می باشد . اگر آند یک دیود از جنس سیلیکون را به ترمینال و کاتد آن را به ترمینال com آوومتر وصل نماییم در صورت سالم بودن دیود فوق برروی صفحه نمایش آوومتر ولتاژی معادل 500 mV ظاهر خواهد شد ولی اگر دیود به کار گرفته شده از جنس ژرمانیم باشد این ولتاژ تقریبا معادل 180 mV می باشد . حال اگر قطبهای یک دیود سالم را نسبت به حالت قبل بر عکس کنیم در آوومتر هیچ تغییری حاصل نمی شود . ولی اگر دیود مورد آزمایش سوخته باشد آوومتر حالت اتصال کوتاه را مشخص می نماید .

اگر کلید سلکتور اوومتر در حالت ⟶ قرار گرفته باشد .

اوومتر ولتاژ دو سر هر عنصری را که بین ترمینالهای فوق الذکر قرار گرفته شده باشد را بر حسب میلی ولت مشخص می کند .

همچنین قسمت دیگری که می توان کلید سلکتور را بر روی آن قرار داد آمپرمتر می باشد . یعنی اگر سلکتور در حالت آمپرمتر قرار بگیرد آوومتر مانند یک آمپرمتر عمل می کند و میتواند با توجه به رنج های مشخص شده در قسمت امپرمتری آن بر روی رنج های 20mA-200μ A -20μA و یا 200mA قرار گیرد و حد اکثر مقادیر فوق الذکر را اندازه گیری نماید . چنانچه جریان مورد سنجش بیش از رنج های مشخص شده در بالا باشدد دیگر آوومتر هیچ عددی را نشان نداده و نیز آوومتر به همراه اضافه بار (Over Load) به صدا در آید و همچنین شایان ذکر است که در تمامی حوزه های مشخص شده فوق جریان مورد سنجش می تواند D.C یا A.C باشد . در ضمن ترمینال 10A نیز جهت سنجش جریانهای A.C یا D.C از صفر تا 10 آمپر استفاده می شود که باید در استفاده از آن این نکته مهم مد نظر قرار گیرد که در این حالت حداکثر در مدت زمانیکه یک دقیقه مجاز به قرار دادن آمپرمتر در مدار هستید .

4- ترمینال اندازه گیری ولتاژ: اگر بخواهیم میزان ولتاژ را مورد سنجش قرار دهیم از ترمینال مخصوص ولتاژ و ترمینال مشترک common استفاده می کنیم. ولتاژ مورد اندازه گیری می تواند از نوع A.C یا D.C باشد .

5- ترمینالی مشترک می باشد که در همه اندازه گیری ها از قبیل ولتاژ و جریان - مقاومت اهمی و تست اتصالات بین دو نقطه مورد استفاده قرار می گیرد .

www.powerengineering.blogfa.com

6- ترمینالی است که جهت اندازه گیری مقاومت اهمی و جریان و پیوستگی مدار مورد استفاده قرار می گیرد.
7- ترمینالی است که جهت اندازه گیری جریان 10A در جریان D.C یا A.C استفاده می شود.
8- با فشار دادن این شستی می توان اوومتر را از سیستم رنج اتوماتیک خارج کرده و به صورت دستی رنج مورد نظر را انتخاب نمود . همچنین باید توجه داشت که با هر بار فشار بر روی شستی فوق رنج دستگاه یک پله افزایش می یابد.
9-کلید فوق جهت تنظیم صفر بکار می رود . و طریقه کاربرد ان بدین صورت است که ابتدا دو سیمم رابط آوومتر رابه یکدیگر وصل می کنیم . چنانچه در این حالت عددی غیر از صفر بر روی صفحه نمایش نمایان شد توسط این دکمه و با فشار آن عدد صفر را بر روی صفحه نمایش می آوریم .
10- علامت فوق نشان دهنده اتصال دو نقطه یا حالت اتصال کوناه می باشد . بدین صورت که اگر مقاومت اهمی بین دو نقطه کم بوده و یا صفر باشد . و کلید سلکتور در حالت ⟶ قرار داشته باشد و دو سیم رابط به یکدیگر وصل شود . این علامت بر روی صفحه نمایان می شود.
11- آوومتر عموما توسط دوعدد باتری قلمی 1/5 ولتی تغذیه می شود . و همواره جهت استفاده از اوومتر می بایست دو باطری در داخل آن نصب گردد . حال اگر ولتاژ باطری های فوق پس از کار کردن از یک حد مشخصی کمتر گردد این علامت (BATT) بر روی صفحه نمایش آوومتر ظاهر می گردد . در چنین حالتی باید باتری را تعویض نمود.
12- اگر کلید شماره 9 را فشار دهیم علامت فوق ظاهر می گردد .
13- در صورت فشار دادن شاستی HOLD که جهت ثبت کردن مقادیر مورد سنجش استفاده می شود علامت فوق در صفحه نمایش آوومتر نمایان می شود .
14- در صورتی که در اندازه گیری مقاومت اهمی در قسمتی از مدار توسط اومتر ولتاژ بیشتر از 80 ولت باشد لامپ کوچک نئون روشن می گردد.
15-این علامت زمانی که قطب ولتاژبه ترمینال (4) و قطب منفی آن به ترمینال (5) متصل کردن بر روی صفحه نمایش ظاهر نمی گردد ولی اگر در اندازه گیری ولتاژی جای قطبها را بر عکس وصل کرده باشیم علامت فوق ظاهر می شود که بیانگر مثبت تر بودن قطب متصل به ترمینال (5) نسبت به قطب نتصل به ترمینال (4) می باشد . همچنین شایان ذکر است که ترمینال فوق جهت اندازه گیری ولتاژ D.C مورد استفاده باید قرار گیرند .

فصل چهارم

کنتورهای برق

- اندازه گیری مصرف برق
- چگونگی کارکرد کنتور
- طریقه قرار گرفتن کنتور در مدار

www.powerengineering.blogfa.com

- طریقه خواندن کنتور برق
- اشکالاتی که در کنتور ممکن است ایجاد شود
- استفاده از کنتور اصلی و فرعی
- کنتور سه فازه
- طریقه در مدار قرار گرفتن کنتور سه فاز
- کنتور دو تعرفه
- طریقه اتصال کنتور دو تعرفه در مدار
- کنتور سه فاز راکتیو
- طریقه قرار گرفتن کنتور راکتیو سه فاز در شبکه سه فاز چهار سیمه
- انواع مدارات الکتریکی (انواع مدارات کنتور- دیود و....)

اندازه گیری مصرف برق:

برق مصرف شده در واقع همان کار الکتریکی می باشد یا به عبارت دیگر کار و برق مصرف شده از یک جنس می باشند . کار الکتریکی عبارت از حاصلضرب قدرت مصرفی در زمان می باشد . اگر بخواهیم کاری را که توسط برق انجام می شود بدست آوریم باید میزان توان مصرف شده را برحسب کیلو وات در زمان مصرف کردن وسیله مربوطه ضرب نماییم . البته حاصلضرب فوق فقط زمانی که مقدار قدرت مصرف شده ثابت باشد صادق است و در صورتی که قدرت مصرفی را در زمان ضرب کرده و سپس مقادیر حاصله را با هم جمع نماییم . در عمل که توان مصرفی ثابت نمی باشد بدست آوردن کار الکتریکی در هر لحظه از زمان به سادگی مقدور نمی باشد و تنها وسیله اندازه گیری که این کار را انجام می دهد کنتور برق می باشد .

کنتور جریان متناوب یکفاز :

الف) ساختار کنتور تکفاز: در این قسمت به قسمتهای مختلف تشکیل دهنده کنتور تکفاز می پردازیم و در مورد هر یک از این قسمتها توضیح می دهیم .

1- بوبین جریان : در کنتورهای برق این بوبین از سیم پیچ با سیمهای با مقطع زیاد و با تعداد حلقه های کم تشکیل گردیده است که بر روی یک هسته آهنی پیچیده شده اند سیمهای بکار رفته در بوبین جریان به صورت گردیا تسمه ای می باشد . این سیم پیچ در موقع نصب در مدار به صورت سری قرار می گیرد . خود سیم پیچ جریان نیز از دو هسته تشکیل شده است که با هم به صورت سری وصل می شوند .

2- بوبین ولتاژ : سیم پیچ دیگری که در کنتور وجود دارد بوبین ولتاژ ان است این بوبین از سیم پیچبا سیمهای نازک و سطح مقطع کم تشکیل گردیده است و تعداد دور آن نیز نسبت به بوبین جریان بسیار زیادتر است این سیم پیچ نیز بر روی یک هسته آهنی پیچیده شده است . بوبین ولتاژ در هنگام نصب کنتور به صورت موازی در مدار قرار می گیرد.

3- آهنربا : آهنربایی که در کنتور مورد استفاده قرار می گیرد به صورت نعلی بوده و از نوع مغناطیسی دائم می باشد.

www.powerengineering.blogfa.com

4- نمراتور: قسمت دیگری که در کنتورها مورد استفاده قرار می گیرد . وعمل قرائت کنتور نیز به وسیله آن انجام می شود نمراتور است . نمراتور از یک سری چرخ دنده های کنتور تشکیل یافته است که بر روی انها شماره های صفر تا 9 نوشته شده است و میزان برق مصرفی را مشخص می کند .

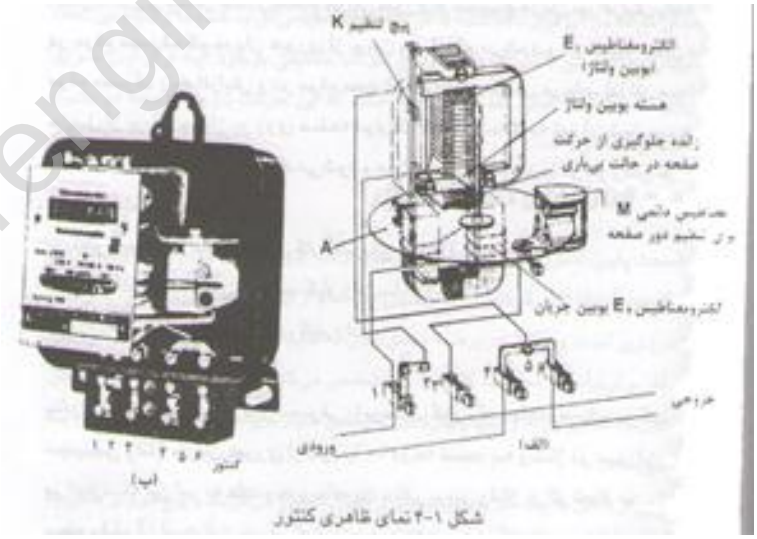
5- دیسک : دیسک صفحه ای دایره شکل است که حول محوری می چرخد. جنس این صفحه از آلومینیوم می باشد زیرا آلومینیوم از نظر وزن سبک است . این صفحه به دو یاتاقان از بالا و پایین اتکا دارد . و، طوری ان را قرار می دهند که در مسیر میدانهای ایجاد شده به وسیله بوبین جریان و بوبین ولتاژ قرار گیرد.

6- اسکلت : قسمتهای مختلف گفته شده در بالا از قبیل دیسک ، نمراتور ، بوبین جریان و ولتاژ و سایر قسمتهای کنتور بر روی یک قطعه آلومینیومی قرار داده می شوند که اصطلاحا به آن اسکلت گفته می شود . دلیل استفاده از الومینیوم در ساخت اسکلت جلوگیری از تاثیر میدانها می باشد .

7- محفظه : در آخر کنتور را در داخل یک محفظه مخصوص قرار می دهند که اطراف محفظه از جنس فلز کائوچو بوده و مقطع ان معمولا به صورتهای مختلف دایره و یا مربع مستطیل می باشد . محفظه فوق عناصر داخل کنتور را از عوامل فیزیکی خارجی از قبیل باد و باران و گرد و خاک محافظت می کند

چگونگی کارکرد کنتور :

جهت درک بهتر کارکرد داخلی کنتور ابتدا شکل آن را در زیر مشخص شده است .



شکل ۱-۴ نمای ظاهری کنتور

وقتی که کنتور در مدار قرار می گیرد و مصرف کننده های الکتریکی نیز از آن تغذیه میکنند از داخل بوبین جریان ، جریان مصرف کننده عبور کرده و این سیم پیچ به نوبه خود یک میدان مغناطیسی بوجود می آورد. همانطور که گفته شد بوبین ولتاژE_1 نیز همواره با دو سر شبکه تکفاز به صورت موازی وصل می باشد . با توجه به شکل صفحه الومینیومی A طوری قرار گرفته است که

www.powerengineering.blogfa.com

میدان مغناطیسی حاصل از بوبین ولتاژ در بالا و میدان مغناطیسی بوبین جریان در پایین آن قرار دارد و آهنربای دائکی که با M در شکل مشخص شده است جهت یکنواخت کردن و یا ایستادن حرکت صفحه دوار تعبیه شده است . دو میدان مغناطیسی گفته شده در بالا هر کدام به سهم خود میدان مغناطیسی متغیری بر روی صفحه دوار ایجاد می کنند که این امر سبب به وجود امدن جریانهای فوکو در صفحه دوار می گردد.

بر اثر تاثیر گذاری این میدانها در صفحه فوق الذکر یک حرکت چرخشی حول محور خود شکل می گیرد . از اجایی که میزان شدت میدان مغناطیسی که توسط بوبین جریان تولید می شود بستگی مستقیم به میزان جریان عبوری از آن دارد بنابراین در هنگامی که مصرف انرژی بیشتر است و بالطبع جریان عبوری از سیم پیچ جریان نیز افزایش یافته و در موقع مصرف کم جریان عبوری از بوبین جریان کم می شود و در نتیجه میدان در موقع مصرف زیاد افزایش و در موقع مصرف کم انرژی کاهش می یابد . لذا اثر میدان حاصل از بوبین جریان بر روی صفحه دوار کم وزیاد شده و به تبع آن نیز سرعت چرخش صفحه دوار کند و یا تند می شود و میزان مصرف انرژی را در هر زمان توسط نمراتور مشخص می کند .

در کنتور برق با توجه به فرمول کار الکتریکی W=P.T[kwh]

W میزان انرژی مصرفی بر حسب کیلو وات ساعت

P میزان قدرت مصرفی بر حسب کیلو وات

T زمان بر حسب ساعت است

بنابراین کنتور برق میزان برق مصرفی را بر حسب کیلو وات ساعت حساب می کند .

سیم پیچی ولتاژ جریان عبوری از خود را 90درجه نسبت به ولتاژ دو سر آن عقب می اندازد . که این امر به علت وجود خاصیت سلفی بوبین ولتاژ بر اثر تعداد دور زیاد و سطح مقطع آن است . این جریان که از بوبین ولتاژ عبور می کند فلوی مغناطیسی ju را بوجود می آورد که نسبت به جریان عبوری از ان زاویه کوچکی به اندازه au بوجود می آورد . این زاویه را زاویه خطای فلوی مغناطیسی در اثر ولتاز می گویند . این موضوع در سیم پیچ های جریان نیز زاویه a_i را که به ان نیز زاویه خطای فلوی مغناطیسی بر اثر جریان می گویند به وجود می آورد . اگر هر دو زاویه a_i و a_u با هم برابر شوند کنتور $w=U.I.Cosj.t$ را نشان می دهد . بنابراین در عمل جهت مساوی کردن این دو زاویه از یک سیم پیچ فرعی که بر روی هسته بوبین جریان پیچیده شده است و دو سر آن را به سیمی از جنس مانگانین وصل می کنند قرار داده شده است . و برای تنظیم آن از کشوی متحرک k استفاده می گردد . همچنین در کنتورها جهت جلوگیری کردن از حرکت صفحه کنتور در هنگام بی باری از زبانه فلزی که بر روی هسته بوبین ولتاژ تعبیه شده است و با محور دیسک در ارتباط می باشد استفاده می گردد .

