

آزمایشات

ترانسفورماتور

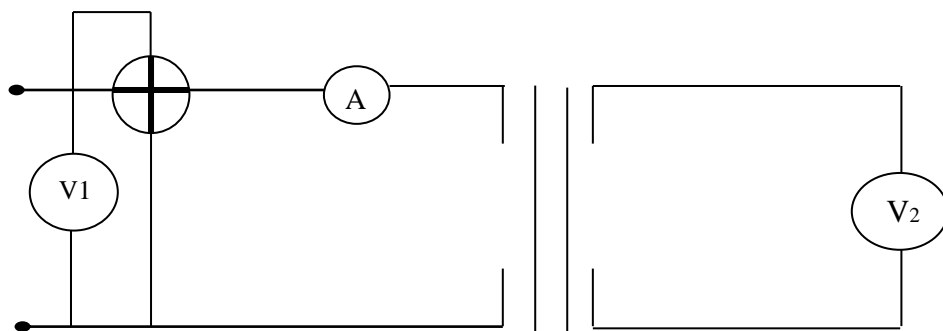


آزمایشهای ترانسفورماتور :

دو آزمایش مهم در ترانسفورماتورها برای دو هدف اصلی انجام می دهند ، در آزمایش اول که به آزمایش بی باری معروف است ، تلفات ثابت ترانسفورماتور را بدست می آورند. تلفات ثابت به علت ناچیز بودن تلفات اهمی در حالت بی باری ، تقریبا برابر تلفات هسته یا تلفات آهنی است. در آزمایش دوم که به آزمایش اتصال کوتاه معروف است تلفات اهمی (مسی یا ژولی) در بار نامی بدست می آید از جمع تلفات آهنی و مسی ، تلفات کل به دست می آید.

آزمایش بی باری :

در آزمایش بی باری مداری مطابق شکل زیر تشکیل می دهیم که دو سر سیم پیچ ثانویه به دو ترمینال یک ولت متر با مقاومت داخلی خیلی زیاد اتصال دارد. در واقع مدار ثانویه باز است و وات متر برای اندازه گیری بکار گرفته شده است. این آزمایش را آزمایش مدار باز (Open Circuit) نیز می گویند. در طرف سیم پیچ اولیه یک امپر متر حتی الامکان با مقاومت داخلی خیلی کم و یک ولت متر با مقاومت داخلی خیلی زیاد و یک واتمتر قرار می دهیم .





POWEREN.IR

در آزمایش بالا ، جریان قرائت شده از آمپر متر همان
جریان بی باری I می باشد. همان طوری که قبلا بررسی
کردیم این جریان از دو جریان مغناطیس کننده و اهمی
تشکیل می گردد. اگر به وسیله ی اهم متر مقاومت اهمی
سیم پیچ اول را اندازه گیری کنیم و آن را به R1
نمایش دهیم می توان اندازه تلفات مسی را در آزمایش
بی باری از رابطه زیر تعیین کرد.

$$Pa_{10} = I_0^2 * R_1$$

Pa10 تلفات اهمی در آزمایش بی باری است و تقریبا دو
درصد تلفات بی باری را تشکیل می دهد و در محاسبات
معمولا آن را نادیده می گیرند.
توانی که از واتمتر خوانده می شود تلفات بی باری را
بیان می کند و آن را P0 نمایش می دهیم. این مقدار
تلفات ، از تلفات اهمی بی باری یعنی Pa10 و تلفات
آهنی یعنی Pfe0 و تلفات اضافی بی باری یعنی Pa0 تشکیل
می گردد به طوری که می توان نوشت:

$$P_0 = Pa_{10} + Pfe_0 + Pa_0$$

Pa10 و Pa0 در مقابل تلفات Pfe0 خیلی ناچیز هستند
و د عمل مقداری که واتمتر نشان می دهد برابر تلفات
آهنی منظور می کنند.

در آزمایش بی باری خصوصا در ترانسفورماتورهای غیر
خطی ، آزمایش را در ولتاژ و فرکانس نامی انجام می
دهند. از آنجایی که در آزمایش بی باری اندازه I0
خیلی کوچک است و افت ولتاژ در سیم پیچ ها زیاد نیست
با مساوی قرار دادن $U_{10} = E_{10}$ ، ضریب تبدیل



ترانسفورماتور را از قرائت مقادیر $V1, V2$ و رابطه زیر بدست می آوریم.

$$K = E20 / E10 = U20 / U10 = V2 / V1$$

از آزمایش بی باری می توان با توجه به روابط زیر پارامترهای مدر معادل را بدست آورد.

$$I0^2 = Ia0^2 + I\mu0^2 \quad , \quad Ia0^2 = I0 * \cos\phi0 \quad , \quad I\mu0 = I0 \sin\phi0$$

$$\cos \phi0 = P0 / (U0 * I0) \quad , \quad Z = U0 / I0$$

$I0$ بی باری و $Ia0$ جریان اهمی و $I\mu0$ جریان مغناطیس کننده می باشد.

$\phi0$ اختلاف فاز بین ولتاژ بی باری و جریان بی باری است.

