

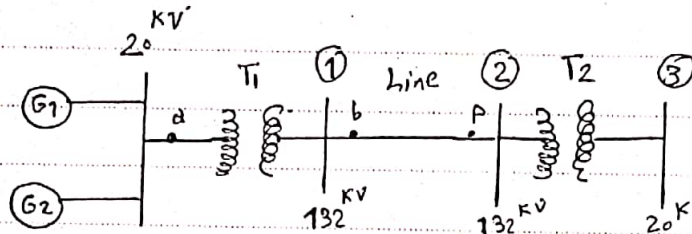
①

★ مثالهای مربوط به انتقال توان متقارن

Subject:

Year: Month: Day: ()

★ مثال ۱:



دیالگرام خطی یک سیستم قدرت

مطابق شکل مقابل است. همه

رانتانسها در مبای $S_{base} = 100 \text{ MVA}$ و

ولتاژ نامی خط ترانسها بریونیت شده اند.

$$T_1: 132^k / 20^k \quad X = 0.08 \text{ P.u}$$

$$T_2: 132^k / 20^k \quad X = 0.0457 \text{ P.u}$$

$$G_1, G_2: 20^k, \quad X'' = 0.2 \text{ P.u}$$

زیر گذرا

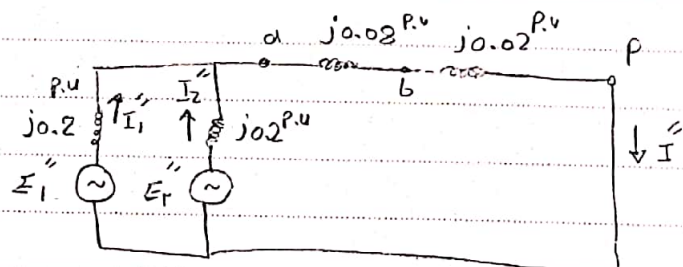
$$\text{line: } 132^k, \quad X = 0.02 \text{ P.u}$$

در شرایط بار یابی سیستم، ولتاژ انتهای خط انتقال (نقطه P) برابر 128 kV می باشد. در این

شرایط، انتقال کوته به فاز به زمین در نقطه P رخ می دهد. جریان زیر گذرای انتقال کوته

در محل وقوعی و در هر یک از ژنراتورها را بدست آورید.

$$\text{★ حل: } V_{base a} = 20^kV, \quad V_{base b} = V_{base p} = 132^kV, \quad V_{base c} = 20^kV, \quad S_{base} = 100 \text{ MVA}$$



دیالگرام امپدانی در حین

انتقال کوته

برای یافتن جریان های I_1'' ، I_2'' ، I'' (جریان فاز بر زمین در حین خطا) باید ابتدا E_1'' و E_2'' را

را داشته باشیم.

باتوجه به اینکه قبل از خطا، شرایط بار یابی بوده و ولتاژ محل خطا برابر 128 kV بوده است لذا

$$\Rightarrow E_1'' = E_2'' = 128^kV = \frac{128}{132} \text{ P.u} = 0.97$$

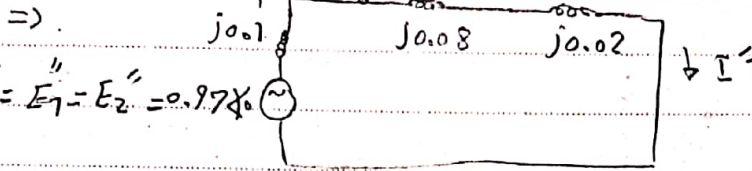
PATCO

Subject:

Year: Month: Day: ()

$$\frac{j0.2 \times j0.2}{j0.2 + j0.2} = j0.1$$

برای محاسبه جریان I'' به صورت زیر عمل می‌کنیم:



$$I'' = \frac{0.97 \angle 0^\circ}{j0.1 + j0.08 + j0.02} = \frac{0.97 \angle 0^\circ}{j0.2} = 4.85 \angle -90^\circ \text{ P.u.}$$

