بسمه تعالـــــی

" امتحان پایان ترم درس طراحی سیستمهای صنعتی "

دانشگاه صنعتی امیر کبیر
مدرس : دکتر شهرام منتصر کوهساری
بهمن ماه ۱۳۶۹
مدت : ساعت

سئوال ۱ :

در یك اسکله نفتی سه عدد موتور 1000 HP جهت پمپاژ گازهای موجود مورد احتیاجند. قرار است که این موتورها بتوسط یك ژنراتور گازی تغذیه شوند . با در نظر گیـــری مفروضات زیر طرحی را برای این مجتمع ارائه دهید :

الف ـ موتورها هنگام استارت پنج برابر جریان نامی را در ولتاژ نامی ازشبکه دریافت می دارند و تك بتك و بندرت استارت می شوند .

ب ـ اگر ولتاژ ترمینال موتورهای در حال کار کمتر از 0.8 P.U. گردد زیر بار خواهنـد ماند .

ج ـ راکتانس گذرای ژنراتورهای موجود 30٪ برروی مبنا می باشد .

با فرض اینکه طرح قسمت بالا تصویب شده باشد و اینکه اسکله دارای بارهای کوچکی نیز هست طرح خود را طوری تغییر دهید که استارت موتورها باعث افیت کردن بارهای موجود نگردند .

سئوال ۲ :

در یك مجتمع فولاد قرار است چهار موتور 5000 HP و یك کوره 30 MVA بعلاوه یـــك مقدار بارهای سبك نصب گردند . موتورها و کوره در ولتاژ 11 KV کار می کننـــــد و موتورها تك بتك و بندرت استارت می شوند و هنگام استارت پنج برابرجریان نامـــی تحت ولتاژ نامی از شبکه تقاضا می کنند . امپدانس کوره الکتریکی و ترانس مربوطه اش جمعاً 80٪ بر روی مبنا می باشد . یك باس بار 33 KV دارای قدرت اتصالی 1200 MVA و دژنکتورهای 1800 MVA برای تغذیه کارخانه در نظر گرفته شده است . شبکه الکتریکی کارخانه را طراحی نمایید .

So
ZNew

بسمه تعالی

« امتحان پایان ترم درس طراحی سیستمهای صنعتی »

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مدرس : دکتر شهرام منتظر کوهساری

دی ماه ۱۳۷۰

نمره :

سؤال

۱- یک موتور 10,000 HP برروی یک باس بار 11 KV که از یک باس بار 33 KV بتوسط دو ترانس 33/11 KV هرکدام دارای راکتانس 12.5٪ برروی 15 MVA Rating تغذیه میگردد. سطح اتصال کوتاه در باس بار 33 KV برابر 650 MVA میباشد.

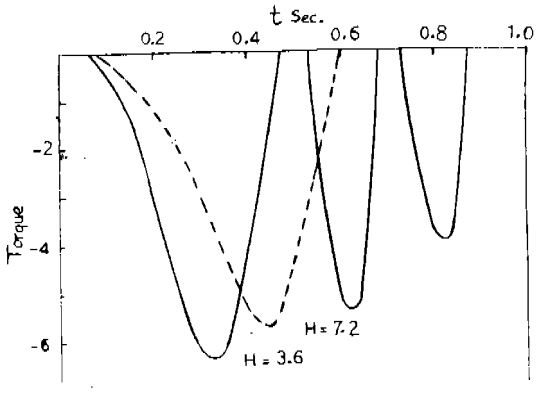
«شما بعنوان یک طراح» مقدار افت ولتاژ در باس بار 11 KV و همچنین باس بار 33 KV را وقتی که موتور بصورت استارت می شود بدست آورید. موتور هنگام استارت 4.5 برابر جریان نامی را در ولتاژ نامی از شبکه دریافت می دارد. آیا باس بار 33 KV می تواند pcc باشد اگر نمی شود از انتزین راه حل را ارائه دهید و در مورد نقاط ضعف راه حل خود بحث کنید.

۲- فاکتورهای مهمی که در انتخاب مابین موتور سنکرون و موتور آسنکرون مؤثر است را نام ببرید.

۳- مسئله Recovery From Fault را تشریح کنید و یک راه حل برای نجات موتورهای مهم در نمائید.

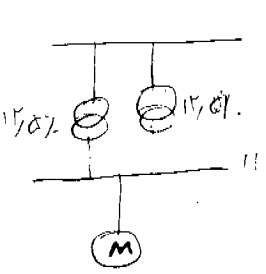
۴- در مقاله IA 1990 جملات زیر به چه منظور آورده شده است بحث نمائید.

