انواع شبکه ها

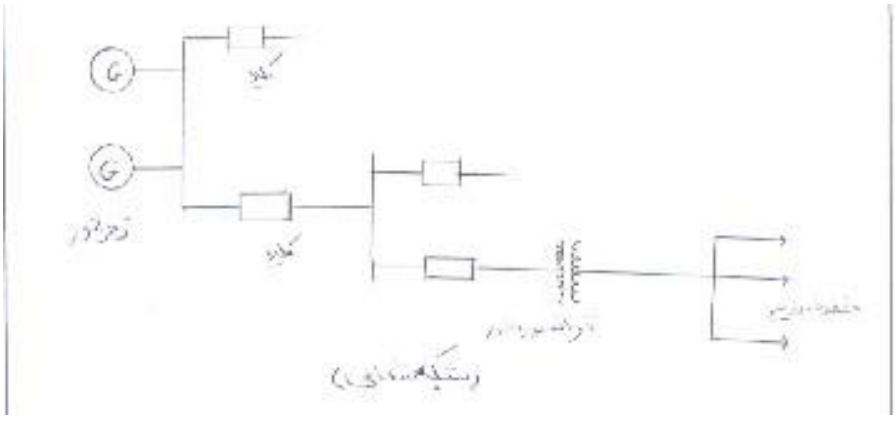
شبکه شعاعی یا باز، شبکه های مسدود یا رینگ یا حلقوی، شبکه مرکب یا تار عنکبوتی.

الف) شبکه های شعاعی یا باز

شبکه های شعاعی شبکه هایی هستند که در آنها هر مصرف کننده فقط از یک طرف تغذیه می شود. در این شبکه اگر قسمتی از شبکه معیوب گردد مصرف کنندگان تا برطرف شدن نقص بدون برق خواهند بود بنابراین مقدار خاموشی آنها بیشتر است. افت ولتاژ در انتهای شبکه های باز نسبتاً زیاد می باشد این شبکه برای نقاط کم جمعیت و روستاها که قطع برق باعث خسارت مالی فراوانی نمی شود استفاده می گردد.

شبکه های مسدود یا رینگ یا حلقوی

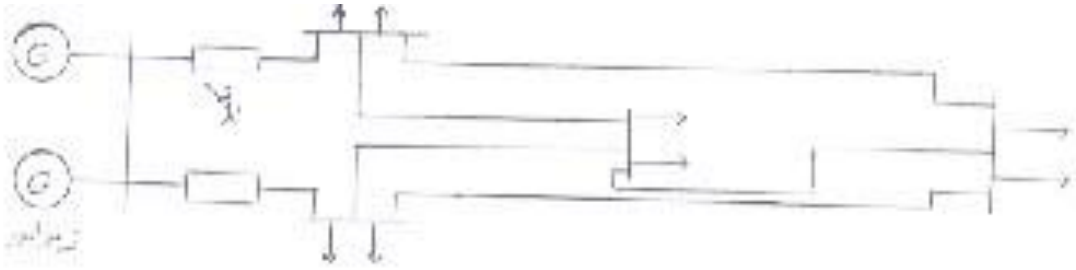
شبکه رینگ شبکه ای است که در آن هر مصرف کننده از دو طرف تغذیه می شود. ضریب اطمینان چنین شبکه ای به طور توجهی بالا می باشد زیرا از کار افتادن یکی



از دو منبع تغذیه و یا قسمتی از خط تغذیه کننده شبکه همواره از سمت دیگر انرژی می گیرد بنابراین ضریب اطمینان این نوع شبکه بیشتر است. این شبکه ها در شهرها و نقاط نسبتاً پر اهمیت استفاده می شود.

ج) شبکه های مرکب یا تار عنکبوتی

شبکه هایی هستند که توسط آنها هر مصرف کننده حداقل از سه طرف تغذیه می گردد و ظریب اطمینان این شبکه ها بسیار بالا است و از نظر اقتصادی بسیار گران تمام می شود. موارد استعمال این شبکه ها برای شهرهای بزرگ و نقاط حساس که خاموشی آنها بسیار گران تمام می شود، می باشد.



مقایسه شبکه های هوایی و زمینی

خطوط انتقال و توزیع را ممکن است به صورت شبکه های هوایی یا زمینی کشیده بوسیله موارد زیر آنها را می توان با یکدیگر مقایسه کرد.

1) احداث شبکه های هوایی آسانتر است در صورتی که برای احداث شبکه هـای هـوایی و زمینی باید مسیر مناسب باشد ثانیاً احتیاج به ایجاد کانال می باشد.

2) احداث شبکه های هوایی ارزانتر از شبکه های زمینی می باشد.

3) عیب یابی و رفع عیب شبکه های هوایی آسانتر اسـت زیـرا بیشـتر عیـوب آن بـا چشـم دیده می شود ولی پیدا کردن عیب در شبکه های زمینی بـه دسـتگاه هـای عیـب یـاب نیـاز دارد و زمان بیشتری برای رفع عیب نیاز خواهد بود.

4) همانطور که ولتاژ خطوط انتقال افـزایش مـی یابـد هزینـه کابلهـا (شـبکه هـای زمینـی) افزایش می یابد.

5) در شبکه های زمینی به افراد متخصص بیشتری نیاز است.

6) در شهرها و مناطق پرجمعیت بـرای حفـظ زیبـایی شـهر معمـولاً از شـبکه هـای زمینـی استفاده می شود.

7) شبکه های زمینی باعث دوری از یخ و برف و باران و شاخه های درختان و رعد و برق امکان خرابی آنها کمتر خواهد بود.

اجزای تشکیل دهنده شبکه توزیع برق

1) هادی ها شامل کابل یا سیمهای هوایی

2) وسایل حفاظتی مثل فیوز، رله های حفاظتی

3) وسایل قطع و وصل شامل انواع کلیدها

4) اتصالات شامل سرکابل مفصل و غیره

5) مقره ها

6) پایه ها

7) یراق آلات

جهت توزیع انرژی مصرف کننده ها در شهرهای بزرگ سعی بر این است که درجه اول به لحاظ رعایت مسائل ایمنی و در درجه دوم به خاطر مسئله زیبایی از کابل استفاده گردد ولی در روستاها و شهرهای کوچک به علت ویژگی اقتصادی و ارزان بودن موجب شده از شبکه های هوایی جهت برق رسانی استفاده کنیم.

وسایل حفاظتی شامل فیوزها و رله های حفاظتی

فیوزها

فیوزها وسایل حفاظتی نسبتاً ارزانی می باشند که برای حفاظت مدار و یا هر وسیله دیگری از صدمه دیدن در مقابل اضافه بار یا اتصال کوتاه در مدار بسته می شود. فیوز اصلاً یک نقطه ضعیف عمدی در مدار الکتریکی می باشد. معمولاً شامل یک قطعه سیم کوتاه از جنس سرب یا بیشتر آلیاژ سرب و قلع که در درجه حرارت پایین ذوب می شوند می باشند. وقتی که جریانی از این قطعه عبور می کند افزایش می یابد مقاومت فلز باعث

می شود که فلز ذوب گردد و قبل از اینکه جریان غیرعادی به مدار یـا دسـتگاه الکتریکـی صدمه بزند قطع گردد.

فیوزها معمولاً پوشیده (سربسته) هستند تـا فلـز ذوب شـده پرتـاب نگـردد و باعـث ایجاد خسارت یا آتش سوزی نشود. پوشیده بودن فیوز به خاموش کردن جرقه نیـز کمـک می کند اغلب ذوب فیوز با بخار و فلز تبخیر شده همراه می باشد این عمل بعضی اوقات به Blowing یا سوختن فیوز معروف است.

انواع فیوزها

1) فیوزهای فشار ضعیف: پلاگی یا پیچی و فشنگی

2) فیوزهای فشار قوی: فیوزهای دفعی مانند کت اوت فیوز و فیوزهای مایعی ماننـد فیـوز اسید بوریکی

برقگیر

برقگیرهای روی خـط ماننـد سـوپاپ اطمینـان روی دیـگ بخـار عمـل مـی کننـد. سوپاپ اطمینان دیگ بخار به وسیله خارج کردن بخار فشار را کاهش مـی دهـد تـا زمـانی که فشار به حالت عادی خـود برگـردد. وقتـی کـه فشـار بـه حالـت عـادی خـود برگشـت، سوپاپ اطمینان مجدداً بسته و آماده برای شرایط غیرعادی بعدی می شود

عمل برقگیرها شبیه همین عمل سوپاپ اطمینان می باشد. وقتی که یک ولتاژ قوی بیشتر از ولتاژ عادی خط بر روی خط به وجود آورد برقگیر فوراً مسیری را بر زمین مهیا می کند و ولتاژ اضافی را خارج می کند. بنابراین وقتی که ولتاژ اضافی رها می شود، عمل برقگیر بایستی جلوگیری از جاری شدن جریان بیشتر به زمین می باشد. بنابراین عمل برقگیر این است که ابتدا برای جلوگیری از صدمه خوردن به مقره ها خط ترانسفورماتورها و دیگر لوازم خط، ولتاژ اضافی را به زمین تخلیه کند و دوم اینکه بعد از برطرف شدن ولتاژ اضافی از ادامه جریان بر زمین جلوگیری نماید.

انواع برقگیر

1) برقگیر کنترل شده

2) برقگیر دفعی یا تخلیه ای

برقگیر آرماتور یا میله ای

معمولاً جهت حفاظت ترانسفورماتورها در مقابل اختلاف سطح زیاد طول مقره ها عبور ترانسفورماتورها توسط دو میله فلزی شاخی شکل که در دو سر مقره ها نصب می شود به طور مصنوعی قدری کوتاه می کند.

فاصله هوایی دو الکترود باید به قدری باشد که فشار الکتریکی دو سر مقره به اندازه 1/5 تا 2 برابر اختلاف سطح نرمال ترانسفورماتور برسد. بین دو الکترود تخلیه الکتریکی حاصل میشود این وسیله برای حفاظت مقره ها بکار برده می شود و باعث میشود که جرقه بین دو سر مقره از مقره دور نگه داشته شود و بنابراین حرارت جرقه باعث سوزاندن لعاب مقره نمی شود.

