آزمایش اول :ترانسفورماتورهای ۳ فاز

هدف آزمایش :مطالعه ی نحوه سربندی واتصالات ترانسفورماتور۳ فاز

سربندی سیم پیچ های ترانسفورماتور۳ فاز:نحوه ی بستن اتصالات اولیه –نحوه بستن اتصالات ثانویه.

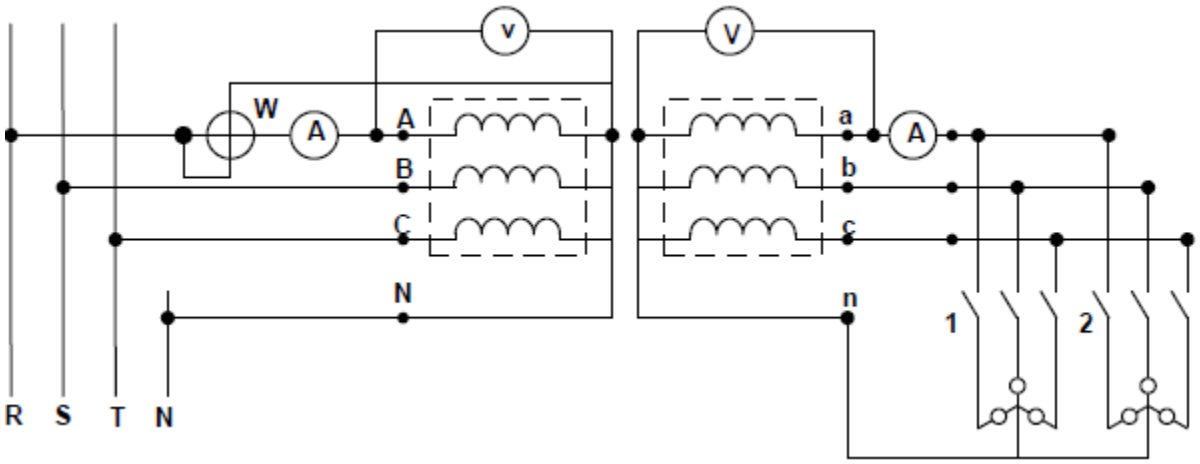
شرح آزمایش:

ابتدانسبتتعداد دورسیم پیچ های هرفازرابه دست می آوریم این کارباا‌عمال ولتاژاولیه به دورسیم پیچ اولیه یک فاز واندازه گیری ولتاژخروجی صورت می گیرد.

$A_1=N_1/N2=V_1/V2=....$

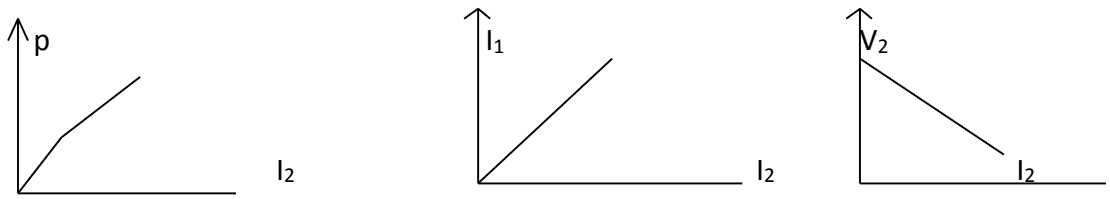
طبق دستورالعمل بالاسیم پیچ هارابه صورت مثلث-ستاره سربندی می کنیم ولتاژ۳ فازرابه سرهای اولیه اعمال می کنیم و ولتاژ ثانویه را اندازه می گیریم.نسبت تبدیل ترانسفورماتورهارابه دست آورده،سرثانویه رابه سرهای باروصل کرده نسبت جریان خط ثانویه رابه جریان خط اولیه بدست می آوریم.

باقراردادن یک ولتمتردراولیه (بین فاز a ونول)توان تکفازورودی به سیستم رااندازه می گیریم حال طبق دستورالعمل سیم پیچ هارابه صورت ستاره-ستاره سربندی می کنیم وولتاژ۳ فازرابه سرهای اولیه اعمال می کنیم وولتاژخط(خط به خط)را درثانویه ترانس اندازه می گیریم با استفاده ازمقادیر ولتاژهای فازوخط نسبت تبدیل رااندازه می نماییم.



خواسته های آزمایش:

۱-نمودار $p_{1(I1),I1(I2),V2(I2)}$را رسم نمایید

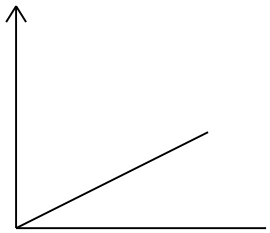


2-راندمان رادرهرپله بارمحاسبه کنیدونمودار sigma I_2 رارسم نمائید.

درپله بارصفر $=P_2/P_1*100=V_2I_2/P_1*100=113(0)/8.16*100=0\%$

درپله باریک $=P_2/P1*100=V_2I_2/P1*100=110(760)/87.7*100=95.32\%$

درپله باردو $=P_2/P1*100=V_2I_2/P1*100=1.8(1314)/169.1*100=96.697\%$



۳-تنظیم ولتاژترانسفورماتوررابه دست آورده ونمودار‌برداری مربوطه رارسم نمائید.

$\%V_P=V_{nL}-V_{fL}/V_{fL}(100)=113-108/108*100=5.05$

سوالات:

-درترانسفورماتورهای فشارقوی،سیم پیچ ثانویه (فشارضعیف)رادرلایه زیرین وسیم پیچ اولیه (فشارقوی)رادرلایه بیرون می پیچندعلت این امراتوضیح دهید.

سیم پیچی زیرین روی هسته قرار دارد و معمولا هسته را زمین می کنندبه این ترتیب عایق موردنیازبین سیم پیچ هسته که می یابد.

-درسربندی سیم پیچ های ثانویه به صورت ستاره اگرجهت سیم پیچ اشتباه باشد ولتاژ سر آن باسرسیم پیچ های دیگرچقدرخواهدبود؟

برابرولتاژهرخازنی خواهدبود.

آزمایش دوم : گروه های برداری ترانسفورماتوروفاز

هدف ازمایش:بررسی وتعیین گروه برداری یک ترانسفورماتورسه فاز
شرح آزمایش:می دانیم که برای تعیین گروه برداری یک ترانسفورماتورمی توان ازسه روش زیراستفاده کرد.
۱-روش اسیلسکوپ ۲-روش واتمتری ۳- روش ولتمتری(صنعتی)
دراین آزمایش برای تعیین گروه برداری ترانسفورماتورازروش های ۲و۳ استفاده می شود.
روش صنعتی:

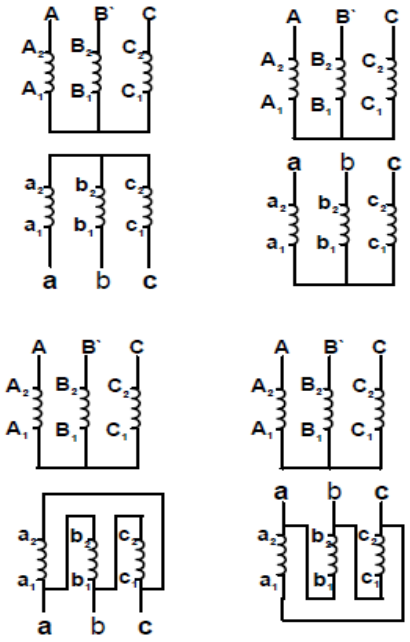
دراین روش تعیین گروه ترانسفورماتوربا استفاده ازیک ولتمتر و اندازه گیری ولتاژهاوسپس ترسیم بردار ولتاژهاصورت می گیردفرض می کنیم سراتصال ورودی ترانسفورماتور A B C واتصال خروجی a b c دردسترس است.

ابتداترانسفورماتوررابه شبکه وصل می کنیم بااندازه گیری ولتاژ AB وبافرض متعادل بودن ولتاژهای اولیه مثلث اولیه را رسم می کنیم سپس جهت هم پتانسیل کردن یک نقطه از مثلث ولتاژاولیه وثانویه دونقطه Aوa رابه هم وصل می کنیم بنابراین نقطه a همان نقطه A برروی مثلث برداروولتاژهای اولیه خواهدبود.

