

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{1.7}{5 \times 10^{-3}} = 12.158 \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

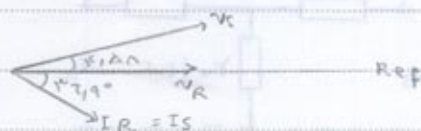
$$X = 2\pi \cdot 50 \times 12.158 \times 10^{-7} \times 15000 = 5.172 \text{ } \Omega$$

$$Z = 2.58 + j5.172 \text{ } \Omega$$

$$V_S = V_R + Z I_R$$

$$V_S = \frac{11000}{\sqrt{3}} \angle -13.9^\circ + (2.58 + j5.172) 19.7 \angle -13.9^\circ \Rightarrow V_S = 11457 \angle 4.58^\circ$$

$$V_S = 11457 \text{ kV} \sqrt{3} = 1991 \text{ kV}$$

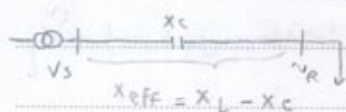


$$\cos \phi_3 = \cos(\angle V_S, I_S) = \cos(13.9 + 4.58) = \cos(18.48) : \text{مماس به نسبت قدرت ابتدای خط}$$

$$\% \text{Reg} = \frac{|V_S| - |V_R|}{|V_R|} \times 100 = \frac{1991 - 11}{11} \times 100 = 17.7 : \text{مماس رگولاسیون خط}$$

که این مقدار غیر قابل قبول است (معمولاً ۵٪ می شود). که دلیل این رگولاسیون زیاد به دلیل این است.

برای بهبود رگولاسیون (بهبود افت ولتاژ): ۱) استفاده از هادی با مقطع بالاتر (هزینه زیادی می شود)



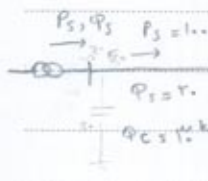
$$1.5 = 5.172 - X_C \Rightarrow X_C = 3.672 \rightarrow X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot C} \rightarrow C = ?$$

برای داشتن رگولاسیون مورد نیاز

اما گذاشتن خازن باعث امکان ایجاد یک مدار رزونانسی می شود که ممکن است موجب عمل کشنده شود پس چون باید کشنده می شود

این روش معمولاً در خطوط انتقال استفاده نمی شود.

۲) استفاده از خازن موازی در خط (بهبود رگولاسیون)



$$S_R = P_R + jQ_R$$

$$= 100 + j50 \text{ kW}$$

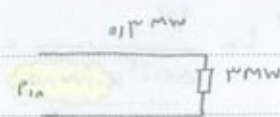
خازن توان را کشیده و انرژی می کشد. نیاز است توان را کشیده و انرژی از خط بیاورد.

نیاز به جریان عبوری از خط و توان است و کمترین می شود در رگولاسیون بهبود می یابد.

باید تعداد امکان خازن به بار نزدیک باشد.

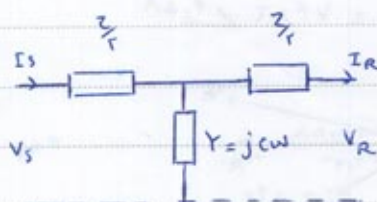
این روش خط رزونانسی ندارد.

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100 = \frac{P_R}{P_{\text{loss}} + P_R} \times 100$$



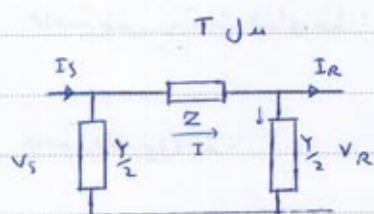
محاسبه راندمان خط:

مدل خط متوسط: در مدل خط متوسط از کاپاسیتانس خط بی‌توان صرف نظر کرد. اما چون کاپاسیتانس مدل خط



نخست شده برای مدل سازی کاپاسیتانس خط را در وسط خط قرار می دهیم:

در مدل خط اتصال معمولاً مدل R استناد می شود:



$$\begin{cases} V_S = AV_R + BI_R \\ I_S = CV_R + DI_R \end{cases} \quad \begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

مدل R نامی

این ها معادلاتی هستند که ولتاژ و جریان ابتدای و انتهای خط را بهم مربوط می کنند

$$V_S = V_R + ZI, \quad I = I_R + \frac{Y}{2}V_R$$

محاسبه پارامترهای مدل R خط متوسط:

$$V_S = V_R + Z(I_R + \frac{Y}{2}V_R) \rightarrow V_S = V_R + ZI_R + \frac{ZY}{2}V_R$$

$$\rightarrow V_S = (1 + \frac{ZY}{2})V_R + ZI_R \quad \rightarrow A = 1 + \frac{ZY}{2} \quad \text{و} \quad B = Z$$

$$I_S = I + \frac{Y}{2}V_S \Rightarrow I_S = (I_R + \frac{Y}{2}V_R) + \frac{Y}{2}[(1 + \frac{ZY}{2})V_R + ZI_R]$$

$$\rightarrow I_S = \frac{Y(1 + \frac{ZY}{4})}{2}V_R + (1 + \frac{ZY}{2})I_R \quad \rightarrow C = \frac{Y(1 + \frac{ZY}{4})}{2} \quad D = 1 + \frac{ZY}{2}$$

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{ZY}{2} & Z \\ \frac{Y(1 + \frac{ZY}{4})}{2} & 1 + \frac{ZY}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

$$I_{ch} = I_S \Big|_{I_R = 0} = Y \left(1 + \frac{ZY}{F}\right) V_R$$

$$\begin{cases} V_S = AV_R + BI_R \xrightarrow{I_R=0} V_S = AV_R \rightarrow V_R^{NL} = \frac{V_S}{A} \\ I_S = CV_R + DI_R \xrightarrow{I_R=0} I_S = CV_R \rightarrow I_{ch} = \frac{C}{A} V_S = \frac{C}{D} V_S \end{cases}$$

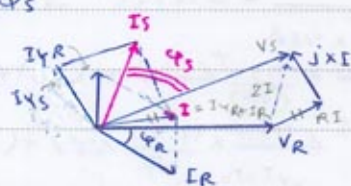
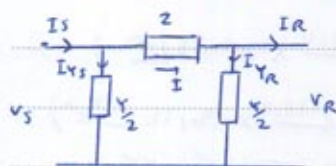
$$Reg\% = \frac{V_R^{NL} - V_R^{FL}}{V_R^{FL}} \times 100$$

$$V_S = AV_R + BI_R \begin{cases} I_R \text{ جاری نمی شود} \rightarrow V_R^{FL} \\ I_R = 0 \rightarrow V_R^{NL} = \frac{V_S}{A} \end{cases}$$

$$Reg\% = \frac{\frac{|V_S|}{|A|} - |V_R|}{|V_R|} \times 100 \quad \begin{cases} A=1 \\ A=1 + \frac{ZY}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} A=D=1 + \frac{ZY}{2} \rightarrow \text{خوش پرویت است بدون دیپا - بدون} \\ C=Y \left(1 + \frac{ZY}{4}\right) \rightarrow \text{برای پرویت شدن بر ۲ نیم می کنیم} \\ B=Z \rightarrow \text{برای پرویت شدن بر ۲ نیم می کنیم} \end{cases}$$

$$S_S = V_S I_S^* = P_S + jQ_S$$

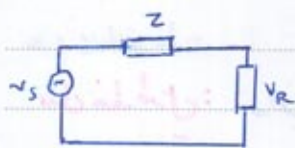


* رولاسیون در بار نامی تعریف می شود.

رسم دایگرام برداری ولتاژ ابتدای خط:

برای محاسبه Q_R باید به P_R و Q_R را بدهند یا باید $\cos \phi_R$ و P_R را بدهند.

اگر $V_R < V_S$ سلفی یا اهن باشد بدلیل افت ولتاژ در ابتدای آن Z .



اما اگر $V_R > V_S$ خازنی باشد ممکن است که $V_R = V_S$ برابر یا حتی بیشتر شود.

مثال) یک خط انتقال سه فاز ۲۳۰ کیلوولت و به طول ۱۵۰ کیلومتر از هادی های Partridge، ACSR تنیس شده است.

خط دارای آرایش افقی، فاصله هادی هادی مجاور ۵ متر است. مقاومت اهمی هر فاز $\frac{2}{3}$ اهم است.

آبربارانهای خط در ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت برابر ۲۰۰ مگاوات با ضریب توان ۰.۸۵ پس فاز باشد حساب کنید.

الف) ولتاژ و جریان ابتدای خط ؟ ب) توان اکتید در ابتدا و ابتدای خط ؟

ج) ضریب توان ابتدای خط ؟ د) رولاسیون خط ؟ ه) راندها خط ؟

Subject: $V_s = (1 + \frac{ZY}{Y}) V_R + Z I_R$ $I_s = Y(1 + \frac{ZY}{Y}) V_R + (1 + \frac{ZY}{Y}) I_R$ $Z = R + jX$ $R = \frac{\pi}{18} \times 10^{-3} \times 150 \text{ km} = 3 \text{ m}$ $X = 2\pi \times 10^{-3} \times 150 \times 0.15 = 1.41 \text{ m}$ $L = 2\pi \times 10^{-3} \times 150 \times 0.15 = 1.41 \text{ m}$ $D_{eq} = \sqrt{\Delta x \Delta x} = 7.1 \text{ m}$ $A = D = 1 + \frac{ZY}{Y} = 1 + \frac{3 + j1.41}{1.41} = 1.94 \angle 45.11^\circ$ $B = Z = 1.41 \angle 45.11^\circ$ $C = Y(1 + \frac{ZY}{Y}) = 1.41 \times 10^{-3} \times 1.94 \angle 45.11^\circ = 2.74 \times 10^{-3} \angle 45.11^\circ$ $D = 1 + \frac{ZY}{Y} = 1.94 \angle 45.11^\circ$

$\Rightarrow L = 2\pi \times 10^{-3} \times 150 \times 0.15 = 1.41 \text{ m}$ $\Rightarrow X = L\omega = 1.41 \times 10^{-3} \times 2\pi \times 150 = 1.41 \text{ m}$ $\Rightarrow Z = R + jX = 3 + j1.41 = 3.3 \angle 45.11^\circ$

$C = \frac{Y(1 + \frac{ZY}{Y})}{L \omega} = \frac{1.41 \times 10^{-3} \times 1.94 \angle 45.11^\circ}{1.41 \times 10^{-3} \times 2\pi \times 150} = 1.94 \angle 45.11^\circ$ $\Rightarrow C = 1.94 \angle 45.11^\circ$

$\Rightarrow C = \frac{Y(1 + \frac{ZY}{Y})}{L \omega} = \frac{1.41 \times 10^{-3} \times 1.94 \angle 45.11^\circ}{1.41 \times 10^{-3} \times 2\pi \times 150} = 1.94 \angle 45.11^\circ$

$A = D = 1 + \frac{ZY}{Y} = 1 + \frac{3 + j1.41}{1.41} = 1.94 \angle 45.11^\circ$ $B = Z = 1.41 \angle 45.11^\circ$

$C = Y(1 + \frac{ZY}{Y}) = 1.41 \times 10^{-3} \times 1.94 \angle 45.11^\circ = 2.74 \times 10^{-3} \angle 45.11^\circ$

$|I_R| = \frac{P_R}{\sqrt{3} V_R \cos \phi_R} = \frac{200 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 230 \times 10^3 \times 0.8} = 59.01 \text{ A}$ $\Rightarrow I_R = 59.01 \angle -31.8^\circ$

$V_s = AV_R + BI_R = (1.94 \angle 45.11^\circ \times 230 \times 10^3 \angle 0^\circ) + (1.41 \angle 45.11^\circ \times 59.01 \angle -31.8^\circ)$ $I_s = CV_R + DI_R = (2.74 \times 10^{-3} \angle 45.11^\circ \times 230 \times 10^3 \angle 0^\circ) + (1.94 \angle 45.11^\circ \times 59.01 \angle -31.8^\circ)$

$S_3 = V_s I_s^* = P_s + jQ_s \rightarrow P_s, Q_s$ $\tan \phi_s = \frac{Q_s}{P_s} \Rightarrow \phi_s = \tan^{-1} \frac{Q_s}{P_s}$

$\% \text{ Reg} = \frac{|V_s| - |V_R|}{|V_R|} \times 100 = \frac{230 - 230}{230} \times 100 = 0\%$

$\% \eta = \frac{P_R}{P_s} \times 100 = \frac{200}{200} \times 100 = 100\%$

در این مدل از پارامترهای خط صرف نظر می شود. علاوه بر پارامترهای خط عبور است. بخش شده در نظر گرفته می شوند.

در این مدل از پارامترهای خط صرف نظر می شود. علاوه بر پارامترهای خط عبور است. بخش شده در نظر گرفته می شوند.

در این مدل از پارامترهای خط صرف نظر می شود. علاوه بر پارامترهای خط عبور است. بخش شده در نظر گرفته می شوند.

در این مدل از پارامترهای خط صرف نظر می شود. علاوه بر پارامترهای خط عبور است. بخش شده در نظر گرفته می شوند.

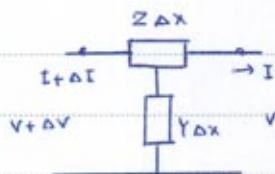
در این مدل از پارامترهای خط صرف نظر می شود. علاوه بر پارامترهای خط عبور است. بخش شده در نظر گرفته می شوند.

در این مدل از پارامترهای خط صرف نظر می شود. علاوه بر پارامترهای خط عبور است. بخش شده در نظر گرفته می شوند.

در این مدل از پارامترهای خط صرف نظر می شود. علاوه بر پارامترهای خط عبور است. بخش شده در نظر گرفته می شوند.

در این مدل از پارامترهای خط صرف نظر می شود. علاوه بر پارامترهای خط عبور است. بخش شده در نظر گرفته می شوند.

در این مدل از پارامترهای خط صرف نظر می شود. علاوه بر پارامترهای خط عبور است. بخش شده در نظر گرفته می شوند.



در اثر عبور جریان از این یک افت ولت خواهیم داشت:

$$\Delta V = \Delta x \cdot Z \cdot I$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta x} = Z I \rightarrow \left(\frac{dV}{dx} = Z I \right)$$

$$\Delta I = \Delta x \cdot Y \cdot V$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta x} = Y \cdot V \rightarrow \left(\frac{dI}{dx} = Y \cdot V \right)$$

$$\Rightarrow \frac{d^2 V}{dx^2} = Z \frac{dI}{dx} \rightarrow \boxed{\frac{d^2 V}{dx^2} = Z Y V} * \quad \boxed{\frac{d^2 I}{dx^2} = Y Z I} **$$

$$* \rightarrow V_x = A_1 e^{\sqrt{YZ} x} + A_2 e^{-\sqrt{YZ} x}$$

$$** \rightarrow I_x = \frac{A_1}{\sqrt{Z_c}} e^{\sqrt{YZ} x} - \frac{A_2}{\sqrt{Z_c}} e^{-\sqrt{YZ} x}$$

$$\alpha = \sqrt{YZ} \quad Z_c = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} V_x = A_1 e^{\alpha x} + A_2 e^{-\alpha x} \\ I_x = \frac{A_1}{Z_c} e^{\alpha x} - \frac{A_2}{Z_c} e^{-\alpha x} \end{cases}$$

A_1 و A_2 مقادیر ثابت هستند.