نصب برقگیر، شبکه توزیع

برقگیرها بایستی روی همان پایه ای که وسیله مورد حفاظت ترانسفورماتور نصب شده است نصب شود. معمولاً برقگیرهایی که به جهت حفاظت ترانسفورماتورهای هوایی استفاده می شوند همراه با کت اوت فیوزها بر روی یک کراس آرم بسته شوند. سیمهایی که از خط به برقگیرها بسته می شوند بایستی تا آنجایی که امکان دارد کوتاه و مستقیم باشد زیرا عمل برقگیر را تسریع می نماید به همین دلیل در بعضی از کتب مورد اعتماد پیشنهاد گردیده که برقگیرها در صورت امکان بر روی همان کراس آرم که هادیها عبور می کنند نصب شوند تا فاصله آن نسبت به خط بسیار کوتاه و مستقیم باشد.

کابلها

کابل یک نوع هادی است که می تواند جریان برق را از داخل خود عبور دهد و توسط موادی بدور محیط خود عایق شده به طوری که ولتاژ روی سطح آن برابر صفر

است. کابلهای زمینی بر حسب شرایط مکانیکی و الکتریکی باید دارای این خصوصیات باشد:

1) هادی های هر فاز نسبت به فازهای دیگر کاملاً عایق شده باشند

2) هادی های هر فاز نسبت به زمین کاملاً عایق شده باشند

3) در مقابل ضربات مکانیکی باید مقاوم باشند

4) تحت تأثیر عوامل خارجی مانند رطوبت،زنگ زدگی و سایر عوامل شیمیایی قرار نگیرند.

انواع کابلها

1) کابلهای فشار ضعیف کنستانیتریک

2) کابلهای فشار ضعیف یا پروتودور

3) کابلهای فشار ضعیف پلاستیکی (پی وی سی)

4) کابلهای فشار ضعیف روغنی

5) کابلهای فشار متوسط کراسلینگ پلی اتیلن

6) کابل فشار قوی روغنی

7) کابل فشار قوی کراسلینگ پلی اتیلن

8) کابل فشار قوی گازی

مقره ها

آشنایی با مقره های سیستم توزیع نیروی برق

شبکه های توزیع هوایی توسط عایقی که آنها را مقره می نامند به پایه ای اتصال دارند و از یکدیگر مجزا می شوند ضمناً مقره ها بایستی تحمل کلید مکانیکی وارده از سیم و نیروی بار را داشته باشند. مقره ها از نظر جنس دو نوع هستند:

الف) مقره شیشه ای ب) مقره چینی

علت اصلی استفاده از مقره ها را در شبکه ها می توان ناشی از دو مسئله دانست:

1) عایق کردن سیمها نسبت به کراس آرم و پایه

2) عایق نمودن سیمها به همدیگر و در نتیجه حفظ فاصله فازها از نظر ایمنی

مواد تشکیل دهنده مقره ها

استقامت مکانیکی مقره ها (ایزولاتورها) بستگی به جنس و ضخامت عایق و استقامت الکتریکی آن بستگی به جنس طول و شکل مقره دارد. دو ماده اصلی برای ساختن مقره های خطوط هوایی، چینی و شیشه سخت می باشد.

مواد اولیه چینی که در ساخت مقره ها از آن استفاده می شود عبارت است از: فلدسپات، کائولین (خاک چینی) و کواترز که بایستی به یک نسبت معین از انها را ترکیب

کرده و به صورت گل در آورد سپس درصد رطوبت آنرا پایین آورده و در خلاء پرس نمایند تا از حبابهای هوا خالی گردد و سپس آن را قالب گیری کرده و به شکل مقره مورد نظر در می آیند پس از خشک شدن لعاب داده و بعد آن را در کوره های مخصوص تحت تأثیر درجه حرارت معین پخته می شود تا عایق چینی به دست آید خمیر کردن چینی با آب کاملاً تصفیه شده انجام می گیرد تا املاح موجود در آب به خصوص نمک و از خراب کردن خواص مکانیکی چینی و همچنین خواص الکتریکی چینی جلوگیری می کند و کلیه مقره های چینی دارای پوششی از لعاب شیشه با درجه ذوب پایین می باشد که به رنگ سفید و قهوه ای و یا سبز می باشد لعاب علاوه بر بالا بردن مقاومت مکانیکی مقره، باعث صیقلی شدن سطح خارجی مقره نیز می گردد و در نتیجه قدرت چسبندگی ذرات خارجی (گرد و خاک و دوده) با آن کم می شود و در اثر باران و باد به سادگی تمیز و شسته می شوند. همچنین باعث می شود فشار الکتریکی به طور یکنواخت در تمام سطح آن انتشار یابد.

ماده دیگری که برای ساخت مقره ها بکار می رود شیشه سخت می باشد که مزیتهای زیادی نسبت به نوع چینی دارد. قدرت دی الکتریک چینی سالم در حدود 12 تا 28 Kv/mm می باشد قدرت تحمل آن در مقابل فشار در حدود $7000kg/cm^2$ و در قبال کشش $500kg/cm^2$ می باشد.

مزایای مقره شیشه ای نسبت به چینی

1) در مقابل لب پریدگی و قوس الکتریکی نسبت به چینی مقاومتر است.

2) اگر شکند به تکه های کوچکی شکسته شده و این عیب را می توان از روی زمین مشاهده کرد بنابراین تشخیص عیب در مقره شیشه ای آسانتر از مقره چینی است.

3) استقامت عایقی شیشه بیشتر از چینی و در حدود $140kg/cm^2$ می باشد.

4) ضریب انبساطی حرارتی مقره شیشه ای کوچکتر بوده و در نتیجه تغییر شکل نسبی آن در اثر تغییر درجه حرارت حداقل است.

5) تحت فشار مقاوم تر از چینی بوده و در مقابل کشش استقامت معادل چینی را دارد.

6) عیب شیشه ای این است که رطوبت در سطح آن زودتر تقطیر شده و در مقره های بزرگ جرم ماده آن با شکل نامنظم ممکن است پس از سرد شدن تغییر شکل نسبی داخلی پیدا کند.

7) عیب دیگر مقره شیشه ای این است که رطوبت و گرد و غبار و آلودگی به راحتی روی شیشه نشسته و باعث جریان خزنده سطحی می گردد. این عیب را می توان در مناطق مرطوب و پر گرد و غبار با طرح خاص مقره برطرف کرد.

شکست الکتریکی مقره

به سه صورت ممکن است در مقره شکست الکتریکی رخ دهد:

1) تخلیه الکتریکی (قوس الکتریکی) در هوای اطراف مقره که بر اثر کلید زنی (در قطع و وصل کلیدها) و یا رعد و برق بوجود آید.

2) سوراخ شدن مقره که باعث تخلیه قوس الکتریکی از درون مقره می گردد که این بیشتر به جنس مقره بستگی دارد.

3) جمع شدن آلودگی و گرد و غبار در سطح خارجی مقره که باعث ایجاد جرقه در سطح مقره می شود.

انواع مقره ها

1) مقره سوزنی یا میخی: مقره سوزنی همانطور که از نامش پیداست روی یک پیچ یا پایه فولادی (پین) وصل می گردد که مقره را در جای خود مثلاً روی کراس آرم نگه می دارد و هادی نیز به وسیله یک سیم اصلی روی مقره محکم می گردد. مقره های سوزنی ممکن است چینی یا شیشه ای باشند. مقره های سوزنی شیشه ای یکپارچه بوده ولی نوع چینی آن تا ولتاژ 23kv یکپارچه و برای ولتاژهای بالاتر بسته به مقدار ولتاژ چند تکه ساخته می شود که به وسیله سیمان مخصوصی به یکدیگر وصل می گردد.

انواع مقره سوزنی

1) مقره سوزنی ساده

2) مقره سوزنی سر گرانیتی یا رادیو فرید

2) مقره اتکایی: نوعی دیگر از مقره سوزنی است که مطابق شکل به صورت استوانه چینی توپر یا توخالی ساخته می شود. نوع توخالی آن به شکل استوانه است که در یک انتهایش یک حفره دارد که قبل از اینکه قاعده مقره به کلاهک فلزی چسبانده شود پوشانده میشود مقره های اتکایی به صورت عمودی یا افقی می گردند نوع افقی آن از نوع چینی یکپارچه و توپر ساخته شده و برای نگهداری هر فاز توسط یک پین یا پیچ مخصوصی بر روی پایه به طور افقی نصب می گردد. در سر مقره یک کلمپ مخصوص

جهت نگهداری هادی خط می باشد این نوع مقره در شبکه هوایی نیاز به کراس آرم و بریس ندارد و فضای کمتری را اشغال می کند. نوع عمودی آن بیشتر در پستهای فشار قوی نصب می گردد که ممکن است توپر یا توخالی باشد.

3) مقره آویزی: مقره آویزی (بشقابی) چنانچه از نامش پیداست از کراس آرم آویزان بوده و هادی خط به انتهای آن به وسیله کلمپی بسته می شود. این نوع مقره زمانی که ولتاژ از 44kv بیشتر می گردد مورد استفاده قرار می گیرد زیرا مقره سوزنی در این ولتاژها بسیار سنگین و گران تمام می شود و بسیار مشکل است که پایه مقره سوزنی بتواند نیروهای مکانیکی وارده را تحمل نماید. استفاده از مقره های آویزی احتیاج به پایه مقره ندارد و امکان ایجاد هر نوع فاصله ای بین هادی ها و پایه را به وسیله افزایش تعداد مقره های زنجیری به وجود می آید.

4) مقره کششی: این مقره ها در ابتدا و انتهای خطوط در زوایا و پیچهای تند و در جاهای بسیار بلند مثل عبور از رودخانه ها یا دره های عریض علاوه بر نیروهای عمودی وزن سیم و یخ و نیروهای عرضی باد بر سیم، نیروی کششی افقی ناشی از کشیدن هادی ها نیز وجود دارد. مقره کششی بر دو نوع مقره کششی خط و مقره مهار می باشد.

5) مقره چرخی: جنس این مقره از چینی می باشد و روی آن لعاب داده شده. این نوع مقره در شبکه های فشار ضعیف به کار می رود. مقره چرخی در وسط دارای سوزنی است که در تمام طول مقره وجود دارد. از این سوراخ میله ای عبور می کند که مقره را از دو طرف یعنی از بالا و پایین در اتریه نگه می دارد و اتریه توسط پیچ و مهره به پایه محکم می شود و بر دو نوع می باشد مقره چرخی S80 و مقره S120 که مقره S80 برای استفاده جهت سیم های مسی تا 50 و مقره S120 جهت استفاده سیمهای مسی 50 به بالا بکار برده می شود.

