نقش زمین در ظرفیت خطوط انتقال:

یک هدایت هم محور دارای اضافه شده $\Rightarrow C \uparrow$

حضور زمین نادیده گرفته شده

$$C_{an} = \frac{q_a}{V_{an}} = \frac{2\pi\epsilon}{\ln\frac{D_{eq}}{r} - \ln\frac{\sqrt[3]{D_{12}' D_{23}' D_{31}'}}{\sqrt[3]{D_{11}' D_{22}' D_{33}'}}}$$

$\ln > 0$

$\ln \uparrow \Rightarrow$ صورت عامل بزرگ، مخرج عامل کوچک $\Rightarrow C_{an} \downarrow$

اگر فاصله زمین زیاد باشد $\Rightarrow$ عوامل مورب $\approx$ عوامل قائم $\Rightarrow$ تاثیر زمین ناچیز

تاثیر زمین کردن خطوط

$$D_{eq} = \sqrt[3]{D \cdot D \cdot 2D} = D\sqrt[3]{2}$$

$$r_s = \sqrt{r \cdot d} > r \longrightarrow C \uparrow \qquad C = \frac{2\pi\epsilon}{\ln\frac{D_{eq}}{r_s}}$$

زمین کردن $\Rightarrow C \uparrow$

$L \downarrow$

www.tmar.ir

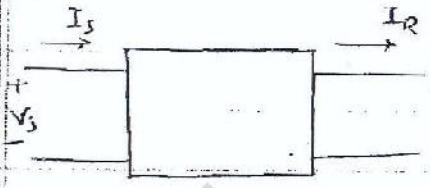
Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

طول خط = L < 80 km

ولتاژ = 400 < 230

فرکانس = 50 Hz

فصل 5 : رابطه ولتاژ و جریان در خطوط انتقال انرژی :



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

چون می خواهیم سیستم را تقریبی مستقل از طول خط در نظر بگیریم

$$A = D$$

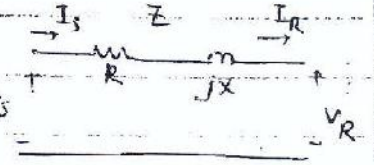
$$AD - BC = 1$$

$$VR = \frac{|V_{RNL}| - |V_{RFL}|}{|V_{RFL}|}$$

خط انتقال کوتاه

$l < 150$ mile

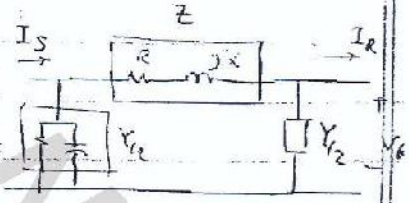
$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$



$$V_{R_{NL}} = V_S$$

خط انتقال متوسط

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



$$NL \rightarrow I_R = 0 \rightarrow |V_{R_{NL}}| = \frac{|V_S|}{|A|}$$

خط انتقال بلند

$$Z_c = \sqrt{Z/y}$$ امپدانس مشخصه (Ω)

$$\gamma = \sqrt{Zy}$$ ثابت انتشار (واحد ندارد)

با فرض x از انتهای خط

$$\begin{cases} V = V_R \cosh \gamma x + I_R Z_c \sinh \gamma x \\ I = \frac{V_R}{Z_c} \sinh \gamma x + I_R \cosh \gamma x \end{cases}$$

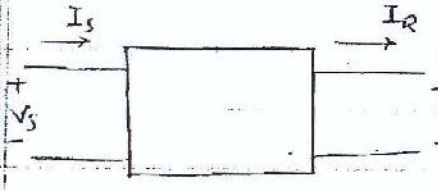
$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh \gamma l & Z_c \sinh \gamma l \\ \frac{1}{Z_c} \sinh \gamma l & \cosh \gamma l \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$ $A = D$, $AD - BC = 1$

$$\gamma = \alpha + j\beta \qquad e^{\gamma x} = e^{\alpha x} \cdot e^{j\beta x}$$

www.jozvi.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

فصل 5 : رابطه ولتاژ و جریان در خطوط انتقال انرژی :



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

خوب می‌گیم به سیستم از نظر فیزیکی متقارن است
به ریگ نازیری می‌گیتم

$A = D$

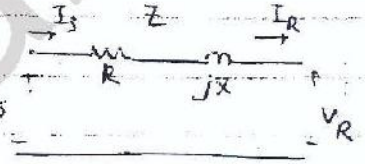
$AD - BC = 1$

$$VR = \frac{|V_{RNL}| - |V_{RFL}|}{|V_{RFL}|}$$

خط انتقال کوتاه

$l < 150\,mile$

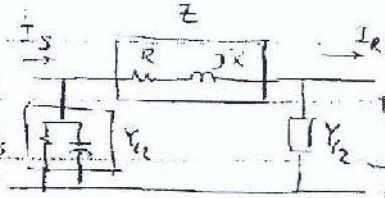
$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$



$V_{R_{NL}} \cong V_S$

خط انتقال متوسط

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



$NL \rightarrow I_R = 0 \rightarrow |V_{R_{NL}}| = \frac{|V_S|}{|A|}$

خط انتقال بلند

$Z_c = \sqrt{Z/y}$ امپدانس مشخصه (اهم)

$\gamma = \sqrt{Zy}$ ثابت انتشار (واحد ندارد)

ولتاژ و جریان در فاصله x از انتهای گیرنده

$$\begin{cases} V = V_R \cosh \gamma x + I_R Z_c \sinh \gamma x \\ I = \frac{V_R}{Z_c} \sinh \gamma x + I_R \cosh \gamma x \end{cases}$$

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

$A = D$

$AD - BC = 1$

$\gamma = \alpha + j\beta$ $\quad e^{\gamma x} = e^{\alpha x} \cdot e^{j\beta x}$

www.tinar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

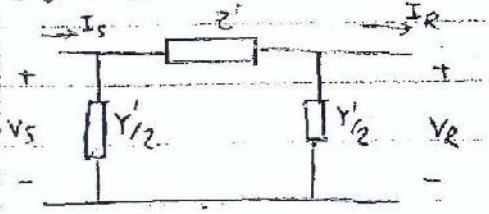
تقریب $\quad \cosh\gamma\ell = 1 + \frac{YZ}{2}$

$\sinh\gamma\ell = \sqrt{YZ}\,(1 + \frac{YZ}{6})$

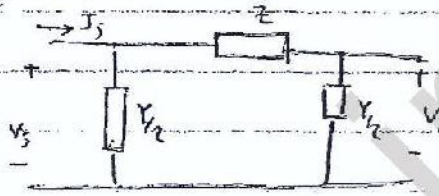
$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} 1+\frac{YZ}{2} & Z(1+YZ/6) \\ Y(1+\frac{YZ}{6}) & 1+\frac{YZ}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

$A=D \quad AD-BC \neq 1$

مدار معادل دقیق



مدار معادل تقریبی



$$Z' = Z\,\frac{\sinh\delta\ell}{\delta\ell} = Z_c \sinh\delta\ell$$

$$Y'/2 = Y/2\,\frac{\tanh\delta\ell/2}{\delta\ell/2} = 1/Z_c \tanh\delta\ell/2$$

قدرت در خط انتقال

$$\begin{cases} V_S = AV_R + BI_R \\ I_S = CV_R + DI_R \end{cases} \rightarrow \begin{cases} I_R = \frac{1}{B}(V_S - AV_R) \\ I_R = \frac{BC-AD}{B} V_R + \frac{D}{B} V_S \end{cases}$$

$$I_S^* = \frac{-1}{B^*} V_R^* + \frac{D^*}{B^*} V_S^*$$

$B = |B|\angle\beta \quad D = |D|\angle\Delta$

$V_R = |V_R|\angle 0 \quad V_S = |V_S|\angle\delta$

توان دریافتی گیرنده $\quad S_S = \frac{-|V_R||V_S|}{|B|}\angle\delta+\beta + \frac{|D||V_S|^2}{|B|}\angle\beta-\Delta$

$$P_S = \frac{-|V_R||V_S|}{|B|}\cos(\delta+\beta) + \frac{|D||V_S|^2}{|B|}\cos(\beta-\Delta)$$

$$Q_S = \text{〃}\ \sin\ \text{〃} + \text{〃}\ \sin\ \text{〃}$$

تفاضل: δ

توان دریافتی MAX $\quad \cos(\delta+\beta) = -1 \rightarrow \delta+\beta = \pi$

$$P_{S\max} = \frac{|V_R||V_S|}{|B|} + \frac{|D||V_S|^2}{|B|}\cos(\beta-\Delta)$$

Short line $\quad R \approx 0 \quad X \rightarrow$ مقاومت $\rightarrow$ $A = D = 1\angle 0$

$B = jX = X\angle 90 = |B|\angle\beta$

$$P_S = \frac{|V_R||V_S|}{X}\sin\delta$$

www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

توان اکتیو بصورتی از شینه قبلی به اختلاف فاز دو شینه بستگی دارد و تغییرات آن نسبت به تغییرات δ رابطه است.

$$Q_S = -\frac{|V_R||V_S|}{|B|}\sin(90+\delta) + \frac{|V_S|^2}{|B|}\sin 90$$

$$= \frac{|V_S|}{|B|}\left(|V_S| - |V_R|\cos\delta\right)$$

δ کوچک $\Rightarrow \cos\delta = 1$ $\Rightarrow Q_S = \frac{|V_S|}{X}\Delta U$

توان راکتیو ورودی قبلی بستگی به تفاوت مقادیر U دارد.

$\Delta U > 0 \rightarrow$ توان راکتیو از S به R منتقل می‌شود

$\Delta U < 0 \rightarrow$ " " S " R " "

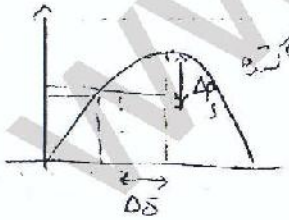
$$P_{S,max} = \frac{|V_S||V_R|}{X}$$ ظرفیت خط انتقال

راه های افزایش ظرفیت:

① افزایش انتقال خط: استفاده از خازن سری ☹ SSR و زیرسنکرون

② خط انتقال دومداره ← افزایش هزینه ☹

③ افزایش ولتاژ ← باعث افزایش ظرفیت بحدود معینی می‌شود



ضریب سنکرون کننده $T_S \triangleq \frac{\Delta P_S}{\Delta\delta}$ $\quad T_S = \frac{dP_S}{d\delta} = \frac{|V_R||V_S|\cos\delta}{X}$

$= P_{max}\cos\delta$

$\uparrow T_S \Rightarrow$ سنگ پایدارتر

• باصطلاح خط انتقال: Natural load

$$V = \underbrace{\frac{V_R + I_R Z_C}{2}e^{\gamma x}}_{V_1} + \underbrace{\frac{V_R - I_R Z_C}{2}e^{-\gamma x}}_{V_2}$$

موج سیار انتقال خط — موج سیار بازگشت

www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$\gamma = \alpha + j\beta \qquad e^{\gamma x} = e^{\alpha x} \cdot e^{j\beta x}$

$$V_1 = \frac{V_2 + I_R Z_c}{2} e^{\alpha x} \cdot e^{j\beta x}$$

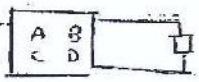
Incident wave
- با دور شدن از ابتدای خط $x \uparrow$ ← $|V_1| \uparrow$ ، $\angle V_1 \uparrow$ جلو می‌افتد
- با دور شدن از ابتدای خط $x \downarrow$ ← $|V_1| \downarrow$ ، $\angle V_1$ عقب می‌افتد

Reflected Wave
- $x \uparrow \rightarrow |V_2| \downarrow$ ، $\angle V_2$ عقب می‌افتد
- $x \downarrow \rightarrow |V_2| \uparrow$ ، $\angle V_2$ جلو می‌افتد

$$V_2 = \frac{V_R - I_R Z_c}{2} e^{-\alpha x} \cdot e^{-j\beta x}$$

ولتاژ و جریان در هر نقطه مجموع دو موج سیار رفت و برگشت است.

If $Z_L = Z_c \longrightarrow V_R = I_R Z_c \longrightarrow V_2 = 0$



در خطی که امپدانس بار با امپدانس مشخصه خط برابر باشد ← موج بازگشت نداریم ←
خط بی نهایت

$Z_L = Z_c \longrightarrow$ Infinitive Line $\longrightarrow$ Reflected Wave = 0

If $\{R = 0, G = 0\}$ ← خط بی اتلاف Loss Less $\longrightarrow \boxed{Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}} \angle 0}$ امپدانس اهمی خالص Surge Impedance امپدانس موجی

SIL → Surge Impedance Load

امپدانس موجی بار

قدرتی که توسط خط برای امپدانس Surge Impedance داده می‌شود

$$\overbrace{Z_c \sqrt{\frac{L}{C}}}^{Z_L} = SI \qquad SIL = \frac{|V^2|}{Z_c} \quad MW$$

خط بدون اتلاف

$\gamma = \sqrt{Z Y} = j\omega\sqrt{LC}$ ... ($\alpha = 0 \quad \beta = \omega\sqrt{LC}$)

www.tnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$$V = V_R \angle \gamma x = V_R \angle j\beta x$$

در خط بدون تلف دامنه SIL ← اندازه ولتاژ ثابت و برابر V_R است.

هرچه از انتهای خط دور شویم ← زاویه V_R افزایش می یابد

$$V_S = V_R \angle j\beta L = V_R \angle j\omega\sqrt{LC}\,l$$

$$\beta x = 2\pi = 360^\circ \longrightarrow x = \lambda \longrightarrow \lambda = \frac{2\pi}{\beta} m$$

یک سیکل کامل موج ولتاژ طی شده :

$$\beta = \omega\sqrt{LC} = 2\pi f \sqrt{\frac{\mu_0}{2\pi} \ln\frac{D}{r'} \times \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln D/r'}}$$

$$\xrightarrow{r = r'} \beta = 2\pi f \sqrt{\mu_0\varepsilon_0} \quad rad/m$$

$$\lambda = NT = \frac{V}{f} = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{2\pi}{2\pi f\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$$

$$\xrightarrow{\text{سرعت}} V = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}} \quad m/s$$

$$\longrightarrow V = 3\times10^8 \quad m/s$$ ← در خط بدون اتلاف موج الکترومغناطیسی با سرعت نور حرکت می کند

$$\lambda\,(f=50Hz) = \frac{3\times10^8}{50} = 6000\,km$$ ← در کل طول خط اتفاقات قابل مشاهده نیست. $l \ll \lambda$

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

$$\xrightarrow[\text{loss less}]{\sinh\gamma l = 0} \begin{cases} V_S = V_R \\ I_S = I_R \end{cases} \longrightarrow$$ خط تنظیم شده

$r, g \ll \omega L, \omega C$ ← خط با تلفات را هم می توان تنظیم شده فرض کرد.

