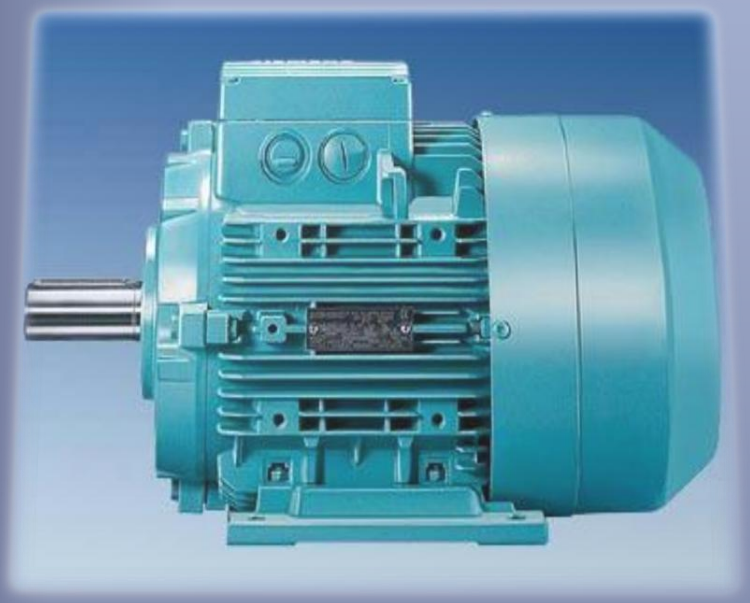
www.sbargh.ir



دستور کار آزمایشگاه ماشین (2)

بهزاد آقا یی

دانشجوی ترم چهار برق

استاد راهنما:مهندس شایقی

دانشگاه فنی و حرفه ای تبریز

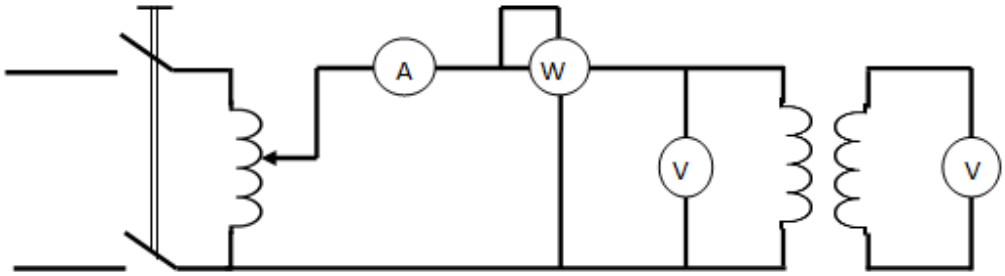
www.prozhe.com

www.sbargh.ir

آزمایش بی باری، اتصال کوتاه، بارداری ترانسفورماتور

آزمایش-بی باری ترانسفورماتور

مداری مطابق شکل اتصال میدهیم.در حالی که ولتاژ ورودی صفر است،کلید را وصل میکنیم.ولتاژ ورودی را به تدریج افزایش میدهیم و به طبع آن جریان ورودی و توان مصرفی و ولتاژ خروجی را با قرائت از روی وسایل اندازه گیری در جدول زیر یادداشت می کنیم.



$U_0 = U_1$	60	100	140	170	200	220
I_0(A)	0.145	0.23	0.28	0.42	0.31	0.41
P_0 (w)	4	12	20	30	40	50
U_2(V)	15.40	26	36	44	51.7	56.3
K	3.89	3.84	3.88	3.86	3.86	3.90

$$R_m = \frac{U_o^2}{P_o} \Rightarrow \frac{60^2}{4} = 900\Omega \, , R_m = \frac{U_o^2}{P_o} \Rightarrow \frac{100^2}{12} = 833.3\Omega \, , R_m = \frac{U_o^2}{P_o} \Rightarrow \frac{140^2}{20} = 980\Omega \, , R_m = \frac{U_o^2}{P_o} \Rightarrow \frac{170^2}{30} = 963.3\Omega$$

$$R_m = \frac{U_o^2}{P_o} \Rightarrow \frac{200^2}{40} = 1000\Omega \, , R_m = \frac{U_o^2}{P_o} \Rightarrow \frac{220^2}{50} = 968\Omega$$

$$I_{oa} = \frac{U_o}{R_m} \Rightarrow \frac{60}{900} = 0.06\ A \, , I_{oa} = \frac{U_o}{R_m} \Rightarrow \frac{100}{833.3} = 0.12\ A \, , I_{oa} = \frac{U_o}{R_m} \Rightarrow \frac{140}{980} = 0.14\ A \, , I_{oa} = \frac{U_o}{R_m} \Rightarrow \frac{170}{963.3} = 0.17\ A$$

$$I_{oa} = \frac{U_o}{R_m} \Rightarrow \frac{200}{1000} = 0.2\ A \, , I_{oa} = \frac{U_o}{R_m} \Rightarrow \frac{220}{968} = 0.227\ A$$

$$I_{or} = \sqrt{I_0^2 - I_{oa}^2} \Rightarrow \sqrt{0.145^2 - 0.06^2} = 0.13A \, , I_{or} = \sqrt{I_0^2 - I_{oa}^2} \Rightarrow \sqrt{0.23^2 - 0.12^2} = 0.19A$$

$$I_{or} = \sqrt{I_0^2 - I_{oa}^2} \Rightarrow \sqrt{0.28^2 - 0.14^2} = 0.24A \, , I_{or} = \sqrt{I_0^2 - I_{oa}^2} \Rightarrow \sqrt{0.42^2 - 0.17^2} = 0.38A$$

$$I_{or} = \sqrt{I_0^2 - I_{oa}^2} \Rightarrow \sqrt{0.31^2 - 0.2^2} = 0.23A \, , I_{or} = \sqrt{I_0^2 - I_{oa}^2} \Rightarrow \sqrt{0.41^2 - 0.227^2} = 0.34A$$

$$X_m = \frac{U_o}{I_{or}} \Rightarrow \frac{60}{0.13} = 461.53\Omega \, , X_m = \frac{U_o}{I_{or}} \Rightarrow \frac{100}{0.19} = 526.32\Omega \, , X_m = \frac{U_o}{I_{or}} \Rightarrow \frac{140}{0.24} = 583.33\Omega$$

$$X_m = \frac{U_o}{I_{or}} \Rightarrow \frac{170}{0.38} = 447.36\Omega \, , X_m = \frac{U_o}{I_{or}} \Rightarrow \frac{200}{0.23} = 869.56\Omega \, , X_m = \frac{U_o}{I_{or}} \Rightarrow \frac{220}{0.34} = 647.05\Omega$$

$$\varphi_0 = \frac{I_{0a}}{I_o} \Rightarrow \frac{0.06}{0.145} = 0.41 \, , \varphi_0 = \frac{I_{0a}}{I_o} \Rightarrow \frac{0.12}{0.23} = 0.52 \, , \varphi_0 = \frac{I_{0a}}{I_o} \Rightarrow \frac{0.14}{0.28} = 0.5 \, , \varphi_0 = \frac{I_{0a}}{I_o} \Rightarrow \frac{0.17}{0.42} = 0.40$$

$$\varphi_0 = \frac{I_{0a}}{I_o} \Rightarrow \frac{0.2}{0.31} = 0.64 \, , \varphi_0 = \frac{I_{0a}}{I_o} \Rightarrow \frac{0.227}{0.41} = 0.55$$

$$P_o = R_m * I_0^2 \Rightarrow 900 * (0.145)^2 = 18.92\, w \, , P_o = R_m * I_0^2 \Rightarrow 833.3 * (0.23)^2 = 44.08\, w$$

$$P_o = R_m * I_0^2 \Rightarrow 980 * (0.28)^2 = 76.83\, w \, , P_o = R_m * I_0^2 \Rightarrow 963.3 * (0.42)^2 = 169.92\, w$$

$$P_o = R_m * I_0^2 \Rightarrow 1000 * (0.31)^2 = 96.1\, w \, , P_o = R_m * I_0^2 \Rightarrow 968 * (0.41)^2 = 162.72w$$

$$\cos\varphi = \left(\frac{P_o}{U_o * I_o}\right) \Rightarrow \frac{18.92}{60 * 0.145} = 2.17 \, , \cos\varphi = \left(\frac{P_o}{U_o * I_o}\right) \Rightarrow \frac{44.08}{100 * 0.23} = 1.91$$

$$\cos\varphi = \left(\frac{P_o}{U_o * I_o}\right) \Rightarrow \frac{76.83}{140 * 0.28} = 1.95 \, , \cos\varphi = \left(\frac{P_o}{U_o * I_o}\right) \Rightarrow \frac{169.92}{170 * 0.42} = 2.37$$