پایه ها

برای نگهداری سیمهای هوایی از تیرهای چوبی و بتونی استفاده می گردد ولی در موارد خاص مانند عبور از عرض رودخانه ها، تپه ها و مناطق کوهستانی که مسیرها طولانی و بلند می باشد از دکلها استفاده می شود. پایه ها به سه دسته تقسیم میشوند: چوبی، فولادی و بتونی.

1) پایه های چوبی

پایه های چوبی به طور وسیع در سیم توزیع برق و خطوط انتقال با ولتاژ متوسط (63kv) و خطوط راه آهن برقی و تلفن استفاده می شود. در شبکه های فشار ضعیف و به طور کلی در شبکه های انتقال به صورت H (دوتایی) به کار می رود و اگر به استحکام و مقاومت بیشتری نیاز باشد از بازوها یا سیمهایی که به شکل X می باشد به عنوان پشت بند به آنها استفاده می شود. همچنین به دلیل دره های عریض و طویل در مکان بلندی انتخاب شده باشند پایه های چوبی را در دو طرف اسپان مربوط به شکل H به کار می برند. پایه های چوبی دارای سه مزیت اساسی می باشند

1) پایه های چوبی عایق طبیعی خوبی هستند.

2) در مناطقی که چوب فراوان می باشد ارزانتر تمام می شود.

3) به علت سبکی آنها حمل و نقلشان آسانتر است.

پایه های چوبی معمولاً از چوب درختانی چون درخت سرو آزاد و درخت شاه بلوط و درخت کاج به دلیل اینکه بایستی پایه ها راست و قوی و مخروطی شکل و بدون گره باشند برای اشباع کردن چوب از روغن قطران خالص استفاده می شود یعنی از قطران خالص زغال سنگ بدست آورد قطرانی که در حرارت کم استخراج شده باشند و آب موجود در روغن نباید از یک درصد حجم آن بیشتر باشد.

پایه های فولادی

در جاهایی که قدرت و مقاومت زیادی نیاز می باشد به جای پایه های چوبی از پایه های فولادی استفاده می شود. معمولاً پایه های به دو قسمت لوله ای و ساختمانی یا اسکلتی تقسیم میشوند. نوع لولی ای آن شامل چند قسمت لوله ای شکل با قطرهای مختلف که روی یکدیگر سوار می شوند می باشند و نوع ساختمانی (اسکلتی) آن از چندین نبشی فولادی تشکیل شده که به یکدیگر پیچ یا جوش شده اند.

موارد استفاده از این پایه ها همانند پایه های چوبی است ولی در معرض حمله حشراتی مانند موریانه قرار نمی گیرند. عمر آن نسبتاً زیاد است البته بایستی گالوانیزه باشند از امتیازات دیگر آن این است که می توان طول آن را به هر میزان که خواسته باشیم انتخاب کنیم بیشتر از این پایه ها در سیستم های روشنایی شهرها به منظور حفظ زیبایی شهر استفاده می شود.

پایه های بتونی

در این روزها پایه های بتونی جای پایه های چوبی و فولادی را گرفته است زیرا هم از نظر شکل ظاهری جالب تر و هم با دوامتر می باشند. این پایه ها سنگین ترند و حمل و نقل آنها گران تمام میشود ولی از نظر مکانیکی بسیار قوی می باشند و عمر بیشتری

دارند به خصوص در جاهایی که عمر تیر چوبی بدلایل وجود مواد خورنده زمین کم می باشد از تیرهای بتونی استفاده می شود.

تیرهای بتونی به دو دسته توپر و توخالی تقسیم بندی میشوند. نوع توپر آن از میله های گرد و بلند بتون تشکیل شده است معمولاً بشکل H یا چهارگوش می باشد و پله هایی که در قسمت مادگی آن دارد. از نظر بلندی به دسته 9 متر و 12 متری و از نظر تحمل قدرت مکانیکی به سه دسته 200، 400 و 800 کیلوگرم نیرویی تقسیم می گردند. منظور از تیر بتونی 200 کیلوگرمی این است که نیروی مجازی که می توان بر روی تیر در 30 سانتیمتری از رأس تیر (تقریباً محل اتصال کراس آرم به تیر) وارد کرد 200 کیلوگرم نیرو می باشد که 40 درصد نیروی نهایی تیر است. نوع توخالی آن بدین ترتیب ساخته می شود که میله گردهای مقاوم و بتون را در داخل محفظه مخروطی شکل با طول بینهایت می ریزند و سپس به وسیله یک ماشین مخصوص مناسبی برای مدت 10 تا 15 دقیقه آن را می چرخانند و این عمل باعث میشود که بتون به وسیله نیروی گریز از مرکز به طرف خارج فشرده گردد و در داخل توخالی بشود تیرهای بتونی توخالی سبکتر از نوع توپر می باشند. تیرهای بتونی توخالی به شکل گرد می باشند و از نظر تحمل نیروی مکانیکی به پنج دسته 200 و 400 و 600 و 800 و 1000 تقسیم می شوند.

گودبرداری جهت نصب پایه ها

برای اینکه بتوان چاله تیر را با اندازه مناسب حفر نمود بایستی عوامل زیرا را در نظر گرفت:

1) اندازه طول و قطر تیر

2) جنس زمین

3) وزن و نیروهای کششی

قطر چاله بایستی با اندازه ای باشد که فضای کافی در هر طرف پایه جهت پر کردن اطراف آن و محکم نمودن آن و همچنین جهت مانور تیر و قرار دادن آن در طول خط وجود داشته باشد.

به طور کلی عمق چاله بایستی باندازه 10٪ طول کل تیر با فاصله 60 سانتیمتر باشد.

برای تیر 9 متری $\frac{10}{100}\times 9+0.6=0.9+0.6=1.5m$

برای تیر 12 متری $\frac{10}{100}\times 12+0.6=1.2+0.6=1.8m$

البته باید توجه داشت که عمق چاله در زمینهای بسیار سخت و تخته سنگها لازم نیست به اندازه عمق چاله در زمینهای خاکی باشد زیرا مقاومت آنها برای نگهداری تیر

بیشتر است. همچنین برای نصب تیر در زمینهای شنی (که اکثراً جنس زمین از شن است) و یا باتلاقی بایستی عمق چاله را بیشتر در نظر گرفت.

جنس زمین طبق استاندارد وزارت نیرو به سه دسته تقسیم می شود:

1) زمینهای سست: این زمینها شامل شن نرم یا خاک رس و شن نرم و کـود و لجـن، رس نرم و یا مرطوب سنگ ریزه و دیگ سست بودن خاکریزه و یا ترکیبی از انواع اینها.

2) زمینهای سفت: شامل خاک رس و شن به صورت خشک و سفت، شن سفت که نشت نکند. سنگریزه و خاک ریگ دار سفت (مخلوط با شن)، صـخره سسـت، رسـوب سـخت، خاک شسته، رس آبی یا زردتر ریگ رسوبهای سخت و یا ترکیبـی از خاکهـای نـامبرده و به اندازه های متفاوت می باشند.

3) زمینهای سنگلاخی: در این زمینها برای کندن چاله احتیاج به دینامیت یا کمپرسور مـی باشد و از تخته سنگهای سخت و یکپارچه تشکیل شده است.

ابعاد گودها

الف) برای تیرهای 9 متری و مهار فشار ضعیف:

برای پایه $80\times80\times150cm^3$

برای مهار $100\times80\times150cm^3$

برای پایه و مهار $70\times70\times120cm^3$

ب) ابعاد گودها برای تیرهای 12 متری و مهار فشار قوی:

برای پایه $100\times80\times180cm^3$

برای مهار $120\times80\times120cm^3$

برای پایه و مهار $70\times70\times140cm^3$

علت اینکه در موارد بالا اندازه طول گود بیشتر از عرض آن در نظر گرفته شده است برای این است که در صورت لزوم برای قرار دادن پایه در طول خط بتوان از آن در چاله مانور داد.

طریقه نصب پایه در زمین

مطابق شکل زیر بایستی پایه در وسط گود قرار داده شود تا اطراف آن را بتوان با سنگ لاشه پر کرد مثلاً برای تیر 9 متری که عمق گود آن 150 سانتیمتر باشد ابتدا حدود 40 سانتیمتر از گود را با سنگ لاشه پر کرده و سپس شروع به ریختن شفته آهک یا مخلوط آب و خاک می نماییم به طوری که پس از پر کردن خلال و فرج بین سنگ لاشه ها حدود 10 سانتیمتر روی سنگ لاشه ها را بپوشاند. به همین ترتیب سه لایه پر می کنیم تا تمام گود پر گردد.

مشخصات تیرهای سیمانی 9 و 12 متری

طول تیر m	نیروی کشش kgn	نیروی مقاوم نهایی	ضریب اطمینان	حجم بتون	وزن سیمان	وزن میل گرد	وزن کلی تیر
9	200	500	2/5	0/3	125	82	800
9	400	1000	2/5	0/45	225	105	1100
9	800	2000	2/5	0/45	225	170	1200
12	200	500	2/5	0/47	200	116	1100
12	400	1000	2/5	0/65	275	140	1650
12	800	2000	2/5	0/8	350	250	2050

کراس آرم

جهت نگهداری سیمها و مقره ها از کراس آرم که روی پایه نصب می گردد استفاده می شود و از نظر طول به 120 سانتیمتر و 244 سانتیمتری تقسیم می شود و اصولاً دو نوع کراس آرم در شبکه های توزیع برق وجود دارد.

الف) کراس آرم چوبی

ب) کراس آرم فلزی

الف) کراس آرم چوبی

این کراس آرم از خیلی وقت پیش برای خطوط تلفن، تلگراف و توزیع برق استفاده می شده است و عموماً از درخت صنوبر و کاج ساخته می شود و معمولاً برای استحکام و دوام بیشتر کراس آرم چوبی را با روغن یاپنتا کلروفنل بصورت اشباع در می آوردند و خاصیت عایقی آن از نظر کار کردن افراد روی شبکه از جهت ایمنی بسیار مهم است و توسط بریس به تیر محکم می شوند.