جریان زیر مدار در محل خط

$$V_a = (j0.08 + j0.02) I'' = j0.1 \times 4.85 \angle -90^\circ = 0.485 \angle 0^\circ \text{ P.u.}$$

$$I_1'' = I_2'' = \frac{E'' - V_a}{j0.2} = \frac{0.97 \angle 0^\circ - 0.485 \angle 0^\circ}{j0.2} = 2.425 \angle -90^\circ \text{ P.u.}$$

جریان زیر مدار در نزدیکی خط

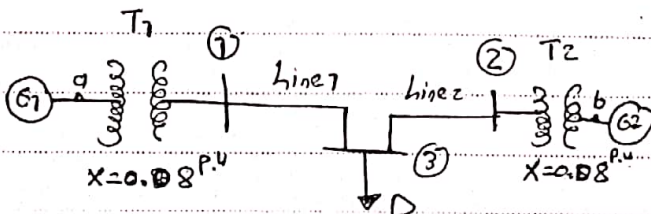
$$* I_1'' = 4.85 \text{ P.u.} = 4.85 \times I_{base p} = 4.85 \times \frac{S_{base}}{\sqrt{3} V_{base p}} = 4.85 \times \frac{100 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 132 \times 10^3} = 2.127 \text{ kA}$$

جریان زیر مدار در محل خط

$$* |I_1''| = |I_2''| = 2.425 \times I_{base d} = 2.425 \times \frac{S_{base}}{\sqrt{3} \times V_{base d}} = 2.425 \times \frac{100 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 20 \times 10^3} = 7 \text{ kA}$$

جریان زیر مدار در نزدیکی خط در محل خط

★ مثال ۲



دیagram تک خطی یک سیستم قدرت مطابق شکل

مقابل است. همه رانتهای ها در مبای

$$V_{base a} = 13.8 \text{ kV}, S_{base} = 20 \text{ MVA}$$

$$V_{base b} = 13.8 \text{ kV}, V_{base c} = 66 \text{ kV}$$

برپوشیده اند.

(3)

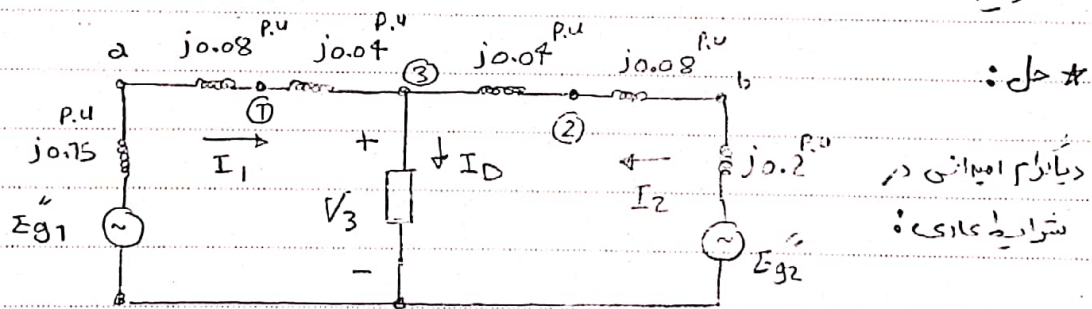
Subject:

Year : Month : Day : ()

$$\begin{aligned}
 T_1: 66^k / 13.8^k, X=0.08^{P.u} & \quad G_1: 13.8^{KV}, X_d'=0.15^{P.u} \\
 T_2: 66^k / 13.8^k, X=0.08^{P.u} & \quad G_2: 13.8^k, X_d'=0.2^{P.u} \\
 Line 1, Line 2: X=0.04^{P.u}
 \end{aligned}$$

در شرایط کاری سیم، ولتاژ ژنراتور G_2 برابر $14.07 \angle 5^\circ$ KV بوده و قدرت جذب شده توسط بار سینک ۳ در ولتاژ $V_3 = 65 \angle 0^\circ$ KV و ضریب توان ۰.۹ به فاز، برابر با $P_D = 25^{MW}$ است.

