

به نام خدا



آزمایشگاه تبدیل انرژی ۱

آزمایش شماره ۲: بررسی اتصالات و عملکرد ترانسفورمر سه فاز

اعضای گروه:

علیرضا ضیا ۹۱۱۰۵۰۹۳

میلاد پولادسنگ ۹۱۱۰۱۴۶۴

استاد: دکتر کابلی

بهار ۹۳

هدف آزمایش:

در این آزمایش يك ترانسفورماتور سه فاز مورد بررسی قرار می‌گیرد. اتصالات مختلف آن بررسی شده و اثر بارهای اهمی، سلفی و خازنی روی تنظیم ولتاژ آن مطالعه می‌گردد. همچنین روش دو وات متری در تعیین توان سه فاز معرفی می‌شود.

وسایل و تجهیزات مورد نیاز:

اتو ترانسفورمر سه فاز به عنوان منبع تغذیه - ترانسفورمر سه فاز - دستگاه اندازه گیری ۴ کاناله - بار اهمی، سلفی و خازنی - کامپیوتر - سیم های رابط

انجام آزمایش:

در این آزمایش برای تغذیه ترانسفورماتور از یک اتوترانسفورماتور سه فاز استفاده می‌شود که از خروجی آن برای تغذیه سیم‌پیچی اولیه ترانسفورماتور سه فاز مورد آزمایش، استفاده می‌شود.

مقادیر نامی ترانسفورمر سه فاز: ۲۳۰:۱۱۵

۲-۴-۱: بررسی اتصالات مختلف ترانسفورمر سه فاز:

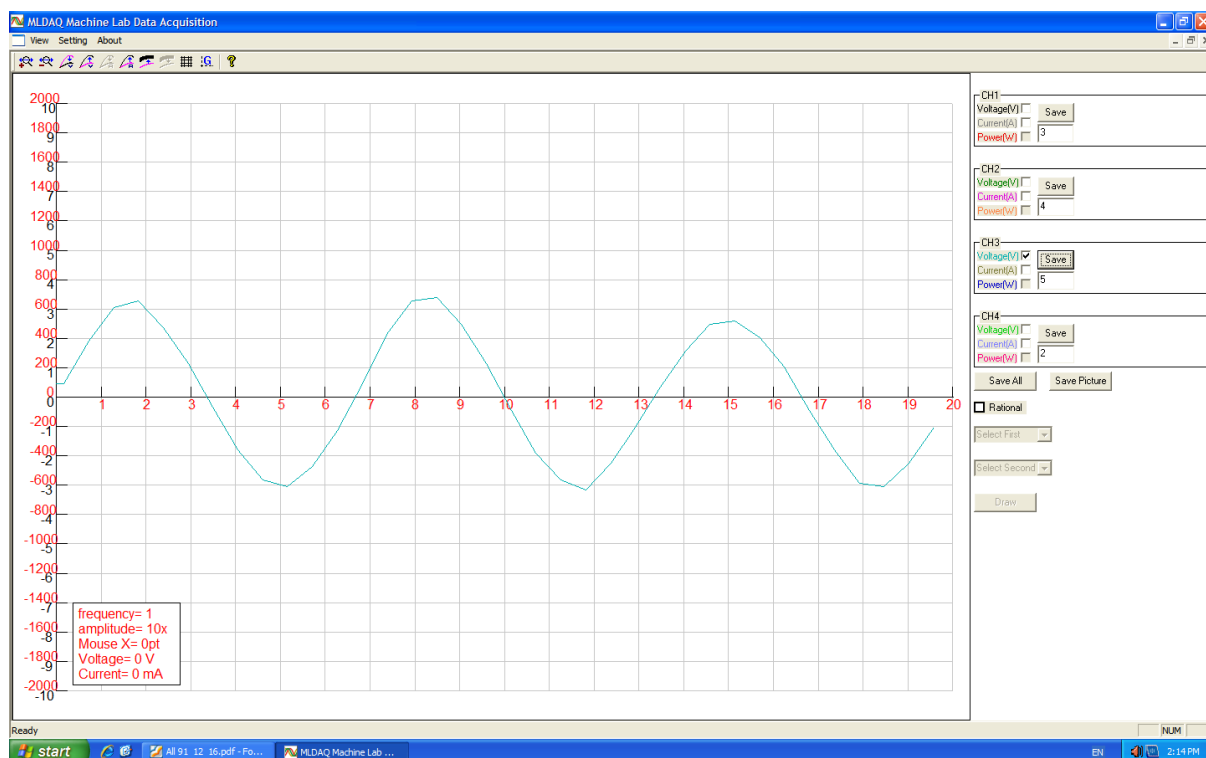
- سیم‌پیچ اولیه ترانسفورمر با ولتاژ نامی ۲۳۰ ولت (تپ وسط) را به صورت ستاره سربندی کردیم. سیم‌پیچ ثانویه با مقدار نامی ۱۱۵ ولت را نیز به صورت ستاره بستیم. ولتاژ فاز اولیه را با استفاده از اتوترانسفورمر، برابر ۲۳۰ ولت تنظیم کردیم؛ مقادیر ولتاژ خط اولیه و ولتاژهای فاز و خط ثانویه به اینصورت بود:

$$V_{ph_HV}=230 \text{ (v)}, \quad V_{L_HV}=398 \text{ (v)}$$

$$V_{ph_LV}=116.3 \text{ (v)}, \quad V_{L_LV}=119.3 \text{ (v)}$$

- اتصال ثانویه را در حالت مثلث قرار داده و مثلث را باز کردیم؛ یک ولتمتر را در مسیر سری کرده و دوباره مثلث را بستیم. ولتاژ مثلث باز و شکل ولتاژ به صورت زیر بود:

$$V_{mosalas\ baaz} = 2.2 \text{ (v)}$$



در اینجا، ولتاژ هارمونیک سوم منتقل میشود، بنابراین شکل فوق به صورت سینوسی است. با فیکانس 150Hz

- مقادیر ولتاژهای فاز و خط (اولیه و ثانویه) را در این اتصال (ستاره به مثلث) :

$$V_{ph_HV}=229.7 \text{ (v)}, \quad V_{L_HV}=399 \text{ (v)}$$

$$V_{L_LV}=120.15 \text{ (v)}$$

- اولیه را به صورت مثلث بسته و با ثانویه ستاره و مثلث آزمایش را تکرار کردیم:
مثلث به ستاره:

$$V_{L_HV}=228.3 \text{ (v)}$$

$$V_{ph_LV}=119.6 \text{ (v)}, \quad V_{L_LV}=208 \text{ (v)}$$

مثلث به مثلث:

$$V_{L_HV}=228.3 \text{ (v)}$$

$$V_{L_LV}=119.6 \text{ (v)}$$

- ولتاژ مثلث باز را در این حالت در مقایسه با حالت قبل به همراه شکل ولتاژ در این حالت:

$$V_{mosalas \text{ baaz}}=164 \text{ (mv)}$$



در این حالت ولتاژ هارمونیک سوم منتقل نمیشود. پس در مقایسه با حالت قبل شکل سینوسی به هم خورده و دامنه نیز کمتر شده.

۲-۴-۲ آزمایش باباری

آزمایش باباری، با استفاده از بار اهمی و بار مختلط (اهمی- سلفی و اهمی- خازنی) انجام می شود. در این آزمایش بازده و درصد تنظیم ولتاژ ترانسفورمر قابل محاسبه است.

الف) بار اهمی خالص

پیش از انجام آزمایش، در ثانویه ترانسفورمر، دو سیم پیچ را با هم سری کردیم تا ثانویه به مقدار نامی ۲۳۰ ولت برسد. ترانسفورمر را به صورت اتصال ستاره به ستاره با نسبت تبدیل ۴۰۰ به ۲۳۰ بستیم.

مطابق شکل ۶-الف، مدار را بستیم. ولتاژ خط به خط اولیه را برابر مقدار ۳۸۰ ولت تنظیم کرده و آن را در طول آزمایش ثابت نگه داشتیم. با استفاده از بار اهمی، از ترانسفورمر بار گرفتیم.

نتایج حاصل در زیر آمده:

$$V_{L1} = 380 \text{ (volt)} = \text{ثابت}$$

$I_{11}(\text{mA})$	۳۵	۶۲	۹۰	۱۲۸	۱۵۸	۱۸۸	۲۱۷
$I_{12}(\text{mA})$	۳۷	۶۵	۹۳	۱۳۵	۱۶۵	۱۹۶	۲۲۵
$P_{11}(\text{w})$	-۹.۸۶	-۱۸.۸۹	-۲۸.۲۳	۴۰.۰۸	۴۹.۹۹	۵۹.۷۴	۶۹.۲۷
$P_{12}(\text{w})$	-۱۴.۶۷	-۲۴.۵۲	-۳۴.۷۲	۴۹.۹۴	۶۱.۰۹	۷۲.۲۰	۸۲.۹۹
$V_2(\text{v})$	۲۳۳	۲۳۱	۲۳۲	۲۳۰	۲۲۸	۲۲۷	۲۲۶
$I_2(\text{mA})$	۴۹	۹۷	۱۶۰	۲۱۲	۲۶۴	۳۱۵	۳۶۶

(ب) بار اهمی- سلفی (مختلط)

در این مرحله مطابق شکل ۶-ب، سه سلف را با سه مقاومت موازی و ترکیب را به صورت ستاره بستیم. سپس آن را به ثانویه ترانسفورمر متصل کردیم. بار اهمی را در پله دوم قرار داده و مقدار بار سلفی را در هر مرحله تغییر دادیم و آزمایش قبل را تکرار کردیم.