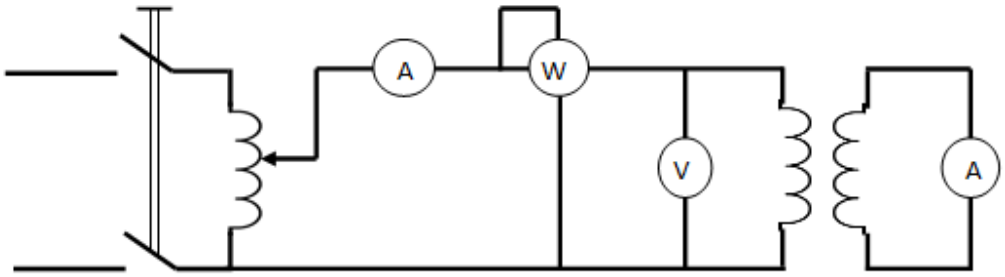
$$\cos\varphi = \left(\frac{P_o}{U_o * I_o}\right) \Rightarrow \frac{96.1}{200 * 0.31} = 1.55 \, , \cos\varphi = \left(\frac{P_o}{U_o * I_o}\right) \Rightarrow \frac{162.72}{220 * 0.41} = 1.80$$

- در آزمایش بی باری تلفات آهنی مشخص می شوند.(همان تلفات مصرفی هستند)
- در بی باری تلفات فقط حرارتی هستند.
- ضریب تبدیل (K)برابر است با نسبت ولتاژ ورودی به ولتاژ خروجی

www.sbargh.ir

آزمایش- اتصال کوتاه ترانسفورماتور

مداری مطابق شکل زیر را اتصال داده کلید ولتاژ منبع قطع باشد،چون در این مدار ثانویه اتصال کوتاه می باشد،با افزایش تدریجی ولتاژ ورودی از ثانویه یا اولیه جریان نامی در حدود 20 آمپر خواهد گذشت.



I_2	4	8	12	15	17	20
U_{sc}(V)	10	9.5	13.53	15	16.5	18
I_{sc}(A)	0.34	1.1	1.5	1.9	0.25	2.4
P_2(W)	8	8	20	29	36	42

با استفاده از پارامترهای مربوطه مدار معادل ترانسفورماتور را رسم می کنیم.

مشخصات ترانسفورماتور: $V_{\text{in}} = 220\text{v}\ ,\ V_{\text{out}} = 25\text{v}\ ,P_2 = 450\text{V}.$

$$Z_e = \frac{U_{sc}}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{10}{0.34} = 29.41\Omega\ , Z_e = \frac{U_{sc}}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{9.5}{1.1} = 8.63\Omega\ , Z_e = \frac{U_{sc}}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{13.53}{1.5} = 9.02\Omega$$

$$Z_e = \frac{U_{sc}}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{15}{1.9} = 7.89\Omega\ , Z_e = \frac{U_{sc}}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{16.5}{0.25} = 66\Omega\ , Z_e = \frac{U_{sc}}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{18}{2.4} = 7.5\Omega$$

$$R_e = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} \Rightarrow \frac{8}{0.34^2} = 69.20\Omega\ , R_e = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} \Rightarrow \frac{8}{1.1^2} = 6.61\Omega\ , R_e = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} \Rightarrow \frac{20}{1.5^2} = 8.88\Omega$$

$$R_e = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} \Rightarrow \frac{28}{1.9^2} = 7.75\Omega\ , R_e = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} \Rightarrow \frac{36}{0.25^2} = 576\Omega\ , R_e = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} \Rightarrow \frac{42}{2.4^2} = 7.29\Omega$$

$$X_e = \sqrt{Z_e^2 - R_e^2} \Rightarrow \sqrt{29.41^2 - 69.20^2} = , X_e = \sqrt{Z_e^2 - R_e^2} \Rightarrow \sqrt{8.63^2 - 6.61^2} = 5.54\Omega$$

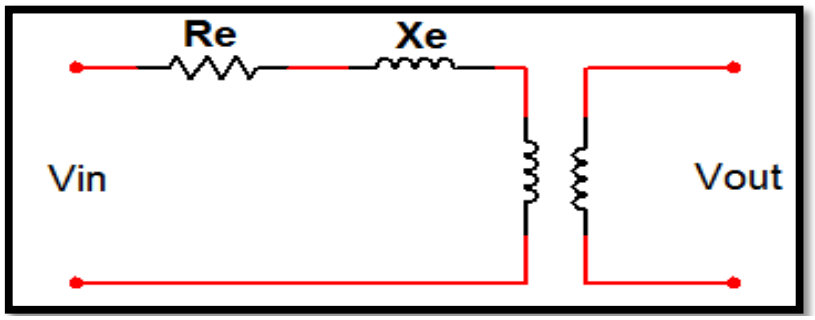
$$X_e = \sqrt{Z_e^2 - R_e^2} \Rightarrow \sqrt{9.02^2 - 8.88^2} = 1.58\Omega \, , X_e = \sqrt{Z_e^2 - R_e^2} \Rightarrow \sqrt{7.89^2 - 7.75^2} = 1.47\Omega$$

$$X_e = \sqrt{Z_e^2 - R_e^2} \Rightarrow \sqrt{66^2 - 576^2} = ? \, , X_e = \sqrt{Z_e^2 - R_e^2} \Rightarrow \sqrt{7.5^2 - 7.29^2} = 1.76\Omega$$

$$\%V_{sc} = \frac{U_{sc}}{U_N} * 100 \Rightarrow \frac{10}{220} * 100 = 4.54 \, , \%V_{sc} = \frac{U_{sc}}{U_N} * 100 \Rightarrow \frac{9.5}{220} * 100 = 4.31$$

$$\%V_{sc} = \frac{U_{sc}}{U_N} * 100 \Rightarrow \frac{13.53}{220} * 100 = 6.15 \, , \%V_{sc} = \frac{U_{sc}}{U_N} * 100 \Rightarrow \frac{15}{220} * 100 = 6.81$$

$$\%V_{sc} = \frac{U_{sc}}{U_N} * 100 \Rightarrow \frac{16.5}{220} * 100 = 7.5 \, , \%V_{sc} = \frac{U_{sc}}{U_N} * 100 \Rightarrow \frac{18}{220} * 100 = 8.18$$

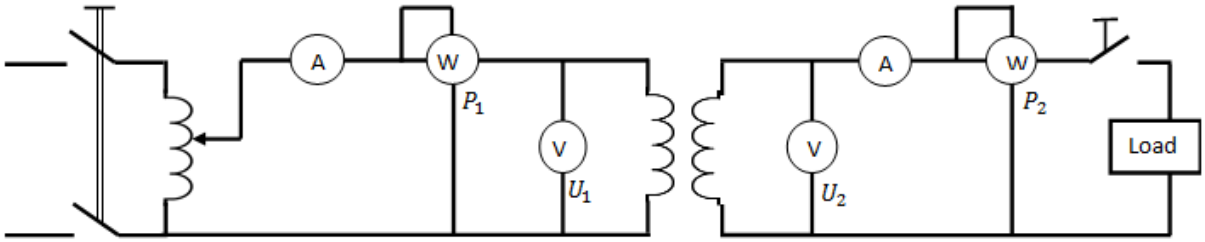


- در آزمایش اتصال کوتاه ترانسفورماتور،تلفات مسی بدست می آید.

آزمایش- بارداری ترانسفورماتور

مداری مطابق شکل زیر را ترتیب می دهیم،بار را به تدریج افزایش می دهیم و تا اعمال ولتاژ ورودی 220 ولت و جریان خروجی 20 آمپر آزمایش را ادامه می دهیم.مقادیر بدست آمده را در جدول زیر یادداشت می کنیم.

با توجه به نتایج آزمایش مشخصه ضریب بهره را نسبت به توان خروجی بدست می آوریم.



با استناد به آزمایش بالا جدول زیر را پر می کنیم.

U_1	220	220	220	220	220
U_2(V)	215	210	207	204	198
I_1(A)	3.2	4	4.6	5	5.6
I_2(A)	0.09	0.25	0.36	0.4	0.5
P_1(W)	50	80	100	220	260
P_2(W)	25	57	78	88	107

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} * 100 \Rightarrow \frac{25}{50} * 100 = 24\% \ , \ \eta = \frac{P_2}{P_1} * 100 \Rightarrow \frac{57}{80} * 100 = 71.25\% \ , \ \eta = \frac{P_2}{P_1} * 100 \Rightarrow \frac{78}{100} * 100 = 78\%$$

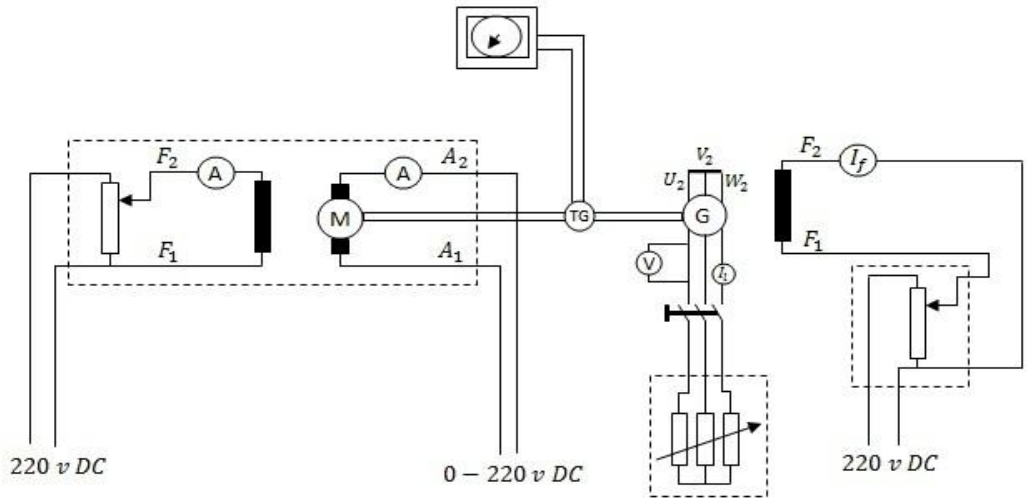
$$\eta = \frac{P_2}{P_1} * 100 \Rightarrow \frac{88}{220} * 100 = 40\% \ , \ \eta = \frac{P_2}{P_1} * 100 \Rightarrow \frac{107}{260} * 100 = 41.15\%$$

❖ در راندمان 78٪ تلفات مسی و تلفات آهنی باهم برابر هستند.