در کنتور برای خنثی نمودن اصطلاک و جلوگیری از کارکرد کنتور در اثر جریانهای ضعیف در سطح مقطع هسته سیم پیچ ولتاژ شیاری بوجود آورده شده است و یک میله اتصال کوتاه در آن

www.powerengineering.blogfa.com

قرار داده شده تا اثر میدان مغناطیسی تولید شده به وسیله این حلقه و میدان مغناطیسی ناشی از بوبین حرکت ضعیفی بوجود آید و از این طریق نیروی اصطلاک را خنثی کند . شایان ذکر است که این حرکت بوجود آمده در جهت حرکت دیسک می باشد .

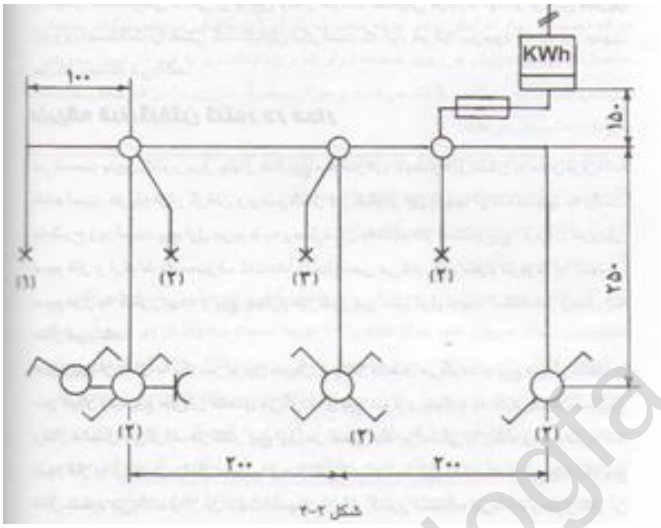
طریقه قرار گرفتن کنتور در مدار:

در قسمت پایین کنتور برق چهار عدد پیچ مخصوص جهت وصل شدن به مدار قرار داده شده است . طریقه قرار گرفتن و وصل شدن هر کدام از این پیچها از سمت چپ به راست به شرح زیر است . پیچ اول مربوط به وصل شدن به سیم فاز است و پیچ دوم آن خروجی سیم فاز و ارتباط به مصرف کننده ها را مشخص می کند . پیچ سوم مربوط به اتصال سیم نول به کنتور بوده و پیچ چهارم نیز خروجی سیم نول جهت استفاده و وصل به مدار می باشد .

اولین پیچ از داخل به یک سر بوبین جریان و ولتاژ متصل می گردد . پیچ دوم از داخل به سر دیگر سیم پیچ جریان متصل می گردد . و پیچ سوم و چهارم به طرف دوم سیم پیچ ولتاژ متصل می گردد . در کنار پیچ اول در کنتور یک برامدگی یا زاءده وجود دارد که سیم فاز را از بوبین ولتاژ مجزا یا وصل می کند . توسط این زائده که بوسیله یک پیچ قابل تنظیم می باشد و از آن جهت اطمینان از کار کنتور استفاده می شود و طرز کار آن بدین صورت است که برای چند لحظه سیم فاز را از سیم پیچ ولتاژ جدا می کنند . اگر کنتور از کار افتاد درست وصل شده است در غیر این صورت باید اشکال موجود در مدار را در قسمت اتصالات خارجی کنتور و یا داخلی آن پیدا کرد. در سیم کشی که در ساختمان های یک طبقه صورت می گیرد معمولا کنتور برق را به همراه یک فیوز بر روی تخته ای توسط اداره برق نصب می گردد و افراد معمولی مجاز به دست کاری و یا باز کردن محفظه کنتور حتی در موقع خرابی آن نیستند . به همین علت ماموران اداره برق درب کنتور را پلمپ می کنند

اگر ساختمان دارای چند طبقه باشد معمولا برق ورودی آن توسط اداره برق سه فاز منظور می گردد . و در چنین مواقعی از کنتور سه فاز که مخصوص جریان سه فاز است استفاده می گردد . شکل 2-4 یک نمونه از کنتور تکفاز را جهت آشنایی بیشتر به نمایش گذاشته است .

www.powerengineering.blogfa.com



شکل ۲-۴

طریقه خواندن کنتور برق :

بر روی صفحه کنتور چند خانه مستطیل مانند به چشم می خورد که در اطراف یک یا دوتای آنها در سمت راست رنگ قرمز یا مشکی کشیده شده است که مامور اداره برق ان را نمی خواند . زیرا خانه های ذکر شده در بالا مقادیر 0/1 و یا0/01 کیلو وات ساعت را که جزء رقم های اعشاری محسوب می شود نشان می دهد.

جهت مشخص شدن عدد مصرفی آن و قرائت صحیص باید کنتور مربوط به قبل و بعد از یک دوره بخصوص را خوانده و از یکدیگر کم کنیم . تا مقدار انرژی الکتریکی مصرفی طی آن دوره بر حسب کیلو وات ساعت محاسبه گردد. حال می توان با در اختیار داشتن میزان کیلو وات ساعت برق مصرفی در طی یک دوره بهای برق مصرفی را تعیین نمود .

برای محاسبه بهای برق مصرفی باید تعداد کیلو وات ساعت بدست آمده در طی یک دوره را مشخص را در هزینه یا بهای یک کیلو وات ساعت ضرب کرد و سپس هزینه اشتراک را به آن اضافه کرد . بدین ترتیب بهای برق مصرفی بدست می آید .

اشکالاتی که در کنتور ممکن است ایجاد شود:

قبل از توضیح در مورد فوق قابل ذکر است که کنتور برق توسط اداره برق نصب گردیده و سپس پلمپ می شود و افراد خارج از کادر فنی که در اداره برق جهت تعمیر کنتور در نظر گرفته شده اند نباید دست به تعمیر کنتور بزنند . به همین علت در اداره برق مرکزی جهت تعمیر و سرویس کنتور ها وجود دارد که دوره هایی را جهت کارآموزی و تعمیر کاران برگزار می کند . بنابراین در این مبحث عیبهایی را که در کنتور پیش می آید : عبارتند از

الف - کنتور از حرکت باز ایستاده و نمی چرخد .

1- سیم های ورودی و یا خروجی کنتور قطع شده اند .

2- سیم ارتباطی سیم پیچ ولتاژ قطع گردیده است

3- دیسک دوار کنتور در اثر ضربه خوردن از تنظیم خارج شده است.

www.powerengineering.blogfa.com

4- این احتمال نیز وجو دارد که گرد و غبار و یا مواد زائدی بین چرخ دنده های کنتور گیر کرده باشد.

ب- کنتور به صورت نا منظم کار کرده و مقدار صحیح را نشان نمی دهد .

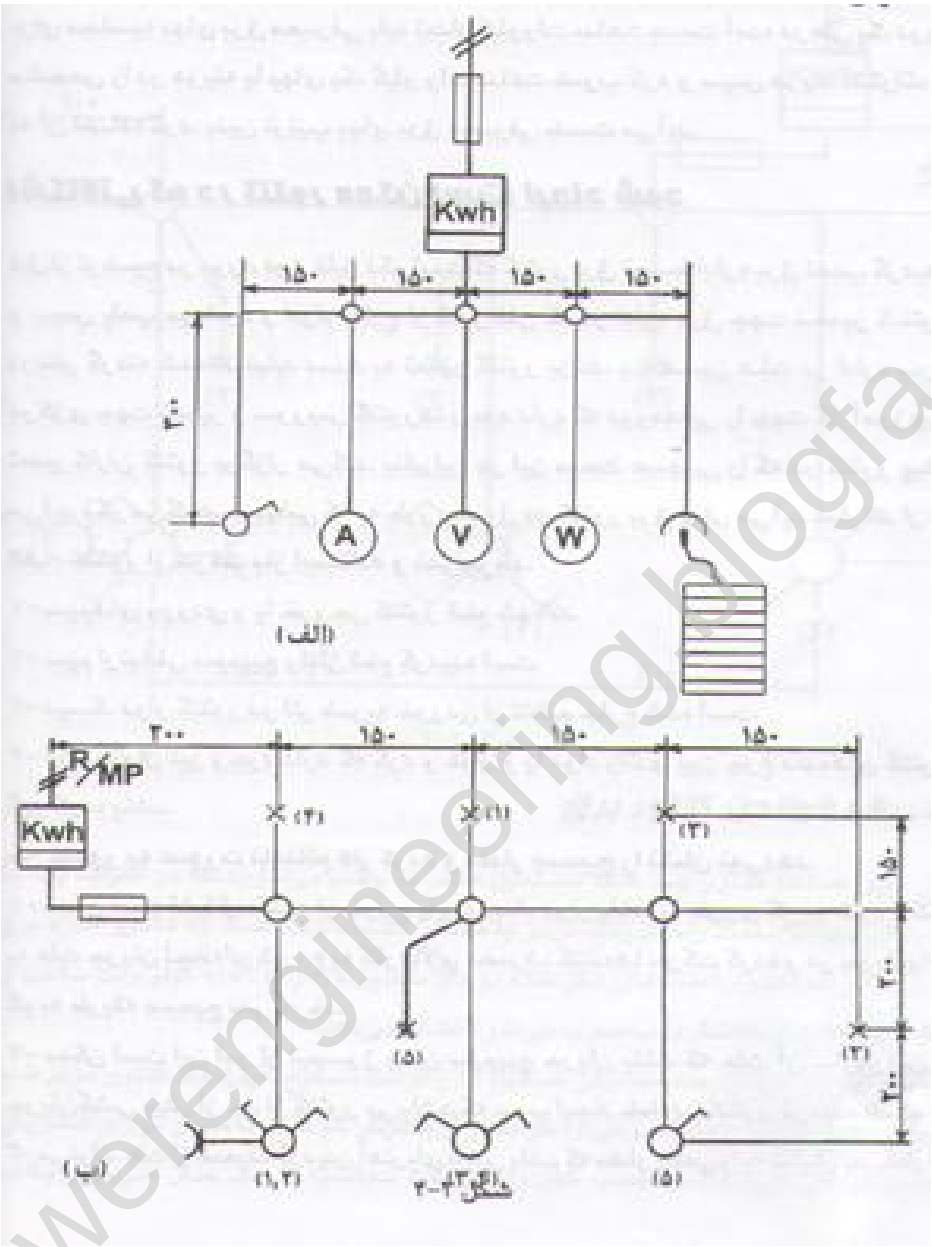
1- ممکن است اشکال ناشی از خروج پایه دیسک دوار باشد به طوری که در شروع کار به علت جریان لحظه ای شروع به کار بالای مصرف کننده ها حرکت کرده و در جریانهای کم به طریقه صحیح نمی چرخد .

2- ممکن است این امر از نیم سوز شدن سیم پیچ جریان باشد که علت آن بار گرفتن و جریان کشی بیش از حد از کنتور می باشد که سبب ایجاد خطا در کنتور گردیده است .

3- می تواند علت از ضعیف گردیددن آهنربای دائمی باشد که مقدار واقعی را به نمایش نمی گذارد . در شکل 3-4 طریقه نصب کنتور برق در ابتدای ورودی برق به صورت شماتیک و ساده به نمایش گذاشته شده است .

www.powerengineering.blogfa.com

www.powerengineering.blogfa.com



شکل ۳-۲

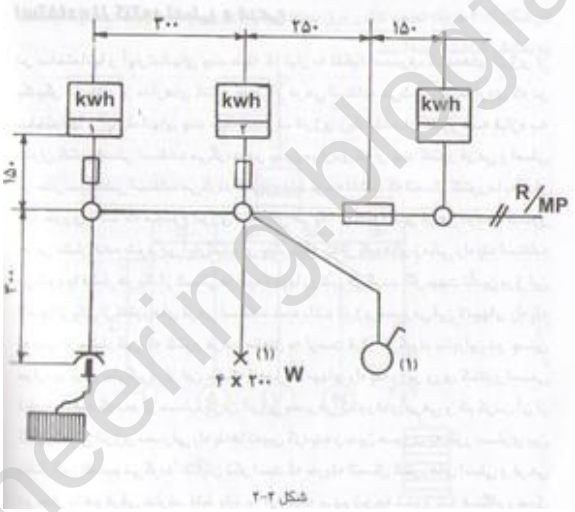
استفاده از کنتور اصلی و فرعی :

در ساختمانها و آپارتمانها چند طبقه که نیاز به تفکیک مصرف کننده های انرژی از یکدیگر می باشد از مدارهای کنتور اصلی و فرعی استفاده می شود . در مداری که در ساختمانها و آپارتمانهای چند طبقه مصرف انرژی زیاد باشد از کنتور سه فازه به عنوان کنتور اصلی استفاده می گردد . در چنین مواردی که از چند کنتور فرعی و اصلی در مدار سیم کشی می گردد همواره باید توجه داشت که اتصال کنتورها به مدار باید طوری باشد که مجموع انرژی مصرفی هر یک از کنتورهای فرعی توسط کنتور اصلی نشان داده شود . در آپارتمانهای چند طبقه که از کلید های زمانی راه پله استفاه می شود با فشار هر یک از شستی ها کلید لامپها روشن می گردد. اگر جهت تامین برق این

www.powerengineering.blogfa.com

لامپها از یکی از کنتورهای فرعی استفاده شده باشد انرژی مصرفی این لامپهای راه پله به یکی از مشترکین که کنتور فرعی متعلق به اوست قرار می گیرد . بنابراین در چنین مواردی برای جلوگیری از این مسئله معمولا لامپها راه پله را بر روی کنتور اصلی قرار می دهند که بعد از حساب کردن انرژی مصرفی فرعی و کم کردن آن از کنتور اصلی انرژی مصرفی راه پله ها تعیین گردیده و بدین صورت به طور مساوی بین مشترک تقسیم می گردد . شایان ذکر است که طریقه اتصال کنتورهای اصلی و فرعی د رمدار با هم فرقی ندارند . فقط باید به این نکته مهم توجه نمود که هنگام وصل کنتورهای فرعی ، سیم فاز ورودی آنها از خروجی کنتور اصلی تامین گردیده باشد .

شکل 4-4 طریقه نصب چند کنتور را به عنوان مثال در سر راه مصرف کننده ها نشان می دهد .



کنتور سه فازه :

امروزه ادارات برق و شرکتهای تولید کننده انرژی الکتریکی بدون استثناء جهت اندازه گیری کار یا انرژی الکتریکی مصرفی از وسیله اندازه گیری انرژی الکتریکی به نام کنتور استفاده می کنند . کنتورهایالکتریکی جهت اندازه گیری انرژی الکتریکی در جریان تکفاز و سه فازه کاربرد فراوانی دارند . در این قسمت به تحلیل و بررسی کنتور سه فازه و طریقه نصب آن می پردازیم .