برای تعین نقطه ی b ولتاژ Bb و cb رااندازه می گیریم سپس به مرکز B وبه شعاع Bb وبه مرکز c وبه شعاع cb دوکمان رسم می کنیم محل تلاقی دوکمان نقطه b رامشخص می کند برای تعین نقطه c نیزولتاژهایBc وCc رااندازه می گیریم سپس به مرکز B وبه شعاعBcوبه مرکزc وبه شعاع Ccدوکمان رسم می کنیم نقطه ی c محل تلاقی این دوکمان خواهدبود.

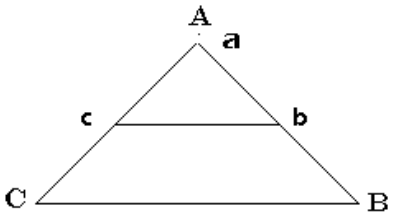
بامشخص شدن دو راس b و c معلوم بودن راس a مثلث abc ولتازهای ثانویه را رسم می کنیم.پس ازرسم مثلث ولتاژهای اولیه وثانویهاختلاف فازیازاویه بین ضلعهای متناظردرجهت

عقربه های ساعت گروه ترانس رامشخص می کند.
با استفاده از روش صنعتی گروه ترانسهای زیر را تعین می کنیم ابتدا اتصال مربوط بروی ترانسفو ر ماتورهسته سپس بااندازه گیری ولتازبه تعین گروه اقدام می نماییم.

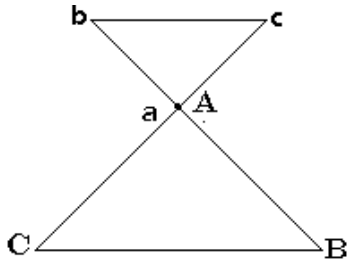


	V_{AB}	V_{Bb}	V_{cb}	V_{Bc}	V_{cc}
حالت الف	375	183	325	323	184
حالت ب	375	567	505	504	574
حالت ج	375	285	394	284	286
حالت د	375	473	395	475	479
	375	180	326	322	184

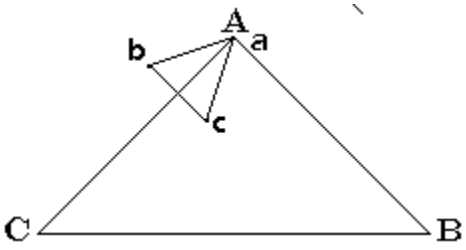
حالت الف)



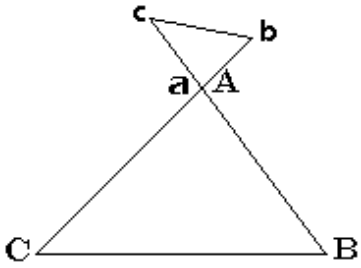
حالت ب)



حالت ج)



حالت د)



آزمایش سوم :موازی کار کردن ترانسفورماتورهای ۳فاز

هدف آزمایش:موازی بستن ترانسفورماتورهای۳فازوبررسی تقسیم جریان بین آنها

شرح آزمایش:درابتداباتوجه به شرایط موازی کردن ترانسفورماتورهاابتدادوترانس راباهم موازی می کنیم.

مطابق شکل صفحه (۲-۳) بارداری دوترانسفورماتورموازی

حال باروشن کردن لامپ هاوافزودن یکی یکی بارهاموردلازم را درجدول زیریادداشت می کنیم.

Load	0	1	2	3	4
I_2	48mA	436	824	1201	1574mA
I_1	47	331	707	1078	1440A
I_L	0	0.76	1.53	2.27	3.02A
P_L	0.1	81.20	160.7	237	311w

نسبت جریان هرترانسفورماتوررابه جریان بار بدست می آوریم:

$I_{2,0}/I_{L,0}=0.048/0=0$ $I_{2,1}/I_{L,1}=0.436/0.76=0.574$

$I_{2,2}/I_{L,2}=0.824/1.53=0.538$ $I_{2,3}/I_{L,3}=1.201/2.27=0.529$

$I_{2,4}/I_{L,4}=1.574/3.02=0.521$

$I_{1,0}/I_{L,0}=0.047/0=0$ $I_{1,1}/I_{L,1}=0.331/0.76=0.435$

$I_{1,2}/I_{L,2}=0.707/1.53=0.462$ $I_{1.3}/I_{L,3}=1.078/2.27=0.475$

$I_{1,4}/I_{L,4}=1.440/3.02=0.477$

درصدتوان هرترانس رانسبت به توان کل باربه دست می آوریم:

$P_2=3V_2I_2\cos$ $P_2=P_1=600$ w ۳فاز $P_2=P_1=200$ w تکفاز

200/0.1=2000 200/81.20= 2.46 200/160.7=1.244

200/237=0.843 200/311=0.643

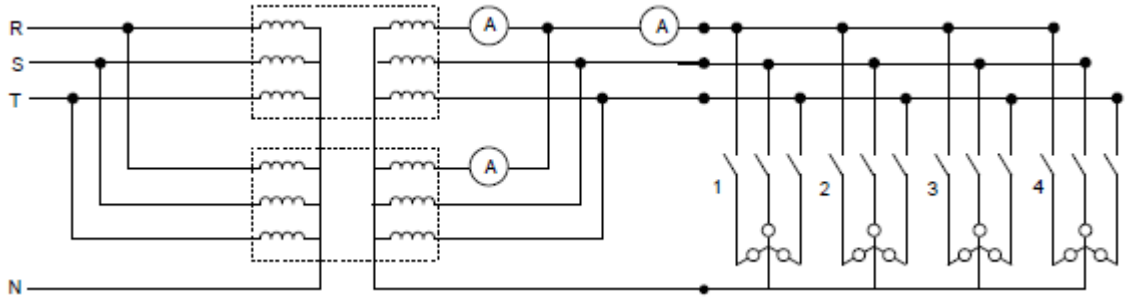
سوالات:

-علت اختلاف توزیع قدرت بین ترانس های موازی شده چیست؟

عدم تساوی امپرانس پریونیت سری ترانسفورماتورهاکه باعث عدم توزیع متعادل توان بین دوترانسفورماتوردرحالت بارداری می شود.

-درصورتی که نسبت تبدیل ترامنسهاکاملامساوی نباشندچرااتفاقی می افتد؟

عدم تساوی دامنه وفازولتاژهای دوترانسفورماتورباعث ایجادجریان گردشی بین دوترانس وکاهش ظرفیت آنهامی شوداین پدیده دراین حالت بی باری قابل مشاهده است.



آزمایش چهارم:مدارمعادل ماشین آسنکرون

هدف آزمایش:بدست آوردن پارامترهای مدارمعادل ماشین آسنکرون

شرح آزمایش:برای بدست آوردن پارامترهای مدارمعادل ماشین آسنکرون سه آزمایش زیررا روی ماشین انجام می دهیم.

الف)آزمایش بی باری NL

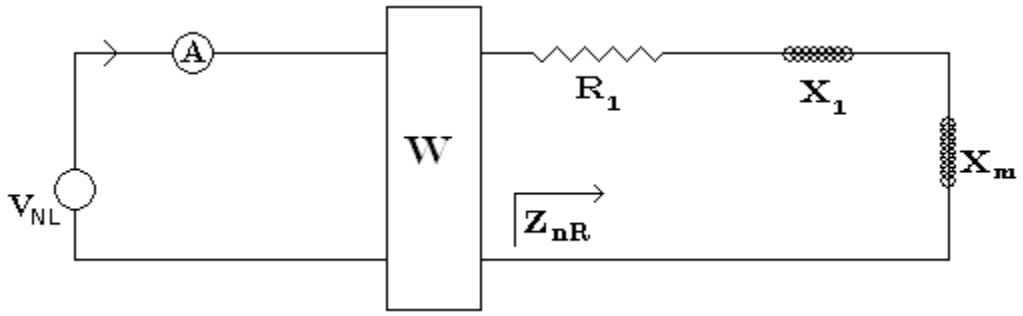
دراین آزمایش موتورالقایی رابه حالت بی بارراه اندازی می کنیم.می توان این کارراباوصل مستقیم ولتاژشبکه به پایانه های موتورانجام داد.روش بهتراین است که ولتاژراازطریق یک اتوترانسفورماتوربه پایانه های موتوروصل کرده وولتاژ راتا ولتاژشبکه افزایش دهیم.دراین حالت بایدولتاژجریان وتوان ورودی به موتور را اندازه بگیریم.

