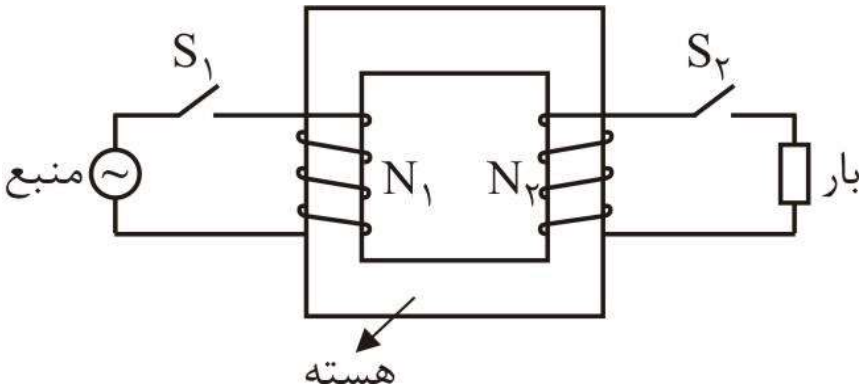
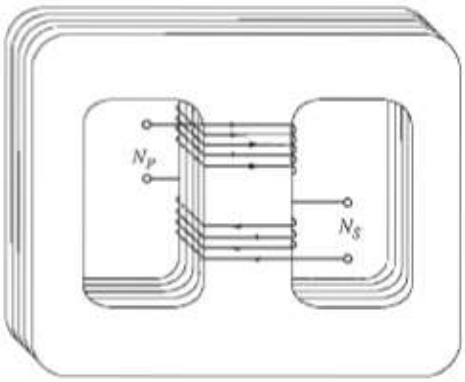
ترانسفورماتورهای قدرت

ساختمان ترانسفورماتورهای قدرت تکفاز دو سیم‌پیچه





نکته مهمی در طراحی سیم‌پیچ‌های هر فاز یک ترانسفورماتور وجود دارد و آن این است که

ترانسفورماتور ایده‌آل

یک ترانسفورماتور ایده‌آل باید چهار شرط زیر را داشته باشد:

۱- سیم‌پیچ‌های اولیه و ثانویه مقاومت اهمی نداشته باشند.

۲- شار پراکندگی در محل سیم‌پیچی‌ها و هسته وجود نداشته باشد.

۳- μ_r آن بی‌نهایت باشد.

۴- تلفات هسته صفر باشد.

مدل ترانسفورماتور تکفاز ایده‌آل

به طور خلاصه در یک ترانس ایده‌آل داریم:

پارامتر a در روابط فوق نسبت تبدیل ترانسفورماتور نامیده می‌شود.

$$\begin{cases} \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a \\ \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a} \end{cases}$$

تذکر

بسته به نوع بار قرار گرفته در ثانویه ترانس هر اختلاف فازی ممکن است بین فازورهای I_2 , V_2 ایجاد شود.

چنانچه بار ترانس کاملاً اهمی باشد: $\angle V_2 = \angle I_2$

چنانچه بار ترانس صد در صد سلفی باشد: $\angle V_2 - \angle I_2 = 90$

چنانچه بار ترانس صد در صد خازنی باشد: $\angle V_2 - \angle I_2 = -90$

چنانچه بار ترانس سلفی – مقاومتی (پس فاز یا lag) باشد: $0 < \angle V_2 - \angle I_2 < 90$

چنانچه بار ترانس خازنی – مقاومتی (پیش‌فاز یا lead) باشد: $-90 < \angle V_2 - \angle I_2 < 0$

یادآوری: معمولاً V_2 را به عنوان فازور مرجع انتخاب کرده و لذا داریم: $\angle V_2 = 0$

یادآوری فازور

یادآوری توان مختلط

توان مختلط در حالت تکفاز به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود.

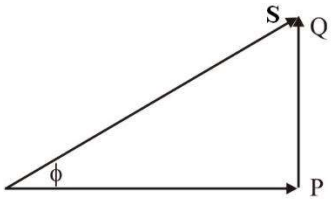
$$S \triangleq VI^*$$

$$V = |V| \angle \phi_V \quad I = |I| \angle \phi_I \quad \phi = \phi_V - \phi_I$$

$$S = |V| \angle \phi_V \times |I| \angle -\phi_I = |V||I| \angle \phi_V - \phi_I = |V||I| \angle \phi = |V||I| e^{j\phi}$$

$$\Rightarrow \; S = |V||I| \cos\phi + j|V||I| \sin\phi = P + jQ$$

رابطهٔ فوق را می‌توان در مثلثی معروف به مثلث توان ترسیم نمود (در شکل زیر برای یک بار سلفی رسم شده است):



با توجه به مثلث توان می‌توان روابط زیر را برای توان‌های حقیقی، راکتیو و ظاهری نوشت:

$$|S|^2 = P^2 + Q^2$$

$$|S| = |V||I|$$

$$P = |S| \cos\phi$$

$$Q = |S| \sin\phi$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{Q}{P}\right)$$

$$Q = P \tan\phi$$

در روابط فوق P توان اکتیو و Q توان راکتیو م صرفی در باری ا ست که فازور ولتاژ دو سر آن V و فازور جریان ورودی به سر مثبت آن I است. همچنین ϕ اختلاف زاویه بین فازور ولتاژ و جریان می باشد. توجه کنید که مصرف Q در یک بار به معنای حضور خاصیت سلفی و تولید Q به معنای حضور خاصیت خازنی در آن بار است.

نکته: توان راکتیو تحویلی به یک خازن یا شبکهٔ خازنی همواره منفی است. در یک شبکه خازنی – مقاومتی نیز $-90^\circ < \phi < 0^\circ$ قرار دارد و در نتیجه توان راکتیو تحویلی به آن همواره منفی است. به عبارت دیگر چنین شبکه‌ای توان راکتیو تولید می‌کند.

نکته: توان راکتیو تحویلی به یک سلف یا یک شبکهٔ سلفی همواره مثبت است. در یک شبکه سلفی – مقاومتی نیز $0^\circ < \phi < 90^\circ$ قرار دارد و در نتیجه توان راکتیو تحویلی به چنین شبکه‌ای همواره مثبت ا ست. به عبارتی سلف توان راکتیو مصرف میکند.

نکته: ضریب توان در یک بار معادل با $\cos\phi$ تعریف می شود. ضریب توان بارهای سلفی پ سفاز و ضریب توان بارهای خازنی پیشفاز است.