به وسیله خازن سری ($L\downarrow$) و راکتور شنت ($C\downarrow$) می توان خط را به خط تنظیم شده تبدیل کرد $L\downarrow C\downarrow$

روش های مقابله با کمبود تولید

① کاهش مصرف کنندگان. $P = TW$ در کوپل ثابت $W\downarrow \Rightarrow P\downarrow$ توان

www.tinar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

روش های تنظیم ولتاژ (ادامه)

بیشتر ← تجهیزات سودری آسیب می بینند
کمتر ← تجهیزات سودری از نظر صاحبی آسیب می بینند

استاندارد $V_R = 5\%$

استفاده از ماژن های دستگاهی

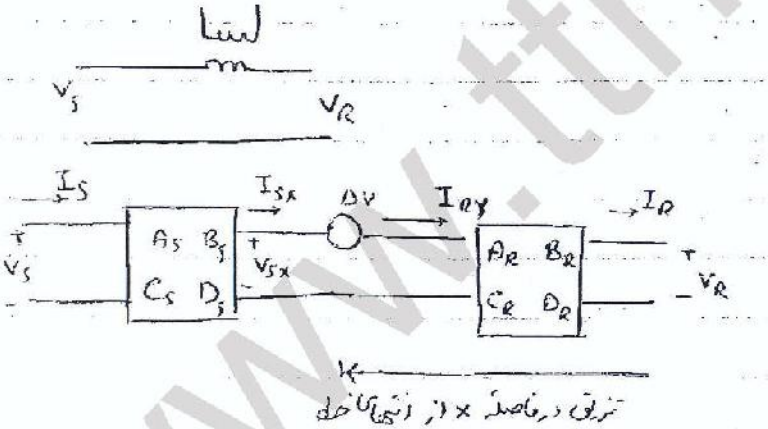
① استفاده از Tap changer { استاتیک / دینامیک

② تزریق ولتاژ { سنج خودی / سنج خارجی

③ تزریق یا جذب قدرت راکتیو توسط ماژن یا سلف استاتیک یا دینامیک

② تزریق ولتاژ

(با سنج خارجی)



$$\left\{ \begin{array}{l} I_{SX} = I_{RX} \\ \Delta V = K V_{SX} \angle \varphi \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{حدت}} V_R = V_S$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{RX} = A_R V_R + B_R I_R \\ I_{RX} = C_R V_R + D_R I_R \end{array} \right. \xrightarrow{V_{RX} = V_{SX} + K V_{SX} \angle \varphi} \left\{ \begin{array}{l} V_S = A_S V_{SX} + B_S I_{SX} \\ I_{SX} = I_{RX} \end{array} \right.$$

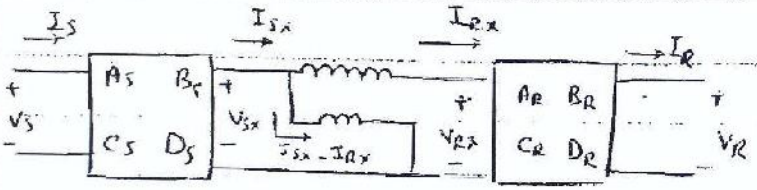
$$V_S = A_S V_{SX} + B_S (C_R V_R + D_R I_R)$$

$$V_{SX} = \frac{1}{A_S} V_S - \frac{B_S}{A_S} (C_R V_R + D_R I_R) \qquad V_{RX} = (1 + K \angle \varphi) V_{SX}$$

$$(1 + K \angle \varphi) \left[\frac{1}{A_S} V_S - \frac{B_S}{A_S} (C_R V_R + D_R I_R) \right] = A_R V_R + B_R I_R$$

www.tnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected



(ب) استفاده از خط

$$\Delta V = K V_{Sx} \angle\varphi$$

$$V_{Rx} = A_R V_R + B_R I_R$$

$$V_{Sx} + \Delta V = V_{Rx} \longrightarrow V_{Sx}(1 + K\angle\varphi) = V_{Rx}$$

$$\rightarrow (1 + K\angle\varphi) V_{Sx} = A_R V_R + B_R I_R \quad (I)$$

$$V_S = A_S V_{Sx} + B_S I_{Sx} \longrightarrow V_{Sx} = \frac{1}{A_S} V_S - \frac{B_S}{A_S} I_{Sx} \quad (II)$$

توان ظاهری فرستنده = توان ظاهری دریافتی به گیرنده

$$V_{Sx} (I_{Sx} - I_{Rx})^* = \Delta V \cdot I_{Rx}^* = K V_{Sx} \angle\varphi \, I_{Rx}^*$$

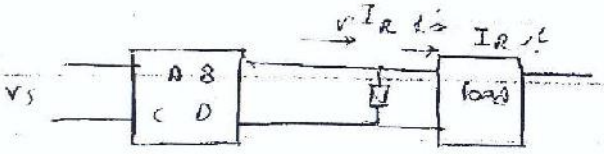
$$\rightarrow I_{Sx} - I_{Rx} = K I_{Rx} \angle -\varphi$$

$$I_{Sx} = I_{Rx} \cdot (1 + K\angle\varphi)$$

$$= (1 + K\angle -\varphi)(C_R V_R + D_R I_R)$$

$$\frac{(III), (II)}{(I)} \longrightarrow A_R V_R + B_R I_R = \frac{1 + K\angle\varphi}{A_S} \left[V_S - B_S (1 + K\angle -\varphi)(C_R V_R + D_R \right.$$

(3) تزریق با حذف مدت اکتو



I_R با I_R جدید

$$I_R = I_a - j I_R$$

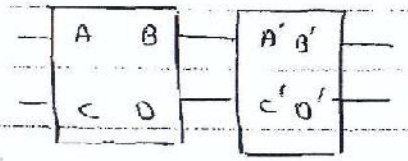
$$I_R = I_a - j I_x$$

$$I_{R'} = I_c - I_R - I_{R'}$$

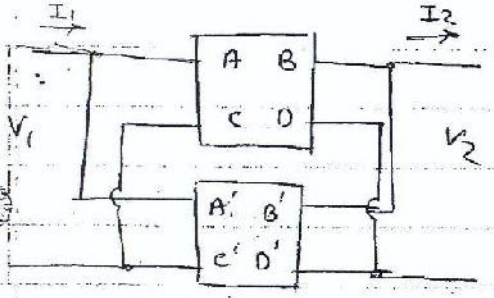
www.itnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

خازن سری ← کاهش اسپلش سری ، بهبود VR ، افزایش ظرفیت اتصال



$$\rightarrow \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{bmatrix}$$



$$\begin{bmatrix} A + \frac{B(A'-A)}{B+B'} & \frac{BB'}{B+B'} \\ C+C' + \frac{(A'-A)(D-D')}{B+B'} & \frac{DB'+D'B}{B+B'} \end{bmatrix}$$

www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

فصل 6 : سیستم توزیع :

کمیت های مشخص کننده :

۱- منحنی بار : خانگی، تجاری، صنعتی، کشاورزی، روشنایی معابر

۲- load Curve

۳- P_{ave} بار متوسط روزانه $= \frac{1}{24}\int_0^{24} P(t)\,dt$

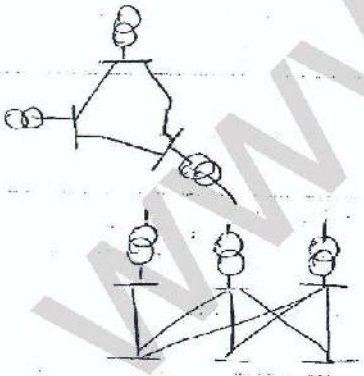
P_{ave} بار متوسط سالانه $= \frac{1}{8760}\int_0^{8760} P(t)\,dt$

ضریب کهنه‌داری بار $= \frac{P_{ave}}{P_{pick}} \times 100$

۴- شبکه های توزیع

a ← شعاعی، یک سو تغذیه

ایرادات ← قابلیت اطمینان پایین



b ← حلقوی Ring دو سو تغذیه

c ← مرکب چند سو تغذیه

شعاعی ← ساده ← ارزان : قابلیت اطمینان

۴- تراکم بار $= \frac{MVA}{S} \text{ یا } \frac{kVA}{S \to hectar}$ بار

N تعداد پست‌ها $= \frac{S_{total}}{S}$ $\quad S_{/N}$: ساعت تغذیه‌شده برای هر پست $\quad 10^9 S = \pi R^2 \to R$ ← طول

۵- برآورد بار ←

- long term ۱۰ سال — برای مشخص کردن ظرفیت کابل برای شبکه
- Intermediate ۳ تا ۵ سال — تغییرات سیستم‌های
- Short Term — ۱۴۶۸ ساعت — تغییر اساسی بار و ورود خروج واحدها شبکه

www.ttnar.ir

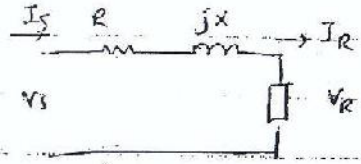
Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

افت ولتاژ در شبکه های توزیع:

کابل ← خازنی و مقاومت (صرفنظر از نوع کابل)

خط هوایی ← اندوکتانس و مقاومت (← خازن طولانی است)

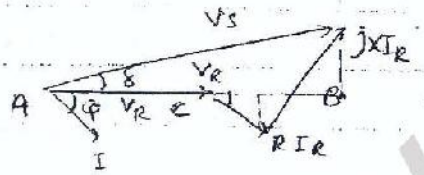
مقطع کابل توسط دو عامل مشخص می شود ← آمپراژ مجاز هادی / افت ولتاژ



افت ولتاژ مجاز در ایران = 5٪

$P = \sqrt{3}\, V_R I_R \cos\varphi$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\, U_R \cos\varphi}$$



$AB \approx V_S$ $\quad V_S - V_R = BC$

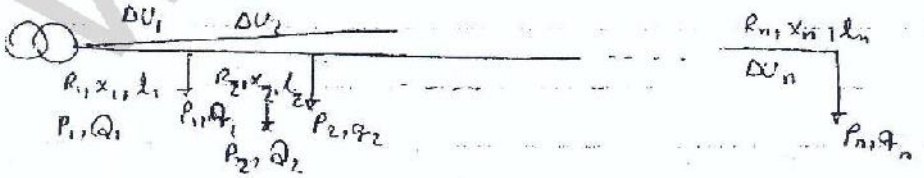
$$\Delta V = RI_R \cos\varphi + XI_R \sin\varphi$$

$$\Delta U = \sqrt{3}\, RI\cos\varphi + \sqrt{3}\, XI\sin\varphi = \frac{PR + QX}{U}$$

درصد افت ولتاژ خط: $\%\Delta U = 100 \times \frac{\Delta U}{U} = \frac{RP + XQ}{U^2} \times 100$

اگر کل بار در انتهای خط متمرکز باشد: $\%\Delta U = \frac{RP}{U^2}$

① افت ولتاژ در شبکه توزیع شعاعی



MAX افت ولتاژ ← آخرین گره ← Deep Point

$$P_1, Q_1 = \sum P_i, Q_i$$

$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \dots + \Delta U_n \rightarrow$ Deep point افت ولتاژ

$$= \frac{1}{U} \sum_{k=1}^{n} R_k P_k + X_k Q_k$$

www.tnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$$R_1 P_1 + X_1 Q_1 = R_1 (P_1 + \cdots + P_n) + X_1 (q_1 + \cdots + q_n)$$

$$R_2 P_2 + X_2 Q_2 = R_2 (P_2 + \cdots) + X_2 (q_2 + \cdots)$$

$$\vdots$$

$$R_n P_n + X_n Q_n = R_n p_n + X_n q_n$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta U = \frac{1}{U} \sum_{k=1}^{N} r_k P_k + x_k q_k}$$

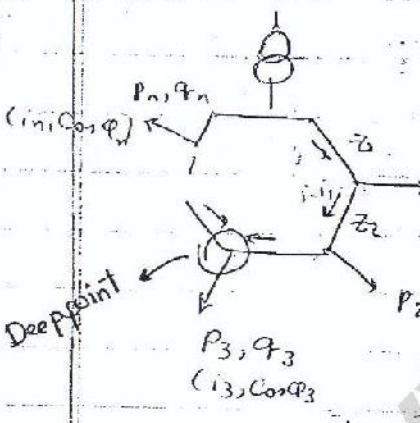
$r_k = R_1 + R_2 + \cdots + R_k$ ← مجموع مقاومتهایی که توان P_k از آنها می‌گذرد

$x_k = X_1 + X_2 + \cdots + X_k$

② افت ولتاژ در شبکه توزیع حلقوی

ΔU را قبل بیش از گذر توان اکتیو در نظر می‌گیریم

Deep point ← نقطه‌ای که توان آن مربان دارد می‌شود

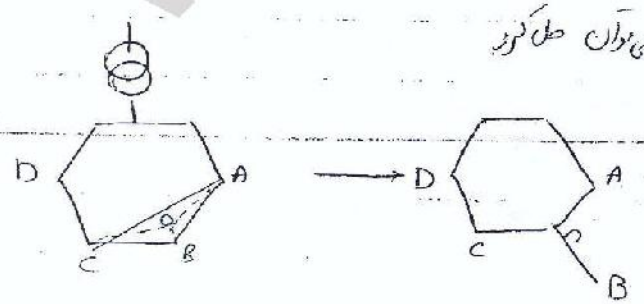


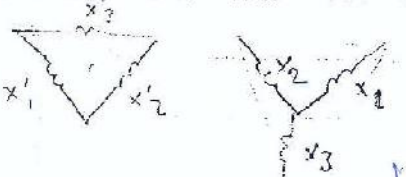
افت ولتاژ در حلقه $\Delta U = Z_1 i + Z_2 (i - i_1) + \cdots + Z_n (i - i_1 - \cdots - i_{n-1}) = 0$

$i = \cdots$

③ " " مزایای

در مدارهایی که تبدیل به حلقوی افت می‌توان حل کرد





$$x'_1 = \frac{x_1 x_2 + x_1 x_3 + x_2 x_3}{x_1}$$

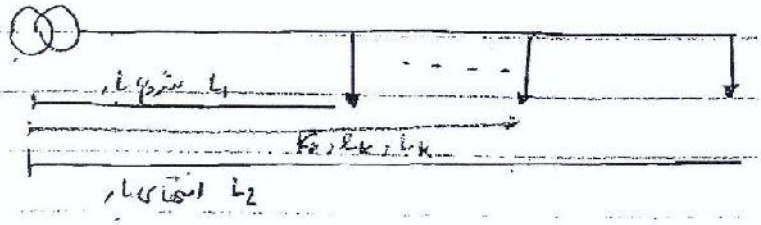
صرف کنار ...

www.itnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

شبکه روشنایی معابر: بارهای یکسانی در فواصل یک نواخت feeder تغذیه می‌شوند

سه شبکه توزیع شعاعی با تغذیه تک یکسان



مصرف هر چراغ $P+jQ$ تعداد چراغ‌ها n مقاومت و راکتانس واحد طول r, x

$$R_{section} = \frac{L_2-L_1}{n-1} \times r \qquad X_{section} = \frac{L_2-L_1}{n-1} \cdot x$$

$$\Delta U = \frac{1}{U}\Big(L_1 r np + \{R_S P + R_S(2P) + \dots + R_S(n-1)P\} + L_1 x nq + \{X_S q + X_S(2q) + \dots + X_S(n-1)q\}\Big)$$

$R_S \times \frac{n(n-1)}{2} P$ ، $X_S \times \frac{n(n-1)}{2} \times q$

$$\Delta U = \frac{1}{2U}\left[r(np) + x(nq)\right](L_1+L_2)$$

$$= \frac{1}{2U}\left[rP + xQ\right](L_1+L_2)$$

کلاس تیر ۴ ← وزن ↑

۳ × ۱ تیر خط زاویه

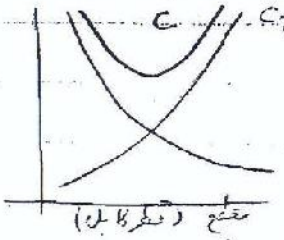
۴ × ۷ مستقیم

طول تیر که باید زمین شود $\left(\frac{h}{10}\right)^{cm} + 60\,cm$

تعیین سطح مقطع اقتصادی رشته‌های توزیع:

در یک تراز معین: سطح مقطع ↑ ← R ↓ ← $P = RI^2$ ↓ ← تلفات ↓

اما هادی‌ها گران می‌شوند ← سرمایه اولیه ↑ تلفات باری ↓

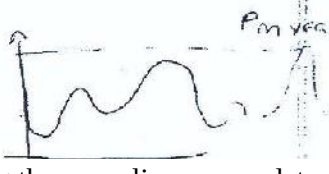


هزینه سالانه $C = C_1 + C_2$

C_1: هزینه سالانه سرمایه‌ای

C_2: هزینه سالانه تلفات

$$P_{ave} = \frac{1}{8760}\int_0^{8760} P(t)\,dt \qquad E_{yearly} = \int_0^{8760} P(t)\,dt$$



www.itnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$$C_1 = g\,T_0 \sum_{k=1}^{n} 3 R_k I_k^2 \qquad R_k = \rho \frac{l_k}{A_k} = \frac{1}{\sigma} \frac{l_k}{A_k}$$

g: قیمت واحد برق

$$C_2 = \alpha \cdot (A_k + \beta)\, l_k$$

α: قیمت ۱km از کابل — A_k: سطح مقطع کابل — β: ضریب اضافه قیمت برای سطح مقطع کابل — l_k: طول کابل

$$C = C_1 + C_2 = g\,T_0 \cdot \sum_{k=1}^{n} 3 R_k I_k^2 + \sum_{k=1}^{n} S\alpha\,(A_k + \beta)\, l_k$$

$\longrightarrow C : \min$

$$\frac{\partial C}{\partial A_k} = -3\,\frac{g\,T_0}{\sigma} \cdot \frac{l_k\, I_k^2}{A_k^2} + S\alpha\, l_k = 0$$

$$A_k = \sqrt{\frac{3 g\, T_0}{\sigma\, S\, \alpha}}\; I_k$$

سطح مقطع اقتصادی

www.tmar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

فصل 7 : معادلات پخش بار :

مطالعات سیستم قدرت در حالت S.S است یعنی سیستم در حالت متقارن و پایدار

ولتاژ شین‌های مختلف دوان گذرنده از شاخه‌های مختلف را حساب می‌کنیم ← بهترین تقسیم‌گیری در بهره‌برداری

با اهداف ① تأمین بار ② کارکرد ایمن شبکه (بررسی اضافه ولتاژها یا افت) ③ هزینه min

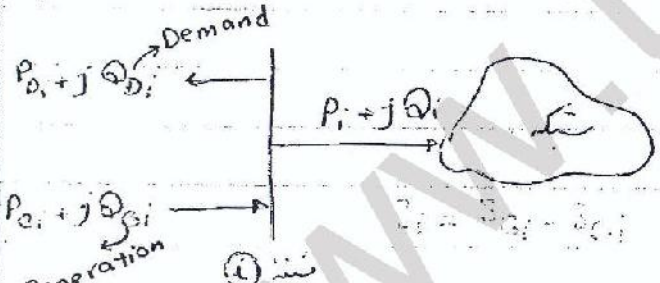
- ولتاژ یکی از شینه‌های شبکه را به عنوان مبدأ در نظر می‌گیریم ← Slack / Reference / mother BUS

مقدار آن 1pu و زاویه آن صفر است.

- ارائه ولتاژ سایر شین‌ها را نسبت به آن پیدا می‌کنیم.

- قدرت های active , reactive شاخه‌های مختلف ← P و Q

مطالعات پخش بار در واقع حل معادلات KCL , KVL یک شبکه قدرت است ← روشهای معادلات غیرخطی



$$I_i = I_{Gi} - I_{Di}$$

$$S_i = V_i I_i^*$$

$$P_i + jQ_i = V_i I_i^*$$

$$\rightarrow I_i = \frac{P_i - jQ_i}{V_i^*}$$

$$V_i = |V_i| \angle \delta_i$$

$$V_{slack} = 1^{p.u} \angle 0$$

در هر شینه ۲ پارامتر معلوم است. ($|V|$, δ , P , Q) و ۲ پارامتر مجهول

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

انواع شین ها: Swing / Slack / Infinite / Reg / Mother (1 — شین مرجع Bus

چون دامنهٔ ولتاژ این شینه مشخص (معلوم) و زاویهٔ آن 0 درنظر گرفته می‌شود

← دیگر شین ها را نسبت به آن می‌سنجند ← چون بار مرتباً در حال تغییر است P مجهول

چون Q با ثابت می‌کند Q مجهول

شین شمارهٔ 1 ← V, δ معلوم. V, P مجهول

Gen Bus → PV / Control Bus (2 ← ژنراتور دارد

توان معینی را جبران می‌کند اندازهٔ ولتاژ با تغییر جریان تحریک ثابت می‌شود

شین شمارهٔ 2 و m+1 و n: P, V معلوم Q, δ مجهول

Load Bus → PQ Bus (3 ← ژنراتور ندارد

شین شمارهٔ m+1 و n: P, Q معلوم V, δ مجهول

n: تعداد شین ها ← 2n مجهول: 2n معلوم ← 2n معادله

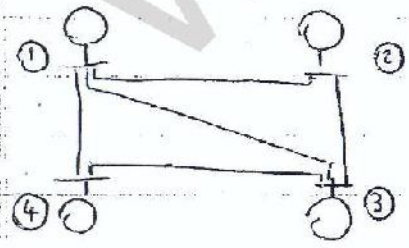
سیستم پخش بار ← تشکیل این معادلات و حل آنها

اطلاعات حاصل ← |V|, δ نسبت به مرجع — P, Q شین ها — P, Q خارجی و خطوط — تلفات عناصر مختلف

تفاوت پاگیری متفاوت است ← بخش بار تخطی است.

* در حالت اتصال کوتاه ← مولد سنکرون ← ژنراتور می‌شود

معادلات پخش بار



$$I_1 = y_{12}(V_1 - V_2) + y_{13}(V_1 - V_3) + y_{14}(V_1 - V_4)$$

$$= (y_{12} + y_{13} + y_{14})V_1 - y_{12}V_2 - y_{13}V_3 - y_{14}V_4$$

I_2 ; I_3 ; I_4

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & Y_{13} & Y_{14} \\ Y_{21} & Y_{22} & Y_{23} & Y_{24} \\ Y_{31} & Y_{32} & Y_{33} & Y_{34} \\ Y_{41} & Y_{42} & Y_{43} & Y_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix}$$

Y_{ii}

www.itnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$$S_i = P_i + jQ_i = V_i I_i^* \rightarrow I_i = \frac{P_i - jQ_i}{V_i^*}$$

$$P_i - jQ_i = V_i^* \sum_{j=1}^{n} Y_{ij} V_j \qquad i = 1,2,\dots,n$$

مجهول $2n$، معادله n (2

$$\text{مختصات قطبی} \rightarrow \begin{cases} P_i = |V_i| \sum_{j=1}^{n} |Y_{ij}||V_j| \cos(\delta_i - \delta_j - \varphi_{ij}) \\ Q_i = |V_i| \sum_{j=1}^{n} |Y_{ij}||V_j| \sin(\delta_i - \delta_j - \varphi_{ij}) \end{cases}$$

• روش گاوس (Gauss) جهت حل معادلات پخش بار :

$$P_i - jQ_i = V_i^* \sum_{j=1}^{n} Y_{ij} V_j = V_i^* \left(Y_{ii} V_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} Y_{ij} V_j \right)$$

$$V_i = \frac{1}{Y_{ii}} \left(\frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} Y_{ij} V_j \right)$$

چون دامنه و کتاء و زاویهٔ بار سکین ۱ معلوم است ← حل معادلات را از V_2 شروع می‌کنیم.

$i = 2,3,\dots,n$ تعداد معادلات غیرخطی $= 2(n-1)$ = تعداد مجهولات

حدس اولیه $\begin{cases} V_2' = |V_2| \angle \delta_2 \\ V_3' = |V_3| \angle \delta_3 \\ \vdots \\ V_n' = |V_n| \angle \delta_n \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_2^2 \\ V_3^2 \\ \vdots \\ V_n^2 \end{cases} \Rightarrow \cdots \begin{cases} V_2^k \\ V_3^k \\ \vdots \\ V_n^k \end{cases}$

اگر کلیهٔ اختلافات از حدی کوچک‌تر شد ← پخش حاصل پاسخ آخر ← در غیر اینصورت تکرار می‌کنیم

سرعت همگرایی کم، همگرایی تضمین نشده

• روش گاوس ـ سیدل : Gauss-Seidel

حدس اولیه معمولاً $1\text{pu} \angle 0^\circ$ است.

$$\begin{cases} V_2' = |V_2| \angle \delta_2 \\ V_3' = |V_3| \angle \delta_3 \\ \vdots \\ V_n' = |V_n| \angle \delta_n \end{cases} \Rightarrow V_2^2 \Rightarrow \begin{cases} V_2^2 \\ V_3' \\ \vdots \\ V_n' \end{cases} \Rightarrow V_3^2 \Rightarrow \begin{cases} V_2^2 \\ V_3^2 \\ V_4' \\ \vdots \\ V_n' \end{cases} \Rightarrow \cdots \Rightarrow \begin{cases} V_2^2 \\ V_3^2 \\ \vdots \\ V_n^2 \end{cases}$$

مرحلهٔ اول — مرحلهٔ دوم

اگر همهٔ اختلافات $< \epsilon$ ← جواب آخر پاسخ کافی

سرعت همگرایی بیشتر و دوباره گوید حدس اولیه در انتهای ...

www.tinar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

در محاسبه قدرت شین های PQ ، P_i و Q_i معلوم اند ← $|V_i|$ و δ_i به دست می آید

آنادر شین های PV ، P_i و $|V_i|$ معلوم اند ← در هر مرحله محاسبه می کنیم $P_{i_{sch}}$

$$Q_i = -Im\left[V_i^* \sum_{j=1}^{n} Y_{ij} V_j\right] \Rightarrow V_i \text{ calculated}$$

شین PV ⇒ $\begin{cases} P_i , |V_i| \text{ معلوم} \\ Q_{i\min} \le Q_i \le Q_{i\max} \rightarrow \text{باشد} \end{cases}$ یک ژنراتور تا حدی می تواند مثلاً اضافی بدهد

← اگر Q_i حاصل از رابطه بالا در این محدوده بود قرار می دهیم

$$V_{i\,calculated} = |V_i|_{cal} \angle \delta_i = |V_{i\,sch}| \angle \delta_i \rightarrow \delta$$

⇐ اگر Q_i در این محدوده نبود

$$\text{if} \begin{cases} Q_i > Q_{i\max} \rightarrow & Q_i = Q_{i\max} \text{ ظرفیت خازنی} \\ Q_i < Q_{i\max} \rightarrow & Q_i = Q_{i\min} \text{ ظرفیت سلفی} \end{cases}$$

← شین PV تبدیل به PQ می شود

توربین یا ضرب Q دقت را تشدید می کند اما وقتی مقدار حدمان را پایین خودرسید سرعتمان تشدید پیدا

تسریع هگزایی در GS :

$$\Delta V_i^{(k+1)} = V_i^{(k+1)} - V_i^{(k)}$$

$$V_i^{(k+1)} = V_i^{(k)} + \Delta V_i^{(k+1)}$$

تسریع ⟵ $V_{i\,acc}^{(k+1)} = V_i^{(k)} + \alpha \Delta V_i^{(k+1)} \qquad 1.5 \le \alpha \le 1.7$

اگر $\alpha > 1.7$ ← $\alpha < 1.5$ نسبه تسریع نمی شود

محاسبه قدرت در سال بخش بار

● Black BUS →

$$P_i = Real\left\{V_i^* \sum_{j=1}^{n} Y_{ij} V_j\right\}$$ قدرت اکتیو تولیدی

$$Q_i = -Im\left\{V_i^* \sum_{j=1}^{n} Y_{ij} V_j\right\}$$ قدرت راکتیو

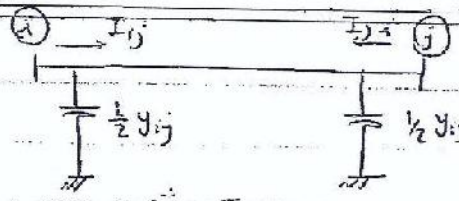
$S_{Gi} = S_i + S_{Di}$ تنها شین مرجع مقدار تولیدی

● Gen BUS → $Q_i = -Im\left\{V_i^* \sum Y_{ij} V_j\right\}$

www.tnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

● مدل خط



y_{ij} ادمیتانس سری خط

$$I_{ij} = \frac{V_i - V_j}{Z_{ij}} + \frac{1}{2} y_{ij} V_i$$

$$P_{ij} + jQ_{ij} = V_i I_{ij}^* = V_i \left(\frac{V_i - V_j}{Z_{ij}} + \frac{1}{2} y_{ij} V_i \right)^*$$

$$P_{ji} + jQ_{ji} = V_j I_{ji}^* = V_j \left(\frac{V_j - V_i}{Z_{ji}} + \frac{1}{2} y_{ij} V_j \right)^*$$

$P_{ij} + P_{ji}$ = تلفات خط (صرف)

$Q_{ij} + Q_{ji}$ = صرف یا تولید راکتیو خط ← صرف: مثبت / تولید: منفی

● روش NR

$P_i^{sch} \longrightarrow PV, PQ$

$Q_i^{sch} \longrightarrow PQ$

معادلات
$$\begin{cases} \Delta P_i = P_i^{sch} - P_i^{cal} & i = 2, \dots, n \longrightarrow n-1 \\ \Delta Q_i = Q_i^{sch} - Q_i^{cal} & i = m+1, \dots, n \longrightarrow n-m \end{cases}$$

تعداد معادلات $= n-1+n-m = 2n-(m+1) = 2n-k$

مجهولات
$$\begin{cases} \delta_2, \dots, \delta_n & \longrightarrow n-1 \\ |V_{m+1}|, \dots, |V_n| & \longrightarrow n-m \end{cases}$$

معادله خطی یک مجهولی ⟵ $f(x) = f(a) + \left.\frac{\partial f}{\partial x}\right|_{x=a} (x-a)$

$$0 = f(x^n) + f'(x^n)\,\Delta x^n \qquad \Delta x^n = x^{n+1} - x^n$$

$$x^{n+1} = x^n - \frac{f(x^n)}{f'(x^n)}$$

معادله دو مجهولی ⟵
$$\begin{cases} f_1(x,y) = k_1 \\ f_2(x,y) = k_2 \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} k_1 - f_1(x^i, y^i) \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \partial f_1/\partial x & \partial f_1/\partial y \\ \vdots & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x^i \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta x^i \\ \vdots \end{bmatrix}$$

www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$$P_i = |V_i| \sum_{j=1}^{n} |Y_{ij}| |V_j| \cos(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}) \quad i = 1, 2, \ldots, n$$

$$Q_i = |V_i| \sum_{j=1}^{n} |Y_{ij}| |V_j| \sin(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}) \quad i = m+1, \ldots, n$$

Ex.)

