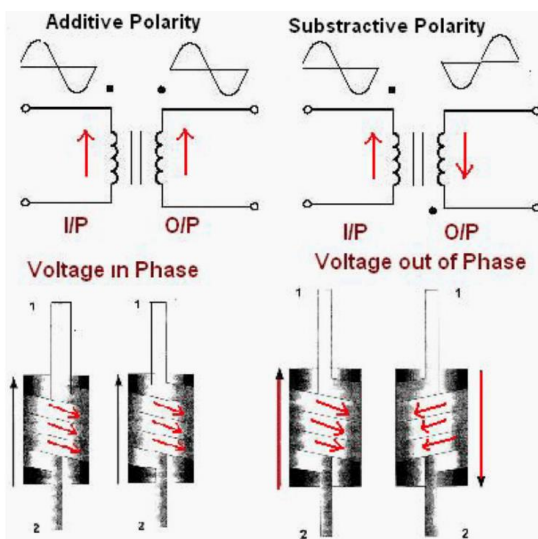


گروه برداری اتصالات ترانسفورماتورها

اصولاً در ترانسفورماتورها بین ولتاژ اولیه و ثانویه، اختلاف فازی حاصل می شود که مقدار آن، بستگی به طریقه اتصال بین سیم پیچ های مختلف داخل ترانسفورماتور دارد. پس ابتدا باید نحوه اتصالات سیم پیچ های اولیه و ثانویه را مشخص نمود.



Additive and subtractive polarity of transformer

برای مشخص نمودن اتصالات سیم پیچ های ترانسفورماتور از حروف اختصاری استفاده می شود. به این ترتیب که اتصال ستاره با Y ، اتصال مثلث با D و اتصال زیگزاگ را با Z نشان می دهند. در ضمن اگر اتصال مورد نظر در طرف فشار قوی باشد، با حروف بزرگ و اگر در طرف فشار ضعیف باشد، با حروف کوچک نمایش می دهند؛ مثلاً اتصال ستاره - ستاره با Yy و یا اتصال مثلث - زیگزاگ با DZ مشخص می شود (لازم به ذکر است که حروف معرف اتصال طرف ولتاژ بالا یا فشار قوی، در ابتدا، و حروف معرف اتصال طرف ولتاژ پایین، بعد از آن قرار می گیرد). حال اگر در طرف ستاره یا زیگزاگ، مرکز ستاره یا زیگزاگ، زمین شده باشد، متناسب با اینکه اتصال مربوطه در طرف ولتاژ بالا یا پایین باشد، به ترتیب از حروف N یا n استفاده می شود؛ مثلاً Yzn یعنی اتصال ستاره - زیگزاگ که مرکز زیگزاگ، زمین شده است و اتصال ستاره در

طرف ولتاژ بالا ، و زیگزاگ در طرف ولتاژ پایین است .

بعلاوه در ترانسفورماتورها ، هر فاز اولیه با فاز مشابه اش در ثانویه ، اختلاف فاز مشخصی دارد که جزء خصوصیات آن ترانسفورماتور به شمار می آید ؛ مثلاً ممکن است این زاویه ۰ ، ۳۰ ، ۱۵۰ ، ۱۸۰ و ... باشد . برای آنکه زاویه مذکور ، اختلاف فاز را برای هر ترانسفورماتور مشخص نمایند به صورت مضربی از عدد ۳۰ تبدیل می کنند و مضرب مشخص شده را در جلوی حروف معرف اتصالات طرفین ترانسفورماتور می آورند . مثلاً مشخصه YNd11 بیانگر اتصال اولیه ستاره با مرکز ستاره زمین شده و ثانویه ، مثلث است که اختلاف زاویه بین اولیه و ثانویه برابر ۳۳۰ می باشد . به این عدد گروه ترانسفورماتور می گویند .

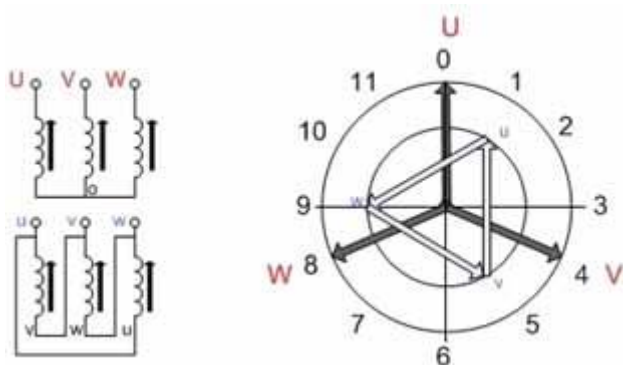
به طور کلی مطابق استاندارد IEC76-4 ، نوع اتصالات ترانسفورماتورها می تواند مطابق یکی از اعداد ۱،۰،۲،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰،۱۱ باشد . اصولاً اتصالات ترانسفورماتورها به چهار دسته مجزا تقسیم می شوند که عبارتند از :

۱. دسته یک : به ترانسفورماتورهایی گفته می شود که دارای گروه ۰،۴ یا ۸ هستند .
۲. دسته دوم : به ترانسفورماتورهایی گفته می شود که دارای گروه ۲،۶ یا ۱۰ هستند .
۳. دسته سوم : به ترانسفورماتورهایی گفته می شود که دارای گروه ۱ یا ۵ هستند
۴. دسته چهارم : به ترانسفورماتورهایی گفته می شود که دارای گروه ۷ یا ۱۱ هستند .

