دانشگاه آزاد اسلامی
واحد جنوب تهران
دانشکده فنی

دستور کار

آزمایشگاه

ماشینهای الکتریکی ۱

استاد کبیری

فهرست مطالب :

ماشینهای DC

صفحه

۱) آزمایش ژنراتور dc شنت ۲

۲) بدست آوردن مشخصه های مربوط به ژنراتور کمپوند و سری ۳

۳) بدست آوردن مشخصه های مربوط به ژنراتور DC تحریک مستقل ٤

٤) راه اندازی و تنظیم سرعت موتور DC (شنت) ۶

۵) راه اندازی و تنظیم سرعت موتور DC (کمپوند) ۸

ترانسفورماتورها

۶) آزمایش اتصال کوتاه و مدارباز ترانسفورماتور تکفازه و تعیین راندمان و رسم مدار معادل ۹

۷) بررسی کار دو ترانسفورماتور موازی تکفاز ۱۱

۸) اتصال سه ترانسفورماتور تکفاز به صورت سه فاز ۱۳

۹) اتصالات مختلف ترانسفورماتورهای سه فاز و موازی کردن آنها ۱٤

ماشینهای AC

۱۰) راه اندازی ماشینهای آسنکرون ۱۵

۱۱) تنظیم سرعت موتور اندکسیونی بطرق مختلف ۱۶

۱۲) بی باری و تفکیک تلفات آهنی و مکانیکی موتورAC ۱۷

۱۳) آزمایش اتصال کوتاه و بارداری موتور آسنکرون ۱۸

۱٤) بارداری ژنراتورسنکرون و بررسی اتصال کوتاه آن ۱۹

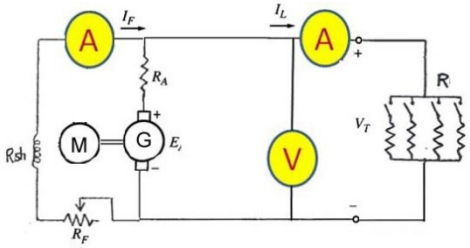
* ۱۵) کار موازی دو ژنراتور سنکرون ۲۰

* در صورت امکان انجام شود

۱- شرایطی که یک ژنراتورشنت باید داشته باشد تا بتواند ولتاژ تولید کند :

- الف – وجود پسماند ب – مقاومت مدار تحریک کمتر از مقدار بحرانی باشد ج – چرخش در جهت افزایش پسماند

۲- مدار شکل زیر را ببندید :



تابع منحنی مشخصه ژنراتور شنت :

$$V_T=E_A-R_AI_A$$

۳- مقاومت های بار را در حالت خاموش قرار داده و موتور محرک را روشن کنید. ولتاژ خروجی ژنراتور را در ۱۱۵ V تنظیم کنید.

سئوال اول : **اگر در این حالت ژنراتور ولتاژ تولید نکند یا ولتاژ آن از چند ولت تجاوز نکند بعلت عدم وجود یکی از شرایط بالاست، برای رفع این اشکال یا اشکالات چه اعمالی میتوان انجام داد؟همچنین ترتیب اولویت تست شرایط در عمل چگونه است ؟**

٤- بدون آنکه مقاومت مدار تحریک را تغییر دهید ژنراتور را تدریجا باردار کرده و جدول زیر را پر کرده و منحنی نمایش آنرا رسم کنید.

V_T	
I_L	

سئوال دوم : **علل افت ولتاژ خروجی را در این حالت توضیح دهید ؟**

۵- ولتاژ خروجی را در ۱۱۵ V تنظیم کرده و ژنراتور را تدریجا باردار کنید و این بار در هر مرحله با تغییر مقاومت مدا جریان If را در اندازه مربوط به بی باری ثابت نگهدارید.

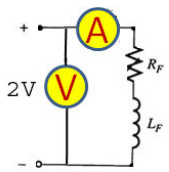
جدول زیر را پر کرده و منحنی نمایش آنرا در همان دستگاه محورهای مختصات رسم کنید .

V_T	
I_L	

سئوال سوم: **علل افت ولتاژ خروجی در مرحله اخیر چیست؟**

۶- مقاومت مدار آرمیچر را اندازه گیری کرده و خط نمایش ولتاژ دوسر آن را برحسب جریان $I_A \cong I_L$ در همان دستگاه محورها رسم کنید و با استفاده از منحنی های رسم شده مؤلفه های مختلف افت ولتاژ یا موضوع سئوال دوم را بر حسب جریان I_L از هم تفکیک کنید.

۷- ولتاژ بی باری ژنراتور را در ۱۱۵ V تنظیم کنیدو سپس موتورمحرک را خاموش کنید مدار شنت را از دو سر مدار آرمیچر باز کرده و مقاومت مدار شنت را اندازه گیری کنید.

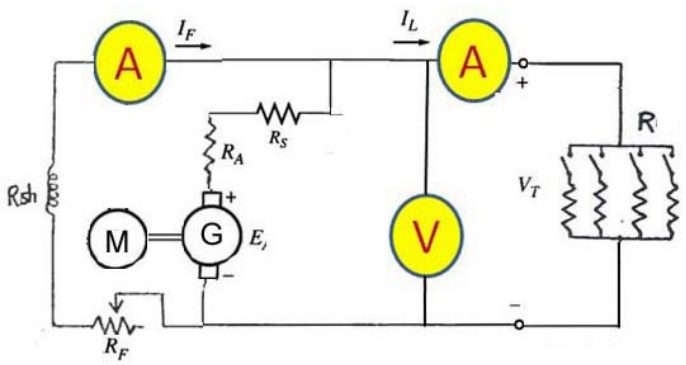


۸- منحنی بی باری ژنراتور را طبق جدول زیر رسم نموده ، مقاومت مدار شنت را برای تولید ولتاژ ۱۱۵ V در بی باری بدست آورده و با مقدار اندازه گیری شده مقایسه کنید.

$V_{nl}=E_A$	
I_f	

۹- مقدار مقاومت بحرانی مدار شنت را از روی منحنی بی باری ژنراتور بدست آورید.

۱- مدار شکل زیر را ببندید :



۲- موتور محرک را روشن کنید و ولتاژ خروجی ژنراتور را در حالت بی باری به ۱۱۵ V برسانید.

۳- بارهای اهمی را بتدریج روشن کرده و در هر مرحله ولتاژ و جریان را اندازه گرفته و جدول زیر را پر کنید.

V_T	۱۱۵
I_L	۰

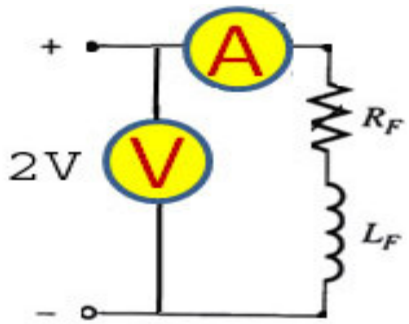
٤- پس از خاموش کردن موتور محرک اولیه جهت اتصال سیم پیچی میدان سری را تغییر داده و آزمایش فوق را تکرار کنید و نتایج حاصله را در جدول زیر یادداشت نمائید.

V_T	۱۱۵
I_L	۰

۵- پس از خاموش کردن موتور محرک اولیه سیم پیچی شنت و رئوستا را از مدار خارج کنید سپس موتور محرک را مجددا روشن کنید. ژنراتور سری را باردار کرده و نتایج حاصله را در جدول زیر یادداشت کنید .

V_T	
I_L	۰

۶- مقاومت مدار آرمیچر را به روش اندازه گیری ولتاژ جریان طبق مدار زیر بدست آورید :



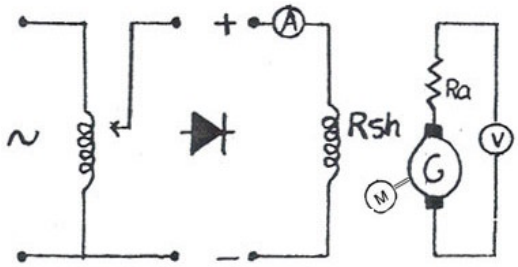
۷- مشخصه خارجی $V_T=F(I_L)$ ژنراتور را در دو حالت کمپوند اضافی و نقصانی در یک دستگاه محورهای مختصات رسم کنید.