1 → slack

2 → PV → $|V_2|, P_2$ → δ_2

3 → PQ → P_3, Q_3 → $\delta_3, |V_3|$

ΔP_2 , ΔP_3 , ΔQ_3 → تشکیل می‌شود

$$\begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \Delta P_3 \\ \Delta Q_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_3} & \frac{\partial P_2}{\partial |V_3|} \times |V_3| \\ \frac{\partial P_3}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_3}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_3}{\partial |V_3|} \times |V_3| \\ \frac{\partial Q_3}{\partial \delta_2} & \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_3} & \frac{\partial Q_3}{\partial |V_3|} \times |V_3| \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_2 \\ \Delta \delta_3 \\ \frac{\Delta |V_3|}{|V_3|} \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial P}{\partial \delta} \rightarrow H_{(n-1)\times(n-1)} \qquad \frac{\partial P}{\partial |V|} \rightarrow N_{(n-1)\times(n-m)} \quad |V|$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \delta} \rightarrow J_{(n-m)\times(n-1)} \qquad \frac{\partial Q}{\partial |V|} \rightarrow L_{(n-m)\times(n-m)} \quad |V|$$

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{(n-1)\times(n-1)} & N_{(n-1)\times(n-m)} \\ J_{(n-m)\times(n-1)} & L_{(n-m)\times(n-m)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \frac{\Delta |V|}{|V|} \end{bmatrix}$$

$(2n-k)\times(2n-k)$

$$H_{ij} = \frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} \qquad N_{ij} = \frac{\partial P_i}{\partial |V_j|} \times |V_j|$$

$$J_{ij} = \frac{\partial Q_i}{\partial \delta_j} \qquad L_{ij} = \frac{\partial Q_i}{\partial |V_j|} \times |V_j|$$

توان اکتیو بیشتر به δ وابسته است
توان راکتیو بیشتر به $|V|$ ″ ″

← از N و J صرف نظر کنیم. ← افزایش سرعت، کاهش دقت

روش DC : P تنها به $|V|$ وابسته است

www.tnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

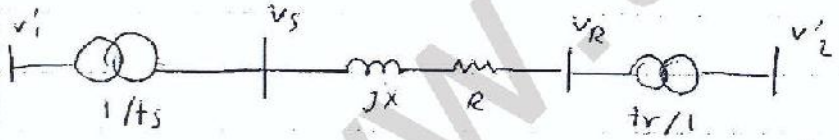
$$\begin{cases} H_{ii} = \dfrac{\partial P_i}{\partial \delta_i} = -Q_i - |V_i|^2 B_{ii} \\ H_{ij} = \dfrac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = |V_i||V_j||Y_{ij}| \sin(\delta_i - \delta_j - \gamma_{ij}) \quad j \neq i \end{cases}$$

$$\begin{cases} J_{ii} = \dfrac{\partial Q_i}{\partial \delta_i} = P_i - |V_i^2|^2 G_{ii} \\ J_{ij} = -|V_i||V_j||Y_{ij}| \cos(\delta_i - \delta_j - \gamma_{ij}) \quad j \neq i \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_{ii} = \dfrac{\partial P_i}{\partial |V_i|} |V_i| = P_i + |V_i|^2 G_{ii} \\ N_{ij} = |V_i||V_j||Y_{ij}| \cos(\delta_i - \delta_j - \gamma_{ij}) \quad i \neq j \end{cases}$$

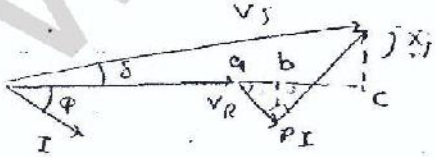
$$\begin{cases} L_{ii} = \dfrac{\partial Q_i}{\partial |V_i|} |V_i| = Q_i - |V_i|^2 B_{ii} \\ L_{ij} = |V_i||V_j||Y_{ij}| \sin(\delta_i - \delta_j - \gamma_{ij}) \end{cases}$$

تنظیم tap ترانسفورماتور



توجه کنید که ... مقدار ... است. ... مقدار هم ... می‌خواهیم.

موت توان ⟶ $V_S = V_R + (R + jX) I$



$V_S = t_S V'_1$

$V_R = t_r V'_2$

$$|V_S| = |V_R| + ab + bc = V_R + R|I|\cos\varphi + X|I|\sin\varphi$$

$$P_\varphi = |V_R||I|\cos\varphi \rightarrow |I|\cos\varphi = \frac{P_\varphi}{|V_R|} \qquad Q_\varphi = |V_R||I|\sin\varphi = 0 \quad |I|\sin\varphi = \frac{Q}{|}$$

$$|V_S| = |V_R| + R\frac{P_\varphi}{|V_R|} + X\frac{Q_\varphi}{|V_R|} = |V_R| + \frac{RP_\varphi + XQ_\varphi}{|V_R|}$$

$$t_S|V'_1| = t_r|V'_2| + \frac{RP_\varphi + XQ_\varphi}{} \longrightarrow t_S = t_r\frac{|V'_2|}{} + \frac{RP_\varphi + XQ_\varphi}{}$$

www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

اگر بدون شدن $t_s \times t_r = 1 \rightarrow t_s^2 = \dfrac{|v_2'|/|v_1'|}{1 - \dfrac{P_R R + Q_\Phi X}{|v_1'||v_2'|}}$

تنظیم اقتصادی بار: هدف: $\min \sum C_i(P_i)$

C_i هزینه تولید P_i

با شرط $P_{load} = \sum P_i$

(شرط لاگرانژ): $\dfrac{dC_1}{dP_1} = \dfrac{dC_2}{dP_2} = \cdots = \dfrac{dC_n}{dP_n}$

$$\min C_T = \min \sum_{i=1}^{N} C_i(P_i)$$

$$P_T = P_1 + \cdots + P_N = \sum P_i$$

$$dC_T = dC_1 + dC_2 + \cdots + dC_N$$ تابعی از P_i

* $dP_T = dP_1 + dP_2 + \cdots + dP_N = 0$ محدودیت

$$dC_T = \frac{\partial C_T}{\partial P_1} dP_1 + \frac{\partial C_2}{\partial P_2} dP_2 + \cdots + \frac{\partial C_N}{\partial P_N} dP_N = 0$$

$$0 - \lambda * 0 = \left(\frac{dC_1}{dP_1} - \lambda\right) dP_1 + \left(\frac{dC_2}{dP_2} - \lambda\right) dP_2 + \cdots + \left(\frac{dC_N}{dP_N} - \lambda\right) dP_N = 0$$

$$\begin{cases} \dfrac{dC_1}{dP_1} = \lambda \;,\; \dfrac{dC_2}{dP_2} = \lambda \;, \cdots \\ dP_i = 0 \end{cases}$$

اگر مشتق هزینه هر واحد تولید با حجم برابر باشد هزینه min می‌شود

P_{loss} را هم در نظر گیریم.

$$C_T = \sum C_i$$

$$P_T = \sum P_i - P_{loss}$$

$$dP_T = dP_1 + \cdots + dP_N = \left(\frac{\partial P_L}{\partial P_1} dP_1 + \cdots + \frac{\partial P_L}{\partial P_N} dP_N\right)$$

$$\left(\frac{dC_1}{dP_1} - \lambda + \lambda \frac{\partial P_L}{\partial P_1}\right) dP_1 + \left(\frac{dC_2}{dP_2} - \lambda + \lambda \frac{\partial P_L}{\partial P_2}\right) dP_2 + \cdots = 0$$

www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

بررسی سیستم‌های قدرت (۱)

تمرین‌های سری دوم (سیستم‌های سه‌فاز)

۱- باری با مشخصات داده شده به یک منبع ولتاژ سه فاز متقارن متصل شده است. مطلوبست؛ جریان‌های فاز، ولتاژهای خط و فاز و ضریب توان بار، در هر یک از حالت‌های زیر:

الف) امپدانس بار $10\angle -25^\circ\ \Omega$ در هر فاز با اتصال ستاره، $V_{bc}=173/2\angle 0^\circ\ V$ مرجع فاز و توالی abc،

ب) امپدانس بار $20\angle 70^\circ\ \Omega$ در هر فاز با اتصال مثلث، به ازای $V_{bc}=100\angle -80^\circ$ و توالی cba.

ج) محاسبه I_{Null} در صورتی که $Z_a=10\angle -20^\circ$، $Z_b=20\angle 0^\circ$، $Z_c=10\angle 45^\circ$ و از امپدانس Z_{Null} صرفنظر شود.

۲- موتور القایی سه‌فازی با توان مکانیکی ۱۰hp، راندمان ۰/۸۵ و ضریب توان ۰/۸ پس‌فاز، توان مورد نیاز خود را از طریق یک منبع ولتاژ سه فاز ۳۸۰ V تأمین می‌نماید؛ مطلوبست؛ تعیین:

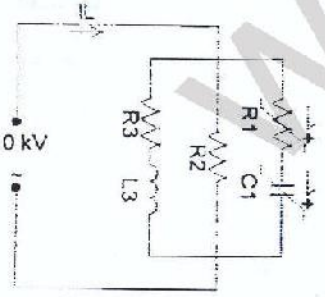
الف) جریان و توان‌های اکتیو و راکتیو کشیده شده از منبع در صورت اتصال مستقیم به شبکه،

ب) ولتاژ خط ترمینال موتور در صورت اتصال، از طریق خطی با امپدانس $0/6+j0/8\ \Omega$.

۳- یک بار مثلثی متشکل از امپدانس $15+j18\ \Omega$ در هر فاز با یک بار متعادل ستاره با امپدانس $6+j8\ \Omega$ موازی بسته شده است. سه خط انتقال، هر یک با امپدانس $3+j4\ \Omega$، مجموعه این بارها را به یک منبع ولتاژ سه فاز ۱۲۰ V متصل می‌نماید. مطلوبست محاسبه جریان کشیده شده از منبع و ولتاژ خط در محل بار.

۴- یک بار سه فاز با اتصال ستاره و توان ۲۰۰ kW در ضریب توان ۰/۸ پس فاز به منبع ولتاژ سه فاز ۳۸۰ V متصل شده است. در صورتی‌که برای اصلاح ضریب توان یک بانک خازنی ۵۰kVA با آن موازی گردد؛ مطلوبست جریان کشیده شده از منبع و ضریب توان کل مدار.

۵- در مدار شکل زیر، در صورت متغیر بودن عناصر بار۱، مطلوبست:



الف) محاسبه جریان کشیده شده از خط (I_L)و ضریب توان کل مدار،

ب) تنها Q_1 را چقدر تغییر دهیم تا ضریب توان کل مدار برابر ۰/۹۵ گردد؛ در این حالت I_L و ضریب توان بار۱، نسبت به بند (الف) چه تغییری خواهد نمود؟

ج) با استفاده از Q_1ی بدست آمده در بند (ب)، P_1 را چقدر تغییر دهیم؛ تا ضریب توان کل مدار برابر ۰/۹۹ گردد. در این حالت I_L و ضریب توان بار۱، نسبت به بند (ب) چه تغییری خواهد نمود؟

د) در صورتی‌که ضریب توان کل مدار ۰/۹۹ و مقدار مؤثر I_L، ۲۸/۲ A باشد؛ ضریب توان بار۱ چقدر است؟

Load 1 : 200 (kW) & Pf = 0.8 (Lead)
Load 2 : 50 (kVA) & Pf = 1
Load 3 : 250 (kVAr/ph) & Pf – 0.5 (Lag)

www.itmer.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

به نام خدا

بررسی سیستم‌های قدرت (۱)

تمرین‌های سری اول (سیستم‌های تک‌فاز)

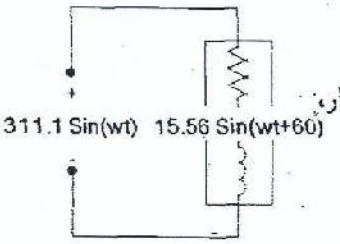
۱- در مداری $v(t)=169.7Cos(wt-75^{\circ})$ و $i(t)=5.66Sin(wt+45^{\circ})$ ، مطلوبست تعیین:

الف) مقادیر ماکزیمم و مؤثر ولتاژ و جریان، عبارت برداری ولتاژ در مختصات قطبی و دکارتی،

ج) تعیین R و X مدار در صورت اتصال سری و موازی.

۲- از منبع ولتاژ $E_m = -100\pi\ 240^{\circ}$ ، جریان $I_m = 10\pi\ -90^{\circ}$ می‌گذرد. مقادیر P و Q را بدست آورید و نیز تعیین نمایید؛ که منبع توان جذب نموده یا تحویل می‌دهد؟

۳- در مدار شکل زیر، مطلوبست:



الف) تعیین مقادیر P و Q و ضریب توان کل مدار،

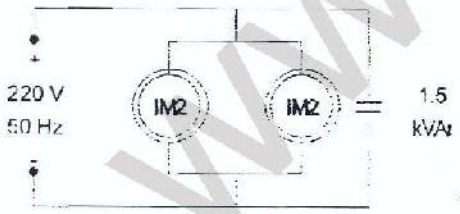
ب) تکرار بند (الف) در صورت اتصال یک بانک خازنی با ظرفیت kVAr ۱ به موازات بار،

ج) مقدار (kVAr) لازم، جهت دستیابی به ضریب توان ۰/۹۵ پس‌فاز،

د) تکرار بند (ج) در صورت اصلاح ضریب توان به میزان $PF=1$،

ه) رسم مثلث توان در هر حالت.

۴- دو موتور القایی تک‌فاز، مطابق شکل زیر، توان مورد نیاز خود را از طریق یک منبع ولتاژ ۲۲۰V، ۵۰ Hz ، دریافت می‌نماید. در صورتی که توان اکتیو کل مدار ۵ kW در ضریب توان ۰/۹۵ پس‌فاز، مقاومت سیم‌پیچی موتور۱، ۲۰ Ω و اندوکتانس آن ۵۰ mH در نظر گرفته شود و نیز جهت اصلاح ضریب توان به مقدار مزبور از یک خازن به ظرفیت ۱/۵ kVAr موازی با بار نصب گردد؛ مطلوبست:

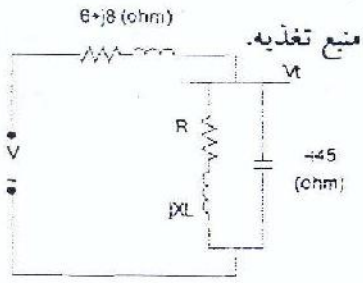


الف) مقاومت و اندوکتانس سیم پیچی موتور۲ ،

ب) ضریب توان کل مدار در صورت عدم نصب خازن،

ج) میزان خازن (μF) لازم به‌منظور بهبود ضریب توان تا مقدار ۰/۹۹۹۲ .