$I_{NL}=0.92$ A

$V_{NL}=216$ V $\quad Z_{NL}=V_{NL}/I_{NL}=216/0.92=225$

$P_{NL}=50$ W $\quad P_{NL}=P_{NL/3}/I^2_{NL}=50/3(0.92)^2=19.7$

$X_{NL}=\sqrt{Z^2_{NL}-R^2_{NL}}=\sqrt{(225)^2-(19.7)^2}=224.136=X_1+X_m$

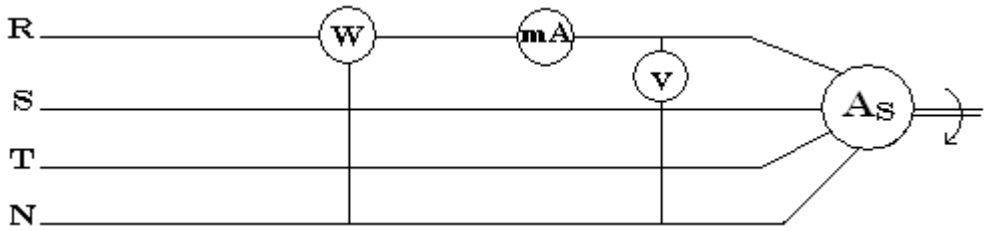


ثابت$P=P_{NL}-3R_{NL}\ I^2_{NL}=50-3(19.7)(0.92)^2=-0.022$

ب)آزمایش روتورقفل شده BR

دراین آزمایش ولتاژکاهش یافته شبکه ازطریق اتو ترانس به پایانه های موتور وصل می شود.

روتورماشین قفل شده باحتیاط بدست نگه داشته می شودولتاژشبکه آهسته افزایش داده می شودتاموتورجریان نامیش راازشبکه بکشددراین حالت ولتازاعمالی،جریان وتوان ورودی راثبت می نمائیم.



I_{BR}=103 A

V_{BR}=44 v

P_{BR}=49.69 w

$Z_{BR}=V_{BR}/I_{BR}=49/1.3=37.69$ 37.7

$$X_{BR}= Z^2_{BR}-R^2_{BR}=23.6$$

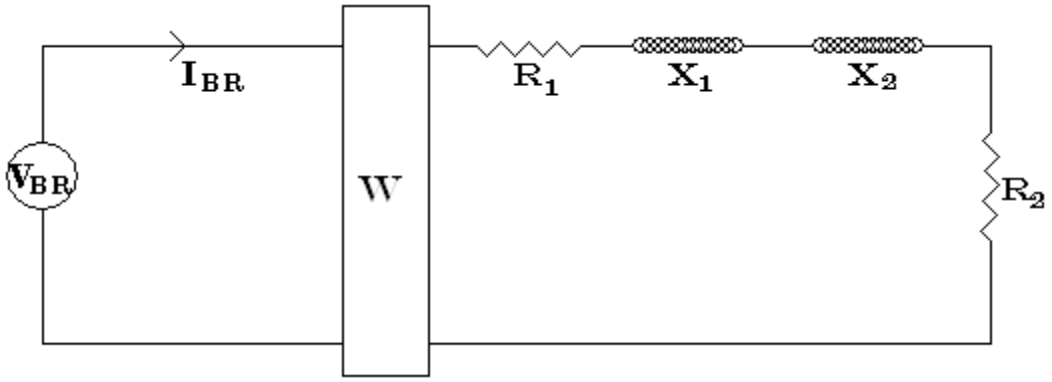
$R_{NL}=P_{BR}/3I^2_{BR}=49.69/3(1.3)^2=9.80$

$R_{BR}=R_1+R_2=49.69/(1.3)^2=29.40$

$X_{BR}=X_1+X_2$ $X_1=X_2= X_{BR}/2 = 23.6/2=11.8$

$X_m=X_{NL}-X_1= 224.126 -11.8 =212.336$

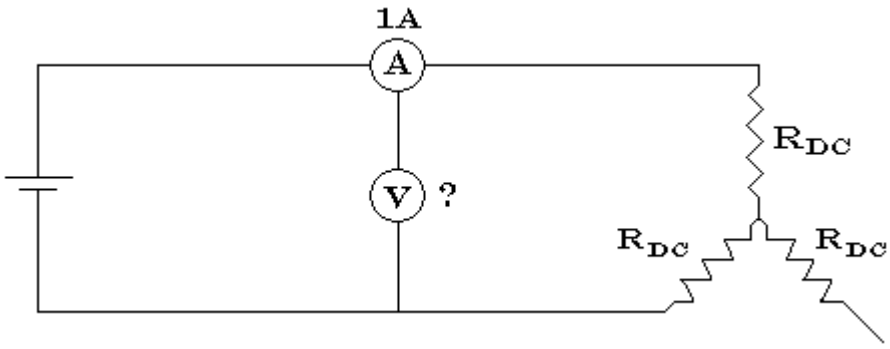
مدارمعادل:



$R_{BR}=R_1+R_2$

ج)آزمایش DC

برای اندازه گیری مقاومت استاتورپایانه های موتور را ازشبکه جدامی کنیم وبایک اهم مترمقاومت بین دوسر رااندازه می گیریم مقاومت R_1 معادل نصف مقدارنشان داده شده است.برای اندازه گیری R_1می توان ازیک ولتاژ DC واندازه گیری جریان استفاده کرد.



$I_{DC}=1A$ $V_{DC}=34$ v $V_{DC}/I_{DC}=2R_{Dc}$ $R_{DC}=V_{DC}/2=34/2=17$

$R_2=R_{BR}-R=29.40-174=12.40$

سوالات:

۱-چراجریان بی باری موتورآسنکرون ازجریان بی باری یک ترانسفورماتوربیشتراست؟

به خاطروجوداصله هوایی I_Q درموتورهابزرگترازجریان تحریک درترانس هااست.درموتورهاجریان تحریک بین۳۰تا۵۰ درصدجریان نامی موتوراست درحالیکه درترانسفورماتورهابین۱تا۵درصدجریان نامی است.

۲-چراسرعت موتورآسنکرون همیشه ازسرعت سنکرون کمتراست؟

چون همیشه موتوردارای مقداری بارمکانیکی می باشدحتی درحالت بی باری،لغزش موتورهمواره بزرگترازصفرودرنتیجه سرعت آن کمترازسرعت سنکرون است.

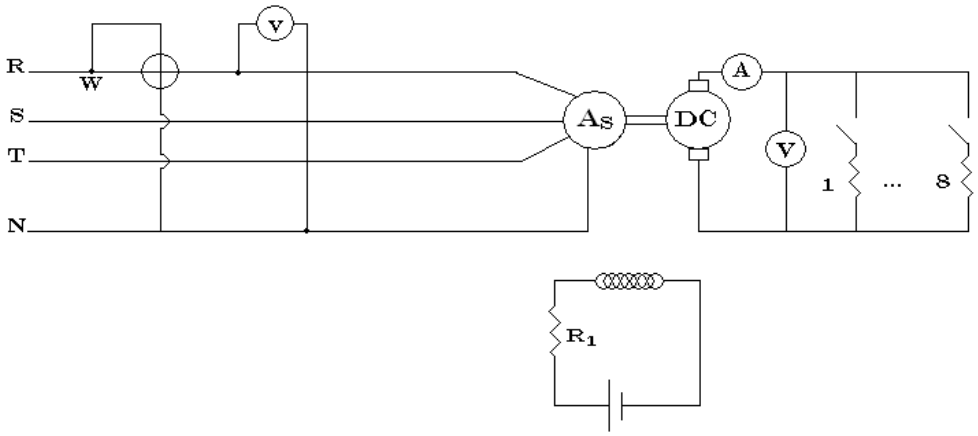
3-آیابدست آوردنR_1باولتاژ DC می تواندمقدارمقاومتاستاتور رادقیقادرحالت کاری موتورمشخص کند؟

به دلیل وجودپدیده ی اثرپوستی مقاومتAC بیشترازمقاومت DC می باشدکه ازاین رواین نوع اندازه گیری بااندکی تقریب همراه است.