ب) کراس آرم فلزی

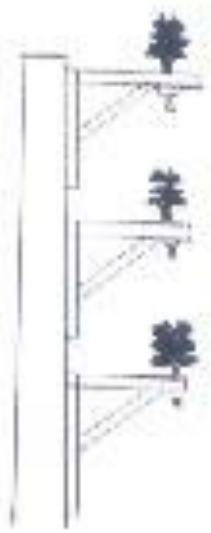
این کراس آرم جهت تیرهای بتونی و فولادی بکار می رود و از نبشی با بالهای مساوی ساخته می شود که توسط بریس یا باز و به تیر محکم می گردد.

کراس آرم ال آرم

در اصطلاح انگلیسی به کنسول (کراس آرم) ال آرم و پرچمی ساید آرم گفته می شود. ساید آرم یعنی کنسولهایی که کاملاً در یک طرف تیر بسته می شوند این کنسولها بیشتر برای رفع موانع به کار می روند و در کوچه ها و جاهایی که پایه نزدیک ساختمان است و امکان استفاده از کراس آرم معمولی نیست (تخت و مثلثی) بدلیل نزدیک شدن فازها به ساختمان یا مانع دیگر از این کراس آرم استفاده می کنند.

کراس آرم پرچمی

همچنین در جاهایی که فضای کافی جهت نصب کراس آرم معمولی نیست نظیر کوچه های کم عرض و یا جاهایی که در یک طرف درختکاری شده است می توان از

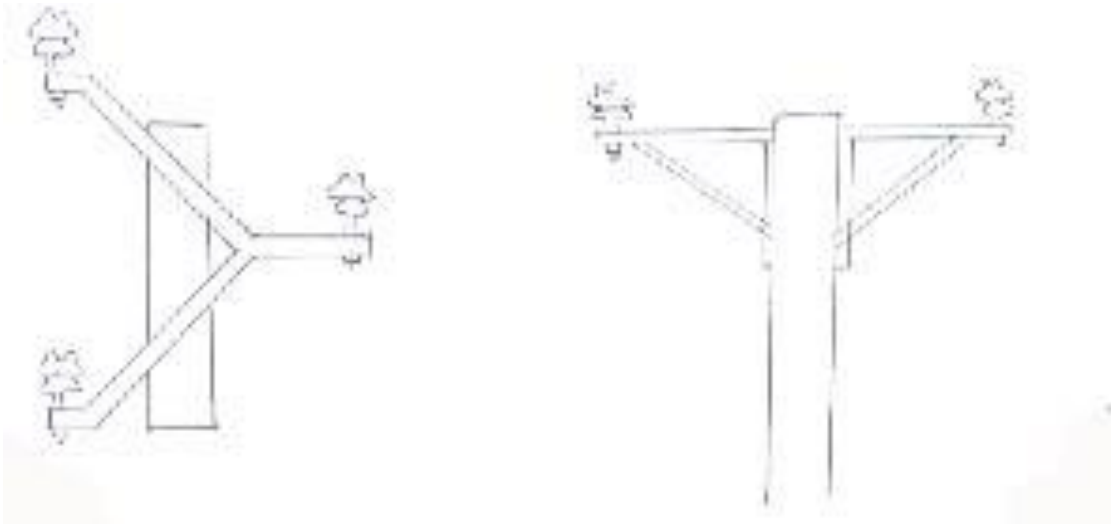


کنسولهای پرچمی استفاده کرد.

کراس آرم دوبله

در جاهایی که نیروی کشش وارده روی کراس آرم بیشتر از حد معمول است و یا اسکلت استوارتری مورد نیاز باشد از کراس آرم دوبله استفاده می شود. به این ترتیب که هر طرف پایه یک کراس آرم بسته می شود. این کشش اضافی بیشتر درانتهای خطوط در زوایا و سرپیچها ایجاد می گردد و کراس آرم دوبله باعث می گردد که نیروهای وارده

بین هر دو کراس آرم و نیز دو مقره سوزنی و پایه های مقره های مربوط و هر دو سیم اصلی تقسیم گردد. و به این ترتیب نیروهای مکانیکی وارده را تحمل نماید.



اتریه

برای نگهداری مقره چینی و سیم فشار ضعیف از اتریه روی پایه نصب می شود استفاده می کنند و شامل سه قطعه است: بدنه اتریه، پین و اشپیل.

1 – بدنه اتریه

شامل تسمه ای می باشد از جنس فولاد گالوانیزه که ضخامت آن به 5 میلیمتر می رسد و پهنای آن 50 میلیمتر و تسمه به شکل D می باشد که دارای دو سوراخ یکی در لبه

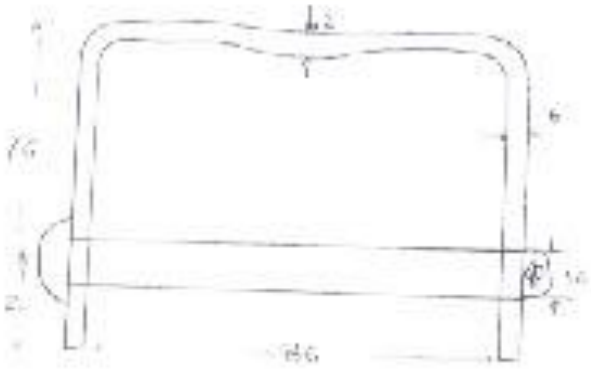
بالایی و دیگری در لبه پایینی اتریه می باشد. دهانه اتریه 86 میلیمتر و طول دو ضلع بالایی و پایینی هر کدام 96 میلیمتر است.

2 – پین

از جنس فولاد گالوانیزه است و طول آن 15 میلیمتر و قطر آن 16 میلیمتر می باشد.

3 – اشپیل

از جنس برنز می باشد.



انواع مهارها

1) مهار ساده یا معمولی

2) مهار اسپان یا تیر به تیر

3) مهار پیاده رویی یا زانویی

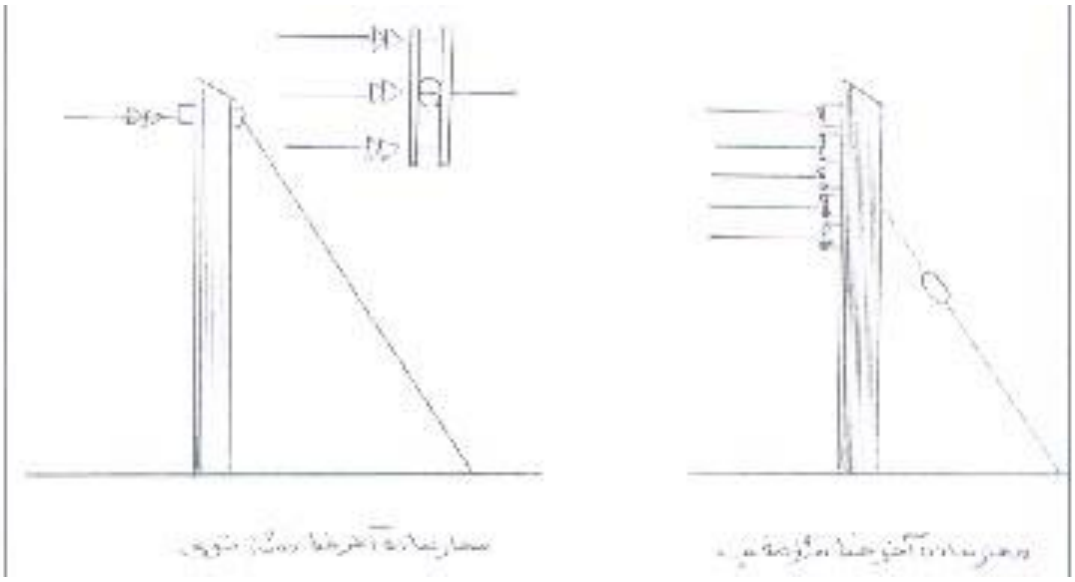
4) مهار مرکب (ترکیبی از اسپان و ساده)

5) مهار حائل فشاری (مهار تودلی توسط تیر چوبی)

6) مهار ساده

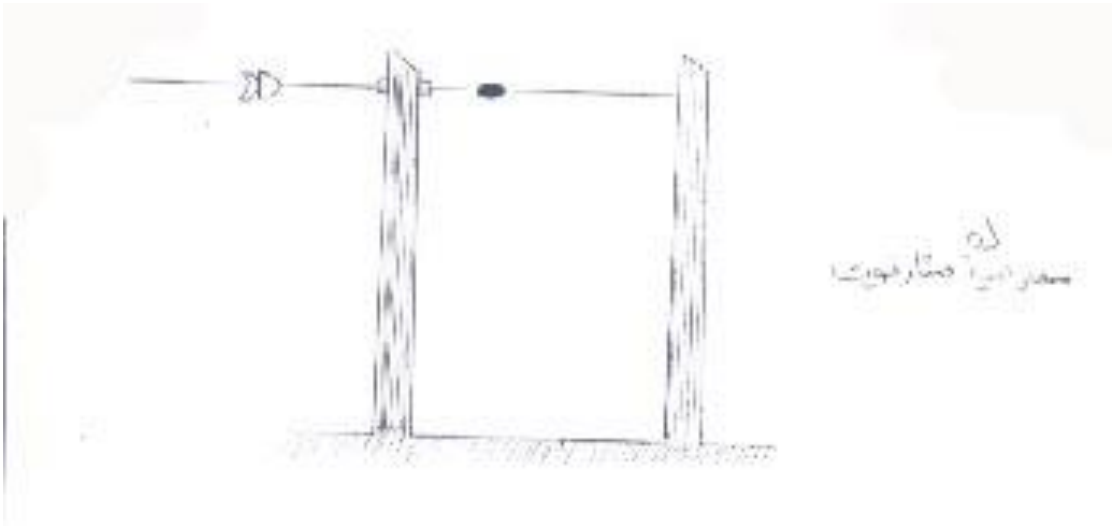
1 – مهار ساده یا معمولی

این مهار در ابتدا و انتهای زاویه ها و سرپیچها و سرانشعابهای خطوط و همچنین زمانی که پایه بر روی تپه نصب می گردد و جهت عکس پیب تپه استفاده می گردد. در این حالت پایه توسط سیم فولادی گالوانیزه ای که از یک طرف به سر پایه و از طرف دیگر به میله مهار و میله مهار به صفحه یا کنده مهار در زمین متصل می باشد مهار می شود. در مهار ساده فاصله پایه تا چاله مهار 5/5 متر برای تیرهای 9 متری و 7/5 متر برای تیرهای 12 متری است.