۸- مشخصه $V_T=F(I_L)$ و مشخصه $E_A=F(IA)$ را برای ژنراتور سری در یک دستگاه محور های مختصات رسم کنید.

۹- کاربرد ژنراتورهای سری و کمپوند اضافی و نقصانی را با ذکر دلیل بنویسید.

این آزمایش به منظور بدست آوردن منحنی مغناطیسی هسته و بررسی منحنی مغناطیسی خروجی ژنراتور dcتحریک مستقل در بارداری است

۱- مدل شکل زیر را ببندید : (برای معکوس کردن جهت میدان تحریک ، خروجی پل یکسوساز را عوض کنید).



۲- موتور محرک را راه اندازی کنید.

۳- با اختیار کردن جهت مناسب (عکس کردن جهت میدان تحریک) پسماند مغناطیسی را در قطبهای ماشین از بین ببرید.بطوریکه به $I_f \cong 0$ ، ولتاژ القایی تولید شده در آرمیچر در حال گردش تقریبا صفر باشد.

٤- با افزایش تدریجی I_f از صفر، حداقل در هشت مرحله ولتاژ خروجی را به $115[V]$ ولت برسانید و نیروی محرکه تولید شده را به ازای مقادیر متناظر جریان تحریک در جدول زیر یادداشت کنید :

< شاخه :OA >

I_f (mA)	۰
E	

اعداد بدست آمده روی مشخصه نرمال حلقه $E=f(I_f)$ (مشابه حلقه هیسترزیس مدار مغناطیسی ماشین) است که از روی آنها شاخه (OA) از منحنی مغناطیسی را می توانید رسم کنید.

۵ – باکاهش تدریجی جریان تحریک تا صفر به روش فوق و سپس تغییر جهت دادن جریان تحریک (عوض کردن دو سر پل) و افزایش مجدد آن از صفر و ... شاخه های AB و ED و DE و EA حلقه هیسترزیس را بدست آورید و حلقه کامل را در یک دستگاه محورهای مختصات رسم کنید. جدول های مربوط به این شاخه ها در زیر داده شده است.

< شاخه :AB >

I_f[mA]	
E	

< شاخه :BD >

I_f[mA]	
E	

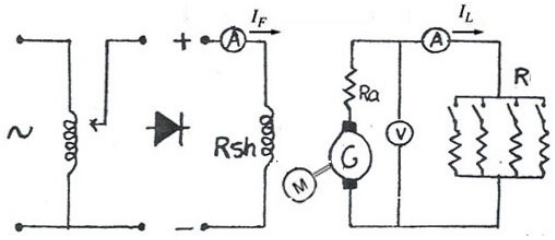
< شاخه :DE >

I_f[mA]	
E	

< شاخه :EA >

I_f[mA]	
E	

۶- کلیدهای اصلی را خاموش کرده و مدار را بصورت شکل زیر ببندید :



۷- موتور محرک را راه اندازی کنید، I_f را مساوی صفر قرار داده و سپس تمام مقاومتهای بار را در مدار قرار دهید. جریان تحریک را بتدریج افزایش دهید تا جریان I_A=0. 5A آمپر ار آرمیچر عبور کند. سپس مقادیر متناظر V و I_f را در این حالت یادداشت کنید.

۸- یکی از مقاومتهای بار را خاموش کرده و با افزایش جریان تحریک Ia را مجددا به I_A=0. 5A برسانید. مقادیر متناظر V و I_f را در این حالت نیز یادداشت کنید، با تکرار این عمل ولتاژ خروجی را به 115[V] برسانید.

مقادیر متناظر V و I_f را به ازای مقادیر مختلف I_f بدست آورده و درجدول زیر یادداشت کنید. با خارج کردن مقاومتهای مصرف کننده اندازه Ea را بر حسب تغییرات I_f در جریان آرمیچر 0. 5A بدست آورید (منحنی مغناطیسی بارداری) این منحنی را همراه با شاخه AB منحنی مغناطیسی در یک دستگاه محورهای مختصات رسم کنید.

I_f [mA]	
V	
E	

۹- پس از کم کردن جریان تحریک و خاموش کردن بارها جریان (I_f) را طوری تنظیم کنید که ولتاژ خروجی در حالت بی باری برابر با 115[V] گردد. مقاومتهای بار را بتدریج در مدار قرار داده و نقاطی از منحنی مشخصه خروجی ژنراتور $V_L=F(I_L)$ را بدست آورید.

۱۰- قسمت ۹ را برای ولتاژ های بی باری 100[V] و 90[V] نیز تکرار کنید و منحنی های مربوطه را در یک دستگاه محورهای مختصات (سه منحنی) رسم کنید.

V_L [V]	۱۱۵
I_L [A]	

V_L [V]	۱۰۰
I_L [A]	

V_L [V]	۹۰
I_L [A]	

سئوال اول : علل افت ولتاژ از حالت بی باری تا بارداری با I_f ثابت را توضیح دهید.

سئوال دوم : آیا فاصله عمودی سه منحنی یکنواخت می باشد، بعبارت دیگر آیا سه منحنی با یکدیگر موازیند؟ با توجه به پاسخ سئوال اول ، آیا فاصله چنین منحنی هائی را در مورد یک ماشین صنعتی یکنواخت پیش بینی می کنید؟ پاسخ خود را توضیح دهد.

سئوال اول : توضیح دهید که چرا یک موتور DC موقع راه اندازی جریان زیادی می کشد و برای محدود کردن آن چه اعمالی می توان انجام داد؟

سئوال دوم : برای آنکه کوپل شتاب دهنده موتور در موقع راه اندازی حداکثر مقدار ممکن باشد مقادیر اولیه Rsh و Ra را در چه حالتی باید قرار داد؟

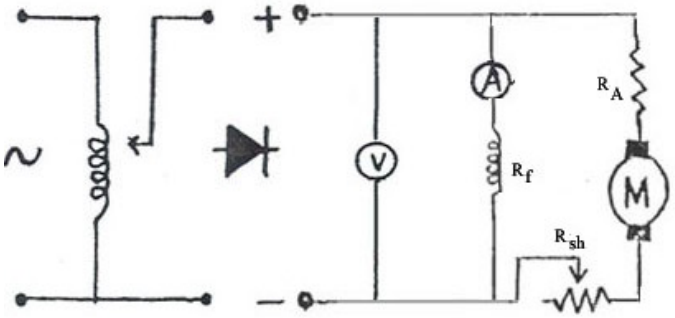
۱- با توجه به رابطه $\omega = \frac{V_T}{K\phi} - \frac{R_A}{(K\phi)^2}\tau_{ind}$ سرعت موتور DC را به تغییر φ ، V_T و R_A می توان تنظیم نمود

سئوال سوم : سه روش کنترل دور موتور dc شنت و کاربرد آنرا توضیح دهید ؟

در این آزمایش تغییرات سرعت یک موتور (DC) را در اثر تغییرات (V_T) و (φ) مورد مطالعه قرار دهید.

شرح آزمایش :

۲- مدار شکل زیر را ببندید :



۳- به وسیله منبع ولتاژ DC ولتاژ دو سر آرمیچر را بتدریج از صفر تا [V]115 ولت افزایش دهید.

٤- کنترل دور با تغییر فلو: ولتاژ آرمیچر را در [V]115 ثابت نگهداشته و با تغییر جریان تحریک سرعت موتور را به ازای مقادیر مختلف آن اندازه گیری کنید، این عمل را بار دیگر برای ولتاژهای [V]90 و [V]70 تکرار کنید و نتایج حاصله را در جداول زیر وارد کنید و سعی نمائید دور موتور 20% از سرعت نامی بیشتر نگردد.

