بنام اد که آفرینش جلوه جمال اوست

دستور کار آزمایشگاه: ماشینهای الکتریکی (۲)

آزمایش اول : بی باری و حالت سکون موتور القایی سه فاز روتور قفسی ... صفحه ۱
" دوم : مولدی ماشین القایی سه فاز روتور قفسی ... صفحه ۳
" سوم : بارداری موتور القایی سه فاز روتور قفسی ... صفحه ۷
" چهارم : ماشین القایی سه فاز روتور سیمی شده ... صفحه ۱۰
" پنجم : بارداری ترانسفورماتور سه فاز ... صفحه ۱۲
" ششم : تعیین گروه ترانسفورماتور سه فاز ... صفحه ۱۳
" هفتم : موازی بستن ترانسفورماتورهای سه فاز ... صفحه ۱۶
" هشتم : اتصال Y (ستاره باز) ترانسفورماتور سه فاز ... صفحه ۱۸
" نهم : بی باری و اتصال کوتاه مولد سنکرون یکفاز ... صفحه ۱۹
" دهم : بارداری مولد سنکرون یکفاز ... صفحه ۲۲
" یازدهم : تعیین ضریب بهره (راندمان) موتور شنت ... صفحه ۲۵
" دوازدهم : تعیین ضریب بهره (راندمان) موتور شنت ... صفحه ۲۸

دانشگاه آزاد - واحد تهران جنوب گروه مهندسی

تابستان ۸۲ تهیه و تدوین: کاویانی

آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی ۲ — آزمایش موتور القایی سه‌فاز روتور قفس

۱- مشخصات نامی موتور را از پلاک آن بخوانید:

$\begin{cases} V_n: \\ I_n: \\ n: \end{cases}$

۲- آزمایش بی‌باری:

مدار آزمایش بی‌باری را به کمک نقشه بسته ببندید. آزمایشگاه را بررسی کنید. سپس با اطمینان از صفر بودن ولتاژ منبع، کلید تغذیه را وصل و به تدریج ولتاژ منبع را از صفر تا حدی که ولتاژ موتور به حد نامی خود برسد، تغییرات کمیت‌های موتور را در جدول زیر یادداشت نمایید: (نقشه مدار را در صفحه ۹ ملاحظه فرمایید).

V/V									
I_0/A									
P_0/W									
n/rpm									

برای هر مرحله آزمایش بی‌باری از رابطه $P_{Cu_s} = 3R_{ph}I_{ph}^2$ مقدار تلفات مسی را محاسبه و مجموع تلفات آهنی و مکانیکی موتور را به دست آورید:

$$(P_{fe}+P_{mec}) = P_0 - P_{Cu_s}$$

و بعد از رسم نمودار $(P_{fe}+P_{mec}) = f(V)$ تلفات آهنی و مکانیکی را تفکیک نمایید.

۲- آزمایش حالت سکون :

فرمان آزمایش قبلی (بارداری) بار دیگر را انتخابی در حالتی که محور موتور را با کلید پیچ ثابت نگه داشته تکرار می کنیم با این تفاوت که از افزایش دادن ولتاژ ورودی موتور پرهیز و خطرات ناشی از آن را با کلید اصلی تنظیم را دور می کنیم.

در تغذیه ولتاژ را به آرامی تا جایی که جریان به حدود جریان نامی برسد (و از این به بعد می توانیم از افزایش بیشتر ولتاژ پرهیز کنیم) در این مراحل کمیتهای خواسته شده را در جدول زیر یادداشت کنید.

V/v					
I/A					
P_u/W					

با کمک نتایج آزمایش حالت سکون مقدار جریان راه اندازی و توان راه اندازی را محاسبه کنید:

۳- نسبت جریان بارداری به جریان راه اندازی ($\frac{I_0}{I_s}$) ، نسبت جریان بارداری به جریان نامی ($\frac{I_0}{I_n}$) و نسبت جریان راه اندازی به جریان نامی ($\frac{I_s}{I_n}$) موتور القایی مورد آزمایش را تعیین نمایید.

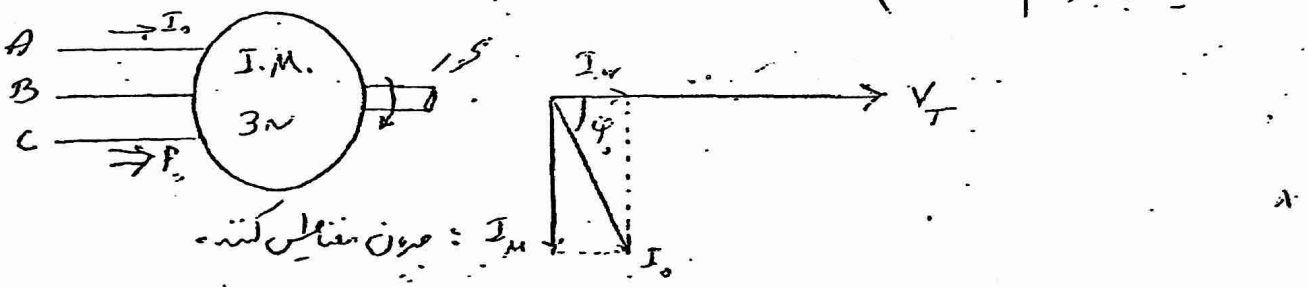
۴- ضریب قدرت موتور القایی را در حالت بارداری و راه اندازی محاسبه و مقایسه نمایید.

آزمایش مولدی ماشین القایی سه فاز

ماشین القایی سه فاز (روتور قفسی یا اسکوییرل بسیجی نشده) می‌تواند در حالت مولدی برای تولید توان الکتریکی کار کند اگرچه به دلیل نداشتن مدار تحریک جداگانه (آن طور که در ماشین سنکرون مورد استفاده قرار می‌گیرد) از تولید توان راکتیو مورد نیاز شبکه ناتوان است و باید توان راکتیو مورد نیاز برای ایجاد میدان مغناطیسی دوار آن به یکی از این دو روش ایجاد شود ← وصل به شبکه سه فاز
وصل به مجموعه خازنی سه فاز

الف) رفتار شبکه ای مولد القایی (وصل ماشین القایی به شبکه سه فاز):

فرض کنید یک موتور القایی به شبکه سه فاز مستقل و به صورت بی بار در حال کار است. قدرتی که این موتور از شبکه دریافت می‌کند تقریباً مقدار راکتیو مورد نیاز جهت ایجاد میدان مغناطیسی دوار می‌شود (به همین دلیل ضریب قدرت موتور القایی بی بار کم است).



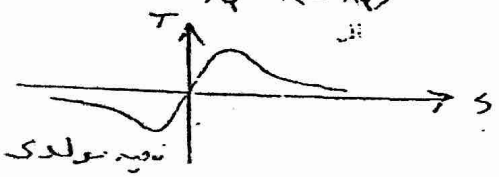
اکنون اگر به کمک یک محرک خارجی مکانیکی که به محور ماشین وصل می‌شود سرعت محور را به بیش از سرعت سنکرون (و در جهت سرعت سنکرون) برسانیم طبق تعریف بلغزش آن منفی خواهد شد:

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s}$$

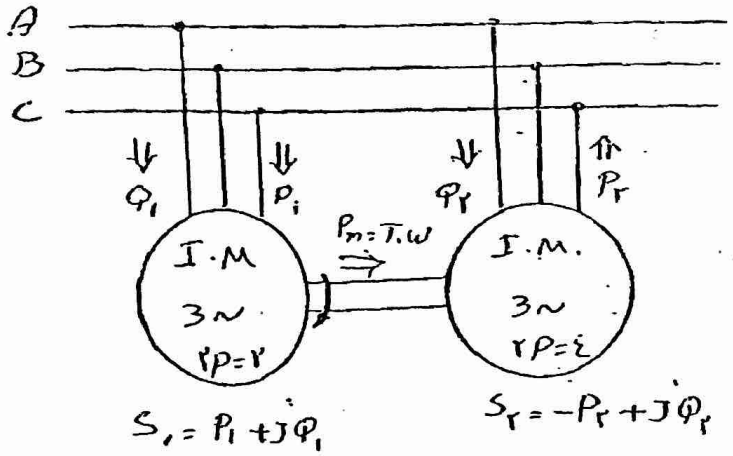
و مطابق تعریف گشتاور ماشین القایی:

$$T = KV^2 \frac{R_2 S}{R_2^2 + (SX_2)^2}$$

گشتاور تغییر حالت داده و ماشین وارد ناحیه کار مولدی می‌شود.