2 – مهار اسپان (تیر به تیر)

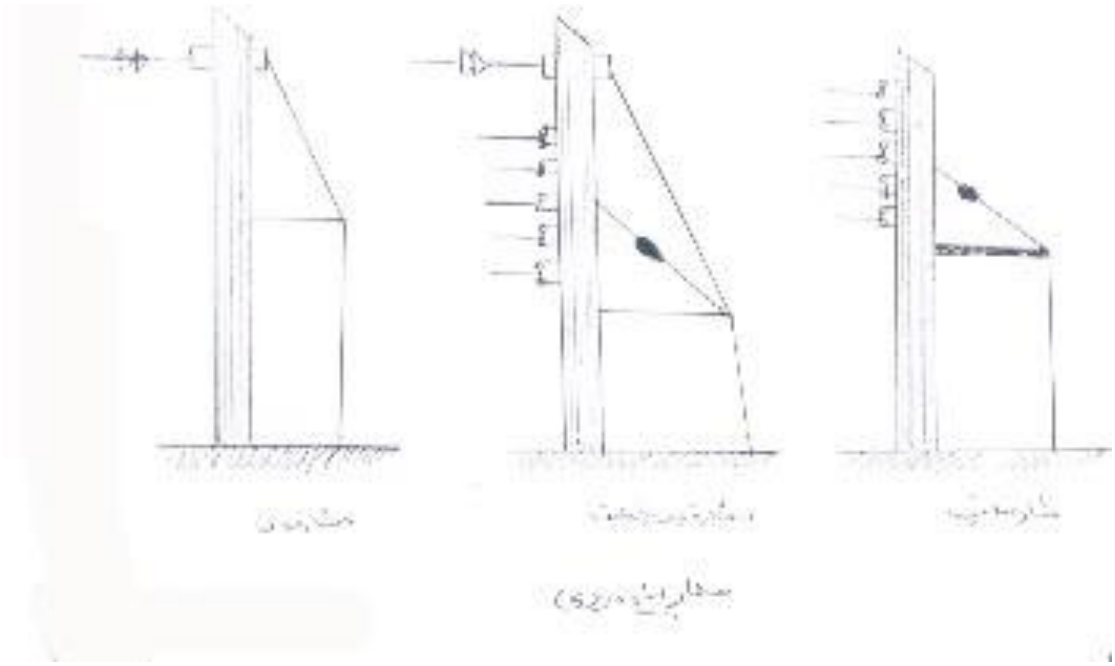
این نوع مهار در مواقعی ضرورت دارد که فاصله پایه تیر ابتدایی و انتهایی برای



حفر چاله و یا اصولاً نصب مهار ساده مقدور نباشد در این صورت از یک پایه دیگر استفاده می گردد که دو پایه یا مهار اسپان به هم مهار گردیده و تیر دوم برای استحکام بیشتر مهار می گردد که این نوع مهار ترکیبی از ساده و اسپان میباشد.

3 – مهار پیاده رویی یا زانویی

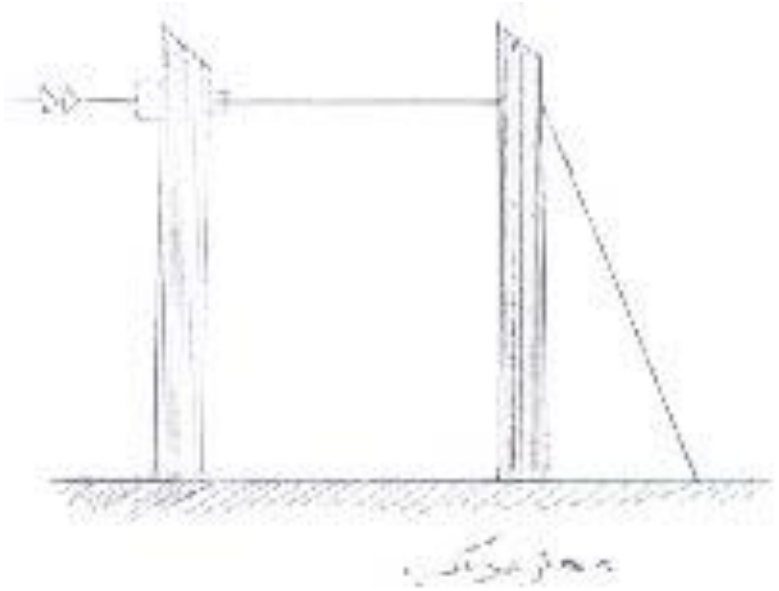
از این نوع مهار در جاهایی که بیش از یکی دو متر فضای بیشتر پشت تیر جهت



نصب مهار ساده نباشد استفاده می گردد.

4 – مهار مرکب (ترکیبی از اسپان و ساده)

انتهای دو خط که به هم می رسند بیشتر اوقات اتفاق می افتد که انتهای دو خط که دو مسیر مختلف را تغذیه می نمایند با در نظر گرفتن جنبه های اقتصادی به جای استفاده از دو سیم مهار از یک سیم مهار استفاده شده مشروط بر اینکه فاصله از 35 متر

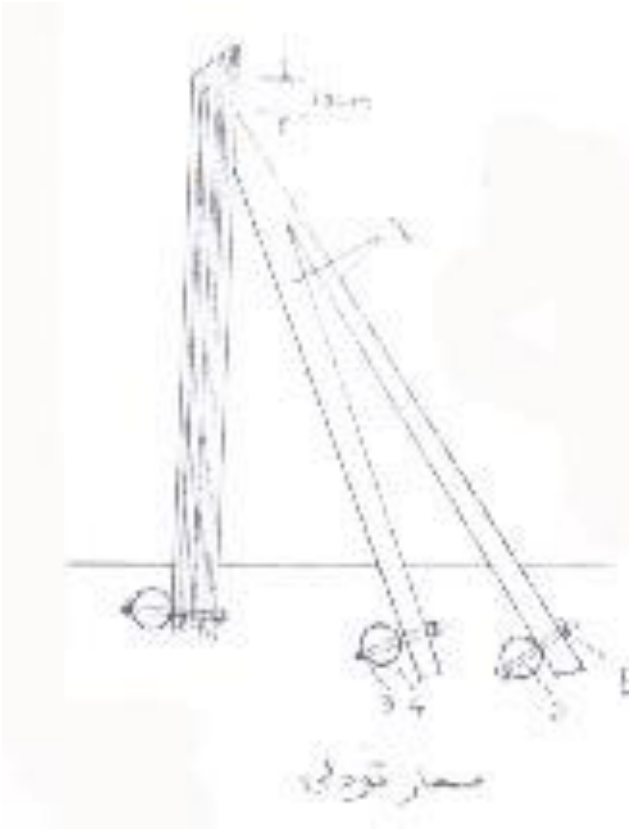


بیشتر نباشد.

5 – مهار حائل فشاری (تودلی)

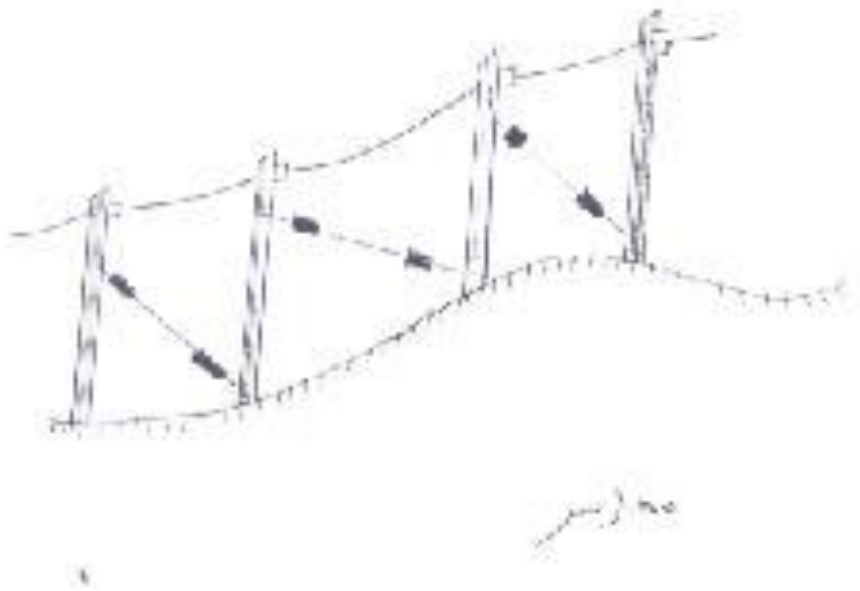
از این نوع مهار زمانی که از دیگر مهارها نمی توان استفاده نمود استفاده می شـود. این مهارها در طول خطوطی که به موازات جاده هـا یـا بزرگـراه هـا و یـا باتلاقهـا احـداث گردیده و امکان نصب سیم مهار و صفحه مهار نیست استفاده می شود. سر این حائل (مهار چوبی) بوسیله پیچ به پایه بسته می شود و چون این حائل نیروی رو به بالا یا پایین وارد مـی کند بایستی به وسیله یک کنده که به قاعده پایه پیچ می شود پایه را روی پـایین (در جـای خود) نگه داشته است 15 سانتیمتر باید پایینتر از آخرین سـیم باشـد. مطـابق شـکل وسـایل مورد نیاز جهت این مهار تودلی عبارتند از:

1 – حائل فشاری 2 – پیچ و مهره 45*16 میلیمتری و واشر مربعی 3*50*50 گـالوانیزه 3 – واشر توسی مربعی به ابعاد 6*250*250 گـالوانیزه 4 – کنـده چـوبی بـه قطـر 25 و طول 100 تا 150 سانتیمتر بر حسب احتیاج 5 – پیچ و مهـره 600*20 میلیمتـر بـا واشـر مربعی 3*50*50 میلیمتری گالوانیزه



6 –مهار سر

بعضی اوقات خطوط از روی تپه هایی با شیب تند کشیده میشوند که بایستی برای استحکام بیشتر در مقابل کشش خط در جهت سرآشیبی مهار گردند. معمولاً این خطوط به وسیله مهار ساده یا مهار سر مهار می شوند. مهار سر بدین صورت است که سر تیزی را که بایستی مهار شود به وسیله سیم مهار به پایه تیر بعدی می بندند بدین وسیله از کندن مهار و میله و صفحه مهار خودداری می گردد.