آزمایش بی باری، اتصال کوتاه، بارداری ژنراتور سنکرون

آزمایش- بی باری ژنراتور سنکرون

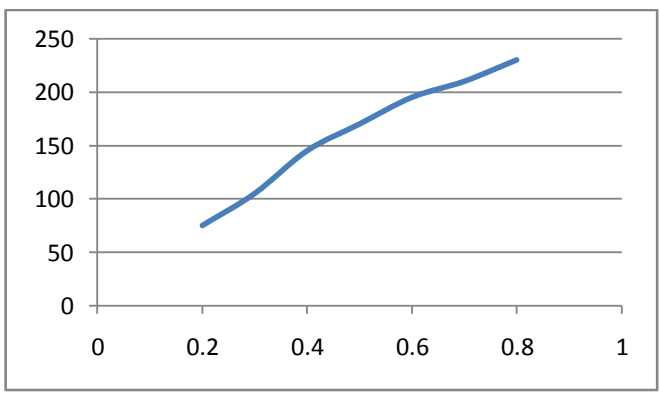
مداری را مطابق شکل زیر ترتیب میدهیم،با این فرق که بار را به مدار وصل نمی کنیم . با افزایش تدریجی جریان تحریک (I_f)مقدار ولتاژ خروجی $E_a = V_t$ را بدست می آوریم.



طریقه راه اندازی مدار:

ابتدا کلید مربوط به سیم پیچ تحریک موتور را وصل مینماییم و در حالی که پتانسومتر مدار تحریک ژنراتور در حداکثر است،را وصل می نماییم.سپس کلید مربوط به ولتاژ آرمیچر موتور را افزایش داده و دور(سرعت)مورد نظر را بدست می آوریم.

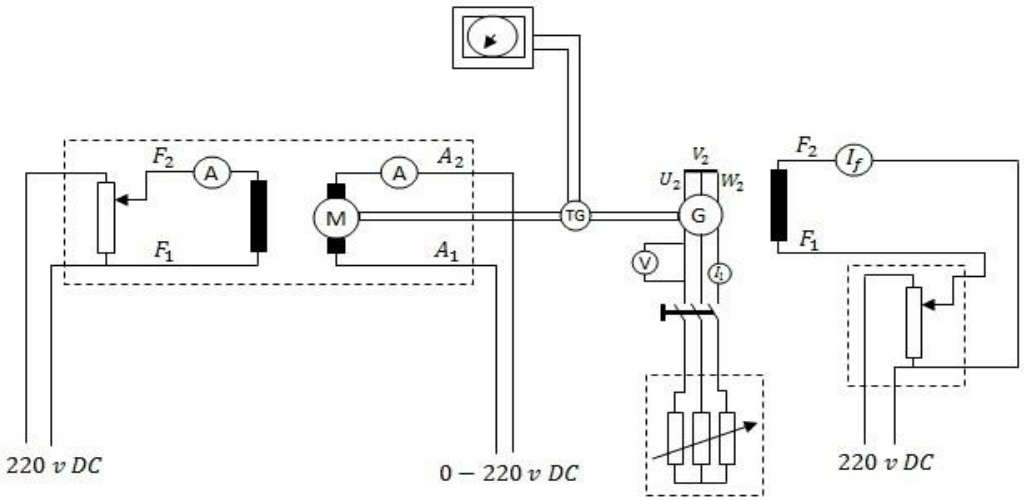
V_t	I_f
33.5	0.1
75	0.2
105	0.3
145	0.4
170	0.5
195	0.6
210	0.7
230	0.8



$V_t = F(I_f)$

آزمایش-اتصال کوتاه ژنراتور سنکرون

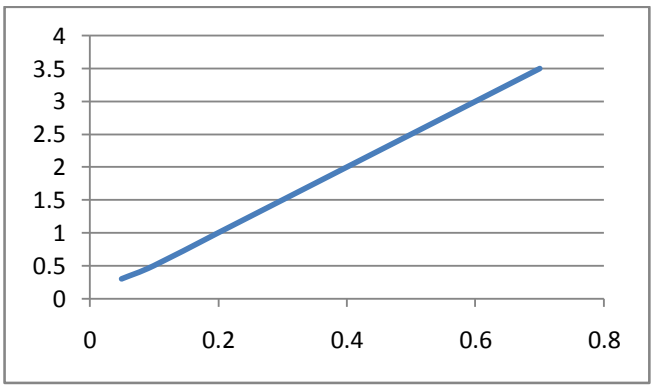
مداری مانند مدار زیر را می بندیم،با این تفاوت که در قسمت ورودی های سیم پیچی ژنراتور توسط آمپرمتر یک اتصال کوتاه ایجاد می کنیم.با افزایش بسیار اندک جریان تحریک،جریان بار(آمپرمتر)را یادداشت می نماییم.



طریقه خاموش کردن مدار:

ابتدا پتانسیومتر مدار تحریک ژنراتور را زیاد کرده و بعدا دور(سرعت)موتور را کم می کنیم و در آخرین مرحله نیز تحریک موتور را کم می کنیم.

I_{sc}	I_f
0.3	0.05
0.5	0.1
1	0.2
1.5	0.3
2	0.4
2.5	0.5
3	0.6
3.5	7



$$I_{sc} = F(I_f)$$

هدف:

- به دست آوردن R_s،X_s،Z_s

مقادیر ذکر شده را با استفاده از روابط زیر بدست می آوریم:

$$Z_s = \frac{V_t}{I_{sc}} \ , \ X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \ , \ R_{dc} = 1.3\Omega \Rightarrow R_{ac} = R_s = 1.3 * 1.2 = 1.56\Omega$$

$$Z_s = \frac{V_t}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{33.5/\sqrt{3}}{0.5} = 38.68\Omega \ , Z_s = \frac{V_t}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{75/\sqrt{3}}{1} = 25\sqrt{3}\Omega \ , Z_s = \frac{V_t}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{105/\sqrt{3}}{1.5} = 40.41\Omega \ , Z_s = \frac{V_t}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{145/\sqrt{3}}{2} = 41.85\Omega$$

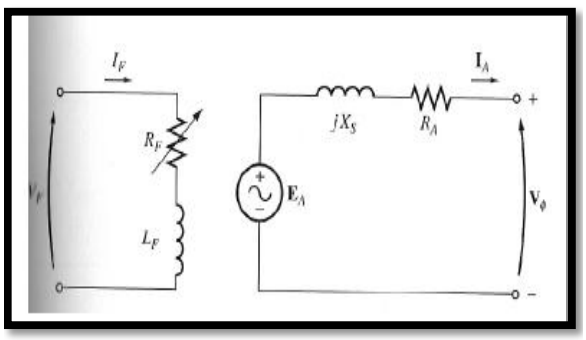
$$Z_s = \frac{V_t}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{170/\sqrt{3}}{2.5} = 39.25\Omega \ , Z_s = \frac{V_t}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{195/\sqrt{3}}{3} = 37.52\Omega \ , Z_s = \frac{V_t}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{210/\sqrt{3}}{3.5} = 20\sqrt{3}\Omega \ , Z_s = \frac{V_t}{I_{sc}} \Rightarrow \frac{230/\sqrt{3}}{4} = 33.19\Omega$$

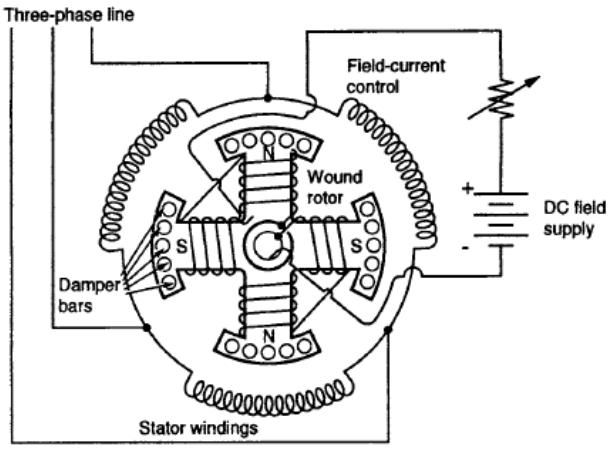
$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \Rightarrow \sqrt{38.68^2 - 1.56^2} = 38.64\Omega \, , X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \Rightarrow \sqrt{25\sqrt{3}^2 - 1.56^2} = 43.27\Omega$$