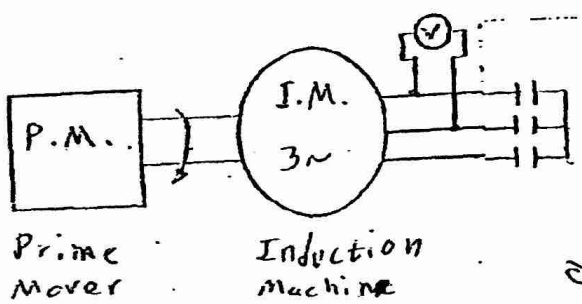
مثلاً با هم محور کردن دو ماشین القایی 1000 R.P.M و 3000 R.P.M هم دیگر و هم فرکانس که مدارات استاتور آنها با رعایت توالی فاز به شبکه سه فاز وصل شده. ماشین 3000 R.P.M در ناحیه موتوری و ماشین 1000 R.P.M در ناحیه مولدی کار خواهند کرد.



۱- در صورت لبا بودن امکانات این آزمایش را در آزمایشگاه انجام داده و با قرار دادن واتمتر در مدار دو ماشین سه فاز مولد یا موتور بودن هرکدام را تحقیق کنید و مقادیر P_1 و P_2 را با هم مقایسه نمایید.

۲- نحوه واقعی کاربرد مولد القایی مستقل از شبکه سه فاز را مورد بررسی قرار دهید.

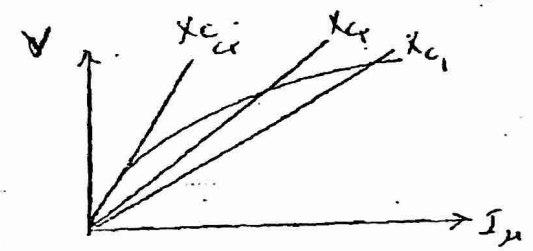
II) رفتار منفرد مولد القایی (وصل ماشین القایی به مجموعه خازن سه فاز):
فرض کنید محور یک ماشین القایی منفرد (جدا از شبکه) را توسط محرک مکانیکی به چرخش در آوردیم. در صورت وجود پس ماند مغناطیسی در هسته ماشین ولتاژ مختصری در سیم پیچی استاتور آن القا خواهد شد که با وصل مقادیر مناسبی خازن به سیم پیچی استاتور، مقدار ولتاژ القایی افزایش می یابد.



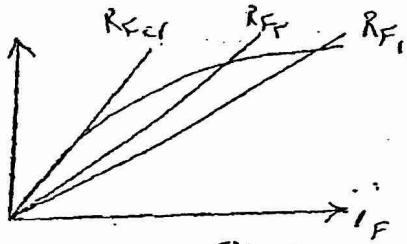
(۱)

این نوع القای ولتاژ در مولد القایی شبیه خودالقایی در مولد شنت dc است که X_L خازن جایگزین R_F مدار تحریک مولد شنت شده است.

اگر از آهن‌ربای ماشین القایی مقدار مغناطیس حسه را بدست آورده و با توجه به ظرفیت خازنی C خطی با شیب X_C رسم کنیم محل تلاقی این خط و منحنی مغناطیس ولتاژ القایی ماشین را تعیین می‌کند.



خودالقایی در مولد القایی



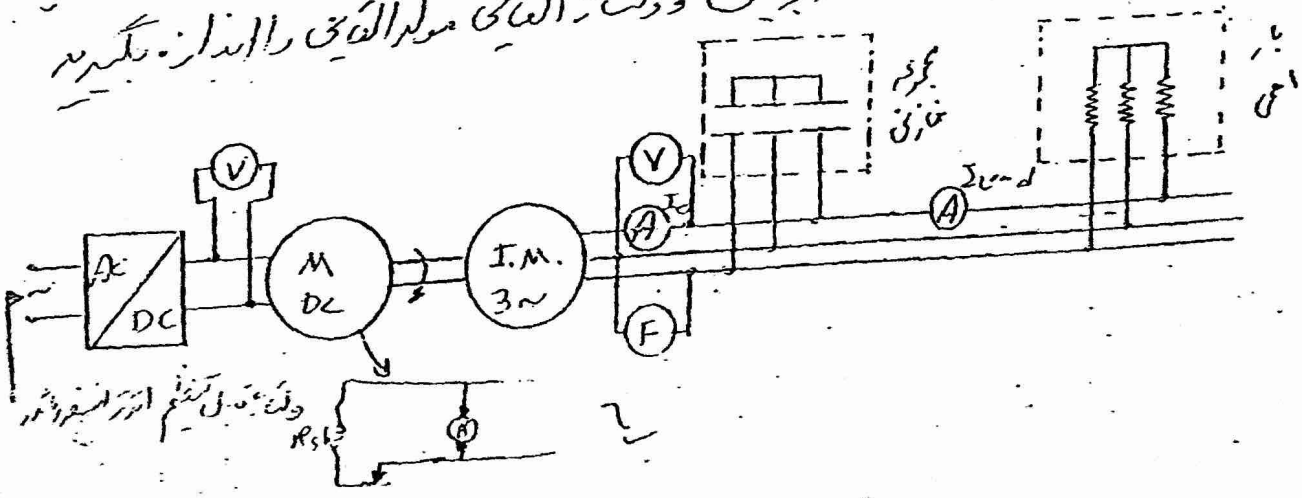
خودالقایی در مولد شنت

۳- مشخصات نامی ماشین القایی آزمایشگاه و ماشین dc هم محور را تعیین کنید:

ماشین القایی:

ماشین dc:

۴- مدار موتور dc با تحریک شنت و مولد القایی را مطابق شکل ببندید و با افزایش تدریجی ولتاژ اتوترانسفورماتور تغذیه کننده موتور dc سرعت آن را افزایش داده تا رزونانس برقرار شود. خازنهای سه فاز مدار بعد از افزایش ولتاژ القایی خواهند شد. مقدار جریان و ولتاژ القایی مولد القایی را اندازه بگیرید.



۵- سرعت محور ماشین را در چهار حالت از n_s تا n_s تغییر داده، داده‌های بدست آمده را در جدول زیر ثبت کنید:

n				
E				
I_{fw}				

(در صورتی که لازم بدانید، می‌توانید با قرار دادن رئوستا متغیر در مدار تحریک ماشین dc امکان کنترل سرعت گسترده‌تری را تأمین کنید)

آیا تغییرات سرعت چگونه بر ولتاژ و جریان آنکر تأثیر می‌گذارد؟ بررسی شود.

۶- در حالتی که سرعت محور برابر سرعت نامی و ولتاژ خروجی حداکثر ۲۰٪ بیشتر از ولتاژ نامی است، بار اهمی سه فاز را به خروجی ماشین القایی وصل کنید. روشن شدن لامپ‌ها دلیل بر تحریک و تولید ماشین القایی است. بار را تا حدی افزایش دهید که جریان ژنراتور از جریان نامی بیشتر نشود. تغییرات ولتاژ و فرکانس را با تغییرات بار ثبت کنید.

I_L				
V				
F				

۷- نمونه‌هایی از کاربرد ژنراتورهای القایی با تحریک خازنی را تشریح نمایید.

۸- حداقل ظرفیت خازنی که با آن القای ولتاژ در ژنراتور شود را تعیین کنید.

آزمایش بارداری موتور القایی سه فاز

توجه: این آزمایش برخلاف آزمایش‌های باری و حالت سکون موتور القایی، بروی یک ست موتور القایی و مولد سنکرون یکجا انجام می‌شود زیرا از موتور القایی منفرد نمی‌توان بار گرفت.

۱- مشخصات نامی موتور را از پلاک آن بخوانید:

V_n:

I_n:

n:

$\cos\varphi$:

۲- مشخصات نامی مولد سنکرون هم محور را نیز مشخص نمایید:

n: $I_{f_{max}}$: I_n: V_n:

۳- مدار موتور را به کمک نقشه بسته و درستی آن را به تأیید مربی کارگاه برسانید.

۴- مدار مولد سنکرون را نیز به کمک نقشه بسته و درستی آن را نیز به تأیید مربی کارگاه برسانید (در تمت بار مولد فقط از بارهای اهمی استفاده شود).

تا تکمیل وقت شود که در طول کار آزمایش و نگاه‌های اندازه‌گیری مدار موتور قرائت و یادداشت شوند.

و کنتاکتهای مولد در این مدار مورد توجه قرار گیرند که از مدار معاف قرائت نشوند.