115 [v]

N	
I_f	

90 [v]

N	
I_f	

70 [v]

N	
I_f	

۵- *کنترل دور با تغییر ولتاژ :* جریا ن تحریک موتور را 0.5 A کاهش دهید و در حالیکه این مقدار ثابت است با تغییر دادن ولتاژ ورودی و تنظیم جریان تحریک در مقدار ثابت تغییرات سرعت را بدست آورده و جدول زیر را پر کنید :

N	
V	

۶- قسمت ۵ را برای جریان های میدان 0.4 A و 0.3 کاهش تکرار کرده و جداول زیر را پر کنید :

N	
V	

N	
V	

سئوال ۱ : موقع خاموش کردن موتور، منابع مربوط به میدان آرمیچر را به چه ترتیبی خاموش می کنید به عبارت دیگر ابتدا منبع مربوط به کدام مدار را قطع می کنید؟ چرا؟

الف- منحنی های $N=F(I_f)$ در ولتاژ ثابت و نیز منحنی های $N=F(V)$ در جریان تحریک ثابت را بطور جداگانه در دو دستگاه محورهای مختصات رسم کنید.

سئوال ۲ : با توجه به رابطه $N=F(V-IaRa)$ آیا با کاهش یا افزایش (φ) تا هر مقدار می توان سرعت را تغییر داد در صورت منفی بودن پاسخ دلایل محدودیت آنرا بیان کنید ؟

سئوال ۳ : بازه تغییرات دور در تغییرات ولتاژ چقدر است و محدودیت این روش چیست ؟

سئوال ۴ : بازه تغییرات دور در تغییرات فلو چقدر است و محدودیت این روش چیست ؟

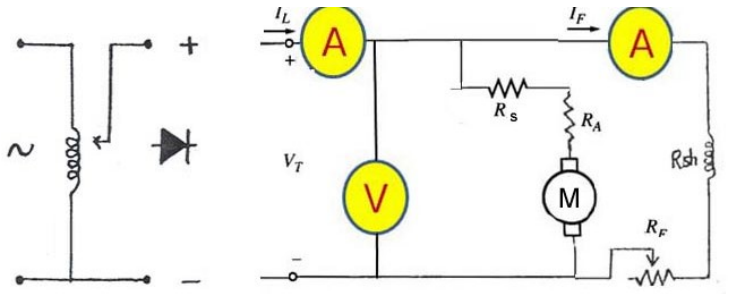
در این آزمایش انواع روشهای کنترل دور موتورهای کمپوند بررسی میشود . (روشهای کنترل دور کمپوند شبیه موتور شنت است)

۱- برای آنکه کوپل شتاب دهنده موتور در موقع راه اندازی حداکثر ممکن باشد مقاذیر اولیه R_{SH} و R_A را در چه حالتی باید قرار داد؟

در این آزمایش تغییرات سرعت یک موتور کمپوند را در اثر تغییرات V و (I_f) مورد آزمایش و مطالعه قرار دهید .

شرح آزمایش :

۲- مدار شکل زیر را ببندید :



۳- به وسیله منبع ولتاژ DC ولتاژ دو سر آرمیچر را بتدریج از صفر تا ولتاژ نامی افزایش دهید.

٤- ولتاژ اعمالی را در ولتاژ نامی ثابت نگهداشته و با تغییر جریان تحریک مدار شنت سرعت موتور را به ازای مقادیر مختلف آن اندازه گیری کنید. این عمل را بار دیگر برای ولتاژهای 80% و 60% ولتاژ نامی تکرار کنید و نتایج حاصله را در جداول زیر وارد کنید و دقت نمائید که دور موتور از 20% سرعت نامی بیشتر نگردد.

۱۱۵ ولت

N	
If	

۹۰ ولت

N	
If	

۷۰ ولت

N	
If	

۵- جریان تحریک موتور را 5% کاهش داده و در حالیکه این مقدار ثابت است با تغییر ولتاژ ورودی و تنظیم جریان تحریک در مقدار ثابت، تغییرات سرعت را در جدول زیر یادداشت نمائید :

N	
V	

۶- قسمت ۵ را برای جریانهای تحریک با 7.5% و 10% کاهش تکرار کرده و جداول زیر را پر کنید :

N	
V	

N	
V	

۷- جهت میدان سری را عکس نموده و مراحل ٤ و ۵ و ۶ را تکرار نمائید.

۸- مراحل خاموش کردن موتور را در دو حالت اضافی و نقصانی بنویسید.

۹- منحنی های بدست آمده از مراحل ٤ و۵ و۶ و۷ را رسم نموده و با نتایج آزمایش مربوطه به موتور شنت مقایسه نمائید.

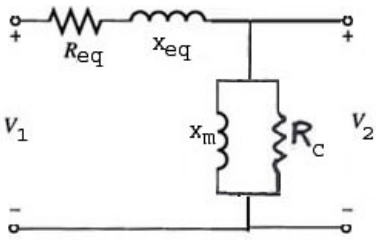
منظور از این آزمایش بدست آوردن تلفات آهن و اهمی (محاسبه پارامترهای مدار معادل) ترانسفورماتور دربارهای مختلف می باشد.
آزمایش را برای یک ترانسفورماتر تکفازه انجام می دهیم.

$$Cos\Phi = P/V\ I_{OC}$$

$$i = I_{OC}\ Sin\Phi \rightarrow X_M = V/i$$

$$I_M = I_{OC}\ Cos\Phi \rightarrow R_C = V/I_M$$

– مدار معادل خلاصه شده ترانس :



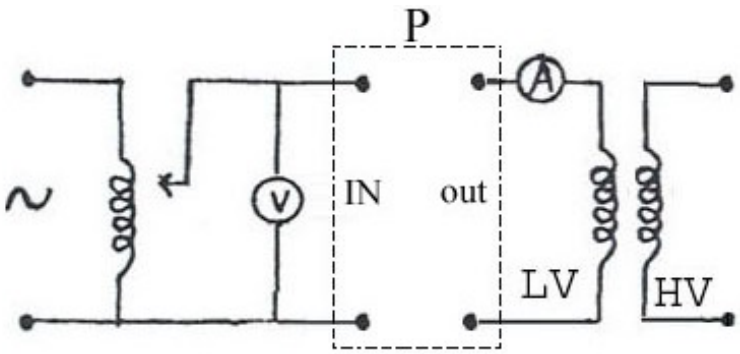
الف : آزمایش مدار باز OC :

این آزمایش معمولا در ترانسهای قدرت بالا به علت محدودیت ابزار اندازه گیری از طرف فشار ضعیف ترانسفورماتور انجام می شود، مدار را طبق دیاگرام شکل زیر ببندید و طرف فشار قوی ترانسفورماتور رابصورت مدار باز قرار داده و ترانسفور ماتور را از طرف فشار ضعیف با ولتاژ نامی تغذیه نمائید، مقادیری که واتمتر و ولتمتر و آمپرمتر نشان میدهد یادداشت نمائید.

$P_{fe}=$

$V=$

$I_{OC}=$



سئوال اول : پارامترهای R_C و X_M را با استفاده نتایج آزمایش فوق محاسبه کنید ؟

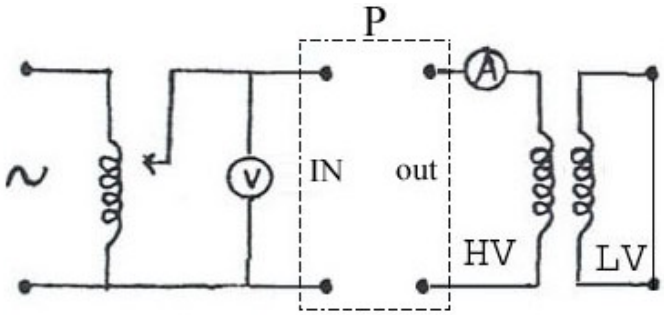
ب : آزمایش اتصال کوتاه SC :

مدار را طبق دیاگرام شکل زیر ببندید (این آزمایش معمولا درترانسهای قدرت بالا به علت محدودیت ابزار اندازه گیری در طرف فشار قوی انجام می شود) ولتاژ خروجی اتوترانسفورمر را طوری تنظیم کنیدکه جریان ترانسفورماتور از [A]1 با گامهای یک آمپری تا جریان نامی آن تغییر نمائید و در هر مرحله مقادیر جریان ولتاژ و توان را یادداشت نمائید.