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \Rightarrow \sqrt{40.41^2 - 1.56^2} = 40.37\Omega \, , X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \Rightarrow \sqrt{41.85^2 - 1.56^2} = 41.82\Omega$$

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \Rightarrow \sqrt{39.25^2 - 1.56^2} = 39.21\Omega \, , X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \Rightarrow \sqrt{37.52^2 - 1.56^2} = 37.48\Omega$$

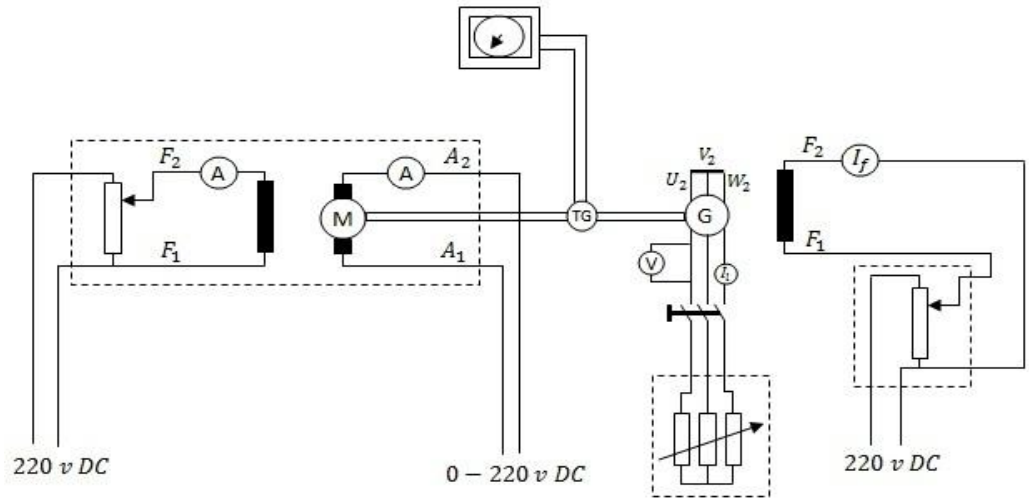
$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \Rightarrow \sqrt{20\sqrt{3}^2 - 1.56^2} = 34.60\Omega \, , X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \Rightarrow \sqrt{33.19^2 - 1.56^2} = 57.478\Omega$$





آزمایش- بارداری ژنراتور سنکرون

ابتدا مداری مانند شکل زیر را آماده می کنیم.با توجه به نحوه روشن و خاموش کردن ست(SET)مدار را روشن می کنیم.بعد اینکه ولتاژ نامی توسط ژنراتور تامین شد و در حالتی که بار در ماکزیمم مقدار خود است،کلید با را می بندیم(بعلت جریان راه اندازی کمتر).سپس با افزایش جریان بار ، ولتاژ خروجی در بارهای اهمی،سلفی،خازنی را یادداشت می نماییم.



وضعیت ولتاژ خروجی به شرح زیر است:

بار اهمی:

- با توجه به وضعیت جدول،ولتاژ در بار اهمی در خروجی افت می کند.

بار سلفی:

- وضعیت ولتاژ خروجی در بار سلفی دارای افت ولتاژ کمتری نسبت به بار اهمی است.

بار خازنی:

- در چنین باری ولتاژ خروجی علاوه بر اینکه افتی ندارد،دارای افزایش نیز می باشد.

I_l	V_T
0	220
0.45	213
1	208
1.5	200
2	185

بار اهمی

I_l	V_T
0	220
0.15	213
0.33	204
0.5	195
0.65	187
0.8	182
0.92	172
1	170
1.05	161
1.27	159
1.35	154

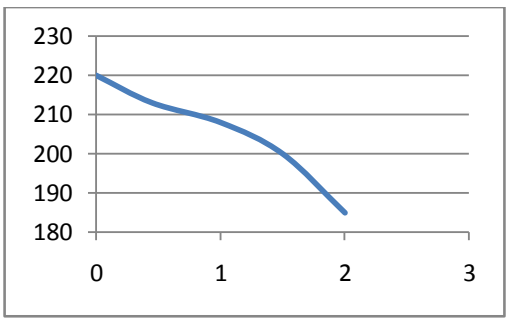
بار سلفی

I_l	V_T
0	220
0.45	238
0.95	261
1.5	278
2.1	295
2.8	310

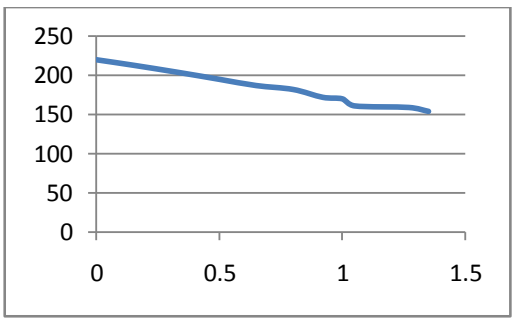
بار خازنی

مشخصه بارداری ژنراتور سنکرون برای بار های متفاوت:

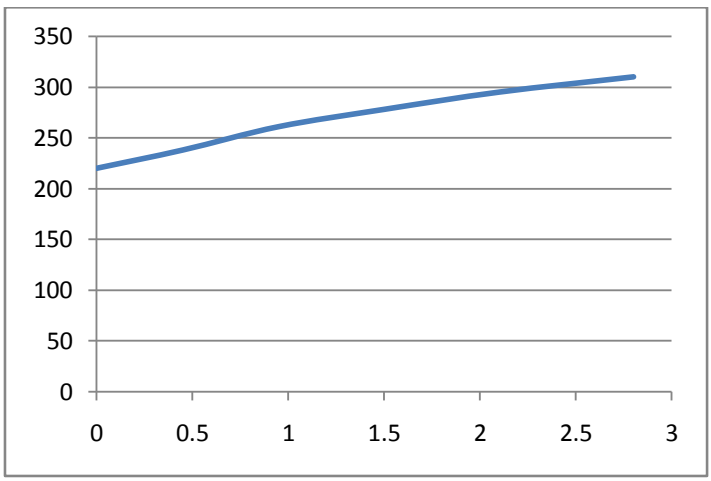
این منحنی وضعیت ولتاژ خروجی ژنراتور را به ازای جریان بار در بارهای متفاوت را نشان می دهد.



بار اهمی



بار سلفی



بار خازنی

- چرا در بار اهمی به ژنراتور فشار مکانیکی وارد می شود ولی در بارهای سلفی و خازنی گشتاور سنج،بار مکانیکی زیاد روی محور ژنراتور را نشان نمی دهد؟

بخاطر اینکه بار اهمی فقط توان اکتیو مصرف می کند ولی بارهای سلف و خازنی توان اکتیو و راکتیو مصرف می کنند و این توان با بین شبکه و مصرف کننده تبادل پیدا می کند.

- ✓ وقتی گفته می شود که V_1با V_2مثلا 30 درجه اختلاف فاز دارند،منظور این است که مقادیر دو ولتاژ در یک لحظه(بطور مثال $t = 1$)باهم برابر نیست.
- ✓ علت افت یا افزایش ولتاژ در بارهای متفاوت میدان های مغناطیسی هستند که با توجه به نوع بار تولید می شوند و با میدان اصلی مخالفت یا موافقت می کنند که اثر آن بصورت افت یا ازدیاد ولتاژ است.

موتور سنکرون

طریقه راه اندازی موتور سنکرون

موتور سنکرون ماشینی است که شرط راه اندازی آن قفل شده روتور با استاتور(قفل مغناطیسی)می باشد.تفاوت اصلی موتور سنکرون با موتورهای دیگر در سرعت ثابت این موتور به ازای بارهای متفاوت،می باشد.برای راه اندازی موتور سنکرون می توان از روش های زیر استفاده نمود.

الف)محرک خارجی ب)ژنراتوری پ)فرکانس شروع پایین ت)استفاده از قفس سنجابی

- لازم به یادآوری هدف استفاده از روشهای بالا صرفا برابری دور رتور با دور استاتور می باشد.

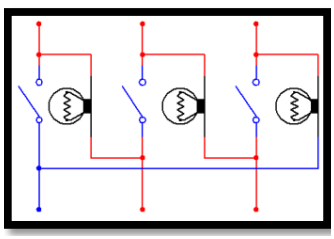
در راه اندازی موتور سنکرون به روش ژنراتوری،ابتدا موتور سنکرون را به حالت ژنراتور سنکرون راه اندازی می کنیم و با رعایت شرایط پارالل کردن دو منبع،ژنراتور را به شبکه وصل می کنیم.بعد از پارالل کردن موتور محرک ژنراتور را خاموش می نماییم و در نتیجه ژنراتور سنکرون در حالت موتور سنکرون به کار خود ادامه می دهد.

شرایط پارالل کردن عبارتند از:

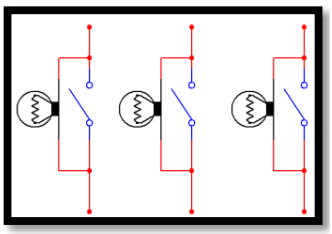
الف)ولتاژ یکسان ب)فرکانس یکسان پ)رعایت توالی فاز

- برای تولید ولتاژی برابر با ولتاژ شبکه می توان تحریک ژنراتور را تنظیم کرد و برای اینکه فرکانس شبکه با ژنراتور برابر باشند،باید دور ژنراتور را کنترل کرد.