۵- آزمایش بارداری:

پس از تأیید درستی مدارهای موتور و مولد با اطمینان از این که همه بارهای مدار مولد و نیز منبع DC تحریک مولد سنکرون قطع هستند کلید اصلی تابلو را وصل و موتور القایی را راه اندازی کنید. در این حالت موتور القایی بدون بار و با سرعتی حدود سرعت سنکرون ($n_s = \frac{60 f}{p}$) دوران می‌کند. اکنون با وصل منبع DC مدار تحریک و افزایش تدریجی آن ولتاژ مولد سنکرون را به حوالی ولتاژ نامی رسانده و پس

بار مثل کلیدهای باراهی جریان ثانویه را نیز افزایش دهید. در اینصورت ملاحظه می‌شود که قدرت موتور القایی نیز شروع به افزایش می‌کند. با افزایش جریان هیچ‌وقت تا حدود جریان نامی مقادیر ولتاژ، جریان توان و سرعت محور موتور القایی را قرائت و در جدول زیر ثبت نمایید:

V/V	
I/A	
P_1/W	
n/RPM	
/. S	

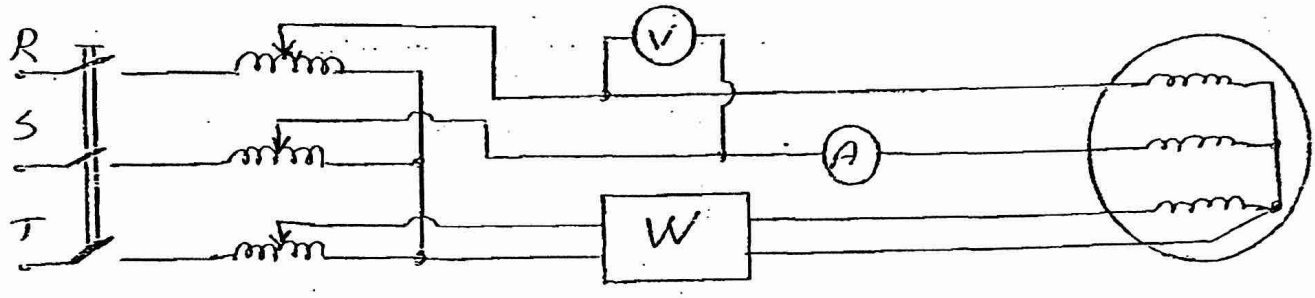
۶- نمودار تغییرات $I = f(s)$ و $P_1 = f(s)$ را با مقیاس مناسب بطور جداگانه رسم کنید و هیچگونگی تغییرات را مورد بحث قرار دهید.

۷- آیا در مرحله ۵ توانستید موتور القایی را به جریان نامی و توان نامی برسانید؟ چرا؟

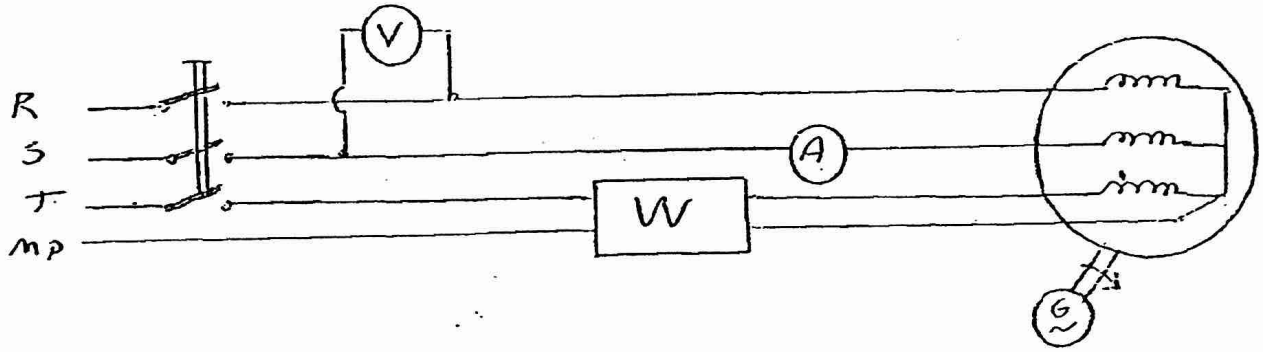
۸- مرحله ۵ و ۶ را تکرار کنید در حالتی که بار مولد شکرون خازنی باشد. نتایج آزمایش را در حالت جدید با حالت قبلی مقایسه نمایید.

۹- مزایا، معایب و کاربردهای موتورهای القایی سه فاز را نام ببرید. مشخصات پلاک یک نمونه واقعی موتور را بررسی کنید.

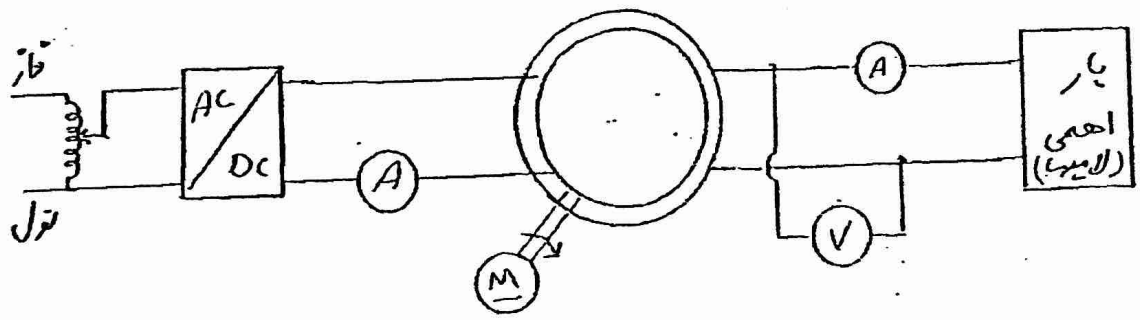
مدار موتور القایی سه فاز برای آزمایش بی باری و حالت سکون



مدار موتور القایی سه فاز برای آزمایش بارداری



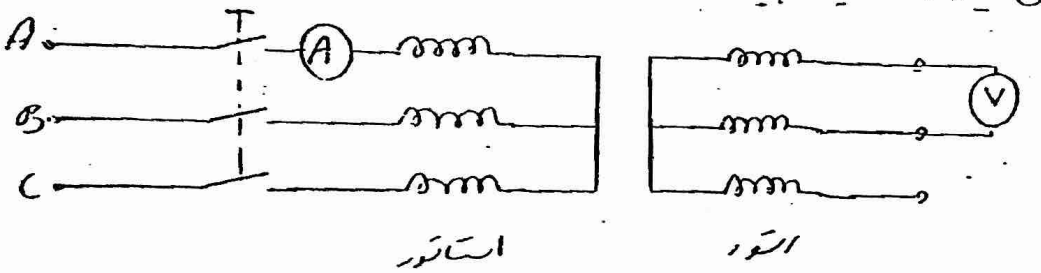
مدار مولد سنکرون یکفاز هم محرز موتور القایی سه فاز



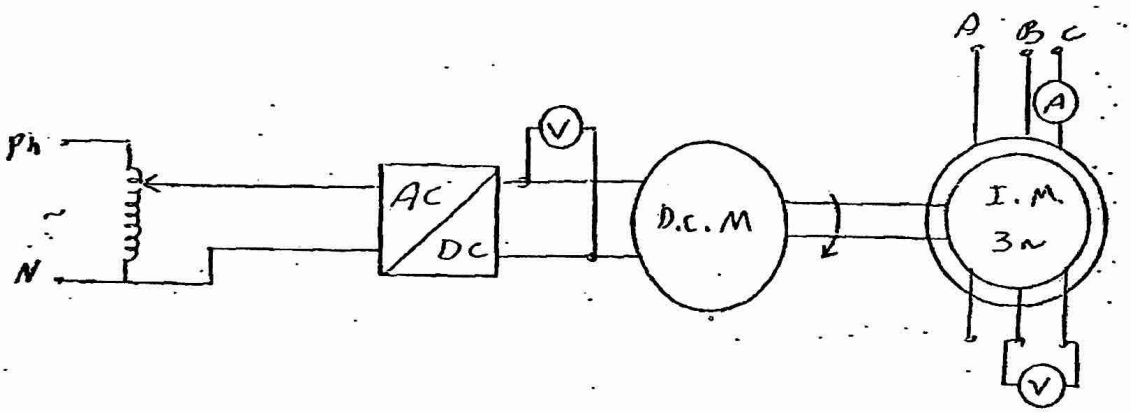
آزمایش ماشین القایی سه فاز روتور سیم پیچی شده

۱- مشخصات ماشین القایی آزمایشگاه را بنویسید:

۲- مدار ماشین القایی را مطابق شکل ببندید و پس از تأیید استاد آن را به شبکه سه فاز وصل کنید. مقادیر جریان استاتور و ولتاژ روتور را اندازه بگیرید.



۳- مدار موتور dc هم محور موتور القایی را با تحریک مستقل به تأیید برسانید:



۴- با اطمینان از صفر بودن تنظیم اولیه اتوترانسفورماتور برق آن را وصل و با افزایش تدریجی ولتاژ سرعت محور موتور را به 500 R.P.M برسانید و در این حالت ولتاژ القایی روتور و جریان استاتور را اندازه بگیرید.