در این شرایط، اتصال کوتاه سه فاز به زمین در سینک ۳ رخ می دهد. جریان اتصال کوتاه در محل خط ۱ و جریانهای اتصال کوتاه مجاور از ترانسفورمورها، مدارها و خطوط انتقال را به دست آورید.



$$\begin{aligned}
 \text{قبل از خطا: } V_3 &= 65^{KV} \angle 0^\circ = \frac{65}{66} \angle 0^\circ = 0.985 \angle 0^\circ^{P.u} \\
 P_D &= \frac{25^{MW}}{20^{MVA}} = 1.25^{P.u} \\
 |I_D|^{P.u} &= \frac{P^{P.u}}{V_3^{P.u} \cdot PF} = \frac{1.25}{0.985 \times 0.9} = 1.41^{P.u} \\
 \angle I_D &= \angle V_3 - \cos^{-1} PF \\
 &= 0 - \cos^{-1} 0.9 = -25.84^\circ \\
 \Rightarrow I_D &= 1.41^{P.u} \angle -25.84^\circ
 \end{aligned}$$

$$V_b = 14.07 \angle 5^\circ = \frac{14.07}{13.8} \angle 5^\circ = 1.02 \angle 5^\circ^{P.u}$$

— حال به محاسبات اتصال کوتاه می پردازیم:

* در مرحله اول: در این ردیف ابتدا E_g1 و E_g2 را به است ادیم

بنا به شرایط عادی قبل خطا داریم:

Payco

Subject:

Year: Month: Day: ()

$$E_{g2}'' = V_b + (j0.2) I_2 \quad , \quad E_{g1}'' = V_3 + (j0.75 + j0.08 + j0.04) I_1 \\ = V_3 + (j0.27) I_1$$

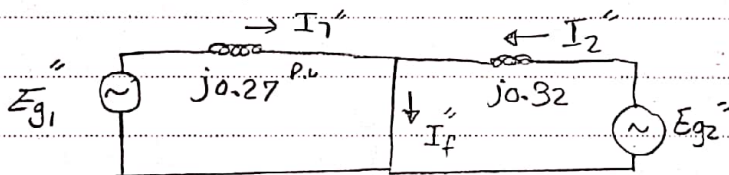
$$I_2 = \frac{V_b - V_3}{j0.08 + j0.04} = \frac{1.02 \angle 5^\circ - 0.985 \angle 0^\circ}{j0.12} = 0.785 \angle -19.28^\circ \text{ p.u.}$$

$$I_1 = I_D - I_2 = 1.47 \angle -25.84^\circ - 0.785 \angle -19.28^\circ = 0.637 \angle -34^\circ \text{ p.u.}$$

$$\Rightarrow E_{g1}'' = 0.985 \angle 0^\circ + (j0.27) \times 0.637 \angle -34^\circ = 1.09 \angle 7.54^\circ \text{ p.u.}$$

$$E_{g2}'' = 1.02 \angle 5^\circ + (j0.2) \times 0.785 \angle -19.28^\circ = 1.094 \angle 12.51^\circ \text{ p.u.}$$

حال ما، معادل در حین اتصال کوتاه فاز را با س (۳)، را رسم می کنیم:



$$I_1'' = \frac{E_{g1}''}{j0.27} = \frac{1.09 \angle 7.54^\circ}{j0.27} = 4.037 \angle -82.46^\circ \text{ p.u.} \quad \text{حسابات:}$$

$$I_2'' = \frac{E_{g2}''}{j0.32} = \frac{1.094 \angle 12.51^\circ}{j0.32} = 3.419 \angle -77.49^\circ \text{ p.u.}$$

$$I_f'' = I_1'' + I_2'' = 1.27 \angle -80.17^\circ \text{ p.u.}$$

$$* I_{base_{G1}} = I_{base_{G2}} = \frac{S_{base}}{\sqrt{3} V_{base_d}} = \frac{20 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 138 \times 10^3} = 836.74 \text{ A}$$

$$I_{base_3} = \frac{S_{base}}{\sqrt{3} V_{base_3}} = \frac{20 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 66 \times 10^3} = 174.95 \text{ A}$$