روشهای کنترل توالی فاز:



لامپ خاموش

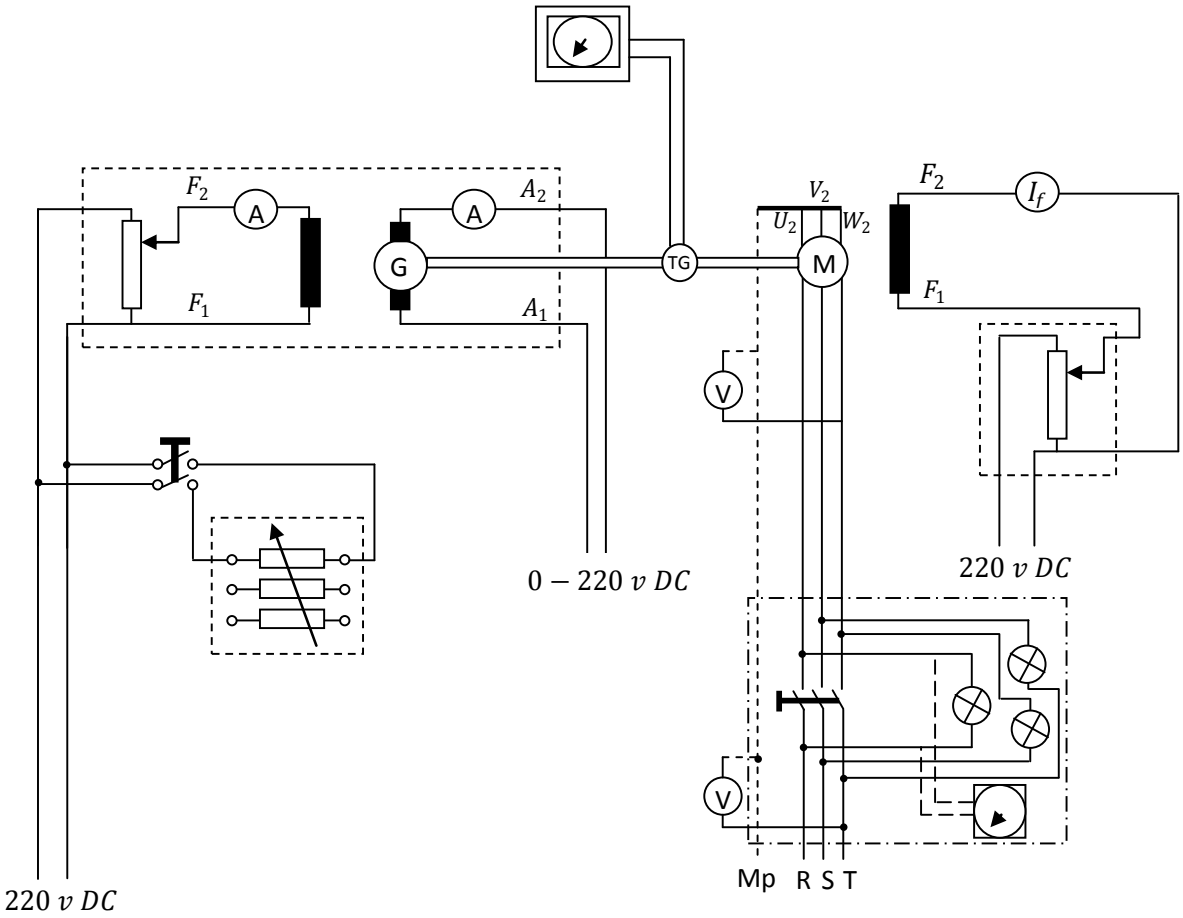


لامپ روشن

- اگر هر سه لامپ سنکرونسکوپ باهم روشن و خاموش شدند بمعنی عدم رعایت توالی فاز می باشد.
- در موتور سنکرون اگر بار ناگهانی تغییر کند،موتور از حالت سنکرونیزه خارج می شود.

آزمایش-اندازه گیری مشخصه(V)

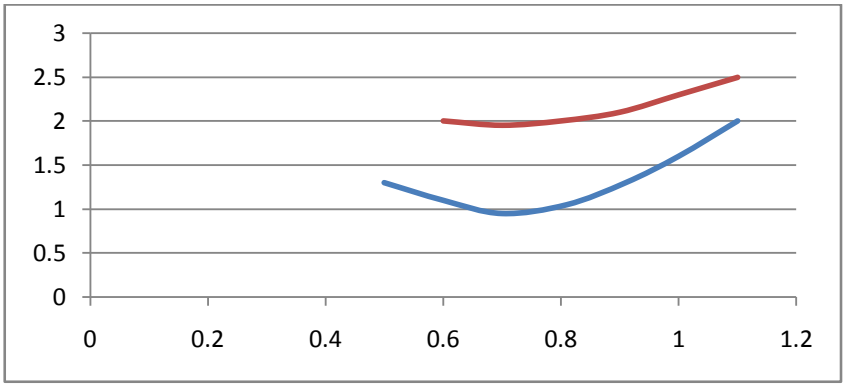
با توجه به این منحنی رفتار موتور سنکرون در جریان تحریک های متفاوت بدست می آید.بدین صورت که موتور سنکرون را در حالت بی باری قرار می دهیم و با تغییر مقدار I_{f}،مقدار I_{a}بدست می آید.



- با افزایش جریان I_{f} در یک بار ثابت،جریان خازنی تر می شود.
- در یک I_{f} ثابت،با افزایش بار I_{L} بسته به موقعیت، با وجود بار باعث تغییر خاصیت خازنی می شود؛لذا نمی توان بعنوان کندانسور بار استفاده کرد.
- با $\cos\varphi = 1$ اگر بار افزایش یابد،جریان I_{L} سلفی می شود.

I_f	I_a	U_n	P_1	$\cos\varphi$	S	P_{in}	Q	
0.5	1.3	132	72	0.45	297.2	216	204.1	سلفی
0.6	1.1	132	72	0.55	251.4	216	128.6	
0.7	0.95	132	72	0.7	217.1	216	21.8	
0.81	1.05	132	72	0.9	240	216	104.6	
0.91	1.3	132	72	0.98	297.2	216	204.1	خازنی
1	1.6	132	60	0.85	365.8	180	318.4	
1.10	2	132	64	0.68	457.2	192	414.9	

I_f	I_a	U_n	P_1	$\cos\varphi$	S	P_{in}	Q
1.10	2.5	132	200	0.9	571.5	600	-183.6
1	2.3	132	200	0.97	525.8	600	-288.9
0.9	2.1	132	200	1	480.1	600	-359.8
0.8	2	132	200	0.98	457.2	600	-388.4
0.7	1.95	132	204	0.9	445.8	612	-419.2
0.6	2	132	208	0.8	457.2	624	-424.6



