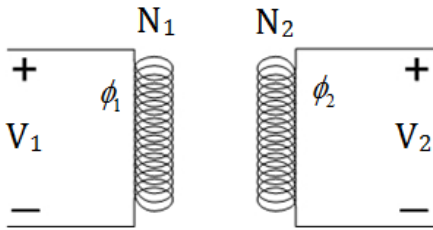


ساختمان و اصول ترانسفورمر تکفاز :

اگر دو سیم پیچ در مجاورت یکدیگر قرار گرفته و به یکی ولتاژ اعمال شود ، بر طبق قانون فاراده در آن شار به وجود می آید و این شار در سیم پیچ مجاور القای الکترومغناطیسی ایجاد می کند و مجدداً بر طبق قانون فاراده ایجاد ولتاژ می کند .

اگر شرایطی به وجود آید که  $\phi_1 = \phi_2$  باشد :



$$V_1 = N_1 \frac{d\phi_1}{dt} \quad V_2 = N_2 \frac{d\phi_2}{dt}$$

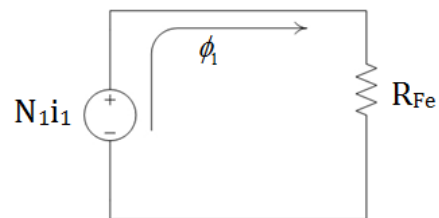
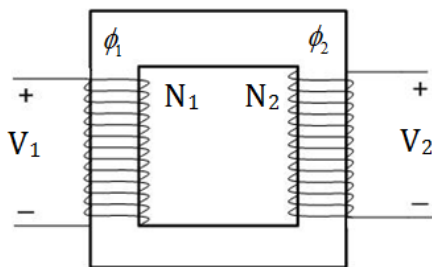
$$\frac{d\phi_1}{dt} = \frac{d\phi_2}{dt} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

با این نسبت ولتاژ تلفات انتقال توان الکتریکی به دلیل کاهش سطح جریان ( در توان ثابت) به شدت کاهش می یابد . به علاوه با استفاده از ایزوله بودن در سیم پیچ ، مسائل ایمنی و تداخل تا حد زیادی حل می شود . دو سیم پیچ باید روی مواد فرومغناطیسی پیچیده شوند .

شار با استفاده از  $V_1$  بدست می آید و مستقل از جنس هسته است

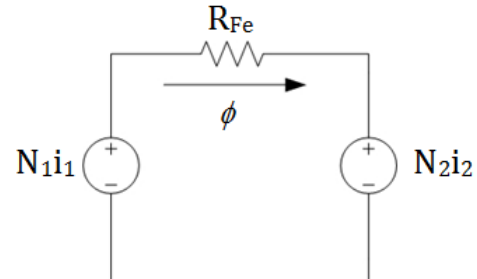
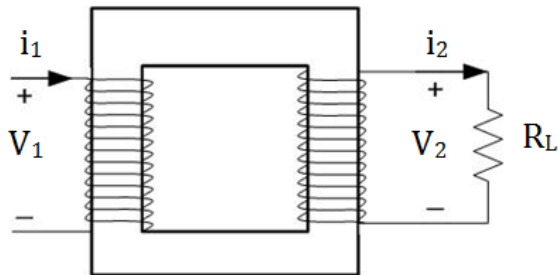
اگر سیم پیچ دوم مدار باز باشد ، در یک ترانسفورمر واقعی میزان جریان  $i_1$  حدود یک الی دو درصد

جریان نامی آن است .



$$N_1 i_1 = R_{Fe} \phi$$

در ادامه به ثانویه یک بار متصل می کنیم .



$$i_2 = 0 \Rightarrow \phi = \frac{N_1 i_1}{R_{Fe}} \quad \text{در بی باری :}$$

$$i_2 = \frac{V_2}{R_L} \Rightarrow \phi' = \frac{N_1 i_1' - N_2 i_2}{R_{Fe}} \quad \text{در حالت وجود بار :}$$

$$\Rightarrow N_1 i_1' - N_2 i_2 = N_1 i_1$$

توجه : رابطه ی فوق بر اساس قانون آمپر بدست آمده است .