۵- در مدار شکل زیر، منبع ولتاژی با مقدار مؤثر ولتاژ V از طریق خطی با امپدانس $6+j8\ \Omega$ توان مورد نیاز باری را فراهم می‌آورد. در صورتی‌که فیزور ولتاژ در ترمینال بار $600\pi\ 0^{\circ}$ V و توان بار ۲۰ kVA در ضریب توان ۰/۶ پس‌فاز مفروض باشد؛ مطلوبست محاسبه مقادیر R ، X_L و دامنه و فاز ولتاژ منبع تغذیه.



www.itnar.ir

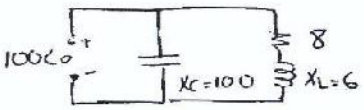
Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

Maryam Sarab

حل تمرین - جزوه ۱

۲ شنبه * 86 - 7 - 30

حل سوال های کلاس :



$I = \frac{800\angle 0^\circ}{8+6j} = 10\angle -36.9^\circ = 8-6j$

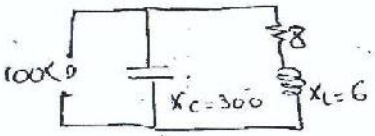
$I_c = \frac{V}{-jX_c} = \frac{100\angle 0^\circ}{-j\times 100} = j$

$I = I + I_c = (8-6j) + j = 8-5j$

$S = VI^* = (100\angle 0^\circ)(8+5j) = 800+j500\ VA \rightarrow |S| = 943.398\ VA$

$|P| = R|I|^2 = 8\times(10)^2 = 800$

$|Q_L| = X_L|I|^2 = 6\times(10)^2 = 600\ VAR$ مصرف کننده $\rightarrow |Q_c| = X_c|I_c|^2 = 100\ VAr$ تولید کننده $\Rightarrow Q = 600-100 = 500\ VAR$



$I = \frac{100\angle 0}{8+6j} = 10\angle -36.9 = 8-6j$

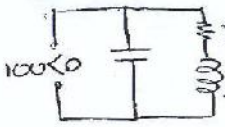
$I_c = \frac{V}{-jX_c} = \frac{100}{-j\times 200} = 0.5j$ $\rightarrow I' = 8-5.5j$

$S = VI'^* = (100\angle 0^\circ)(8+5.5j) = 800+550j \rightarrow |S| = 970.824\ VA$

$|P| = R|I|^2 = 8\times 100 = 800$

$|Q_L| = X_L|I|^2 = 6\times 100 = 600$; $|Q_c| = X_c|I_c|^2 = 200\times(0.5)^2 = 50\ VAR$ تولید / مصرف

$Q = 600-50 = 550\ VAR$

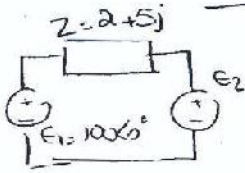


$I = \frac{100\angle 0}{8+6j} = 10\angle -36.9$

$Q_L = X_L(I_L)^2 = 6\times 100 = 600$

$Q_{منبع} = Q_L + Q_c \Rightarrow Q_c = Q_{منبع}^{0} - Q_L \rightarrow Q_c = -600$

$|Q_c| = X_c I_c^2 = \frac{|V|^2}{X_c} \rightarrow 600 = \frac{(100)^2}{X_c} \rightarrow X_c = 16.67$



$I = \frac{100\angle 0 - 120\angle 0}{2+5j} = -1.379+3.45j = 3.71\angle 111.787$

$S_1 = E_1(-I)^* = (100\angle 0)(1.379-3.45j)^* = 137.9+345j$

active تولید کننده — reactive جذب کننده

$S_2 = E_2 I^* = (120\angle 0^\circ)(-1.379-345j) = -165.48-j414$

active تولید کننده — reactive جذب کننده

$P_{تولیدی} - P_{مصرفی} = 1165.48 - 1137.91 = 27.58\ W$

www.tnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

جلسه ۲ ـ ۸ ـ ۸۶

① دقت کنید که $S = VI^*$. (V: rms, I: rms)

② $\Phi = \angle I - \angle V$

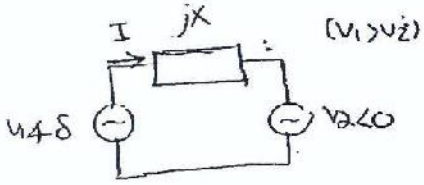
پس فاز = جریان خازن از ولتاژ عقب‌تر است.

load: I جلوتر از V ← مثبت

lag: V جلوتر از I ← منفی

③ Q برای سلف مثبت و برای خازن منفی

$Q > 0$ سلف — $Q < 0$ خازن



$$I = \frac{V_1\angle\delta - V_2\angle 0}{jX}$$

توان کمپلکس $S_1 = (V_1\angle\delta)\,I^*$

توان کمپلکس $S_2 = (V_2\angle 0)(-I)^*$

$$\begin{cases} P_1 = \frac{V_1 V_2}{X}\sin\delta \\ P_2 = \frac{V_1 V_2}{X}\sin(-\delta) \end{cases}$$ توان اکتیو سهم توسط شود ← مصرف هم میشود.

$$\begin{cases} Q_1 = \frac{V_1}{X}(V_1 - V_2\cos\delta) \\ Q_2 = \frac{V_2}{X}(V_2 - V_1\cos\delta) \end{cases}$$ $Q_1 \neq Q_2$

اگر $V_2 > V_1$ باشد آن هم مثبت دارد Q_1 تولید میشود.

حل بهترین سری اول و جستجوی اول

دراین سوال جمع را sinwt در نظر گرفته‌ایم:

$$V_{rms} = \frac{169.7}{\sqrt{2}} \qquad I_{rms} = \frac{5.66}{\sqrt{2}}$$

$$v(t) = 169.7\cos(wt - 75^\circ) = 169.7\sin(wt - 75 - 90) = 169.7\sin(wt + 15)$$

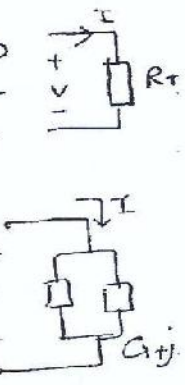
$$i(t) = 5.66\sin(wt + 45^\circ)$$

ب) عبارت بردار ولتاژ: $120\angle 15^\circ$

عبارت بردار جریان: $4\angle 45^\circ$

ج) $Z = \frac{V}{I} = \frac{120\angle 15}{4\angle 45} = 30\angle -30 \approx \underbrace{26}_{R} - \underbrace{j15}_{X}$

= یعنی یک خازن داشتیم با راکتانس 15Ω .



$$Y = \frac{I}{V} = \frac{4\angle 45^\circ}{120\angle 15} = \frac{1}{30}\angle 30^\circ$$

$$= 0.0289 + j\frac{1}{60}$$

www.tnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

مسئله 5 ✍

$\cos\Phi = 0.6$ (lag) $\Rightarrow \Phi = -\cos^{-1} 0.6 = -53°$

$\Rightarrow S_{load} = 20000\angle 53°$ (در) $\underline{VI^*}$ $\hookrightarrow (V\angle 0)(I\angle\Phi)$

$Z_{load} = R + jX = \frac{|V|^2}{S^*} = 18\angle 53° = \underbrace{10.8}_{R} + j\,\underbrace{14.4}_{X}\ (\Omega)$

$I_{o.c} = \frac{V}{Z_c} = \frac{600\angle 0}{-j45} = 13.34\angle 90°$

$I_{L} = \left(\frac{S}{V}\right)^* = \left(\frac{20000\angle 53}{600\angle 0}\right)^* = 33.34\angle -53°$

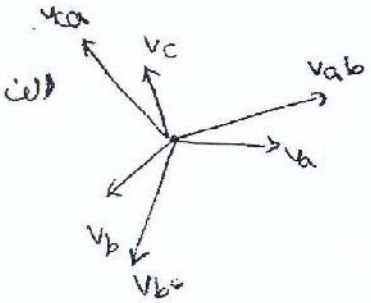
$\Rightarrow I_{bc} = I_{o.c} + I_{L} = 24\angle -33.6°$

ولتاژ دوسر بار: $V_s = V_t + Z_{bc} I_{bc} = 830.5\angle 56°$

86_8_14 ✍ دوشنبه

مسئله 8 از کتاب

الف)

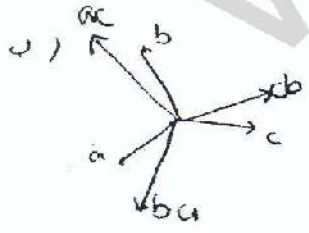


$\Phi = \angle I - \angle V = -4z$ ①

$\begin{cases} V_{bc} = 173.2\angle 0° \\ V_{ab} = 173.2\angle +120 \\ V_{ca} = 173.2\angle -120 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_{an} = V_{ab} \times \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \angle -30\right) = 100\angle 90° \\ V_{bn} = 100\angle -30° \\ V_{cn} = 100\angle -150° \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} I_a = \frac{V_{an}}{Z} = 10\angle 115 \\ I_b = 10\angle -5 \\ I_c = 10\angle -125 \end{cases}$

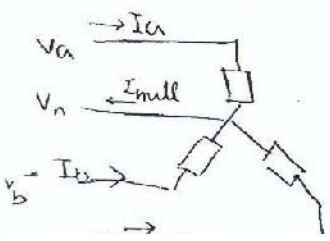
ب)



$\begin{cases} V_{cb} = 100\angle 100 \\ V_{ba} = 100\angle -20 \\ V_{ca} = 100\angle -140 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{cb} = \frac{V_{cb}}{Z} = 5\angle 30° \\ I_{ba} = 5\angle -90° \\ I_{ac} = 5\angle 150° \end{cases}$

جریان خط = جریان فاز

$\cos\Phi = \cos(-\angle z) = \cos(-76) = 0.342$ پس

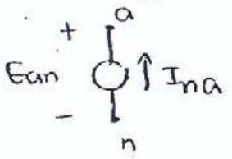


$I_{null} = I_a + I_b + I_c = \frac{V_{an}}{Z_a} + \frac{V_{bn}}{Z_b} + \frac{V_{cn}}{Z_c} = 12.9\angle 137$

www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

هنا مصرف‌کننده



$S = E_{an} I_{na}^* = -1000 \angle 330$

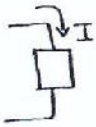
$= -1000 \angle -30$

$P+jQ = -866 + j500$ ← توان راکتیو تولید می‌کند.

توان اکتیو مصرف می‌کند.

مسئله 2

مسئله 3



(الف)

$V = \frac{311.1}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ$

$I = \frac{15.66}{\sqrt{2}} \angle 60$

مصرفی $P+jQ = VI^* = (220\angle 0)(11\angle 60) = 1210 - j2096$ (KVA)

$\Phi = \angle I - \angle V = +60 \Rightarrow pf = 0.5$ پس‌فاز

(ب) $Q_c = -1000$ (KVAr)

$\Rightarrow P+jQ' = \underset{P}{1210} - j\underset{Q}{3096}$ $\quad pf = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}} = 0.364$ پس‌فاز

(ج) $\cos\Phi = 0.95$ پس‌فاز $\Rightarrow \Phi = -\cos^{-1} 0.95$

$\Rightarrow Q = -P\tan\Phi \approx 397.7$

$\rightarrow -2096 + Q_{جبران} \Rightarrow \approx 397.7 \Rightarrow Q_{جبران} = 2493.7$ (KVAr) (خازنی)

(د) $Q_{جبران} = -(-2096) = 2096$ (KVAr)

مسئله 4

$P = 5$ kW $\Rightarrow Q = 1643.9$ (VAr) $\Rightarrow S_{کل} = 5000 + j1643.9$

$pf = 0.95$ (lag)

امپدانس خط، $Z = R+jX = 20 + j15.7 = 25.4\angle 38.1^\circ$

توان مصرفی امپدانس خط، $S_1 = \frac{|V|^2}{Z^*} = 1500 + j1177.4$

$\Rightarrow$ توان مصرفی موتور $S_2 = S_{کل} - S_1 - S_{خازن} = 4014.6 \angle 29.3^\circ$

$S_2 = \frac{|V|^2}{Z_2^*} \Rightarrow Z_2 = \frac{|V|^2}{S^*} = 12.06\angle 29.3^\circ = \underset{R}{10.5} + j\underset{X}{5.9} \Rightarrow L = \frac{X}{2\pi f} = 18.8$ mH

(ج) $pf = 0.9992$ (lag) $\Rightarrow \Phi = -\cos^{-1}(pf) = -2.3^\circ \Rightarrow Q = -P\tan\Phi = 200$ (VAr)

$Q'_{کل} = Q_0 + Q_{جبران} \Rightarrow Q_{جبران} = 200 - 1643.9 = -1443.9$ (VAr)

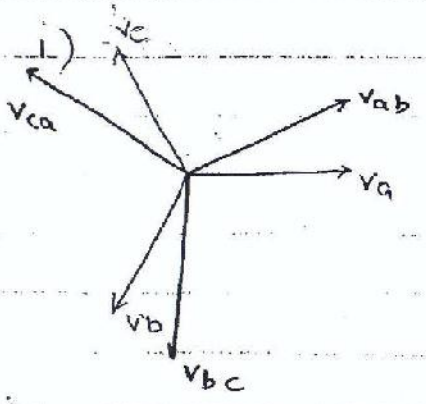
www.tmar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

حل تمرین سری تمرین 2#

سوال ۱

الف)



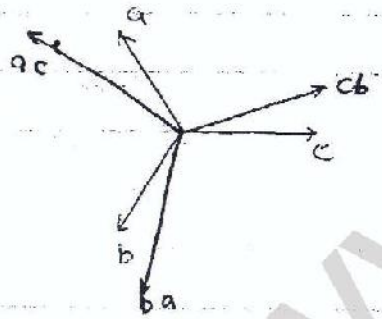
$\varphi = \angle I - \angle V = -4\angle 2 = 25^\circ$

$$\begin{cases} I_a = \frac{V_{an}}{Z} = 10\angle 115^\circ \\ I_b = 10\angle -5^\circ \\ I_c = 10\angle -125^\circ \end{cases}$$

$V_{ab} = \frac{1}{\sqrt{3}}\angle 30$

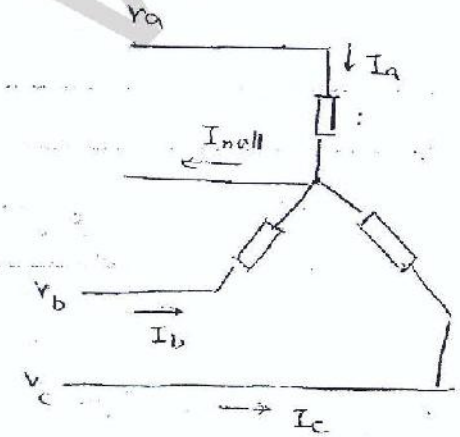
$$\begin{cases} V_{bc} = 173.2\angle \cdot \\ V_{ab} = 173.2\angle 120 \\ V_{ca} = 173.2\angle 120 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_{an} = 100\angle 90 \\ V_{bn} = 100\angle -30 \\ V_{cn} = 100\angle -150^\circ \end{cases}$$

ب)



$$\begin{cases} V_{cb} = 100\angle 100 \\ V_{ba} = 100\angle -20^\circ \\ V_{ac} = 100\angle -140 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{cB} = \frac{V_{cb}}{Z} = 5\angle -30 \\ I_{ba} = 5\angle -90 \\ I_{ac} = 5\angle 150 \end{cases}$$

$\cos\varphi = \cos(-4\angle 2) = \cos(-70) = 0.342$ پس

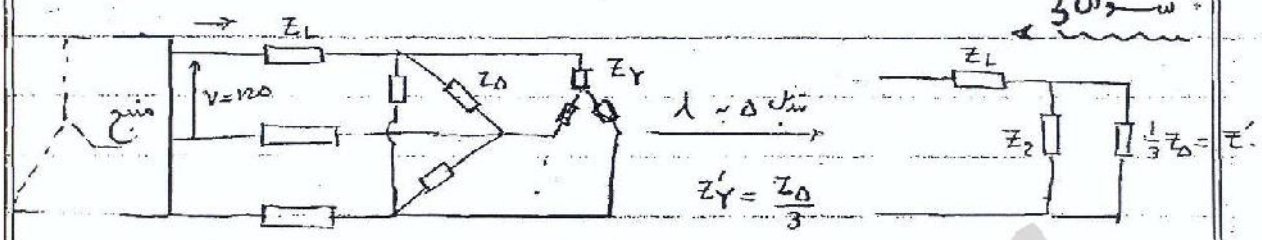


$I_{null} = I_a + I_b + I_c = \frac{V_{an}}{Z_a} + \frac{V_{bn}}{Z_b} + \frac{V_{cn}}{Z_c}$

$= 12.9\angle 132.7^\circ$

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

سؤال 3



$$I = \frac{\frac{120}{\sqrt{3}} \angle 0}{Z_L + (Z_Y \parallel Z'_Y)} = 7.37 \angle -52.4^\circ$$