بشرایط اولیه

اگر در انتهای خط را بخواهیم $x=0$ بنویسیم داریم:

$$\begin{cases} V_R = A_1 + A_2 \\ I_R = \frac{A_1}{Z_c} - \frac{A_2}{Z_c} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_R = A_1 + A_2 \\ Z_c I_R = A_1 - A_2 \end{cases}$$

$$A_1 = \frac{V_R + Z_c I_R}{2} \quad A_2 = \frac{V_R - Z_c I_R}{2}$$

$$\begin{cases} V_s = \left(\frac{V_R + Z_c I_R}{2} \right) e^{\alpha L} + \left(\frac{V_R - Z_c I_R}{2} \right) e^{-\alpha L} \\ I_s = \left(\frac{V_R + Z_c I_R}{2 Z_c} \right) e^{\alpha L} - \left(\frac{V_R - Z_c I_R}{2 Z_c} \right) e^{-\alpha L} \end{cases}$$

برای $x=L$ داریم:

$$\begin{cases} V_S = V_R \left(\frac{e^{\gamma L} + e^{-\gamma L}}{2} \right) + Z_C I_R \left(\frac{e^{\gamma L} - e^{-\gamma L}}{2} \right) \\ I_S = \frac{V_R}{Z_C} \left(\frac{e^{\gamma L} - e^{-\gamma L}}{2} \right) + I_R \left(\frac{e^{\gamma L} + e^{-\gamma L}}{2} \right) \end{cases}$$

معادلات خط طول را در نظر گرفتن ثبات

$$\rightarrow \begin{cases} V_S = V_R \cosh \gamma L + Z_C I_R \sinh \gamma L \\ I_S = \frac{V_R}{Z_C} \sinh \gamma L + I_R \cosh \gamma L \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A = D = \cosh \gamma L \\ B = Z_C \sinh \gamma L \\ C = \frac{1}{Z_C} \sinh \gamma L \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_S = A V_R + B I_R \\ I_S = C V_R + D I_R \end{cases}$$

نیاز برای به طور کلی:

خط کوتاه:

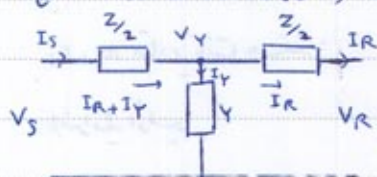
$$\begin{cases} A = D = 1, B = Z, C = 0 \end{cases}$$

خط متوسط:

$$\begin{cases} A = D = 1 + \frac{ZY}{2}, B = Z, C = Y(1 + \frac{ZY}{4}) \end{cases}$$

(مدل T) خط بلند:

$$\begin{cases} A = D = \cosh \gamma L, B = Z_C \sinh \gamma L, C = \frac{1}{Z_C} \sinh \gamma L \end{cases}$$



* (مدل T) خط متوسط:

$$\begin{cases} A = D = 1 + \frac{ZY}{2} \\ B = Z(1 + \frac{ZY}{4}) \\ C = Y \end{cases}$$

در خط بلند (مدل T):

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh \gamma L & Z_C \sinh \gamma L \\ \frac{1}{Z_C} \sinh \gamma L & \cosh \gamma L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

$$Z_C = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{Z}{Y}} \Omega$$

برای محاسبه V_S و I_S نیاز داریم γL و Z_C را محاسبه کنیم.

در خط طوطی: $Z_C = 400 - j200 \Omega$ امپدانس شکسته خط (چون یقینی نیست، ولتاژ خط است).

$$\gamma = \sqrt{ZY}$$

محاسبه γ : $Z \rightarrow$ امپدانس واحد طول

$Y =$ ادیتانس واحد طول

$Z = z \cdot l$ $Y = y \cdot l$ $\Rightarrow \gamma L = \sqrt{Z \cdot Y}$

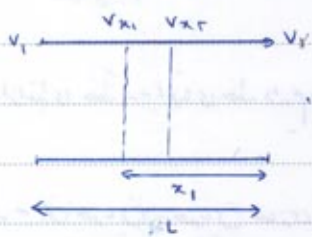
از پهنای خط از پهنای خط از پهنای خط

آ

$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(j\omega C)} = \alpha + j\beta$

ثابت تلفات ثابت تلفات ثابت تلفات

$e^{\gamma L} = A e^{\alpha L + j\beta L}$ $e^{-\gamma L} = A e^{-\alpha L - j\beta L} = A e^{-\alpha L} \cdot e^{-j\beta L}$



α اندازه را تغییر می دهد و β فاز را تغییر می دهد.

α باعث شده اندازه V_{x1} و V_{x2} تفاوت شود و β باعث اختلاف فاز V_{x1} و V_{x2} شود.

استادانه های خط به اندازه βL اختلاف فاز دارند

(دسته α_1 و α_2 - اندازه $\beta L(x_2 - x_1)$ اصطلاحاً فاز دارد)

$\cosh \gamma L = \cosh(\alpha L + j\beta L) = \cosh \alpha L \cos \beta L + j \sinh \alpha L \sin \beta L$ \sinh و \cosh

$\sinh \gamma L = \sinh(\alpha L + j\beta L) = \sinh \alpha L \cos \beta L + j \cosh \alpha L \sin \beta L$

$G = 0$, $R = 0$

خط طول بدون تلفات: یعنی اینکه بیاسیم از تعداد مت خط صرف نظر کنیم.

$\Rightarrow Z_c = \sqrt{\frac{j\omega L}{j\omega C}} = \sqrt{\frac{L}{C}}$ $\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(j\omega C)} = j\omega \sqrt{LC} = j\beta$

$\gamma = \alpha + j\beta \Rightarrow \gamma = j\beta$ $\beta = \omega \sqrt{LC}$

$\cosh \gamma L \rightarrow \cos \beta L$
 $\sinh \gamma L \rightarrow j \sin \beta L$

$\begin{cases} V_s = V_R \cos \beta L + j Z_c I_R \sin \beta L \\ I_s = j \frac{V_R}{Z_c} \sin \beta L + I_R \cos \beta L \end{cases}$

نیابری:

معادلات خط طول بدون تلفات:

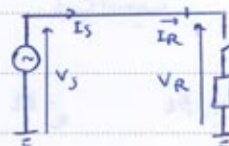
$$I_R = 0$$

دمنصبت و تاثر جریان در شرایطی باری خط: (یعنی جریان = 0) (بدون تلفات)

$$V_S = V_R \cos \beta L \rightarrow V_R = \frac{V_S}{\cos \beta L}$$

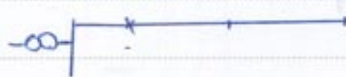
$$\beta = \omega \sqrt{LC} \text{ rad/m} \quad \beta = 0.102 \text{ /km}$$

$$\Rightarrow V_R = \frac{V_S}{\cos 20^\circ} = 1.06 V_S$$



$$I_S = j \frac{V_R}{Z_c} \sin \beta L \rightarrow I_{Ch} = I_S \big|_{I_R=0}$$

از ابتدای خط به انتهای خط داریم می‌رویم و تاثر زیادی شود. در انتهای خط ولتاژ (دو برابر می‌شود) جریان هم افزایش می‌یابد.
* $V_S < V_R$



که به این جریان، جریان خازنی خط (Charging Current) می‌شود.

پس اگر خط را برقی داریم (طول): ۱) در خط جریان باری می‌آید. ۲) اثر فراموشی: زیاد شدن

ولتاژ خط طول بدون بار (چون خط طول است و ولتاژ در انتهای خط خیلی زیاد می‌شود)



آیا می‌شود کاری کرده و ولتاژ ابتدای خط با هم برابر شود؟

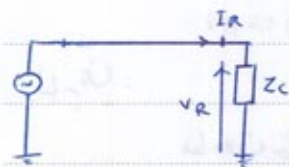
لینیم اگر بار خط صفر باشد $I_R = 0$ بنابراین اگر از ابتدای خط به انتهای خط برویم ولتاژ افزایش یافت. $V_S < V_R$

$I_R = 0 \rightarrow V_R > V_S$ اثرش ولتاژ کم می‌یاری

$I_R = ? \rightarrow V_R = V_S$ ابتدا ولتاژ صفر

حالا می‌خواهیم I_R را محاسبه کنیم که $V_S = V_R$

بدون ولتاژ صفر است یا چیزی



$$I_R = \frac{V_R}{Z_c}$$

$$V_R = Z_c I_R$$

از افزایش ولتاژ می‌گیریم

$$V_S = V_R \cos \beta L + j V_R \sin \beta L \rightarrow V_S = V_R (\cos \beta L + j \sin \beta L) \rightarrow |V_S| = |V_R|$$

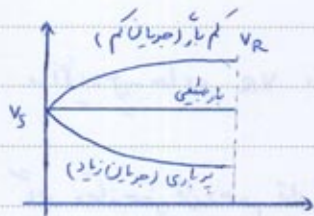
PAPCO

$\beta L = \text{اختلاف فاز}$

در اینجا ولتاژ لا سیل صفر می‌شود.

حالا اگر جریان I_R را از این مقدار بیشتر کنیم یا Z_C را کوچکتر کنیم $V_R < V_S$ بنابراین افت ولتاژ خاصیت مثبت دارد - برعکس

بنابراین در خطوط کوتاه که اثر خازنی کم است افت ولتاژ داریم یعنی حالت $V_R < V_S$ اتفاق می افتد.



بنابراین همیشه در خطوط توزیع که خطوط کوتاه هستند بحث افت ولت مطرح است.

به حالتی که بردن ولتاژ مسلح است می روند خط در شرایط SIL است:

$$SIL = \text{Surge Impedance Loading}$$

یا اینکه می روند خط در شرایط بار طبیعی = Natural Loading است. یا اینکه می روند خط به نهایت به این معنی که

حرف خط طول است مقدار ولتاژ رفت داریم و ولتاژ برگشت نداریم یعنی در همه جای خط ولتاژ برابر است.

(مسلح بودن ولتاژ) ثابت بودن ولتاژ خط
Natural Loading ←
رولاسیون منفر

$$Z_C = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$$

$$Z_C = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

↓
Surge Impedance

SIL یعنی اگر خط بدون تلفات باشد،

به ایندانش مشخصه، Surge Impedance می گویند. یعنی Load خط برابر با ایندانش مشخصه آن (Z_C) است.

توان راکتیوی که خاصیت خازنی خط تولید می کند با توان راکتیوی که خاصیت سلفی خط جذب می کند برابر باشند.

$$Q_C = Q_L$$

اگر توان راکتیو جذب بیش از توان راکتیو تولیدی باشد در جریان زیاد اتفاق می افتد که ولت داریم

$$Q_L > Q_C$$

خاصیت خازنی بیشتر و در خط طول

اما اگر توان راکتیو تولیدی بیش از توان راکتیو جذب باشد در جریان کم اتفاق می افتد که افت ولتاژ داریم

$$Q_C > Q_L$$

P4PCO

اما SIL درجه توانی است؟ پس می‌آسم SIL را بر حسب توان می‌سببی بنویسم:

$$P = V_R \cdot I_R$$

$$P = V_R \frac{V_R}{Z_c} \xrightarrow[\text{در شرایط SIL}]{V_R = V_D = V_{\text{خط}}} P = V \cdot \frac{V}{Z_c} = \frac{|V_n|^2}{Z_c} \quad \text{و تا زمانی}$$

به این دلیل جایی V_R ، V داشته‌ایم چون در شرایط SIL و تا خط در همه جا یکسان است.

اگر و تا خطی قرار دهیم توان سه فاز بدست می‌آید. و اگر و تا خطی قرار دهیم توان یک فاز بدست می‌آید.

$$SIL_{MW} = P_{3\phi} = V \cdot \frac{V}{Z_c} = \frac{|V_n|^2}{Z_c} \quad \text{خطی}$$

مثال) خط انتقالی به طول $l = 400 \text{ km}$ داریم. همچنین $Z_c = 200 \Omega$ و خط بدون تلفات است. SIL

$$l = 400 \text{ km}$$

(توان طبیعی) این خط چقدر است؟ با فرض $V = 400 \text{ kV}$

$$SIL = \frac{400^2}{200} = 800 \text{ MW}$$

یعنی اگر از این خط 800 MW توان عبور کند بردن و تا خط ثابت است. از دیونتان:

هر چه توان کمتری عبور کند افزایش و تا داریم. بدین حالت زمانست که توان عبوری صفر شود. (اتصال باز)

هر چه توان بیشتری عبور کند افت ولت داریم. بدین حالت زمانست که خط اتصال کوتاه باشد (ناکسیم بار بلند). از دیونتان:

برای اینکه کاهش و تا داشته باشیم Z_c را از 200Ω کمتری کنیم و اگر آنها را خط افزایش و تا نخواهیم داشته باشیم

Z_c را از 200Ω کمتری کنیم.

$$I = \frac{f_{00} / \sqrt{3}}{200} = \frac{2000}{\sqrt{3}} = 1155 \text{ A} \quad \left\{ \begin{array}{l} = V_{00} \text{ بردن و تا} \\ < V_{00} \text{ افزایش و تا} \\ > V_{00} \text{ افت ولت} \end{array} \right.$$

از دید جریان:

مثال: یک خط سیم‌ناز به طول 225 mi در ولتاژ 132 kV و فرکانس 60 Hz کاری کند. پارامترهای خط عبارتند از:

خط تحول
 $R = 0.149 \frac{\Omega}{\text{mi}}$ و $L = 2.1093 \frac{\text{mH}}{\text{mi}}$ و $C = 0.01427 \frac{\mu\text{F}}{\text{mi}}$. این خط انتقال توان 4 MW را در ولتاژ 132 kV

و ضریب قدرت پس‌ناز 0.95 بکوتل باری دهد. ولتاژ و جریان در ابتدای خط، راندهای خط، رولاسیون خط را محاسبه کنید.

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

$$A = D = \cosh \gamma l$$

$$B = Z_c \sinh \gamma l$$

$$C = \frac{1}{Z_c} \sinh \gamma l$$

التمس مطابق Z و γ خط:

$$X = 2\pi f L = 2\pi 60 \times 2.1093 \times 10^{-3} = 0.1789$$

این سریال
 واحد
 $Z = 0.149 + j0.1789 \quad \angle 77.9^\circ$

$$Z' = (0.149 + j0.1789) \times 225$$

این سریال
 واحد
 $Y = j\omega C = j2\pi 60 \times 0.01427 \times 10^{-6} = j5.138 \times 10^{-6} \angle 90^\circ$

$$Y' = j5.138 \times 10^{-6} \times 225$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{0.1807 \angle 77.9^\circ}{5.138 \times 10^{-6} \angle 90^\circ}} = 187.3 \angle -41.0^\circ \Omega$$

مطابق Z_c و γ خط:

$$\gamma = \sqrt{Z \cdot Y} = \sqrt{0.1807 \angle 77.9^\circ \times 5.138 \times 10^{-6} \angle 90^\circ}$$

$$\gamma l = \sqrt{\gamma} \times 225 = 0.1448 \angle 17.95^\circ = 0.1444 + j0.1444$$

$$\sinh \gamma l = \sinh(0.1444 + j0.1444)$$

$$\sinh \gamma l = e^{0.1444 + j0.1444} - e^{-0.1444 - j0.1444}$$

$$\sinh \gamma l = e^{\gamma l} - e^{-\gamma l}$$

با دقت:

$$\sinh \gamma l = e^{0.1444} \angle 0.1444 - e^{-0.1444} \angle -0.1444$$

$$\sinh \gamma l = 1.0151 \angle 0.1222 - 0.1444 \angle -0.1222 \Rightarrow \sinh \gamma l = 0.1444 \angle 17.9^\circ$$

$\cosh \delta l = 0.195 \angle 1.42^\circ$: به ترتیب

(د) محاسبه پتانسیل A, B, C, D :

$$\begin{cases} A=D = \cosh \delta l = 0.195 \angle 1.42^\circ \\ B = Z_c \sinh \delta l = 287.2 \angle -4.0^\circ \times 0.1502 \angle 85.2^\circ \\ C = \frac{1}{Z_c} \sinh \delta l = \frac{0.1502 \angle 85.2^\circ}{287.2 \angle -4.0^\circ} \end{cases}$$

$V_S = V_R \cosh \delta l + Z_c I_R \sinh \delta l$

$V_R = \frac{132}{\sqrt{3}} = 76.12 \text{ kV} \quad 76.12 \times 10^3 \text{ V}$

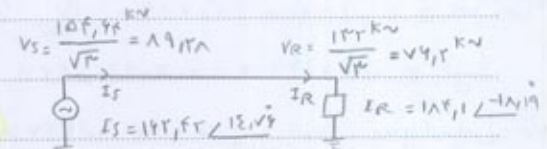
$|I_R| = \frac{P \times 10^6}{\sqrt{3} \times 132 \times 10^3 \times 0.195} = 184.1 \text{ A}$