آزمایش پنجم:بارداری موتور آسنکرون

هدف آزمایش:بررسی موتورآسنکرون درزیربار و روابط سرعت وگشتاور

شرح آزمایش:ابتدامدارآزمایش رامطابق شکل زیرمی بندیم.



سپس ولتاژاعمالی به موتور راتا ۳۸۰ v افزایش می دهیم مقادیرجریان،ولتاژوتوان راياداشت می کنیم.توان که درحالت بی باری توسط موتوردریافت می شودصرف تلفات مسی استاتوروتلفات گردشی می شوند(تلفات هسته داخل تلفات گردشی لحاظ می شوند)بنابراین با داشتن مقادیرR1وI1وتوان ورودی موتور می توان گفت که تلفات چرخشی چقدرمی باشنداین تلفات گردشی رادرکل آزمایش ثابت فرض می کنیم.

$P_{rot}=pin_{NL}-3R_1I_1^2$

سپس باواردکردن یک یک بارهامقادیرولتاژ،جریان وتوان ورودی وسرعت موتور راثبت می نماییم.بااستفاده ازروابط گفته شده درهرمرحله لغزش ضریب توانPF،گشتارالقاشده،توان خروجی وراندمان رادرهرمرحله محاسبه می کنیم.

بار		۰	۱	۲	۳	٤	٥	٦
اندازه گیری	جریان ورودیI_1	۰,۹۱	۰,۹۲	۰,۹۸	۱,۰۳۳	1.131	1.224	1.263
	ولتاژاعمالیV_1	217	217	217	217	217	217	217
	توان ورودیPin	55.46	86.59	116.7	148	169	197.6	208
	سرعتNm	2799	2954	2930	2906	2881	2852	2840

محاسبه	لغزش s	0.007	0.0153	0.0233	0.0313	0.0396	0.0493	0.0533
	ضریب توان PF	0.0936	0.144	0.182	0.216	0.23	0.248	0.253
	گشتاور القاشده	0.0186	0.13	0.22	0.3	0.35	0.41	0.43
	توان خروجی Pout	40.14	39.36	66.78	88.69	102.65	120.65	126.03
	راندمان	48.5	47.5	58.22	62.12	62.02	62.29	61.84

محاسبه موردنیاز:

$^{n}_{s}=120f/p=120(50)=3000$ rpm

محاسبه لغزش:

$S_{NL}=n_s-N_{mNL}/n_s=3000-2979/3000=0.007$

$S_1=n_S-n_{m1}/n_S=3000-2954/3000=0.0153$ $S_2=n_S-n_{m2}/n_S=3000-2930/3000=0.0233$

$S_3=3000-2906/3000=0.0313$ $S_4=3000-2881/3000=0.0396$

$S_5=3000-2852/3000=0.0493$ $S_5=3000-2840/3000=0.0533$

محاسبه PF:

$P_F=\cos \quad =pin/3V_1I_1$ $P_{F0}=\cos \quad =pin_0/3V_1 \quad I_1$

$=55.46/3(217)(0.91)=0.0936$ $P_{F1}=\cos \quad =86.59/3(217)(0.92)=0.144$

$P_{F2}=116.7/3(217)(0.98)=0.182$ $P_{F3}=148/3(217)(1.053)=0.216$

$P_{F4}=169/3(217)(1.131)=0.23$ $P_{F5}=197.6/3(217)(1.224)=0.248$

$P_{F6}=208/3(217)(1.263)=0.253$

گشتاور القاشده:

$P_A \quad =Pin-P_{cu}-P_{core}$ $P_{core}=50-19.7(0.93)^2=33.32$

$P_{c\,u,S} \quad =3R_1I_1^2=3(197)(0.91)^2=16.31$

$P_A \quad =55.46-16.31-33.32=5.83$

$P_{conV} \quad =(1-S)_{PA} \quad =(1-0.007)5.83=5.789$

$P_{out} \quad =P_{conV}-P_{FW}=5.789$

$W_S=2 \quad n_S/60=2 \quad (3000)/60=314$ $Z_{ind}=P_A \quad /w=5.83/314=0.185$

راندمان: بقیه رانیزبه همین شکل بدست می آوریم.

% $=P_{out}/Pin *100=40.14/55.46*100=48.5\%$

سوالات:

_نمودارسرعت برحسب باررارسم کنید.تنظیم سرعت رابرای موتورالقایی به دست آورید.

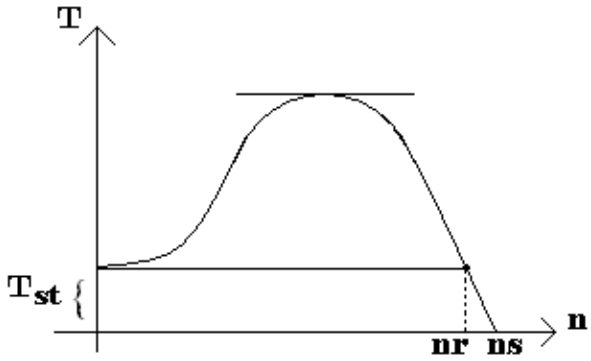
n_{nl} سرعت بی باری و n_{fl} سرعت بارکامل می باشد.

$\%S_R=n_{NL}-n_{f\,L}/S_{FL} *100=2979-2840/2840 *100=4.89\ \%$

_نموداگشتاربرحسب سرعت رارسم نمایید.توضیح دهیدنموداربه دست آمده کد ام قسمت ازنمودارکامل گشتارسرعت موتوراست؟

این نمودارمربوط به قسمت دوم نمودارکامل گشتارسرعت موتوراست که درناحیه کارمی باشدیعنی

S=0 $n=n_S$



_باراعمال شده به شفت موتور راتاکجامی توان افزایش داد؟

ازلحاظ تئوری وبدون درنظرگرفتن محدودیتهای گرمایی باراعمال شده به شفت راتانقطه ماکزیمم نمودارگشتاور_سرعت می توان افزایش داد.این نقطه راگشتاورشکست می نامند.این گشتاوربا دردست داشتن پارامترهای موتورقابل محاسبه است که مقدارآن درحدود۳برابرگشتارنامی موتور می باشد.

_اگردرلحظه راه اندازی بارنامی موتوربه آن اعمال شده باشدچه اتفاقی می افتد؟

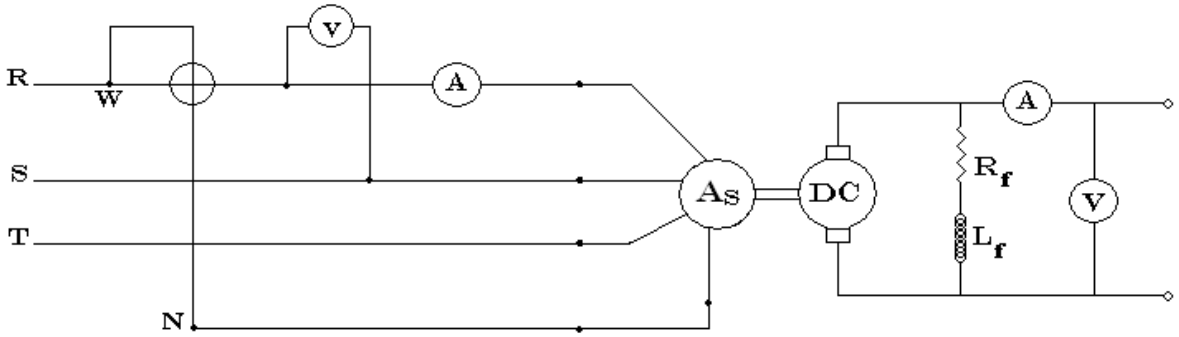
ازآنجاکه گشتاور راه اندازی درموتورالقایی بیشترازگشتاورنامی است می توان بارنامی این موتور را ازابتدابه موتوراعمال کرده واین مساله مشکلی برای موتورایجادنمی کند.

آزمایش ششم:ژنراتورآسنکرون

هدف آزمایش:بررسی حالت کارژنراتوری ماشین آسنکرون

شرح آزمایش:همانطورکه می دانیم مولدآسنکرون به دوطریق مورداستفاده قرارمی گیرد:

۱_موازی باشبکه



پس ازآنکه مطمئن شدیم ماشین به شبکه وصل نیست آن راراه اندازی کرده وجهت چرخش آن را مشخص می کنیم.همچنین ولتاژوجریان بی باری رانیزیادداشت می کنیم سپس ماشین القایی راخاموش کرده وموتور dc شنت را راه اندازی کرده ومطمئن می شویم که جهت دور آن باجهت دور ماشین آسنکرون یکسان است.