در این وضعیت ماشین القایی در کدام ناحیه کاری قرار دارد؟

۵- سرعت محور موتور القایی را با تنظیم ولتاژ ورودی موتور dc به 1000 R.P.M برسانید و مقادیر ولتاژ القایی روتور و جریان استاتور را اندازه گیری کنید. نتایج بدست به مرحله ۴ چگونه تغییر کردند؟

۶- جای دو فاز از سه فاز استاتور ماشین القایی را تعویض و مراحل ۴ و ۵ را تکرار کنید.

۷- مقادیر سرعت لغزش، لغزش و فرکانس جریان رتور را در مراحل ۴، ۵ و ۶ محاسبه و در جدولی ثبت نمایید.

سپس نتایج را مقایسه و مورد تحلیل قرار دهید.

۸- تابع تغییرات فرکانس جریان رتور برحسب لغزش و ولتاژ القایی رتور برحسب لغزش را با مقیاس رسم کنید.

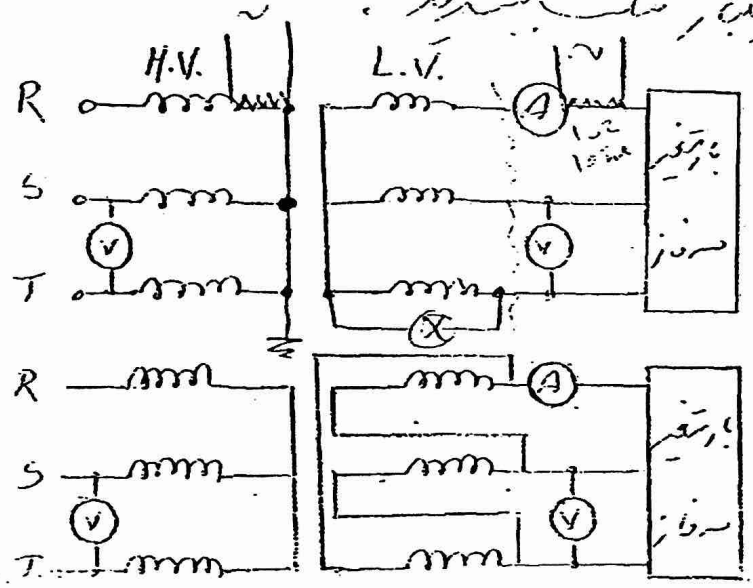
نمره ۶

آزمایش بارداری ترانسفورماتور سه فاز

مشخصات نامی ترانسفورماتور سه فاز موجود را تعیین کنید.

V_n: I_n:

طرف فشار قوی ترانسفورماتور را به اتصال ستاره بسته و طرف فشار ضعف را یکبار ستاره و یکبار مثلث ببندید.



قسمت اولیه را باید با ستاره ببندیم؟)

در هر مرحله با تنظیم دستی مدار، ولتاژ را به شکلی ثابت نگه دارید، تغییرات مقدار مقدار ولتاژ و جریان ثانویه را در جدول زیر ثبت نمایید.

V_2		
I_2	۰	I_{2n}

مقدار راندمان تبدیل در دو حالت چه تفاوتی دارند؟ چرا؟

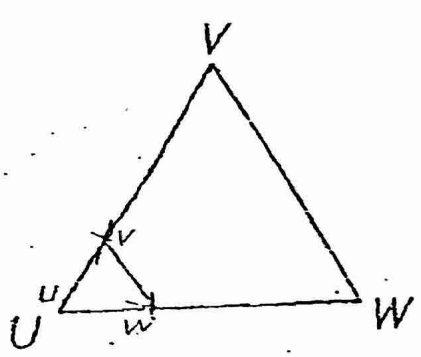
در هر مرحله به کمک اسیلوسکوپ شکل موج ولتاژ ثانویه را رسم و تفاوت آنها را بررسی کنید.

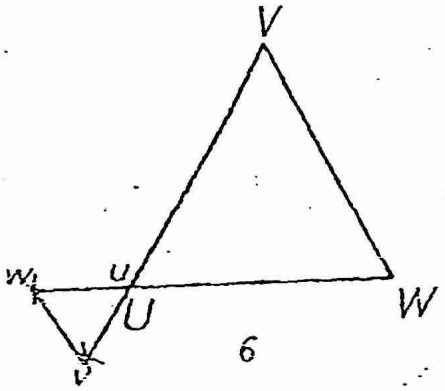
تغییرات ولتاژ ثانویه بر حسب جریان بار را در دو حالت فوق رسم و مقایسه نمایید.

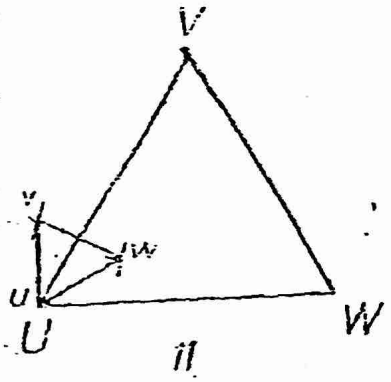
آزمایش تعیین گروه برداری ترانسفورماتور سه فاز

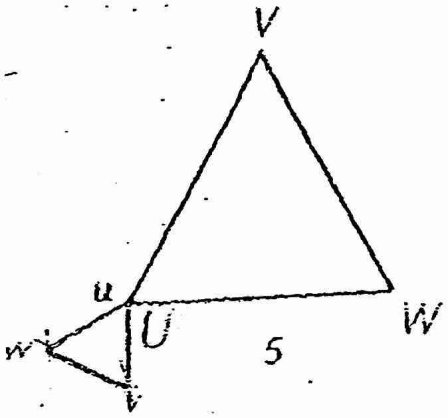
۱- زاویه اختلاف فاز بین ولتاژهای نظیر در اولیه و ثانویه ترانسفورماتور سه فاز نشان دهنده گروه برداری آن است.

برای بیان این زاویه ها معمولاً از اعداد ساعت (۱ تا ۱۲) استفاده می شود و گروه های برداری رایج (بخصوص برای ترانسفورماتورهای قدرت) ۵، ۶، ۱۱ و ۱۲ می باشند:







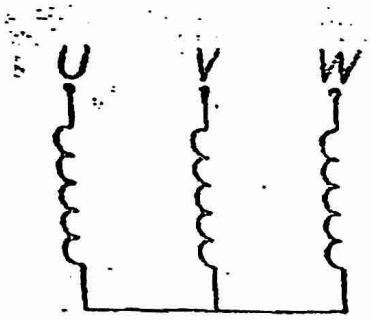


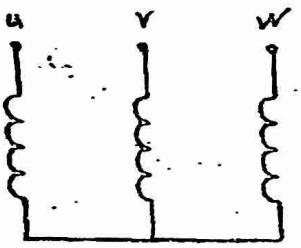
برای تعیین گروه ترانسفورماتور سه فاز می توان با کلک یک ولتمتر، ولتاژهای مورد نیاز را اندازه گیری و با رسم بردار ولتاژها، گروه ترانسفورماتور را بدست آورد.

۲- ترانسفورماتور سه فاز موجود در آزمایشگاه را با اتصالات زیر بسته بندی کرده، پس از تأیید دبیر یا مربی، اولیه آن را به برق سه فاز تابلو وصل کنید. پس ولتاژهای مورد نیاز را اندازه گیری و ثبت نمایید.

۳- برای هر مرحله بار سم بردارهای ولتاژها، گروه برداری را تعیین کنید.

A



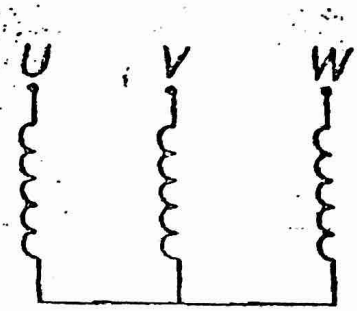


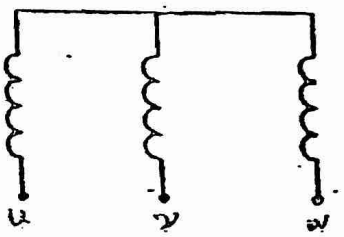
U_{UV}= 335 U_{uv}=

U_{Vv}= U_{Wv}=

U_{Vw}= U_{Ww}=

B





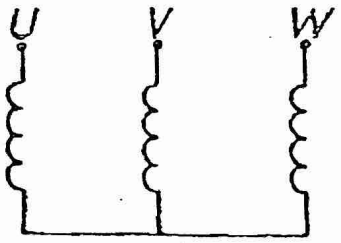
U_{UV}= U_{uv}=

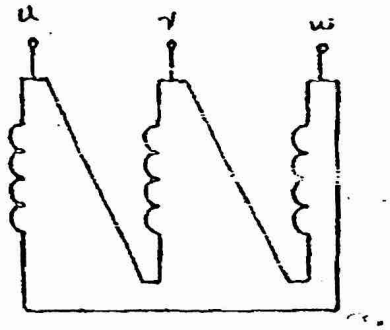
U_{Vv}= U_{Wv}=

U_{Vw}= U_{Ww}=

(10)