$I_a = f(I_f)$

$P_{in} = 3 * P_1$ قدرت کل ورودی

$S = 3 * U_n * I_n$ قدرت ظاهری

$Q = \sqrt{S^2 - P_{in}^2}$ قدرت راکتیو

$P_{out} = \frac{2\pi * 1500}{60} * M$ قدرت خروجی

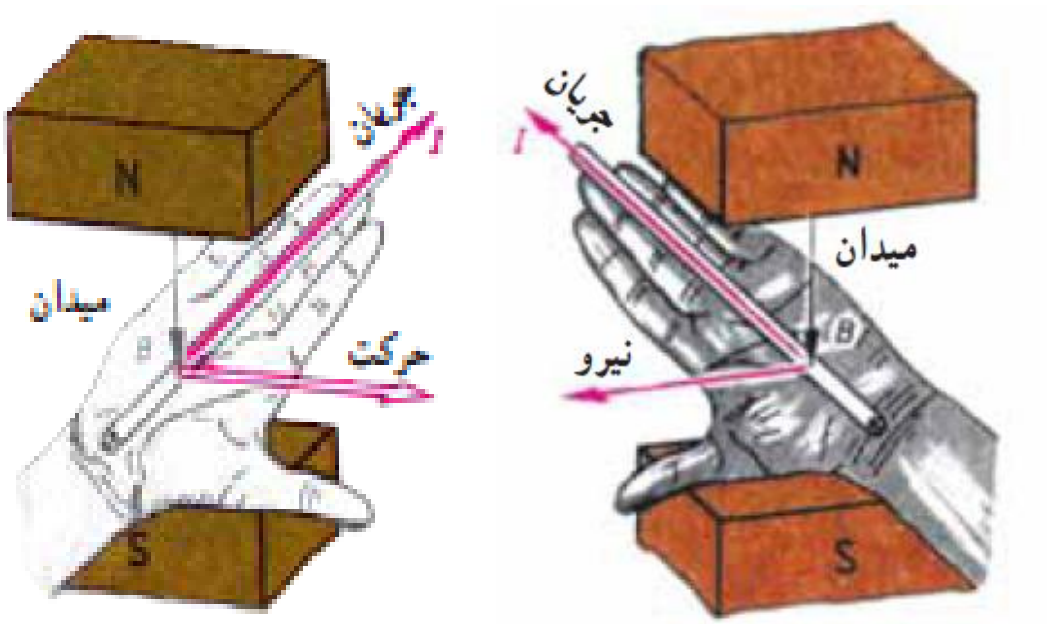
www.sbargh.ir

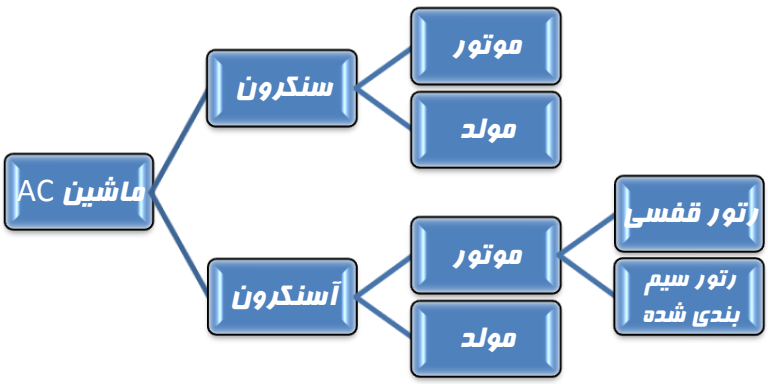
موتور سنکرون با روتور سیم بندی شده

اطلاعات لازم قبل از انجام آزمایش

قانون دست راست:اگر دست راست خود را طوری نگهداریم که فوران به کف آن وارد شود،اگر چهار انگشت جهت جریان در هادی را نشان دهند،انگشت شست جهت حرکت را نشان خواهد داد.

قانون دست چپ:اگر دست چپ خود را طوری نگهداریم که فوران به کف آن وارد شود،اگر چهار انگشت جهت جریان را نشان دهند،انگشت شست جهت نیروی وارده بر هادی است.





اگر در یک موتور رتور سیم بندی شده استاتور اتصال کوتاه باشد و به رتور ولتاژ سه فاز اعمال شود،رتور در جهت عکس میدان دوار خواهد چرخید.علت آن را نیز می توان با قانون لنز اثبات کرد.

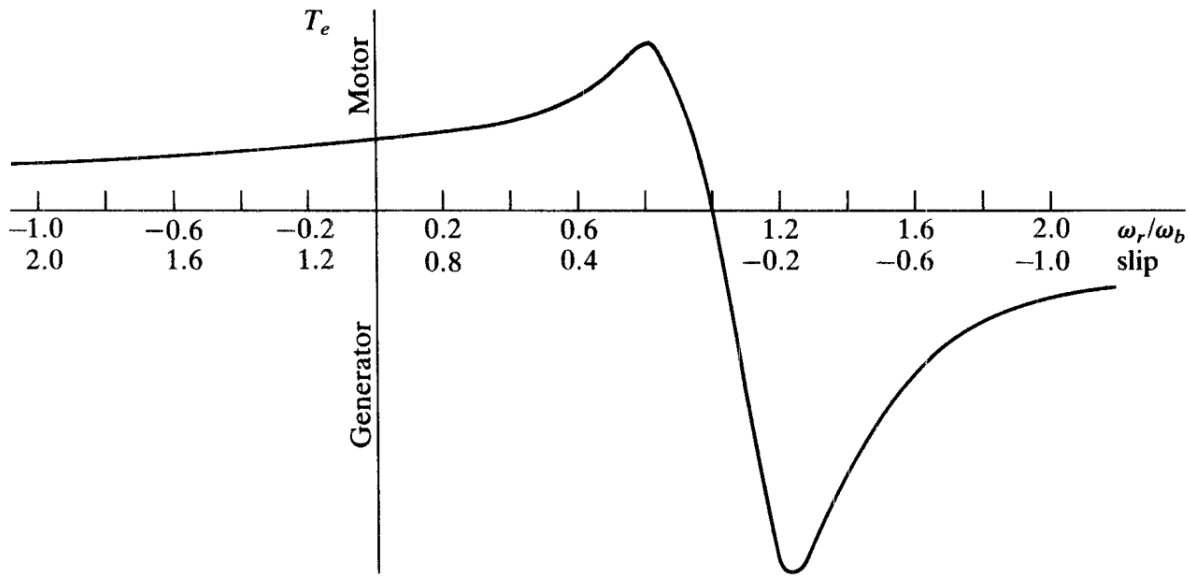
سرعت لغزش:به اختلاف سرعت بین رتور و استاتور گفته می شود و با Δnنشان می دهند.

$$\Delta n = n_{synn} - n_{rot}$$

لغزش:عبارت است از نسبت سرعت لغزش به سرعت سنکرون،با S نشان می دهند.

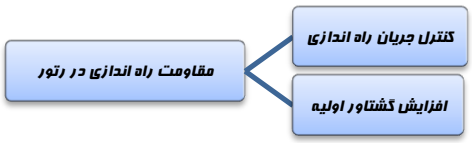
- از آنجایی که لغزش عددی کوچک می باشد،به در صد بیان می شود. $s = \frac{n_{syn} - n_{rot}}{n_{syn}} * 100$

رفتار ماشین در لغزش های متفاوت

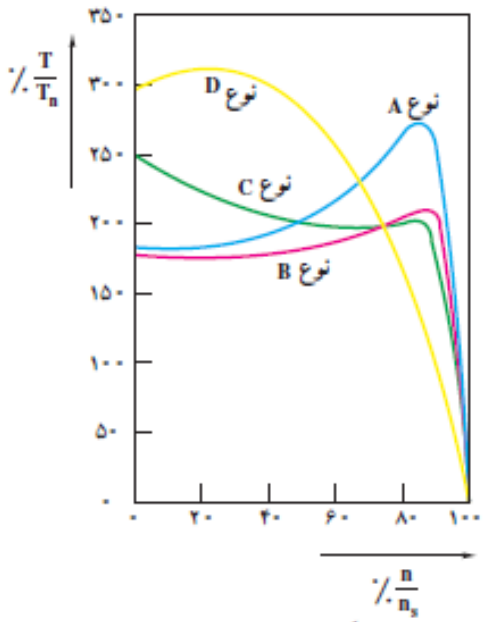


- همان طور که از شکل پیداست،ماشین در لغزش های منفی حالت مولدی و در لغزش های مثبت حالت موتوری را دارد.
  - در هنگام راه اندازی مقدار راکتانس(x_2)زیاد بوده و علت آن نیز وابسته بودن آن به فرکانس است.

$$(xl = 2\pi f l)$$



- در موتور رتور سیم بندی شده توسط مقاومت راه اندازی گشتاور راه اندازی ماکزیمم می شود(بعلت افزایش مقاومت رتور،اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان رتور کاهش یافته که باعث افزایش توان حقیقی رتور شده و در نتیجه گشتاور راه اندازی افزایش می یابد).عیب این روش افزایش تلفات اهمی و کاهش راندمان است. اما در موتور روتور قفسی از انواع کلاس های رتور استفاده می کنند که هدف افزایش یا کاهش R و یا xl است.



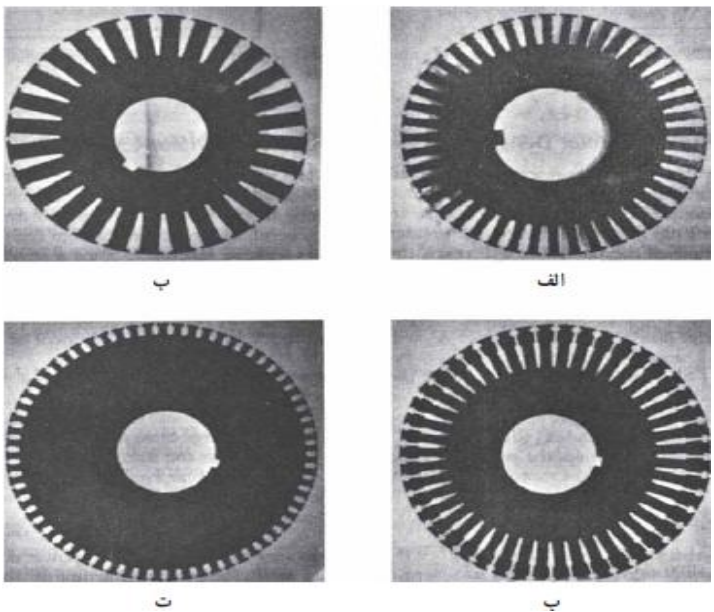
شکل ۱۲ـ۳ـ مشخصه گشتاور ـ دور ۴ نمونه مشابه رتور قفسی استاندارد

الف ـ نوع A : با شیارهای بزرگ و نزدیک به سطح (رتور با امپدانس کم)

ب ـ نوع B : با شیارهای بزرگ و عمیق (رتور با راکتانس زیاد)

پ ـ نوع C : رتور دو قفسی (رتور با امپدانس دوگانه)