دور ماشین dc رادرحدوددورسنکرون(کمی کمتراز۳۰۰۰ دوربردقیقه)به گردش درمی آوریم ماشین آسنکرون راروشن می کنیم باتغیردورماشین dc مقادیرجریان و توان ماشین آسنکرون را یاداشت نموده وجدول زیررابررسی می کنیم.
درحین انجام آزمایش دقت می کنیم که جریان های ماشین dc وماشین القایی ازمقادیرنامی خود تجاوز ننمایند همچنین ولتاژماشین آسنکرون راثابت نگه میداریم .

	دورrpm	۲۹۸۷	۳۰۱۰	۳۰۳۰	۳۰۵۰	اندازه گیری
dcشنت	ولتاژ V	۲۱۹	۲۲٤	۲۲۸	۲۳۰	
	جریان A	۰,۳	۰,۹	۱,۳۷	۱,۸۰	
آسنکرون a_c	ولتاژ V	۲۲٤	۲۲٥	۲۲۲	۲۲٤	
	جریان A	۱	۱,۰۷	۱,۱۲	۱,۲	
	توان اکتیو w	٤۹,٦	۹,۸۷	-۲۷,۲	-٥۲,٦۳	
	لغزش %	۰,٤۳	-۰,۳۳	-۱	-۱,٦۹٦	محاسبا تی
	ضریب توان	۰,۲۲	۰,۰٤۰۹	-۰,۱۱	-۰,۲۱	
	توان راکتیو Var	۲۱۸,٥۳	۲٤۰,٥٥	۲٤۷,۱۱	۲٦۲,۸۱	

لغزش:

$N_S=120f/P=120(50)/2=3000$ rpm

$S_1=n_S-n_r/n_S*100=3000-2987/3000*100=0.43$

S_2=3000-3010/3000 *100=-0.33 S_3=3000-3030/3000 *100=-1

S_4=3000-3050/3000 *100=-1.666

محاسبهPF:

P=EIcos P_F=cos =p/EI

Cos =49.6/1.224=0.22 =$\cos^{-1}$(0.22)=77.34

Cos =9.87/1.07(225)=0.0409 =$\cos^{-1}$(0.0409)=87.66

Cos =-2707/1.12(222)=-0.11 =$\cos^{-1}$(-0.11)=96.32

Cos =-56.63/1.2(224)=-0.21 =$\cos^{-1}$(-0.21)=102.12

محاسبه توان راکتیو:

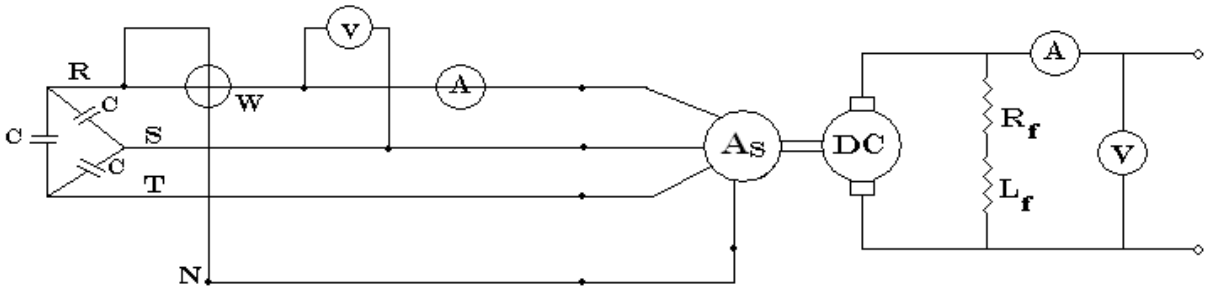
Q=VIsin Q_1=1.224*sin(77.3)=218.52

Q_2=1.07*225*sin(87.66)=240.55

Q_3=1.12*222*sin(96.32)=247.11 Q_4=262.8

۲-حالت مستقل ازشبکه:

مدارمقابل شکل زیربسته وموتورشنت را راه اندازی می کنیم.



دورماشین dc رادرابتداکمی کمترازدورسنکرون تنظیم می کنیم وسپس باتغییردورمقادیرجریان و ولتاژ وتوان رایادداشت می کنیم.

	دورrpm	۲٤۳	۲٥۰٥	۲٦۳۰	اندازه گیری
dc شنت	ولتاژ V	۱٤۹ ۷۳	۱٥۷	۱	
	جریان A	۱,۱٤ ۱,۲۱	۱,۳۳		
آسنکرون ac	ولتاژ V	۱۷۹	۱۸۸	۲۰۲	
	جریان A	۱,۱	۱,۲	۱,۳٥	
	توان اکتیو W	۳,۹۷۳	۳,٦٤	٤,٥	
	لغزش%	۱۹	۱٦,٥	۱۲,۳۳	

	ضریب توان	۰,۰۱۷۶	۰,۰۱۶۱	۰,۰۱۶۵
	توان راکتیو Vor	۱۹۶,۸۷	۲۲۵,۵۷	۲۷۲,۶۶

لغزش:

$S_1=n_S-n_r/n_s *100=3000-2430/3000 *100=19$

$S_2=3000-2505/3000 *100=16.5$

$S_3=3000-2630/3000 *100=12.33$

محاسبهPF:

$Cos =P_1/E_1I_1=3.47/11(179)=0.0176$

$Cos =3.64/1.2(188)=0.0161$

$Cos =4.5/1.35(202)=0.0165$

محاسبه توان راکتیو:

$Q_1=E_1I_1sin =179*1.1sin(88.99)=196.87$

$Q_2=188*1.2sin(89.07)=225.57$

$Q_3=272.66$

سوالات:

_ژنراتورآسنکرون درمقایسه باژنراتورسنکرون چه معایب ومزایایی دارد؟

ژنراتورآسنکرون سرعتش به بارشبکه بستگی داردماشین آسنکرون درحالت ژنراتوری

ازشبکه توان راکتیومی گیردولی ژنراتورسنکرون ازبانک خازنی.

ازمزایای دیگرماشین سنکرون این است که جزوماشین های دوتحریک محسوب می شود زیراسیم پیچی رتورآن توسط منبع dc تنغذیه می شودوازاستاتورآن جریان AC می گذردولیدرماشین القایی تنهاعامل تحریک جریان استاتورمحسوب می شود.

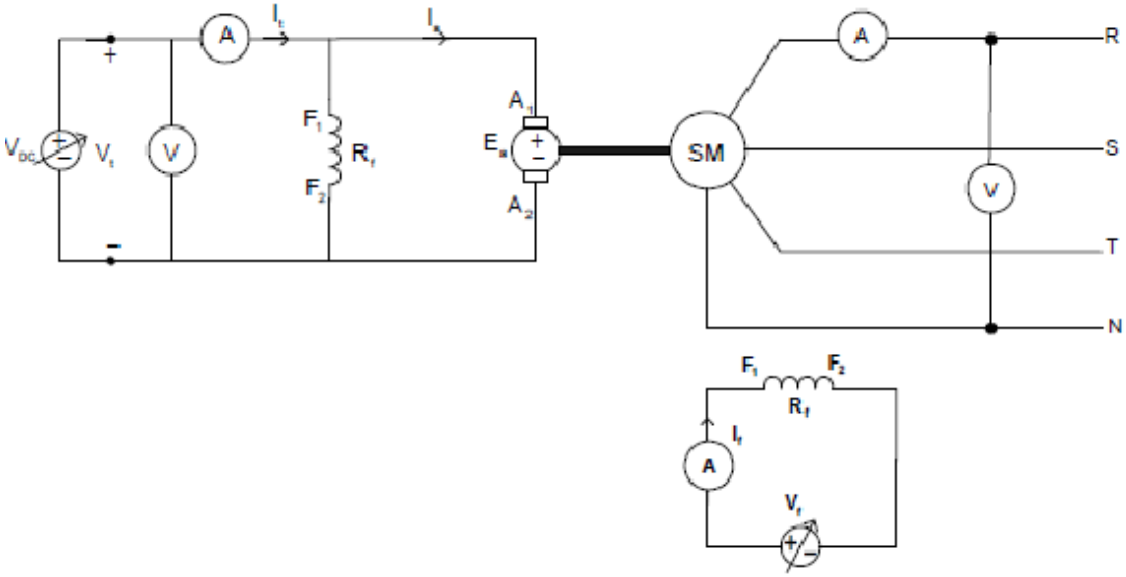
آزمایش هشتم:مشخصه بی باری(مغناطیسی)واتصال کوتاه ژنراتورسنکرون

هدف آزمایش:به دست آوردن منحنی های بی باری واتصال کوتاه مربوط و X_s

شرح آزمایش: برای به حرکت درآوردن ژنراتورسنکرون بایستی ازیک محورمکانیکی استفاده شوددراین آزمایش برای چرخاندن ژنراتورازیک موتور dc استفاده می شودقبل ازشروع آزمایش مقادیرنامی ژنراتورسنکرون وموتور dc راازروی پلاک آنهاخوانده وجدول زیررامی نویسیم.

