

# آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی ۱

آزمایش شماره‌ی ۱-۲

گزارش کار

## آزمایش اتصال کوتاه و مدار باز ترانسفورمر تک‌فاز و راندمان آن

استاد دریاباد

نگارش:

اشکان نیوشا

۲۳ آذر ۱۳۸۷

# به نام خدا

## تئوری آزمایش

هدف این آزمایش به دست آوردن مقاومت القاکنایی سری و هسته با جریان با آزمایش‌های بی‌باری و اتصال کوتاه است.

می‌دانیم که در ترانسفورمر هسته از طریق شار مغناطیس‌کنندگی،  $\Phi_m$ ، توان را منتقل می‌کند. عنصری که شار می‌سازد، القاگر است. از سویی این شار و جریان آن، در برابر جریان نامی بسیار کوچک است، پس میتوان نتیجه گرفت که این القاگر به صورت موازی قرار گرفته است. بنابراین برای مدل کردن شار مغناطیس‌کننده‌ی ترانسفورمر از یک القاگر استفاده می‌کنیم. همچنین می‌دانیم پسماند هسته به همراه ولتاژ القایی در رسانای پر مقاومت هسته که سبب جریان گردابی می‌شود، تلفات هسته را تشکیل می‌دهند؛ که نسبت به توان نامی کوچک هستند؛ پس مقاومت هسته نیز به صورت شاخه‌ای موازی مدل می‌شود.

از سوی دیگر، سیم‌پیچی‌های ترانس دارای خودالقاکنایی هستند و برای مدل کردن آنها از یک القاگر سری استفاده می‌شود. برای مدل کردن تلفات مقاومتی سیم‌پیچ‌ها نیز از یک مقاومت سری استفاده می‌شود.

آزمایش مدار باز برای به دست آوردن مقاومت و القاکنایی هسته، و در طرف فشار ضعیف انجام می‌شود. در آزمایش مدار باز داریم:

$$R_C = \frac{V^2}{P} \quad I_C = \frac{P}{V} \quad I_m = \sqrt{I^2 - I_C^2} \quad X_m = \frac{V}{I_m}$$

آزمایش اتصال کوتاه، مقاومت و القاکنایی سیم‌پیچ‌ها را به دست می‌دهد. این آزمایش در طرف فشار قوی انجام می‌شود. چراکه سیم‌پیچ‌های فشار ضعیف کلفت‌تر هستند جریان بیشتری را تحمل می‌کنند و از دیگر سو چون این مقاومت‌ها کوچکند، در اندازه‌گیری از طرف فشار قوی، بزرگتر شده و دقت آزمایش زیاد می‌شود. در آزمایش اتصال کوتاه داریم:

$$R = \frac{P}{I^2} \quad Z = \frac{V}{I} \quad X = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

لازم به گفتن است که بیشینه‌ی این پارامترها هنگام کار برای ما مهم است. بنابراین بی‌باری در ولتاژ نامی (تا ۲۰٪ بیشتر مجاز است) و اتصال کوتاه در جریان نامی (بیشتر مجاز نیست، چون گرما سبب آسیب عایقی می‌شود.) انجام می‌شود.

برای راندمان یک ترانس داریم:

$$h = \frac{P_{in} - P_{cu} - P_c}{P_{in}} = 1 - \frac{I_1^2 R_{eq1}}{V_1 I_1 \cos j} - \frac{P_c}{V_1 I_1 \cos j}$$

در یک ترانس پس از طراحی و راه‌اندازی تنها اندازه و فاز جریان تغییر می‌کند. پس این رابطه‌ی به ازای دو پارامتر بیشینه می‌شود. برای بیشینه شدن آن نسبت به بزرگی جریان داریم:

$$\frac{dh}{dI_1} = 0 = -\frac{R_{eq1}}{V_1 \cos j} + P_c \frac{V_1 \cos j_c}{(V_1 I_1 \cos j)^2}$$