$P_{cu}=$

$V=$

$I_{sc}=$



$$P_{cu} = I^2 R_{eq} \rightarrow R_{eq} = P/I_{SC}^2$$

$$Zeq = V_{SC}/I_{SC}$$

$$X_{eq}^2 = Z_{eq}^2 - R_{eq}^2$$

سئوال دوم : پارامترهای R_{eq} و X_{eq} را با استفاده نتایج آزمایش فوق برای مقادیر نامی محاسبه کنید ؟

توضیح : چون در این ترانسفورماتور ولتاژ طرف فشار قوی زیاد نمی باشد می توان آزمایش مدار باز را نیز از طرف فشار قوی انجام داد و مقادیر R و X را بدست آورد.

با استفاده از مقادیر بدست آمده بالا : اولا مدار معادل ترانسفورماتور رااز طرف فشار قوی رسم کنید .

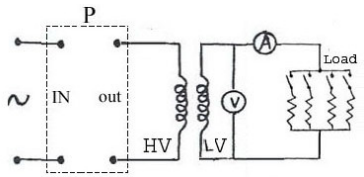
ثانیا جدول زیر را پر کرده و منحنی تغییرات راندمان ترانسفورماتور را برای بارهای مختلف در حالت $COS\varphi = 1$ & 0.8 رسم نمائید .

I[A]	Wi	Wc	Pout = VI * COSφ		Pin = Pout+ P_{Loss}		راندمان η		V
			COSφ= 1	COSφ= 0.8	COS= 1	COS= 0.8	COS= 1	COS= 0.8	

سئوال سوم : دلیل اینکه آزمایش اتصال کوتاه و مدار باز بترتیب در طرف فشار قوی و فشار ضعیف انجام می شود چیست ؟

سئوال چهارم : تحقیق کنید وقتی راندمان ماکزیمم است که Wc = Wi باشد.

۲- ترانسفورماتور تکفازه را از طرف فشار قوی تغذیه نموده و به ازای بارداری جداول زیر را پر نمائید و در هر مرحله با هم مقایسه کنید همچنین در هر مرحله راندمان ترانسفورماتور را بدست آورید.



< باراهمی>

V_L [V]	
I_L [A]	
η	

< بارسلفی>

V_L [V]	
I_L [A]	
η	

<بارخازنی>

V_L [V]	
I_L [A]	
η	

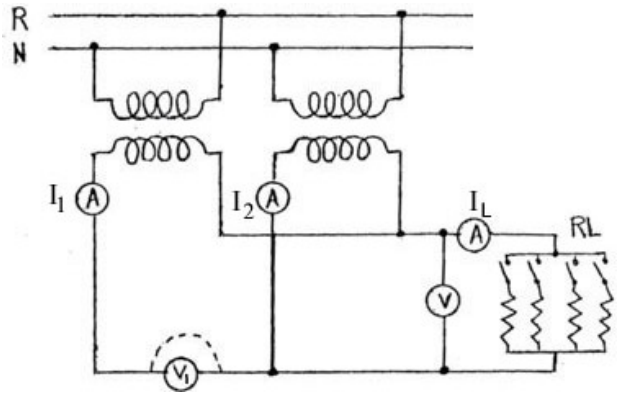
اگر قدرت یک ترانسفورماتور برای تامین مصرف کننده ها کافی نباشد یا در محلهایی که بار توسعه یابد معمولا از چند ترانسفورماتور که بطور موازی بهم اتصال می یابند استفاده می شود

شرایط موازی کردن دو ترانسفورماتور تکفاز:

۱)اندازه ولتا ژهای خروجی دو ترانس یکسان باشد (نسبت تبدیل یکسان) .
۲) فرکانس دو ترانس برابر باشد.
۳) پلاریته یکسان (در مورد ترانسفور ماتور های سه فازه توالی فاز و گروه برداری یکسان)
۴) امپدانس پریونیت یکسان

۱- تحقیق کنید آیا شرایط فوق در مورد ترانسفورماتورهای مورد آزمایش صدق می کند؟ برای آزمایش تساوی امپدانس پریونیت می توانید آزمایش اتصال کوتاه را روی هر دو ترانسفورماتور بطور جداگانه انجام دهید.

۳- پس از اطمینان از صادق بودن شرایط لازم ، مدار فوق را ببندید :



۳- کلید برق را روشن کرده و صفر بودن ولتمتر (V_1) را بررسی کنید، در صورت صفر نشدن آن سرهای خروجی یکی از ترانسفورماتورها را (یا ورودی یکی از آنها را) تغییر دهید :

٤- پس از صفر شدن ولتاژ (V_1) ولتمتر فوق الذکر را اتصال کوتاه نمائید تادو ترانسفورماتور بصورت موازی در آیند.

۵- از مجموعه ترانسفورماتورهای موازی، از صفر تا مقدار ممکن (جریان نامی) در چند مرحله بار اهمی خالص، سلفی خالص، خازنی خالص و اهمی سلفی بگیرید و در هر حالت نتایج را در جدول ذیل یادداشت نمائید :

سلف (L)	مقاومت (R)	
		I_1
		I_2
		I_L
		V_L

مقاومتی و سلفی (RL)	خازن (C)	
		I_1
		I_2
		I_L
		V_L

۶- منحنی های نمایش $V_L(I_1)$ و $V_L(I_2)$ را در یک دستگاه محورهای مختصات رسم کنید و در صورت منطبق نبودن آنها علت را توضیح دهید .

۷- منحنی های نمایش تغییرات $V_L(I_L)$ را برای سه حالت بار R و L و C در یک دستگاه محورهای مختصات رسم کرده و علت صعودی یا نزولی بودن هر یک را بررسی کنید .

سئوال اول : اگر امپدانس درصد ترانسفورماتورها مساوی نباشد چه حالتی پیش می آید ؟ واشکال آن چیست؟

سئوال دوم: آیا برای پیش نیامدن اشکال فوق، تساوی قدر مطلق امپدانس درصد دو ترانسفورماتور (یا چند ترانسفورماتور) کافی است؟ علت را توضیح دهید.

سئوال سوم : چگونگی تقسیم جریان بین دو ترانسفورماتور موازی را برای حالتی که قدر مطلق امپدانس درصد آنها برابر، ولی نسبت (R/X) آنها نامساوی است با رسم یک دیاگرام برداری مشخص سازید .

سئوال چهارم : اثر جریان دورانی ناشی از مساوی نبودن نسبت تبدیل را با رسم یک دیاگرام برداری نشان دهید و اشکالی را که از عدم تساوی در یک مجموعه ترانسفورماتورهای موازی بوجود می آید توضیح دهید .

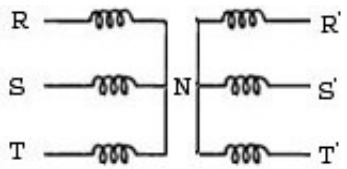
هدف از این آزمایش مطالعه روی خصوصیات اتصالات مختلف ترانسفورماتورهای سه فازه و نیز مطالعه بعضی از پارامترهای دیگر روی آنهاست .

توجه : در بعضی از قسمتهای این آزمایش که اسیلوسکوپ کار می کنید بدنه CRO دارای پتانسیل فاز است لذا از تماس همزمان با آن و بدنه های فلزی کلیدها اکیدا خودداری کنید (تذکر : سیم گراند اسکوپ به نقطه صفر مدار وصل شود تا بدنه اسکوپ برق دار نگردد) .