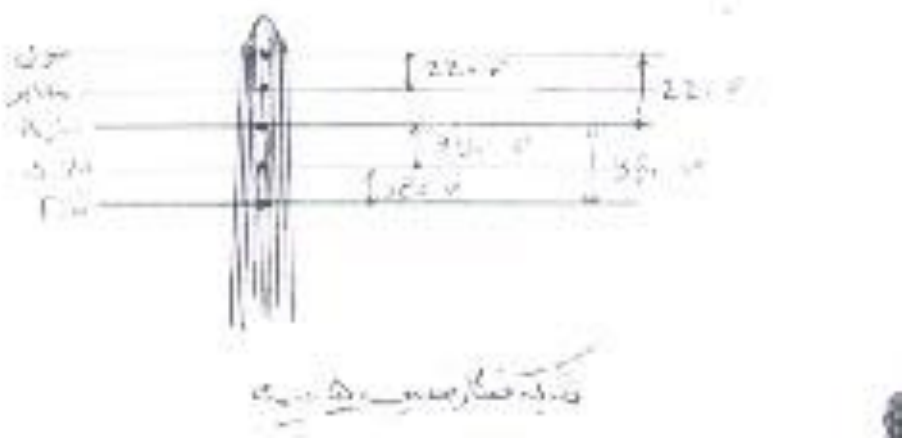
اجزای تشکیل دهنده مهار

1 – میله مهار 2 – صفحه مهار 3 – سیم مهار 4 – پیچ زاویه دار چشمی 5 – گوشواره مهار 6 – گیره سیم مهار یا کلمپ سه پیچ 7 – مقره مهار

شبکه توزیع فشار ضعیف

شبکه های توزیع نیروی برق فشار ضعیف به صورت دو سیم، سه سیم، چهار سیم که اغلب به صورت پنج سیم احداث می گردد.

فاصله سیم فشار ضعیف از یکدیگر حدود 30 سانتیمتر می باشد و ترتیب قرار گرفتن آنها از بالا به پایین سیم نول سیم مهابر و پس از آن سه سیم فاز قرار می گیرند.



بدلیل وجود صاعقه (رعد و برق) سیم نول را بالاتر از همه قرار می دهند تا توسط سیم نول رعد و برق ایجاد شده به زمین متصل گردد و صاعقه اثری روی فازهای دیگر نگذارد اختلاف پتانسیل بین دو فاز و شبکه فشار ضعیف 380 ولت و اختلاف پتانسیل بین یک فاز و نول 220v می باشد.

ظرفیت ترانسفورماتورها از نظر استاندارد به قرار زیر می باشد:

15 – 25 – 75 – 100 – 125 – 160 – 200 – 250 – 315 – 400 – 500-
630 – 800 – 1000 – 1250 – 1600 – 2000 (kva)

نقش تپ چنجر در ترانسفورماتورها

تپ چنجر طرف سیم پیچهای فشار قوی بسته می شود و هیچ ارتباطی با سیم پیچهای فشار ضعیف ندارد. تپ چنجرها هماهنگ کننده ولتاژ خط با ترانسفورماتور می باشد. ترانسفورماتورها اصولاً دارای 3 تا 5 تپ می باشند که شماره تپهای آنها به صورت زیر می باشد:

ماره	تپ1	تپ2	تپ3	تپ4	تپ5	
ولتاژ	21000	20000	19000			ترانسفورماتور3 تپ
ولتاژ	21000	20500	20000	19500	19000	ترانسفورماتور 5 تپ

نقش روغن در ترانسفورماتور

روغن دو کار مهم انجام می دهد یکی خاصیت عایقی دارد دوم اینکه جهت خنک نمودن ترانسفورماتور استفاده می شود.

حفاظتهای ترانسفورماتور

1 – کت اوت 2 – برقگیر 3 – برقگیر شاخکی 4 – کلید کل 5 – سیم لرت 6 – رله بوخهلس

نحوه آزمایش نمودن ترانسفورماتور توسط میگر

میگر دستگاهی است جهت تست نمودن عایق کابل ترانسفورماتور و غیره به کار می رود. در ترانسفورماتور فازهای فشار قوی با هم و فازهای طرف فشار ضعیف با هم بایستی راه داشته باشند و باید عقربه میگر از طرف مقاومت زیاد به سمت مقاومت کمتر حرکت کند.

ترانسهای جریان استاندارد فشار ضعیف

$$\frac{100}{5},\frac{150}{5},\frac{200}{5},\frac{250}{50},\frac{300}{50},\frac{400}{5},\frac{500}{5},\frac{600}{5},\frac{800}{5}$$
$$\frac{1000}{5},\frac{1500}{5},\frac{2000}{5}$$

کنتور اکتیو

کنتور اکتیو تشکیل شده از یک سیم پیچ جریان و یک سیم پیچ ولتاژ و یک شماره انداز مصرف کننده از نظر نوع جریان مصرفی به سه دسته تقسیم می شوند:

مصرف کننده اهمی مانند لامپهای رشته ای، وسایل گرم کننده و...

مصرف کننده های سلفی مانند ترانس و یا بوبین های سیم پیچی شده

مصرف کننده های خازنی

برای اندازه گیری هر یک از بارهای مصرفی فوق یک وسیله لازم است دستگاهی که بار اهمی را اندازه گیری می کند کنتور اکتیو و دستگاهی که بار سلفی را اندازه گیری می کند کنتور راکتیو می گویند.

در صنایع و کارخانجات که مصرفشان هم اهمی و هم سلفی است بنابراین بایستی هم کنتور اکتیو و هم کنتور راکتیو نصب گردد.

کنتور سه فاز اکتیو

کنتور سه فاز اکتیو تشکیل شده است از سه کنتور تک فاز که در یک دستگاه نصب شده است. در کنتور سه فاز بوبین ولتاژ و 3 بوبین جریان و یک شماره انداز بکار برده شده است.

کنتورهای تک فاز

کنتورهای موجود در شبکه به شرح زیر می باشد:

آمپر 5(20) , 10(40) , 15 (60) , 25 (100)

محاسبه کنتور تک فاز 1 = 5.5 A کیلووات

کنتور سه فاز

این کنتورها برای مشترکین که وسایل و دستگاه های سه فاز دارند نصب می گردد. اصولاً کنتورهای سه فاز به صورت زیر در شبکه ها موجود می باشد:

آمپر 10(40) , 15(60) , 25(100) , 50(200)

1 = 1.8 A کیلووات

انتخاب ولتاژ کنتورها

کنتور تک فاز: چون این کنتورها برای مشترکین نصب می گردد یک فاز و یک نول به خانه هایشان می رود بنابراین این کنتورها 220 ولت می باشد.

کنتور سه فاز: به طور کلی این کنتورها برای مشترکین سه فاز در تعرفه های مختلف نصب می گردد ولی از نظر ولتاژ این نوع کنتورها را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

1 – کنتورهایی که برای مصرف کننده هایی نصب می گردد که برق سه فاز فشار ضعیف خریداری کرده اند و اصطلاحاً آنها را مشترکین ولتاژ ثانویه می گویند برای اینگونه مصرف کننده ها کنتورهای سه فاز ولتاژ نصب می گردد که مستقیماً به طرف فشار ضعیف شبکه روی شمش تابلوها بسته می شوند.

2 – این کنتورها برای مصرف کننده هایی نصب می گردد که برق سه فاز فشار قوی خریداری کرده باشند که اصطلاحاً آنها را مشترکین ولتاژ اولیه گویند برای اینگونه مصرف کننده ها کنتورهای سه فاز روی ترانسفورماتور جریان ورودی ترانسفورماتور ولتاژ نصب می گردد.

سطح مقطع کابل برای کنتورها

کنتورهای تک فاز: کابل کنتانیتزیک بهترین نوع کابل برای کنتورهای تکفاز تا 2/5 آمپر می باشد در صورتی که این نوع کابل موجود نباشد می توان از کابل 4*2 یا 6*2 معمولی استفاده کرد.

کنتورهای سه فاز 50 آمپری:

الف) برای کنتورهای سه فاز 1 و 5 آمپر کابل 4*4 یا 6*4

ب) برای کنتورهای سه فاز 25 آمپر کابل 6*4 یا 10*4

ج) برای کنتورهای سه فاز 50 آمپر کابل 10*4 یا 16*4

طراحی شبکه توزیع

طرح صحیح برق رسانی به یک شهر یا روستا مستلزم شناخت موقعیت جغرافیایی محل و شناسایی انواع بارها و تقسیم آنها می باشد که طراحی شبکه های توزیع بر عهده بخشی به نام طراحی و نظارت می باشد.

وظیفه بخش طراحی و نظارت در وزارت نیرو

بنابراین پس از کسب اطلاعات کافی در مورد نوع مصرف کنندگان آن محل بایستی نقشه محل به مقیاس 1 به 1000 یا 1500 و غیره تهیه و سپس جای پایه های شبکه روی آن مشخص گردد و تعداد مشترکین با مقدار مصرف آنها روی هر پایه مشخص نمود سپس با در نظر گرفتن توان مصرفی روی هر پایه فاصله آنها تا ترانسفورماتور را می توان سطح مقطع سیمهای شبکه را محاسبه نمود.

بایستی سعی شود که ترانسفورماتور در مرکز ثقل بارهای الکتریکی شبکه نصب گردد و برای جلوگیری از افت ولتاژ زیاد بایستی که طول هر فیدر ترانسفورماتور از حداکثر و ازیاد مصرف کنندگان را در آینده نزدیک یا دور مدنظر قرار داد.

انتخاب محل نصب ترانسفورماتور توزیع

برای تعیین ظرفیت و محل نصب ترانسفورماتور بهتر است شکل خطی که بایستی توسط ترانسفورماتور تغذیه شود را روی کروکی تهیه شده از محل کشید این شکل بایستی محل هر پایه تعداد مشترکینی که بایستی از هر پایه تغذیه شوند و مقدار کیلووات یا کیلووات آمپر مصرفی هر مشترک را نشان دهد سپس محل ترانسفورماتور را در یک نقطه تقریباً مرکزی (مرکز ثقل بارها) با در نظر گرفتن موقعیت جغرافیایی در نظر بگیرند. برای اینکه مطمئن شویم که این محل برای نصب ترانسفورماتورها مناسب می باشد یعنی در مرکز ثقل بارها قرار گرفته است بایستی مقدار مصرف مشترکین هر پایه را در فاصله آن تا محل ترانسفورماتور ضرب کرد و بعد از اینکه این عمل را برای کلیه پایه های یک فیدر ترانسفورماتور انجام دادیم حاصلها را با یکدیگر جمع نماییم. همین مراحل را برای فیدر بعدی نیز انجام می دهیم. این دو مقدار را با یکدیگر مقایسه می کنیم بایستی که تقریباً مساوی باشند تا ترانسفورماتور در مرکز تثل بار قرار گرفته باشد. لازم به تذکر است که بارهایی که روی پایه های ترانسفورماتور هستند برای مشخص کردن جای ترانس در محاسبه حساب نمی آیند ولی در محاسبه تعیین ظرفیت ترانس بحساب می آیند.