ولتاژنامی موتور 200 V	جریان نامی آرمیچر 10A
جریان نامی تحریک موتور 0.62A	سرعت نامی موتور 1500rpm
ولتاژ ژنراتور درحالت 380V	جریان آرمیچرژنراتوردرحالت 5.7A
جریان تحریک ژنراتور 3A	سرعت نامی ژنراتور 1500rpm

حال مدارآزمایش رامطابق شکل زیرمی بندیم.



الف)آزمایش بی باری:

پس ازبستن مدارولتاژدوسرموتور dc رابه آرامی بالامی بریم.

دقت می کنیم که جریان موتوربیشترازجریان نامی آن نشودپس ازاطمینان ازصحت مدارولتاژمدا را افزایش می دهیم تاموتوربه سرعت نامی ژنراتوربرسد.حال باثابت نگه داشتن مقدارسرعت،جریان تحریک ژنراتورراازصفرتامقدارنامی آن تغییرداده واعدادمربوط به منحنی رفت رادرجدول زیریادداشت می کنیم.

$I_{f(A)}$رفت	0	0.51	1	1.5	2	2.38	3.8
$V_{E(v)}$رفت	۱۰	۱۰۱	۱۷۶	۲۱۹	۲۴۳	۲۶۰	۲۷۵
$I_{f(A)}$برگشت	۰	۰,۵	۱	۱,۵	۲	۲,۳۸	۳,۸
$V_{E(v)}$برگشت	۱۲	۱۰۸	۱۸۱	۲۲۲	۲۴۶	۲۶۴	۲۷۵

اکنون باکاهش جریان تحریک ازمقدارنامی تاصفراعدادمربوطبه منحنی برگشت رانیزدرجدول بالامی نویسیم.

ب)آزمایش اتصال کوتاه :

درمدارقبل ترمینالهای ژنراتورراتصال کوتاه می کنیم (دریکی ازفازهاآمپرمترقرارمی دهیم)پس از اطمینان عامل ازصفربودن جریان تحریک ژنراتور رابه آرامی ازمقدارصفرافزایش می دهیم جریان تحریک راحداکثرآنقدرافزایش می هیم که جریان آرمیچربرابرجریان نامی آن می شودباتغییرجریان

تحریک ازصفرتاحداکثرمجاز،جدول زیرراکامل می کنیم.

$I_{f\ (A)}$	0	0.31	0.56	0.82	1.9	1.37	1.56	1.79
$I_{sc(A)}$	0.16	1.02	1.6	2.3	3.05	3.8	4.32	4.96

سوالات

۱-درازمایش اتصال کوتاه در حالتی که جریان برابرجریان نامی ارمیچراست با تغییر سرعت چه تغییری در مقدار جریان اتصال کوتاه رخ می دهد علت ان را توضیح دهید ؟

باتغییر سرعت جریان اتصال کوتاه تغییر چندانی نمی کند اگر از مقاومت اهمی ارمیچر صرف نظر شود در حالت اتصال کوتاه تنها عنصر موجود در مدار معادل X_sمی باشد که جریان اتصال کوتاه نسبت ولتاژتولید بر ان می باشد از انجا که هم ولتاژتولیدی وهم X_sمتناسب باسرعت می باشد با تغییر سرعت نسبت انهاودر نتیجه جریان اتصال کوتاه ثابت باقی می ماند

۲- درحالت بی باری وقتی جریان تحریک به مقدار نامی می رسد بدلیل اشباع مغناطیسی هسته منحنی غیر خطی می شود در حالی که در حالت اتصال کوتاه با همان جریان تحریک منحنی کاملا خطی است علت را توضیح دهید ؟

درحالت اتصال کوتاه مدار تقریبا سلفی خالص می باشد و جریان ارمیچر نسبت به ولتاژتولیدی ژنراتور۹۰درجه پس فاز می باشد از این رو عکس العمل ارمیچر مغناطیس زدایی کرده وشار هسته را کاهش می دهد بنابر این در ازمایش اتصال کوتاه هسته هیچگاه اشباع نخواهد شد

ازمایش نهم:مشخصه خارجی ژنراتور سنکرون مستقل از شبکه و موازی کردن ژنراتور سنکرون با شبکه بی نهایت (سنکرونیزاسیون)

شرح آزمایش :

قبل از شروع ازمایش مقادیر نامی ژنراتور سنکرون وموتور dcرا از روی پلاک انها خوانده و در جدول زیر یاداشت می کنیم

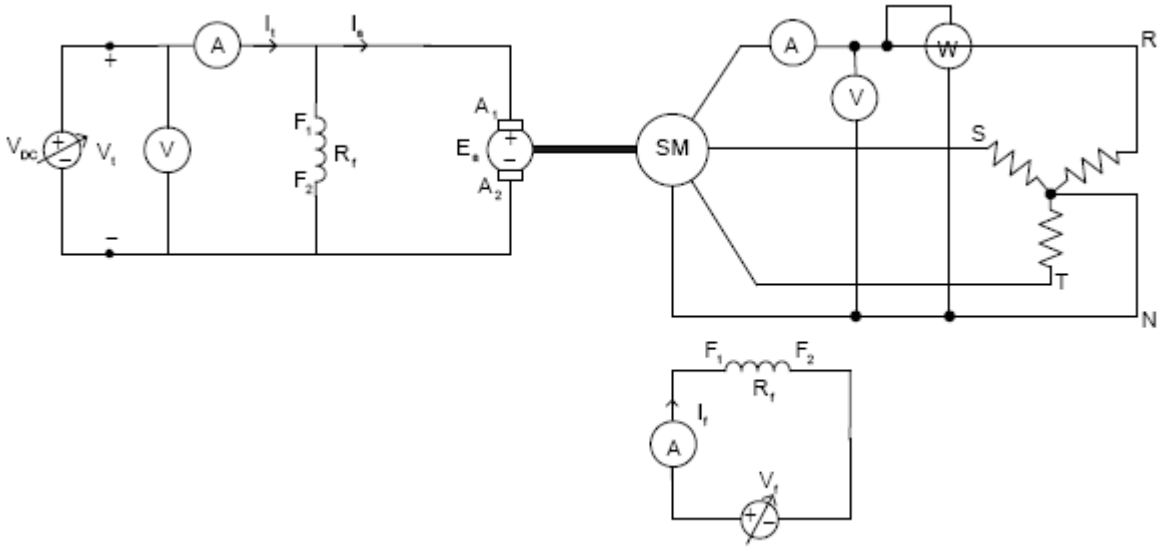
مقادیر	ژنراتور	مقادیر	موتورdc

ولتاژ نامی موتور	200 V	ولتاژزنراتور در حالت ستاره	380 V
جریان نامی ارمیچر موتور	10 A	جریان ارمیچر ژنراتور در حالت ستاره	5.8 A
جریان نامی تحریک موتور	0.62 A	جریان تحریک ژنراتور	3 A
سرعت نامی موتور	1500 rpm	سرعت نامی ژنراتور	1500 rpm

الف)بارداری ژنراتور سنکرون مستقل :

همانطور که می دانیم مشخصه ی خارجی ژنراتور سنکرون با تغییر ضریب توان بار تغییر می کند در این ازمایش مشخصه خارجی ژنراتور سنکرون را در حالت بار اهمی خالص بدست خواهیم اورد

مدار ازمایش را مطابق شکل زیر می بندیم :