شرح آزمایش :

۱- با بررسی پلاک ترانسفورماتورها از مقادیر نامی آنها اطلاع حاصل نمائید .

۲- ترانسفورماتورها را مطابق مدار شکل زیر بصورت اتصال ستاره بندی کرده و ولتاژهای فاز به فاز (ولتاژ خط) و فاز به نول را در اولیه و ثانویه اندازه گیری کنید .



ولتاژهای اولیه : $V_R=$ $V_S=$ $V_T=$ // $V_{RS}=$ $V_{RT}=$ $V_{ST}=$

ولتاژهای ثانویه : $V_R'=$ $V_S'=$ $V_T'=$ // $V_{R'S'}=$ $V_{R'T'}=$ $V_{S'T'}=$

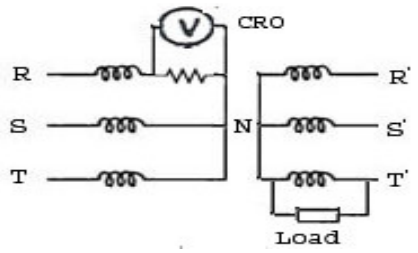
۳- محل اتصال سیم ها ی ورودی به اولیه (یا ثانویه) یکی از ترانسفورماتورها را تغییر دهید و مجددا ولتاژهای خطی و فازی در ثانویه را اندازه گیری کنید .

ولتاژهای ثانویه : $V_R'=$ $V_S'=$ $V_T'=$ // $V_{R'S'}=$ $V_{R'T'}=$ $V_{S'T'}=$

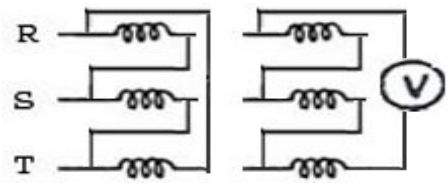
٤- با در نظر گرفتن نتایج حاصله از دو قسمت فوق ملاحظه می کنید که در بعضی حالات، ممکن است با آنکه شکل ظاهری مدار برای اتصال ستاره صحیح باشد، مدار نتیجه درستی نداشته باشد، این حالت را با رسم یک دیاگرام برداری توجیه نموده و روش برطرف کردن آن را بیان کنید. آیا با تغییر جهت ورودی یا خروجی هر یک از ترانسفورماتورها (بدلخواه) میتوان حالت صحیح را بدست آورد؟

۵- با قرار دادن یک مقاومت مناسب در مسیر جریان یکی از فازها (مطابق شکل زیر) شکل موج جریان مغناطیسی و نیز شکل موج ولتاژ خروجی در دو حالت (a) با اتصال سیم نول و (b) بدون اتصال سیم نول در اولیه مشاهده و علت متفاوت بودن آنها را بررسی نمائید. با کمی دقت ملاحظه خواهید کرد که در حالت (b) شکل موج ولتاژ از حالت سینوسی خارج میشود. لازم به توضیح است که قرار دادن مقاومت فوق قدری خطا را افزایش می دهد که از آن صرفنظر می کنیم .

۶- در حالت (b) از ترانسفورماتور ستاره بار نامتعادل (مثلا تکفاز) بگیرید و ضمن آن حرکت نقطه ستاره در اولیه را بررسی کنید و نیز شکل موج جریان و ولتاژ خروجی را مشاهده کنید .



۷- ترانسفورماتورها را مطابق شکل زیر بصورت مثلث اتصال دهید و با در نظر گرفتن ولتاژ نامی هر ترانسفورماتور عملیات زیر را انجام دهید :



الف- در صورت صفر بودن ولتاژ دو سر ولتمترآ آنرا اتصال کوتاه کرده و از ترانسفورماتور مثلث بار بگیرید، در این حالت شکل موج جریانهای خط و فاز را مطالعه نمائید. حداکثر جریان مجاز بار در این حالت چقدر می باشد؟ (با توجه به مقادیر نامی ترانسفورماتورها)

ب- یکی از ترانسفورماتورها را بکلی از مدار خارج نمائید بطوریکه سایر قسمتهای آن دست نخورده باقی بماند، اتصال حاصل را (V / V) می نامند. از ترانسفورماتور سه فازه فوق (با اتصال V / V) بار بگیرید و حداکثر جریان مجاز آنرا با توجه به مقادیر نامی ترانسفورماتورها تعیین نمائید. این مقدار با مقدار مشابه آن در اتصال مثلث چه رابطه ای دارد؟

اتصال فوق یکی از مزایای اتصال مثلث بحساب می آید زیرا با خارج شدن یکی از ترانسفورماتورها مجموعه قادر است حتی بیش از (۵۰ ٪) بار را تامین نماید .

اتصالات داخلی یک ترانسفورماتور سه فاز بر حسب مورد استفاده آن به یکی از حالات زیر انجام می شود :

Y/y Y/d D/d Y/z

با توجه به ولتاژ نامی ترانسفورماتورها آیا می توان ترانسفورماتور سه فاز را بصورت (D/d) یا (D/y) سربندی نمود و به شبکه ایران متصل نمود؟

سئوال اول : یکی از ترانسفورماتورها را بصورت (Y/y) اتصال دهید . آیا بدون امتحان کردن ولتاژ خروجی می توان از صحت اتصالات اطمینان حاصل کرد؟

بعد از پیدا کردن طریقه صحیح (Y/y) و اتصال آن، گروه ترانسها را تعیین نمائید.(Y/yo یا Y/y_6 خواهد بود که با تغییر جهت سیم پیچی های یک یک طرف به همدیگر قابل تبدیل می باشد.)

از ترانسفورماتور (Y/y) یک بار با اتصال سیم نول در اولیه و یکبار بدون آن بار تکفاز گرفته و تغییرات ولتاژ بار را در دو حالت بررسی کنید .

ترانسفورماتور دیگر را بصورت (Y/y) طوری اتصال دهید که وقتی با ترتیب فاز ترانسفورماتور اول تغذیه می شود گروه آندو مشابه باشد .

نسبت تبدیل هر دو ترانسفورماتور را بطور نسبتا دقیق بدست آورده و با هم مقایسه کنید . بعد از بررسی هم گروه بودن و نیز مساوی بودن نسبت تبدیل ترانسفورماتورها، برای اطمینان بیشتر نقطه های نول دو ترانسفورماتور را بهم اتصال داده (ثانویه ها) و ولتاژ R1 R2 را بهم وصل کرده و دو سر خروجی ترانسفورماتورها را توسط ولتمتر بهم وصل کرده در صورت صفر بودن ولتاژها ولتمتر را از مدار خارج نموده و با استفاده از یک کنتاکتور سه فاز دو ترانسفورماتور را موازی نمائید .

مدار را باز کرده، یکی از ترانسفورماتورها را بصورت Y/d اتصال دهید. البته قبل از اتصال مدار به برق باید از صفر بودن ولتاژ در حلقه ثانویه مطمئن بود . برای اینکار اتصال مثلث را از یک نقطه باز کرده و یک ولتمتر [V]500 را در دو آن قرار دهید و سپس کلید سه فازه را روشن کنید . در صورتیکه ولتاژ در حلقه صفر باشد جهت های انتخاب شده برای حلقه مثلث d صحیح می باشد وگرنه جهت یکی از سیم پیچی ها باید تغییر کند.

گروه ترانسفورماتورها را از راه رسم دیاگرام برداری پیش بینی کرده و با اندازه گیری ولتاژ های فاز و نول نظیر در اولیه و ثانویه و ولتاژ بین فازهای مشابه اولیه و ثانویه آنرا تحقیق کنید .

مقدمه : مقصود از انجام این آزمایش آشنایی با روشهای مختلف راه اندازی موتورهای آسنکرون است. موتورهای القایی دارای ساختمان ساده (روتور یک استوانه فلزی است) در نتیجه ارزان و عدم نیاز به پشتیبانی می باشد ولی دارای دو اشکال جریان راه انداز ی بالا و گشتاور راه اندازی پایین می باشد لذا در صنعت جهت استفاده از موتور های القایی به دلیل ارزان بودن ، مدارات راه اندازی طراحی شده است که اشکالات فوق را برای کاربرد مربطه رفع نماید .