$I_R = 184.1 \angle -11.195^\circ$

$\Rightarrow V_S = 76.12 \times 10^3 \times 0.195 \angle 1.42^\circ + 287.2 \angle -4.0^\circ \times 0.1502 \angle 85.2^\circ$

$\times 184.1 \angle -11.195^\circ = 29.128 \times 10^3 \angle 19.39^\circ = 29.128 \angle 19.39^\circ \text{ kV}$

$V_S = \sqrt{3} \times V_{S \text{ فاز}} = \sqrt{3} \times 29.128 = 50.49 \text{ kV}$



$I_S = C V_R + D I_R = 142.42 \angle 15.74^\circ$

محاسبه I_S : جریان ابتدای خط

(د) محاسبه راندمان خط :
 $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$
 $P_{out} = 40 \text{ MW}$ (پتانسیل ۳)
 P_{in} : توان ورودی

$S_S = V_S I_S^* = 29.128 \times 10^3 \angle 19.39^\circ \times 142.42 \angle -15.74^\circ$

$\Rightarrow S_S = 29.128 \times 10^3 \times 142.42 \angle 19.39 - 15.74^\circ$

$S_S = P_S + jQ_S$

$P_S = 29.128 \times 10^3 \times 142.42 \cos(4.65^\circ) = 41.45 \text{ MW}$

$P_S = 41.45 \text{ MW}$ (توان ورودی) \rightarrow $P_S = 14.45 \text{ MW}$ (توان خروجی) $\rightarrow 14.45 = 41.45 \text{ MW}$

$\Rightarrow \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = 92\%$

PAPCO

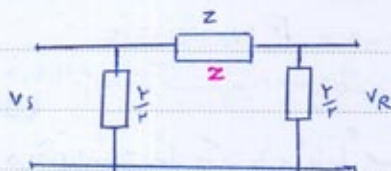
(توان ورودی توان راننده میان رابط P_S و P_R در حالت $\cos \delta = 1$ و $\sin \delta = 0$)
 $Q_S = 131 \text{ MVar}$

$$\text{Reg \%} = \frac{\frac{|V_s|}{|A|} - |V_R|}{|V_R|} \times 100$$

نسبت ولتاژها در خط:

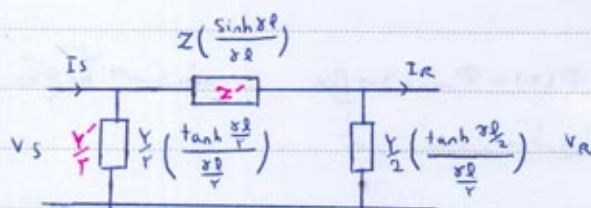
$$\text{Reg \%} = \frac{\frac{19.2}{1.895} - 74.2}{74.2} \times 100$$

اگر خواستیم ضریب قدرت ابتدای خط را بدست آوریم ابتدا زاویه را از روابط $\phi_s = \tan^{-1} \frac{Q_s}{P_s}$ بدست می آوریم پس $\cos \phi_s$ را به دست می آوریم.



$$\begin{cases} V_s = (1 + \frac{ZY}{\gamma}) V_R + Z I_R \\ I_s = Y (1 + \frac{ZY}{\gamma}) V_R + (1 + \frac{ZY}{\gamma}) I_R \end{cases}$$

مدل R خط طولی: در خط توسط داشتن:



اما در خط طولی برای رسیدن به چنین روابط:

$$\begin{cases} V_s = V_R \cosh \gamma l + Z_c I_R \sinh \gamma l \\ I_s = \frac{V_R}{Z_c} \sinh \gamma l + I_R \cosh \gamma l \end{cases}$$

در خط طولی اگر معادله داخل براشت به سمت راست بکشیم:

به همان رابطه خط متوسط می رسیم.

$$Z_c \sinh \gamma l = Z'$$

حالا چنین را ثابت می کنیم:

$$\sqrt{\frac{Z}{Y}} \sinh \gamma l = Z' \rightarrow \sqrt{\frac{Z}{Y}} \cdot \frac{\sinh \gamma l}{\gamma l} \times \gamma l = Z'$$

$$\sqrt{\frac{Z}{Y}} \cdot \sqrt{Z \cdot Y} \frac{\sinh \gamma l}{\gamma l} = Z' \rightarrow Z \left(\frac{\sinh \gamma l}{\gamma l} \right) = Z'$$

$$1 + \frac{Z' Y'}{Y} = \cosh \gamma l \rightarrow \frac{Z' Y'}{Y} = \cosh \gamma l - 1 \rightarrow \frac{Y'}{Y} = \frac{\cosh \gamma l - 1}{Z'} = \frac{\cosh \gamma l - 1}{\sqrt{\frac{Z}{Y}} \sinh \gamma l}$$

$$= \sqrt{\frac{Y}{Z}} \frac{\cosh \gamma l - 1}{\sinh \gamma l} \times \frac{\gamma l}{2} = \frac{Y}{2} \left(\frac{\tanh \frac{\gamma l}{2}}{\gamma \frac{l}{2}} \right) \quad (?)$$

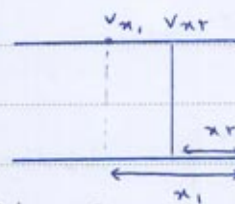
P4PCO

هم چنین خط کوتاه تر باشد عبارت داخل براشت به سمت راست بکشیم.

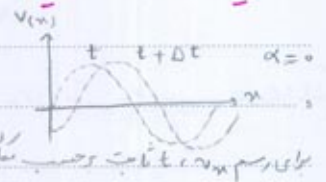
تمرین: مثال قبل را با این مدل هم حل کنید و نتایج درست آمده را با هم مقایسه کنید.

موج رفت موج برگشت

$$V_x = \underbrace{\left(\frac{V_R + Z_c I_R}{r} \right) e^{\delta x}}_{V_{x1}} + \underbrace{\left(\frac{V_R - Z_c I_R}{r} \right) e^{-\delta x}}_{V_{x2}}$$



تفسیر معادلات خط طول:



$V(x, t)$ دلائل هم تابع زمان و هم تابع مکان است

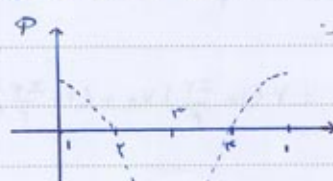
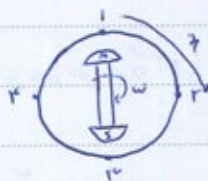
برای رسم V_{x1} و V_{x2} تابع V_R را با $V_{x1} \leq V_R$ تابع زمان و مکان

تأخیر از زمان تأخیر از مکان تأخیر از زمان و مکان

$$V_R = V_{Am} \cos \omega t = \sqrt{2} |V_R| \cos \omega t$$

اگر ωt را با t در نظر بگیریم یک موج سینوسی که در زمان حرکت می‌کند. (مثال)

در داخل استاتور شاری که داریم تقریباً سینوسی است



$$\Phi(x) = \Phi_{max} \sin \beta x$$

تغییرات شار در واحد طول

دتابع مکان است

حالا رد توره را می‌چرخانیم با سرعت ω : حالا شاری که خواهیم داشت یک موج سینوسی است که تابع زمان هم

شده است: (انبار یک سینوسی داریم که دارد حرکت می‌کند ← حوزه دوار) ← موج سیار

$$\Phi(x, t) = \Phi_m \sin(\beta x + \omega t)$$

$$V_x = V_{x1} + V_{x2}$$

$$\gamma = \alpha + j\beta$$

اما در اینجا داریم:

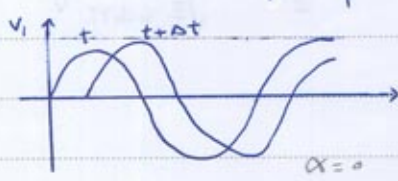
$$V_1(x, t) = \text{Re} \left[\sqrt{2} \left| \frac{V_R + Z_c I_R}{r} \right| e^{j\beta x} e^{j\omega t} \right]$$

$$= k e^{\alpha x} \cos(\beta x + \omega t)$$

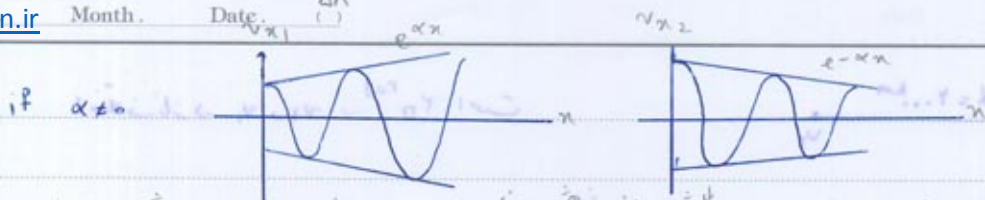
$$V_1(x, t) = \sqrt{2} \left| \frac{V_R + Z_c I_R}{r} \right| e^{\alpha x} \cos(\beta x + \omega t + \phi)$$

اگر در آن واحد به یک خط تلفظ کنیم

و دلائل های متفاوت خواهیم دید.



دلائل هر نوع برای هر کف متفاوت خواهد بود.



آر ۴۰ = پیش صفتی e خواهد بود.

آر ۴۱ = باشد در این صورت پیش در خط افقی می شود.

سین موج رفت در پشت و تبار و هم چنین سین موج رفت و تبار و موج رفت جریان نیز ارتباط وجود دارد.

شکل ۱: ما انسان‌ها دهه که در خط دوم و در حال رفت و برگشت داریم که دلائل در دهه که برابر مجموع این دو جوی باشد

$$V_A = V_{A1} + V_{A2}$$

* امواج سیار : (travelling wave) :

$$V_A = \frac{V_R + Z_C I_R}{r} e^{\gamma x} + \frac{V_R - Z_C I_R}{r} e^{-\gamma x}$$

$$I_x = \frac{V_R + Z_C I_R}{r Z_C} e^{\delta x} - \frac{V_R - Z_C I_R}{r Z_C} e^{-\delta x}$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{Z}{y}} \xrightarrow{\text{بالتبسيط}} Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$X = \sqrt{Z \cdot Y} = \alpha + j\beta \quad \xrightarrow{\text{بدون طفات}} \quad Y = j\beta = j\omega \sqrt{LC}$$

$$X = j\sqrt{L\omega \cdot C\omega} = j\omega\sqrt{LC}$$

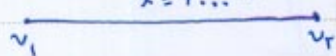
$$\beta = \omega \sqrt{Lc} = r_n f \sqrt{Lc}$$

→ فرکانس تابع زمان است. $\theta = Bx$ $\frac{\text{rad}}{m}$ $\frac{\text{rad}}{m}$ \downarrow $B = \omega \sqrt{\epsilon_0 \epsilon_c}$ اختلاف فاز مفاصلی

$r_n = \beta(\lambda)$ - معدل مرجع

طول موج: $\lambda = \frac{v_n}{\beta}$: طول از حد به اسطلاح فاز در ابتدا و انتهای آن به اندازه 2π باشد.

$$v = f \cdot \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \text{ m/s}}{640 \text{ Hz}} = 0.53125 \text{ m} \approx 0.53 \text{ m}$$

$$l = 2 \dots \text{km}$$


اختلاف فاز در v_1 و v_2 است r_n^{rad}

$$v = \frac{f \times r_n}{\beta} = \frac{r_n f}{\omega \sqrt{Lc}} = \frac{1}{\sqrt{Lc}} \quad \text{سرعت انتشار} \quad v = \frac{1}{\sqrt{Lc}}$$

$$L = \frac{\mu_0}{r_n} \ln \frac{D}{r} \quad c = \frac{r_n \epsilon_0}{\ln \frac{D}{r}} \quad \epsilon \rightarrow \epsilon, \mu_0 \rightarrow \mu$$

* اگر هوانیزد را کامل برد $\epsilon \rightarrow \epsilon, \mu_0 \rightarrow \mu$

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = \frac{1}{\sqrt{r_n \times 10^{-7} \times r_n \times 10^{-12}}} \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

در نتیجه سرعت کم می شود.

* همین است شکست امپدانس $\sqrt{\frac{L}{C}}$ را به ما بدهند و با توجه به رابطه سرعت انتشار که می دانیم L و C را می خواهند.

* دایگرام لاین : Lattice Diagram

موج رفت \rightarrow موج برگشت \leftarrow

$$\begin{cases} v_x = v_{x1} + v_{x2} \\ I_x = I_{x1} + I_{x2} \end{cases}$$

ولتاژ در هر نقطه جمع در ولتاژ است.

$$\begin{cases} v_R = v_{R1} + v_{R2} \\ I_R = I_{R1} + I_{R2} \end{cases} \quad \begin{cases} v_x = \left(\frac{v_R + Z_c I_R}{2} \right) e^{\gamma x} + \left(\frac{v_R - Z_c I_R}{2} \right) e^{-\gamma x} \\ I_x = \left(\frac{v_R + Z_c I_R}{2 Z_c} \right) e^{\gamma x} - \left(\frac{v_R - Z_c I_R}{2 Z_c} \right) e^{-\gamma x} \end{cases}$$

با توجه به شباهت v_{x1} و v_{x2} می خواهیم روش پیدا کنیم که از روی v_{x1} ولتاژ v_{x2} را محاسبه کنیم. $v_{x2} = k_R v_{x1}$ ضریب انعکاس

داریم:

$$\frac{v_{x1}}{Z_c} = I_{x1} \rightarrow \frac{v_{x1}}{I_{x1}} = Z_c$$

$$-\frac{v_{x2}}{Z_c} = I_{x2} \rightarrow \frac{-v_{x2}}{I_{x2}} = Z_c$$

$$\frac{v_R}{I_R} = Z_R$$

$$\frac{v_{R1} + v_{R2}}{I_{R1} + I_{R2}} = Z_R \rightarrow \frac{v_{R1} + v_{R2}}{\frac{v_{R1}}{Z_c} - \frac{v_{R2}}{Z_c}} = Z_R$$

PAPCO

Subject:

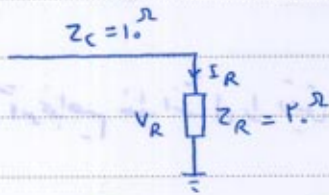
Year. Month. Date. ()

$$\rightarrow \frac{V_{R1} + V_{Rf}}{V_{R1} - V_{Rf}} = \frac{Z_R}{Z_C}$$

$$\frac{2V_{R1}}{2V_{Rf}} = \frac{Z_R + Z_C}{Z_R - Z_C} \Rightarrow V_{Rf} = \left(\frac{Z_R - Z_C}{Z_R + Z_C} \right) V_{R1} \rightarrow V_{Rf} = k_R V_{R1}$$

k_R ضریب انعکاس

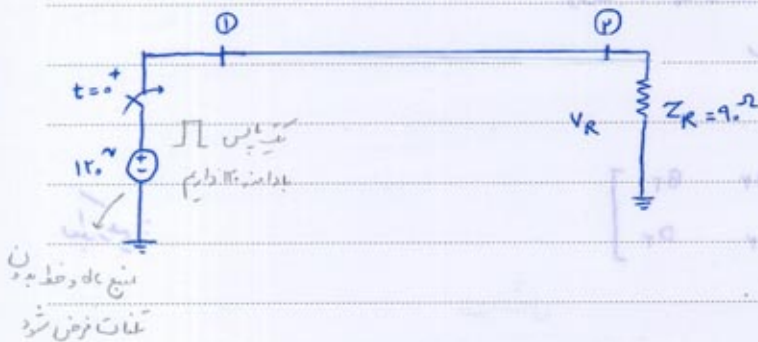
این روش مناسب برای بدست آوردن و سازه گذرا است.



$$\Rightarrow k_R = \frac{2 - 1}{2 + 1} = \frac{1}{3}$$

مثال ۱

مثال ۲: با بداندن شکست و بازتابی خط انتقالی. دیتا آنهای خط را در زمان (۵T) و (۱۰T) بدست آوریم.