اکنون دقت می کنیم که در ابتدا بارها همگی خاموش باشند سپس به ارامی دور موتور را افزایش داده به دور نامی ژنراتور می رسانیم جریان تحریک ژنراتور را نیز به گونه ای تنظیم می کنیم که ولتاژخروجی ژنراتور برابر مقادیر نامی ان شود .حال با افزایش بار ژنراتور جریان ارمیچر وولتاژترمینال ژنراتور سنکرون را در جدول زیر یادداشت می کنیم باید دقت کنیم که سرعت وجریان تحریک ژنراتور در طول ازمایش ثابت بماند

بارها	0	1	2	3	4	
$I_{a(A)}$	0	0.25	0.45	0.74	1	
$V_{C(V)}$	2		220	217	216	
					221	21

ب)موازی کردن ژنراتور سنکرون با شبکه

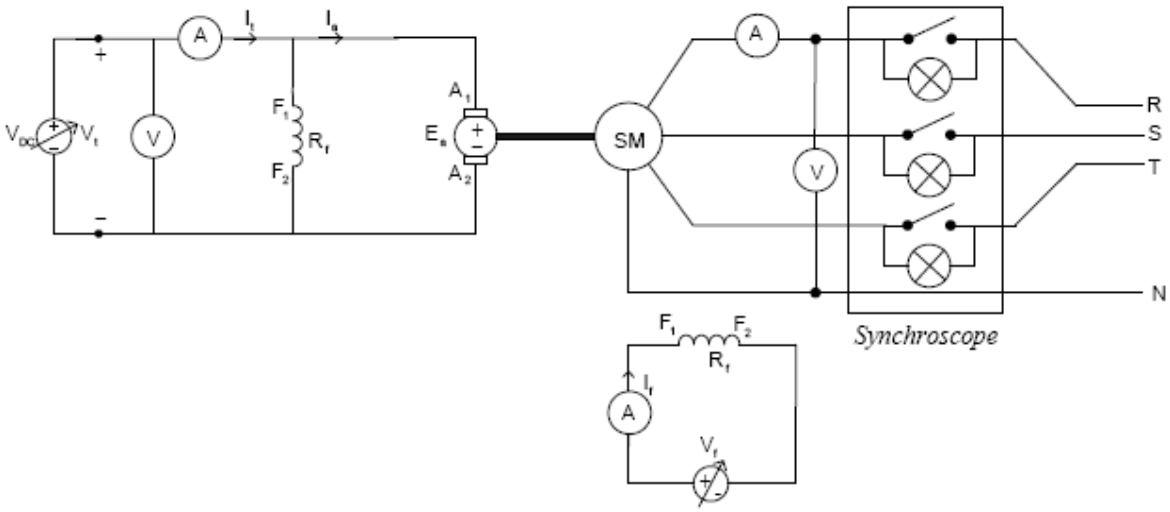
همان طور که می دانیم برای موازی کردن یک ژنراتور با یک شبکه ی قدرت بایستی ۴شرط زیر برقرار باشند :

۱- ولتاژژنراتور سنکرون برابر ولتاژ شبکه باشد
۲- توالی فاز های ژنراتور سنکرون با توالی فازهای شبکه یکسان باشد
۳- فرکانس ژنراتور سنکرون برابر فرکانس شبکه باشد
۴- در لحظه موازی کردن ولتاژهای ژنراتور وشبکه هم فاز باشند

در این ازمایشگاه برای چک کردن چهار شرط فوق از ۳عدد لامپ و یک عدد ولتمتر استفاده می شود شرط مساوی بودن ولتاژها با استفاده از واتمتر و۳شرط دیگر با استفاده از لامپ ها بررسی می شوند.در هنگام ازمایش اگر توالی فازهای ژنراتور شبکه متناضر باشند هر ۳لامپ به صورت همزمان با یکدیگر روشن وخاموش خواهند شد در غیر اینصورت روشن و خاموش شدن ان ها همزمان نخواهد بود لحظه ی هم فاز شدن ولتاژهای ژنراتور با ولتاژهای شبکعه لحظه ای است که لامپ ها خاموش می باشند

در این ازمایش از یک موتور dcشنت بعنوان محرک مکانیکی ژنراتور سنکرون استفاده می شود

مدار معادل ازمایش را مطابق شکل زیر می بندیم



برای شروع ازمایش پس از حصول اطمینان از قطع بودن کلید سنکرونیزاسیون کلید اصلی پنل را روشن می نماییم حال ولتاژدوسر موتور dcرا به ارامی و با احتیاط بالا می بریم دقت می کنیم که جریان موتور بیش از جریان نامی نشود پس از اطمینان از صحت مدار فوق ولتاژموتور را افزایش می دهیم تا موتور به سرعت نامی ژنراتور برسد

حال با افزایش جریان تحریک ژنراتور سنکرون ولتاژخروجی ژنراتور را دقیقا برابر ولتاژ شبکه تنظیم می کنیم بدین ترتیب شرط اول موازی کردن (مساوی بودن ولتاژها)برقرار شده است

حال به لامپ های سنکرونیزاسیون نگاه می کنیم اگر همزمان روشن و خاموش می شوند توالی فازها صحیح است در غیر اینصورت جای فاز های ژنراتور با شبکه را در محل کلید سنکرونیزاسیون انقدر جابه جا می کنیم تا روشن و خاموش شدن لامپ ها همزمان شود

حال با تغییر موتور dcفرکانس ژنراتور سنکرون را تغییر می دهیم تا اختلاف فرکانس ژنراتور و شبکه به حداقل ممکن برسد به این ترتیب لامپ ها با سرعت کمی روشن وخاموش خواهند شد .انقدر سرعت وجریان تحریک را تغییر می دهیم تا هم ولتاژژنراتور برابر مقدار نامی

شود و هم اختلاف فرکانس ناچیز شود.حال با احتیاط و دقت کامل به محض خاموش شدن لامپ ها کلید سنکرونیزاسیون را وصل می کنیم به این ترتیب ژنراتور با شبکه سنکرون خواهد شد .ژنراتور پس از سنکرون شدن با شبکه هیچ توان اکتیوی به ان تحویل نمی دهد برای تحویل توان توسط ژنراتور بایستی گشتاور محور ورودی ان را افزایش داده با افزایش ولتاز تغذیه موتور dcگشتاور افزایش یافته وژنراتور به شبکه توان اکتیو تحویل می دهد

سوالات

۱- ایا رگولاسیون ولتاژسنکرون مستقل می تواند منفی باشد ؟

بله –درصورت وجود بار پیش فاز (خازنی)رگولاسیون ولتاژ می تواند منفی باشد

۲- اگر پس از سنکرون شدن ژنرتور باشبکه ولتاژ موتور dcرا کاهش دهیم ژنراتور چگونه عمل می کند ؟

با کاهش گشتاور اعمالی ماشین سنکرون از حالت ژنراتوری خارج شده و به صورت موتوری به کار خود ادامه می دهد

۳- چرا با افزایش ویتاژ موتور dc سرعت ان زیاد نمی شود وثابت باقی می ماند ؟در این حالت چگونه قدرت اکتیو تحویلی به شبکه توسط ژنراتور زیاد می شود ؟

چون ماشین با شبکه سنکرون شده است سرعت ان را فرکانس شبکه تعیین خواهد کرد

۴- ایا ژنراتور سنکرون می تواند هر مقدار توان اکتیو به شبکه تحویل بدهد یا یک حد ماکزیمم وجود دارد ؟درصورت وجود حد ماکزیمم اگر بخواهیم توان تحویلی را از ان بیشتر کنیم چه اتفاقی روی می دهد ؟

حد ماکزیمم وجود دارد اگر بخواهیم توانی بیش تر از حداکثر توان قابل تحویل توسط ژنراتور از ان بکشیم ژنراتور از سنکرونیزم خارج شده وناپایدار میشود .