- **جریان راه اندازی در موتور القائی حدود ۵ تا ۷ برابر جریان نامی می باشد ، لذا اگرموتور القائی مستقیم وصل شود آسیب می بیند لذا بر حسب کاربرد آن روشهای مختلف راه اندازی طراحی شده است**

انواع روشهای راه اندازی موتور القائی :

۱. روش مستقیم :این روش برای موتورهای قدرت پایین کاربرد دارد
۲. روش کاهش ولتاژ : این روش در آزمایشگاه کاربرد دارد زیرا اتو ترانس لازم برای تغییر ولتاژ گران است
۳. روش ستاره /مثلث : در این روش ابتدا به صورت ستاره راه اندازی می شود بعد از راه اندازی به حالت مثلث تغییر می یابد چون جریان حالت ستاره ۱/۳حالت مثلث است کاربرد در قدرتهای متوسط و کمتر دارد
٤. روش مقاومت سر راه استاتور : در این روش جریان را ه اندازی به میزان دلخواه (جریان نامی) کاهش می یابد ، کاربرد در قدرتهای بزرگ دارد
۵. روش مقاومت سر راه روتور : در این روش با افزایش مقاومت سر مسیر روتور گشتاور راه اندازی افزایش می یابد و جریان راه اندازی کاهش می یابد ، روش کاملی است کاربرد در راه اندازی زیر بار کامل و برای موتور روتور سیم پیچی شده است (این روش دارای گشتاور راه اندازی بالاست) .

روش استفاده از کلید ستاره – مثلث :

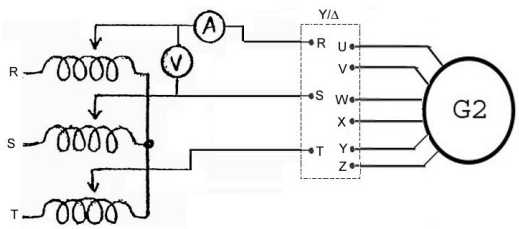
اساس تئوری این روش بر این مبناست که در یک ولتاژ و بار ثابت و با اتصال مثلث مقدار جریان ورودی به موتور سه برابر حالت ستاره خواهد شد . (اثبات نمائید) از همین اصل استفاده نموده ابتدا موتور را با اتصال ستاره (جریان کمتر) راه اندازی نموده و سپس اتصال را بشکل مثلث در می آورند. این عمل با کلید ستاره – مثلث انجام داده می شود . $I_{YST}=$ $I_{dST}=$

با مطالعه پلاک موتور و با در نظر گرفتن ولتاژ برق شهر (خطی و فازی) آیا میتوان موتور مذکور را با استفاده از روش ستاره به مثلث راه اندازی نمود؟ یک راه حل برای راه اندازی فوق پیشنهاد نمائید .

با طرح مدار فرمان موتور ac را به صورت ستاره راه اندازی کنید و چند لحظه صبر کنید تا بحالت پایدار خود برسد سپس مقادیر ولتاژ و جریان خط را قرائت نموده و یادداشت نمائید. سپس بااستفاده ازکلید ستاره ومثلث، اتصال موتور را به حالت مثلث در آورده و مقادیر ولتاژ و جریان خط را یادداشت نمائید.

روش دوم : استفاده از اتوترانسفورماتور

مدار شکل فوق را ببندید :



این روش هم برای موتور با اتصال ستاره و هم برای موتور با اتصال مثلث قابل استفاده می باشد . با توجه به پلاک ماشین ac آیا می توان موتور موجود در آزمایشگاه را هم به صورت ستاره و هم به صورت مثلث راه اندازی نمود؟

با استفاده از شکل فوق در موقع راه اندازی ولتاژ اعمالی باید حداقل باشد اتوترانسفورمر را در مدار قرار داده و ولتاژ ورودی به موتور را به آرامی افزایش دهید (دقت نمائید جریان موتور از جریان نامی تجاوز ننماید) این عمل را تا رسیدن به ولتاژ نامی ادامه دهید و در مرحله آخر مقادیر ولتاژ و جریان را یادداشت نمائید.

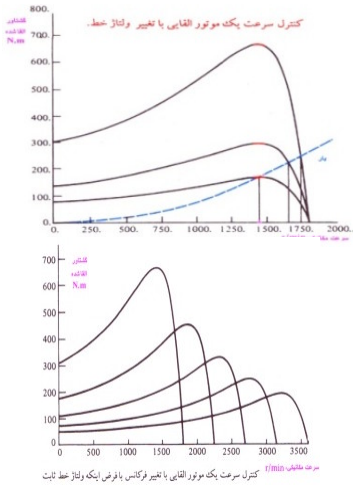
سئوال دوم : آیا با استفاده از اتوترانسفورماتور می توان یک موتور القایی را زیر بار راه اندازی نمود با توضیح کافی بنویسید ؟

سئوال سوم : اگر با استفاده از اتوترانسفورماتور راه اندازی نشد از چه روش و از چه نوع موتور باید استفاده نمود .با استفاده از جدول، منحنی $Cos\varphi = F(N)$ را در محورهای مختصات رسم نمائید

انواع روشهای کنترل دور موتور القائی

کنترل دور در موتور القائی نسبت به موتورهای dc مشکلتر و گرانتر است ولی به دلیل اینکه موتور القائی دارای ۲ حسن ارزان و عدم نیاز به پشتیبانی است بر حسب کاربرد خاص آن مدارهای مختلف کنترل دور طراحی شده است

انواع روشهای کنترل دور موتور القائی :



۱- تغییر ولتاژ :

این روش حدود ۱۰ درصد تغییر دور و در زیر بار نامی امکان پذیر است و با کاهش ولتاژ گشتاور القائی کاهش می یابد

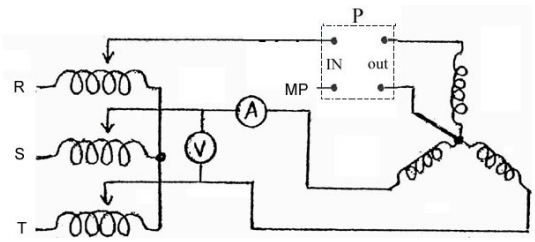
۲- تغییر فرکانس :

این روش بازه تغییرات دور زیاد است ، اشکال : هسته به اشباع می رود و تغییر فرکانس هزینه زیادی دارد

٤- تغییر قطب : روش خیلی ارزانی است ولی تغییرات دور پله ای است

٥- ترکیبی از روشهای ۱ و ۲ (الکترونیک قدرت)

مدار شکل فوق را ببندید و با استفاده از اتوترانسفورمر موتور را راه اندازی نمائید :



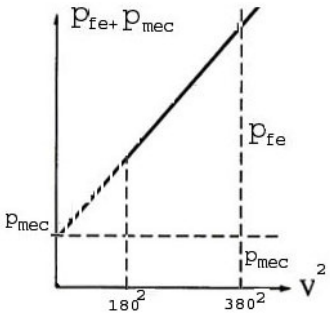
ولتاژ موتور را از مقدار نامی خود 380[V] تا 180[V] در چند مرحله (هرمرحله 20 V) کاهش دهید و در هر مرحله کمیتهای لازم را در جدول بعد وارد نمائید .