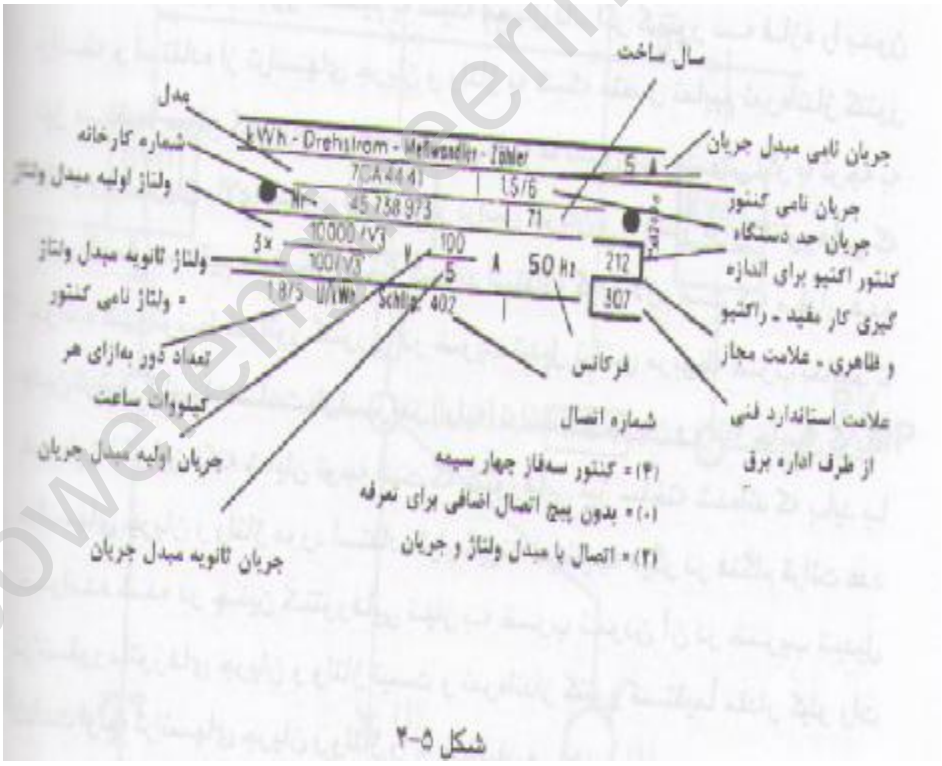
جهت اندازه گیری میزان توان مصرفی بر حسب کیلو وات ساعت (kwh) در شبکه های سه سیمه و چهار سیمه از کنتورهای اکتیو سه فاز استفاده می گردد . در اتصال کنتورهای سه فازه سه سمیه و یا چهار سمیه می توان از ترس جریان و ترانس ولتاژ استفاده کرده و یا به طور مستقیم به شبکه اتصال دارد . اگر کنتور سه فازه را بدون واسطه و استفاده از ترانسهای جریان و ولتاژ به شبکه متصل نماییم نمره انداز کنتور نیز مستقیما میزان کیلو وات ساعت مصرفی را به ما نشان می دهد . ولی اگر با توجه به ولتاز و یا جریان بالای عبوری از شبکه از ترانس جریان و یا ولتاژ برای کنتورهایی که برای اتصال مستقیم به شبکه ساخته شده اند استفاده گردد لازم است که مقدار عدد خوانده شده

www.powerengineering.blogfa.com

توسط نمراتور را در ضریب تبدیل ترانس مربوطه ضرب نماییم. تا بدین ترتیب کیلو وات ساعت طرف پریمر (اولیه) ترانسهای جریان و ولتاژ حاصل گردد . مهمترین ذکر این نکته شایان توجه است که کنتورهایی نیز ساخته شده اند که باید با ترانسهای جریان و ولتاژ مورد استفاده قرار گیرند . در نتیجه دیگر در هنگام قرائت عدد خوانده شده در چنین کنتورهایی نیاز به ضرب نمودن آن در ضریب تبدیل ترانسفورمالتورهای جریان و ولتاژ نیست و نمراتور کنتور مستقیما مقدار کیلو وات ساعت اولیه ترانسهای جریان و ولتاژ را به ما نشان می دهد .

کنتورهای نیز هستند که برای نصب به شبکه های با ولتاژ زیاد و جریان کم ساخته شده اند . بنا براین تنها از مبدل یا ترانس ولتاژ استفاده کرده و در مدار آنها باید قرار داده شود . و نمره انداز چنین کنتورهایی مقدار کیلو وات ساعت طرف پریمر را به ما نشان می دهد . در صورتی که در چنین کنتورهایی از مبدل جریان هم استفاده گردد می بایست عدد خوانده شده از نمراتور آن را در ضریب تبدیل مبدل جریان آن ضریب نمود تا مقدار واقعی بدست آید .

نکته قابل توجه در هنگام نصب کنتورها این است که همواره باید به مشخصات و پلاک مخصوص ان توجه نمود . شکل 4-5 پلاک مشخصات یک کنتور سه فازه با مبدل جریان و ولتاژ را نشان می دهد .

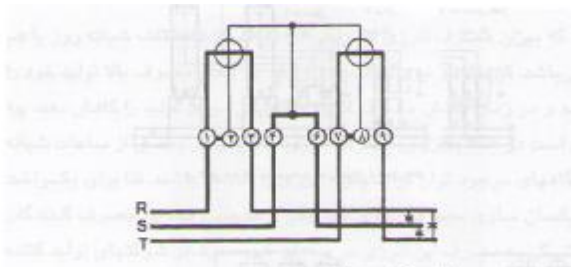


شکل ۵-۴

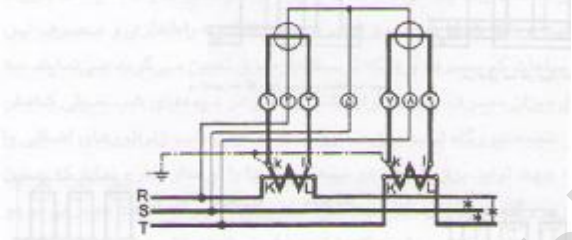
طریقه در مدار قرار گرفتن کنتور سه فاز

در اشکال 4-6 چگونگی و طریقه در مدار قرار گرفتن انواع کنتورهای سه فازه به نمایش گذاشته شده است .

www.powerengineering.blogfa.com

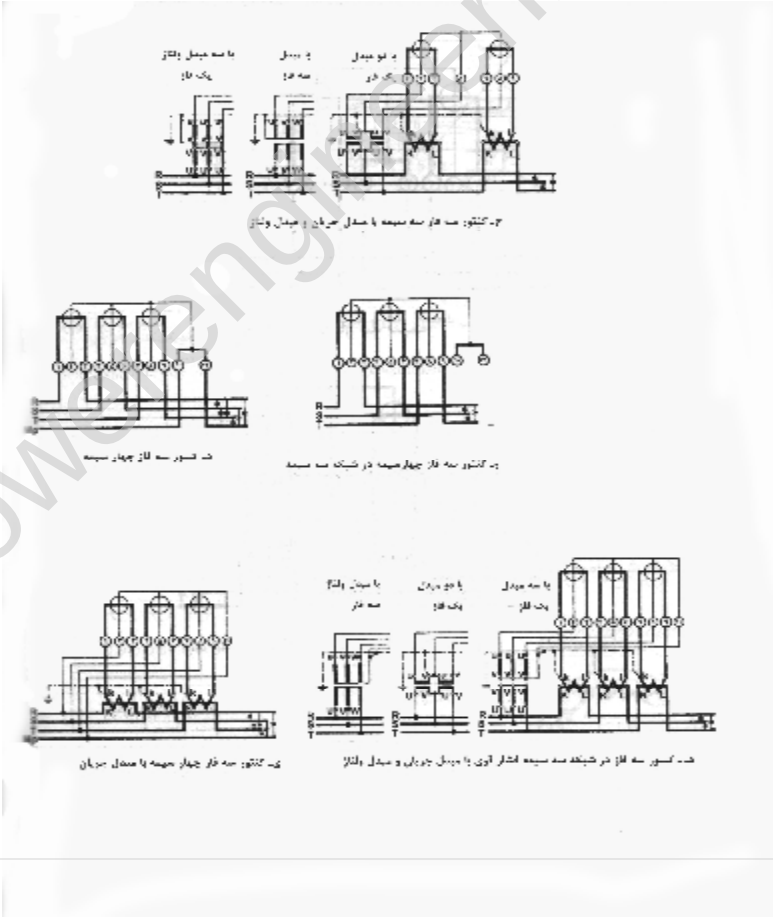


الف- کنتور سه‌فاز سه سیمه



ب- کنتور سه‌فاز سه سیمه با مبدل جریان

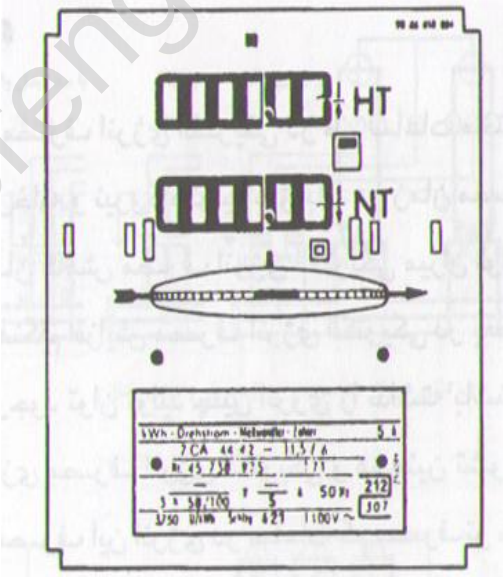
شکل ۶-۴



کنتور دو تعرفه :

www.powerengineering.blogfa.com

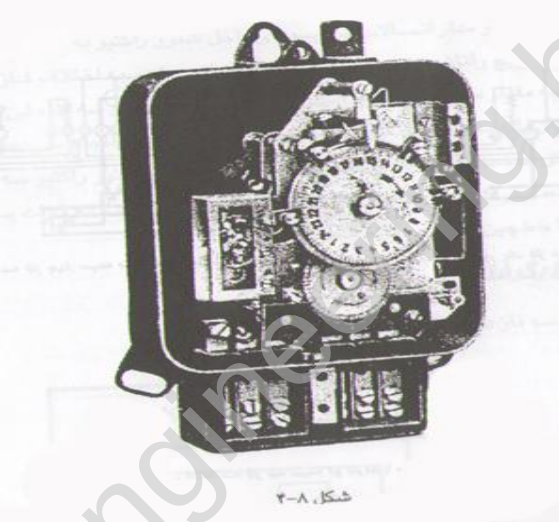
از آنجایی که میزان مصرف انرژی الکتریکی در طی ساعات مختلف شبانه روز با هم متفاوت می باشد . کارخانه و نیروگاه تولید برق باید در زمان مصرف بالا تولید خود را افزایش دهد و در زمان کاهش مصرف انرژی الکتریکی میزان تولید را کاهش دهد . چه بسا مکن است در هنگام افزایش مصرف انرژی الکتریکی دربعضی ار شاعات شبانه روز نیروگاههای موجود توان تولید چنین انرژی را نداشته باشند . لذا برای یکنواخت سازی مصرف انرژی الکتریکی و همچنین تشویق مصرف کنندگان انرژی الکتریکی به مصرف این انرژی در ساعات کم مصرف تر شرکتهای تولید کننده برق اقدام به کاهش بهای برق مصرفی در ساعات کم مصرف و افزایش بهای برق مصرفی در ساعات پیک بار می نمایند . لذا با این کار کارخانجات و تاسیسات بزرگ صنعتی جهت ارزانتر شدن بهای برق مصرفی خود اقدام به راه اندازی و مصرف این انرژی در ساعات کم مصرف برق که توسط اداره برق تعیین می گردد می نمایند . به عنوان مثال میزان مصرف برق در اوایل شب زیاد و در نیمه های شب خیلی کاهش می یابد . در نتیجه نیروگاه تولید برق مجبور است در اوایل شب ژنراتورهای اضافی را وارد شبکه جهت تولید برق کرده و در شب آنها را از مدار خارج نماید که چنین کاری برای نیروگاه ضرر دارد . لذا جهت محاسبه میزان کیلو وات ساعت مصرفی در دو زمان گفته شده نیاز به کنتوری است که دارای دو شماره انداز باشد و صفحه دوار کنتور که به شماره اندازها مرتبط است می بایست در بعضی از ساعات به یکی از شمارنده ها و ساعات دیگر به شمارنده دیگری وصل گردد . در این مدل از کنتورها گردش محور متحرک کنتور توسط یک رله مغناطیسی بخصوص به هر یک از شمارنده ها منتقل می شود و به راحتی توسط یک زبانه می توان از بیرون تشخیص داد که کدام یک از شمارنده ها در حال کارکردن است . در شکل 7-4 جهت آشنایی بیشتر صفحه ظاهری یک کنتور و دو تعرفه آن به نمایش گذاشته شده است .



شکل ۷-۴

www.powerengineering.blogfa.com

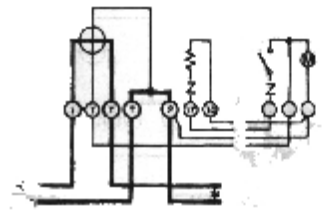
رله مغناطیسی که در داخل کنتور دو تعرفه به کار گرفته می شود به وسیله یک ساعت الکتریکی که به صورت اتوماتیک فرمان می گیرد کار می کند . این ساعت از صفحه ای که به 24 قسمت یا 24 ساعت تقسیم شده است تشکیل می شود . بر روی این صفحه دو زبانه کوچک قرار داده شده است که می توان آنها را به وسیله پیچ مخصوص آن در محلهای مورد نظر تنظیم ومحکم نمود . ساعت فوق الذکر به وسیله یک موتور الکتریکی کوک شده و هر 24 ساعت یک دور می چرخد . با چرخش صفحه فوق الذکر و رسیدن زبانه های تنظیم شده روی ن به محل های مخصوص در زمان مشخص شده کنتاکت های کلید داخل ساعت را قطع و یا وصل می نماید . و این کلید نیز به نوبه خود مدار رله داخل کنتور را قطع و یا وصل کرده و شمارنده کنتور را تعویض می کند . در شکل 8-4 جهت آشنایی بیشتر یک نمونه از ساعت الکتریکی به نمایش گذاشته شده است .



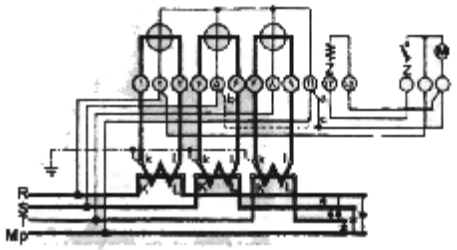
طریقه اتصال کنتور دو تعرفه در مدار

در مکانهایی که از چندین کنتور دو تعرفه استفاده می شود و بخواهیم به طور همزمان شمارنده های آنها با هم تغییر نماید از ساعت استفاده می شود . در این صورت می بایست رله تمام کنتور ها را با یکدیگر موازی کرده و آنگاه به شبکه وصل کنیم . جهت آشنایی و چگونگی وصل کنتور دو تعرفه با ساعت شمای داخلی و مداری آن در زیر به نمایش گذاشته شده است .

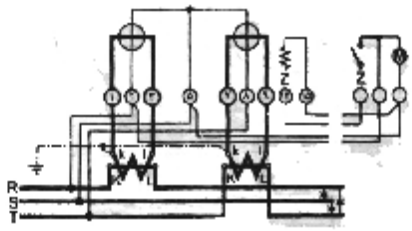
www.powerengineering.blogfa.com



الف- مدار کنتور یک فاز دو تعرفه با ساعت



ب- مدار کنتور سه فاز چهار سیمه دو تعرفه با ساعت و مبدل جریان



ج- کنتور سه فاز سه سیمه دو تعرفه با ساعت و مبدل جریان

کنتور سه فازه راکتیو

در مراکز تاسیساتی بزرگ و بیشتر کارخانجات در صورتی که ضریب قدرت کارخانجات اصلاح نشده باشد مقدار زیادی از مصرف برق به صورت راکتیو صورت می پذیرد که شرکتهای تولید کننده انرژی الکتریکی را مجبور می سازد به دلیل ناتوانی کنتورهای اندازه گیری اکتیو در خواندن و نشان دادن میزان برق مصرفی راکتیو از وسیله اندازه گیری دیگری به نام کنتور استفاده نمایند . در مراکز صنعتی جهت اندازه گیری مصرف دواته (kvarh) از کنتور راکتیو استفاده می گردد .