Z امپدانس سیم اولیه است.

$P0$ تلفات بی باری است که واتمتر نشان می دهد و $U0$ ولتاژ بی باری است که واتمتر $V1$ نشان می دهد.

آزمایش اتصال کوتاه ترانسفورماتورهای تک فاز:

اتصال کوتاه دو ترمینال خروجی تحت ولتاژ نامی مرحله ی بسیار خطرناک برای ترانسفورماتورها است زیرا جریان فوق العاده زیاد (تا 20 برابر جریان نامی) از سیم پیچ ها عبور می کند، لذا اگر ترانسفورماتور توسط وسایل حفاظتی کنترل و از شبکه گرفته نشود، سوختن و از بین رفتن آن حتمی است. دلیل سوختن و از بین رفتن ترانسفورماتور، در موارد اتصال کوتاه، پیدایش نیروهای مکانیکی شدید و



POWEREN.IR

افزایش فوق العاده درجه حرارت ، در سیم پیچ ها است.
بنابراین در آزمایش های اتصال کوتاه خیلی محتاط بود
و نباید از ولتاژ نامی در سیم پیچ اولیه استفاده
کرد. در عمل از یک پتانسیومتر در سیم پیچ اولیه در
آزمایش اتصال کوتاه استفاده می شود و روش کار بدین
طریق است که ابتدا پتانسیومتر را در خروجی صفر
تنظیم می کنند و دو ترمینال آن را که اختلاف پتانسیل
الکتریکی ندارند به دو سیم پیچ اولیه می کنند. بعد
به تدریج ولتاژ خروجی پتانسیومتر را تا برقراری
جریان نامی در سیم پیچ اولیه و ثانویه افزایش می
دهند. در حوالی 10 درصد ولتاژ نامی ، ولتاژ خروجی
پتانسیومتر قادر خواهد بود تا جریان نامی را در سیم
پیچ های اولیه و ثانویه ترانسفورماتور برقرار کند.

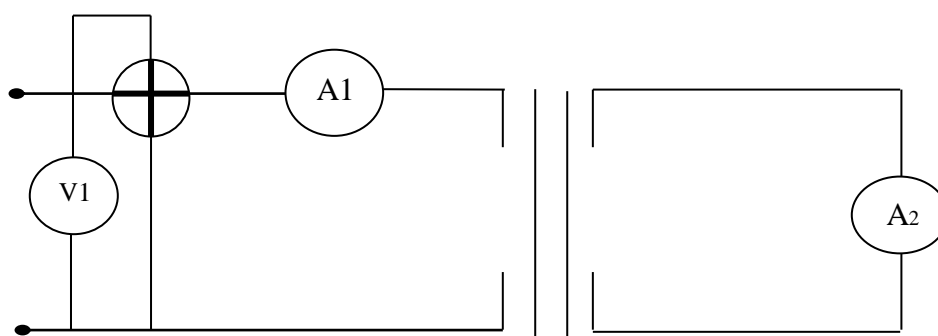
ولتاژ اتصال کوتاه:

اختلاف پتانسیل الکتریکی که در آزمایش اتصال کوتاه
بتواند جریان نامی ترانسفورماتور را در سیم پیچ های
اولیه و ثانویه برقرار کند ، ولتاژ اتصال کوتاه
ترانسفورماتور گویند و از پارامترهای مهم
ترانسفورماتورها است و با Ush نشان می دهند و به
صورت درصد روی پلاک ترانسفورماتورها می نویسند.

$$\% Ush = (Ush / Un) * 100$$

در رابطه بالا ، Ush ولتاژ اتصال کوتاه ، Un ولتاژ
نامی و % Ush درصد ولتاژ اتصال کوتاه است.

مدار آزمایش اتصال کوتاه را مطابق شکل زیر می
بندند.



در برقراري جريان هاي نامي در آزمايش شكل بالا ،
 زولتметр ولتاژ اتصال کوتاه و از آمپر متر **A1** جريان
 نامي اوليه و از آمپر متر **A2** جريان نامي ثانويه عبور
 مي کند. از واتمتر تقريبا تلفات مسي اوليه و ثانويه
 قرائت مي شود ، زیرا به علت کوچک بودن ولتاژ اتصال
 کوتاه در مقابل ولتاژ نامي و کم بودن شار مغناطيسي
 ϕ_{sh} مي توان از تلفات هسته در مقابل تلفات مسي صرف
 نظر نمود. اگر **Psc** مقدار قرائت شده از واتمتر در
 آزمايش اتصال کوتاه ، $P_{cu1} = I_1^2 * R_1$ تلفات مسي
 در سيم پيچ اوليه و $P_{cu2} = I_2^2 * R_2$ تلفات مسي در سيم
 پيچ ثانويه باشد مي توان نوشت:

$$P_{sc} = P_{cu1} + P_{cu2} = I_1^2 * R_1 + I_2^2 * R_2$$

تلفات نشان داده شده در آزمايش اتصال کوتاه ، تلفات
 مسي در بار نامي است. اگر بار ترانسفورماتور نامي
 نباشد ، تلفات مسي با مجذور جريان تغيير خواهد
 کرد. اگر ضريب بار را به **KCN** نشان مي دهيم تغييرات
 تلفات مسي با KCN^2 متناسب خواهد بود.

$$I_1 / I_{1N} = I_2 / I_{2N} \quad , \quad P_{CU} = KCN^2 * P_{SC} = KCN$$



PCU تلفات مسي در بار معين و PSC تلفات مسي در بار نامي است.