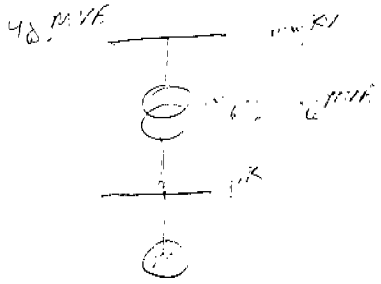
Fig. 3 suggests that high reclosing transients can be avoided by a very fast transfer. The motor internal voltage may not be displaced much in phase with respect to the supply voltage for a fast transfer. Typical dead times for the medium-voltage circuit breakers may range from two to six cycles, depending upon whether arcing is allowed or not allowed. Alternatively, the motor speed should fall, and the internal voltage should decay to about 25% of the supply voltage to prevent high transient peaks. Tests made on motors of 100–1500 hp have established that the critical time for maximum in-rush currents varies from 15 to 30 cycles, and reclosing times greater

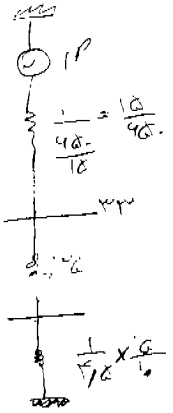


$P = 1000\ HP = 736\ KW$ $V_1 = 11\ KV$ $V_2 = 33\ KV$

بیشترین استارت ۵ برابر جریان نامی







$\Delta V = \frac{\frac{15}{45} \times 0.25}{\frac{15}{45} \times 0.25 + \frac{15}{45}} = 21\%$

$\Delta V_{max} = 4.8\% < 5\%$

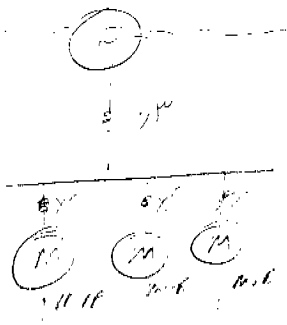
$\begin{cases} P = 736\ KW \\ I = 2.5\ A \\ \eta = 0.85 \\ PF = 0.9 \end{cases} \Rightarrow S = \bullet\ KVA$

$\frac{1}{4.5} \times$

$\Delta V_{max} = 2\%$

$\Delta V_{max} = 4.6\% < 5\%$

ولتاژ ترمینال در حالت استارت یک ترانس افزایش شود.



$\frac{0.2X}{0.3+0.2} = 0.8 \Rightarrow \frac{0.2}{0.2+0.3+\frac{1}{5}} = 0.8$ ضریب بار $= 4\ MVA$

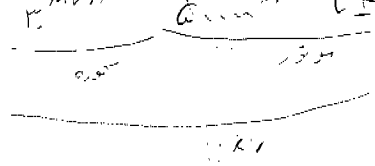
گذرا

کنتاکتور ۸ برابر جریان نامی

زمان باز شدن کنتاکتور

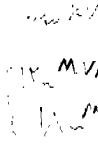
$4\ MVA$; $X' = \frac{0.3}{0.2+0.3} = 0.6 \Rightarrow X = 60\%$

این کنتاکتور در حالت گذرا قادر است درست عمل کند. پس کنتاکتور با سه نیچه:



ضریب جریان راه اندازی

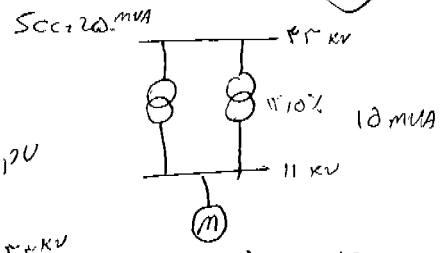
امپدانس کم و ولتاژ ۸۰٪

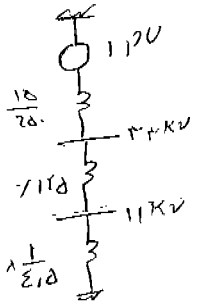


این بار نمی‌تواند روی حالت II در راه اندازی مستقیم کار کند.

بار ۳۳ KV است. پول مناسب نمی‌شود.

مسأله ۱





۱۰۰۰ HP
$I_s = 4.5$ pu

$P = 742$ kW
$\cos\varphi = 0.9$
$\eta = 0.85$

$$\Rightarrow S = \frac{1000 \times 742}{0.85 \times 0.9} \approx 1\ MVA$$

به عنوان طراح باید فقط یک ترانس را در نظر بگیرید که از همه ممکن است یکی خارج شده باشد

$$\Delta V_{11KV} \text{ یک ترانس} = \frac{\frac{15}{250} + 0.125}{\frac{15}{250} + 0.125 + \frac{15}{45}} \simeq 0.31 = 31\% \quad (1)$$

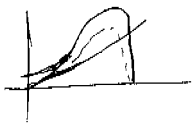
$$\Delta V_{33KV} = \frac{\frac{15}{250}}{\frac{15}{250} + 0.125 + \frac{15}{45}} \simeq 0.138 = 13.8\% < 15\%$$

$$\Delta V_{11KV} \text{ دو ترانس} = \frac{\frac{15}{250} + 0.125/2}{\frac{15}{250} + 0.125 + \frac{15}{45}/2} = 0.2 = 20\%$$

$$\Delta V_{22KV} = \frac{15/250}{15/250 + 0.125 + 45/2} = 0.0055 = 0.55\%$$

روش (1) ممکن است نتوانیم روش استارت کنیم. اگر بار را برداریم با یک ترانس مشکل ندارد