T: مدت زمانی که موج طول خط را طی می کند.

در این منبع ac داریم می بایست به تعداد منبع dc

تبدیل می کردیم در برای حرکت خودی را بدست می آوردیم.

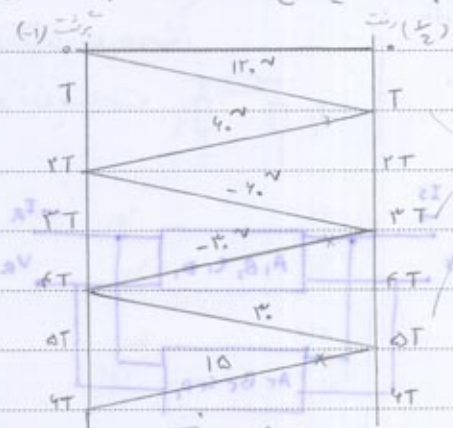
بعد از آن می توانیم موج رفت از ① به ② را بدست آوریم.

$$k_{R1} = \frac{Z_R - Z_C}{Z_R + Z_C} = \frac{9 - 3}{9 + 3} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$$

ضریب انعکاس رفت

$$k_{Rf} = \frac{0 - 3}{0 + 3} = -1$$

ضریب انعکاس برگشت



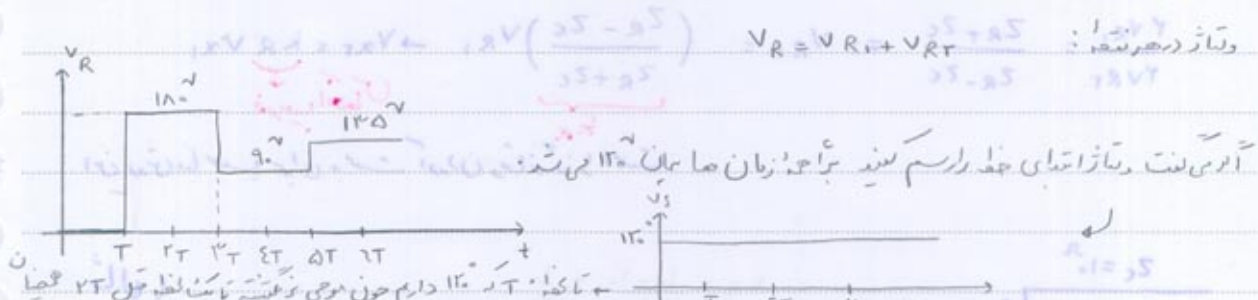
Lattice Diagram

P4PCO

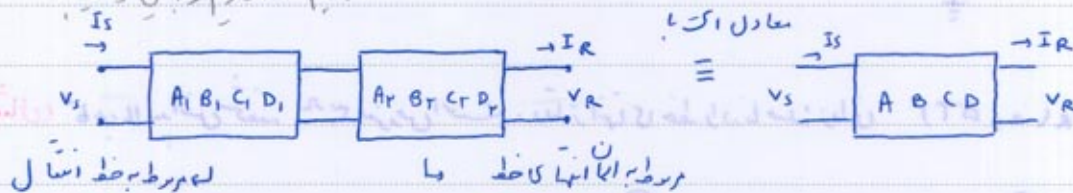
Subject:

Year. Month. Date. (۹۱)

در $t=0$ در انتهای خط ولتاژ را صفر می‌کنیم چون T تا خط طول می‌کشد و ولتاژ به انتهای خط برسد.



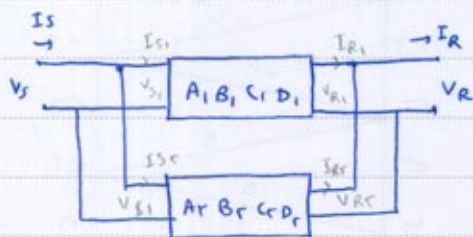
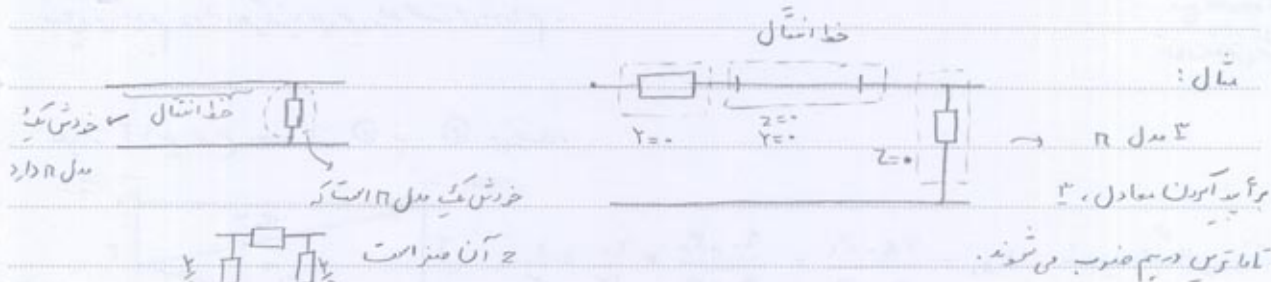
آنگاه خط انتقال را دقیق تر مدل کنیم با دو مدار معادل مدل کنیم. داریم به کف ۲۲ می‌آید و به ۱۲ می‌رسیم. داریم به کف ۱۲ می‌رسیم و به ۱۲ می‌رسیم.



بهم سری شده اند

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_r & B_r \\ C_r & D_r \end{bmatrix}$$

بعد از این:

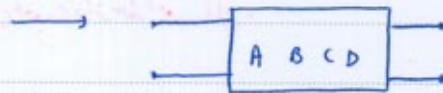


تقریباً معادل را به دست آورده آورد خط مشابه باشند چه آنانی

P4PCO

برای $A B C D$ می‌افزاید؟

معادل است با



$$A = \frac{A_1 B_r}{B_1 + B_r}$$

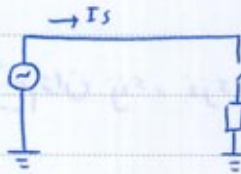
$$B = \frac{B_1 B_r}{B_1 + B_r}$$

$$C = C_1 + C_r = \frac{(A_1 - A_r)(D_r - D_1)}{B_1 + B_r}$$

$$D = \frac{B_r D_1 + B_1 D_r}{B_1 + B_r}$$

* برای درخت گسینان z صاف و y ها در برابرش شود.

* جریان بایسیری (جریان شارژ خط): جریانی که از منبع وارد خط می شود وقتی بار صاف است.



$$V_s = A V_R + B I_R$$

$$\xrightarrow{I_R=0} V_s = A V_R$$

$$I_s = C V_R + D I_R$$

$$\xrightarrow{I_R=0} I_s = C V_R$$

I_s وقتی I_R صاف باشد.

$$\rightarrow I_s = \frac{C}{A} V_s$$

جریان بایسیری

خط کوتاه

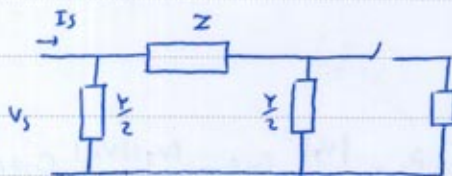
$$I_s = 0$$

(چون $I_R = I_s$ | چون خازن نداریم
(پارازتر $C=0$)

خط مترسک

$$A = 1 + \frac{ZY}{r}$$

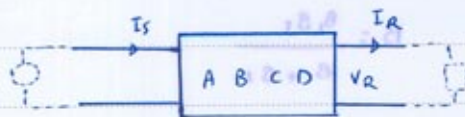
$$C = Y(1 + \frac{ZY}{f})$$



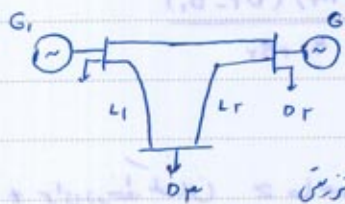
$$V_s = (1 + \frac{ZY}{2}) V_R$$

$$I_s = Y(1 + \frac{ZY}{f}) V_R$$

$$I_s = Y(1 + \frac{ZY}{f}) \frac{1}{(1 + \frac{ZY}{f})} V_s$$



توان عبوری از خط انتقال:



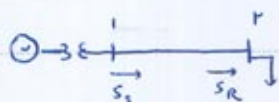
در این شبکه قدرت متداری از توان توسط D_r مصرف می شود و بقیه در L_r

مصرف می شود همیشه به D_m توان دارد می شود. برای همین بهتر است همیشه توان تزریق



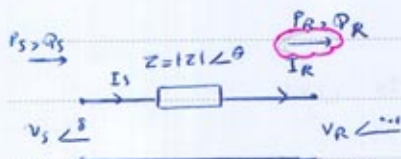
را حساب کنیم. پس مثلاً در شکل زیر:

به این توان Z_i و Z_j را حساب می کنیم می بینیم هر یک می شود.



در این شکل خط شعاعی است پس معلوم است توان از اینجا دارد تزریق می شود.

حساب S_S و S_R بر حسب پارامترهای خط یعنی A, B, C, D



$$S_S = V_S \cdot I_S^*$$

$$S_R = V_R \cdot I_R^*$$

خط کوتاه:

$$I_S = I_R = \frac{|V_S| \angle \delta - |V_R| \angle \gamma}{|Z| \angle \theta}$$

می خواهیم رابطه ای برقرار کنیم S_S و S_R می بینیم فقط بر حسب ولتاژها باشد و می توانیم به جریان نگاه نکنیم.

$$S_S = P_S + j Q_S$$

$$S_R = P_R + j Q_R$$

$$S_S = |V_S| \angle \delta \left(\frac{|V_S| \angle \delta - |V_R| \angle \gamma}{|Z| \angle \theta} \right)^*$$

$$P_S = \frac{|V_S|^2}{|Z|} \cos \theta - \frac{|V_S| |V_R|}{|Z|} \cos(\theta + \delta)$$

$$Q_S = \frac{|V_S|^2}{|Z|} \sin \theta - \frac{|V_S| |V_R|}{|Z|} \sin(\theta + \delta)$$

$$S_R = |V_R| \angle \gamma \left(\frac{|V_S| \angle \delta - |V_R| \angle \gamma}{|Z| \angle \theta} \right)^*$$

$$P_R = \frac{|V_S| |V_R|}{|Z|} \cos(\theta - \delta) - \frac{|V_R|^2}{|Z|} \cos \theta$$

$$Q_R = \frac{|V_S| |V_R|}{|Z|} \sin(\theta - \delta) - \frac{|V_R|^2}{|Z|} \sin \theta$$

PAPCO

توان استوار استوار



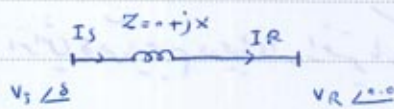
$$\Delta P = R |I|^2$$

توان استهلاک در خط

$$\Delta Q = X |I|^2$$

توان واکنشی مصرفی در خط

$$P_s - P_r = \Delta P \rightarrow P_s + \text{توان تلفات} = \Delta P$$



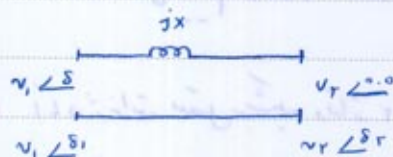
خط کوتاه با ضریب انتقال ولتاژ 1 است: $R=0$

$$P_s = \frac{|V_s|^2}{X} \cos \delta - \frac{|V_s||V_r|}{X} \cos(90^\circ + \delta)$$

$$\begin{cases} P_s = \frac{|V_s||V_r|}{X} \sin \delta \\ P_r = \frac{|V_s||V_r|}{X} \sin \delta \end{cases}$$

$$P_s = P_r = P = \frac{|V_s||V_r|}{X} \sin \delta$$

$$\begin{cases} Q_s = \frac{|V_s|^2}{X} - \frac{|V_s||V_r|}{X} \cos \delta \\ Q_r = \frac{|V_s||V_r|}{X} \cos \delta - \frac{|V_r|^2}{X} \end{cases}$$



$$\delta_{12} = \delta_1 - \delta_2$$

$$P = \frac{|V_1||V_2|}{X} \sin \delta \approx \frac{|V|^2}{X} \sin \delta$$

نیاز توان توانی (لاست) که از خط عبور می کند تابع موارد زیر است:

۱) ولتاژ - رابطه مستقیم ، به همین دلیل تغییرات خط ولتاژ استناد می شود تا توان اضافی زیاد تر شود چون ولتاژ بالاتر می رود

۲) فاصله خط - رابطه معکوس ، به همین دلیل وقتی فاصله خط بین می بینیم یا در خط انتقال خازن سری می گذاریم X کاهش

می یابد و لذا توان اضافی افزایش می یابد. هر چه قدر خط طولانی تر شود چون X بیشتر می شود توان اضافی خط کاهش می یابد.

به همین دلیل عموماً در خطوط طولانی هم همیشه از خازن سری استناد می شود تا توان اضافی خط افزایش یابد.

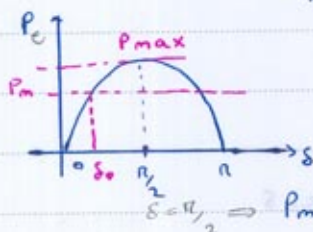
P4PCO

$$X_{eff} = X_L - X_C$$

۲) اختلاف فاز - رابطه سینم (رابطه غیر خطی) هر چه قدر δ افزایش یابد با ثابت ماندن x توان انتقالی خط افزایش می یابد.

عموماً برای افزایش توان انتقالی خط ما داریم نقطه δ را تغییر دهیم چون x و V ثابت هستند مثلاً در یک ژنراتور برای

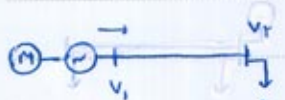
افزایش δ می تسم درجه بخار را بیشتر باز می تسم. اما رابطه غیر خطی است: $k = \frac{|V_1||V_2|}{x}$ $P = K \sin \delta$



$P_m = P_{\text{توان مکانیکی در توربین داریم کند}}$ باید با توان الکتریکی برابر باشد. $\delta = \delta_0$ محل تلاقی نقطه δ

اگر نخواهیم توان خط افزایش یابد باید توان مکانیکی افزایش یابد. δ افزایش $P_{\max} = \frac{|V_1|^2}{x}$ $\delta = \pi/2 \Rightarrow$ انواع ژنراتور: ۱) ژنراتور انژند ۲) ژنراتور متصل به شبکه سراسری

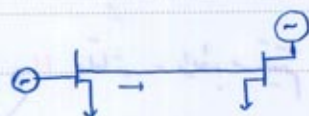
۱۱) در ژنراتور انژند برای تغییر توان انتقالی خط بار را تغییر می دهیم تا دشار V_2 تغییر کند.



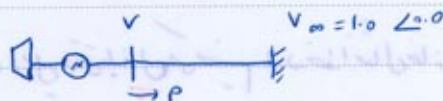
اصطلاحاً می تسم دشار V_2 کنترل شده نیست. یا کاهش بار V_2 کاهش می یابد.

۱۲) اما در ژنراتور متصل به شبکه دشار V_2 و دشار V_1 ثابت هستند. بنابراین افت ولت ثابت است.

در حالت معادل: ژنراتور وصل می شود به شبکه که معادل است با یک مدار معادل توان. که امپدانس داخلی آن صفر است.



پس توان در آن وارد شود تغییر نمی کند.



اگر نخواهد نهنگ که آیا باید توان انتقالی خط افزایش یابد این را از روی فرکانس می فهمد. اگر خط توان انتقالی آن از محدوده باز:

مورد نقطه کم شود فرکانس کم می شود پس اگر فرکانس کم شد درجه بخار را بیشتر باز می کند تا توان افزایش یابد.

P4PCO

که تغییرات با تنظیم δ انجام می شود.