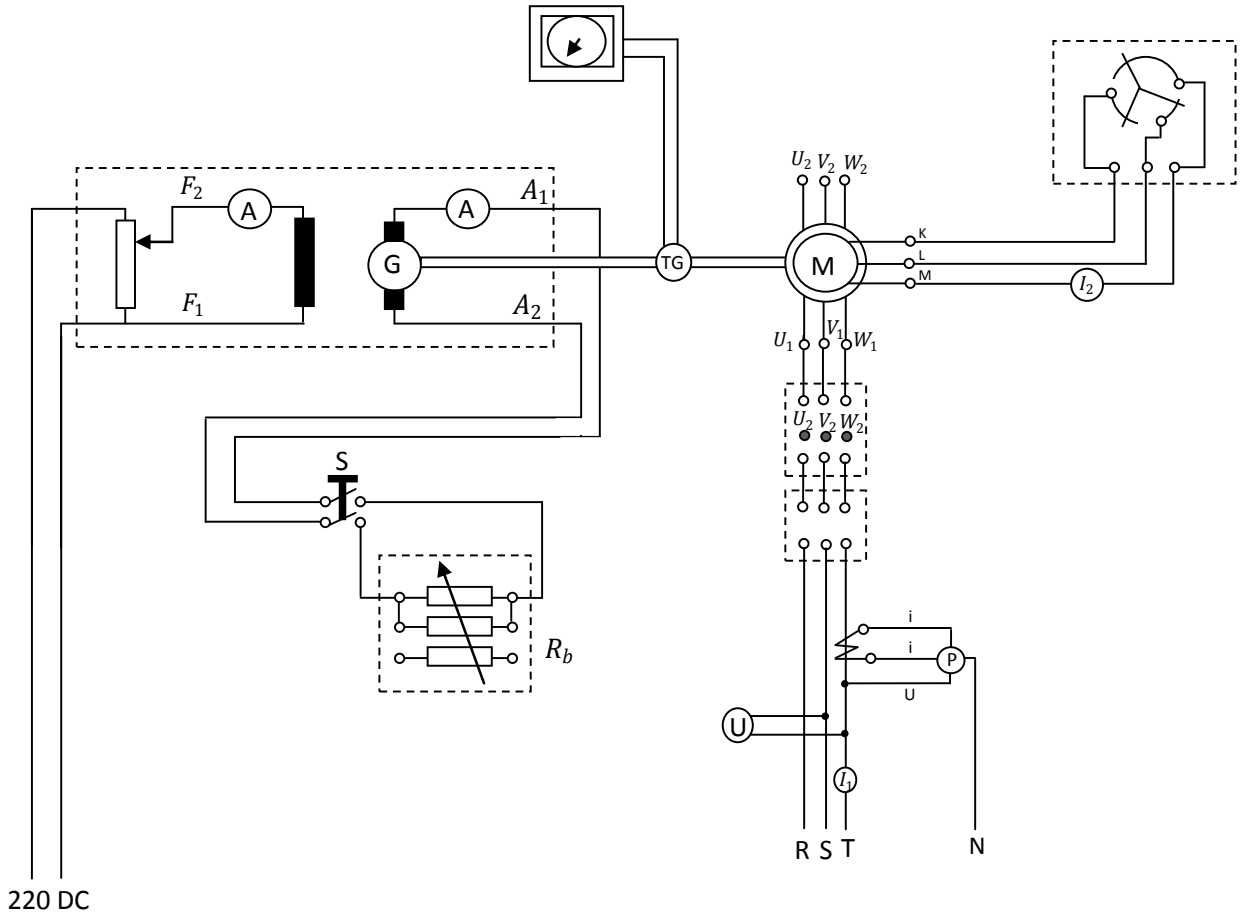
ت ـ نوع D : با شیارهای کوچک نزدیک به سطح (رتور با مقاومت زیاد)



www.sbargh.ir

اندازه گیری جریان شروع به کار موتور آسنکرون

ابتدا مداری مطابق شکل زیر را آماده می کنیم وسپس جریان راه اندازی را در حالتهای اتصالات مختلف اندازه گیری می کنیم.

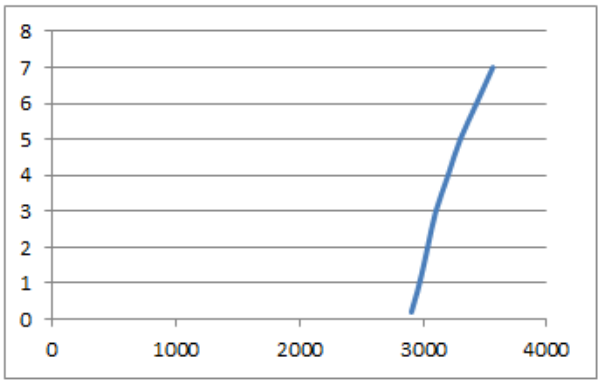


نوع اتصال	مقدار ولتاژ	$R_S = Min$		$R_S = Max$	
Δ	50	I_{st}	I_{rot}	I_{st}	I_{rot}
		6.5	0.2	1.5	0.3
γ	50	2.4	2.2	0.5	0.38

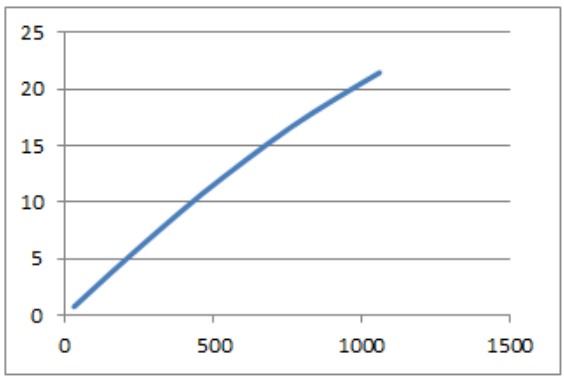
ابتدا 50 ولت را به موتور اعمال کرده و با دست محور را نگه می داریم در این حالت جریان راه اندازی را در حالات فوق بدست می آوریم.همان طور که مقادیر نشان می دهند،جریان راه اندازی در حالت مثلث 3 برابر بیشتر از حالت ستاره می باشد.

اندازه گیری مشخصه ضریب بهره و مشخصه گشتاور

MEASURED VALUES						CALCULATED VALUES			
V_L	I_1	P	M	N_2	I_2	P_{out}	P_{in}	η	S
220	4.4	1341	0.2	1480	0.4	30.9	4023	0.76	2904
220	4.5	1371	1	1475	0.6	157.46	4113	3.82	2970
220	4.6	1402	2	1470	0.8	307.8	4206	7.31	3036
220	4.7	1432	3	1465	1	460.2	4296	10.71	3102
220	4.85	1478	4	1460	1.4	6.11	4434	13.77	3201
220	5	1524	5	1455	1.7	761.83	4572	16.66	3300
220	5.2	1585	6	1450	2	911	4755	19.15	3432
220	5.4	1646	7	1445	2.3	1059	4933	21.46	3564



$M = f(S)$



$\eta = f(P_{out})$

موتور القایی سه فاز رتور قفسی

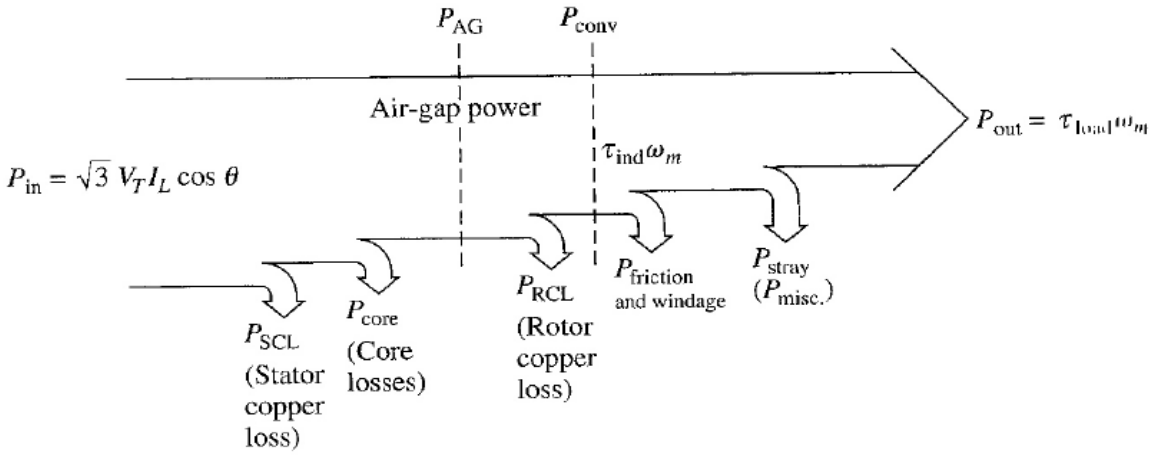
اطلاعات قبل از آزمایش

تلفات در یک ماشین عبارتند از:

1) تلفات ثابت(P_{rot}):به تلفاتی گفته می شوند که در بارهای مختلف ثابت هستند.بعبارتی مستقل از بار هستند.این تلفات به ولتاژ اعمالی و فرکانس شبکه وابسته هستند.
   - تلفات هسته در رتور و استاتور به دلیل وجود تلفات هیسترزیس و فوکو(P_{fe})
   - تلفات ناشی از اصطکاک
   - تلفات ناشی از تهویه