اما دو موضوع مهم در گروه و اتصال ترانسفورماتورها ، تعیین گروه آنها با توجه به نوع اتصال ، و یا یافتن نوع اتصال سیم پیچ ها با توجه به دانستن گروه ترانسفورماتور می باشد .

الف) تعیین گروه ترانسفورماتور با توجه به معلوم بودن اتصالات سیم پیچ ها این موضوع را با شرح یک مثال بیان می کنیم . فرض کنید که اتصالات سیم پیچ های ترانسفورماتور ، به صورت ستاره - مثلث و مطابق با شکل زیر باشد . ابتدا بر روی این اتصالات ، سرهای ورودی و خروجی سیم پیچ ها با U, V, W (برای سیم اولیه) و u, v, w (برای سیم پیچ ثانویه) مشخص می شوند . سپس بردار نیروی محرکه تمام سیم پیچ ها را از انتهای هر فاز به

سمت ابتدای هر فاز رسم می نماییم . لازم به ذکر است که سر سیم پیچ ها به معنای ابتدای فاز خواهد بود و طبعاً سر دیگر سیم پیچ ها به معنای انتهای فاز می باشد

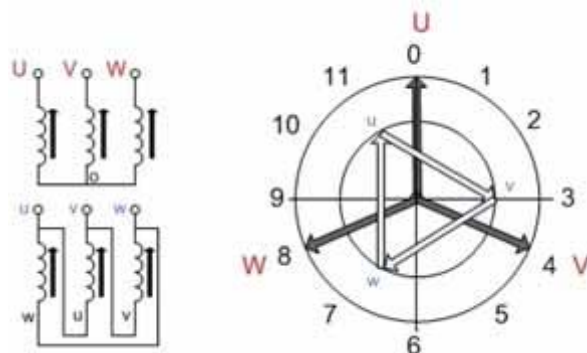


برای یافتن گروه ترانسفورماتور ، دو دایره متحدالمرکز با قطرهای متفاوت رسم می کنیم و ساعت های ۱ تا ۱۲ را بر روی آن مشخص می سازیم . ابتدا بر روی دایره بزرگتر ، بردارهای ولتاژ سیم پیچ های اولیه رسم می شود . در اینجا با توجه به اتصال اولیه به صورت ستاره ، بردارهای OU ، OV و OW بر روی ساعت های ۱۲ (یا صفر) ، ۴ و ۸ رسم می گردد . توجه شود که بین سرهای خروجی ، ۴ ساعت یا ۱۲۰ درجه اختلاف فاز می باشد . سپس نوبت به ترسیم بردارهای ولتاژ سیم پیچ های ثانویه می رسد . با توجه به اتصال مثلث سیم پیچ های ثانویه ، باید بردار ولتاژ VU در راستای بردار ولتاژ OU اولیه ، بردار ولتاژ WV ثانویه هم راستا با بردار ولتاژ OV اولیه ، و بردار ولتاژ UW ثانویه در راستای بردار ولتاژ OW اولیه رسم گردد . البته بردارهای هم راستا باید به گونه ای رسم شوند که:

اولاً بین سرهای خروجی ، معادل ۴ ساعت اختلاف فاز داشته باشد ، و ثانیاً توالی فاز UVW در جهت عقربه های ساعت در ثانویه رعایت شود . حال با توجه به موقعیت ولتاژ U ثانویه که بر روی عدد ۱ قرار گرفته است ، در می یابیم که گروه این نوع اتصال ، معادل ۱ می باشد . به عبارت دیگر ، بین ولتاژ اولیه و ثانویه ، ۳۰ درجه اختلاف فاز وجود دارد .