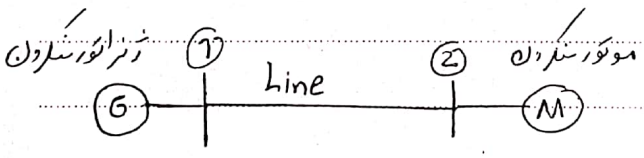
$$\Rightarrow |I_{G1}''| = |I_1''| = 4.037 \text{ p.u.} \Rightarrow |I_{G1}''| = 4.037 \times 836.74 = 3.378 \text{ KA}$$

$$|I_{G2}''| = |I_2''| = 3.419 \text{ p.u.} \Rightarrow |I_{G2}''| = 3.419 \times 836.74 = 2.867 \text{ KA}$$

$$|I_f''| = 7.447 \text{ p.u.} \Rightarrow |I_f''| = 7.447 \times 174.95 = 1.303 \text{ KA}$$

در محل اتصال کوتاه
در محل اتصال کوتاه
در محل اتصال کوتاه

★ مثال ۴ :



سیستم مثلاً مقابل را در نظر بگیرید.

G: 30^{MVA} , 13.2^{KV} , $X_d' = 20\%$

M: 30^{MVA} , 13.2^{KV} , $X_d' = 20\%$

PAYCO

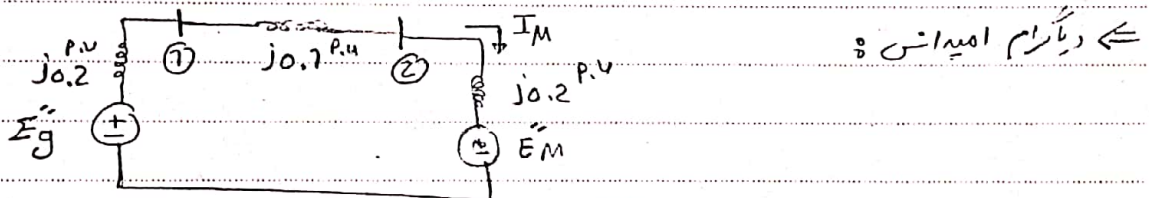
line: $X = 1.0\%$ ← $S_{base} = 30^{MVA}$ در مبدا
 $V_{base} = 13.2^{KV}$

Subject:

Year: Month: Day: ()

ولتاژ مبنای سیستم را 73.2 kV را در نظر بگیرید. S_{base} را نیز برابر 30 MVA می‌گزینه.
 در شرایط عادی، موتور قدرت 20 MW را در ولتاژ 12.8 kV و ضریب توان 0.8 پیش‌فاز
 دریافت می‌کند. اگر در این شرایط، اتصال کوتاه سه فاز در باس موتور (باس ۱) رخ دهد، جریان زیر گذر از عبور از ژنراتور و موتور را به دست آورید.

* حل: V_{base} و S_{base} سیستم به ترتیب برابر با 73.2 kV و 30 MVA است (توانی داریم)



در شرایط عادی داریم:

$$V_2 = 12.8 \text{ kV} = \frac{12.8 \text{ k}}{73.2 \text{ k}} = 0.97 \angle 0^\circ \text{ P.U.}$$

$$I_M = \frac{P_M}{\sqrt{3} V_2 \text{ PF}} = \frac{20 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 12.8 \times 10^3 \times 0.8} = 1.128 \text{ kA}$$

↪ پیش‌فاز

$$\angle I_M = \angle V_2 + 0.5^\circ \text{ PF} = 0 + 0.5^\circ \times 0.8 = 36.87^\circ$$

$$I_{base} = \frac{S_{base}}{\sqrt{3} V_{base}} = \frac{30 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 73.2 \times 10^3} = 7.312 \text{ kA}$$