اساس کار ترانسفورماتور

ترانسفورماتور دستگاهی است ساکن که بوسیلهٔ آن قدرت الکتریکی یک مدار تبدیل به قدرت الکتریکی با همان فرکانس در مدار دیگر می شود.اساس فیزیکی یک ترانسفورماتور القاء متقابل بین در مدار است که بوسیلهٔ یک فوران مغناطیسی در بر گرفته می شود،در واقع بین دو سیم پیچ ترانسفورماتور هیچ گونه ارتباط الکتریکی وجود ندارد.سیم پیچ اول که انرژی الکتریکی آن از شبکهٔ تغذیهٔ AC تأمین می شود را طرف اولیه و سیم پیچ دیگر را که انرژی الکتریکی از آن گرفته می شود را سیم پیچ ثانویه می نامند.

با توجه به اینکه ترانسهای موجود در شبکه اکثراً سه فـازی مـی باشـند سـعی مـی شـود بیشتر به بررسی ترانسهای سه فاز پرداخته شود چون همانگونه که می دانیم ولتاژهای تولیـد شده در نیروگاهها بصورت سه فاز می باشند و انتقال الکتریکـی نیـز بصـورت سـه فـاز مـی باشد.و به همین دلیل ترانسهای توزیع را نیز معمولاً بصورت سه فاز می سازند.

البته می توان از سه ترانس تک فاز به جای یک ترانس سه فـاز اسـتفاده کـرد کـه ایـن کار معمول نمی باشد زیرا ترانس سه فاز فضای کمتری برای قـدرتهای نـامی مسـاوی،وزن کمتر و هزینهٔ کمتری دارد.

یک اشکال اساسی در یک ترانسفورماتور سه فاز این است که اگر هرکدام از فازهـا از کار بیفتد در آن صورت تمام ترانسـفورماتور بـه ناچـار بایـد جهـت تعمیـر از خـط خـارج شود،اما در حالتی که یک مجموعهٔ سه فاز از ترانسفورماتورهای تـک فـاز داشـته باشـیم و یکی از ترانسفورماتورها از خط خارج شود سیستم هنوز می تواند بصورت مثلث باز یـا V در ظرفیت کاسته شده به کار خود ادامه دهـد و یـا یکـی از ترانسـفورماتورهای معیـوب را برداشته و به جایش یک ترانسفورماتور یدکی کار گذاشته شود.

اتصالات ترانسفورماتورها:

در ترانسفورماتورها سیم پیچهای اولیه و ثانویه مـی تواننـد مسـتقل از هـم و بنـا بـه نیـاز بصورتهای زیر وصل شوند:

1)اتصال ستاره – ستاره (Y-Y)

2)اتصال مثلث – مثلث (Δ-Δ)

3)اتصال ستاره – مثلث (Δ-Y)

4)اتصال مثلث – ستاره (Y-Δ)

5)اتصال ستاره – زیگزاگ (Z-Y)

البته اتصالات دیگری نیز وجود دارد که به ندرت مورد استفاده قرار می گیرند.

حال به شرح مختصری در مورد هر کدام از اتصالات زیر می پردازیم:

اتصال ستاره – ستاره:

این اتصال از نظر اقتصادی برای اکثر ترانسفورماتورها مقرون به صرفه است.زیرا ولتاژ خط به خط بر روی دو سیم پیچ می افتد و نیاز به عایق بندی بالا ندارد.مسئله ای که در این نوع اتصال وجود دارد وجود هارمونیکهای سوم ولتاژ است.اگر یک مجموعهٔ ولتاژ سه فاز به یک ترانسفورماتور با اتصال ستاره – ستاره اعمال شود،ولتاژها در هر فاز با فاز دیگر دارای 120 درجهٔ الکتریکی اختلاف فاز هستند.چون هارمونیک سوم سه برابر مؤلفه های ولتاژ است و این مؤلفه های هارمونیک سوم با هم جمع می ـ شوند و می تواند موجب بروز اشکالاتی برای دستگاههای مصرف کننده بشود.

اتصال نقطهٔ خنثی ترانسفورماتور به طور مستقیم به زمین بخصوص در طرف اولیه مؤلفه های هارمونیک سوم را از نقطهٔ خنثی به زمین می برد.همچنین مسیر بازگشتی برای جریانهای نامتعادل بار ایجاد می کند.

اتصال مثلث – مثلث:

این اتصال برای ترانسهای فشار ضعیف که در آن مسئله عایق بندی اهمیت زیادی ندارد کاربرد دارد.یکی از مزایای این اتصال این است که اگر یکی از فازها از خط خارج شود یا از کار بیفتد ترانس می تواند بصورت مثلث باز به کار خود ادامه دهد،اگرچه ظرفیت آن کاهش یافته است.

اتصال ستاره – مثلث:

کاربرد اصلی این اتصال در پستهای فرعی انتقال می باشد.جائیکه ولتاژ پایین آورده می ـ شود چون در این پستها در طرف اولیه ولتاژ بالاتری داریم و در نتیجه از اتصال ستاره استفاده می کنیم تا شکل عایق بندی را نیز حل کرده باشیم و در طرف ثانویه که ولتاژ را پایین آورده ایم از اتنصال مثلث استفاده می کنیم.

اتصال مثلث – ستاره:

این اتصال بطور کلی جاهایی به کار گرفته می شود که بالا بردن ولتاژ ضروری باشد.مثلاً در ابتدای سیستم انتقال فشار قوی.

در این اتصال ولتاژهای خط اولیه و ثانویه و جریانهای خط ،30 درجه نسبت به هم اختلاف فاز دارند.

اتصال ستاره – زیگزاگ:

از اتصال زیگزاگ برای متعادل کردن بارهای نامتعادل در طرف فشار ضعیف استفاده می شود.چون مصرف بیشتر بصورت تک فاز می باشد و به همین دلیل نامتعادلی در سیستم بوجود می آید.

انواع ترانسفورماتور بنا به قدرت و ولتاژ اسمی آنها

ترانسفورماتورهای توزیع در ظرفیت ها و ولتاژهای متفاوتی ساخته می شوند که در زیر چند مورد از آنها ذکر شده است:

10 KVA	125 KVA	500 KVA
25 KVA	160 KVA	630 KVA
50 KVA	200 KVA	800 KVA
75 KVA	250 KVA	1000 KVA
80 KVA	315 KVA	1250 KVA
100 KVA	400 KVA	1500 KVA

که ولتاژ تغذیهٔ این ترانسفورماتورها 11 KV و 33 KV و یا 20 KV می باشد.

پلاک مشخصات ترانسفورماتور

اطلاعات چنین پلاک مشخصاتی شامل:ولتاژ نامی،کیلوولت آمپر نامی،فرکانس نامی، گروه اتصالات ترانسفورماتور،جریان اسمی،نوع عایق بندی،نوع خنک کنندگی،وزن ترانسفورماتور،وزن روغن ترانس،درجه حرارت محیط،نام شرکت سازنده و دیگر موارد می باشد که هر کدام به اختصار شرح داده خواهد شد.

در صفحات بعد یک نمونه پلاک مشخصهٔ یک ترانس داده شده است.

قدرت اسمی (315 KVA) :

ظرفیت یا میزان ولت آمپری که ترانس می تواند تحمل کند و اگر از این مقدار بیشتر توان از ترانس کشیده شود ترانس در مدت کوتاهی آسیب خواهد دید.

ولتاژ اسمی (11000 V) :

ولتاژی است که ترانسفورماتور بر مبنای آن طراحی شده است که می تواند این ولتاژ اسمی (11000 V) و یا 33000V و یا دیگر مقادیر باشد و یا به عبارت دیگر ولتاژ مجاز اعمالی به ترانسفورماتور مورد نظر می باشد.

ولتاژ خطی و فازی (400/231) :

عدد 400 مربوط به ولتاژ خط به خط ثانویه و عدد 231 مربوط به ولتاژ فازی ثانویه تا خط به نول ثانویه می باشد.

جریان اسمی اولیه (16.53 A) :

جریان اسمی که از اولیهٔ ترانس کشیده می شود.

جریان اسمی ثانویه(455 A) :

جریان نامی که می تواند از ثانویه کشیده شود یا به عبارت دیگر ریـانی کـه بـرای ظرفیـت مشخص شدهٔ ثانویه طراحی شده است.

ولتاژ اتصال کوتاه (6.76) :

میزان ولتاژ اتصال کوتاه است که معمولاً بر حسب درصد بیان می شود.

نوع خنک کنندگی (ONAN) :

منظور این است که ترانسفورماتور با گردش طبیعی هوا و روغن خنک می شود.

وزن کل – تن(1.205) :

وزن کل ترانسفورماتور همراه با روغن و دیک و سایر تجهیزات.

وزن روغن-تن (0.300) :

وزن روغن داخل ترانسفورماتور که برای خنک کنندگی ترانسفورماتور مورد استفاده قرار می گیرد.

فرکانس اسمی (50 HZ) :

فرکانسی که ترانسفورماتور با آن تغذیه می شود.

طرز کار (Cont) :

منظور این است که ترانسفورماتور بصورت پیوسته در مدار است.

گروه اتصال (Dyn 5) :

منظور از D این است که سیم پیچ فشار قوی با اتصال مثلث و حرفy یعنی اینکه سیم ـ پیچ فشار ضعیف بصورت ستاره اتصال داده شده اند.حرفn یعنی ترانسفورماتور دارای خروجی نوترال یا نول می باشد و عدد5 یعنی اینکه ترانس دارای گروه اتصال5 می باشد.

نوع عایق بندی(A) :

منظور این است که نوع عایق بندی این ترانسفورماتور از نوع کلاس A می باشد.

سال ساخت (1379) :

سال ساخت و تولید ترانسفورماتور.

درجه حرارت محیط(40 C) :

میزان درجه حرارت محیطی که ترانسفورماتور تا آن دما حالت نرمال خود را دارد،چون هرچه حرارت بالا برود،قدرت ترانسفورماتور کاهش می یابد.