در نمودار با افزایش توان مکانیکی P_m افزایش یافته و لذا توان انشعائی خط انتقال می باید که مقدار ماکسیمم این توان مکانیکی

در $\pi/2$ اتفاق می افتد. اگر توان مکانیکی از این مقدار فراتر رود توان الکتریکی از توان مکانیکی کمتر می شود پس $P_{acc} > 0$

می شود و روتور شتاب می گیرد. $P_{acc} = P_m - P_e$ if $P_m > P_e \Rightarrow P_{acc} > 0$

اگر از $\pi/2$ بیشتر شود ژنراتور ناپایدار می شود پس به $\delta = \pi/2$ حد پایداری (Stability limit) می یسیم.

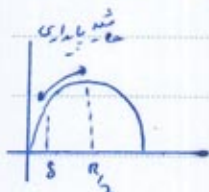
پس ماکسیمم توان مکانیکی که می توان از ژنراتور گرفت $\delta = \pi/2$ می باشد. ماکسیمم توانی که می توان از خط عبور داد ناپایدار باشد

این برای توان انتقالی در حالای آیسیم بنیم که در مورد توان راکتیو چه اتفاقی می افتد.

$$Q_s = \frac{|V_s|^2}{X} - \frac{|V_s||V_R|}{X} \cos \delta \quad \text{توان راکتیو ابتدای خط}$$

$$Q_s = \frac{|V_s|^2}{X} (1 - \cos \delta)$$

در خطوط انتقال سعی می شود که δ کوچک باشد: عیب: توان انشعائی خط کاهش می یابد. حن: ژنراتور باید در δ کوچک



نگیند. بنابراین هر چه از $\delta = \pi/2$ دور شویم حاشیه پایداری ضعیف تر داریم و خطرناک است.

$$Q_s = \frac{|V_s|^2}{X} (1 - \cos \delta) \quad \text{بنابراین } \cos \delta = 1 \text{ در نقطه ی ماکسیمم توان انتقالی}$$

$$\Rightarrow (1 - \cos \delta) > 0$$

if $|V_s| > |V_R| \Rightarrow$ (در شبکه توان راکتیوی دهه) توان راکتیو دارد خط می شود

if $|V_s| = |V_R| \Rightarrow$ (از توان شبکه جذب می کنند) و توان راکتیو دارد خط نمی شود

if $|V_s| < |V_R| \Rightarrow$ (از شبکه توان راکتیو جذب می کنند)

* پس توان انشعائی خط تابع موارد زیر است: (۱) اندازه ولتاژ: برای تغییر ولتاژ باید جریان تحریک مدار را تغییر دهیم.

(۲) ولتاژ (۳) ولتاژ (۴) ولتاژ

توزیع توان از روی ولتاژ می‌تواند تغییر کند. چون این توان را می‌توان تغییر داد باید ولتاژ ترانس آن کاهش می‌یابد.

$$P = f(\delta, |V|)$$

رابطه توان

* توان الکتریکی در بهره برداری رابطه تنگاتنگی با δ دارد: $P \rightarrow \delta$

$$Q = f(\delta, |V|)$$

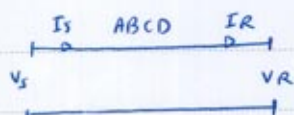
رابطه توان

در مورد توان راکتیو، رابطه قوی با $|V|$ ولتاژ دارد: $Q \rightarrow |V|$

به همین دلیل عموماً وقتی صحبت از تغییر ولتاژ است توان راکتیو مطرح می‌شود. کنترل توان راکتیو \rightarrow کنترل دامنه ولتاژ

۲) اختلاف فاز یعنی δ که این رابطه، رابطه صنعتی است.

$$S_1 = V_1 I^* = \left(\frac{V_1 \angle \delta - V_2 \angle 0}{X \angle 90} \right)^* V_1$$



* حالایی خواهیم در حالتی توان عبوری از خط انتقال را بدست آوریم:

$$S_s = V_s \cdot I_s^*$$

$$A = |A| \angle \alpha$$

$$B = |B| \angle \beta$$

$$D = |D| \angle \alpha$$

$$V_s = |V_s| \angle \delta$$

$$V_R = |V_R| \angle 0$$

$$\begin{cases} V_s = AV_R + B I_R \\ I_s = CV_R + D I_R \end{cases}$$

$$S_R = V_R I_R^*$$

$$I_R = \frac{V_s - AV_R}{B} = \frac{|V_s| \angle \delta - |A||V_R| \angle \alpha}{|B| \angle \beta}$$

$$S_R = |V_R| \angle 0 \left(\frac{|V_s| \angle \delta - |A||V_R| \angle \alpha}{|B| \angle \beta} \right)^* \rightarrow S_R = |V_R| \angle 0 \left(\frac{|V_s| \angle \delta - \beta - |A||V_R| \angle \alpha - \beta}{|B|} \right)^*$$

$$S_R = |V_R| \angle 0 \left(\frac{|V_s| \angle \beta - \delta - |A||V_R| \angle \beta - \alpha}{|B|} \right)$$

$$S_R = \frac{|V_R||V_s| \angle \beta - \delta}{|B|} - \frac{|A||V_R|^2 \angle \beta - \alpha}{|B|}$$

$$\begin{cases} P_R = \frac{|V_R||V_S|}{|B|} \cos(\beta - \delta) - \frac{|A||V_A|^2}{|B|} \cos(\beta - \alpha) \\ Q_R = \frac{|V_R||V_S|}{|B|} \sin(\beta - \delta) - \frac{|A||V_A|^2}{|B|} \sin(\beta - \alpha) \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_S = \frac{|D|}{|B|} |V_S|^2 \cos(\beta - \alpha) - \frac{|V_R||V_S|}{|B|} \cos(\beta + \delta) \\ Q_S = \frac{|D|}{|B|} |V_S|^2 \sin(\beta - \alpha) - \frac{|V_R||V_S|}{|B|} \sin(\beta + \delta) \end{cases}$$

توجه: اگر ولتاژها و ولتاژ جاری باشند توانها تک فاز دایره ولتاژ (V_R و V_S) ولتاژ خطی باشند توانها سه فاز.

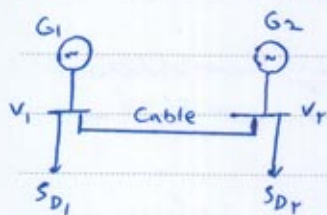
* در مدل خط لوله: $A=D=1$ $B=|Z| \angle \beta$ $\alpha=0.0$

خط لوله: $P_S = \frac{1}{|Z|} |V_S|^2 \cos \beta - \frac{|V_R||V_S|}{|Z|} \cos(\beta + \delta)$

در خط لوله بدون تلفات: $|Z|=|X|$ $\beta=90$ $R=0.0$ $Z=jX = \frac{|X|}{|Z|} \angle 90$

خواهیم داشت: $P_S = \frac{1}{X} |V_S|^2 \cos 90 - \frac{|V_R||V_S|}{|X|} \cos(90 + \delta) \rightarrow P_S = \frac{|V_R||V_S|}{X} \sin \delta$

مثال: در نیروگاه از طریق کابل به هم متصل اند. در مصرف کنند: D₁ و D₂ بارهای زیر در محل در نیروگاه داریم.



$$S_{D1} = 1\Delta + j1\Delta \text{ Pu}$$

$$S_{D2} = 2\Delta + j1\Delta \text{ Pu}$$

پهنای کابل: $Z_{\text{line}} = 0.0 + j0.05 \text{ Pu}$

$$|V_1| = |V_2| = 1 \text{ Pu}$$

ثبات را می توان حد اکثر ۲۰ Pu توان جیتی ایجاد کنند. $P_{G1} = 20 \text{ Pu}$

الف) توان تولیدی نیروگاه را می سنجید؟ (S_{G1} و S_{G2})

P4PCO

ب) قاعده توان را در این مدار بررسی کنید.

$$S_{G_1} = P_{G_2} + jQ_{G_2}$$

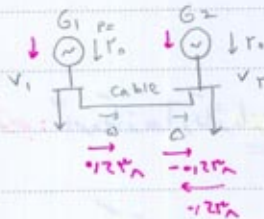
$$P_C = \gamma_P P_u$$

$$\begin{cases} P_{G1} = P_0 P_u \\ Q_{G1} = ? \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_{G_2} = ? \\ Q_{G_2} = ? \end{cases}$$

$$P_{D_1} + P_{D_2} = 1A + 1A = f_0 P_u$$

$$P_{Gr} = r_0 - P_{G1} = r_0 - r_0 = r_0 \cdot pu$$



$$P_S = \frac{|V_1||V_T|}{X} \sin \delta \Rightarrow \delta = \frac{1 \times 1}{0.1} \sin \delta \Rightarrow \delta = 18.1^\circ \quad : (1)$$

$$\phi_1 = \frac{|V_1|^r}{x} - \frac{|V_1||V_r|}{x} \cos \delta = \frac{(1.0)^r}{0.1 \angle 0} - \frac{1.0 \times 1.0}{0.1 \angle 0} \cos 15.1^\circ = 0.37 \angle 0^\circ \text{ pu}$$

$$Q_{G1} = 0.17 \mu A + \Delta = 0.17 \mu A \quad P_{u1}$$

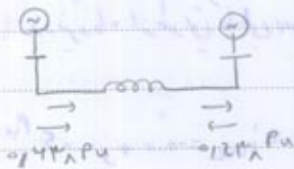
$$\rightarrow S_{G1} = P_o + j \Delta_1 Z_{K1} P_u$$

$$Q_r = \frac{|V_1| |V_2|}{X} \cos \frac{|V_1| |V_2|}{X} \rightarrow Q_r = \frac{1.0 \times 1.0}{0.1 \angle 0} + \frac{(1.0)^2}{0.1 \angle 0} \cos 18.4^\circ = -0.124 \text{ pu}$$

$$Q_T = \frac{-1.0 \times 1.0}{0.10 \Delta} + \frac{(1.0)^T}{0.10 \Delta} \quad C_{0.5 \text{ IE}, \Delta} = -0.174 \Delta$$

$$Q_G = 1\Omega + 0,2\mu\Omega = 1\Omega,2\mu\Omega P_u$$

$$S_{G2} = 10 + j15.19 \text{ MVA}$$



هتوڙ ٿاڻو ۱۶۲۸ Pu ٿاڻن وانگر خطائون تي ٿيندڙ سلف بصرفي ٿيندڙ.

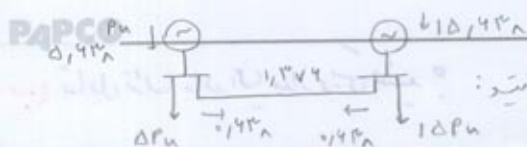
$$P_{G1} + P_{G2} = K \cdot P_u$$

مقداری از توان را مصرف کنید: و مقدار دیگر را
مصرف کنید: مصرف می کنند (حقوق خط بدون تلفات)

$$Q_{G1} + Q_{G2} = \Delta_1 T_{\lambda} + 1 \Delta_1 T_{\lambda} = 21,1 \text{ W} \quad P_u$$

↓
 ران راسم معرني خط = $21,376 - (15 + 5) = 1,354 \text{ Pu}$

بہ این مالہ ہا مالہ بخش بولان لوند۔ دوزنرا تو تراں استبد و اللہ تو لہدی لستد و مصروف بندہ ہا بولان اللہ مصروف ہا کفتد۔



$$Q = X |I|^2 \quad I = \frac{V_1 - V_2}{jX} = \frac{1 \angle 12.5^\circ - 1 \angle 90^\circ}{j0.5}$$

برای آستان دسی می‌توان راستی خط:

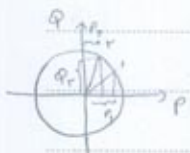
$$|I|^2 = I \cdot I^* \rightarrow Q = X |I|^2 = 1.372 \text{ pu}$$

۱۵. ضریب قدرت توان را محاسبه کنید.

$$\tan \phi_1 = \frac{Q_1}{P_1} = \frac{5.1738}{20} \Rightarrow \phi_1 \rightarrow \cos \phi_1 = 0.943 \quad \text{نسبت}$$

$$\tan \phi_2 = \frac{Q_2}{P_2} = \frac{15.1738}{20} \Rightarrow \phi_2 \rightarrow \cos \phi_2 = 0.788 \quad \text{نسبت}$$

(در نیروگاه‌ها جریان مثبت و در بارها منفی می‌گردد. هر چه از بارها به نیروگاه نزدیک‌تر شود $\cos \phi$ کوچک‌تر می‌شود.)



توان انتقالی در توان واقعی تولید می‌شود و این برای نیروگاه خوب نیست چون می‌خواهد توان بیشتری تولید کند.

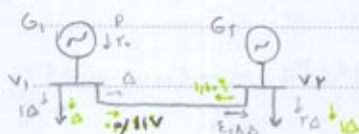
به همین دلیل در نیروگاه برای این که توان انتقالی با این نیاید خازن نصب می‌کنند.

۱۶. همین مسئله را حل کنید اگر اسپد این خط:

$$Z = 0.1 + j0.5 \text{ pu}$$

$$Z = 0.10502 \angle 88.28^\circ$$

در اینجا نیز: توان انتقالی و اینها خط داریم برابر نیست و این P_R را هم از بارها جدا می‌کنیم.



$$S_{D1} = 15 + j5$$

$$S_{D2} = 25 + j15$$

$$S_{G1} = P_{G1} + jQ_{G1}$$

$$S_{G2} = P_{G2} + jQ_{G2}$$

$$\begin{cases} P_{G1} = 20 \text{ pu} \\ Q_{G1} = ? \end{cases} \quad \begin{cases} P_{G2} = ? \\ Q_{G2} = ? \end{cases}$$

$$P_S = \frac{|V_1|^2}{|Z|} \cos \theta - \frac{|V_1||V_2|}{|Z|} \cos(\theta + \delta) \Rightarrow 5 = \frac{(1.0)^2}{0.10502} \times 0.994 - \frac{(1.0)(1.0)}{0.10502} \cos(88.28^\circ + \delta)$$

$$\Rightarrow 5 = 1.98 - \frac{\cos(88.28^\circ + \delta)}{0.10502} \Rightarrow \cos(88.28^\circ + \delta) = -0.115 \Rightarrow 88.28^\circ + \delta = 98.92^\circ \Rightarrow \delta = 10.64^\circ$$

$$Q_S = \frac{|V_1|^2}{|Z|} \sin \theta - \frac{|V_1||V_2|}{|Z|} \sin(\theta + \delta) = \frac{(1.0)^2}{0.10502} \times 0.995 - \frac{(1.0)(1.0)}{0.10502} \times 0.988 = 0.117 \text{ pu}$$

$$\Rightarrow \varphi_{G1} = \varphi_S + \varphi_{D1} = 0.11V + \Delta = 0.11V \Rightarrow \boxed{S_{G1} = 20 + j0.11V}$$

$$P_R = \frac{|V_1||V_r|}{|Z|} \cos(\theta - \delta) - \frac{|V_r|^2}{|Z|} \cos \theta$$

$$P_R = \frac{(1.0)(1.0)}{0.5} \cos(18.4^\circ - 18.4^\circ) - \frac{(1.0)^2}{0.5} \cos 18.4^\circ = -0.184$$

$$\Rightarrow P_{G1} = P_R + P_{D1} = -0.184 + 0.2 = 0.016$$

$$Q_R = \frac{|V_1||V_r|}{|Z|} \sin(\theta - \delta) - \frac{|V_r|^2}{|Z|} \sin \theta = \frac{(1.0)(1.0)}{0.5} \sin(18.4^\circ - 18.4^\circ) - \frac{(1.0)^2}{0.5} \sin 18.4^\circ$$

$$\Rightarrow Q_R = 1.171 - 1.912 = -0.741 \Rightarrow Q_{G1} = Q_R + Q_{D1} = -0.741 + 0.5 = -0.241$$

$$\Rightarrow \boxed{S_{G1} = 0.016 + j(-0.241)}$$

$$Q_{G1} + Q_{G2} = 0.11V + 1.171 = 1.281$$

ماسب توان را به مصرفی خط :

$$\Rightarrow 1.281 - (0.5 + 0.5) = 0.281 \text{ pu}$$

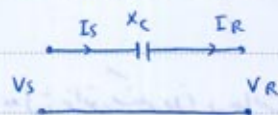
(ج) فدریب قدرت توان را در محل نرد ما ماسب لیند.

$$\tan \varphi_1 = \frac{Q_1}{P_1} = \frac{0.11V}{0.2} = 0.55 \Rightarrow \varphi_1 = \tan^{-1}(0.55) = 28.1^\circ \rightarrow \cos \varphi_1 = 0.88$$

$$\tan \varphi_2 = \frac{Q_2}{P_2} = \frac{1.171}{2.715} = 0.431 \Rightarrow \varphi_2 = \tan^{-1}(0.431) = 21.2^\circ \rightarrow \cos \varphi_2 = 0.92$$

جریان سازی خط انتقال: (۱) جریان سری - خازن (۲) جریان موازی - خازن یا راکتور

اگر برای جریان سازی یک خازن سری بگذاریم و اساس آن $X_C = \frac{1}{j\omega C}$ ، حالای خواهیم بینیم که اگر خازن بگذاریم



$$\begin{cases} V_s = AV_R + BI_R \\ I_s = CV_R + DI_R \end{cases}$$

پارامترها خط حلونه تغییر می کنند.