↪ بر مبنای سازش

$$\Rightarrow I_M = \frac{1.128 \angle 36.87^\circ}{7.312 \text{ k}} = 0.86 \angle 36.87^\circ \text{ P.U.}$$

$$E_M'' = V_2 - (j0.2) I_M = 0.97 \angle 0^\circ - (j0.2) \times 0.86 \angle 36.87^\circ$$

$$= 1.0732 - j0.1376 = 1.082 \angle -7.31^\circ$$

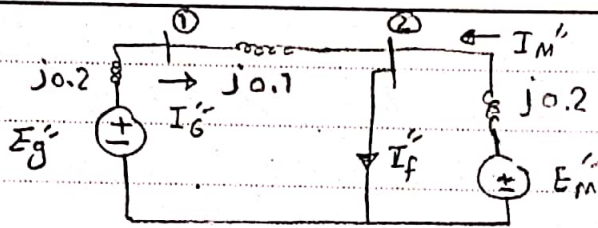
$$E_g'' = V_2 + (j0.2 + j0.1) I_M = 0.97 \angle 0^\circ + (j0.3) \times 0.86 \angle 36.87^\circ$$

$$= 0.815 + j0.206 = 0.841 \angle 14.2^\circ$$

9

Subject:

Year: Month: Day: ()



حاله به محاسبه در حین اتصال کوتاه

می پردازیم: <=>

در حین اتصال کوتاه موتور به میل

داشتن I_M'' (دست زدن) مانند ژنراتور رفتار کرده و به باس 1 توان می دهد.

$$I_M'' = \frac{E_M''}{j0.2} = \frac{1.082 \angle -7.31^\circ}{j0.2} = 5.41 \angle -97.31^\circ \text{ p.u.}$$

$$I_g'' = \frac{E_g''}{j0.3} = \frac{0.847 \angle 14.2^\circ}{j0.3} = 2.803 \angle -75.8^\circ \text{ p.u.}$$

$$I_f'' = I_M'' + I_g'' = 5.41 \angle -97.31^\circ + 2.803 \angle -75.8^\circ = 8.083 \angle -9^\circ \text{ p.u.}$$

$$|I_f''| = 8.083 \times I_{base} = 8.083 \times 1.312 \text{ kA} = 10.605 \text{ kA}$$

7 ثان در محل خط

$$|I_g''| = 2.803 \times I_{base} = 2.803 \times 1.312 \text{ kA} = 3.678 \text{ kA}$$

7 ثان در محل ژنراتور

$$|I_M''| = 5.41 \times I_{base} = 5.41 \times 1.312 \text{ kA} = 7.098 \text{ kA}$$

7 ثان در محل موتور

اتصال کوتاه به فاز مقابله در باس 1 پس 58

★ مثال 5: ✓

$$Z_{bus} = \begin{bmatrix} j0.4 & j0.7 & j0.3 \\ j0.7 & j0.8 & j0.5 \\ j0.3 & j0.5 & j1.2 \end{bmatrix} \text{ p.u.}$$

ماتریس امپدانس باس یک سیستم قدرت به فاز به صورت مقابل است.

در تشکیل این Z_{bus} ، از رابطه های زیر گذرا استفاده شده

است. یک اتصال کوتاه به فاز به زمینه در باس 1 رخ

می دهد. با صرف نظر کردن از جریان بار قبل از خط، ولتاژها را در حین خط به دست آورید.

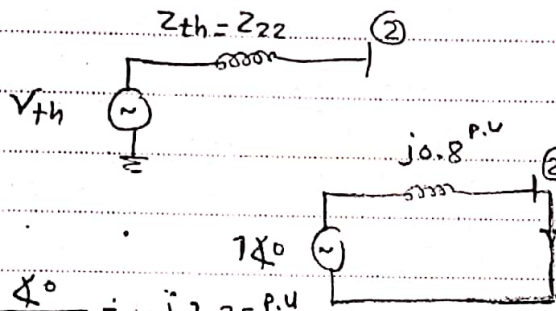
(به صورت تقریبی)

Subject:

Year: Month: Day: ()

★ حل:

در محاسبات تقریبی اتصال کوتاه، سیستم را قبل از خط به صورت بی بار فرض کرده و ولتاژها را 1 pu در نظر می گیریم