$$N_1 i_1' = N_2 i_2 \Rightarrow \frac{i_1'}{i_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow i_1' V_1 = i_2 V_2 \quad \text{اگر } i_1 \text{ خیلی ناچیز باشد:}$$

مسئله ی دیگر در ترانسفورمر تکفاز بحث اشباع هسته است . تنها به دلیل اشباع هسته ، ترانسفورمر نمی تواند ولتاژ DC را عبور دهد .

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{N_1}{N_2} \quad : \text{ در حالت ایده آل}$$

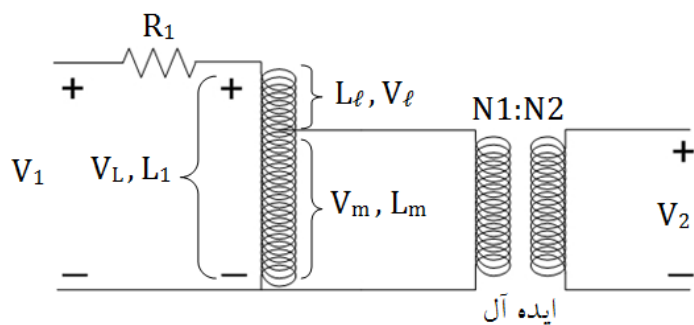
برای واقعی کردن ترانسفورمر باید اثرات زیر را در نظر بگیریم :  
 اشباع ، تلفات اهمی سیم پیچ ها ، پراکندگی شار ( یعنی بخشی از شار که توسط سیم پیچ اول تولید می شود ولی سیم پیچ دوم را دور نمی زند ) ، تلفات هسته و  $\mu_r$  محدود  
 هدف بدست آوردن یک مدار معادل الکتریکی برای سیستم الکترومغناطیسی ترانسفورمر است .  
 بحث را با سیم پیچ اولیه که مولد شار است و به منبع ولتاژ متصل می شود آغاز می کنیم.  
 مدار پیشنهادی با استفاده از المان های فشرده ساخته شده است ، اما رفتار دقیق سیستم به صورت فشرده نیست ، به عبارت دیگر المان های مشخص شده روی مدار معادل هیچ ما به ازای فیزیکی مشخصی در ترانسفورمر ندارند .

شار تولید شده توسط  $N_1$  دور سیم پیچ اولیه را به دو بخش تقسیم می کنیم :

(۱) شاری که سیم پیچ دوم را دور می زند ( $\phi_m$ ) (مغناطیسی)

(۲) شاری که سیم پیچ دوم را دور نمی زند ( $\phi_l$ ) (نشتی)

$$\phi_1 = \phi_m + \phi_l \quad \text{توجه کنید :}$$

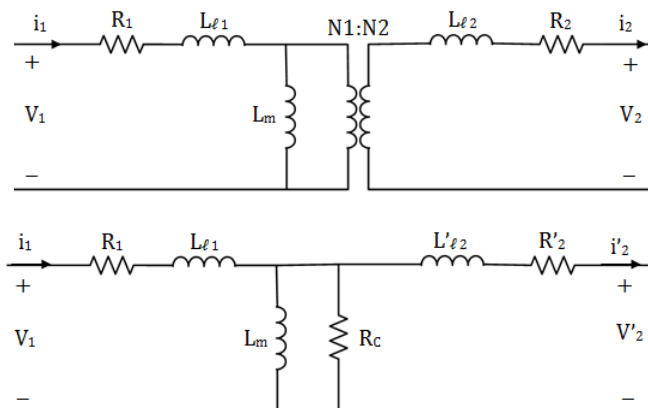


هر دو جزء شار اولیه متناسب با جریان  $i_1$  می باشد .

$$\phi_l = L_l i_1$$

$$\phi_m = L_m i_1 = \frac{1}{N_1} \int V_m dt$$

$$\phi_l = L_l i_1$$



فقط برای سهولت در محاسبات می توان ثانویه ترانسفورمر ایده آل را حذف نمود و کل مدار ثانویه را به اولیه منعکس نمود.