قبلاً داشتیم $B = Z$ که $Z = R + j\omega L$ حالا داریم: $Z' = R + j(\omega L - X_C)$

$$Z' = R + j\omega L \left(1 - \frac{X_C}{\omega L}\right)$$

$$X_{eff} = \omega L - X_C = \omega L \left(1 - \frac{X_C}{\omega L}\right)$$

اگر $X_L = 40 \Omega$ و $X_C = 20 \Omega$ یعنی ۵۰٪ جریان سازی کرده ایم. $Z' = R + \frac{X_L}{2}$ ملات: $\frac{X_C}{X_L}$

حالا اگر بخواهیم جریان موازی انجام دهیم: (توجه: در حالت قبل جریان سری X خط را تغییر می دهد)

ابتدا Z جدید را در مسائل بدست می آوریم سپس سیم به سیم را مثل روال قبل حل می کنیم.

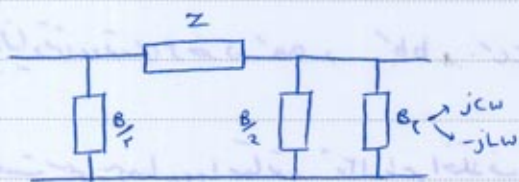
روشن سازی جریان

در جریان موازی یا جبران خازن یا راکتور است. در جریان موازی اگر بخواهیم با خازن جبران کنیم: $K = \frac{B_C}{B}$ نمای $\frac{B_C}{B}$ نیز جبران

اگر بخواهیم ۱۰٪ جبران سری $B_C = B$ یا صفر $B_C = 0$ مستقیم مثل خط قبل $(Y = j\omega C)$ (اصلاح)

$B_{eff} = B - B_C = B \left(1 - \frac{B_C}{B}\right)$

یا اگر بخواهیم ۵۰٪ جبران سری $B_C = 50\% B$



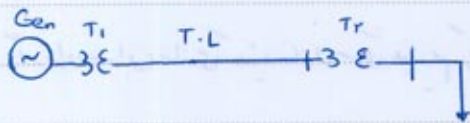
مدل R : برای محاسبه در حالت جریان موازی:

کاهش این است که B_C موازی با B_2 معادل آن را قرار دهیم.

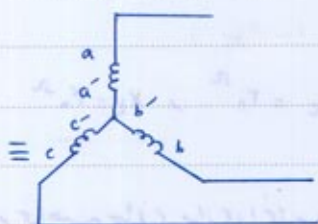
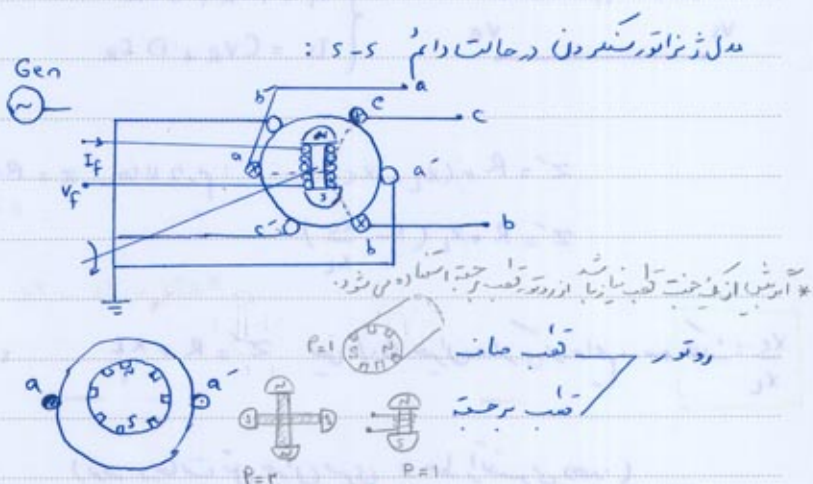
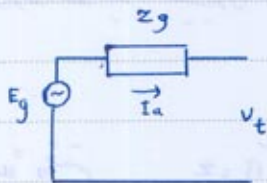
بدی - می آوریم

کاهش در این است که مدل R نامی با پارامترها A, B, C, D را در تقویم می بینیم B_C موازی آن شده D, C, B, A

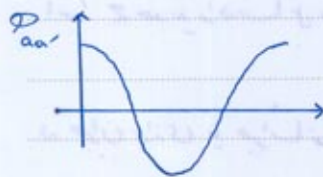
فصل ۲: مدل سازی ژنراتور سynchronous - ترانزفورماتور - بارهای متغیری (مدلسازی سیستم قدرت)



ژنراتور سynchronous دارای سرعت ثابت است - توان تولید در یک زمان در یک
دارای سه طرف و یک شمار (برای سه طرف) روی استاتور است.



رودتور دومی می چرخد شار $a'a'$ تغییر می کند بنابراین هادی $a'a'$ شار سینوسی می بیند یعنی شار سینوس هادی $a'a'$



$$e_{aa'} = \frac{d\phi_{aa'}}{dt}$$

کف شار سینوسی است.

$$e_{aa'} = e_m \sin \omega t$$

$$e_{bb'} = e_m \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

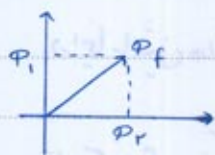
$$e_{cc'} = e_m \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

دقیق رودتور ۱۲۰° می چرخد در $b'b'$ شار سینوسی ایجاد می کند.

بنابراین دقت رودتور می چرخد در $a'a'$ و $b'b'$ و $c'c'$ شار ایجاد می کند. این اختلاف فاز به این دلیل است که

موقعیت سیم پیچ هادی استاتور ۱۲۰° با هم اختلاف فاز دارند. رودتور قطب صاف است چون نا صاف هادی درجه

حالتی است در نتیجه این شار موقعیت رودتور متغیر ندارد اما در رودتور به شکل \parallel که نا صاف هادی درجه حالتی



شاردهای مختلف مقاومت متفاوتی می‌سازد به همین دلیل باید دوگانه تعریف کنیم:

P_f در مسیر آهن است که $R \downarrow$ ، P_r در مسیر هدا است که $R \uparrow$

پس باید ۲ رتبه تعریف کنیم و محاسبات پیچیده می‌شود به همین دلیل در همان ابتدا جریان را دوگانه تعریف می‌کنیم که

در دناژ ایجاد می‌کنند در نهایت دناژها را با هم جمع می‌کنیم. (به این روش ساده تر است.)

چرا قطب صاف در برجه درست کرده اند؟ در قطب صاف تعداد سیم پیچ ها محدود است اگر تعداد سیم پیچ را

بخواهیم زیاد کنیم باید قطب درجه درست کنیم. چون در قطب صاف ۲ قطب بیشتر نمی‌توانیم بداریم چون شکل استاندارد بهم می‌ریزد

اگر بخواهیم تعداد سیم پیچ ها را زیاد کنیم باید فاصله‌هایی را زیاد کنیم لذا به بیشتر از ۲ قطب نیاز داریم. بیشتر از ۲ قطب

را قطب درجه می‌سازند. حال بیشتر از ۲ قطب چرا می‌خواهیم؟ چون $e_{aa} = e_m \sin n \omega t$ چون اگر دو قطب داریم

باید در هر چرخش فرکانس 1 Hz ایجاد می‌شود (چون باید در هر چرخش یک سیل سیم‌بندی شکل می‌شود.)

$$n = \frac{f}{p} \rightarrow N = \frac{f \cdot 60}{p}$$

زده قطب

هر چه تعداد قطب را زیاد کنیم می‌توانیم تعداد دور را کم کنیم.

یعنی با تعداد دور کمتری به همان فرکانس 1 Hz دست می‌یابیم.

هر چه تعداد قطب ها را بیشتر کنیم می‌توانیم با تعداد دور کمتری f را ایجاد کنیم.

کاربرد قطب درجه در هیدروژن تراشه ها است. اما در کم و قطب صاف در توربین‌ها تراشه ها است. درست تر این است

آنها تراشه ها را می‌چرخانند و با تعداد دور کمتری می‌توانیم به همان فرکانس دست می‌یابیم.

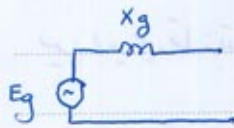
همین است ایجاد دور زیاد هزینه زیادی برد یا حرکت کمتری باشد که دور زیاد ایجاد کند به همین دلیل تعداد قطب ها را

$$f = \frac{NP}{60} \rightarrow \text{درجه قطب} \quad f = \frac{NP}{120} \rightarrow \text{قطب} \quad f = \frac{NP}{n} \rightarrow \text{درجه قطب}$$

زیاد می‌کنند.

در اینجا ماشین‌هایی به ما برسی می‌کنیم که قبلاً صاف است. و 2000 rpm می‌چرخد و در دسر 90° دشاری با

$$f = 50 \text{ Hz}$$

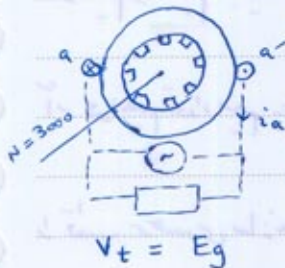


Z_g می‌تواند امپدانس دی‌تواند را نشان باشد. مثلاً اگر مقاومت اهمی خیلی کم باشد

اما مقدار Z_g یا X_g چقدر است؟ روی پلاک نامی نوشته شده:

$$\text{یعنی } Z_g = 0.12 \text{ pu} \rightarrow X_g = 12\% \text{ و } 100 \text{ MVA, } 21 \text{ kV}$$

اما مقدار واقعی Z را خواستیم باید تبدیل بشه انجام دهیم. (برداشتن Z_b)



فرض کنیم ژنراتور با $N = 3000$ می‌چرخد و دلت ترانس دسر 90° می‌زنیم.

حالا اگر بایسیم داز ژنراتور با برسی کنیم ژنراتور افت دشاری دارد. (به خاطر خازن اهمی یعنی سیم پیچ)

در حالت بدین بار

$$V_t = E_g - R_a I_a - j X_a I_a \quad \text{در حالت بار برسی:}$$

$$V_t = E_g - \underbrace{(R_a + j X_a)}_{Z_a} I_a$$

امپدانس سیم پیچ استاتور

اما وقتی از ماشین با برسی می‌کنیم چون از سیم پیچ استاتور جریان می‌گذرد این جریان عبوری از سیم پیچ در اطراف

خودش یک میدان دشاری ایجاد می‌کند که باعث می‌شود شار ایجاد شده توسط ژنراتور را کم می‌کند (در خلاف جهت سیم)

یعنی خاصیت متناهی رود که را کم می‌کند بنابراین ولتاژ ما به هم کمتر می‌شود. بنابراین رابطه بصورت زیر درمی‌آید:

RAPCO

$$E = N \frac{d\phi}{dt}$$

$$V_t = E_g - Z_a I_a \quad \text{افت ولت ناشی از عکس العمل متضامی است} \quad (57)$$

این ΔV تابع موارد زیر است: (۱) نسبت مستقیم با جریان I_a دارد. (که اگر فقط تابع این جریان بودی توانستیم

با یک معادلت معادل کنیم: $\Delta V = R I$ اما اینجا باید بینیم که با برادر I_a هم چه رابطه ای دارد.)

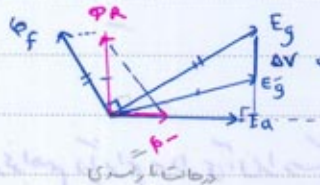
(۲) با جریان I_a اختلاف فاز 90° دارد.

لذا افت ولت ناشی از خاصیت متضامی را می توان با یک رابطه مدل کرد: $\Delta V = X_\phi I_a$



چرا اختلاف فاز 90° ؟ وقتی جریانی از روتور عبور دشاری ایجاد می شود که با نیروی

محرکه زاویه 90° دارد. این حالتی است که از روتور با نیروی اندک ایم.



حالا اگر با نیروی کنیم جریان I_a یک شار Φ_a ایجاد می کند.

شار ناشی از عکس العمل متضامی است

نابرابری در این حالت شار Φ را داریم یعنی شار کمتر شده.

پس در حالت بی باری شار Φ نیروی محرکه E_g را ایجاد می کند و در حالت با نیروی Φ ، نیروی محرکه E_g را ایجاد می کند

که مقدار آن کوچکتر است چون Φ کمتر است. تفاضل این دو برابر نیروی محرکه ΔV است. $E_g - E'_g = \Delta V$

هر چه I_a بیشتر باشد برادر Φ بزرگتر، برادر Φ_R کوچکتر، برادر E'_g کوچکتر و ΔV بزرگتر می شود. همین دلیل

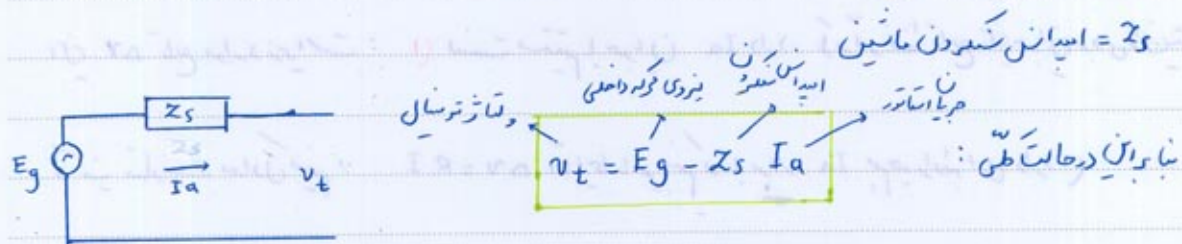
گرفتیم که ΔV با I_a نسبت مستقیم دارد.

$$V_t = E_g - R_a I_a - j X_a I_a - j X_\phi I_a$$

$$V_t = E_g - R_a I_a - j (X_a + X_\phi) I_a$$

رسانش ششرون X_ϕ

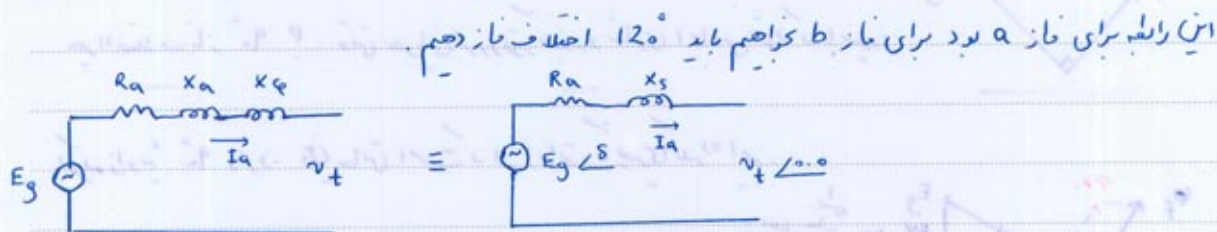
$$V_t = E_g - R_a I_a - j X_s I_a \rightarrow V_t = E_g - \underbrace{(R_a + j X_s)}_{Z_s} I_a$$



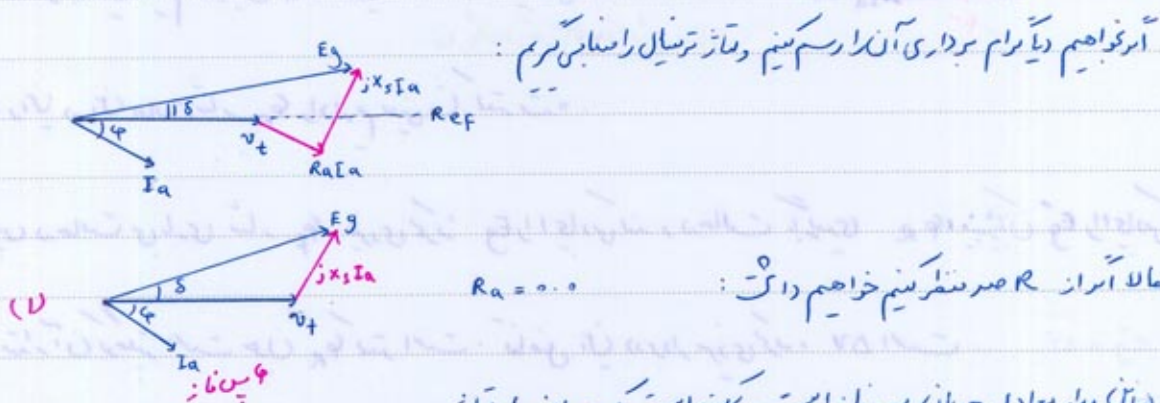
نمای این معادله ماشین سینکرون می‌باشد.