ولتاژ دو سر بار $= V_2 = Z_L I = I(Z_Y \parallel Z'_Y) = 32.4 \angle -0.8^\circ$

$$\Rightarrow V_{ab} = \sqrt{3} \times 32.4 = 56.2$$

سؤال 4

بار سلفی

$$\cos\varphi = 0.8 \Rightarrow \varphi = -\cos^{-1} 0.8 = -36.9^\circ$$

$$Q = -P \tan\varphi = 150 \text{ kVAr}$$

سلفی

توان اضافه شده خازن

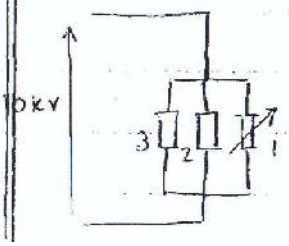
$$Q' = 150 - 50 = 100 \text{ kVAr}$$

$$\Rightarrow S' = 200 + j100 = 232.6 \angle 26$$

$$S = \sqrt{3} V I^* \Rightarrow I = \frac{S^*}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{232.6 \angle -26.6}{\sqrt{3} \times 380} = 339.83 \angle -26.6$$

$$\Rightarrow \cos\varphi' = \cos(-26.6^\circ) = 0.89 \text{ پس فاز}$$

سؤال 5



الف) $\begin{cases} \cos\varphi = 0.8 \text{ load} \\ P = 200 \text{ w} \end{cases} \Rightarrow Q = -150 \text{ kVAr}$

$S_1 = 200 - j150$

$\cos\varphi_2 = 1$

www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$S = S_1 + S_2 + S_3 = 689 + j650 = 947.2 \angle 43.3$

$$\rightarrow I = \frac{S^*}{\sqrt{3}\, V^*_{i\,0L^\circ}} = 54.6 \angle -43.3$$

$\cos\varphi = \cos(-43.3) = 0.75$ پس فاز

ب)

$$S' = 689 + jQ' \qquad I' = \frac{S^*}{\sqrt{3}V^*}$$

ج)

$$\Delta P \rightarrow \Delta P_1$$

$$S' = \sqrt{3} \times 10 \times 28.2$$

$$\left.\begin{aligned} P &= S' \cos\varphi = 483.6 \\ Q &= 68.8 \end{aligned}\right\} \Rightarrow S_1 = 586 - j\,680.7$$

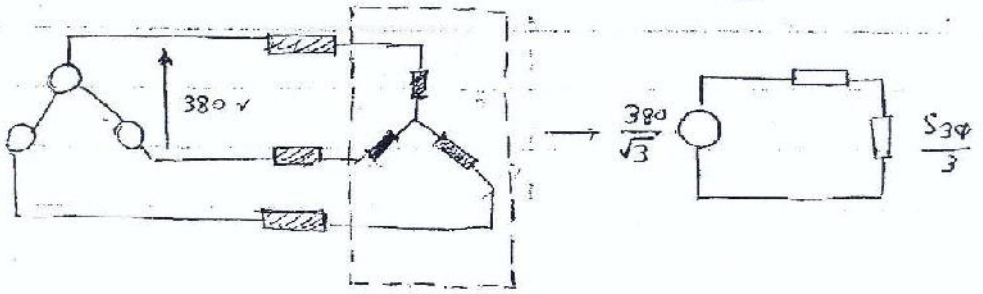
$$\rightarrow Pf = 0.093 \text{ (lead)}$$

سؤال 2

$$P = \frac{10 \times 746}{0.85} = 8776.5 \text{ (W)}$$

$$P = \sqrt{3}\, VI \cos\varphi \rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3}\, V \cos\varphi} = 16.67 \text{ (A)}$$ جریان کشیده شده از منبع

$\cos\varphi = 0.8$ پس فاز $\rightarrow Q = 6589.6$ VAr توان راکتیو کشیده شده از منبع



توجه ← اگر ولتاژ داشته باشد از جریان خط سه فاز نیست و ولتاژ خط و بعد دیاره است

www.tmar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

روش دقیق:

$$I = \frac{S^*}{V_L^*}$$

$$V_L = V_S - Z_L I = V_S - Z_L \cdot \left(\frac{S^*}{V_L^*}\right)$$

$V_L = |V_L| \angle \theta$ ← مجهول

$Z_L = |Z_L| \angle \gamma$

$V_S = |V_S| \angle 0$

$\Rightarrow V_L = 202.7$ ... $V = \sqrt{3} \times V_L = 351.1$

تقریبا یکی میشوند ← با روش تقریبی $= 353.3$

ترانسفورماتور یکفاز

$N_1 : N_2$

V_1 (+) (−) V_2 (+)

$$\begin{cases} \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \\ Z'_2 = Z_2 \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \end{cases}$$

بروبیت

Z_{eq}

به هم وصل کردن ترانس ها

Y Δ

a b c

V

a b b c

Y Δ

$V_{\angle -30}$

$\sqrt{3}V$

n

ca ab bc an

$\frac{aV}{\sqrt{3}} \angle -30$

V_2

$V_{an} = \frac{\angle -30}{\sqrt{3}} \times \frac{aV}{\sqrt{3}} \angle -30$

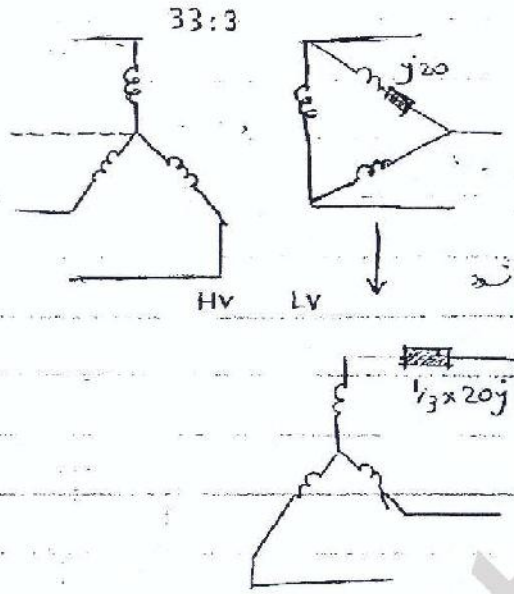
$V_2 = \frac{a}{V_1}$

ثبت مدل ترانس

www.ttrar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

مدار معادل ترانس ۳ فاز



حتماً تبدیل به Y شود

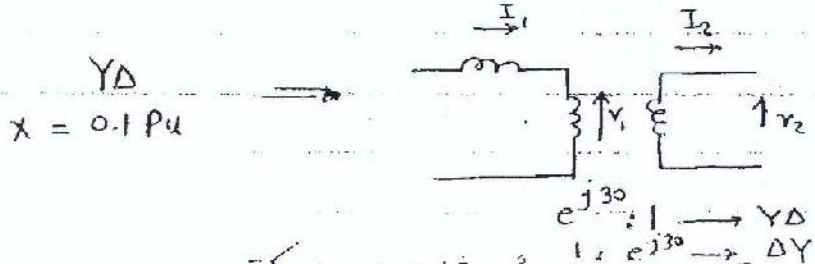
اسدایش برای انتقال از یک طرف به طرف دیگر فقط آن را در مجذور نسبت تبدیل ضرب کنیم

$Z_{HV}=10 \longrightarrow 10\times\left(\frac{1}{11}\right)^2$ ← اگر LV مشاهده شود

● ولی اگر سمت LV را در طرف HV ببینیم:

$\longrightarrow 10\times\left(\frac{3}{\frac{33}{\sqrt{3}}}\right)^2\times\frac{1}{3}=10\times\left(\frac{1}{11}\right)^2$ ← LV مثلث ← LV ستاره

مدار پریونیت شده ترانس ۳ فاز



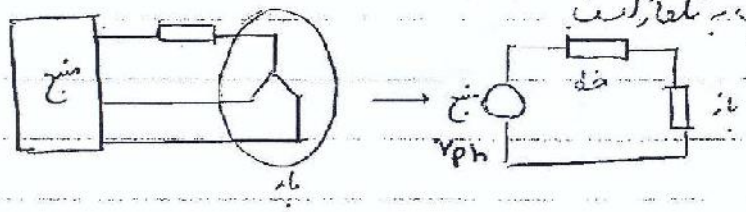
هر واحد دهم جریان به اندازه 30 شیفت فاز پیدا می‌کند

www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

حل مدارهای ۳ فاز:

① یک روش تبدیل به تک فاز است



② استفاده از مدار برابر شده

③ استفاده از ست تبدیل ۳ فاز

مروری بر تمرین‌های سری II:

سؤال 1

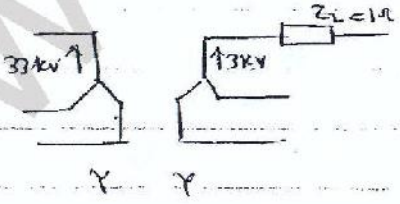
سؤال 2

$\frac{V^2}{S^*}$ اسالش سمت در هر سمت.

سؤال 3

محاسبه کمیت های مبنا در دو سمت ترانس

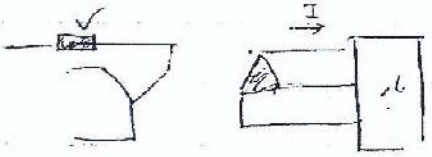
سؤال 4



$S_{base} = 60\ (MVA)$

$V_{base} = \begin{cases} 33\sqrt{3} \\ 3\sqrt{3} \end{cases}$ ← اسالش مبنا در هر سمت

سؤال 5



$\cos\varphi = 0.8$

φ

↓

www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

به نام خدا

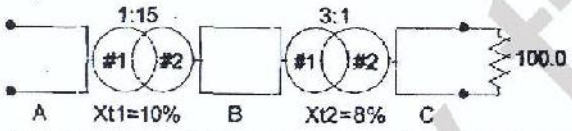
بررسی سیستم‌های قدرت (۱)

تمرین‌های سری سوم (پریونیت و ترانسفورماتور)

۱- بار متعادلی با اتصال ستاره و امپدانس $15\angle 25^\circ\ \Omega$ در هر فاز، از طریق یک پست برق که امپدانس خطوطش در هر فاز $1/6\angle 70^\circ\ \Omega$ می‌باشد؛ به یک منبع ولتاژ متقارن ۶ kV متصل شده است. مطلوبست تعیین ولتاژ خط در سمت بار (بر حسب پریونیت) با در نظر گرفتن مبنای ۵ kV و ۱/۲۵ MVA.

۲- یک ترانسفورماتور تک‌فاز ۲۰/۴۰۰kV و ۵۰MVA از امپدانس‌های سری $1+j2\ \Omega$ و $100+j250\ \Omega$ تشکیل یافته است. امپدانس پریونیت ترانسفورماتور را با در نظر گرفتن مقادیر نامی آن به عنوان مقادیر مبنا، در هر دو سمت فشار قوی و فشار ضعیف، محاسبه نمایید.

۳- سیستم شکل زیر، متشکل از دو ترانسفورماتور می‌باشد. مطلوبست محاسبه امپدانس پریونیت سیستم (شامل امپدانس بار و راکتانس ترانسفورماتورها) در هر یک از بخش‌های A، B و C، در صورتی که مقادیر مبنا ۲۰ MVA و ۱۳۲ kV در سیستم B در نظر گرفته شوند.



۴- یک ترانسفورماتور سه فاز متشکل از سه ترانسفورماتور تک‌فاز کاملاً یکسان ۳۳/۳ kV و ۲۰ MVA، توان مورد نیاز بار اهمی سه‌فاز با اتصال ستاره و مقدار $1\Omega/ph$ را تأمین می‌نماید؛ مطلوبست محاسبه:

الف) امپدانس بار در سمت فشار قوی در صورتی که اتصال ترانسفورماتور Y/Y باشد؛

ب) امپدانس بار در سمت فشار قوی در صورتی که اتصال ترانسفورماتور Y/Δ باشد؛ (اتصال Δ، سمت LV)

ج) امپدانس پریونیت بار در هر دو سمت، با انتخاب مقادیر نامی ترانسفورماتور به عنوان مقادیر مبنا.

۵- ترانسفورماتور سه‌فازی با اتصال Y/Δ، ۵۰۰ MVA و ۲۳۰/۲۰ kV با امپدانس سری معادل $1+j5\Omega/ph$ و در سمت فشار قوی، مفروض است. در صورتی‌که این ترانسفورماتور، بار سه فاز ۳۰۰ MVA را در ضریب توان ۰/۸ پس فاز در سمت فشار ضعیف تغذیه نماید؛ مطلوبست:

الف) تعیین ولتاژ ترمینال ترانسفورماتور در سمت فشار قوی،

ب) در صورتی که ترمینال ترانسفورماتور از طریق یک خط انتقال با امپدانس $0/6+j0/8\Omega/ph$ به یک منبع ولتاژ متصل گردد؛ ولتاژ منبع، چقدر خواهد بود؟

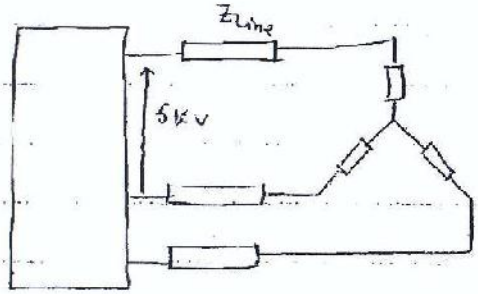
ج) تکرار بندهای الف و ب، در صورتی که مقادیر نامی ترانسفورماتور به عنوان کمیات مبنا در نظر گرفته شوند.

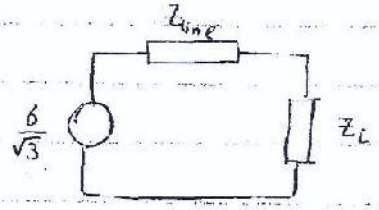
www.tnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

HW#3 ۸۰۲۱ حل تمرین بررسی ج ۴

سوال ۱





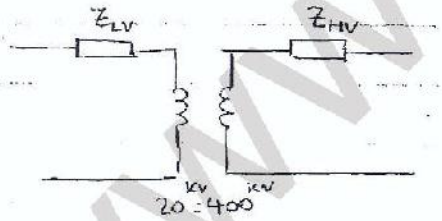
$$\begin{cases} S_{base} = 1.25\ MVA \\ V_{base} = 5\ KV \end{cases} \Rightarrow Z_{base} = \frac{V^2}{S} = \frac{(5\ kV)^2}{1.25\ MW} = 20\ \Omega$$

وقتی صرفا می‌گوید ولتاژ داده شده است ولتاژ خط

$$\begin{cases} Z_{L,pu} = \frac{15 \angle 25}{20} = 0.75 \angle 25 \\ Z_{Line,pu} = \frac{1.6 \angle 70}{20} = 0.08 \angle 70 \end{cases} \rightarrow I_{L,pu} = \frac{V_S}{Z_{Line} + Z_L} \quad (V_S \rightarrow 1.2\ pu) = 1.484 \angle -29$$

$$V_L = V_S - Z_{Line} I_L = 1.113 \angle -4^\circ$$

سوال 2

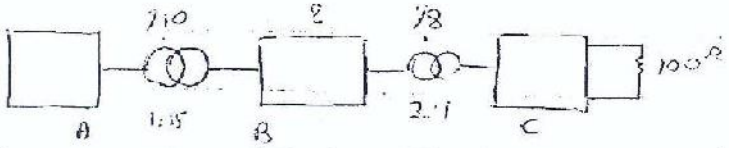


$$\begin{cases} S_{base} = 50\ MVA \\ V_{base,LV} = 20\ kV \\ V_{base,HV} = 400\ kV \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Z_{base,LV} = \frac{20^2}{50} = 8 \\ Z_{base,HV} = \frac{400^2}{50} = 3200 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Z_{LV,pu} = \frac{1+j2}{8} = 0.125 + j0.25 \\ Z_{HV,pu} = \frac{100+j250}{3200} = 0.03125 + j0.078 \end{cases}$$