C



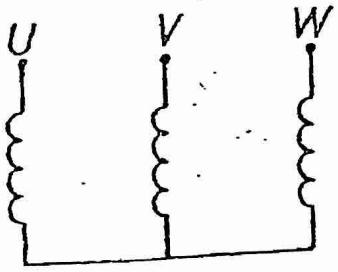


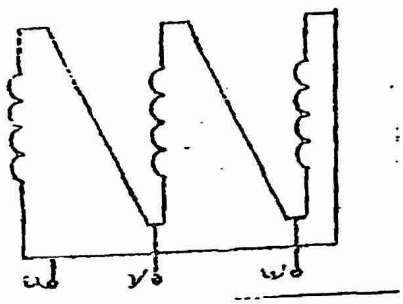
U_{UV}= U_{Uv}=

U_{Vv}= U_{Wv}=

U_{Vw}= U_{Ww}=

D



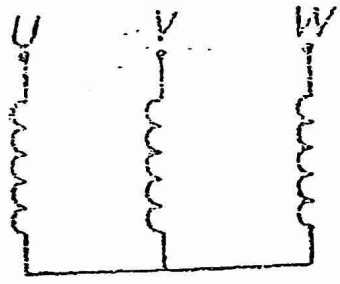


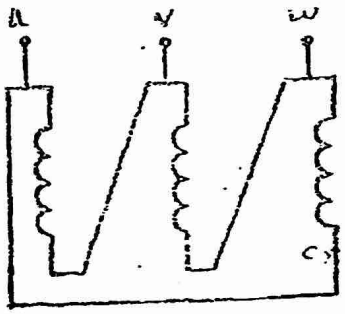
U_{UV}= U_{Uv}=

U_{Vv}= U_{Wv}=

U_{Vw}= U_{Ww}=

E



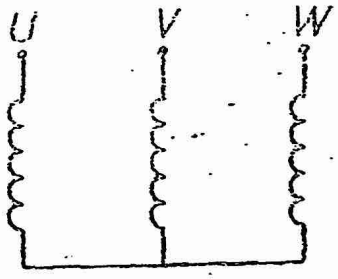


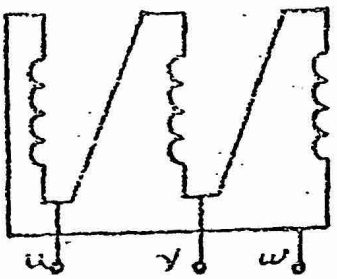
U_{UV}= U_{Uv}=

U_{Vv}= U_{Wv}=

U_{Vw}= U_{Ww}=

F





U_{UV}= U_{Uv}=

U_{Vv}= U_{Wv}=

U_{Vw}= U_{Ww}=

آزمایش موازی بستن ترانسفورماتورهای سه فاز

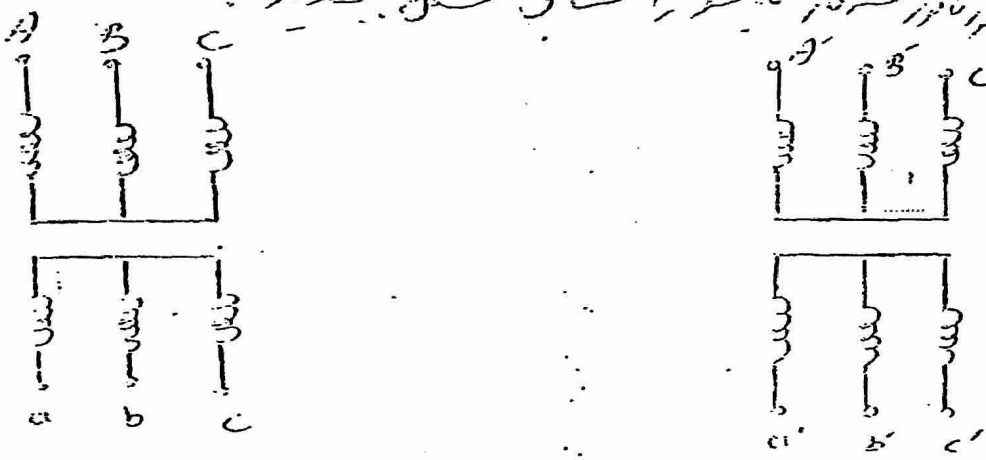
۱- مشخصات فنی ترانسفورماتورهای مورد آزمایش را برای هر دو بنویسید:

U_n:

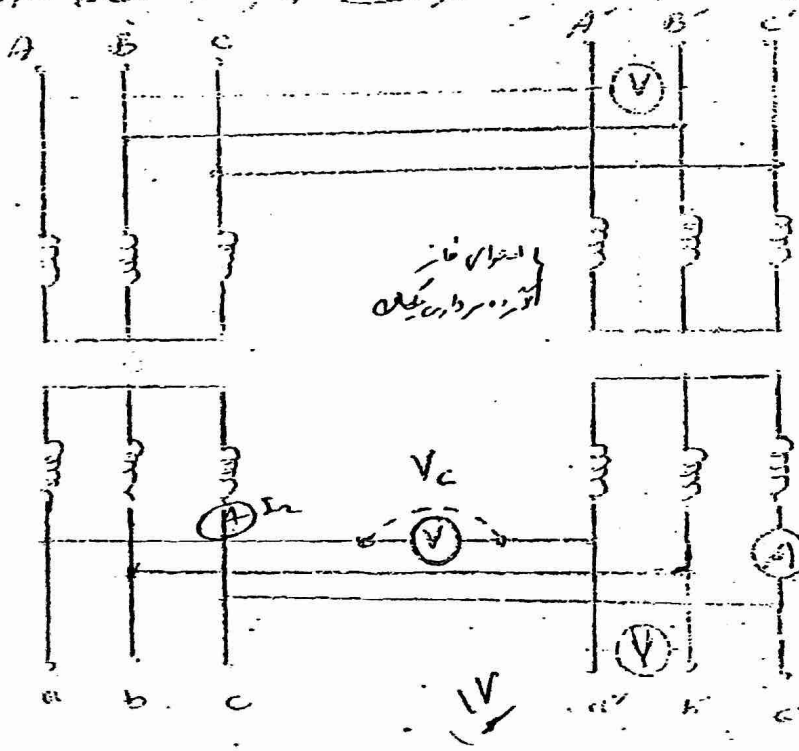
I_{n} و A

۲- شرایط موازی بستن ترانسفورماتورهای سه فاز را نام ببرید و توضیحات مختصر بدهید:

۳- دو ترانسفورماتور سه فاز را مطابق شکل بیندید:



۴- با تحقیق بر قراری شرایط موازی بستن دو ترانسفورماتور مورد آزمایش را موازی نموده و تایید مسئولین آزمایشگاه را جلب نمائید. آنگاه ولتاژ ثانویه هر یک از ترانسفورماتورها را مستقل اندازه بگیرید.



سپس عمل موازی بستن را مجدداً انجام دهید و جریان گردشی (Circulation current) را قرائت کنید.

* برای اندازه‌گیری جریان گردشی از سر رنگ مختلف سیم‌پیچ‌ها برای سه فاز استفاده کنید.

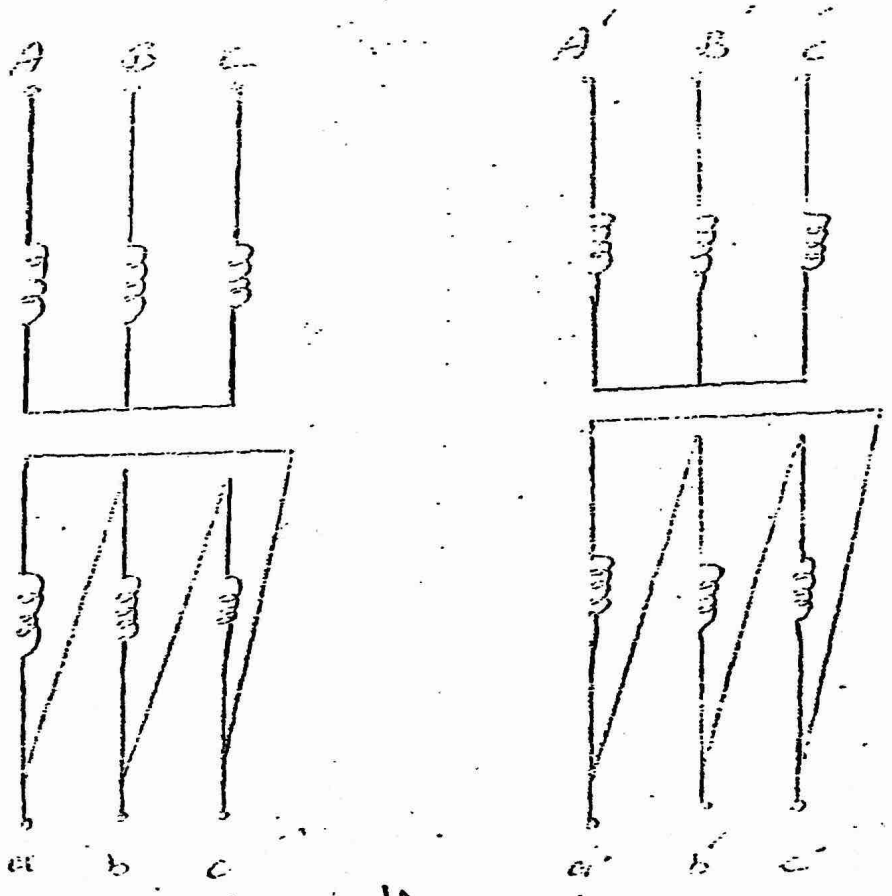
۵- با وصل بارهای مختلف به ثانویه مشترک دو ترانسفورماتور، جریان اصلی هر ترانسفورماتور و جریان بار را اندازه بگیرید و با تغییرات مقدار بار تغییرات جریانها را بیابید.