از آزمايش اتصال کوتاه مي توان پارامترهاي مدار معادل را به قرار زير تعيين کرد.

$$R_{eq1} = PSC / ISC^2 \quad , \quad Z_{eq1} = VSC / ISC \Rightarrow X_{eq1} = \sqrt{Z_{eq1}^2 - R_{eq1}^2}$$

$$R_{eq1} = R_1 + R'_2 \quad , \quad X_{eq1} = X_1 + X'_2$$

R_{eq1} مقاومت معادل ، X_{eq1} راکتانس معادل ، Z_{eq1} امپدانس معادل از دیدگاه اوليه ي ترانسفورماتور مي باشد. R'_2 و X'_2 به ترتيب مقاومت معادل و راکتانس معادل سيم پيچ ثانويه در اوليه مي باشد.

روش آزمايش اتصال کوتاه براي تعيين پارامترهاي مدار معادل:

ولتاژ U_1 را به اندازه ي يك درصد ولتاژ نامي تنظيم مي كنيم. افزايش ولتاژ را در 5 الي 6 مرحله تکرار مي كنيم تا جريان اتصال کوتاه به 120 درصد جريان نامي برسد. مقادير (ISC و VSC و PSC) از دستگاه هاي اندازه گيري قرائت نموده و در جدول زير يادداشت مي كنيم و از روش ميانگين مقادير پارامترهاي مدار معادل بدست مي آيد.



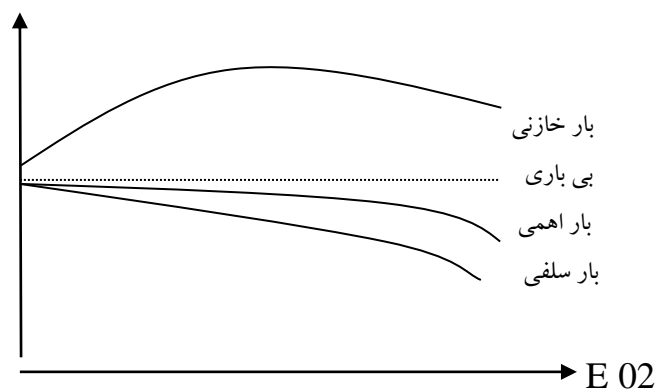
POWEREN.IR

V1	P1	I1	I2	$R1 = P1 / I_1^2$	$Z = V1 / I1$
%1 Un					
...					
%10 Un					

آزمایش بار داری ترانسفورماتورهای تک فاز:

در آزمایش بار داری اثرات تغییر بار را بر ولتاژ خروجی ترانسفورماتورها بررسی می کنند. در مطالعه اصول کار ترانسفورماتورها به روابط دست پیدا کردیم که در این روابط رابطه ی $V_2 = E_2 - (I_2 * R_2) - (I_2 * X_{L2})$ بیان می کند که ولتاژ ثانویه به مقدار بار و اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان بستگی دارد، به طوری که ولتاژ خروجی در بارهای خالی در بسیاری از موارد از ولتاژ بی باری بیشتر است و سیر کاهش ولتاژ خروجی آهنگ شدیدتری دارد. این تغییرات را ه صورت منحنی های شکل زیر می توان در نظر گرفت.

$U_2 (v)$



روش آزمایش تعیین پارامترهای مدار معادل:

- 1- ولتاژ اولیه را به اندازه 10 درصد ولتاژ نامی تنظیم می کنیم.
- 2- مقادیری که دستگاه های اندازه گیری نشان می دهند (P_0, I_0, V_{20}, V_{10}) مقادیر را در جدول یادداشت می کنیم.
- 3- ولتاژ اولیه را به اندازه 20 درصد ولتاژ نامی تنظیم می کنیم (P_0, I_0, V_{20}, V_{10}) و مقادیر را در جدول یادداشت می کنیم.
- 4- مراحل فوق را مطابق داده های جدول تا 110 درصد ولتاژ نامی تکرار می کنیم.
- 5- جدول را کامل نموده و از میانگین مقادیر بدست آمده ، پارامترهای مدار معادل را بدست می آوریم.

V1	V2	P0	I0	$\text{Cos}\phi_0 = \frac{P_0 / V_1}{I_0}$	$Z_1 = \frac{V_1}{I_0}$	$R_1 = I_0 * \text{Cos}\phi_0$	$X_1 = I_0 * \text{Sin}\phi_0$	$K = \frac{V_2}{V_1}$
%10								
%20								



0 Un							
%5 0 Un							
%7 5 Un							
%1 00 Un							
%1 10 Un							