سوال 3



$S_{Base} = 20\ MVA$

www.itnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$$Z_{base,C} = \frac{V_{base,C}^2}{S_{base}} = \frac{(132 \times 1/3)^2}{20} = 96.8\ \Omega$$

$$\rightsquigarrow Z_{L,pu} = \frac{100}{96.8} = 1.033$$

$$Z_{base,B} = \frac{V_{base,B}^2}{S_{base}} = \frac{(132)^2}{20} = 871.2\ \Omega$$

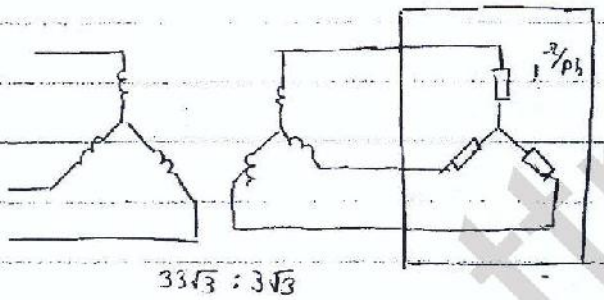
$$Z_{base,A} = \frac{(V_{base,B} \times 1/15)^2}{S_{base}} = 3.872$$

$$\Rightarrow \begin{cases} X_{t_1}|_{A\text{-رکتر}} = 0.1 \times 3.872\ (\Omega) \\ X_{t_1}|_{B} = 0.1 \times 871.2\ (\Omega) \\ X_{t_1}|_{C} = 0.08 \times 96.8\ (\Omega) \end{cases}$$

← درصد امپدانس راکتور

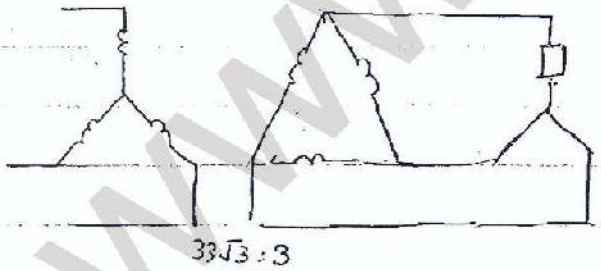
سوال 4

الف)



$$Z_{L,HV} = 1 \times \left(\frac{33\sqrt{3}}{3\sqrt{3}}\right)^2 = 121\ \Omega$$

ب)



$$Z_{L,HV} = 1^2 \times \left(\frac{33\sqrt{3}}{3}\right)^2 = 363\ \Omega$$

ج)

$S_{base} = 60\ MVA$

حالت اول $\begin{cases} V_{base,LV} = 3\sqrt{3} \\ V_{base,HV} = 33\sqrt{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} Z_{base,LV} = 0.45 \\ Z_{base,HV} = 544.45 \end{matrix} \rightarrow \begin{cases} Z_{L,pu,LV} = \frac{1}{0.45} = 2.22\ pu \\ Z_{L,pu,HV} = \frac{121}{544.45} = 2.22\ pu \end{cases}$

سه امپدانس برابرند از هرکدام که باشد

$S_{base} = 60\ MVA$

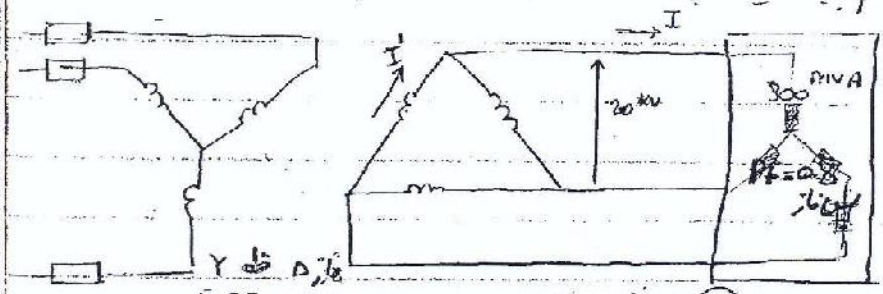
حالت دوم $\begin{cases} V_{base,LV} = 3\ kV \end{cases} \rightarrow Z_{base,LV} = 0.15 \rightarrow Z_{L,pu,LV} = \frac{1}{0.15} = 6.66\ pu$

www.itnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

مقدار پروتیت ها باهم برابر نیست چون base ها متفاوت بوده!

سوال 5



{ 230/20 kV ← سه ژ
500MVA

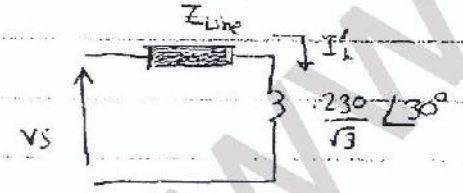
الف)

$$I_L = \frac{S_{3\varphi}}{\sqrt{3} V_L I_L} = \frac{300\ MVA}{\sqrt{3} \times 20\ kV} = 8660.3\ (A)$$

$\cos\varphi = 0.8$ lag → $\varphi = 36.9°$ ← پس فاز بودن

$$I' = I_L \times \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \angle 30°\right) = 5000 \angle -6.9$$

$$I'_L = I' \left(\frac{V_{LV}}{V_{HV}} \leftarrow \text{ژ}\right) = 5000 \angle -6.9 \times \left(\frac{20}{\frac{230}{\sqrt{3}}}\right) = 753.87 \angle -6.9$$



$$V_S = \left(\frac{230}{\sqrt{3}} \angle 30°\right) + Z_{trans} \cdot I'_L$$

$$= 135.7 \angle 31.1°$$

ولتاژ خط به خط سمت ژ $V_{S,L-L} = \sqrt{3} \times 135.7 = 235\ kV$

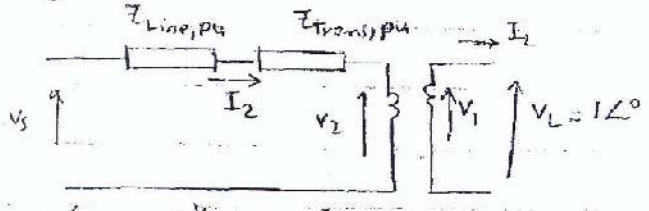
$$Z_{Line} = 0.6 + j\,0.8$$

$$V_S = \left(\frac{230}{\sqrt{3}} \angle 30°\right) + (Z_{Line} + Z_{Trans}) I'_L = 136.4 \angle 31.2$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{3} \times 136.4 = 236.3\ kV$$

ولتاژ خط به خط سمت ژ

ب)



مقدار الف → { $V_{base} = 500\ MVA$ ← $Z_{base} = 105.2\ \Omega$

www.tiar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$$Z_{Trans,p.u} = \frac{1+j5}{100} = 0.00945 + j\,0.0473$$

$$S_{L,pu} = \frac{300\ MVA}{500\ MVA} = 0.6$$

$$I_{L,pu} = 0.6 \cdot \angle -\cos^{-1} 0.8 = 0.6 \angle -36.9^\circ$$

$$I_{pu} = \frac{S_{pu}}{V_{pu}} = \frac{P_{pu}}{V_{pu} \cdot \cos\varphi}$$

$V_2 = V_L \times (1 \angle 30^\circ) = 1 \angle 30^\circ$ — همان ترانس تغییر فاز دارد.

$I_2 = I_L \times (1 \angle 30^\circ) = 0.6 \angle -6.9$

$$V_{S,pu} = V_2 + I_2 \cdot Z_{Trans,pu} = 1.0218 \angle 31^\circ$$

تکرار ←

$$Z_{Line,pu} = \frac{0.6 + j\,0.8}{100} = 0.00567 + j\,0.00756$$

$$V_{S,pu} = V_2 + I_2 \cdot (Z_{Trans,pu} + Z_{Line,pu}) = 1.0272 \angle 32^\circ$$

www.tnar.ir

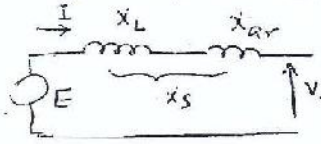
Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

به نام خدا

بررسی سیستم‌های قدرت (۱)

تمرین‌های سری چهارم (مدل‌سازی سیستم قدرت)

۱- راکتانس سنکرون ژنراتوری pu ۱ و راکتانس نشتی آرمیچر آن pu ۰/۱ می‌باشد. با صرفنظر از مقاومت سیم‌پیچی‌ها، چنانچه ولتاژ ترمینال ژنراتور $1\angle 0^\circ$ و جریان تحویلی آن $1\angle -30^\circ$ باشد؛ مطلوبست:



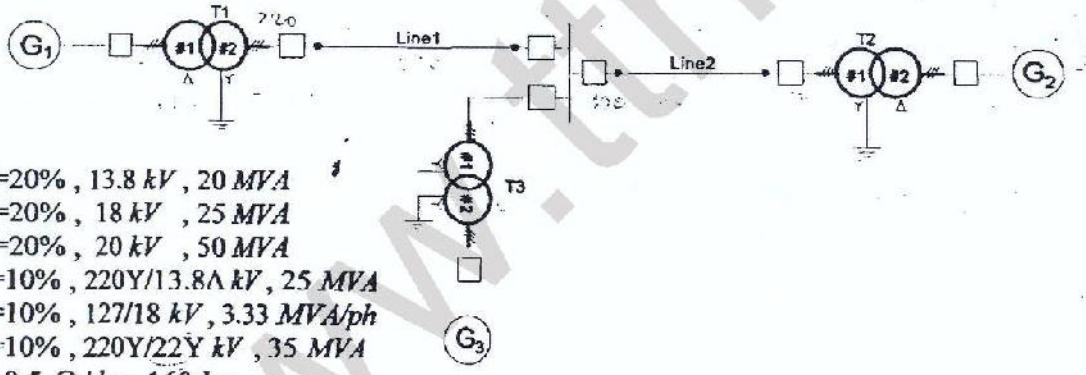
الف) تعیین افت داخلی ماشین بر اثر راکنش آرمیچر،

ب) تعیین ولتاژ بی‌باری ژنراتور،

ج) تعیین مقادیر P و Q تحویلی شینه،

د) تکرار بندهای (ب) و (ج) در صورتی که جریان تحویلی ژنراتور $1\angle 30^\circ$ در نظر گرفته شود.

۲- دیاگرام تک‌خطی سیستم قدرت بدون باری مطابق شکل زیر مفروض است. مطلوبست مدل‌سازی سیستم مزبور بر حسب امپدانس‌های پریونیتی با مبنای ۵۰ MVA و ۱۳/۸ kV در مدار ژنراتور ۱.



G_1: X''=20% , 13.8 *kV* , 20 *MVA*
G_2: X''=20% , 18 *kV* , 25 *MVA*
G_3: X''=20% , 20 *kV* , 50 *MVA*
T_1: X =10% , 220Y/13.8Δ *kV* , 25 *MVA*
T_2: X =10% , 127/18 *kV* , 3.33 *MVA/ph*
T_3: X =10% , 220Y/22Y *kV* , 35 *MVA*
L_1: X =0.5 Ω/*km* , 160 *km*
L_2: X =2.0 Ω/*km* , 50 *km*

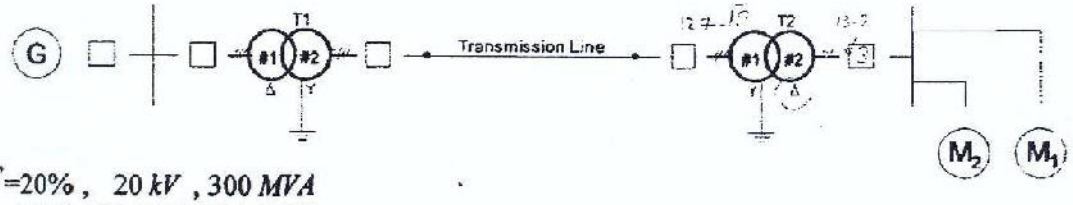
۳- سیستم قدرتی با مشخصات زیر مفروض است؛ با در نظر گرفتن مقادیر نامی ژنراتور به عنوان مقادیر مبنا، مطلوبست:

الف) تعیین دیاگرام تک‌خطی سیستم مزبور بر حسب امپدانس‌های پریونیتی.

ب) چنانچه موتورهای M_1 و M_2 به ترتیب توان‌های ۱۲۸ MW را در ضریب توان ۰/۸ پس‌فاز و ۱۵۰ MW را در ضریب توان ۰/۷۵ پس‌فاز جذب نمایند؛ در این حالت ولتاژ ترمینال ژنراتور چقدر خواهد بود؟

www.tnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected



G : X''=20% , 20 *kV* , 300 *MVA*
M_1: X =20% , 13.2 *kV* , 200 *MVA*
M_2: X =20% , 13.2 *kV* , 100 *MVA*
T_1 : X =10% , 230Y/20Δ *kV* , 350 *MVA*
T_2 : X =10% , 127/13.2 *kV* , 100 *MVA/ph*
T_{Line} : X =0.5 Ω/*km*, 64 *km*

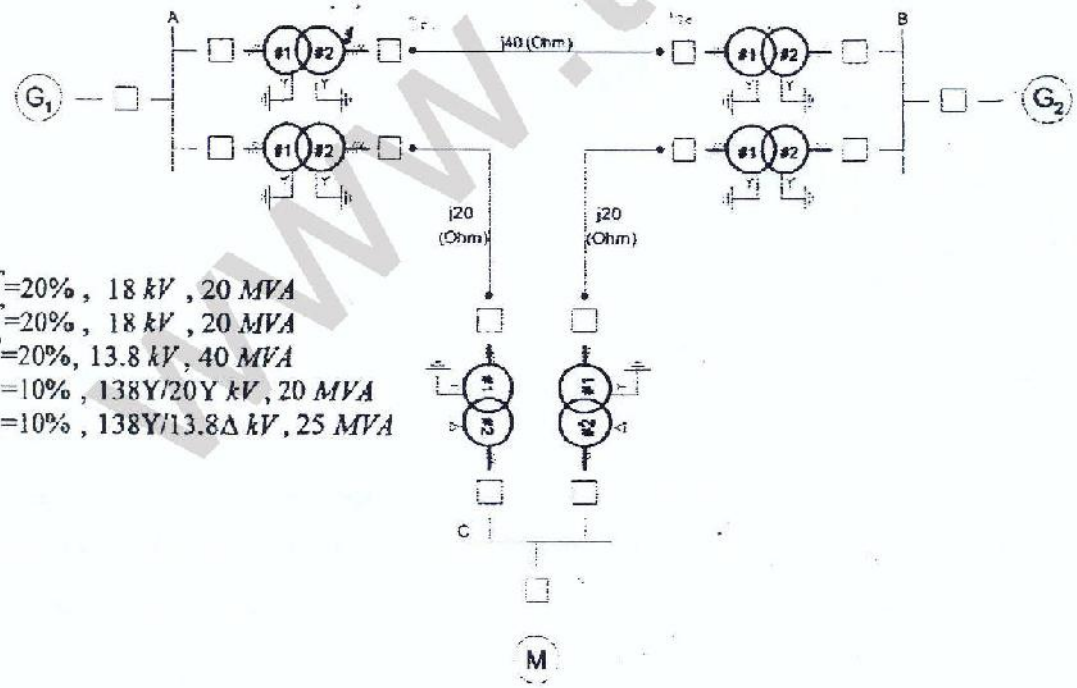
$$1 \times \frac{300}{200} \times \left(\frac{13.8}{13.2}\right)^2$$

۴- دیاگرام تک‌خطی سیستم قدرتی مطابق شکل زیر مفروض می‌باشد. با انتخاب مبنای ۵۰ MVA و ۱۳۸ kV در خط انتقال ۴۰ اهمی، مطلوبست:

الف) مدل‌سازی سیستم مزبور بر حسب امپدانس‌های پریونیتی،

ب) اگر موتور توان ۲۴ MW را در ضریب توان ۰/۸ پیش‌فاز و در سطح ولتاژ ۱۳/۲ kV جذب نماید؛ در این حالت ولتاژ شینه‌های A و B، با در نظر گرفتن همان مبنای مورد نظر، چند پریونیت خواهد بود؟

ج) تکرار بند (ب)، چنانچه کلید قدرت ژنراتور۱ باز شود و آن را از سیستم جدا نموده و نیز موتور توان ۱۲ MW را در ضریب توان ۰/۸ پیش‌فاز و در سطح ولتاژ ۱۳/۲ kV جذب نماید.