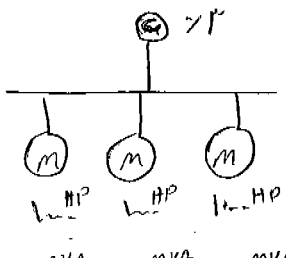
از بزرگترین به کوچکترین طوری این است که زمان استارت یک ترانس را پیدا کنیم. در بار کامل ترانس نمی‌تواند استارت کند



مسأله ۱

برای حساب راندمان یک موتور

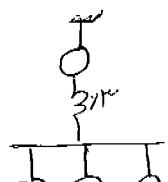
موتورهای حال کار را معمولاً در نظر نمی‌گیریم مگر اینکه مقدار کمی بار داشته باشند. زیرا این موتورها در حال کار تقریباً جریان را کشش کنند و مقاومت بار، مقاومت بزرگی خواهد بود.

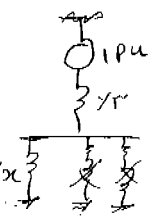


$$\frac{0.2x}{0.2 + 0.2x} = 0.8 \equiv \frac{0.1}{0.2 + 0.2 \times \frac{1\ MVA}{S}} = 0.8 \Rightarrow S = 2\ MVA$$

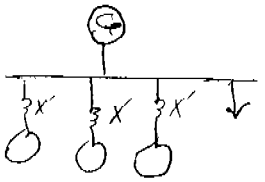
$$\Rightarrow 0.2x = 1.6 \Rightarrow x = 8\ MVA$$

اگر بخواهیم ترانسی که می‌گیریم (۲MVA در حالت عادی ۴MVA در حالت کار اضطراری) با یک راکتور جریان را محدود کنیم چه راکتوری بگیریم؟ ۴MVA استفاده کرد.





برای جبران افت ولتاژ باید از راکتور استفاده کنیم.

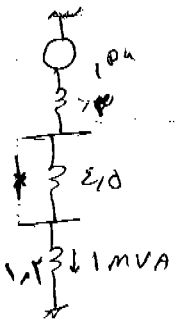


$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{X' + \sqrt{3} + 1.2} \times 0.5$$

$$X' + 1.5 = 2\ pu \Rightarrow X' = 0.5\ pu$$

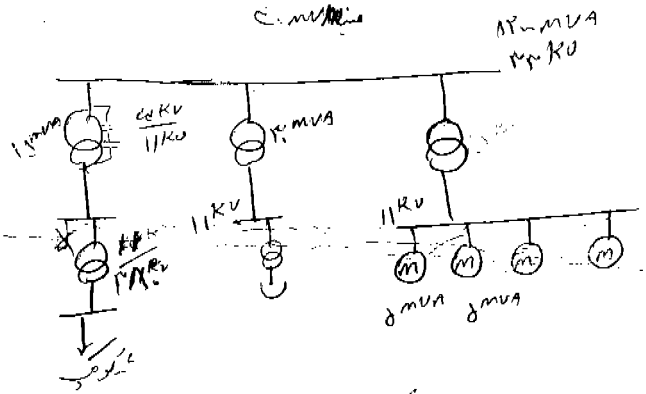
این راکتور (0.5 pu) زیاد است. و جای کار برای افت ولتاژ ایجاد می‌کند.

راه حل بهتر، استفاده از کلیدهای بار الکترونیک که راکتور فقط زمان راه اندازی موتورها باشد



$$I_{pu} = \frac{1}{0.5} = 2\ pu$$

سوال ۲



کوره‌ها الکتریکی معمولاً از ولتاژ کم (۱KV - ۱۱KV) تغذیه می‌شوند و اسپرکس دارند. هدف ما بررسی جریان آن‌هاست

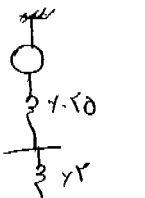
برای بار ۵mVA (حالتی با آن ۵mVA می‌توانیم از یک ترانس ۶۶/۱۱ استفاده کنیم

دال کوره‌ها اسفادرهای ۱۱KV می‌توانیم بلندایم زیرا هنگام استارت ولتاژ شبکه دچار مشکل نمی‌شود

امپدانس شبکه $0.25\ pu$

ترانس $j\frac{12}{10} = j1.2\ pu$

امپدانس شبکه تا ترانس $= j1.45\ pu$



$$\Delta V_n = \frac{7225}{-7225 + j12} = 25\%$$

$$\Delta V = \frac{\%15}{(\%25 + \%25)} \times \%10 = \%3$$

از آنجا که افت ولتاژ زیاد است (۱۵٪) بارهای کوچک را نمی‌توانیم روی باس موتورها بلندایم، با ترانس مقاومتی نیز مشکل حل نمی‌شود

روی باس کوره نیز نمی‌توانیم بلندایم.