۵- از نظر شبکه بهتر است ژنراتور تون راکتیو تحویل دهد یا تحویل بگیرد چرا؟

تحویل بدهد چون اکثر بار های موجود در شبکه سلفی می باشد به منظور اصلاح ضریب توان بهتر است ژنراتور ها تون راکتیو به شبکه بدهند وگرنه بایستی از بانگ خازن اصلاح کننده ی ضریب توان استفاده شود

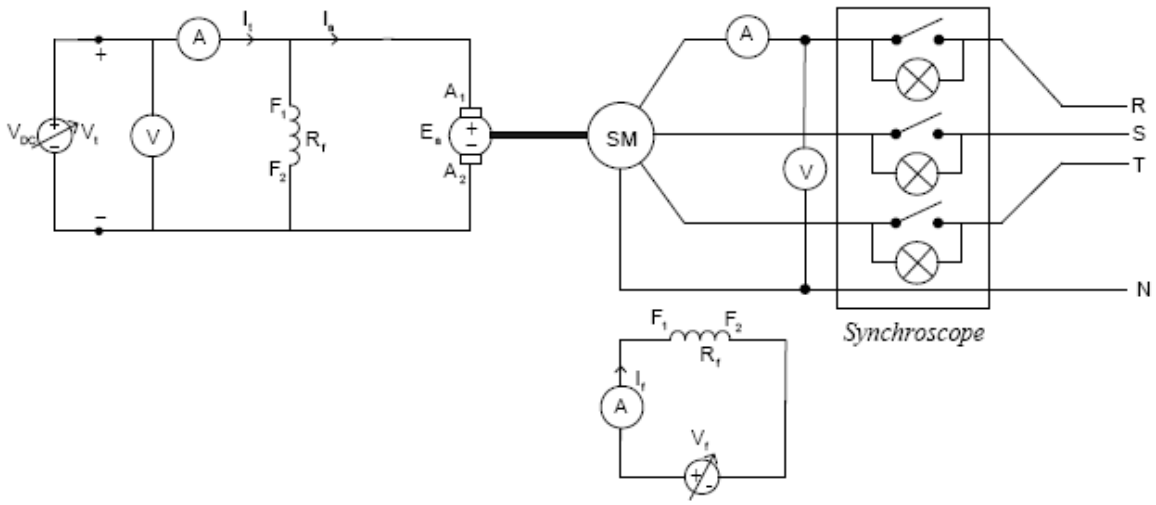
ازمایش دهم:بررسی عملکرد موتور سنکرون

شرح ازمایش :

قبل از شروع ازمایش مقادیر نامی ژنراتور سنکرون وموتور dcاز روی پلاک ان ها خوانده ودر جدول زیر یادداشت می کنیم

380 V	ولتاژ ژنراتور در حالت ستاره	200 V	ولتاژنامی موتور
5.7 A	جریان ارمیچر ژنراتور در حالت ستاره	10 A	جریان نامی ارمیچر موتور
3 A	جریان تحریک ژنراتور	0.62 A	جریان نامی تحریک موتور
1500 rpm	سرعت نامی ژنراتور	1500 rpm	سرعت نامی موتور

وسپس مدار از مایش را مطابق شکل زیر می بندیم



برای شروع ازمایش پس از حصول اطمینان از قطع بودن کلید سنکرونیزاسیون کلید اصلی پنل را روشن می نماییم حال ولتاژدوسر موتور dc را به ارامی وبا احتیاط بالا می بریم دقت می کنیم که جریان موتور بیشتر از جریان نامی نشودپس از اطمینان از صحت مدار ولتاژموتور را افزایش می دهیم تا موتور به سرعت نامی ژنراتور برسد با افزایش جریان تحریک ژنراتور سنکرون ولتاژخروجی ژنراتور را برابر ولتاژ شبکه تنظیم می کنیم سپس با دقت کامل واحتیاط ورعایت کامل هم شرایط سنکرو نیزاسیون کلید سنکرونیزاسیون را وصل می کنیم به این ترتیب ماشین سنکرون با شبکه سنکرون خواهد شد پس از سنکرون شدن ماشین هیچ توان اکتیوی به شبکه تحویل نمی دهد (نه موتور است و نه ژنراتور)حال اگر تغذیه موتور dcرا کاهش دهیم وبه مقدار صفر برسانیم گشتاور محرک روی محور ماشین سنکرون صفر شده و به صورت موتور سنکرون کار خواهد کرد تغذیه موتور dcرا صفر کرده ترمینال های ان را از تغذیه جدا کرده وبه بارها متصل می کنیم (بارهای سه فاز را موازی کرده وبه صورت بار تکفاز از ان استفاده می کنیم)به این ترتیب می توان با روشن کردن بارها گشتاور ورودی محور موتور سنکرون را افزایش داده واز ان بار گرفت .اکنون کلید بارها را خاموش کرده با تغییر جریان تحریک موتور سنکرون از حداقل مجاز (جریان تحریک نامی)جریان تحریک وجریان ارمیچر موتور سنکرون را در جدول زیر یادداشت می کنیم مقادیر توان خروجی ولتاژترمینال موتور سنکرون را نیز یاداشت می کنیم

P	80
$I_{F(A)}$	0.2 0.51 1 1.5 2 2.4
$I_{a(A)}$	3.48 2.8 1.8 1.6 2.21 2.8
$V_{T(V)}$	227

ازمایش را با روشن کردن ۲و۴بار نیز تکرار کرده ونتایج را در جداول زیر یادداشت می کنیم

P	۱۳۰,۹=۱,۱*۱۱۹			ثابت		
$I_{F(A)}$	۰,۲۲	۰,۵	۱	۱,۵	۲	۲,۴
$I_{a(A)}$	۳,۴۶	۲,۸	۱,۹	۱,۷۹	۲,۳۳	۲,۹
$V_{T(V)}$	۳۲۶					

P	112*2.12=237.44					
$I_{F(A)}$	0.12	0.5	1	1.55	2	2.4
$I_{a(A)}$	3.25	3	2.08	1.9	2.4	3
$V_{T(V)}$	227					

خواسته های ازمایش :

منحنی cosθبر حسب I_fرا به ازای هر ۳مقدار بار ازمایش شده روی یک نمودار رسم کنید

$\cos\theta=p/vi$

محاسبات برای بار اول

$\cos\theta_1=80/227*3.48=0.10$ $\cos\theta=80/227*2.8=0.126$

$\cos\theta_3=80/227*1.66=0.220$ $\cos0_4=80/227*1.6=0.196$

$\cos\theta_5=80/227*221=0.160$ $\cos0_6=80/227*2.8=0.126$

محاسبات برای بار دوم

$\cos\theta_1=130.9/226*3.46=0.167$ $\cos0_2=130.9/226*2.8=0.207$

$\cos\theta_3=130.9/226*1.9=0.305$ $\cos0_4=130.9/226*1.79=0.323$

$\cos\theta_5=130.9/226*2.32=0.250$ $\cos0_6=130.9/226*2.9=0.20$

محاسبات برای بار سوم

$\cos\theta_1=237.44/227*3.95=0.265$ $\cos0_2=237.44/227*3=0.349$

$\cos\theta_3=237.44/227*2.8=0.503$ $\cos0_4=237.4/227*1.9=0.550$

$\cos\theta_5=237.44/227*2.4=0.436$ $\cos0_6=237.44/227*3=0.349$

منحنی های Qبرحسب Ifرابه ازای هر سه مقدار بار ازمایش شده روی یک نمودار رسم کنید

$\cos\theta=0.1$ $\theta=\cos^{-1}(0.1)=84.26$

محاسبات برای جدول اول

$Q_1=VI\sin\theta=227*3.48\sin(84.26)=787$

$Q_2=630.53$

$Q_3=400.67$

$Q_4=54.30$

$Q_5=495.20$

$Q_6=630.53$

محاسبات برای جدول دوم

$Q_1=880.16$

$Q_2=619.09$

$Q_3=408.94$

$Q_4==382.856$

$Q_5=509.86$

$Q_6=642.16$

محاسبات برای جدول سوم

$Q_1=864.59$

$Q_2=638.18$

$Q_3=408.08$

$Q_4=360.21$

$Q_5=490.29$

$Q_6=638.18$

سوالات

۱- چه عاملی توان خروجی موتور سنکرون را محدود می کند ؟

حداکثر توان موتور سنکرون از رابطه v1E/Xsبدست می اید از انجا که مقادیر V1,Eتقریبا برابر ولتاژ نامی می باشد حداکثر توان خروجی وابسته به مقدار امپدانس سنکرون خواهد بود

۲- به ازای جریان تحریک ثابت موتور سنکرون با افزایش بار خروجی ان چگونه تغییر می کند ؟

به ازای جریان تحریک ثابت با افزایش بار ضریب توان نیز بهبود می یابد