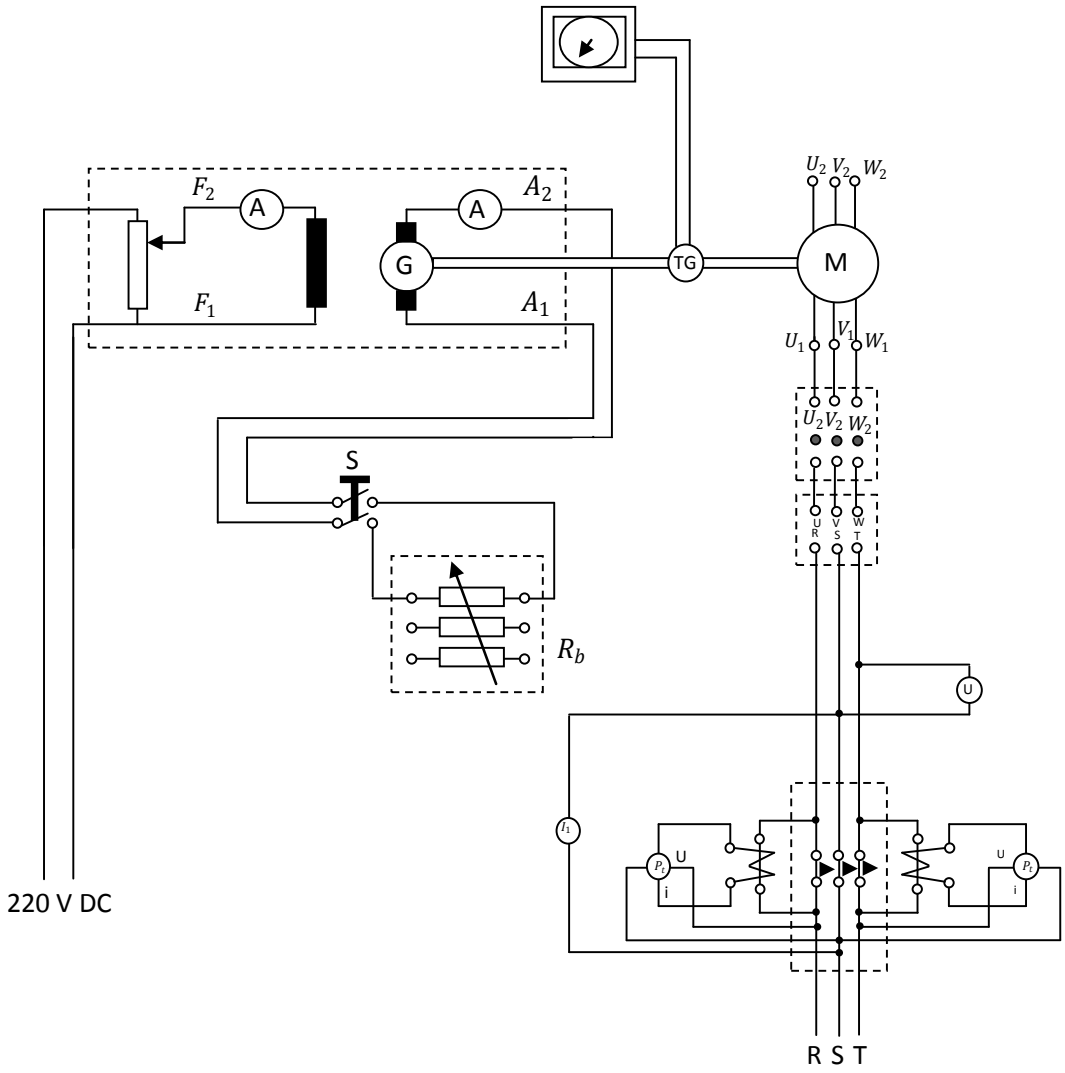
$$P_{\text{rot}} = \Delta P_{\text{mec}} + P_{fe}$$

2) تلفات متغیر:به تلفاتی اتلاق می شوند که وابسته به بار هستند.
   - تلفات مسی استاتور(P_{scl})
   - تلفات مسی رتور(P_{rcl})
     - لازم به ذکر است تلفات مسی رتور لازمه ایجاد گشتاور بوده و نباید از یک مقدار معین پایین باشند.



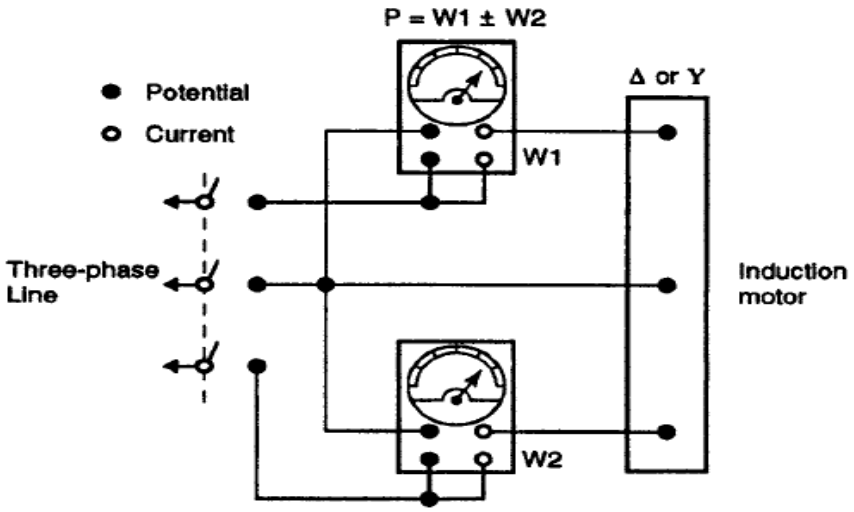
انجام آزمایش

ابتدا مدار زیر را آماده می کنیم و با دست خود رتور را در حالت سکون نگه داشته و جریان آن را در ولتاژ مد نظر بدست می آوریم. با توجه به مسایل خواسته شده مقادیر اندازه گیری را یادداشت می نماییم.



جریان	مقدار ولتاژ	نوع اتصال
5.5	50	Δ
1.85	50	γ

- به وضعیت اتصال این چنین واتمتر به مدار اتصال آرون گویند که جمع توان از مجموع دو واتمتر بدست می آید .



اندازه گیری راندمان

ابتدا مقادیر اندازه گیری شده را در جدولی همانند جدول زیر یادداشت کرده و بعدا راندمان را محاسبه می نماییم.

U	I_1	P_{in}	M	N
220	5	405	0	1495
220	5.4	1350	1	1485
220	5.7	1575	2	1470
220	6.15	1800	3	1460

U	I_1	P_{in}	M	N
176	3.6	675	0	1485
176	4	825	1	1475
176	4.8	1050	2	1460
176	5.9	1425	3	1445
176	7	1800	4	1410

$$P_{out} = M * \omega$$

$$P_{out} = 0 \Rightarrow \eta = 0$$

$$P_{out} = 1 * \frac{2\pi * 1485}{60} = 155.5 \Rightarrow \eta = 11.5\%$$

$$P_{out} = 2 * \frac{2\pi * 1470}{60} = 98\pi \Rightarrow \eta = 19.5\%$$

$$P_{out} = 3 * \frac{2\pi * 1460}{60} = 146\pi \Rightarrow \eta = 25.4\%$$

$$P_{out} = M * \omega$$

$$P_{out} = 0 \Rightarrow \eta = 0$$

$$P_{out} = 1 * \frac{2\pi * 1475}{60} = 154.46 \Rightarrow \eta = 18.72\%$$

$$P_{out} = 2 * \frac{2\pi * 1460}{60} = 305.78 \Rightarrow \eta = 29.12\%$$

$$P_{out} = 3 * \frac{2\pi * 1445}{60} = 453.96 \Rightarrow \eta = 31.85\%$$

$$P_{out} = 4 * \frac{2\pi * 1410}{60} = 590.61 \Rightarrow \eta = 32.81\%$$

$$P_{cu0} = 3 * R_{cu} * (\frac{I_1}{\sqrt{3}})^2$$

$$P_{om} = P_R + P_T$$

$$P_{1cun} = 3 * R * (\frac{I_1}{\sqrt{3}})^2$$

$$R = \frac{310}{235 + t} * R_t$$

$$P_o = P_{om} - P_{cn0}$$

$$P_{Strey\ losses} = 0.01 * P_{in}$$

$$P_{2cuN} = \frac{S_n}{1 - S_n} * P_{in}$$

$$\eta = \frac{P_{in}}{P_{in} + P_o + P_{1cun} + P_{Strey\ losses} + P_{2cuN}}$$

$$P_{cuR} = (R_{cu\ AC} * {I_{ph}}^2) * 3$$

$$R_{cu\ AC} = R_{cu\ DC} * 1.3 \Rightarrow 3.5 * 1.3 = 4.55\Omega$$

- بعلت زیاد بودن مقادیر،تلفات مسی رتور برای دو حالت در دو آزمایش بالا محاسبه می شود.
- $P_{cuR} = \left(R_{cu\ AC} * {I_{ph}}^2\right) * 3 \Rightarrow \left(4.55 * \frac{4.8^2}{\sqrt{3}}\right) * 3 = 104.83\ W$
  - $P_{cuR} = \left(R_{cu\ AC} * {I_{ph}}^2\right) * 3 \Rightarrow \left(4.55 * \frac{5.7^2}{\sqrt{3}}\right) * 3 = 147.82\ W$