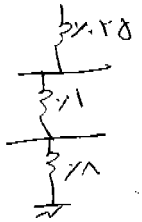
پس بارها را باید جدا گانه تغذیه کنیم.

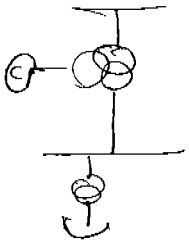
اگر بار کوچک باشد تبدیل ۶۶KV به ۱۱KV خطرناک است زیرا اگر بار جرقه زد ولتاژ ثانویه ترانس را خراب می‌کند، آسیب می‌بیند (از تغییر ولتاژ ثانویه ۶۶KV)

بهتر است در ترانس ۱۱/۲۲ ، ۱۱ kV / ۶۰ داشته باشیم و نیز ظرفیت ترانس ۱۱/۲۲ را با ظرفیت بالاتر در نظر گیریم تا بتوان مقدار ظرفیت ذخیره را برای موتور بالگرد استفاده کرد.

موتور ۲۲ kV $\Delta U = \frac{0.25}{112 + 2 + 0.25} \approx 2\%$

ΔU کوره $= \frac{0.25}{1 + 8 + 0.25} = 2\%$



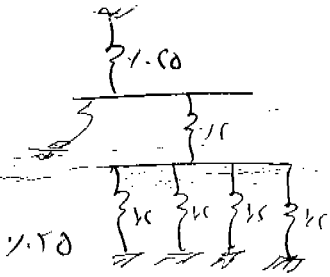


برای کوره افت ولتاژ زیاد است. (برای جلوگیری از)

یک راه برای جبران استفاده از SVC است

راه بهتر استفاده از راکتور است. که در بهره برداری خیلی بهتر است

$\frac{0.25}{1 + 8 + 0.25 + X_{\text{راکتور}}} = 0.2 \Rightarrow X_{\text{راکتور}} = 2.25$



اگر با کامپیوتر محاسبه می‌کنیم، با مقدار ترانس را نیز در نظر گیریم و نرم‌افزار تا نتیجه بدهد.

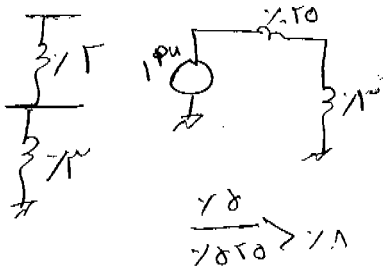
$X_{eq} = \frac{0.25 \times 0.25}{0.25 + 0.25} \approx 0.125$

$I_{sc} = \frac{1}{X_{eq}} \times 20 < 15 MVA$

اگر انعکاس یکدیگر ۵٪ برای ۱۱ kV اطمینان در دیزی ۲۲ kV باید ۵٪ آید. پس باید دوباره محاسبه کنیم.

از آنجا که موتورها معمولاً در بار کامل کار می‌کنند، ترانس ۱۵ MVA قرار دادیم ولی می‌توانیم ۲۰ MVA نیز بگذاریم.

مشکل دیگر recovery transient موتورهاست.

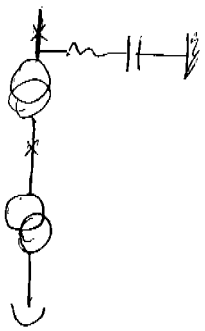


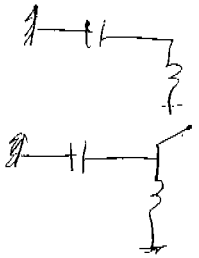
recover شود

برای قطع معمولاً ابتدا جریان را صفر می‌کند.

معمولاً در یک سطح با پیتر را قطع می‌کند.

کلیدهای ... قدرت قطع کنندگی بالایی دارند و می‌توانند جریان را chop کنند





$\frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow V = \sqrt{\frac{L}{C}}I$

Fast transient

... kV, ... Hz

... kV, ... Hz رسان می‌کند.

آرکینگ‌هایی را ایجاد کرده و افاضه ولتاژ می‌دهد، ترانس اول (بالایی) آن می‌سوزد.

از چک‌های تنش توان استفاده کرد زیرا یک ولتاژ سه برابر ولتاژ نامی ایجاد می‌شود.

برای کم کردن اضافه ولتاژ می‌توان RC قرار داد که باید بسیار دقیق انتخاب شود

آسکارون:

بسمه تعالی

درس مباحث ویژه در کنترل کیفیت قدرت

طراحی و بهره برداری کنترل کیفی

امتحان پایان ترم

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مدرس: دکتر شهرام ستوده نیا

تیرماه ۱۳۹۲

مدت ۲ ساعت

سوال ۱

مسئله مشکل زیر یکی از قسمت های یک کارخانه بزرگ را نشان میدهد.