ردیف	N (rpm)	P [w]	V	I	P_{tot}	Cosφ	%S
۱			۳۸۰				
۲			۳۶۰				
۳			۳٤۰				
٤			۳۲۰				
٥			۳۰۰				
٦			۲۸۰				
۷			۲٦۰				
۸			۲٤۰				
۹			۲۲۰				
۱۰			۲۰۰				
			۱۸۰				

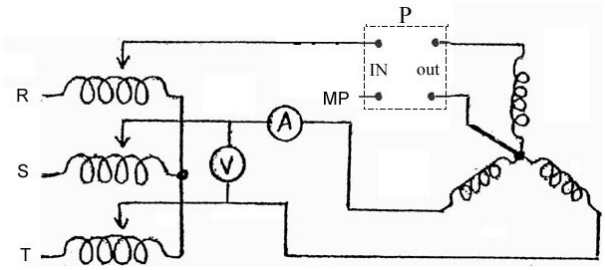
سئوال اول : آیا با کاهش ولتاژ سرعت موتور افت می کند ؟ چگونگی ارتباط سرعت موتور به ولتاژ ورودی را با منحنی گشتاور - سرعت توضیح دهید . .

سئوال دوم : تحت چه شرایطی با کاهش ولتاژ سرعت موتور افت می کند ؟ و محدوده تغییرات سرعت در این روش چقدر است ؟

مقدمه : هدف از این آزمایش محاسبه و تفکیک تلفات هسته و مکانیکی است. چون ابزار اندازه گیری دقیقی جهت بدست آوردن دقیق تلفات مکانیکی و هسته وجود ندارد لذا با این آزمایش به صورت غیر مستقیم می توان تلفات مکانیکی و هسته را به صورت مجزا محاسبه کرد . در آزمایش ۱۱ ملاحظه شد در حالت بی باری با کاهش ولتاژ تغییرات دور ناچیز است و از طرفی تلفات مکانیکی به دور N وابسته است در این آزمایش دور تقریبا ثابت است پس تلفات مکانیکی ثابت است ، نیز تلفات هسته $P_{fe}=V^2/R$ با مجذور ولتاژ نسبت مستقیم دارد . لذا اگر منحنی $P_{fe} + P_{mec} = f\ (V_L^2)$ را رسم کنیم . منحنی مربوطه خط راستی خواهد بود که از تقاطع آن با محور قدرتها مقدار تلفات مکانیکی بدست می آید و از تفاضل آن با $P_{fe} + P_{mec}$ به ازای ولتاژ نامی مقدار تلفات آهنی P_{fe} بدست می آید .



- مدار شکل فوق رابببندید:



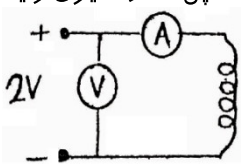
موتور را با استفاده از اتوترانسفورماتور راه اندازی نمائید چند دقیقه صبر کنید تا موتور بحالت پایدار برسد.

حال با کم کردن تدریجی ولتاژ در چند مرحله (هر مرحله 20[V]) از 380[V] تا V_{L1}=180[V] مقادیر V_{L1} و I_{L1} و P_{OUT1} (سه فاز) و N[rpm] را برای هر مرحله قرائت و یادداشت نمائید .

باداشتن مقادیر فوق پارامترهای V_L^2 و P_{cu} و $(P_{fe} + P_{mec})$ را برای هر مرحله بدست آورده و در جدول ذیل یادداشت نمائید .

ردیف	V_{L1}	I_{L1}	N	P_{OUT1}=3P	V_L^2	Pcu1	$P_{OUT1} - P_{cu1} = P_{fe} + P_{mec}$
۱	۳۸۰						
۲	۳۶۰						
۳	۳٤۰						
٤	۳۲۰						
۵	۳۰۰						
۶	۲۸۰						
۷	۲۶۰						
۸	۲٤۰						
۹	۲۲۰						
۱۰	۲۰۰						
	۱۸۰						

همچنین مقدار مقاومت اهمی سیم پیچی استاتور را توسط پل اندازه گیری و یا روش ولت آمپر معین نمائید:



سئوال اول : منحنی $P_{fe} + P_{mec} = F\ (V_L^2)$ را رسم کرده و از روی آن مقادیر تلفات مکانیمی و آهنی به ازای ولتاژ نامی را بطور جداگانه بدست آورید .

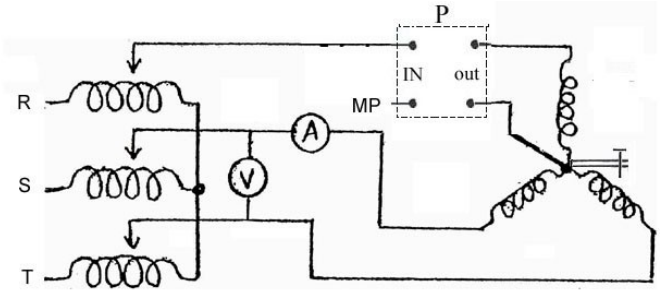
P_{fe} = P_{mec} =

(اندیس ۱ مربوط به شرایط کار نزدیک به بی باری کامل است و اندیس بدون ۱ مربوط به شرایط بی باری کامل است .)

روابط زیر برای محاسبات عبارتند از : $P_{cu1} = 3R.I_{L1}^2$ / $P_{fe} + P_{mec} = P_{OUT1} - P_{cu1}$

هدف از انجام این آزمایش بدست آوردن جریان اتصال کوتاه، از زاویه آن، درصد ولتاژ اتصال کوتاه و بارداری می باشد .

- مدار شکل فوق رابببندید:



شرح آزمایش : محور موتور را توسط گیره دستی محکم نمائید (اتصال کوتاه روتور) ولتاژ ورودی را توسط اتوترانسفورمر به آرامی از صفر زیاد کنید تا جریان استاتور معادل جریان نامی گردد (حالت ستاره) . چند دقیقه صبر کنید تا موتور به حالت پایدار برسد، سپس ولتاژ ورودی را در چند مرحله از ولتاژ قرائت شده تا UL=30[V] کاهش داده و در هر مرحله مقادیر V_L و I_L و $COS\varphi$ را در جدول ذیل یادداشت نمائید :

V_L	I_L [A]	$COS\varphi$	P [W]

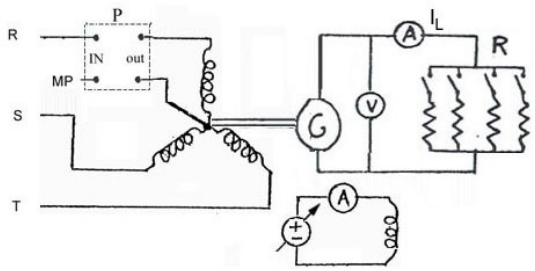
۱- منحنی $I_L = f(V_L)$ را رسم کرده و در مورد آن بحث کنید .

۲- مقدار جریان اتصال کوتاه را اگر ولتاژ معادل ولتاژ نامی اعمال می شد بدست آورید ؟

۳- مقدار V_L را به ازای جریان نامی بدست آورید؟

موتور ac را که با یک ژنراتور ac کوپله شده است راه اندازی کرده باردار نمائید. (به صورت مرحله به مرحله)

در هر مرحله بارداری مقادیر P_2 (قدرت خروجی) ، I_L (جریان ورودی به موتور ac) ، Nr (سرعت موتور) و $\cos\varphi$ را ثبت نموده و مقادیر P_1 (قدرت ورودی) ، η راندمان ، S (لغزش) و T (گشتاور خروجی) را محاسبه نمائید .