شکل دیاگرام تپ چنجر و سیم پیچ اولیه و ثانویه:

شکل دیاگرام تپ چنجر و خروجیهای اولیه و ثانویه و همچنین طرز اتصال سرها وته ـ های سیم پیچ های اولیه و ثانویه در شکل نشان داده شده اند.

جدول نوع اتصال در وضعیت تغییرات تپ چنجر و میزان ولتاژ خروجی ثانویه:

در این جدول نوع اتصال طرف فشار قوی و ضعیف و همچنین وضعیتهای مختلف کلید تنظیم ولتاژ(تپ چنجر)در حالتهای مختلف همراه با ولتاژ خروجی ثانویه در حالتهای مختلف نشان داده شده است.

نکتهٔ 1:هنگام موازی بستن به ولتاژ اتصال کوتاه توجه کنید.منظوراین است کـه وقتـی مـی خواهیم دو تراش را موازی کنیم،باید ظرفیت و درصد ولتاژ اتصال کوتاه آنها یکی باشد.

نکتهٔ 2:انواع تپ چنجرها عبارتند از:

نوع اول تپ چنجر که زیر بار قابل تغییر هستند.(ON LOAD)

نوع دوم تپ چنجرهایی که در زیر بار نمی توان آنها را تغییـر دارد و اگـر تـپ را زیـر بـار قرار دهیم،ترانس صدمه می بیند.(OFF LOAD)

دستگاه مگر

هر وقت که ترانسفورماتوری در خطوط توزیع به عللی خراب می شود،آن را به قسمت تعمیرگاه ترانس انتقال می دهند و سپس آزمایشهایی را بر روی آن انجام مـی ـ دهنـد.یکی از آزمایشهایی که معمولاً موقعی که سیم پیچ سوخته و یا قطع است آزمایش اندازه گیـری مقدار مقاومت اهمی سیم پیچها و میزان عایق سیم پیچها نسبت به بدنه می باشد.طریقهٔ کـار مگر بدین صورت است که با چرخاندن دستهٔ محرک یا همان هندل دستی دسـتگاه شـروع به تولید ولتاژ DC می کند.سیم های مثبت و منفی هگر بـه سـیم پـیچ معیـوب کـه متصـل باشند با اعمال این ولتاژ به آنها مقاومت آنها اندازه گیری می شود و هرچه عقربه به سـمت بی نهایت برود عایق بهتری خواهیم داشت.و اگر به سمت صفر میل کند مقاومـت کمتـری خواهیم داشت .

بـر روی دسـتگاه مگـر رنجـی وجـود دارد کـه بـر روی آن ولتاژهـای 1250 و2500 و5000 نوشته شده است که معمولاً رنج 2500 را برای اتصال سیم پیچ فشـار ضـعیف بـه بدنه و رنج 5000 را برای سیم پیچ فشار قوی و بدنه بکار می برند.

دستگاه تستر روغن ترانسفورماتور

این دستگاه میزان غلظت عایق روغن داخل ترانسفورماتور را اندازه گیری می کند، این دستگاه با برق 220 V تغذیه می شود و ولتاژ تولیدی آن از 0 تـا 60KV مـی باشـد.این دستگاه به دو صورت اتوماتیک و دستی کار می کند که با چرخاندن سـلکتور ولتاژ،ولتـاژ فشار قوی به روغن اعمال می شود.تا زمانی که شکست عایقی در روغن ایجاد شود.

دو الکترود در فاصلهٔ در فاصلهٔ 2.5 mm ،ولتاژی که به روغن اعمال می کنیم در بـین این دو الکترود قرار می گیرد و معمـولاً یـک میلـهٔ انـدازه گیـر یـا اسـتاندارد در کنـار ایـن دستگاه وجود دارد.ظـرف آزمـایش دارای ظرفیـت 300cc مـی باشـد.کلیدهایی در روی این دستگاه تعبیه شده است که هـر کـدام کـار مشخصـی را انجـام مـی دهنـد .یـک کلیـد مخصوص روشن و خاموش کردن می باشد و کلیدهای دیگر برای حالـت اتوماتیـک مـی باشند.در حالت اتوماتیک خود دستگاه ولتاژ مورد نظر را آنقدر اضافه می کند تـا شکسـت عایقی صورت بگیرد و دستگاه بصورت اتوماتیک قطـع کـرده و عقربـهٔ نشـان دهنـده روی عدد مشخصی بایستد.معمولاً 6 بار روغن را تست می کنند و میانگین آنهـا را بـا هـم جمـع

می کنند و میزان عایقی آن را مشخص مـی کننـد.معمولاً از 45 KV بیشـتر روغـن دارای حالت متعادل و عایق خوبی می باشد.

روغن ترانسفورماتور

همانگونه که می دانیم از یک نوع روغن مخصوص بـرای خنـک کـردن ترانفورمـاتور استفاده می شود،به این نحو که تانک ترانسفورماتور را پر از روغن کـرده و سـیم پیچهـا را درون آن قرار می دهند حرارت تولید شده در سیم پیچها و هستهٔ ترانسفورماتور بـه روغـن منتقل شده و باعث خنک شدن سیم پیچها و هسته مـی شـود.در غیـر ایـن صـورت ممکـن است حرارت اضافی باعث شکسـت عـایق بنـدی سـیم پیچهـا و در نهایـت باعـث سـوختن ترانسها شود.

با مراجعه به مشخصات روغـن یـک ترانسـفورماتور آزمـایش هـای مربـوط بـه طبیعـت فیزیکی آن عبارتند از غلظت،نقطهٔ اشتعال در محیط بسته و نقطـهٔ ریزش،غلظـت روغـن در غلظت سنجهای شیشه ای که بر اساس استاندارد درجه بندی شده اندازه گیـری مـی ـ شـود درجه های حرارت برای تعیین غلظت بین 15 تا 20 درجه سانتیگراد می باشد.

نقطهٔ اشتعال در محیط بسته، درجـه حرارتـی اسـت کـه در آن گازهـای جمـع شـده بـالای روغن شعله ور می گردد.و بـرای جلـوگیری از تلفـات اضـافی روغـن توسـط تبخیـر نقطـهٔ

اشتعال باید ثابت نگه داشته شود.دانسیتهٔ روغن جزء مشخصات روغن بوده و ماکزیمم حد دانسیتهٔ روغن 0.895 ml/cm 20˚c می باشد.

مشخصهٔ دیگر روغن نقطهٔ ریزش می باشد و آن کمترین درجه حرارتی است که در آن حرارت روغن می توند جاری شود.اما مهمترین آزمایشی که بر روی روغن ترانس انجام می گیرد،مربوط به میزان عایق بودن روغن باشد که قبلاً توضیح داده شد.

چون همانطور که می دانیم روغن علاوه بر خاصیت خنک کردن به عنوان عایق نیز عمل می کند و مانع اتصال سیم پیچها به بدنه یا تانک ترانس می شود.

قدرت عایق روغن به طور زیاد تحت تأثیر ناخالصی های موجود در روغن می باشد و این ناخالصیها می توانند پوسته های فاسد شدهٔ پوشش تانک روغن،رطوبت و همچنین کربن و یا ترکیب اینها باشد.

بعضی اوقات امکان وجود یک عیب و اشکال الکتریکی در ترانسفورماتور توسط گازهای متصاعد شده از روغن وجود دارد.همچنین تجزیهٔ گازهای جمع شده در رلهٔ بوخهلتز می تواند بسیار مفید باشد.

رله ها و تجهیزات بکار رفته در ترانسفورماتور

عیوب غیر الکتریکی که ترانسها را تهدید می کنند دو عامل می باشند:

1) کمبود روغن 2) قطع دستگاه خنک کننده

یکی از رله هایی که روی ترانس نصب می شود رلهٔ بوخهلتس مـی باشـد.در سـاختمان رلهٔ بوخهلتس دو گوی فوقانی و تحتانی قرار دارد.در صورتی که هوا یا گاز متصاعد شـده از تانک ترانسفورماتور و لوله های رابط وارد رلهٔ بـوخهلتس شـود،پس از مـدتی گازهـای متصاعد شده در بالای رلهٔ بوخهلتس جمع شده به سطح روغن داخل آن فشـار وارد نمـوده و باعث پایین آوردن سطح روغن می شود تا جایی که گوی شناور فوقانی از حالت شـناور بودن خارج شده و موجب بستن کنتاکتی می گردد که حاصل آن آلارم می باشد.

فرمان تریپ رلهٔ بـوخهلتس از کنتاکـت نمـودن شـناور تحتـانی و نیـز کنتاکـت نمـودن دریچهٔ مقابل مسیر ورود روغن از ترانس می باشد.

گازهایی که به مرور در بالای رلـهٔ بـوخهلتس جمـع مـی گردنـد بـه وسـیلهٔ شـیر تخلیـه موجود در سر راه لولهٔ واصل به بالای رلهٔ بوخهلتس تخلیه می گردند.

عمدتاً احتمال عملکرد رلهٔ بوخهلتس در ترانسفورماتورهایی که روغن آنها تازه عـوض شده است،بیشتر است.

دماسنج یکـی دیگـر از تجهیزاتـی اسـت کـه در ترانسـفورماتور مـورد اسـتفاده قـرار مـی ـ گیرند،دماسنج در گرمترین قسمت از ترانسفورماتور بـه کـار گذاشـته مـی شـوند و جهـت کنترل درجه حرارت روغن و هسته مورد استفاده قرار می گیرند.

همچنین تانک ترانسـفورماتور از طریـق محفظـه ای کـه دارای سـیلی کـاژل بـه عنـوان رطوبت گیر است با هوای آزاد ازتباط پیدا می کند.

ولتاژهای استاندارد ایران

ولتاژهایی که در ایران در قسمتهای تولید و انتقال و توزیع استفاده می شود عبارتند از:

شبکهٔ فوق فشار قوی	230 KV , 400 KV	خطوط فوق فشار قوی
شبکهٔ فشار قوی	63 KV , 132 KV	خطوط انتقال
شبکهٔ فشار متوسط	11KV,20KV,33KV	خطوط توزیع
شبکهٔ فشار ضعیف	220K,380V	خطوط فشار ضعیف

که این ولتاژها توسط ترانسفورماتورهای انتقال و توزیع بستگی به نوع مصرف کـم و زیـاد می شوند.