ژنراتورهای موجود در ولتاژ 11 KV دارای قدرت قطع 1500 MVA می باشند

و ژنراتورهای موجود در ولتاژ 6.6 KV دارای قدرت قطع 500 MVA می باشند.

آیا این شبکه در حالت عادی کار دارای بهره برداری صحیح می باشد؟

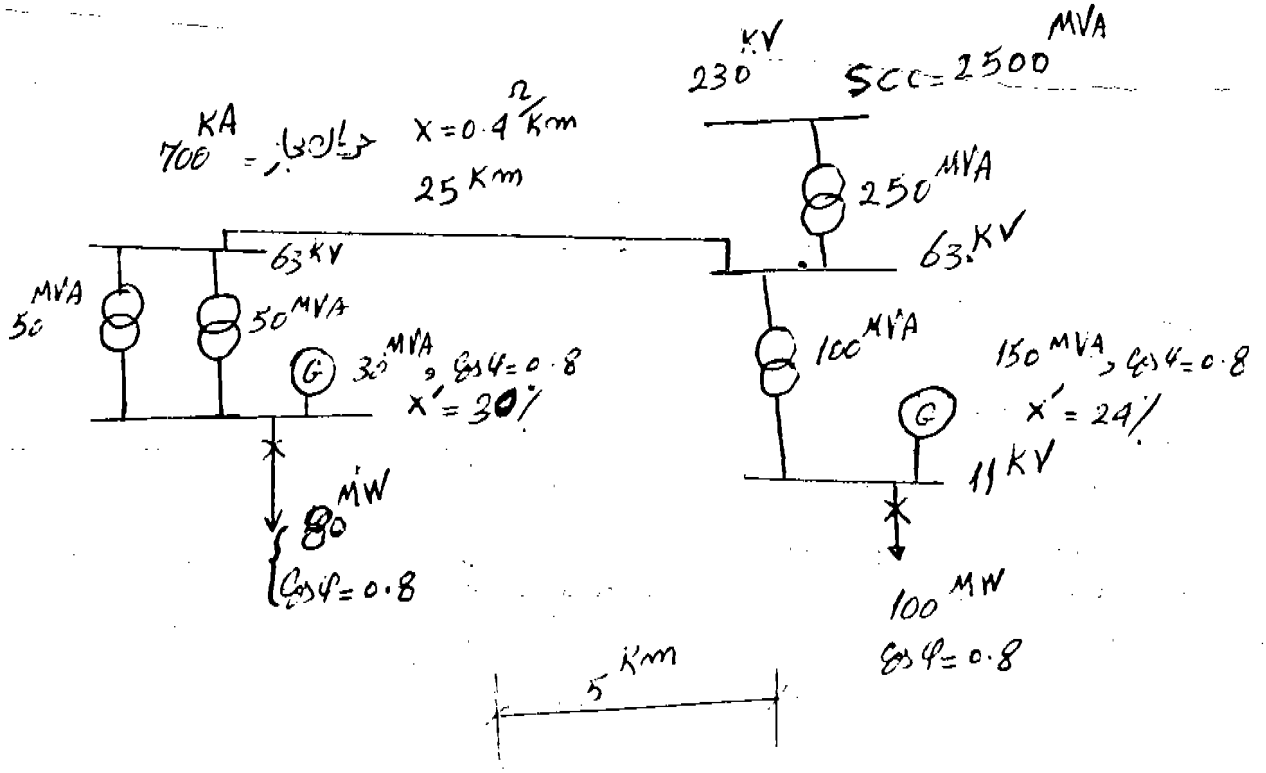
در مواقع اضطراری که معمولا یکی از ترانس های 50 MVA خراب می شود (برای تعمیر آن 10 روز وقت لازم است) به ناچار همانطوریکه مشخص است قسمتی از بارهای KV باید خاموشی داده شود و در نتیجه قسمتی از خط تولید کارخانه عاید

طراحی شود. طوری ارائه دهید که در مواقع اضطراری بتوان از خاموشی بار جلوگیری نمود.
طرح باید از این قرار باشد.

ترانس $63-6.6\ KV$	$1/MVA$	P.U.
$11-6.6\ KV$ " "	$0.2\ P.U./MVA$	
کابل $63\ KV$ "	$0.01\ P.U./Km$	
" $6.6\ KV$, $11\ KV$ " "	$0.002\ P.U./Km$	
" راکتور $11\ KV$,	$0.001\ P.U./MVA$	
" $6.6\ KV$ " "	$0.005\ P.U./MVA$	

راکتانس ترانس داده شده 10%
امپدانس خط $11\ KV$ $0.01\ \Omega/Km$
" " $6.6\ KV$ $0.02\ \Omega/Km$

در محاسبات خود، حالت بحرانی بارگیری را بصورت حالتی تقریبا دائمی در نظر بگیرید. شرایط بهره برداری از طرح خود را شرح دهید.