(ب) تعیین اتصال سیم پیچ های ترانسفورماتور با توجه به معلوم بودن گروه آن مشابه قسمت قبل ، این موضوع را با مثالی بیان می کنیم . فرض کنید که می خواهیم اتصال

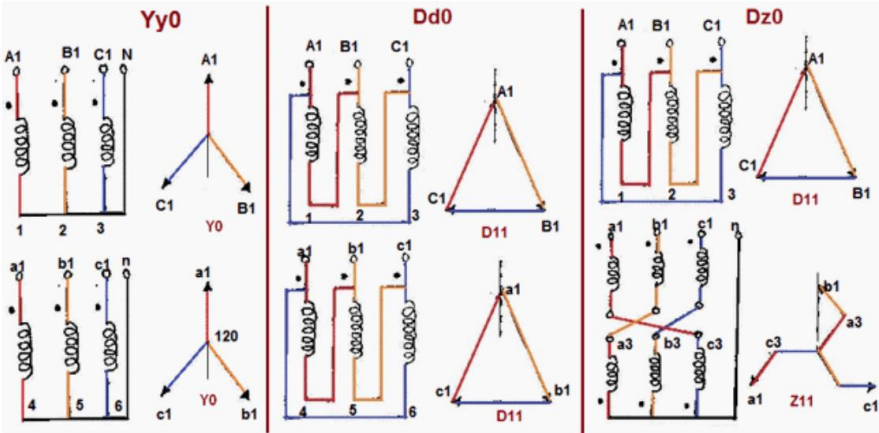
ترانسفورماتور Yd11 را رسم نماییم . در شکل زیر نحوه یافتن اتصالات یک ترانسفورماتور Yd11 نشان داده شده است



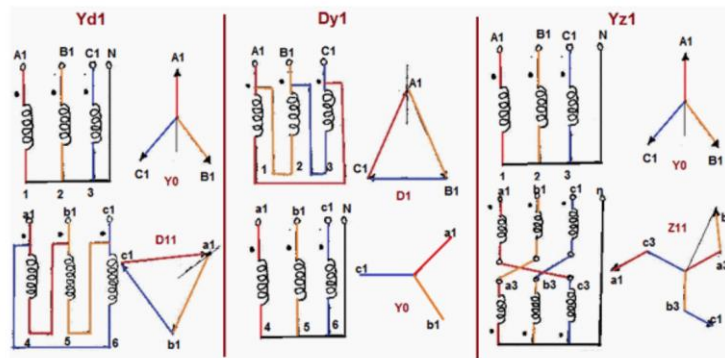
در این روش بر روی نمودار دایره ای ، و با توجه به اتصال سیم پیچ اولیه ، بردارهای ولتاژ OU ، OV و OW رسم می شود . سپس با توجه به گروه ۱۱ ترانسفورماتور ، بردارهای uv ، vw و wu (wu با در نظر گرفتن این نکته که سر u روی عدد ۱۱ ، سر v روی عدد ۳ ، و سر w بر روی عدد ۷ قرار گیرد) رسم می شود . پس از رسم نمودار دایره ای ، سیم پیچ اولیه و اتصالات آن رسم می شود و بر روی آن ، بردارهای ولتاژ مشخص می گردد . حال با توجه به مطالب گفته شده ، کافی است که سرهای خروجی را در ثانویه ترانسفورماتور تعیین نماییم . انتخاب سرهای خروجی باید به گونه ای صورت گیرد تا بردارهای ولتاژ سیم پیچ های اولیه و ثانویه با بردارهای ولتاژ اولیه و ثانویه بر روی نمودار ، یکسان باشد . در نهایت باید سرهای همنام u ، v و w ثانویه به هم متصل گردند تا اتصال مثلث کامل گردد که این روند در شکل نشان داده شده است .

Phase Shift (Deg)	Connection		
0	Yy0	Dd0	Dz0
30 lag	Yd1	Dy1	Yz1
60 lag		Dd2	Dz2
120 lag		Dd4	Dz4
150 lag	Yd5	Dy5	Yz5
180 lag	Yy6	Dd6	Dz6
150 lead	Yd7	Dy7	Yz7
120 lead		Dd8	Dz8
60 lead		Dd10	Dz10
30 lead	Yd11	Dy11	Yz11

Clock Notation 0 (Phase Shift 0)

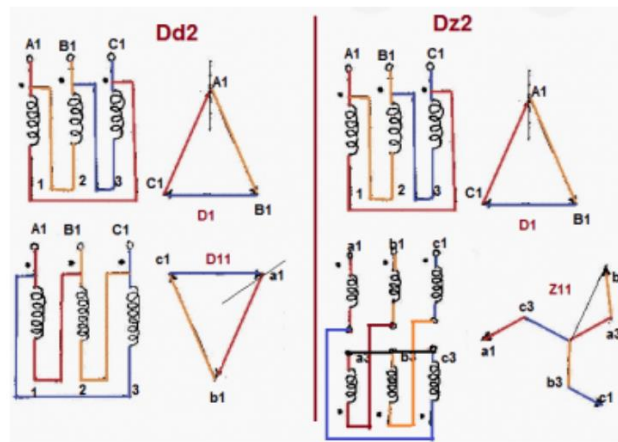


Clock Notation 1 (Phase Shift -30)



Clock Notation 1 (Phase Shift -30)

Clock Notation 2 (Phase Shift -60)



Clock Notation 2 (Phase Shift -60)

Clock Notation 4 (Phase Displacement -120)