مدار معادل تونین از دید بایس ①

اتصال کوتاه در بایس ②

$$I_f'' = \frac{140}{j0.8} = -j1.25 \text{ pu}$$

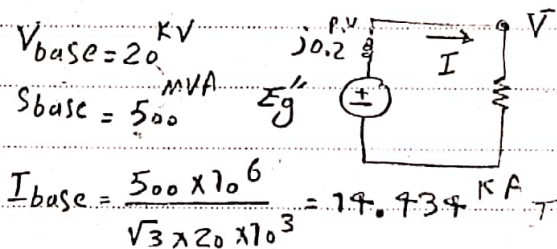
$$V_2 = 0$$

$$V_1 = V_1 - Z_{12} I_f'' = 140 - (j0.1)(-j1.25) = 0.875 \angle 0^\circ \text{ pu}$$

$$V_3 = V_3 - Z_{32} I_f'' = 140 - (j0.5)(-j1.25) = 0.375 \angle 0^\circ \text{ pu}$$

★ مثال ۵:

یک ژنراتور 60 Hz، 500 MVA، 20 KV با $X_d'' = 0.2 \text{ pu}$ ، یک بار مقاومتی 400 MW را در ولتاژ 20 KV تغذیه می کند. بار مستقیماً به تمینالهای ژنراتور متصل است. اگر سه فاز به طور همزمان اتصال کوتاه شوند، جریان ژنراتور را اولی را محاسبه کنید.



★ حل: قبل از اتصال کوتاه

$$I_{base} = \frac{500 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 20 \times 10^3} = 14.434 \text{ KA}$$

$$V = 20 \text{ KV} \angle 0^\circ = \frac{20 \text{ K} \angle 0^\circ}{20 \text{ K}} = 1 \angle 0^\circ \text{ pu}$$

$$P = 400 \text{ MW} = \frac{400 \text{ M}}{500 \text{ M}} = 0.8 \text{ pu}$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{0.8}{1} = 0.8 \angle 0^\circ \text{ pu}$$

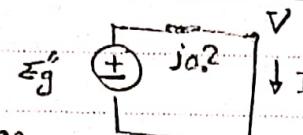
$$\Rightarrow E_g'' = (j0.2) I + V = (j0.2)(0.8 \angle 0^\circ) + 1 \angle 0^\circ = 1 + j0.16 = 1.013 \angle 9.1^\circ$$

۱۷)

Subject:

Year : Month : Day : ()

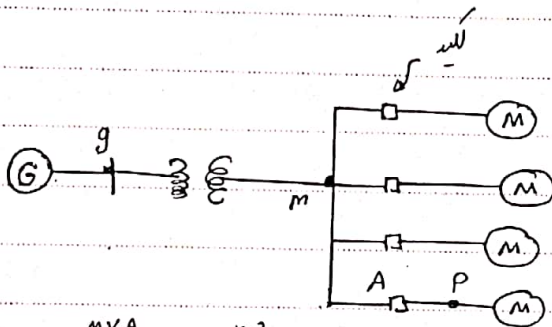
$$I'' = \frac{E_g''}{j0.2} = \frac{1.013 \angle 9.1^\circ}{j0.2} = 5.065^{pu} \angle -80.9^\circ$$



چنین اتصال کوتاه =

$$|I''| = 5.065^{pu} \times I_{base} = 5.065 \times 14.434^{KA} = 73.108^{KA}$$

★ مثال ۷ :



سیستم مقابل را در نظر بگیرید. سیستم سه فاز است.
هر چهار موتور مشابهند.
یک اتصال کوتاه سه فاز در نقطه P رخ می دهد. به صورت تقریبی،

G: 25 MVA, 13.8 KV, $X'' = 15\%$

T: 25 MVA, 13.8 KV / 6.9 KV, $X = 70\%$

M: 5 MVA, 6.9 KV, $X'' = 20\%$

الف) جریان زیربنه را برای گره از گره A

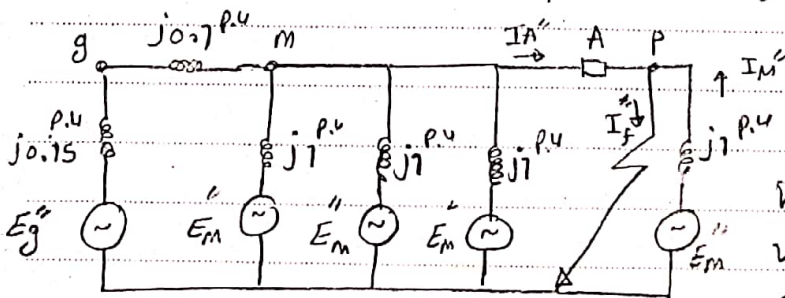
محور می کنند را به دست آورید.