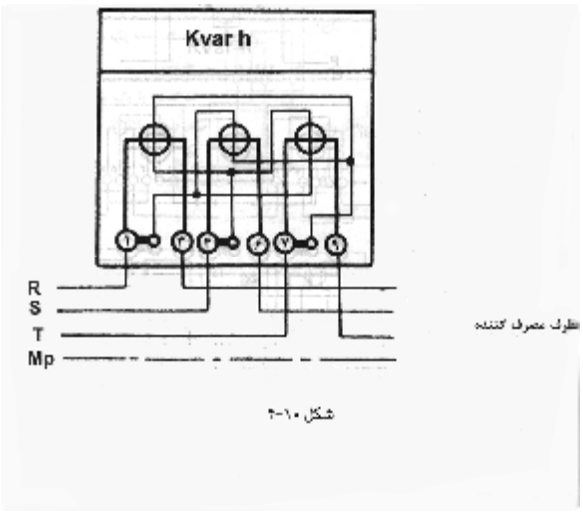
شایان ذکر است که ساختمان و طرز کار این کنتور بسیار شبیه به کنتور راکتیو می باشد . فقط در کنتور راکتیو مدار اتصالات سیم پیچهای داخل کنتورراکتیو به گونه ای است که بین جریان سیم پیچ ولتاژ و سیم پیچ جریان آن به اندازه 90 درجه اختلاف فاز وجود دارد . در نتیجه مقدار مصرف راکتیو را نشان می دهد . در کنتورهای سه فازه این اختلاف فاز توسط کارخانه سازنده با تغییر سربندی که در داخل کنتور انجام می دهد عملی می گردد . شکل صفحه بعد طریقه و چگونگی قرار گرفتن اتصال کنتور راکتور سه فازه زا به شبکه به تصویر کشیده است . در شکل b چنانچه ولتاژ ساعت 380 ولت باشد از اتصالی که با خط چین مشخص شده است استفاده می گردد .

طریقه قرار گرفتن

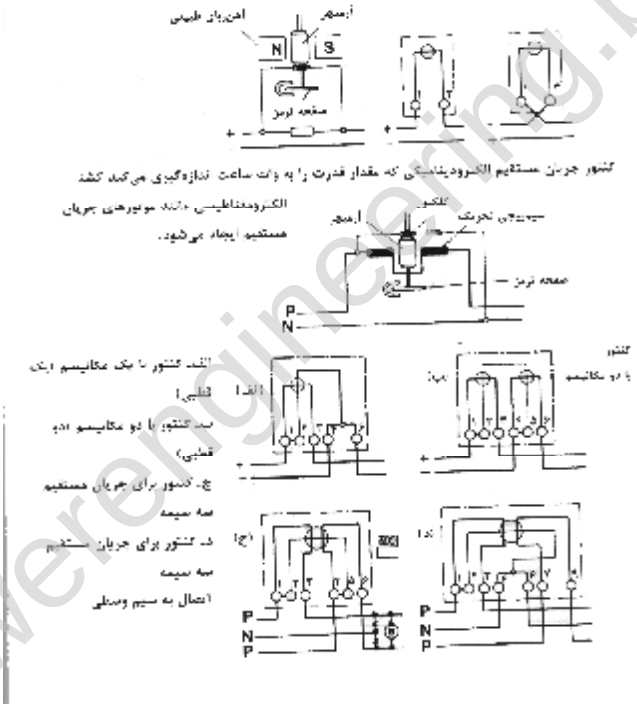
کنتور راکتیو یه فاز در شبکه سه فازه چهار سیمه

www.powerengineering.blogfa.com

www.powerengineering.blogfa.com

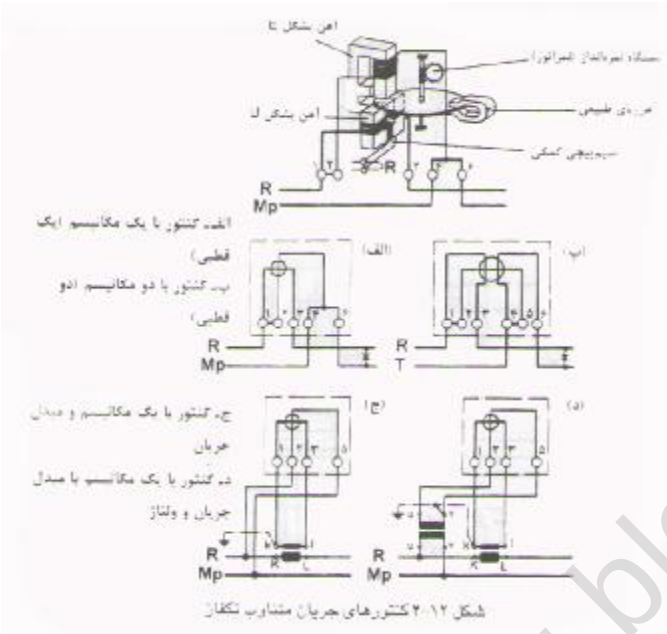


شکل ۱۰-۲



شکل 4-11 کنتورهای الکتریکی جریان مستقیم که از یک آهنربای طبیعی و یک آرمیچر درست شده اند .

www.powerengineering.blogfa.com

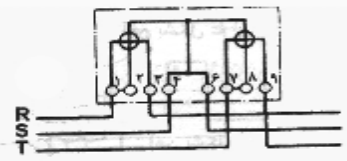


الف- کنتور با یک مکانیسم (یک قطبی)
ب- کنتور با دو مکانیسم (دو قطبی)
ج- کنتور با یک مکانیسم و مدار جریان
د- کنتور با یک مکانیسم با مدار جریان و ولتاژ

شکل ۲-۱۲ کنتورهای جریان متناوب تکفاز

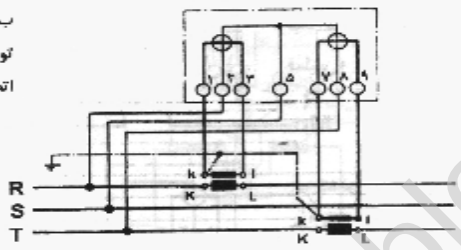
www.powerengineering.blogfa.com

کنتور سه فازه تشکیل شده از چند کنتور یک‌فاز القایی با هم روی یک محور اثر می‌گذارند

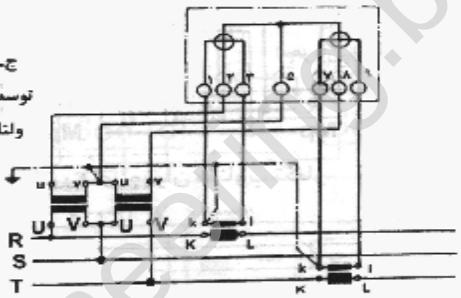


الف- کنتور سه‌فاز سه سیمه

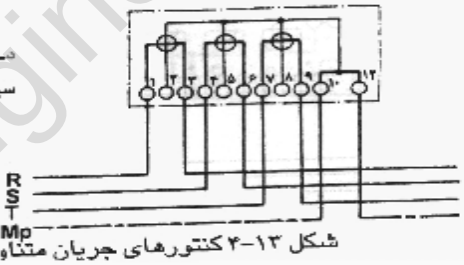
ب- کنتور سه‌فاز سه سیمه که توسط دو میدل جریان به‌شبکه اتصال داده شده



ج- کنتور سه‌فاز سه سیمه که توسط دو میدل جریان و دو میدل ولتاژ به شبکه اتصال داده شده (طریقه ارون)



د- کنتور انیورسال سه‌فاز چهار سیمه

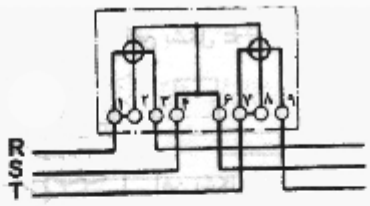


شکل ۱۳-۴ کنتورهای جریان متناوب سه فازه

www.powerengineering.blogfa.com

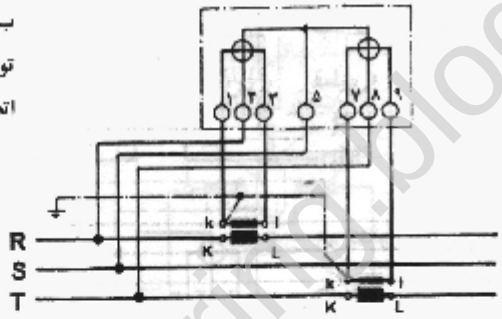
www.powerengineering.blogfa.com

کنتور سه فازه تشکیل شده از چند کنتور یک‌فاز القایی با هم روی یک محور اثر می‌گذارند

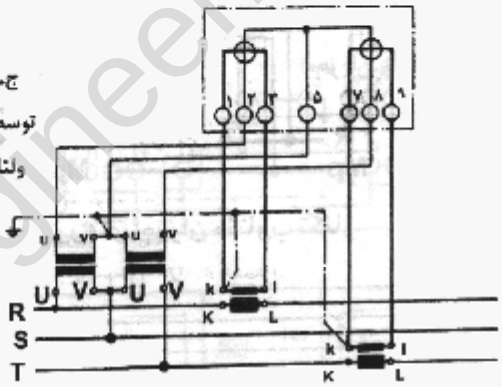


الف- کنتور سه‌فاز سه سیمه

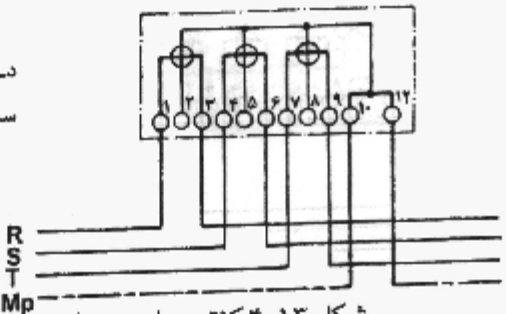
ب- کنتور سه‌فاز سه سیمه که توسط دو مبدل جریان به‌شبکه اتصال داده شده



ج- کنتور سه‌فاز سه سیمه که توسط دو مبدل جریان و دو مبدل ولتاژ به شبکه اتصال داده شده (طریقه ارون)

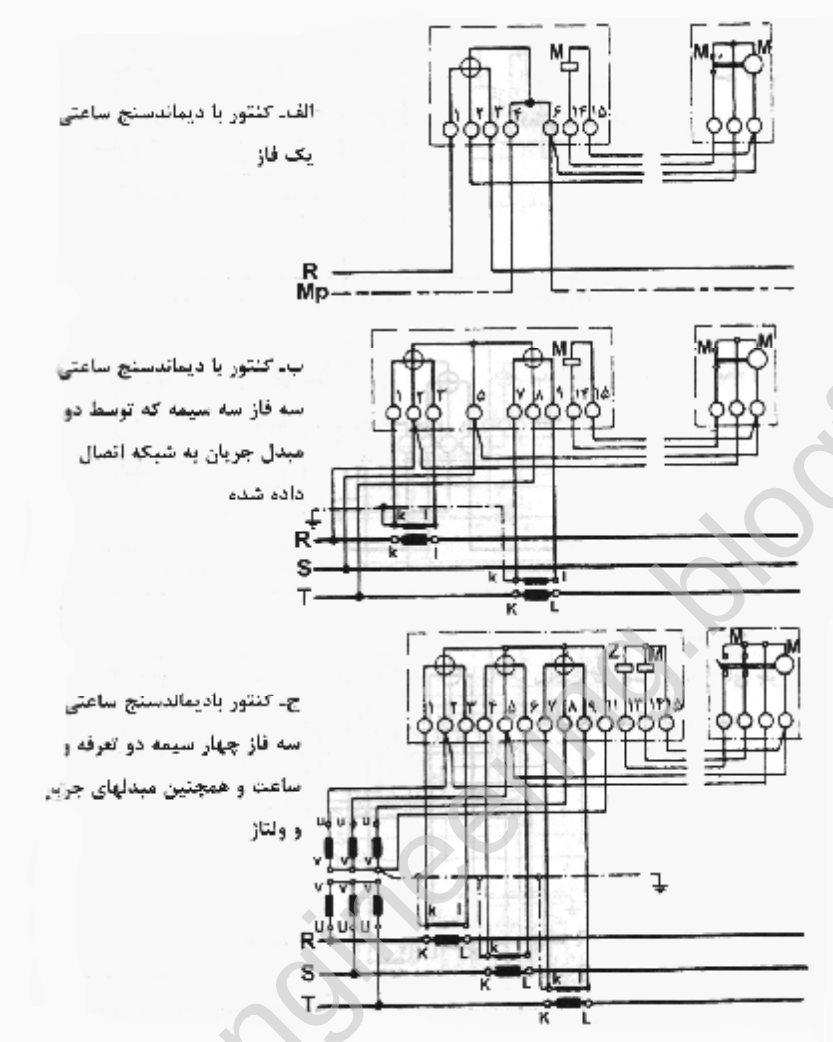


د- کنتور انیورسال سه‌فاز چهار سیمه



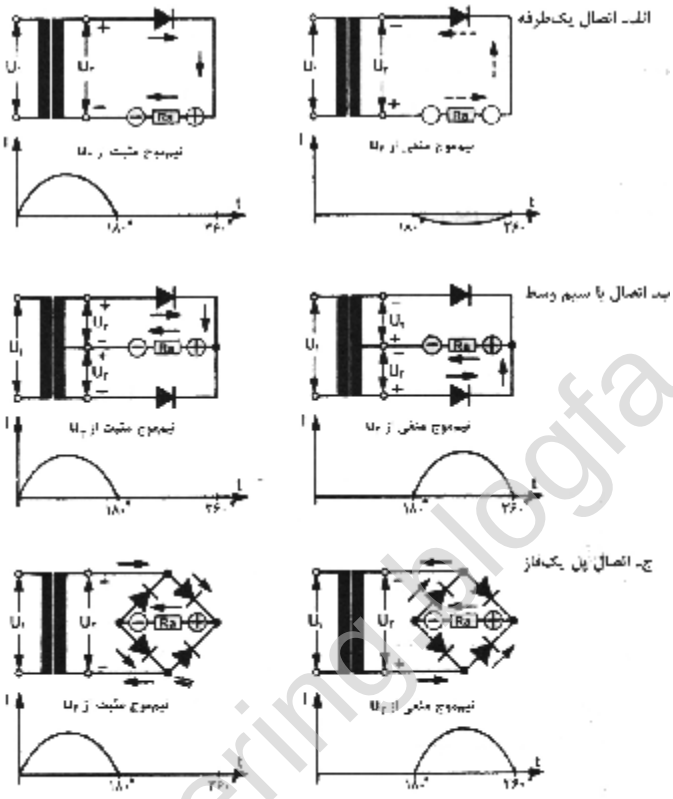
شکل ۱۳-۴ کنتورهای جریان متناوب سه فازه

www.powerengineering.blogfa.com

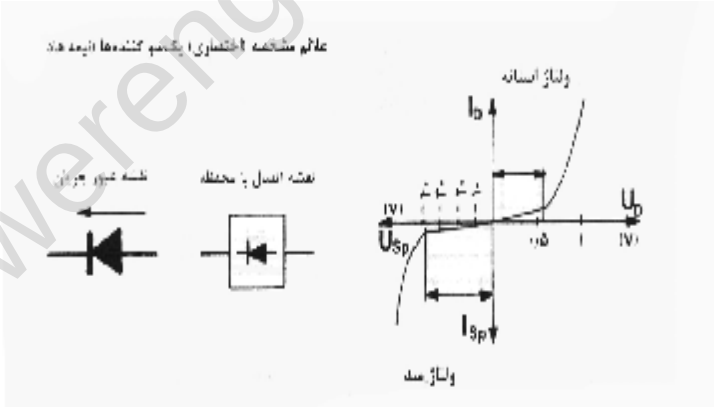


شکل 15-4 کنتورهای متناوب سه فازه به همراه دیماند سنج ساعتی که قدرت مصرفی شبکه را ثبت کرده و در صورت ازدیاد جریان مصرفی در مدت 15 الی 30 دقیقه به بالا به وسیله ساعت باعث قطع شبکه می گردند .