سؤال ۲

استاندارد انتقال ولتاژ زیر شده در یک شبکه زمین شده چه اثراتی را ایجاد می‌کند توضیح دهید. مزایا و معایب زمین نمودن کیس را بنویسید.

سؤال ۳

ماکزیمم موتوری را که می‌توان بر روی باس بار 6.6 KV با قدرت اتصال کوتاه (Switchgear Duty) 500 MH قرار داد تا اینکه موتورها در شرایط اتصال کوتاه بتوانند نجات یابند چقدر است؟ آیا کلیه موتورها ضروری باشند خواهد بود؟

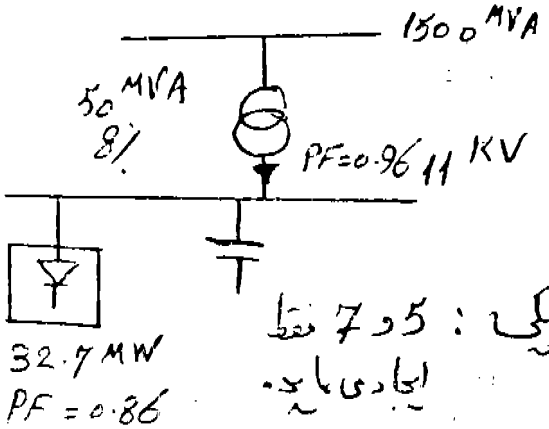
سؤال ۴

منظور از کلمه overmutred چیست؟ مصداق جهت دهنده قدرت در موتورها چه مزایایی همراه دارد شرح دهید.

طراحی کنترل موتور کم.

سؤال ۵

در شبکه شکل زیر مقادیر ولتاژ و جریان هارمونیکی را محاسبه نمایید. آیا لازم است فیلتر نصب گردد؟ چه نوع فیلتری؟



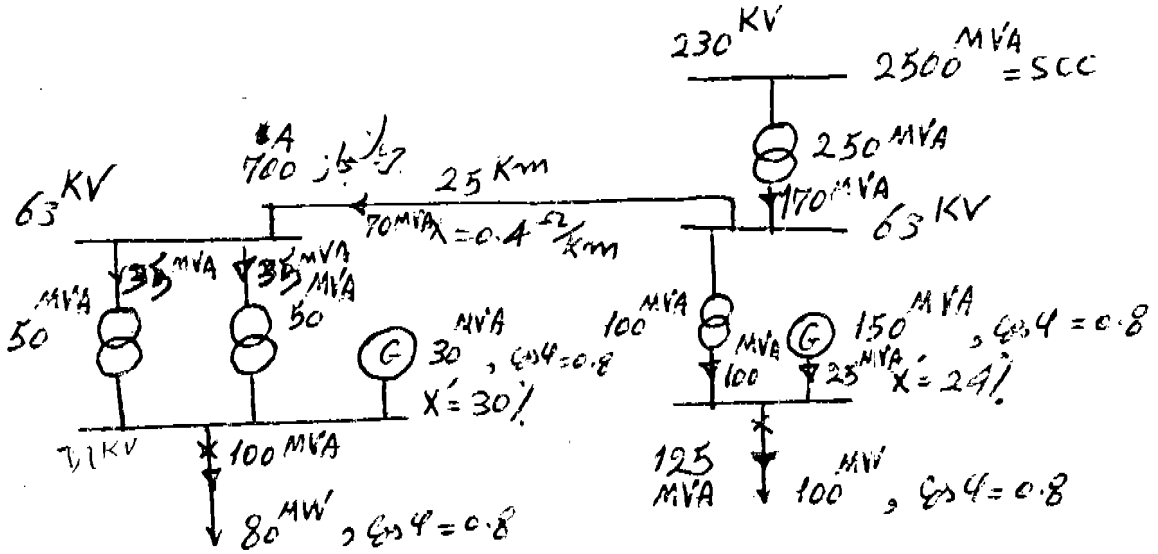
$V_{th}\% \leq 3.00$

$I_{th}\% \leq 8.00$

منبع هارمونیکی: 5 و 7 فقط ایجاد می‌شود.

طراحی و بهره برداری از سیستم های
برنامه ریزی کارخانجات
مباحث ویژه در سیستم های قدرت