نتایج حاصل به صورت زیر است:

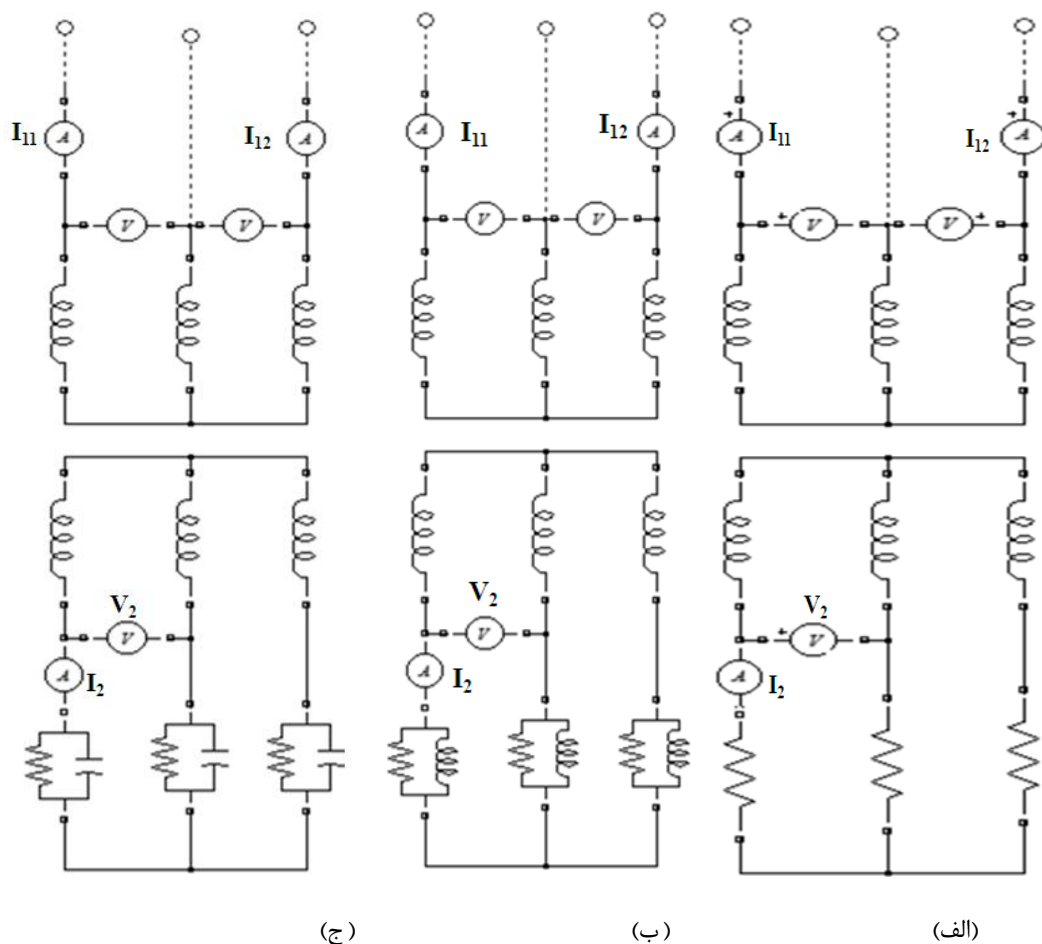
$I_{11}(\text{mA})$	۷۹	۹۸	۱۳۳	۱۵۹	۱۸۴	۲۰۷	۲۳۲	۲۵۵
$I_{12}(\text{mA})$	۶۹	۷۵	۸۰	۸۳	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹
$P_{11}(\text{w})$	-۱۸.۹۲	-۱۹.۰۸	۲۱.۰۵	۲۲.۲۸	۲۳.۸۲	۲۴.۵۲	۲۶.۷۰	۲۸.۱۶
$P_{12}(\text{w})$	-۲۷.۴۴	-۲۹.۹۶	-۳۱.۹۶	-۳۳.۱۷	-۳۴.۰۵	-۳۴.۶۰	-۳۴.۹۳	-۳۴.۹۵
$V_2(\text{v})$	۲۳۲	۲۳۱.۸۱	۲۳۱.۶۸	۲۳۱.۶۳	۲۳۰.۴۸	۲۳۱.۰۶	۲۳۰.۵۳	۲۲۹.۷۳
$I_2(\text{mA})$	۱۳۴	۱۷۲	۲۱۵	۲۵۷	۲۹۹	۳۴۰	۳۸۴	۴۲۴

ج) بار اهمی- خازنی (مختلط)

در این مرحله مطابق شکل ۶-ج، سه خازن را با سه مقاومت موازی و ترکیب را به صورت ستاره بستیم. سپس آن را به ثانویه ترانسفورماتور متصل کردیم. بار اهمی را در پله دوم قرار داده و مقدار بار خازنی را در هر مرحله تغییر دادیم و آزمایش قبل را تکرار کردیم.