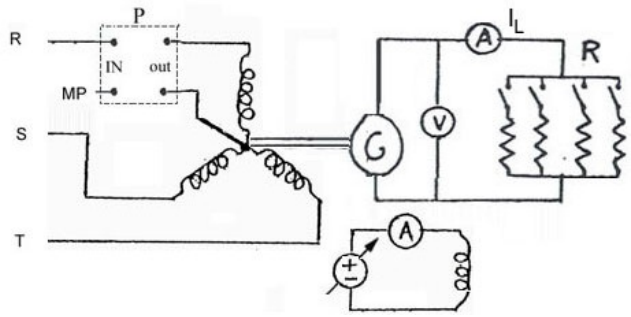
I_L [A]	Cosφ	V_L [V]	Nr [rpm]	P_2 [W]	P_1 [W]	%S	T [N–m]

هدف : بدست آوردن منحنی مغناطیسی هسته و منحنی مشخصه خروجی ژنراتور سنکرون

در ژنراتور سنکرون سرعت چرخش روتور و سرعت میدان مغناطیسی سنکرون است این ژنراتورها بدلیل سنکرون بودن میدان فرکانس ثابتی را در خروجی می دهد و اکثر ژنراتورها در صنعت تولید برق از نوع سنکرون است مدار و منحنی و عملکرد آن شبیه ژنراتور dc تحریک مستقل است با این تفاوت که شکل موج ولتاژ خروجی از نوع ac است

$$f= nP/120$$

- مدار شکل فوق رابببندید:



۱- جریان تحریک ژنراتور را صفر کرده و موتور القلیی را راه اندازی کنید همزمان با افزایش جریان تحریک(در چند مرحله) ولتاژ خروجی را در جدول زیر یادداشت نمائید این عمل را آنقدر ادامه دهید تا ژنراتور به ولتاژ نامی خود برسد

I_f	۰
V_{out}	

۲- منحنی $V_{out}=F(I_f)$ را طبق نتایج جدول فوق رسم نمائید

۳- ژنراتور را از صفر تا حداکثر مقدار مجاز خود بتدریج باردار (بار اهمی) کرده و نتایج حاصله را در جدول زیر ثبت نمائید .

I_L	۰
N_r[rpm]	
V_{out}	

٤- منحنی $V_{out}=F(I_L)$ را طبق نتایج جدول فوق رسم نمائید

سئوال اول : ژنراتورهای سنکرون عموما اتصال داخلی آنها ستاره است ، علت آنرا توضیح دهید ؟

سئوال دوم : علت افت ولتاژدر $V_{out}=F(I_L)$ چیست ؟

دو ژنراتور سنکرون را وقتی می توان با هم موازی کرد که دارای شرایط زیر باشند :
الف) ترتیب فازها یکسان (توالی یکسان) باشند.

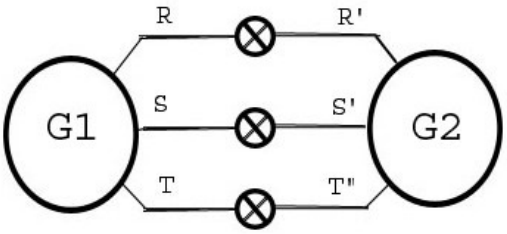
ب) فرکانسها با هم برابر و همفاز بودن ولتاژ خروجی (برای فازهای مشابه)

ج) ولتاژها با هم برابر باشند.

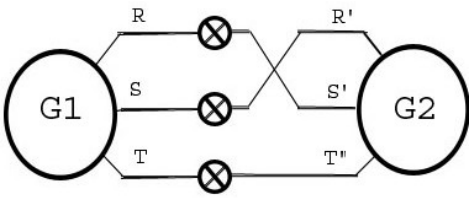
برای تشخیص ترتیب فاز روشهای مختلفی وجود دارد از جمله استفاده از یک نوع موتور آسنکرون که با تغییر ترتیب فاز جهت چرخش آن عوض می شود .

بعد از یکسان نمودن ترتیب فاز دو ژنراتور، به یکی از روشهای ذیل همفاز بودن ولتاژها را می توان تشخیص داد :

۱) با استفاده از لامپهای حالت خاموش که مدار آن در زیر داده شده است، اگر ولتاژهای خروجی دو ژنراتور همفاز باشند هر سه لامپ خاموش خواهد بود (البته در صورت مساوی بودن ولتاژهای خروجی و در غیر این صورت هر سه لامپ با نور کم ولی مساوی روشن خواهد شد).



۲) استفاده از لامپ حالت خاموش که در این صورت از مدار شکل ذیل استفاده می شوددر صورت همفاز بودن، دو لامپ بالائی روشن و لامپ پائینی خاموش خواهد شد (البته در صورت مساوی بودن ولتاژهای ژنراتور) .



۳) استفاده از سنکرونسکوپ که اختلاف فاز بین ولتاژهای مشابه دو ژنراتور را (مثلا اختلاف فاز بین R S و R' S') نشان می دهد . بنابراین اگر دو ولتاژ همفاز باشند ، عقربه روی صفر و در غیر اینصورت در یکی از دو جهت منحرف می شود و در صورت مساوی نبودن فرکانس ها عقربه در یکی از دو جهت می چرخد .

مساوی بودن ولتاژهای انتهائی بوسیله ولتمتر تشخیص داده می شود .

موتورهای محرک ژنراتورها را روشن کرده و تحریک ژنراتورها را طوری تنظیم کنید تا ولتاژ خروجی هر دو ژنراتور به ولتاژ نامی برسد . (220 [V])

با توجه به روشن و خاموش شدن لامپها و یا با استفاده از دستگاه سنکروسکوپ دو ژنراتور را سنکرون کنید .

پس از اطمینان از سنکرون شدن و نیز مساوی بودن ولتاژ خروجی دو ژنراتور کلید کنتاکتور را وصل کنید .

از مجموعه ژنراتورهاد به ترتیب بارهای اهمی ، سلفی ، خازنی متعادل (یا نامتعادل) بگیرید و اثر تغییر قدرت ورودی و تحریک هر ژنراتور را روی تقسیم بارهای اکتیو و راکتیو بین دو ژنراتور در هر حالت بررسی کنید .

نکات اجرایی

۱- دستور کار قبلا مطالعه شده باشد . (توصیه میشود هر دانشجو یک نسخه دستور کار تهیه نماید و نکات لازم را یادداشت نماید)

۲- قبل از انجام آزمایش کلیه ابزارهای اندازه گیری از سلامت و دقت (کالیبره بودن) آن مطمئن شوید و همیشه بالاترین رنج دستگاه را برای اندازه گیری ولتا ژ ، جریان و وات انتخاب شود .

۳- قبل از انجام آزمایش از سلامت کابلهای ارتباطی و قطعات مصرفی مطمئن شوید .

٤- در موقع بستن مدار حتما باید برق تابلو قطع باشد و در حالت روشن هیچ سیم و اتصالی نباید جابجا شود .

۵- رنج (سلکتور) مولتی مترها اعم از acیا dc بودن و غیره ، بایستی قبل از وصل نمودن برق اصلی تنظیم گردد و تغییر رنج در هنگام وصل بودن برق موجب خرابی مواتی متر میشود .

۶- در انجام آزمایشهای گروهی جهت بهره وری لازم برای کل گروه ، توصیه میشود انجام مراحل مختلف آزمایش تقسیم وظایف بین اعضاء گروه شود مثلا توسط یک نفر مدار بسته شود و توسط نفر بعدی کنترل شود و دیگری نتایج را ثبت نمایدو ...

۷- بعداز بستن مدار حتما توسط تکنسین آزمایشگاه مدار کنترل شود و بعد از تایید تکنسین آزمایشگاه کلید اصلی تابلو وصل شود

۸- بعد از انجام آزمایش نتایج آزمایش توسط گروه تحلیل و بررسی شود .

۹- بعد از اتمام آزمایش تمامی سیمها و وسایل اندازه گیری به محل اولیه خود باز گردانده شود .

۱۰- گزارش کار در آزمایشهایی که به صورت گروهی انجام میشود توسط یکی ازاعضا نوشته شود و آزمایش بعدی را نفر بعدی ارائه نماید

۱۱- در نوشتن گزارش کار صفحه اول شامل نام آزمایش و اعضای گروه و نویسنده گزارش می باشد و متن گزارش کار شامل سه قسمت : الف) مقدمه خیلی مختصر ب) شرح انجام آزمایش وثبت نتایج و رسم منحنیها ج) پاسخ به سوالات و تحلیل نتایج آزمایش

۱۲- در جهت رسم دقیق منحنیها از برگه میلیمتری یا توسط رایانه استفاده شود تا تحلیل نتایج دقت بیشتری داشته باشد

۱۳- گزارش کارها حتما در جلسه بعد از انجام آزمایش تحویل شود