www.powerengineering.blogfa.com

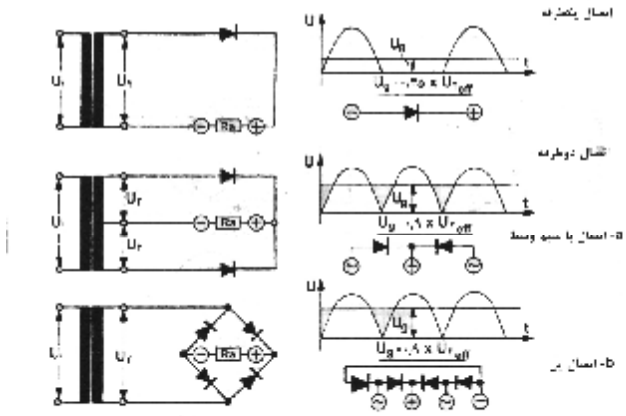


شکل 16-4 دیودهای یکسو سازی تک فاز با اتصالهای متفاوت به مصرف کننده ها
الف – منحنی کار یکسو کننده سیلیسیم

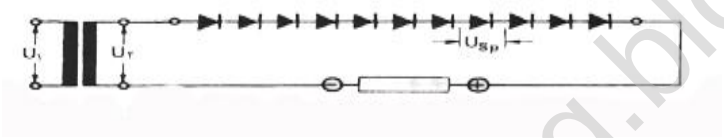


ب- طرز اتصال یکسو کننده در شبکه یک فاز

www.powerengineering.blogfa.com



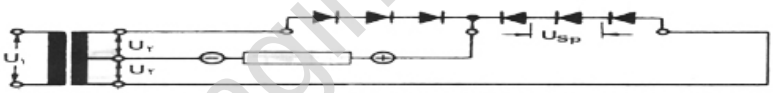
شکل ۱۷-۷ انواع مختلف دیودهای تکفاز



تعداد یکسو کننده مورد احتیاج را از تقسیم ولتاژ ثانویه به ولتاژ سد یک یکسو کننده بدست می آید .

مثال – ولتاژ ثانویه یک ترانسفورماتور 320 ولت ولتاژ سد هر یکسو کننده 30v است.

$N = \frac{320}{30} = 10/6 \approx 11$ تعداد یکسو کننده ها

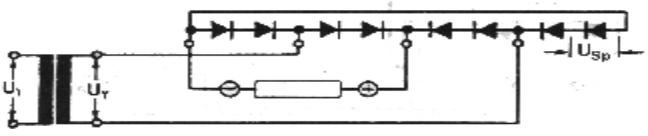


نصف یکسو کننده ها باید برای دو برابر واتاژ ترانسفورماتوردر نظر گرفته شود.

مثال – ولتاژ ثانویه یک ترانسفرماتور500 ولت ولتاژ هر یکسو کننده از سیلیسیم 380 ولت

ولتاژ سد هر یکسو کننده $2 \times 500 = 1000V$

$N = \frac{1000}{380} = 2/7 \approx 3$ تعداد نصف یکسوکننده ها عضو



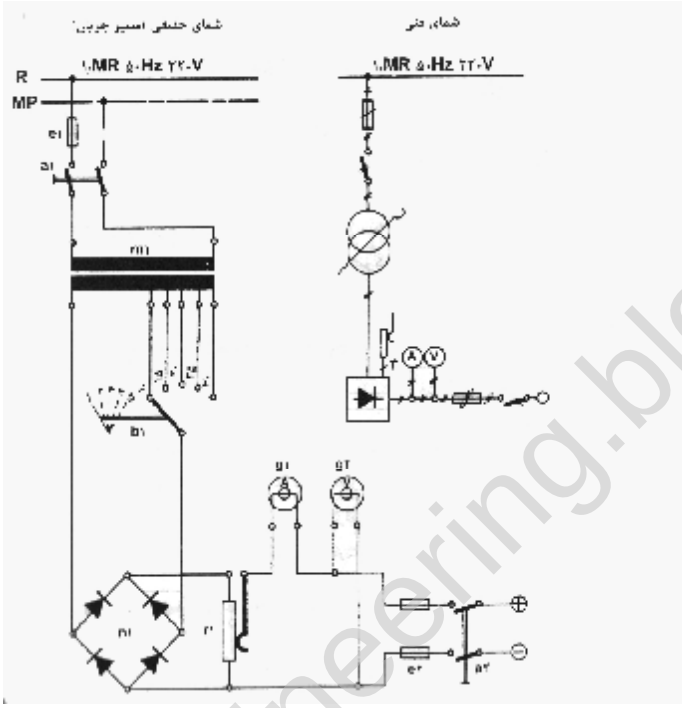
در اتصال پل باید ولتاژ کل طرف ثانویه ترانسفرماتور برای هر ضلع یک پل در نظر گرفته شود .

$N = \frac{40}{25} = 1/2 \approx 2$

www.powerengineering.blogfa.com

مثال - ولتاژ ثانویه 40 ولت

ولتاژ سد بر هر یکسو کننده 25 ولت ولتاژ سد یک ظلع پل 40 ولت شکل 18-4 استفاده از چند دیود به عنوان یک دیود واحد



اجزاء دستگاه

$e1$ فیوز مدار ورودی

$a1$ کلید اصلی

$m1$ ترانسفورماتور

$b1$ کلید گردان (انتخاب کننده ولتاژ)

$n1$ یک سوء کننده در اتصال پل

$r1$ مقاومت تقسیم کننده ولتاژ

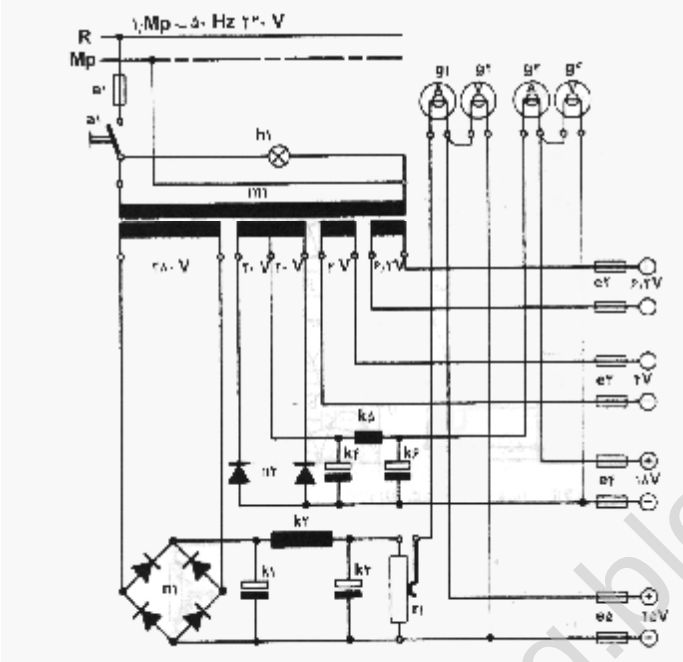
$g1$ آمپرمتر $g2$ ولتمتر

$e2$ فیوز مدار خروجی

$a2$ کلید برای مدار جریان مستقیم

www.powerengineering.blogfa.com

www.powerengineering.blogfa.com



اجراء مدار

$e1$ فیوز حفاظتی ورودی

$a1$ کلید اصلی

$h1$ لامپ سیگنال (جهت کنترل)

$n1$ اتصال پل یک سو کننده ها

$n2$ اتصال با سیم وسط یک سو کننده ها

$r1$ مقاومت متغیر (تقسیم کننده ولتاژ)

$k1$ تا $k6$ صافی نوع p

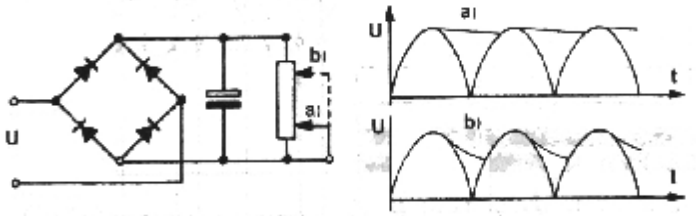
$g1$ تا $g4$ وسائل اندازه گیری شامل دو آمپرمتر و دو ولتمتر

1- اثر خازن در مدار یک سو ساز خازن با ازدیاد بار رو به کاهش می رود

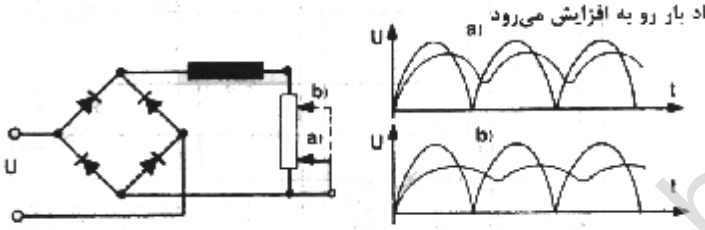
www.powerengineering.blogfa.com

www.powerengineering.blogfa.com

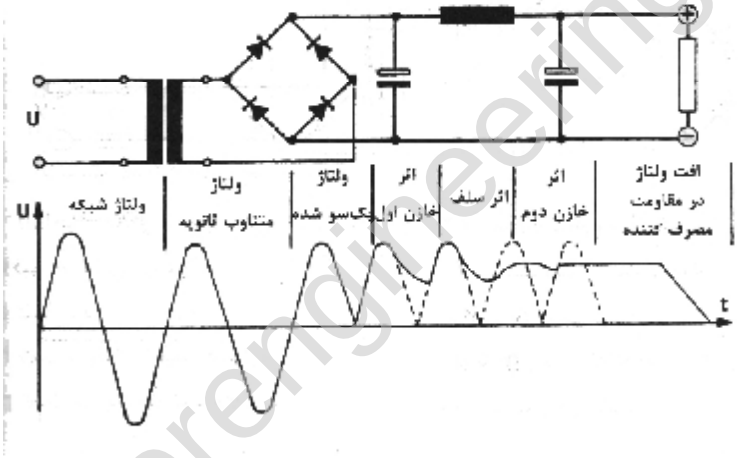
۱ـ اثر خازن در مدار یک‌سو ساز
خازن با ازدیاد بار رو به کاهش می‌رود



۲ـ اثر بوبین (سلف) در مدار یک‌سو ساز
سلف با ازدیاد بار رو به افزایش می‌رود

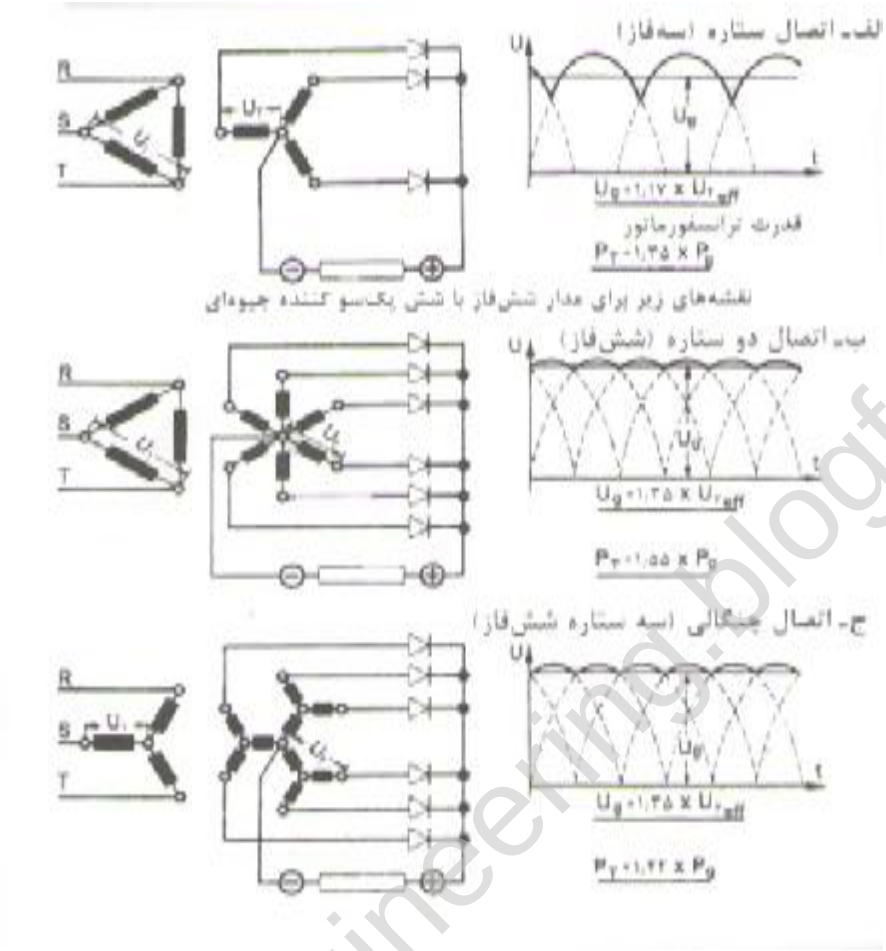


۳ـ اثر خازن و بوبین در مدار یک‌سو سازی



شکل 21-4 یکسوسازی به همراه مدارات صافی

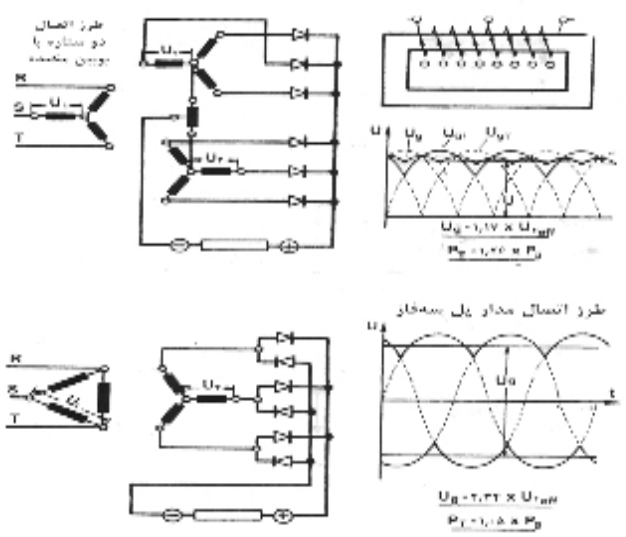
www.powerengineering.blogfa.com



شکل 22-4 استفاده از دیودها جهت یکسو سازی چند فازه

www.powerengineering.blogfa.com

www.powerengineering.blogfa.com



شکل23-4 چگونگی استفاده از یکسو سازه های چند فازه

www.powerengineering.blogfa.com

فصل پنجم

دستگاههای اندازه گیری تابلویی

- دستگاههای اندازه گیری تابلویی

www.powerengineering.blogfa.com

- انواع دستگاههای اندازهگیری تابلویی
- ترانسفورماتورجریان (C.T)

دستگاههای اندازه گیری تابلویی

دستگاههای اندازه گیری تاببلویی موارد استعمال مختلفی دارند و در جاهای متفاوتی استفاده می شوند . در این فصل به دستگاههای اندازه گیری می پردازیم که در تتابلوهای فرمان در قسمتهای مختلف تولید انرژی الکتریکی نصب می گردند.