یعنی،  $R_{eq1} I_1 = R_{eq2} I_2 = P_c$  یا  $P_{cu} = P_c$ . بنابراین در طراحی ترانسفورمر باید به این نکته توجه شود. در ترانسفورمر انتقال که در بار کامل کار می‌کنند، راندمان در اندازه‌ی جریان نامی بیشینه می‌شود. در ترانسفورمر توزیع راندمان بیشینه‌شان برای جریان بار ۸۰ درصد بار نامی طراحی می‌شوند.

$$h = 1 - \frac{P_{loss}}{V_1 I_1 \cos j}$$

برای بیشینه شدن راندمان نسبت به ضریب توان رابطه‌ی را به صورت

می‌نویسیم. روشن است که (با چشم‌پوشی از مغناطیس‌کنندگی هسته) راندمان هنگامی بیشینه است که  $\cos j = 1$  باشد.

در مجموع می‌توان گفت برای یک ضریب توان معین، هنگامی که جریان به گونه‌ای باشد که تلفات مسی برای آهنی باشد، راندمان بیشینه است. همچنین در یک جریان معین، هنگامی که ضریب توان برابر یک باشد، راندمان بیشینه است.

## روش آزمایش

برای اندازه‌گیری‌ها نیاز به ولت‌سنج، آمپرسنج و وات‌سنج داریم.

## داده‌ها و نمودار آزمایش

ویژگی‌های نامی ترانسفورمر آزمایش			
$V_1$ (V)	$V_2$ (V)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)
۲۲۰	۱۱۰	۲/۵	۵

آزمایش اتصال کوتاه					
$I_n$ (A)	۵	۴	۳	۲	۱
$V_{sc}$ (V)	۱۲/۴	۱۰	۷/۶	۴/۹	۲/۷

$P_{SC} (W)$	۵۸	۳۷	۲۱	۸	۱
--------------	----	----	----	---	---

$$R = ۲/۳۲ \Omega$$

$$X = ۰/۸۸ \Omega$$

آزمایش بی باری						
$V_n (V)$	۵۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰
$I_{OC} (A)$	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۷۵	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۹۵
$P_{OC} (W)$	۱	۲/۵	۳	۴	۶	۷

$$R_c = ۱۷۲۸ \Omega$$

$$X_m = \sqrt{-۱۶۴۵۲۶۳}$$

آزمایش باردار (cos j = ۱)									
$I_L (A)$	۰	۰/۲۲	۰/۴	۰/۵۸	۰/۶۹	۰/۸۶	۱/۰۵	۱/۲۲	۱/۳۹
$P_{out} (W)$	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۶۵	۱۹۰	۲۰۰
$P_{cu} (W)$	۰	۰/۱۱	۰/۳۷	۰/۷۸	۱/۱۰	۱/۷۱	۲/۵۶	۳/۴۵	۴/۴۸
$P_c (W)$	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
$P_{in} (W)$	۷	۲۵/۸۱	۵۷/۳۷	۸۲/۷۸	۹۸/۱۰	۱۱۱/۷۱	۱۷۴/۵۶	۲۰۰/۴۵	۲۱۱/۴۸
$\eta$	۰	۰/۹۶۹	۰/۸۷۱	۰/۹۰۶	۰/۹۱۷	۰/۹۴۰	۰/۹۴۵	۰/۹۴۸	۰/۹۴۶
$V_L (V)$	۱۱۰	۱۰۹/۵	۱۰۹/۱	۱۰۸/۷	۱۰۸/۴	۱۰۸/۰	۱۰۷/۶	۱۰۷/۲	۱۰۶/۸

## نتیجه‌ها و تحلیل آزمایش

نتایج بی باری (احتمالاً به سبب خطای وات سنج) نادرست است. همچنین می‌بینیم که با نزدیک شدن تلفات مسی به تلفات آهنی بازده بیشتر می‌شود.

پایان

اشکان نیوشا

<http://AshkanN.tripod.com>