-1



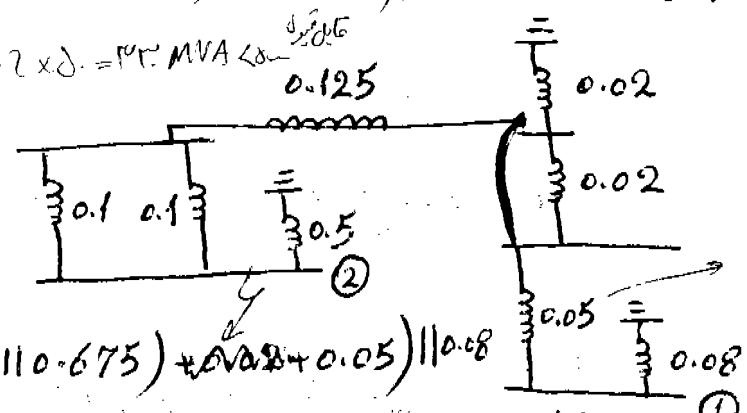
الف- در حالت کار عادی

۱- نتایج تقریبا پیش بار بردی شکل حقیقی است

$$I_{63} = \frac{70}{\sqrt{3}*63} = 640\ A < 700\ A$$ قابل قبول

۲- نتایج محاسبات اتصال کوتاه

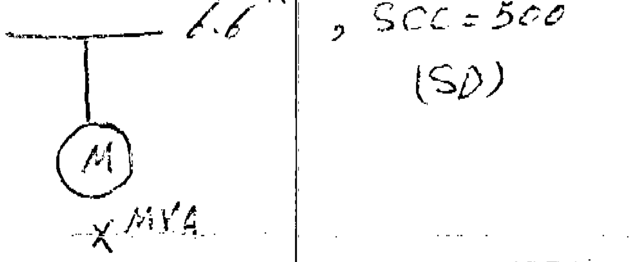
$Base = 50\ MVA$



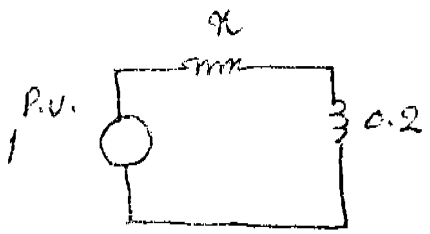
① $X_1 = \left((0.04 \| 0.675) + 0.08 + 0.05\right) \| 0.08$

$\cong 0.04 \Rightarrow SCC_1 \cong 1195\ MVA$ قابل قبول

برای استارت یک موتور، حدود ۸۰٪ ولتاژ نامی لازم است. پس $\frac{1}{5} = .2^{pu}$



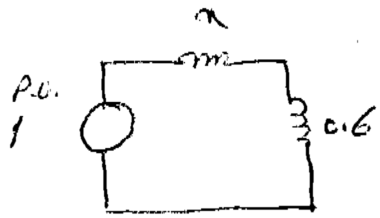
X^{MVA} Base



$$\frac{0.2}{x + 0.2} * 1 = 0.8 \Rightarrow x = 0.05^{P.U.}$$

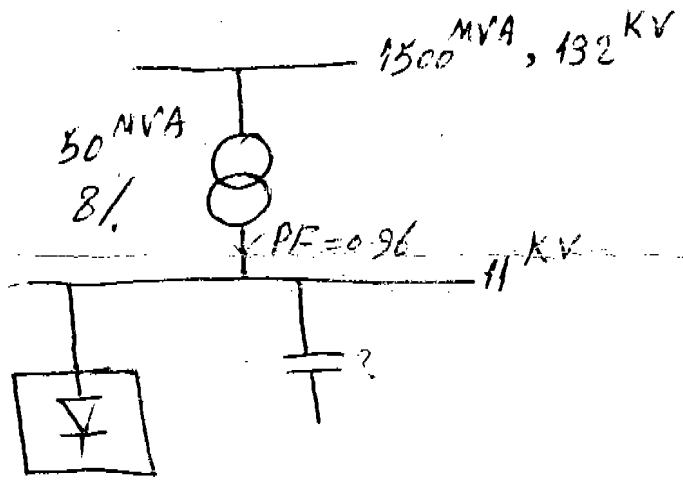
$$SD = \frac{1}{0.05} + \frac{1}{0.2} = 25^{P.U.} \Rightarrow X = \frac{500}{25} = 20^{MVA}$$

اگر x_d موتور را ضروری بگیریم



$$\frac{0.6}{x + 0.6} * 1 = 0.8 \Rightarrow x = 0.15$$

$$SD = \frac{1}{0.15} + \frac{1}{0.2} = 11.67^{P.U.} \Rightarrow X = \frac{500}{11.67} = 42^{MVA}$$



$V_{tl} \leq 3.00\%$

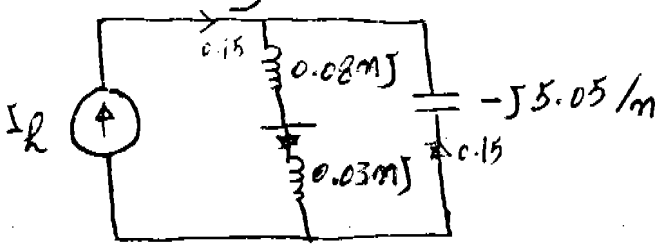
$I_{tl} \leq 8.00\%$

$$Q_c = P(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$$

$$= 32.7\,(0.3) = 9.9 \text{ MVAR}$$

$$I_1 = \frac{32.7}{50 * 0.96} = 0.68 \text{ P.U.}$$

$Base = 50$ MVA



$$X = \frac{V^2}{Q} = \frac{1 \text{ pu}}{\left(\frac{9.9}{50}\right)\text{pu}} = 5.05 \text{ pu}$$