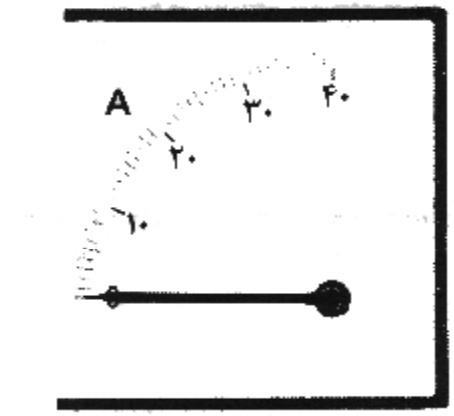
پرمصرف ترین دستگاههای اندازه گیری که در تابلوهای فرمان و تابلوهای برق کارخانجات مورد استفاده قرار می گیرند و تقربا در هر قسمت و بخشهای تاسیساتی مربوط به کارخانجات به چشم می خورند عبارتند از » آمپر متر ، ولتمتر ، کسینوس فی متر ، فرکانس متر ، وات متر ، کنتور و مبدلهای جریان (C.T) و مبدلهای ولتاژ (P.T) هستند . از نظر شکل ظاهری اکثر وسایل اندازه گیری که در تابلوهای برق نصب می گردند به صورت مربع و مستطیل بوده و در موارد نادری نیز به شکل دایره می باشند . و این وسایل اندازه گیری می بایست در تابلوهای برق به صورت عمودی و یا مایل نصب شوند تا به خوبی قابل روئیت و دیدن باشند . البته خاطر نشان می شود که طریقه نصب هر وسیله اندازه گیری بر روی آن حک شده است و باید به علامتهای که به این منظور بر روی دستگاههای اندازه گیری قرار داده می شود توجه کافی داشت .

اندازه ها و ابعاد خارجی این وسایل اندازه گیری کاملا مشخص و استاندارد می باشد. و با شماره استاندارد مخصوص مشخص شده است .

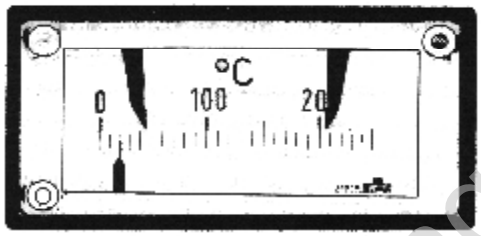
به عنوان مثال می توان از ابعاد DIN73700 نام برد که نشان دهنده ابعاد دستگاههای اندازه گیری مربعی با طول 48 و 72 و 96 و 144 و 192 میلیمتر می باشد . البته دستگاهها و وسایل اندازه گیری دایره ای و گرد نیز با استاندارد مخصوص به خود مشخص می شوند البته در حال حاضر بیشتر از وسایل اندازه گیری چهار گوش در تابلوها استفاده می گردد که دلیل این امر بهتر کنار هم قرار گرفتن وسایل اندازه گیری نسبت به وسایل اندازه گیری دایره ای و زیبا تر شدن تابلوها از نظر روئیت می باشد .

www.powerengineering.blogfa.com

www.powerengineering.blogfa.com



شکل ۱-۵



شکل ۲-۵

شکل ۳-۵

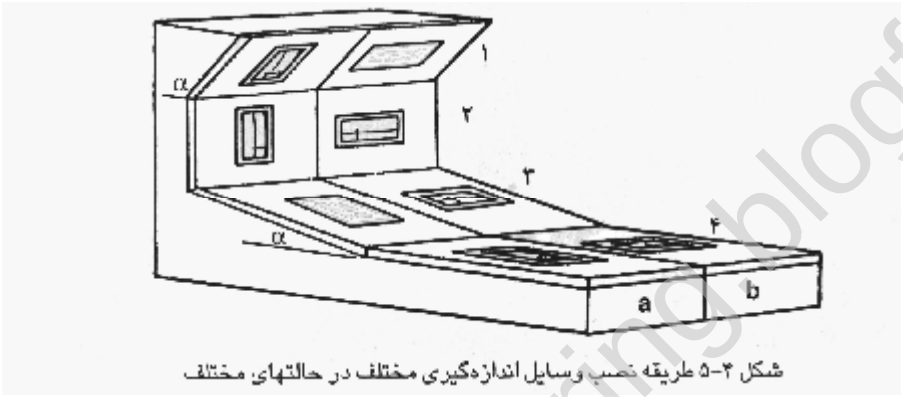
همچنین شایان ذکر است که از نظر طراحی و ساختمان خارجی دستگاههای انـدازه گیـری در موارد خاصی که مورد نیاز باشـد آنهـا را ضـد ضـربه و ضـد آب نیـز مـی سـازند . بـا توجـه بـه کارخانجات صنعتی بر خلاف آزمایشگاهها که در آنها از دستگاههای اندازه گیـری بـسیار دقیـق استفاده می گردد از دستگاههای با دقت کمتر استفاده می گردد . که در اکثر مـوارد مـی تـوان کلاس دستگاههای اندازه گیری صنعتی را 5، 2/5 ،1/6 در نظر گرفت که همین میـزان از دقـت نیز در بسیاری از موارد برای صنایع کافی می باشد . در مواردی که دقت زیـادتری در بعـضی از قسمتها مورد نیاز از دستگاه اندازه گیری با کلاس 1 استفاده می گردد .

همواره در انتخاب دستگاههای اندازه گیری مختلف باید به این نکته توجه داشت که حد نهـایی مورد سنجش در دستگاه اندازه گیری که قرار است نصب گـردد بـا مقـدار کمیـت مـورد انـدازه گیری که قرار است اندازه گیری شود متناسب بوده و همچنین نوع جریانی کـه دسـتگاه انـدازه گیری باید با آن کار کند با نوع جریانی که جهت اندازه گیری مـورد نظـر اسـت بایـد مطابقـت داشته باشد . منظور از نوع جریان همان متناوب (AC) یا مستقیم (D.C) بودن جریان است . همچنین باید با توجه به نوع تابلو از نظر عمودی بودن و یا مایل بودن دستگاه از نوع عمودی بـا

www.powerengineering.blogfa.com

علامت (⊥) و در مورد تابلوهای مایل با توجه به زاویه مایل بودن آن از دستگاه با نصب مایل علامت $\angle a$ تحت زاویه معین تحت زاویه معین و در موارد نادری نیز که باید وسیله انداز ه گیری را در وضعیت افقی نصب کرد از دستگاه با علامت

استفاده نمود تا دقت دستگاههای اندازه گیری در هنگام اندازه گیری رعایت شود و دستگاه دچار خطا نگردد . شکل زیر(4-5) طریقه قرار گرفتن دستگاههای اندازه گیری را بر روی تابلو در حالت های مختلف برای دستگاههای اندازه گیری مربع (a) و مربع مستطیل (b) نشان می دهد .

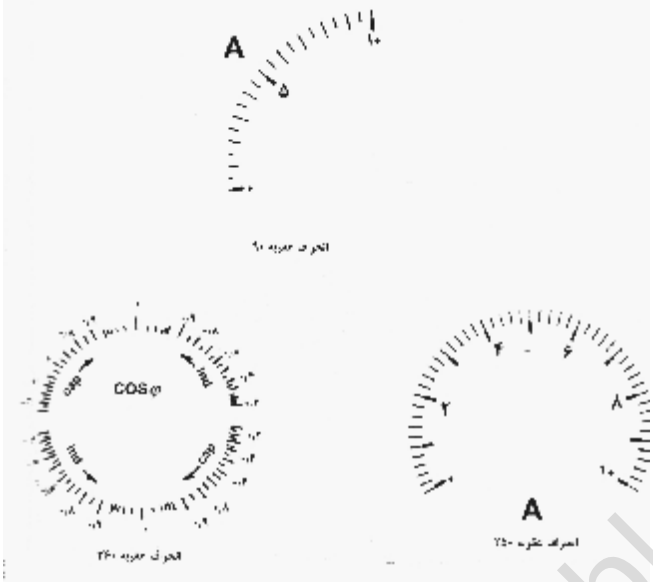


شکل ۴-۵ طریقه نصب وسایل اندازه‌گیری مختلف در حالتهای مختلف

میزان انحراف و تغییرات عقربه در دستگاههای اندازه گیری تابلویی در اغلب موارد 90 درجه می باشد ولی در برخی از این وسایل این تغییرات تا 250 درجه نیز می رسد . و فقط در برخی از وسایل اندازه گیری تابلویی خاص مانند کسینوس فی مترها این تغییرات و انحراف به 360 درجه می رسد . در دستگاههای اندازه گیری با انحراف 90 تا 250 درجه پیچ تنظیم صفر در سمت راست پایین صفحه آن قرار دارد و در دستگاههای اندازه گیری با انحراف 360 درجه پیچ تنظیم صفر آن در وسط ، قسمت پایین صفحه نصب شده است .

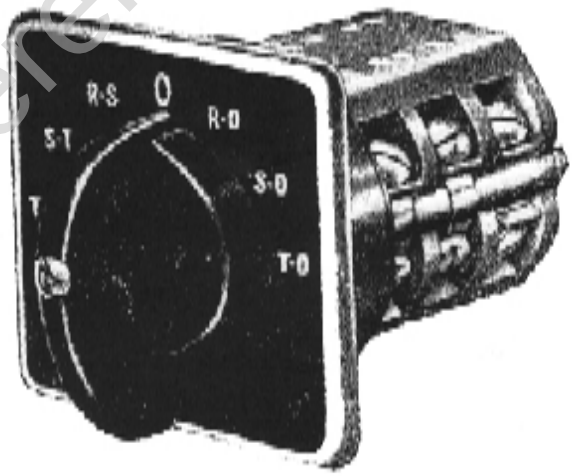
همچنین شایان ذکر است که ساختمان داخلی این دستگاههای اندازه گیر در فصل اول گفته شده است .

www.powerengineering.blogfa.com



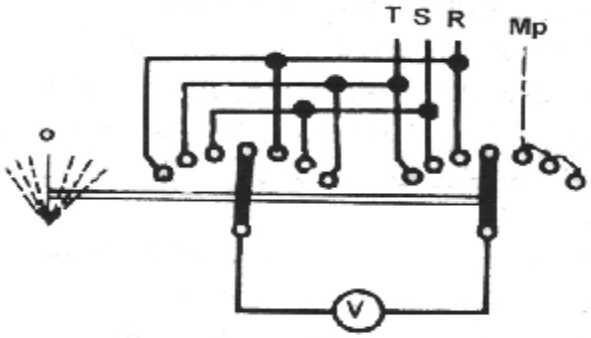
انواع دستگاههای اندازه گیری تابلویی

هر گاه لازم باشد ولتاژدو سر یک مصرف کننده را بیابیم باید ولتمتر را با آن مصرف کننده به صورت موازی متصل کنیم . اما زمانی که از یک ولتمتر در تابلوی اندازه گیری استفاده می کنیم و می خواهیم ولتاژ شبکه را به وسیله آن بخوانیم دو سر ولتمتر را مستقیما به شین های مورد نظر با توجه به نیاز مثلا به فاز R و سیم MP و یا دو فاز R و S-S و T وصل می کنیم . در صورتی که اندازه گیری ولتاژ بین سیم فاز و نول و همچنین ولتاژ بین فازهای مختلف مد نظر باشد اکثرا از یک کلید مخصوص که جهت این کار ساخته شده است استفاده می شود که شمای ظاهری آن در شکل 5-5 نشان داده شده است .



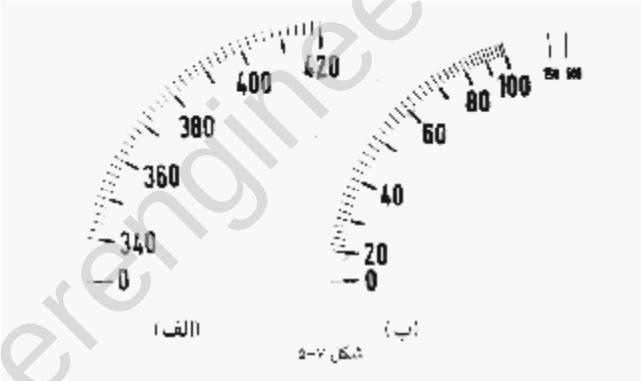
www.powerengineering.blogfa.com

نقشه و طرز اتصالاین کلید در شکل 5-6 نشان داده شده است . با توجـه بـه شـکل و بـا قـرار دادن کلید در وضعیت مورد نظر و دلخواه می توان ولتاژ بین دو کنتاکت مربوطه را که به فازها و یـا نـول متصل است ولت متر خواند .



شکل ۶-۵

در اکثر ولت مترهای تابلویی که به طور معمول مورد استفاده قرار می گیرند با توجه به ولتاژ بین دو فاز که در ایران 380 ولت است . به همین دلیل صفحه مدرج این ولت مترها در ابتدای درجه بندی آنها فشرده و در قسمت حدود اندازه گیری مورد نظر از درجه بندی گسترده تری برخوردار هستند . که این موضوع در شکل 5-7 به نمایش گذاشته شده است .



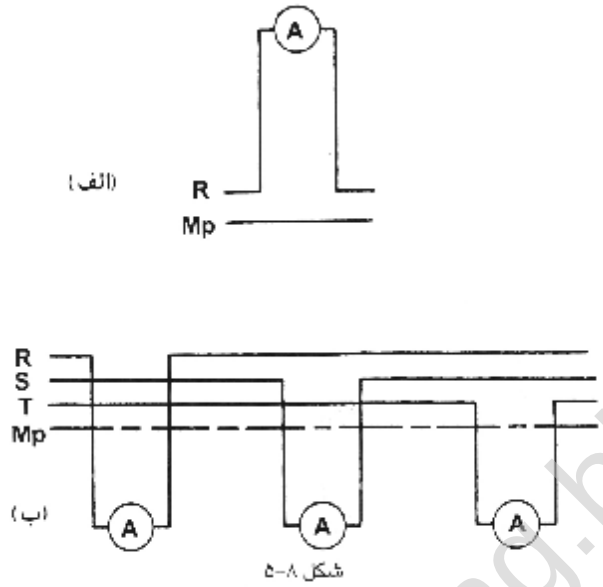
شکل ۶-۵

ب_ آمپر متر

در صورت نیاز به خواندن مقدار جریان عبوری از بار با آن یک آمپر متر را به صورت سری وصل مـی کنند . شکل (5-8) طریقه اتصال و چگونگی قرار گرفتن آمپر متـر را در مـدار نـشان مـی دهـد .در تابلوهای برق برای اندازه گیری جریان در هر مصرف کننده یک آمپر متـر قـرار مـی دهنـد و بـرای اندازه گیری جریان کل نیز از یک آمپر متر مجزا استفاده می کنند . در صورتی که جریـان مـصرفی در یک مصرف کننده سه فازه متعادل مد نظر باشد از یک آمپر متر نیز کفایت مـی کنـد و آن آمپـر متر را می توان به دلخواه سر راه یکی از فازها قرار داد و از آنجایی که بار متعادل است عدد خوانـده شده از آن برای سایر فازها نیز صحیح است . ولی از آنجایی که بار متعادل بر روی شین هـای تـابلو

www.powerengineering.blogfa.com

قرار نمی گیرد لذا می بایست برای اندازه گیری جریان عبوری از هر شین از یک آمپر متر مجزا استفاده نمود و در مجموع از سه آمپر متر برای اندازه گیری جریان سه فازه استفاده نمود .