مقاومت  $R_c$  برای مدل کردن تلفات هیستریزس و جریان های گردابی به مدل اضافه می شود .

چون عمده تاً ترانسفورمر زیر زانوی اشباع طرح می شود ، پس می توان  $L_m$  را خطی فرض نمود

بدست آوردن پارامتر های مدل :اگر بدانیم  $R_c$  و  $L_m$  خیلی بزرگ هستند .

الف : ثانویه مدار باز : (آزمایش مدار باز)  $V_{oc}$  ,  $I_{oc}$  ,  $P_{oc}$  (مقادیر در سمت اولیه اندازه گیری می شوند)

$$P_{oc} \approx \frac{V_{oc}^2}{R_c} \Rightarrow R_c \quad \checkmark$$

$$Q_{oc} = \sqrt{(V_{oc} I_{oc})^2 - P_{oc}^2} \Rightarrow Q_{oc} = \frac{V_{oc}^2}{X_m} , X_m = L_m \omega \Rightarrow L_m \quad \checkmark$$

ب : ثانویه اتصال کوتاه : (آزمایش اتصال کوتاه)  $V_{sc}$  ,  $I_{sc}$  ,  $P_{sc}$  (مقادیر در سمت اولیه اندازه گیری می شوند)

$$P_{sc} = (R_1 + R_2') I_{sc}^2 \Rightarrow R_1 + R_2' \quad \checkmark$$

$$Q_{sc} = \sqrt{(V_{sc} I_{sc})^2 - P_{sc}^2} = (X_{l1} + X_{l2}') I_{sc}^2 \Rightarrow L_{l1} + L_{l2}' \quad \checkmark$$

از آنجا که مشخصه ی B-H غیر خطی می باشد ، بنابراین مقدار  $R_c$  و  $X_m$  تابعی از نقطه ی کار مغناطیسی می

باشد . ضمناً آزمایش مدار باز به علت غیر خطی بودن مشخصه ی B-H باید در نقطه ی کارنامی صورت گیرد،

یعنی این آزمایش باید در ولتاژ نامی انجام شود .

به دلایل فوق انجام آزمایش <sup>1</sup> OC در سمت <sup>2</sup> LV انجام می شود .

در مورد آزمایش اتصال کوتاه (<sup>3</sup> SC) نیز توجه کنید ، چون امپدانس ثانویه خیلی کم شده است ، انجام آزمایش

در ولتاژ نامی منجر به افزایش جریان شدید خواهد شد . بنابراین این آزمایش نه در ولتاژ نامی بلکه در جریان

نامی انجام می شود . مشابه با دلیل آزمایش قبلی این آزمایش در سمت <sup>4</sup> HV انجام می شود.

از آزمایش اتصال کوتاه مقادیر تفکیک شده ی شاخه های سری بدست نمی آید .  $(R_1 + R_2')$  و  $(X_{l1} + X_{l2}')$  اما در یک ترانسفورمر خوب طراحی شده برای هر طرف قطر سیم مناسب جریان نامی همان سمت بکار می رود در نتیجه :

---

<sup>1</sup> Open Circuit

<sup>2</sup> Low Voltage

<sup>3</sup> Short Circuit

<sup>4</sup> High Voltage

$$R_1 = \rho \frac{l_1}{A_1} = \rho \frac{l_2 \left( \frac{N_1}{N_2} \right)}{A_2 \left( \frac{N_2}{N_1} \right)} = \rho \frac{l_2}{A_2} \left( \frac{N_1}{N_2} \right)^2 = R_2 \left( \frac{N_1}{N_2} \right)^2 = R_2' \Rightarrow R_1 = R_2'$$

به طور مشابه:  $X_{l\ 1} = X_{l\ 2}'$