برای هارمونیک پنجم

$n = 5$

ترتیب $I_1 = \frac{32.7}{50 * 0.86} = 0.76$ P.U.

$$I_5 = \frac{0.76}{5} = 0.15 \text{ P.U.}$$

$$I_7 = \frac{0.76}{7} = 0.11 \text{ P.U.}$$

$$Z'_5 = 0.55J \parallel -J1.05 = \frac{0.55J * 1.05}{-J1.05 + 0.55J} = +1.155J$$

$$V'_5 = +0.17325J \qquad I'_5 = +0.315 \qquad V_{T5} = 0.047$$

برای هارمونیک 7

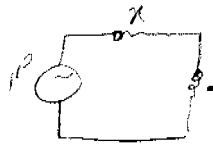
$$I'_7 = 0.77J\ 11 - J0.72 = \frac{0.77J * 0.72 - J}{0.05J} = -J11.1$$

$V'_7 = -J1.03$ $\quad I'_9 = -1.59$ $\quad V_{77} = 0.33$

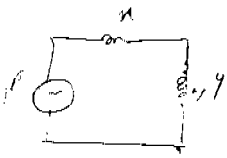
233/ $\quad$ 33/

فیلتر پنجم و هفتم موازی

حاکزیم باری موتوری که می‌توان روی باس بار $6.6kV$ با قدرت اتصال کوتاه 50^{MVA} قرار داد تا موتور مادر شرایط اتصال کوتاه نجات یابد؟ اگر ۵ موتور ما ضروری بودند چه؟

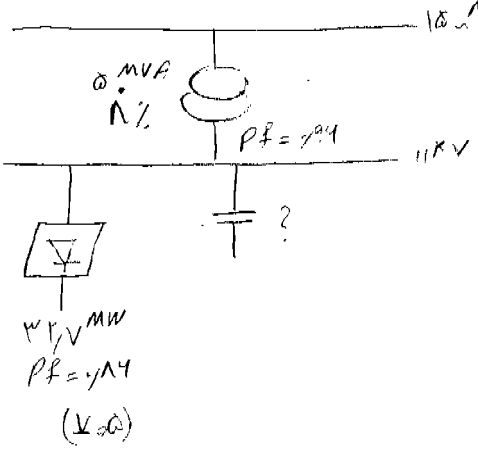


$$\frac{0.2}{0.2+x}=0.8 \Rightarrow x=0.05 \Rightarrow I=\frac{1}{0.05}+\frac{1}{0.2}=25^{pu} \Rightarrow X=\frac{50}{25}=2^{MVA}$$



$$\frac{0.4}{0.4+x}=0.8 \Rightarrow x=0.1 \Rightarrow I=\frac{1}{0.1}+\frac{1}{0.2}=11.4 \Rightarrow X=\frac{50}{11.4}=4.2^{MVA}$$

ولتاژ و جریان مارمونیک را حساب کنید. آیا فیلتر می‌خواهد؟ چه فیلتری؟



$V_{th}\% \leq 1.5$

$I_{th}\% \leq 8$

$Base = 50^{MVA}$

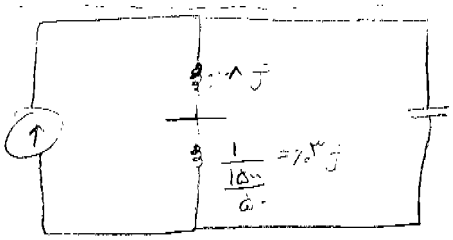
اول خازن: $Q_c = P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2) = 32.7\ (0.3) \Rightarrow Q_c = 9.9^{MVA}$

$$I_{base} = \frac{P}{\sqrt{3}\cos\phi} = \frac{\frac{32.7}{50}}{1\times 0.94} \Rightarrow I_{base} = 0.68^{pu}$$

ترنسفورمر $I_1 = \frac{\frac{32.7}{50}}{0.84} = 0.74^{pu}$

$I_5 = \frac{0.74}{5} = 0.15$

$I_7 = \frac{0.17}{7} = 0.11$



$\frac{V^5}{5} = \frac{1}{\frac{9.9}{50}} = 5.05^{pu}$

$Z'_5 = (5\times 0.11)\ //\ \left(-j0.5 + \frac{-j0.5}{5}\right) = 0.185j \Rightarrow V'_5 = Z'_5 = 0.173j \Rightarrow I'_5 = 0.315$

$V_{T5} = 0.45$ (۴۵٪)

(۴۶٪)

$Z'_7 = (7\times 0.11)\ //\ \left(-j0.5 + \frac{-j0.5}{7}\right) = -j0.11 \Rightarrow V'_7 = -j0.22 \Rightarrow I'_7 = 0.05$

$V_{T7} = 0.33$ (۳۳٪)

(۲۳۳٪)

فیلتر پنجم و هفتم لازمند