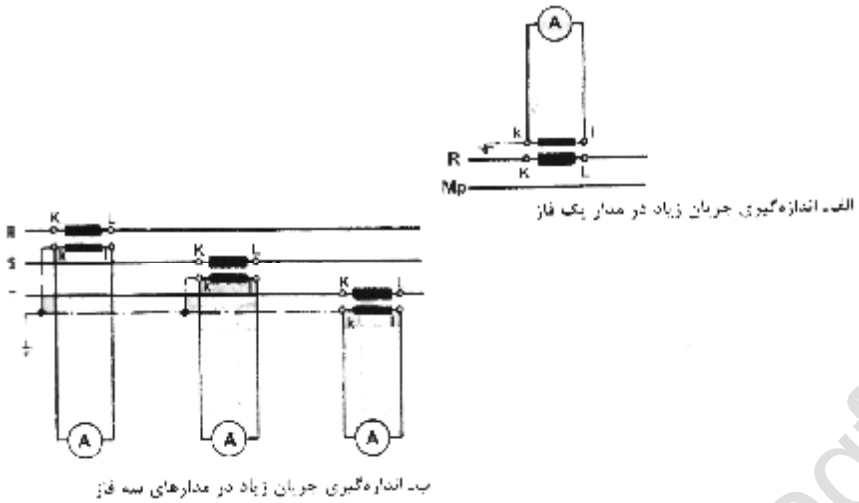


شکل ۸-۵

ترانسفورماتور جریان (C.T)

در بسیاری از موارد جریان عبوری از یک شین بسیار زیاد بوده و استفاده از آمپرمترهای معمولی با توجه به رنج و حدود اندازه گیری آنها مقدور نمی باشد . و از آنجایی که در اغلب موارد حدود اندازه گیری آمپرمترها از یک حد مشخصی به دلیل خطرناک و غیر ایمن شدن تولید نمی شود . بنابراین در جاهاییکه استفاده از آمپرمتر مقدور نباشد از مبدل جریان یا همان ترانسفورماتور جریان (C.T) استفاده می شود . C.T ها دارای دو سیم پیچ اولیه و ثانویه جدا از هم می باشند . که بر روی هسته آهنی پیچیده شده اند . بنابراین در صورت استفاده از ترانس جریان عملا دستگاه اندازه گیری از شبکه مورد نظر جدا شده و بنابراین کارکردن با آن در مدار ثانویه دارای خطر کمتری خواهد شد . به همین جهت از این ترانس ها در فشار قوی نیز استفاده می شود . فقط نکته قابل توجه و بسیار مهم در نصب این مبدل ها این است که حتماً باید بدنه و یک سر از سیم پیچ ثانویه را به زمین متصل کرد . سیم پیچی اولیه یا پریمر ترانس جریان به صورت سری در سر راه مسیر جریان قرار می گیرد . و سیم پیچ ثانویه آن به سرهای ورودی آمپرمتر متصل می گردد . شکل 9- 5 طریقه قرار گرفتن ترانسفورماتورهای جریان را در یک مدار تکفاز و سه فازه به نمایش گذاشته است .

www.powerengineering.blogfa.com

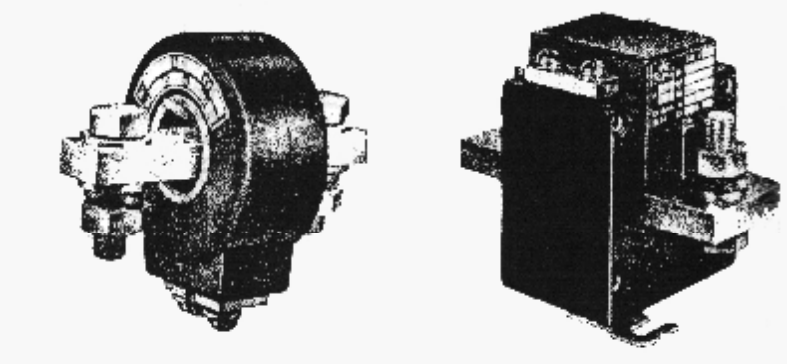


شکل 9-5

با توجه به اینکه آمپر مترها دارای مقاومت داخلی نزدیک به صفر هستند بنابراین ثانویه ترانسفورماتور های جریان ، تقریبا به حالت اتصال کوتاه در می آیند . به همین جهت باید همواره به این نکته توجه داشت که زمانی که از اولیه ترانسفورماتور جریان عبور می کند نباید آمپرمتر را از طرف ثانویه آن باز کرد و یا در سر راه آمپرمتر فیوز قرار داد. زیرا اگر فیوز مربوطه قطع گردد و یا آمپر باز شود در واقع ثانویه ترانسفورماتور جریان باز شده است . در نتیجه باعث ازدیاد ولتاژ ثانویه و گرم شدن بسیار شدید هسته ترانسفورماتور و صدمه دیدن آن می شود . در مواقعی که مجبور گردیم آمپرمتر را از ثانویه ترانس جریان باز کرده و سپس ترانس جریان باز کرده و جدا نماییم . می بایست ابتدا ثانویه ترانس جریان را اتصال کوتاه کرده و سپس آمپرمتر را باز کنیم . در شمای مداری ترانسفورماتور های جریان سیم پیچ اولیه آن را با K و I نشان داده و مشخص می کنند و ذکر این نکته ضروری است که همواره باید سیم پیچ اولیه را به صورتی که سیم ورودی به K وصل شود در مدار قرار دارد.

همچنین باید توجه داشت که سیم پیچ اولیه را در مبدلهای جریان در واقع همان سیم یا شین حامل جریان تشکیل می دهد . شین یا سیم حامل جریان درست از وسط C.T عبور می کند . ترانس های جریان ، جریان ورودی را با نسبتی خاص در ثانویه آن تبدیل می کنند و این نسبت تبدیل در مبدلهای جریان به گونه ای است که در هنگام عبور جریان نامی از اولیه آن ، از مدار ثانویه و آمپرمتر جریانی در حدود5 آمپر عبور کند . که موضوع را بر روی ترانسهای جریان به صورت مثلا ($\frac{100}{5}$ و یا $\frac{200}{5}$) مشخص می کنند . البته ذکر این نکته ضروری است که بندرت نیز ترانسفورماتورهایی با جریان ثانویه یک آمپر نیز ساخته می شود . آمپرمترهایی که با ترانسهای جریان کار می کنند بر روی صفحه مدرج آنهاست تبدیل مبدل جریانی که باید به آن وصل شوند نوشته می شود . که با توجه به آن مبدل جریان مناسب را می توان انتخاب نمود . شکل 5-10شمای حقیقی چند نمونه از این ترانسهای جریان را نشان می دهد .

www.powerengineering.blogfa.com

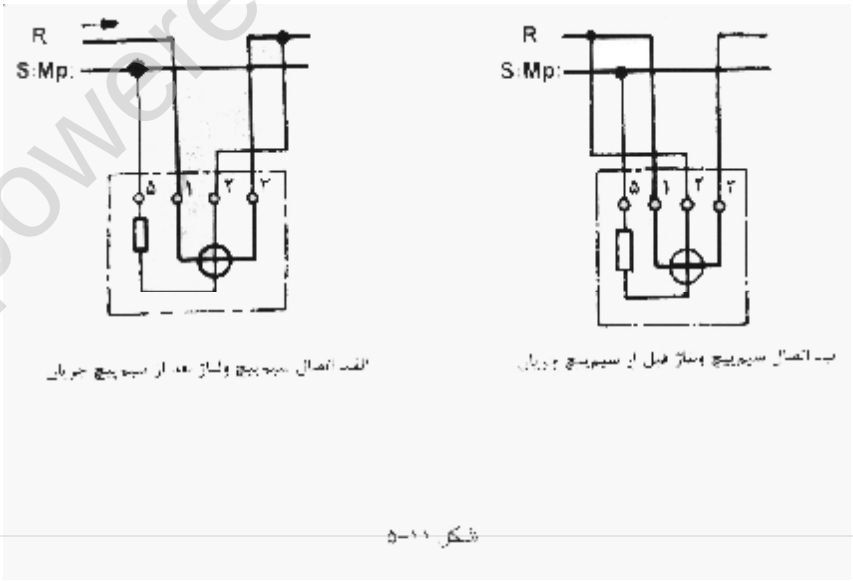


شکل ۱۰-۵

ج- وات متر

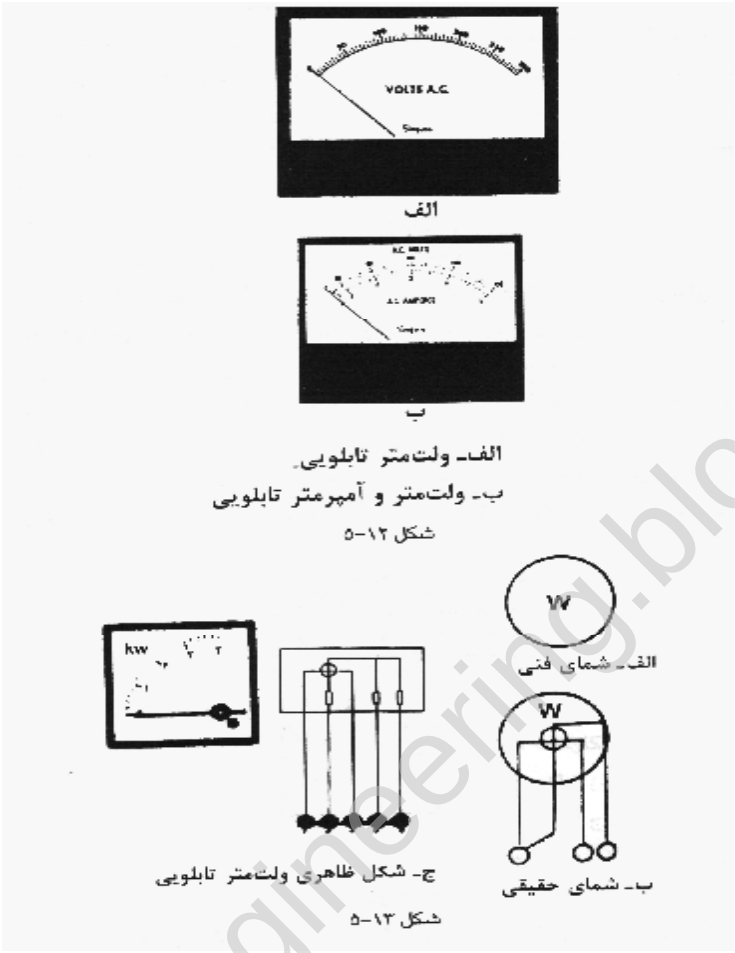
همانطور که می دانیم جهت اندازه گیری میزان توان حقیقی در مصرف کننده ها از وسیله اندازه گیری به نام وات متر استفاده می شود .

هر وات متر در قسمت داخلی خود از یک سیم پیچ جریان و یک سیم پیچ ولتاژ تشکیل شده است که دو سر سیم پیچ ولتاژ آن به صورت موازی با مصرف کننده مورد نظر قرار می گیرد . همچنین شایان ذکر است که این دو سیم پیچ دو مدار کاملا مجزا را تشکیل می دهند و بر روی بدنه وات متر سرهای این دو سیم پیچ با علامت جریان و ولتاژ خارج و مشخص شده اند . با توجه به این موض وع همواره در موقع نصب وات متر در مدار باید دقت کافی نمود تا اشتباهی از نظر اتصال در مدار بین این دو سیم پیچ پیش نیاید . سیم پیچ را در وات متر می توان قبل و یا پس از اتصال سیم پیچی جریان قرار داد. شکل 11-5 شمای اتصال هر یک از دو مدار زیر را به نمایش گذاشته است .



شکل ۱۱-۵

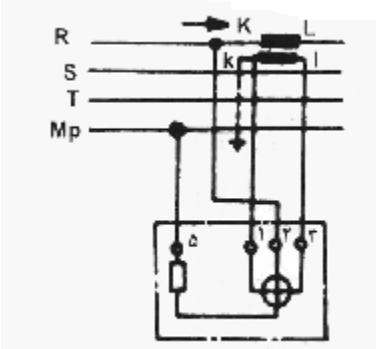
www.powerengineering.blogfa.com



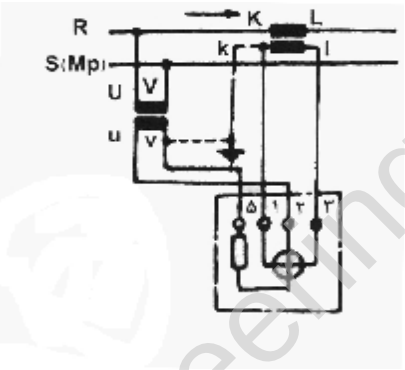
با توجه به جهت های جریان در هر سیم پیچ جریان ولتاژ جهت حرکت عقربه در وات مترها می تواند در هر دو جهت ایجاد گردد . لذا در هنگام اتصال و مونتاژ باید توجه کرد که سیم ها با توجه به علائم روی وات مترها و به طور مناسب وصل گردد. اگر در هنگام اندازه گیری جهت حرکت عقربه اشتباه باشد باید جهت جریان را در یکی از سیم پیچها عوض کرد تا عقربه در جهت جریان را در یکی از سیم پیچها عوض کرد تا عقربه در جهت صحیح خود به گردش در آید .

وات مترهایی که برای نصب و اندازه گیری میزان توان مصرفی در تابلوهای برق بکار برده می شوند بیشتر در ولتاژهای 110 ، 220 ، 380 ، 500 ، ولت بوده و جریانی که سیم پیچ جریان آن می توانند از خود عبور دهد تا 5 آمپر است . از وات مترها می توان جهت اندازه گیری توان در حالت تکفاز و سه فازه استفاده نمود . این وات مترها را در ولتاژ و جریانهای پایین می توان به صورت مستقیم در مدار قرار داد ولی جهت استفاده از آنها در جریان و ولتاژهای زیاد می باید از یک مبدل ولتاژ در سر راه سیم پیچ ولتاژ و یک مبدل جریان در سر راه سیم پیچی جریان آن استفاده نمود . ولی در صورت استفاده از وات متر در جریان ولتازهای زیاد در حالت D.C از مقاومت سری و موازی استفاده می گردد . در شکل 14-5 چگونگی قرار گرفتن وات متر تکفاز با استفاده از ترانس جریان (C.T) نشان داده شده است .

www.powerengineering.blogfa.com



همچنین در شکل 15-5 چگونگی اتصال یک وات متر در شبکه تکفاز با استفاده از مبدل جریان و ولتاژ به نمایش گذاشته شده است .

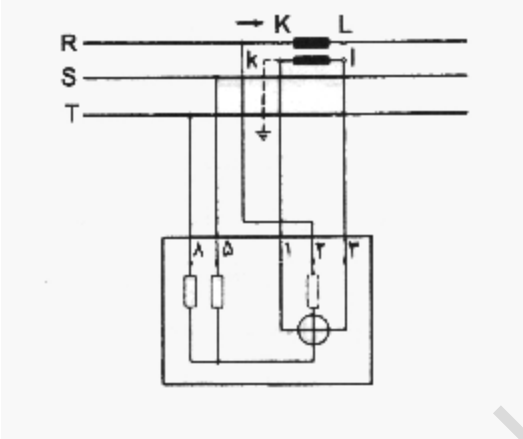


در بکار بردن وات متر به همراه مبدل ولتاژ و جریان جهت کاهش خطا در هنگام خواندن همواره باید از مبدلی استفاده نمود که مقدار آن بر روی صفحه مدرج اوت متر ذکر گردیده است . چنین وات مترهایی به طور معمول دارای جریان نامی 5 آمپر و در برخی وات مترها آمپر و لتاژ نامی 100 ولت می باشد .