I_2	
$I_{2'}$	
I_L	

آیا دو ترانسفورماتور یک بار را بطور یکسان تغذیه می‌کنند؟ چرا؟

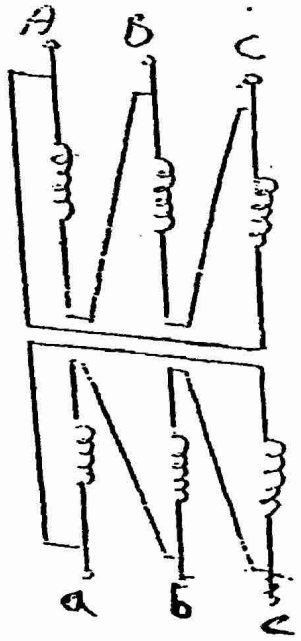
آیا رابطه $I_L = I_2 + I_{2'}$ همواره برقرار است؟

۶- با تبدیل اتصال ثانویه دو ترانسفورماتور، به اتصال ستاره مطابق شکل مجدداً مراحل ۳، ۴ و ۵ را تکرار و نتایج بدست آمده را جمع‌بندی نمایید.



آزمایش اتصال ∆ ترانسفورماتورهای سه فاز

۱- ترانسفورماتور سه فاز آزمایشگاه را با اتصال ∆/∆ مطابق شکل ببندید:

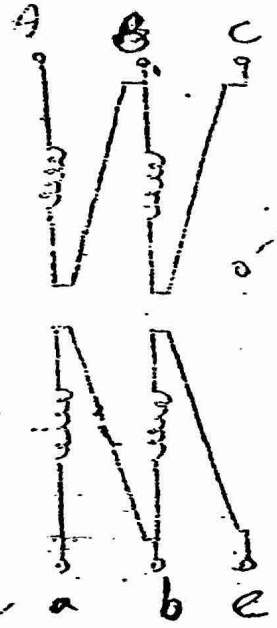


۲- ولتاژ و جریان نامی هر یک از کلافهای ترانسفورماتور را

H.V. { I: ... V: ... L.V. { I: ... V: ...

تعیین کنید:

۳- با وصل اولیه ترانسفورماتور به شبکه سه فاز با ثانویه نیز تا حد جریان نامی بار وصل کنید. قدرت نامی این ترانسفورماتور چقدر است؟



۴- با خروج کلافهای فاز سوم ترانسفورماتور از مدار آن را با اتصال V مطابق شکل به شبکه وصل کنید:

آیا خروجی این ترانسفورماتور (ولتاژهای ثانویه) سیستم سه فاز متقارن است؟ چرا؟ نمودار آنها را رسم کنید.

۵- ثانویه این ترانسفورماتور را به سه فاز وصل و بار را تا حدی افزایش دهید که جریان کلافها از مقدار نامی بیشتر نشود. در این حالت ناحیه اندازه توان از ترانسفورماتور بار گرفت؟ قدرت مجاز سه فاز را در این حالت با حالت ۳ مقایسه کنید.

*۶- یکی از کلافهای ثانویه ترانسفورماتور با اتصال V را وارونه ببندید و پس از وصل آن به شبکه سه فاز ولتاژهای خروجی ثانویه را اندازه بگیرید و نمودار برداری آنها را رسم کنید. تفاوت ولتاژها نسبت به حالت ۴ چگونه تغییر کرده؟ علت را بررسی کنید.

۷- چند نمونه کاربرد عملی اتصال V را در شبکه‌های قدرت نام ببرید.

آزمایش های مولد سنکرون

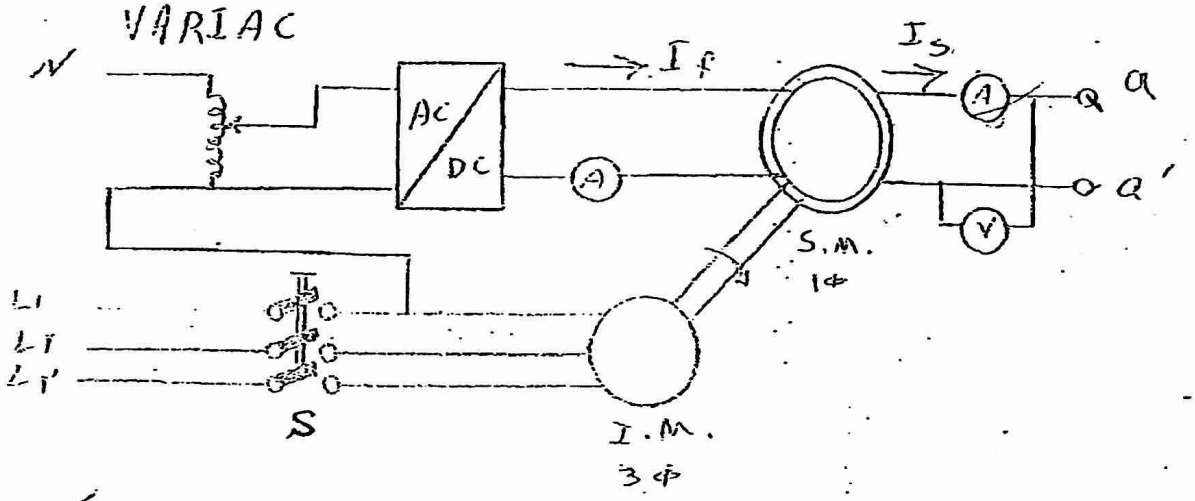
۱- مشخصات نامی مولد سنکرون یکفاز موجود در آزمایشگاه را مشخص کنید:

V_n: I_n: n: 2P:

۲- نوع و مشخصات موتور هم محور با مولد را نیز تعیین نمایید. Δ/λ

نوع موتور: V_n: I_n: n:

۳- مدار مولد سنکرون یکفاز را مطابق نقشه زیر ببندید:



۴- پس از تأیید درستی مدار توسط مسئولان آزمایشگاه، با اطمینان از اینکه VARIAC روی حداقل خود قرار دارد کلید S را وصل و سپس دور موتور را به حرکت درآورید.

خروجی مولد سنکرون (a a') بی باری وصل است؛ پس آزمایش بی باری قابل انجام است و I_s هم صفر است. سپس با کم کردن مقاومت مدار تحریک مولد سنکرون از دستگاه اندازه گیری dc و ولتمتر آزمیتر (اسیلاتور) آن از دستگاه اندازه گیری ac استفاده می شود.

پرسش ۱: چرا در مدار موتور القایی سه فاز دستگاه اندازه‌گیری قرار داده‌اند؟

۵- یافتن مشخصه بی‌باری (O.C.C.):

با وصل محور مولد به تدریج مقدار جریان تحریک آن را از طریق افزایش ولتاژ VARIAC زیاد کنید و مقادیر جریان تحریک و ولتاژ القایی مولد را در جدول زیر ثبت نمایید:

I_f / A												
E / V												

در نقاط کار مختلف سرعت محور را نیز یادداشت کنید: n

(چرا سرعت محور تقریباً ثابت است؟)

تذکر: به دلیل بی‌باری مولد ولتاژ القایی را می‌توان ۱۰٪ الی ۲۰٪ بیشتر از ولتاژ نامی بالا برد

پرسش ۲: فرکانس ولتاژ القایی چقدر است؟ آیا برای پاسخ به این پرسش به فرکانس متر نیاز داریم؟

مشخصه بی‌باری ($E = f(I_f)$) را با مقیاس مناسب رسم کنید.