ب) جریان زیربنه را در گره A در زمان $t = 0.01$ س. (جریان زیربنه را در گره A در زمان $t = 0.01$ س. محاسبه کنید)

ج) تاثیر فاصله از موتورها را در نتایج (الف و ب) بررسی نمایید.

د) اگر اتصال کوتاه در باس M رخ می داد، جریان زیربنه را در گره A چقدر می بود؟

حل: به طور تقریبی، می توان E_g'' و E_M'' را برابر $1 \angle 0^\circ$ در نظر گرفت



برای تمام امپدانس ها

$S_{base} = 25^{MVA}$

$V_{baseg} = 13.8^{KV}$

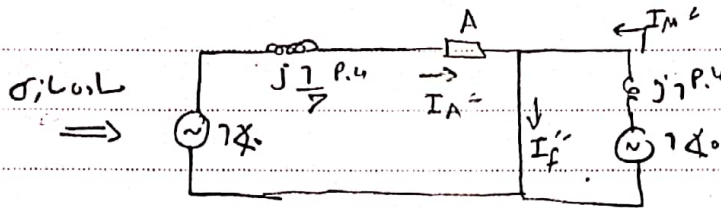
$V_{basem} = 6.9^{KV}$

$X_M'' = 0.2 \times \frac{25^M}{5^M} = 1^{pu}$

PAYCO

Subject:

Year: Month: Day: ()



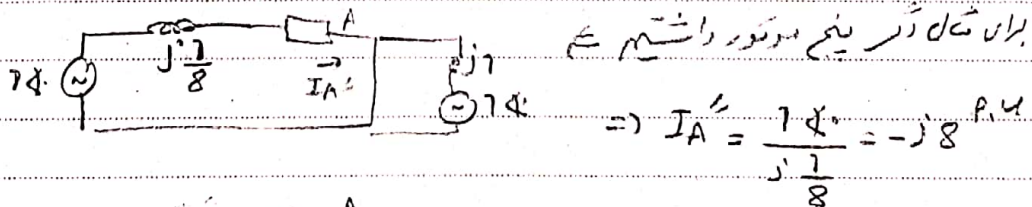
$$I_A'' = \frac{140}{j\frac{1}{7}} = -j7^{pu} \quad \text{(الف)}$$

$$|I_A|' = 7^{pu} = 7 \times I_{base} = 7 \times \frac{25 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6.9 \times 10^3} = 14.643 \text{ KA}$$

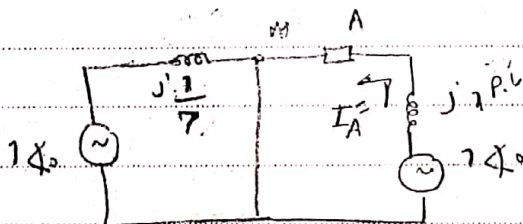
$$I_M'' = \frac{140}{j1^{pu}} = -j1^{pu} \Rightarrow |I_M|' = 1 \times I_{base} = 2.092 \text{ KA} \quad \text{(ب)}$$

ج) مقدار موقت در I_M'' تاثیر ندارد و I_M همان برابر با $j1^{pu}$ - مز - باشد.
 دل در I_A'' تاثیر دارد. افزایش مقدار موقت موجب کاهش امپدانس معادل ریم.

شده از سمت چپ A می شود و این موجب افزایش I_A'' می گردد



$$I_A'' = \frac{140}{j\frac{1}{8}} = -j8^{pu}$$



د) اگر خط در نقطه M رخ دهد:

$$I_A'' = -j1^{pu}$$

در این حالت مقدار موقت تاثیر در جریان I_A'' ندارد