اگر R_a ناچیز باشد طبقه می‌توان از آن صرف نظر کرد داریم:

$$V_t = E_g - j X_s I_a$$



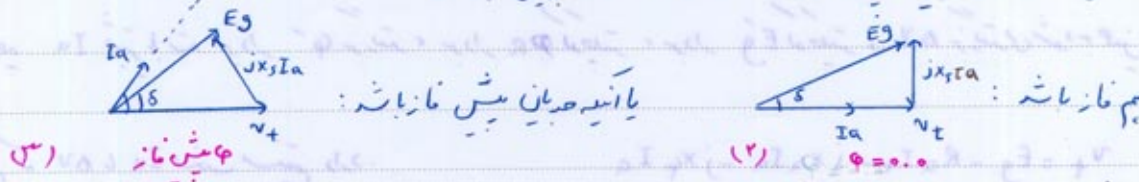
این رابطه برای فاز a بود برای فاز b خواهیم باید 120° اختلاف فاز دهیم.



اگر خواهیم دید برای آن داریم رسم کنیم و ولتاژ ترمینال را نمایش می‌دهیم:

حالا اگر از R صرف نظر کنیم خواهیم داشت:

در این مدار معادل جریان پس‌فاز است. یعنی است که جریان با ولتاژ



یا اندک جریان پیش‌فاز باشد:

هم فاز باشد:

بنابراین می‌توان گفت در ژنراتور سه حالت کاری دارد. چگونه می‌توان از یک مد به مد دیگر رفت؟ (۱) بار را تغییر دهیم (نوع)

به حالت (۱) فوق تحریف ، به حالت (۲) تحریف عادی و به حالت (۳) زیر تحریف می نویسم.

داریم: $\varphi = \frac{|V_t|}{X} (|E_g| \cos \delta - |V_t|)$ که در حالت (۱) $\varphi > 0$ تولید $\varphi = 0.0$ (۲)

در حالت بار سلفی $\varphi = \frac{|V_R|}{X} (|V_t| \cos \delta - |V_R|)$ جن

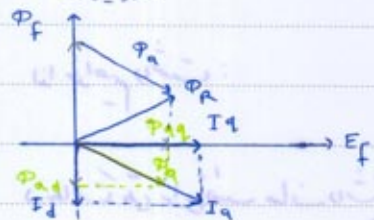
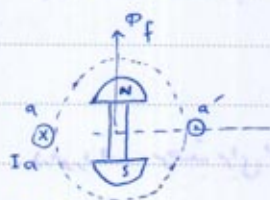
در حالت (۳) $\varphi < 0.0$ جذب (مصرف).

از نظر توان آتیو: $P = V_t I_a \cos \varphi$ که در هر سه حالت مثبت می شود.

پس ریز توان در همواره توان آتیو تولید می کند. از نظر توان راکتیو ممکن است تولید کنند یا مصرف کنند. دارد که تنگی به بار دارد. اگر بار سلفی باشد به فوق تحریف و اگر خازنی باشد به زیر تحریف.

بیش ریش گسیم می توان توان آتیو را میسب کرد: $P = \frac{|E_g| |V_t|}{X} \sin \delta$ که در تمام این حالتها $P > 0$ می شود.

مد سازی توان در سلفی کردن (دارای)



$$\varphi_{ad} = L_d \cdot I_d$$

$$\varphi_{aq} = L_q \cdot I_q$$

تفسیر: اگر در تور بر جبهه باشد شار باید به در قسمت تقسیم کرد:

جریان I_a به ازیم پیچ a عبور می کند شار φ_a را ایجاد می کند که مجموع

در شار است. در اینجا I_a با φ_a با یک نسبت راکتانس به تنهایی

ارتباط ندارد. زیرا راکتانس در جهت های مختلف متفاوت است.

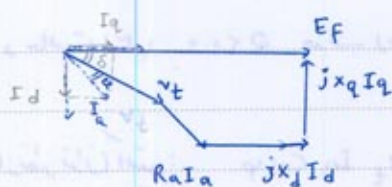
پس جریان را به دو قسمت I_d و I_q تقسیم می کنیم که در راکتانس ها متفاوت φ های متفاوتی دهند. φ_R شار نوثر است.

P4PCO

حالتی که در سلفی $\varphi < \varphi_R$ یعنی φ_{ad} خاصیت ضد تعاطفی دارد.

$$V_t = E_f - R_a I_a - j X_d I_d - j X_q I_q \quad \text{ردتور باقیب برجیه} \quad X_d \neq X_q$$

$$V_t = E_f - R_a I_a - j X_s I_a \quad \text{ردتور باقیب صاف} \quad X_d = X_q = X_s$$



حال دیانرام برداری را رسم می‌کنیم:

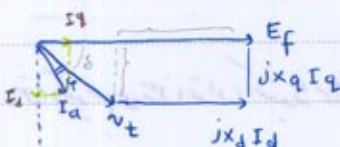
رابطه بین برداری‌ها را می‌نویسیم:

$$X_d = X_{fd} + X_L$$

$$X_q = X_{fq} + X_L$$

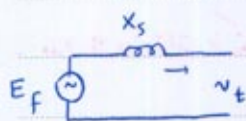
« دیانرام برداری ماشین متغیر باقیب برجیه »

X_{fd} در راستای محور X و X_{fq} در قوس برجیه تعیین می‌شود. در قوس صاف داریم: $X_s = X_{fd} + X_L$



آنگاه R_a صرف نظر می‌کنیم خواهیم داشت:

$$R_a = 0$$



$$P = \frac{|E_f| |V_t|}{X_s} \sin \delta$$

$$P = V_t I_a \cos \phi$$

برای محاسبه توان در قوس صاف داریم:

در مورد قوس برجیه برای محاسبه توان آنگاه باید یابیم توان آنگاه در راستای د محور q در محاسبه کنیم و باید جمع کنیم.

$$P = |V_t| \cos \delta \cdot I_q + |V_t| \sin \delta \cdot I_d \quad *$$

لذا خواهیم داشت:

در حالت کلی برای قوس صاف داریم: $P = |V_t| |I_a| \cos \phi_a$ و چون در این رابطه I_a داریم این فرمول

را صدق می‌کند که رابطه را قوس برجیه و تاژ داشته باشیم I_a حذف شود.

در مورد قوس برجیه نمی‌توان برای فرمول کلی I_a نوشت چون مقدار I_a در راستای د محور می‌باشد لذا بصورت $*$ می‌نویسیم.

حالتی که رابطه را صدی تبدیل می کنیم به نقطه جیب دلتا باشد:

$$E_f - V_t \cos \delta = X_d \cdot I_d$$

$$I_d = \frac{|E_f| - |V_t| \cos \delta}{X_d}, \quad V_t \sin \delta = X_q I_q \Rightarrow I_q = \frac{|V_t| \sin \delta}{X_q}$$

$$\Rightarrow P = \frac{|V_t| \cos \delta |V_t| \sin \delta}{X_q} + |V_t| \sin \delta \left(\frac{|E_f| - |V_t| \cos \delta}{X_d} \right)$$

$$P = \frac{|V_t|^2}{2X_q} \sin 2\delta + \frac{|V_t| |E_f|}{X_d} \sin \delta - \frac{|V_t|^2}{2X_d} \sin 2\delta$$

$$P = \frac{|V_t| |E_f|}{X_d} \sin \delta + \frac{|V_t|^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \sin 2\delta$$

توان انتقالی بوجهه

$$P = \frac{|V_t| |E_f|}{X_s} \sin \delta$$

توان انتقالی صاف

مبداء داشتیم:

برای محاسبه توان راستی باز باید توان راستی را در سمتی در محور q و حساب کنیم و از هم کم کنیم در واقع در مورد توان راستی

علامت داریم چون در سمتی در محور q کم می شوند. اما در مورد توان راستی چون از زاویه توان راستی تولید می کنند با هم جمع می کردیم.

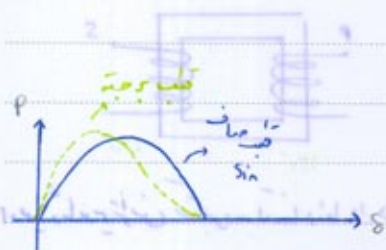
$$P = |V_t| \cos \delta I_d - |V_t| \sin \delta I_q$$

با توجه به این نمودار رسم کنیم

پس I_d و I_q را از فرمول بالا جایگزین می کنیم و رابطه ای هم به دست می آوریم و دلتا را برای توان راستی به دست می آوریم.

$$P = \frac{|V_t| \cos \delta (|E_f| - |V_t| \cos \delta)}{X_d} - |V_t| \sin \delta \frac{|V_t| \sin \delta}{X_q}$$

$$P = \frac{|V_t| |E_f|}{X_d} \cos \delta - \frac{|V_t|^2}{X_d} \cos^2 \delta - \frac{|V_t|^2}{X_q} \sin^2 \delta$$



* در قوس صاف این نمودار کاملاً سینوسی است ولی در حالت قوس بوجهه معادلی خبری

PAPCO

از حالت سینوسی خارج می شود که این به خاطر اضافه شدن جبهه دوم در رابطه P^2 با \sin^2 است.

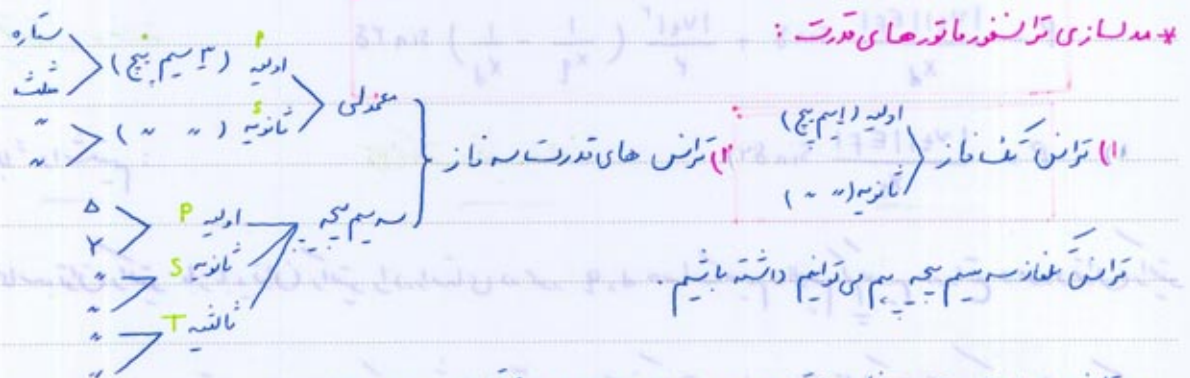
اما اثر جمیع دم جنی کم است بنابراین برای سادگی می توان از اثر جمیع دم قف بر حسب صرف نظر کرد.

* چرا در فرمول های توان سعی می کنیم در ابعاب را بر حسب ولتاژها بنویسیم و بر حسب جریان نباشد؟

۱) در شبکه های قدرت به دست آوردن ولتاژ نمره ها بسیار آسان است.

۲) ما معمولاً $Cos \phi$ را نداریم و به دست آوردن آن کار مشکلی است و باید با کارافانج (که ما هم شخص غفیت) در صورتی که ϕ داشته باشیم

مدل سازی ترانسفورماتورهای قدرت:

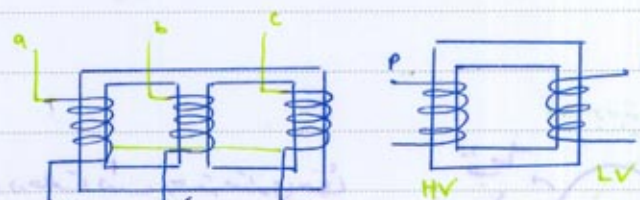
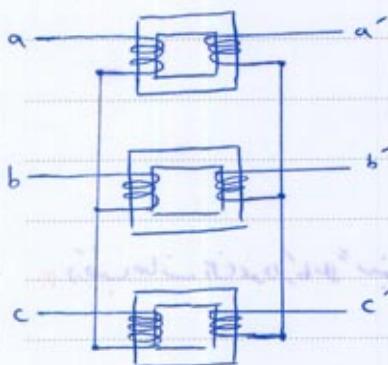


در ترانس معمولی قدرت سه فاز ۹ تا سیم پیچ داریم.

ترانس مغناطی در مراحل توزیع و ترانس ها سه فاز در مراحل انتقال و همی برای تبدیل ولتاژ استفاده می شوند.

در درس بررسی ۱ ترانس سه فاز را با حالت مغناطی مدل می کنیم و بررسی می کنیم. می بینیم گاهی از ۳ تا ترانس مغناطی

کف ترانس سه فاز درست کنیم. بعد از آن متاخی:



اولیه و ثانویه ترانس متغیر به استناد دما دارد و همیشه ثابت غفیت بهتر است

R4PCO

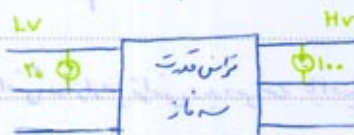
در طرف راجع به HV و LV تعیین کنیم. 20 kV و 100 kV

* برای تعیین اندک‌ترین سطح HV و بزرگ‌ترین سطح LV است: فرض که سیستم نیازمند اما تعداد در شبیه‌سازی است یعنی

مقاومت تغییر اما جریان آن کمتر است به سمت HV است. و برعکس.

از روی بدست‌گرفته‌شده می‌توان تخمین خوبی بدست‌گرفته‌شده‌های مورد نیاز به طرف HV است و برعکس.

نکته: هرگاه تلفات ترانس در یک سال ۲٪ یعنی تلفات و تلفات هارمونیک خط هستند. اصلاً هم نسبت به اتصالشان



مثلاً یا مثلاً است. یعنی تلفات و تلفات (خط) ۱۰ یا ۲۰ است.

حال اگر با ۳ ترانس ۱۰/۵ کV در یک سیستم با مشخصات $\begin{cases} 10 \text{ kV} / 5 \text{ kV} \\ 10 \text{ kVA} \end{cases}$ که تلفات در اینجا هم باید محاسبه کرد.