*پرسش ۳: اگر با کاهش تنظیم سرعت مولد متکدون، شاه این تغییر سرعت بر مشخصه بی‌باری مولد چه اثری می‌گذارد؟ چرا؟

۶ - یافتن مشخصه اتصال کوتاه (S.C.C.)

پس از پایان آزمایش بی باری کلید اصلی تابلو را قطع و VARIAC را نیز مجدداً روی حداقل خود قرار دهید. با توقف کامل محور ماشین آماده انجام آزمایش اتصال کوتاه باشید.

تذکر: اتصال کوتاه در مداری با ولتاژ نامی (و حتی کمتر از نامی) خطرناک و نیمه مجاز است و انجام اتصال کوتاه در مدار فقط هنگامی مجاز است که جریان در قسمتهای مختلف از حد نامی بیشتر نشود. بنابراین آزمایش اتصال کوتاه با دقت کافی انجام دهید تا هیچ جزای مدار آسیبی نبیند.

مدار آزمایش اتصال کوتاه:

در مدار قبلی (صفحه ۱۹) ترمینالهای خروجی مولد سنکرون یکسان (نقاط ۱۱ و ۹) را با یک سیم مناسب به یکدیگر وصل کنید تا خروجی مولد اتصال کوتاه شود. در این صورت به ولتمتر خروجی هم نیاز نیست. پس از تأیید درستی مدار توسط مسئولان آزمایشگاه با اطمینان از وضعیت درست دستگاههای اندازه گیری و صفر بودن تنظیم VARIAC کلید اصلی تابلو را وصل و محور مولد را به حرکت درآورید. به تدریج با افزایش تنظیم VARIAC جریان تحریک مولد را افزایش دهید تا جایی که جریان خروجی مولد (I_a) به حد نامی خود برسد.

تغییرات جریان خروجی مولد (I_s) برحسب جریان تحریک (I_f) را در جدول زیر ثبت کنید :

I_f / A	
I_s / A	

در نقاط کار مختلف سرعت محور را نیز یادداشت کنید : n :

پرسش ۶ : آیا در طول آزمایش سرعت ثابت می ماند؟ بیان شود.

مشخصه اتصال کوتاه ($I_s = f(I_f)$) را با مقیاس مناسب رسم کنید.

پرسش ۵ : اگر امکان تنظیم سرعت مولد سنکرون باشد این تغییر سرعت چه اثری بر مشخصه اتصال کوتاه می گذارد؟ بیان شود.

۷ - جهت تنظیم ولتاژ مولد سنکرون از روش امپدانس سنکرون :

الف) مقدار امپدانس سنکرون مولد را به کمک نتایج آزمایشهای بی باری و اتصال کوتاه برای $I_s = I_n$ بدست آورید.

$$Z_s = \frac{E}{I_s}\Big|_{I_f = cte}$$

ب) مقاومت اهمی استاتور را تعیین کنید :

$R_s =$

ج) راکتانس سنکرون مولد را تعیین نمایید.

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2}$$

د) مقدار ولتاژ القایی در استاتور و تنظیم ولتاژ مولد را در حالتهای زیر تعیین کنید:

I) با زانی مفرب قدرت واحد II) با زانی مفرب قدرت ۰/۸ پس فاز

$$E^2 = (V_T \cos\varphi + R_s I_s)^2 + (V_T \sin\varphi \mp X_s I_s)^2 \quad , \quad V.R. \frac{|V_T| - |E|}{|V_T|}$$

cd

۸- آزمایش بارداری مولد سنکرون :

مجدداً مدار مولد سنکرون و موتور هم محور آن را مطابق نقشه صفحه 19 ببندید و خروجی مولد (نقاط a و a') را به دوسر بارهای اهمی (لامپی) موجود در آزمایشگاه وصل کنید. بهتر است یک آمپرمتر هم سری با یکی از فازهای موتور سه فاز قرار گیرد تا هنگام بارگیری از مولد مقدار جریان موتور هم زیر نظر باشد و از حد مجاز بیشتر نشود.

پس از تأیید درس مدار توسط مسئولان آزمایشگاه، با اطمینان از وضعیت صحیح دستگاههای اندازه‌گیری، قطع بودن کلیدهای بار و خداقل بودن تنظیم ولتاژ VARIAC کلید اصلی تغذیه را وصل کنید تا موتور سنکرون مولد به گردش درآید. به تدریج با افزایش جریان تحریک (از طریق افزایش تنظیم VARIAC) ولتاژ خروجی مولد را به ولتاژ نامی برسانید.

اکنون با وصل کلیدهای بار، جریان خروجی مولد را تا مقدار جریان نامی افزایش دهید و تغییرات ولتاژ، جریان استاتور و سرعت مولد را در جدول زیر ثبت نمایید:

V					
I_s					
n					

تفکر: در طول آزمایش بارداری جریان تحریک را تغییر ندهید: $I_f = 3^A$ [A]

۹- مولد سنکرون با بار خازنی :

مرحله ۸ را تکرار کنید با این تفاوت که در خروجی مولد (نقاط ۹ و ۹') بارهای خازنی موجود در آزمایشگاه را وصل کنید. در این حالت دیگر نیازی نیست. (چرا؟) تحریک را تغییر دهید.

نتایج حاصل را در جدول زیر بنویسید :

V_T	
I_s	....
n	

باز هم در طول آزمایش باید داری جریان تحریک را تغییر ندهید [۹] $I_f =$

۱۰- نمودار تغییرات ولتاژ خروجی مولد برحسب جریان استاتور ($V_T = f(I_s)$) را با مقیاس مناسب برای بارهای اهمی و خازنی (مراحل ۸ و ۹) جداگانه رسم نمایید.

پرسش ۶ : نتایج آزمایش در مراحل ۸ و ۹ را مقایسه کنید.

پرسش ۷ : درصد تنظیم ولتاژ مولد (۲۰R) را برای مراحل ۸ و ۹ محاسبه و مقایسه کنید.

پرسش ۸ : شکل موج ولتاژ خروجی مولد را در حالتهای بار با بار اهمی و بار خازنی بطور تقریبی رسم و مقایسه کنید.

پرسش ۹ : چرا در نیروگاههای برق معمولاً از مولدهای سنکرون استفاده می‌شود؟

پرسش ۱۰ : کاربردهای مولد سنکرون یک فاز را بیان کنید.

تعیین ضریب بهره ماشینهای جریان مستقیم تحریک موازی

مقدمه:

اندازه گیری ضریب بهره (راندمان) ماشینهای الکتریکی به روش مستقیم، مستلزم نصب تجهیزاتی روی محور و تکیه گاههای ماشین دوار است تا بتوان گشتاور و سرعت ماشین را اندازه گرفت و از رابطه $P_m = T.\omega$ قدرت مکانیکی ماشین را مشخص نمود.

در اغلب ماشینهای الکتریکی دوار نصب چنین تجهیزاتی عملی و صرفه ای نبوده و معمولاً از روشهای غیرمستقیم تلفات ماشین را بدست آورده و قدرت مکانیکی ماشین را از مجموع یا تفاضل قدرتهای الکتریکی و تلف شده (بسته به رفتار مولدی یا موتوری ماشین) بدست می آورند.

از جمله این روشهای غیرمستقیم روش Swinburne است که برای تعیین ضریب بهره ماشینهای جریان مستقیم، تحریک موازی (shunt) کاربرد دارد.

در این روش تلفات ماشین جریان مستقیم به چهار بخش (مسی آرمیچر، مسی تحریک، مکانیکی و آهنی) تفکیک می شود:

$$\Delta P = P_{cu_a} + P_{cu_f} + P_{Fe} + P_{mec}$$

که مقادیر تلفات مسی در هر قسمت کاملاً براحتی قابل محاسبه اند:

$$P_{cu_a} = R_a I_a^2 \quad , \quad P_{cu_f} = R_f I_f^2 = V_f I_f$$

اما برای تعیین تلفات آهنی و تلفات مکانیکی از یک آزمایش عملی (بی باری موتور تحریک موازی) استفاده می کنیم (خود ماشین مورد آزمایش مولد باشد یا موتور)

مجموع تلفات آهن و مکانیکی در ماشین d.c. تابع ولتاژ القایی آرمیچر (E) و سرعت چرخش (n) است:

$$(P_{Fe} + P_{mec}) = f(E, n)$$

بنابراین اگر آزمایش بی باری موتور را به ازای مقادیر E و n هر نقطه کار باردار (مولد یا موتور) انجام دهیم مجموع تلفات آهن و مکانیکی موتوری بار معادل مجموع تلفات آهن و مکانیکی ماشین (مولد یا موتور) در همان نقطه کار خواهد بود.

با تعیین مجموع تلفات آهن و مکانیکی و نیز محاسبه تلفات مس آرمیچر و تلفات مس تحریک برای هر نقطه کار باردار، مجموع تلفات ماشین (مولد یا موتور) بدست می آید و نهایتاً مقدار ضریب بهره (راندمان) ماشین در هر نقطه کار بطور غیر مستقیم محاسبه می گردد.