نتایج حاصل به صورت زیر است:

$I_{11}(\text{mA})$	۶۴	۷۴	۹۰	۱۱۶	۱۳۸	۱۶۲	۱۸۸	۲۱۳
$I_{12}(\text{mA})$	۶۷	۷۷	۹۳	۱۲۴	۱۴۶	۱۶۸	۱۹۵	۲۲۰
$P_{11}(\text{w})$	-۲۳.۱۵	-۲۸.۲۳	-۳۳.۰۸	۴۰.۹۳	۴۵.۹۷	۵۱.۵۰	۵۷.۳۰	۶۳.۱۶
$P_{12}(\text{w})$	-۱۹.۷۵	-۱۵.۱۲	-۱۰.۵۳	۸.۰۰	۳.۲۲	-۱.۲۳	-۶.۳۱	-۱۰.۸۰
$V_2(\text{v})$	۲۳۲.۴۴	۲۳۲.۹۶	۲۳۳.۰۸	۲۳۲.۹۹	۲۳۳.۵۱	۲۳۳.۷۵	۲۳۳.۵۸	۲۳۳.۸۳
$I_2(\text{mA})$	۱۱۵	۱۴۰	۱۷۴	۲۱۴	۲۵۴	۲۹۶	۳۴۳	۳۸۵

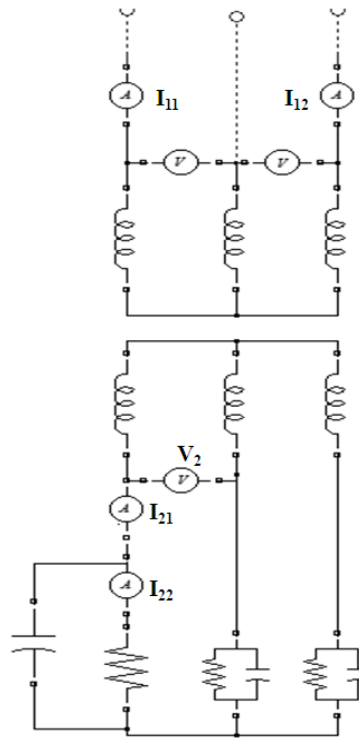


شکل ۶: مدارهای مربوط به آزمایش باباری

۲-۴-۳ تعیین ضریب توان

مطابق شکل ۷، به مدار شکل ۶-ج، یک آمپر متر اضافه کردیم تا جریان مقاومتی را بخواند. سپس مقدار مقاومت و خازن را آنقدر تغییر دادیم تا ضریب توان ۰/۵ شود؛ برای این کار، باید کاری کنیم تا جریان I_{22} نصف جریان I_{21} گردد. بنابراین باید مقدار مقاومت و خازن را طوری تغییر دهیم تا امپدانس آنها برابر گردد.

نتایج حاصل در این حالت در زیر آمده:



شکل ۷: مدار آزمایش تعیین ضریب توان مشخص کردن I_{11} و I_{12}

$V_1(v)$	$I_{11}(mA)$	$I_{12}(mA)$	$P_{11}(w)$	$P_{12}(w)$	$V_2(w)$	$I_{21}(mA)$	$I_{22}(mA)$
۳۸۱	۵۳	۵۶	-۱۹.۵۵	-۵.۴۸	۲۳۶	۱۰۶	۴۹

نتیجه گیری:

در این آزمایش اتصالات مختلف ترانسفورمر بررسی شد و مشاهده شد که نتایج حاصل از آزمایش با نتایج تئوری همخوانی مناسبی دارد.

همچنین با بررسی ولتاژ مثلث باز، متوجه انتقال یا عدم انتقال هارمونیک سوم شدیم. و دیدیم که در هر صورت دامنه ولتاژ مثلث باز حدوداً صفر است.

در حالت باباری، وقتی بار اهمی در مدار است، ولتاژ و جریان بار همفاز بوده و ضریب توان برابر یک است.

وقتی بار اهمی-سلفی در مدار است، جریان بار نسبت به ولتاژ آن تاخر فاز دارد. (پیشفاز) و ضریب توان کمتر از یک است. در این حالت ولتاژ رگولاسیون حتماً منفی است. (یعنی ولتاژ هنگام انتقال دامنه اش کمتر میشود).

وقتی بار اهمی-خازنی در مدار است، جریان بار نسبت به ولتاژ آن تقدم فاز دارد. (پیشفاز) و ضریب توان کمتر از یک است. در این حالت ولتاژ رگولاسیون میتواند مثبت یا منفی باشد.