اتصال شماره یا مثلاً است: $\frac{2}{2} \rightarrow \frac{10\sqrt{3}}{5\sqrt{3}} \rightarrow 30 \text{ kVA}$

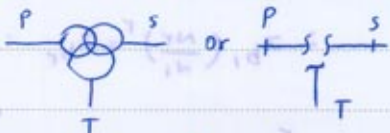
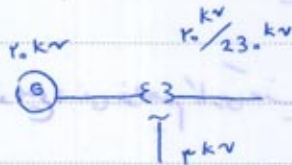
$\frac{2}{5} \rightarrow \frac{10\sqrt{3}}{5} \rightarrow 30 \text{ kVA}$ و $\frac{5}{5} \rightarrow \frac{10}{5} \rightarrow 30 \text{ kVA}$

در حالت تلفات از نوع اتصال هم است اما در حالت سلفی نوع اتصال هم نیست $\frac{5}{5} \rightarrow \frac{10}{5\sqrt{3}} \rightarrow 30 \text{ kVA}$

* ترانس به سیستم چه در چه جاهایی کاربرد دارد؟

۱) در ورودی و تلفات تولید می‌شود برای اتصال باید و تلفات را افزایش دهیم. و خود ورودی نیز به تلفات لازم دارد پس به ۲ ترانس نیاز داریم

پس از ترانس به سیستم چه استفاده می‌کنیم: همان‌طور که به سطح و تلفات نیاز داریم.

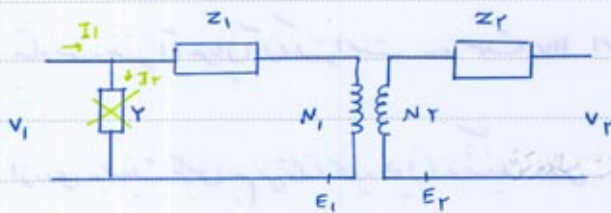


نیاز برای کار ۲ ترانس را انجام می‌دهد.

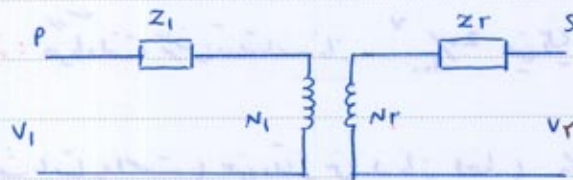
P4PCO

یا در جاهایی که برای جبران سازی به سه سوم ترانس نیاز داریم و از ترانس به سیستم چه استفاده می‌کنیم.

* شماره هدا خواستیم یک سطح ولتاژ را به ۲ سطح ولتاژ معادلات تبدیل کنیم از ترانس سهیم به استفاده می کنیم.



مدار معادل ترانس:



مقدار فکری کنیم تا محاسبات ساده تر شود. بنابراین داریم:

امپدانس به ازای ترانس دیده می شود با امپدانس به ازای بار.

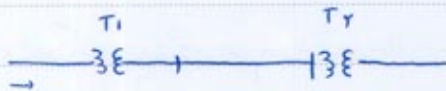
$$Z_{12} = Z_1 + \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_2$$

$$\rightarrow Z_{PS} = Z_P + \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_S$$

ترانس دیده می شود معادلات است.

* اگر بتوانیم کاری کنیم به توانیم بنویسیم $Z_{12} = Z_1 + Z_2$ خیلی خوب می شود زیرا از دو طرف به نگاه کنیم یک معادمت

می بینیم و حتی اگر چند ترانس پشت سر هم داشته باشیم راحت آنهارا بر می داریم و معادمت هارو با هم جمع می کنیم.



$$Z_{12}^{pu} = \frac{Z_1 + \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_2}{Z_{b1}} = \frac{Z_1}{Z_{b1}} + \frac{\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_2}{Z_{b1}}$$

این شکل با برابری به راحتی حل می شود:

$$= \frac{Z_1}{Z_{b1}} + \frac{Z_2}{Z_{b1} \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2}$$

$$Z_b = \frac{V_b^2}{S_b} \quad Z_{b1} = \frac{V_{b1}^2}{S_b}$$

$$Z_{12} = Z_1^{pu} + Z_2^{pu}$$

$$\frac{Z_{b2}}{Z_{b1}} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$$

توضیح: می خواهیم کاری کنیم که $Z_{b1} \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 = Z_{b2}$

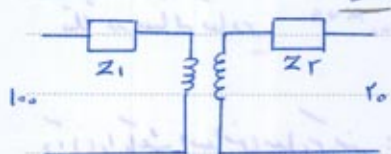
$$V_b = V_{b2} = V_2 \rightarrow Z_{b2} = \frac{V_{b2}^2}{S_b} \quad \frac{Z_{b2}}{Z_{b1}} = \frac{V_2^2}{V_1^2} \rightarrow \frac{Z_{b2}}{Z_{b1}} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$$

لذا اگر امپدانس اولیه را با دلتا ژ اولیه بر پرینت کنیم و امپدانس ثانویه را با دلتا ژ ثانویه بر پرینت کنیم، این شکل حل می شود.

یعنی ۲ مینا برای دلتا ژ انتخاب می کنیم زیرا نسبت دلتا ژها مثل نسبت تعداد درهاست. و به راحتی داریم:

$$Z_{1r}^{pu} = Z_1^{pu} + Z_r^{pu}$$

پس تنها در ترازین زمانی می توانیم امپدانس ها را با هم جمع کنیم که: (۱) امپدانس ها بر پرینت باشند در دلتا ژ طرف خودمان



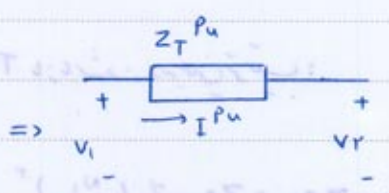
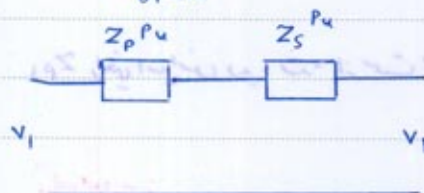
۲- این دلتا ژهای مینا نسبتشان با نسبت درها برابر باشند یعنی:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_{a1}}{I_{a2}} = \Delta$$

اگر طرف اولیه را با $V_{b1} = 50$ بر پرینت بردیم طرف ثانویه را حتماً با $V_{b2} = 10$ بر پرینت باید کنیم زیرا $\frac{V_{b1}}{V_{b2}} = \frac{N_1}{N_2}$

$$\frac{V_{b1}}{V_{b2}} = \frac{50}{10} = 5 \quad V_{b2} = 10^v$$

باید برقرار باشد. چون:



* نسبت جمع امپدانسها:

جریان را حساب می کنیم این جریان بدست آمده هم در طرف اولیه است هم در طرف ثانویه. یعنی اگر $I^{pu} = 0.5$ باشد

$$I_{b1} = \frac{S_b}{V_{b1}}, \quad I_{b2} = \frac{S_b}{V_{b2}}$$

برای جریان واقعی در طرف ثانویه را داریم:

$$\frac{I_1}{I_{b1}} = 0.5, \quad \frac{I_2}{I_{b2}} = 0.5$$

$$I_1^{pu} = I_2^{pu} = I^{pu}$$

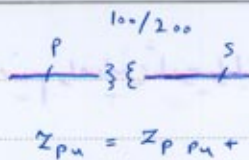
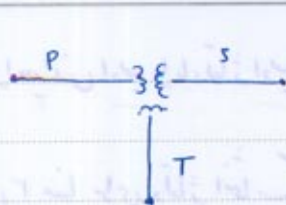
* مدل ترانس می توانیم انتخاب کنیم باشد که دلتا ژ اولیه را در دلتا ژ

$$x = 12\%$$

ترانس می دهند.

P4PCO

شال ! ترانس



توان سه سیستم:

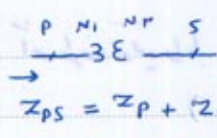
$$Z_{pu} = Z_P pu + Z_S pu$$

برای بررین کردن در توان: V_{b1} و V_{b2} داریم: $Z_{b1} = \frac{V_{b1}^2}{S_b}$ و $Z_{b2} = \frac{V_{b2}^2}{S_b}$

بن V_{b1} و V_{b2} باید نسبت تبدیل برقرار باشد و جهت است بیان معادری نامی را برای آنها انتخاب کنیم

مثلاً در مسائل معادری $100 MVA$ و $20/132$ و $X_T = 12\% = 0.12 pu$ را می دهند، Z_{pu} را می حساب می کنیم

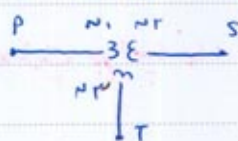
و آن را باید ایدانش مدل می کنیم:



و توان سه سیستم می باشد به ما ایدانش باید برای آن تعریف کنیم: مثلاً:

$$Z_{ps} = Z_P + Z_S \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2$$

به ایدانش عبارتند از: Z_{PT} و Z_{ST}



Z_{ps} یعنی ایدانش دید شده از سمت P و توان که T باز باشد. در همین ترتیب:

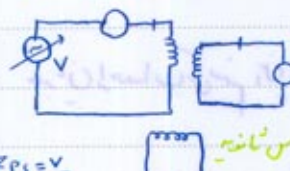
$$Z_{ps} = Z_P + Z_S \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2$$

معادری معلوم:

$$Z_{PT} = Z_P + Z_T \left(\frac{N_1}{N_3} \right)^2$$

$$Z_{ST} = Z_S + Z_T \left(\frac{N_2}{N_3} \right)^2$$

$$Z_{ps} = \frac{V}{I}$$

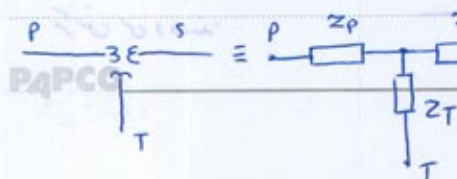


حالا می خواهیم نسبت تبدیلها را از درایه بالا حذف کنیم. این کار را برای آل و تاثیرهای اولیه و ثانویه انجام می دهیم.

لذا در حالت Pu داریم:

$$\begin{cases} Z_{ps} = Z_P + Z_S \\ Z_{PT} = Z_P + Z_T \\ Z_{ST} = Z_S + Z_T \end{cases}$$

معادری مجید



معادلات Pu

Subject:

Year.

Month.

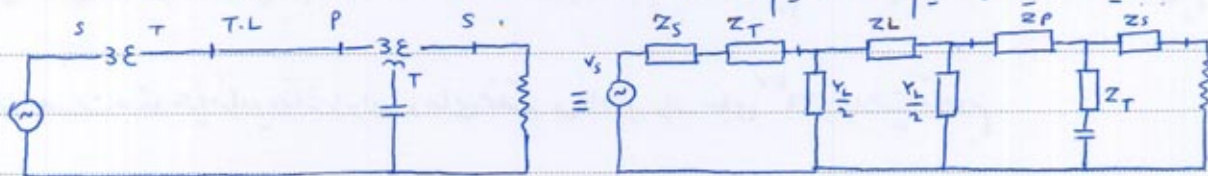
Date.

(۸۴)

پس آنرا به ما ترانس داریم با ۳ تا ایدین موازی می کشیم. معادله مدار ایدین ها حتماً باید برقرار باشد و شرط برابر

ولتاژ اولیه در دمای اول و برابر یک ثانیه در صورتی رعایت شده باشد. (اتصال ایدین ها بصورت Y)

نمایان مدار زیر را می توانیم مدلسازی کنیم:



سیستم قدرت

مدار تعریف معادل

R, L, C, E

$$P_u \begin{cases} Z_{ps} = Z_p + Z_s \\ Z_{pt} = Z_p + Z_T \\ Z_{st} = Z_s + Z_T \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_p = \frac{1}{2} (Z_{ps} + Z_{pt} - Z_{st}) \\ Z_s = \frac{1}{2} (Z_{ps} + Z_{st} - Z_{pt}) \\ Z_T = \frac{1}{2} (Z_{pt} + Z_{st} - Z_{ps}) \end{cases}$$

نمایان (اولی) داریم:

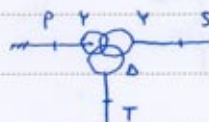
معادلات برقرار

P : Y 66 kV 15 MVA

S : Y 13.2 kV 10 MVA

T : Δ 2.3 kV 5 MVA

شال یک ترانس سه سیم چه دارای مشخصات زیر است:



با صبر نظر کردن از معادله این را می توانیم ترانس بصورت زیر است:

$X_{ps} = 7\%$

$X_{ps} = 0.108 \times \frac{P_u}{15 \text{ MVA}}$

$X_{pt} = 9\%$

$X_{pt} = 0.109 \times \frac{P_u}{15 \text{ MVA}}$

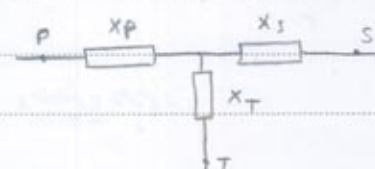
$X_{st} = 8\%$

$X_{st} = 0.108 \times \frac{P_u}{10 \text{ MVA}}$

$\rightarrow X_{st} = 0.108 \times \frac{15}{10} = 0.162 P_u$

$X_{st} = 0.108 \times \left(\frac{15}{10}\right) \left(\frac{13.2}{2.3}\right)^2$

مدار معادل ترانس را رسم کرده و مقدار X هر طرف ترانس سه سیم چه را محاسبه کنید.



ابتدا باید خط کنیم که معادله X ها در کجای برقرار باشد.

P4PCO

$X_{st} = 0.108 \times \left(\frac{15}{10}\right) \left(\frac{13.2}{2.3}\right)^2$

Subject:

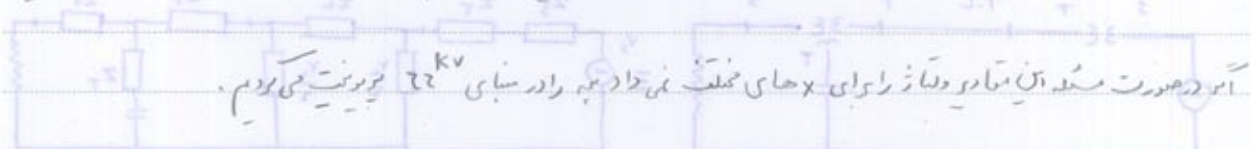
Year. Month. Date. ()

$$X_P = \frac{1}{3} (0.107 + 0.109 - 0.112) = 0.102$$

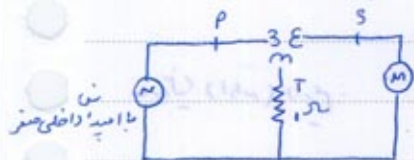
$$X_S = \frac{1}{3} (0.107 + 0.112 - 0.109) = 0.105$$

$$X_T = \frac{1}{3} (0.109 + 0.112 - 0.107) = 0.107$$

پس نتیجه ای که در آن کونسل وجود دارد فقط آن است که باید متاد پرپریت را حذف کنیم که در آن پرپریت شده باشد و آن را برود اصلاح کنیم.



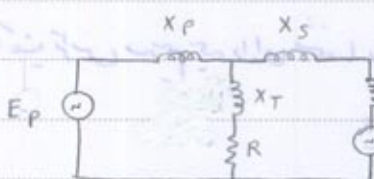
مثال) بین ترانس سه سریم یک مثال قبلی بصورت زیر به منبع و موتور کشیدن و مدارت متصل شده است.



$$P = 5 \text{ MW} \quad \text{و توان مصرفی} \quad 7.5 \text{ MVA}, 13.2 \text{ kV}$$

$$X_M = 2\%$$

مدار معادل آن را رسم کرده و متاد را به این مدار را به حساب پرپریت روی آن نشان دهید.



$$S_b = 15 \text{ MVA}$$

$$V_b = 66 \text{ kV}$$

$$X_P = 0.102 \text{ pu} \quad X_S = 0.105 \text{ pu} \quad X_T = 0.107$$

$$X_M = 0.15 \text{ pu} \quad 13.2 \quad 7.5$$

$$X_M = 13.2 \quad 15$$

$$X_M = 0.2 \quad \frac{15}{7.5} = 0.4 \text{ pu}$$

$$R = 1.0 \quad \frac{15}{5} = 3 \text{ pu}$$

$$P_{APCO} \frac{R}{Z_b} \quad Z_b = \frac{(2.3 \text{ kV})^2}{15 \text{ MVA}} \quad \text{و نیاز مشاهده T} \quad \text{محاسبه مقاومت R با توجه به توان و ولتاژ:}$$