مولد: $\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P}$ ، موتور: $\eta = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1}$

و نیازی به اندازه گیری مستقیم قدرت مکانیکی ماشین نیست.

۱- تعیین ضریب بهره مولد جریان مستقیم با تحریک موازی:

۱-۱- نتایج آزمایش باردار مولد را بدست آورید (یا از نتایج آزمایش های در آزمایشگاه ماشین (۱) و یا انجام آزمایش باردار).

این نتایج باید شامل ولتاژ خروجی، جریان آرمیچر، جریان تحریک و سرعت (V_T ، I_a ، I_f ، n) در هر نقطه کار باشد.

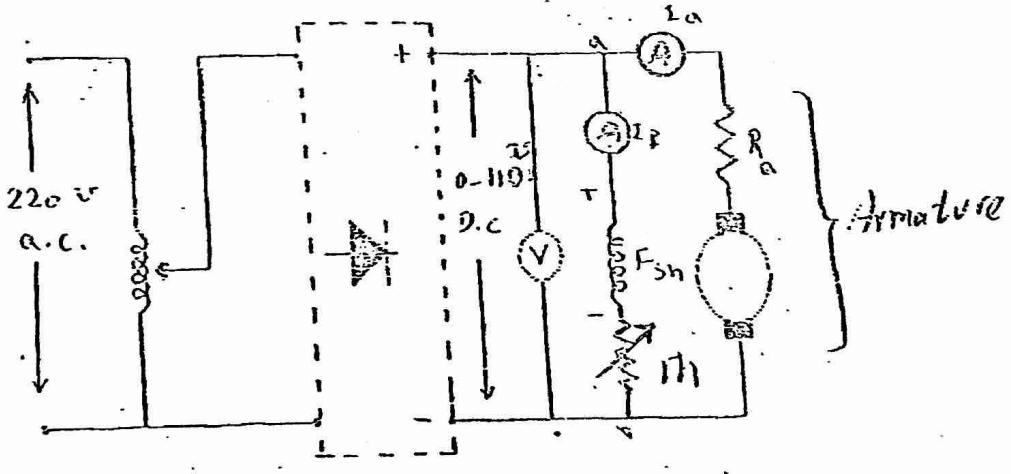
cv

نتایج آزمایش بارداری سولد نار در جدولی رتب می کنیم :

V_T					
I_a					
I_f					
n					
E					

۲-۱ - برای هر نقطه کار آزمایش بارداری سولد، مقدار ولتاژ القایی (E) را از رابطه $E = V_T + R_a I_a$ محاسبه و در سطر آخر جدول بالا بنویسید.

۲-۱ - مدار آزمایش بارداری موتور شنت را مطابق شکل زیر ببندید:



۴-۱ پس از تأیید درستی مدار با اطمینان از اینکه رئوستای مدار محرک و نیز محرر تنظیم ولتاژ متغیر روی حداقل مقدار خود قرار دارند کلید اصلی تابلو را وصل کرده با افزایش تدریجی ولتاژ

سرعت محور را زیاد کنید. پس از رسیدن تنظیم VARIAC به ولتاژ نامی موتور، برای افزایش بیشتر سرعت باید در شستی مدار تحریک را زیاد کرد.

خطیر هریک از نقاط کار آزمایش بارداری مولد یک نقطه کار آزمایش بی باری موتور باید انجام شود. سپس با تنظیم مقدار ولتاژ و جریان تحریک موتور مقادیر E_a و n هریک از نقاط آزمایش بارداری را تنظیم و کمیتهای موتور بی بار را قرائت و در جدول زیر ثبت کنید (در آزمایش بی باری تقریباً رابطه $E_a = V_T$ برقرار است):

I_f	
$V_T = E$	
I_{a_0}	
n	
$P_{Fe}+P_{mec}$	

۱۰۵ - معمولاً تلفات آهنی و مکانیکی هر نقطه کار را می‌توان در سطر آخر جدول فوق بنویسید:

$$(P_{Fe}+P_{mec}) = V_T I_{a_0} - R_a I_{a_0}^2 - P'_{mec}$$

P'_{mec} تلفات مکانیکی ناشی از محور با بوشن مورد آزمایش است که در سرعت ۲۰۰۰ R.P.M. برابر ۵۰ W فرض می‌شود.

پرسش ۱: چرا در رابطه بالا تلفات مسی مدار تحریک منظور نشده است؟

پرسش ۲: چرا در آزمایش بی باری مقدار جریان تحریک اندازه‌گیری نشده است؟

۶-۱ - مقدار ضریب بهره (راندمان) مولد را برای هر نقطه کار آزمایش بارداری از رابطه زیر تعیین کنید (در مولد تحریک سری داریم: $I_a = I_L + I_f$)

$$\eta = \frac{P_2}{P_1 + \Delta P} = \frac{V_T I_L}{V_T I_L + R_a I_a^2 + V_T I_f + P_{Fe} + P_{mec}}$$
($R_a I_a^2$: P_{cu_a} ، $V_T I_f$: P_{cu_f})

$$= \frac{V_T (I_a - I_f)}{V_T I_a + R_a I_a^2 + P_{Fe} + P_{mec}}$$

۷-۱ - مقادیر ضریب بهره بدست آمده در سر طبق (۶-۱) را در جدولی برحسب $P_2 = V_T I_L$ مرتب و تابع $\eta = f(P_2)$ را با مقیاس مناسب رسم نمایید.

تذکر: دقت کنید که مقادیر ضریب بهره مربوط به آزمایش بارداری دقیق می‌باشد و آزمایش بی باری قسمتی از یک آزمایش کلی برای تعیین تلفات مکانیکی و آهنی می‌باشد.

۲- تعیین ضریب بهره موتور جبران مستقیم با تحریک سری:

۱-۲ - نتایج آزمایش بارداری موتور را بدست آورید (یا با انجام آزمایش و یا با مراجعه به مدرک آزمایشگاه).

این نتایج باید شامل ولتاژ ورودی، جریان آرمیچر، جریان تحریک و سرعت (V_T، I_a، I_f و n) در هر نقطه کار باشد.

نتایج آزمایش باردهی موتور را در جدولی مرتب می کنیم:

V_T	
I_a	
I_f	
n	
E	

۲-۲ - برای هرقسمت کار آزمایش باردهی مقدار ولتاژ القایی (E) را از رابطه $E = V_T - R_a I_a$ محاسبه و در سطر آخر جدول فوق بنویسید.

۲-۳ - مرحله (۲-۱) آزمایش قبلی را تکرار کنید.

۲-۴ - مرحله (۴-۱) آزمایش قبلی را تکرار کنید با این تفاوت که مقادیر E و n از جدول بالای همین صفحه (مربوط به باردهی موتور) استخراج می شوند.

نتایج حاصل از آزمایش بی باری موتور را در جدول زیر بنویسید:

$V_T = E$	
I_{a_0}	
n	
$P_{fet} P_{mec}$	

۲-۵ - مرحله (۵-۱) آزمایش قبلی را تکرار و مقادیر محاسبه شده مقدار تلفات آهن و مکانیکی را در جدول مرحله (۴-۲) بنویسید.

۶-۲ - مقدار ضریب بهره (راندمان) موتور را برای هر قطعه کار آزمایش بارداری از رابطه زیر تعیین کنید (در موتور تحریک موازی داریم: $I_a = I_L - I_f$)

$$\eta = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} = \frac{V_T I_L - (R_a I_a^2 + V_T I_f + P_{Fe} + P_{mec})}{V_T I_L}$$

$$= \frac{V_T I_a - (R_a I_a^2 + P_{Fe} + P_{mec})}{V_T (I_a + I_f)}$$

۷-۲ - مقادیر ضریب بهره بدست آمده در مرحله (۶-۲) را در جدولی برحسب $P_1 = V_T I_L$ مرتب و تابع $\eta = f(P_1)$ را با مقیاس مناسب رسم نمایید.

۳ - مقادیر بدست آمده ضریب بهره، راندمان موتور جریان مستقیم تحریک موازی در رفتار موتوری و رفتار مولدی را مقایسه و نتیجه گیری کنید.

پرسش ۳: آیا روش مورد استفاده (روش swinburne) برای اندازه دیگر ماشینهای جریان مستقیم و جریان متناوب هم قابل استفاده است؟ بررسی شود.

پرسش ۴: تعیین ضریب بهره در ماشینهای الکتریکی چه ضروری دارد؟

پرسش ۵: ضریب بهره چند نمونه واقعی ماشینهای الکتریکی را مورد بحث قرار دهید.

پرسش ۶: برای افزایش ۱٪ در ضریب بهره چند درصد افزایش خروجی منطقی است؟