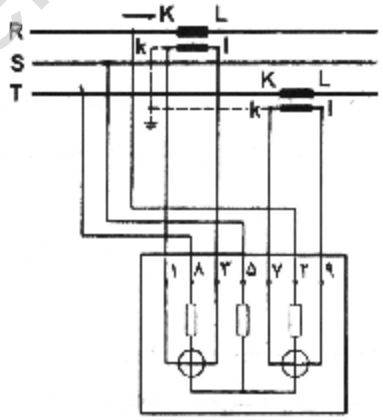
در صورتی که شبکه سه فازه دارای بار متعادل باشد می توان برای اندازه گیری توان از یک وات متر تکفاز استفاده نمود . زیرا با بدست آوردن توان یکفاز و ضرب کردن آن در 3 توان سه فازه بدست خواهد آمد . دلیل ضرب در 3 کردن ان است که میزان توان مصرفی در حالت متعادل در هر فاز با فاز دیگر کاملا برابر و یکسان است . به همین جهت در وات مترهای تابلوهای که جهت اندازه گیری توان در شبکه های سه فاز متعادل به کار گرفته می شوند توسط آن توان سه فازه را مستقیما خواند . چنین وات مترهایی با علامت $\approx$ برروی صفحه مدرج آنها مشخص می شوند . جهت اتصال وات مترهایی که در جریان سه فازه با بار متعادل مورد استفاده قرار می گیرند همواره باید به این نکته توجه نمود که سیم پیچ جریان و سیم پیچ ولتاژ آن به یک فاز یا فاز همنام خود وصل شوند . یعنی اگر جریان سیم پیچ از فاز R گرفته شده است ولتاژ آن را نیز باید از فاز R و سیم MP گرفت . در صورتی که شبکه سه فازه متعادل ما سه سیمه باشد یعنی در آن سیم نول وجود نداشته باشد می توان برای ایجاد نقطه صفر ارز اتصال ستاره سه مقاومت مساوی استفاده نمود . در اکثر موارد در داخل وسیله اندازه گیری این سه مقاومت جهت ایجاد نقطه صفر قرار داده شده است

www.powerengineering.blogfa.com

. و در چنین مواردی فقط کافی است پیچهای اتصال آن را به سه فاز متصل نمود و در بعضی موارد نیز این سه مقاومت به صورت مجزا به همراه وات متر می باشد . شکل 5-16 نمونه ای از چنین وات متری را با شمای مداری داخل آن نشان می دهد .



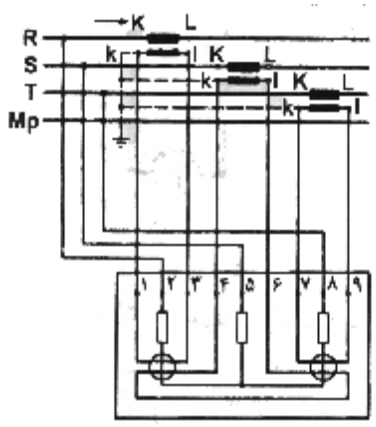
جهت اندازه گیری توان در شبکه های سه فازه سه سیمه با بار نا متعادل یعنی بدون سیم نول دو واتمتر استفاده می شود . در شکل (5-17) اتصال یک وات متر در شبکه سه فازه سه سیمه با بار نا متعادل با جریان زیاد نشان داده شده است . چنین اتصالی که در شکل 5-17 داده شده است به روش آرون معروف است و عقربه چنین وات مترهایی در هر لحظه مجموع توان های سه فازه زا نشان می دهد . نکته حایز اهمیت در این نوع از اتصال (روش آرون) این است که این روش فقط در اندازه گیری توان سه فاز در سیستم سه فازه سه سیمه بدون سیم نول مقدار واقعی رابدون خطا نشان می دهد . بنابراین از این روش نمی توان در سیستم سه فازه چهار سیمه استفاده نمود . منظور از سیستم سه فازه چهار سیمه شبکه های سه فازی است که در آن از سیم نول (MP)هم استفاده شده است .



جهت اندازه گیری توان سه فازه در بارهای نا متعادلی که دارای شبکه چهار سیمه می باشد از وات مترهای مخصوص دیگری که به این منظور ساخته شده اند استفاده می شود . در شکل 5-18 اتصال چنین وات مترهایی را در شبکه سه فازه چهار سیمه نا متعادل با جریان زیاد نشان می دهد

www.powerengineering.blogfa.com

که جهت جلوگیری از آسیب دیدن وات متر در جریان زیاد در سر راه هر فاز یک ترانس جریان یا (C.T) قرار داده شده است



هـ فرکانس متر

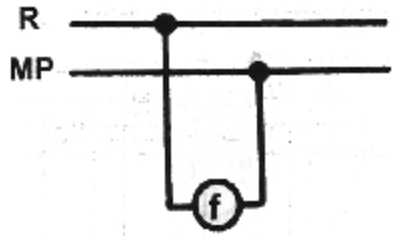
جهت اندازه گیری و مشخص کردن فرکانس از وسیله اندازه گیری به نام فرکانس متر استفاده می شود . در صنعت جهت اندازه گیری فرکانس از دو نوع فرکانس متر استفاده می شود .

1- فرکانس متر زبانه ای (ارتعاشی)

2- فرکانس متر عقربه ای

در مکانهایی که فشار های مکانیکی زیاد است . بیشتر از فرکانس مترهای ارتعاشی استفاده می شود . زیرا این نوع فرکانس مترها دارای مقاومت بیشتری در برابر ضربه های مکانیکی بوده و همچنین از دقت بالاتری نیز برخوردارند . بنابراین از این نوع فرکانس متر بیشتر در تابلوها جهت اندازه گیری فرکانس کم و متوسط استفاده می شود . از فرکانس متر عقربه ای ثبات بیشتر در مواردی استفاده می شود که نیاز به برداشتن منحنی تغییرات فرکانس مد نظر باشد .

فرکانس متر در مدار باید صورت موازی قرار گیرد . شکل 19-5 طرز اتصال یک فرکانس متر را به شبکه برق نشان می دهد .

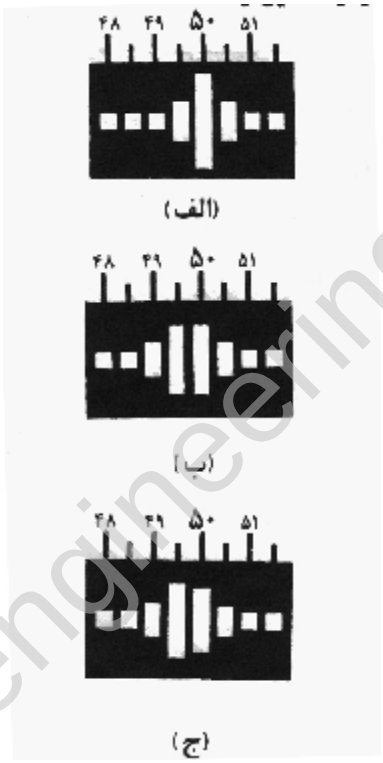


در نتیجه فرکانس متر در مدار به صورت موازی و شبیه به اتصال ولت متر قرار می گیرد . فرکانس متر را می توان به طور مستقیم به دو شین مورد نظر با توجه به ولتاژ تعیین شده برای فرکانس متر در مدار قرار داد . ذکر این نکته شایان ذکر است که از فرکانس متر بیشتر در تابلوهای برقی که جهت سنکرون کردن (موازی کردن) دو ژنراتور با یکدیگر و یا یک ژنراتور با شبکه استفاده می شود و به طور معمول نیز در چنین مواردی از فرکانس متر ارتعاشی یا تیغه ای استفاده می گردد . طریقه خواندن فرکانس متر به صورت زیر است شکل 20-5 سه فرکانس متر را در حالت های مختلف آن

www.powerengineering.blogfa.com

به نمایش گذاشته است . در شکل الف فرکانس متر ارتعاشی کاملا عدد 50 هرتز را نشان مـی دهـد چون دقیقا تیغه روبروی عدد 50 دارای بیشترین ارتعاش خود شده است. و تیغه های اطراف آن بـه مقدار کم و یکسان مرتعش می باشد . در شکل ب دو تیغه که روبروی اعداد 49/5 و 50 هـستند بـا هم و به یک اندازه مرتعش شده اند .

بنابراین فرکانس را که اندازه گیری می کند بین آن دو عدد می باشد که برابر بـا 49/75 هرتـز مـی باشد . با توجه به توضیحات بالا می توان از روی فرکانس متر ارتعاشی و با توجـه بـه ارتعـاش تیغـه های ان می توان هر فرکانسی را قرائت کرد . در شکل ج به علت یکسان نبودن ارتعاش تیغه ها و بـا توجه به زیادتر شدن ارتعاش تیغه روبرو به عدد 49/5 می توان برابر 49/70 هرتز تخمین زد .



هـ کسینوس فی متر

همانطورکه می دانیم در کارخانجات و تاسیسات بزرگ صنعتی باید همواره ضریب قدرت مدار تحـت نظارت و کنترل مداوم قرار داشته باشد . که جهت اندازه گیری ضریب قدرت و روئیـت آن از وسـیله اندازه گیری به نام کسینوی فی متر استفاده می شود .

کسینوس فی متر از دو سیم پیچ متحرک و یک سیم پیچ ثابت تشکیل شـده اسـت و در نتیجـه در مجموع چهار یا پنج عدد پیچ جهن اتصال در مدار بر روی آن تعبیـه شـده اسـت و از آن مـی تـوان برای اندازه گیری ضریب توان در مدارهای تکفازه و سه فازه اسـتفاده کـرد . نکتـه حـایز اهمیـت در استفاده و کاربرد کسینوس فی متر آن است که کسینوس فی متر فقط کسینوس فی فازی را انـدازه گیری می کند که سیم پیچ ثابت آن بر سر راه آن قرار دارد . بنـابراین کـسینوس فـی متـر چـه در مدارات تکفاز و چه در حالت سه فاز فقطکسینوس فی یکی از فازها را اندازه گیری می کند . ولتاژی

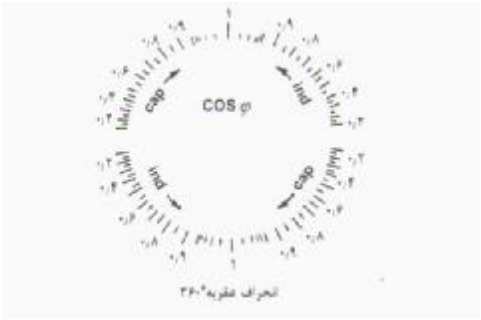
www.powerengineering.blogfa.com

را که کسینوس فی مترهای مورد استفاده در تابلوهای برقی برای آن ساخته می شوند 110-220-380-500 ولت می باشد و جریان قابل تحمل آنها 5 و یا یک آمپر می باشد . و برای استفاده از کسینوس فی متر در ولتاژها و جریانهای بالاتر از مقادیر ذکر شده باید از ترانسهای جریان و ولتاژی که به همین منظور ساخته شده اند استفاده کرد . نکته قابل توجه دیگر در مورد کسینوس فی مترها نوع درجه بندی آنها است . با توجه به موارد استفاده مختلف نوع درجه بندی کسینوس فی مترها نیز تغییر می کند . در صورتی که در کارخانجات فقط بارها از نوع اندوکتیو و یا سلفی باشند از کسینوس فی متری که در شکل 21-5 نشان داده شده است استفاده می گردد . در این نوع از درجه بندی $Cosj = 1$ در سمت راست قرار داده می شود .

در مراکز و کارخانجات صنعتی که علاوه بر بارهای از نوع اندوکتیو و سلفی دارای بارهای کاسپتیو یا خازنی نیز هستند از کسینوس فی متر با درجه بندی که در شکل زیر به نمایش گذاشته شده است استفاده می شود . که همانطور که از شکل مشخص می شود $Cosj = 1$ در این نوع از کسینوس فی متر ها در وسط صفحه مدرج قرار می گیرد که در شکل 22-5 حدود اندازه گیری آن 0/7.....1.....0/7 می باشد .

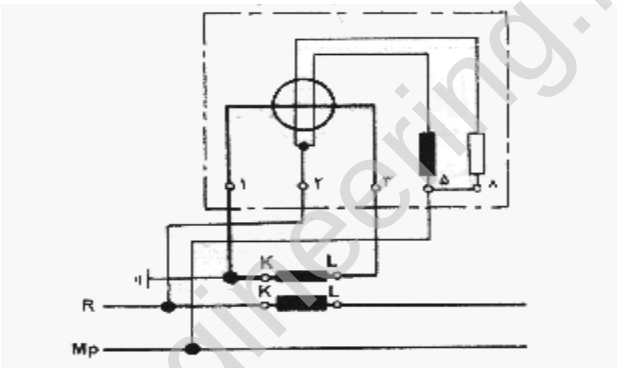
در برخی دیگر از کارخانجات و تاسیسات صنعتی مخصوصا نیروگاهها که جهت انرژی دارای تغییرات است از کسینوس فی مترهایی با عقربه گردان استفاده می شوند که دارای صفحه مدرج تا 360 درجه می باشند شکل 23-5 صفحه مدرج این نوع از کسینوس فی را که دارای چهار قسکت درجه بندی شده می باشد نشان می دهد .

www.powerengineering.blogfa.com

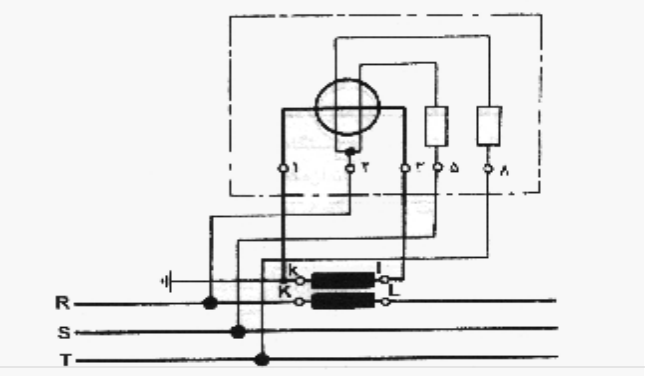


در مدار تکفاز جهت وصل کسینوس فی متر در مدار باید سیم پیچ ثابت آن را سر راه جریان قرار داده و سیم پیچ متحرک را به فاز R و سیم نول (MP) متصل کنیم .

جهت نشان دادن طریقه وصل کسینوس فی متر در مدار شمای مداری آن در شکل 24-5 آورده شده است . همانطور که از شکل مشخص است به دلیل بالا بودن جریان عبوری از ترانس یا مبدل جریان استفاده شده است .



اگر کسینوس فی متر در جریانهای سه فازه با بار متعادل مورد استفاده قرار گیرد اتصال آن مطابق شکل زیر خواهد شد . چنانچه در شبکه ای بار نا متعادل باشد جهت اندازه گیری کسینوس فی یا ضریب قدرت چنین مداری می بایست از یک کسینوس فی متر جدا از هم که بر سر راه هر یک از فازها قرار می گیرد استفاده کرد . در شکل 25-5 نیز با توجه به جریان عبوری بالا سر راه کسینوس فی متر از ترانس جریان استفاده شده است .



www.powerengineering.blogfa.com

با مراجعه به وبلاگ ما از آخرین کتاب ها، نرم افزارها، مطالب آموزشی و ...

در ارتباط با مهندسی برق استفاده نمایید.

http://powerengineering.blogfa.com

مهندسی برق

www.powerengineering.blogfa.com