G_1 : X''=20% , 18 *kV* , 20 *MVA*
G_2 : X''=20% , 18 *kV* , 20 *MVA*
M : X''=20%, 13.8 *kV* , 40 *MVA*
T_1: X =10% , 138Y/20Y *kV* , 20 *MVA*
T_2: X =10% , 138Y/13.8Δ *kV* , 25 *MVA*

www.tfnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

کلاس ۸۱۷ ساعت ۱۰-۸ جلسه جبرانی

دوشنبه ۹/۵ ← حل مسائل امتحان

دوشنبه ۹/۱۲ ← حل مسائل تمرین ۹

یکشنبه ۸/۴ ← آخرین مهلت تحویل تمرین ۵

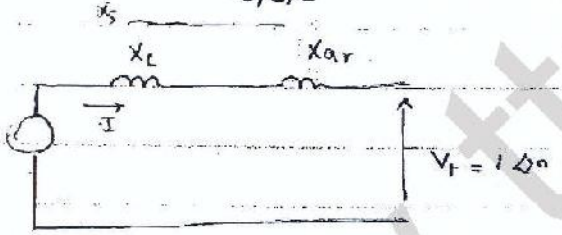
حل تمرین بررسی HW#4 ۸/۲۸ ، ۵ ق.

① وقتی گفته می‌شود ولتاژ خط است یا فاز ← ولتاژ خط

② ولتاژ هر فاز یک خط و نیم برابر است!

$$V_{pu.L-L} = \frac{V_{L-L}}{V_{b,L-L}}$$

سؤال ۱



1 0.1

امپدانس سنکرون $X_S = X_L + X_{ar} \rightarrow X_{ar} = 0.9\,pu \rightarrow Z_{ar} = 0.9\,j$

الف) $I = 1\angle -30°$

$V_{ar} = 0.9\angle 60$

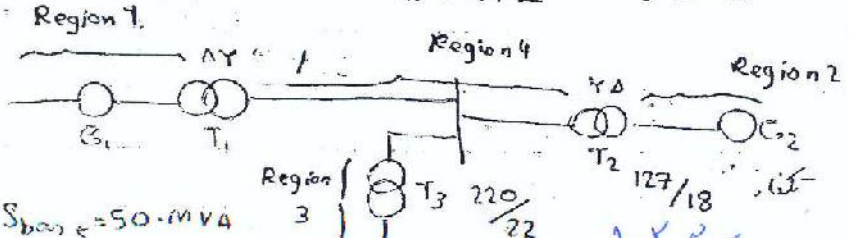
ب) $E_a = V_t + I \times jX_S = 1.732\angle 30$

ج) $P_1 jQ = V_t I^* = 0.860 + j0.5$

د) $P' + jQ = 0.86 - j0.5$

$I' = 1\angle 30 \quad V'_{ar} = 0.9\angle 120 \quad E' = 1\angle 60$

سؤال 2



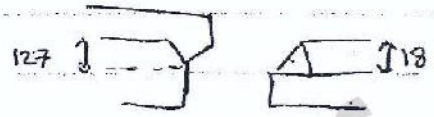
www.tnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$V_{base,4} = 220\ kV = 13.8 \times \frac{220}{13.8}$

$V_{base,3} = 22\ kV$

$V_{base,2} = 18\ kV$



ترانس T_2

سمت $\frac{127}{18} \xrightarrow{127\times\sqrt{3}} \frac{220}{18}$

☺ در نسبت تبدیل باید V_L را بگیریم V_L/V_{Line}

$$I_{pu,new} = Z_{pu,old} \times \frac{S_{new}}{S_{old}} \times \left(\frac{V_{old,b}}{V_{new,b}}\right)^2$$

مقادیر برابرند

$$\begin{cases} X_{G_1} = 0.5\ p.u \\ X_{G_2} = 0.4\ p.u \\ X_{G_3} = 0.165\ p.u \end{cases} \qquad \begin{cases} X_{T_1} = 0.2 \\ X_{T_2} = 0.5 \\ X_{T_3} = 143 \end{cases}$$

$$Z_{base,4} = \frac{V_b^2}{S_b} = \frac{(220)^2}{50} = 968\ \Omega$$

$$X_{line\,1,pu} = \frac{260 \times 0.5}{968} = 0.0826\ p.u$$

$$X_{line\,2,pu} = \frac{.2 \times 50}{968} = 0.1033\ p.u$$

$$S_{3\varphi} = \sqrt{3}\, V_{L-L}\, I_L \quad (V_b \uparrow,\ I_b \rightarrow)$$

$$\begin{cases} S_{3\varphi} \longrightarrow S_b \\ V_{L-L} \longrightarrow V_b \end{cases} \qquad I_b = \frac{S_b}{\sqrt{3}\,V_b} \qquad Z_b = \frac{V_b/\sqrt{3}}{I_b} = \frac{V_b^2}{V_{3\varphi}}$$

سیستم تکفاز:

$$S_b = S_{1\varphi} \longrightarrow I_b = \frac{S_{1\varphi}}{V_\varphi}$$

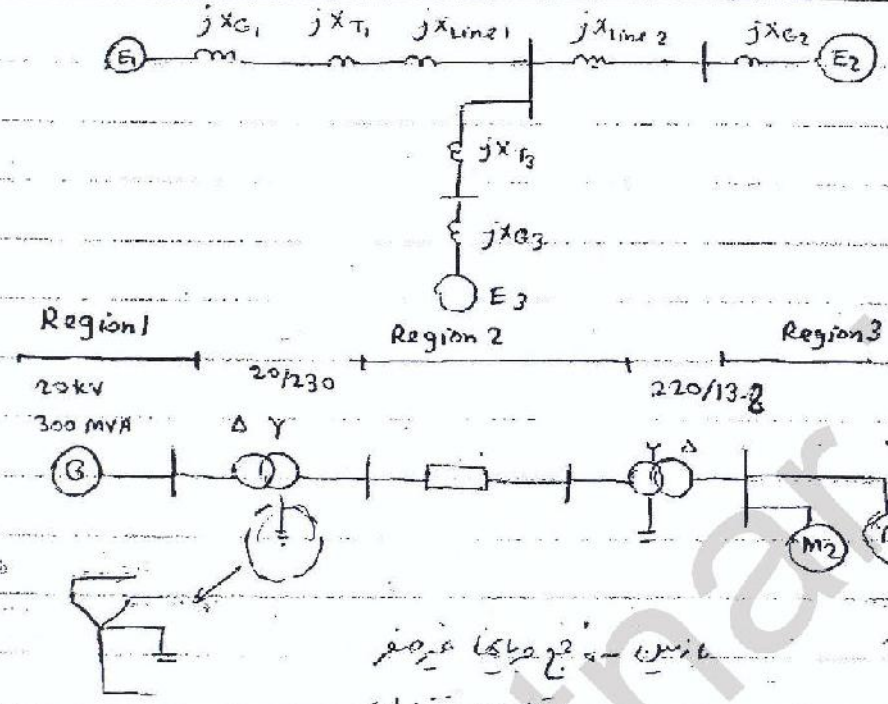
$$V_b = V_\varphi$$

$$Z_{base} = \frac{V_b}{I_b} = \frac{V_b^2}{S_b}$$

$\rightarrow I = \frac{S_{3\varphi}}{\sqrt{3}V_b}$

www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected



سؤال 3:

ماشین سنکرون قطب صاف

دیاگرام مقاومتی

مدل ماشین سنکرون قطب صاف

دیاگرام مقاومتی

$$Z_{new,pu} = Z_{old,pu} \times \frac{S_{new}}{S_{old}} \times \left(\frac{V_{old}}{V_{new}}\right)^2 \qquad \text{(الف)}$$

$$\begin{cases} V_{base,1} = 20 \text{ kv} \\ V_{base,2} = 230 \text{kv} \\ V_{base,3} = 230 \times \frac{13.2}{220} = 13.8 \text{ kv} \end{cases}$$

مقادیر پریونیت

$X_{G_1} = 0.2$ p.u

$X_{T_1} = 0.0857$ p.u

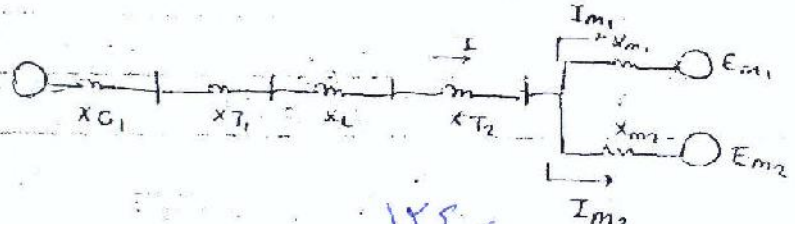
$X_{T_2} = 0.0915$ p.u

$X_L = \frac{0.5 \times 64}{\frac{(220)^2}{300}} = 0.1815$ p.u

$X_{m_1} = 0.2745$ p.u

$X_{m_2} = 0.549$ p.u

(ب)



www.tinar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$$|I_{m_1}| = \frac{P_{pu}}{V_{m_1}\cos\varphi_1} = \frac{128/300}{1\times 0.8} = 0.533\ (p.u)$$

منفی: P.U، به معنای است.

$$I_{m_1} = 0.533\angle -\cos^{-1}\varphi = 0.533\angle -36.8$$

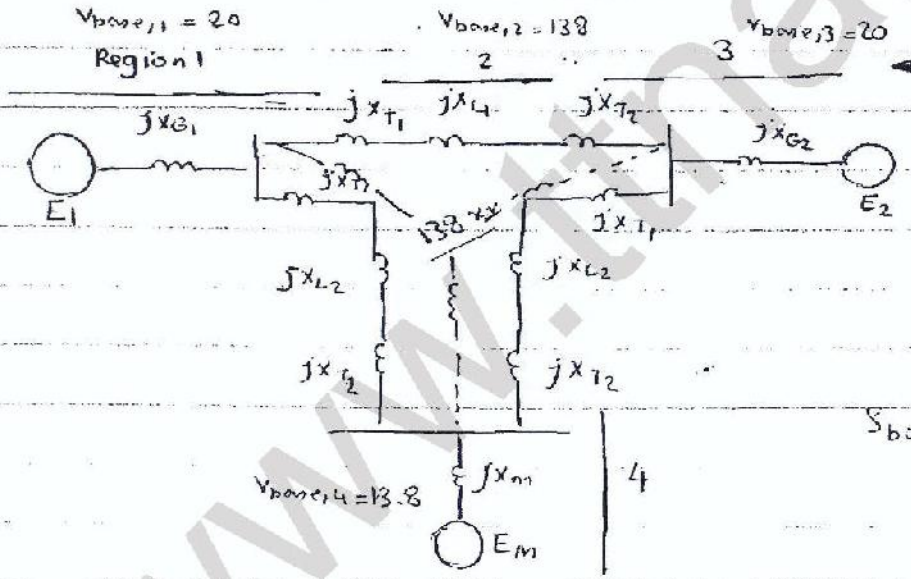
$$|I_{m_2}| = \frac{P_{2,pu}}{V_{m_2}\cos\varphi_2} = 0.667$$

$$I_{m_2} = 0.667\angle -41.41$$

$$I_m = I_{m_1} + I_{m_2} = 1.2\angle -39.4$$

$$V_{t,G} = V_{t,m} + j(X_{T_1} + X_{Line} + X_{T_2}) = 1.32\angle 14.6^\circ$$

سؤال 4

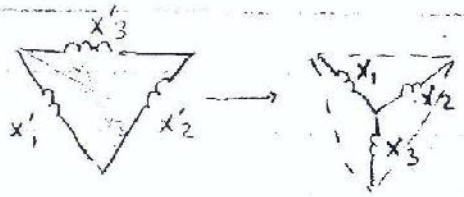


$X_{G_1} = 0.405$ $X_{T_1} = 0.25$ $X_{L_1} = 0.105$ $X_m = 0.25$

$X_{G_2} = 0.405$ $X_{T_2} = 0.2$ $X_{L_2} = 0.0525$

ب) $m = 24\ mW$ $13.2kv$ $\cos\varphi = 0.8$ (Lead)

اگر اسلایس ها برابر نبودند باید تبدیل Δ به Y انجام می دادیم ، چون اسلایس ها تشکیل Δ می دهند



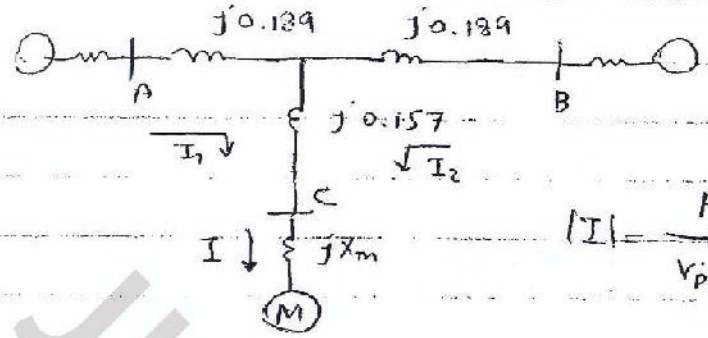
$$X_1 = \frac{X'_2 X'_3}{X'_1 + X'_2 + X'_3}$$

مزب اسلایس ها / مجموع

صفحه ۲-۲

www.tmar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected



ب)

$$|I| = \frac{P_{pv}}{V_{p.v}.\cos\varphi} = 0.0627\angle 36.9$$

$$I_1 = I_2 = \frac{|I|}{2}$$

$$V_C = \frac{13.2}{13.8} = 0.9565$$

$$V_A = V_B = \cdot V_{t,m} + jx_1 I_1 + jx_2 I_1 = 0.871\angle 8.3$$

از اینجا ادامه نداشت چون پیش فرض داشت.

ج)

دیگر از A جریان نمی‌گذرد

$$V_B = \cdot V_{t,m} + j\cdot$$

www.tabarzi.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

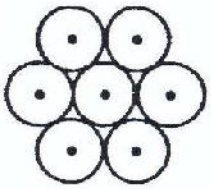
به نام خدا

بررسی سیستم‌های قدرت (۱)

تمرین‌های سری پنجم (اندوکتانس خط انتقال)

۱- هادی یک خط تک‌فاز ۶۰ Hz از جنس آلومینیم به قطر ۰/۴۱۲ cm مفروض است. در صورتی که فاصله بین سیم‌ها ۳ متر باشد؛ اندوکتانس خط را بر حسب $mH/mile$ محاسبه نمایید. چه مقدار از این اندوکتانس ناشی از شار داخلی هادی است. (اثر پوستی را ناچیز فرض کنید.)

۲- فاصله بین هادی‌های خط تک‌فازی ۱۰ فوت است. هر هادی از هفت رشته یکسان، مطابق شکل زیر، تشکیل شده و قطر هر رشته ۰/۱ اینچ می‌باشد. نشان دهید که Ds هر هادی ۲/۱۷۷ برابر شعاع رشته است. اندوکتانس خط را بر حسب $mH/mile$ بدست آورید.



۳- کدام هادی مندرج در جدول A.1 با فاصله‌گذاری متقارن ۷ ft، دارای اندوکتانسی معادل $\Omega/mile$ ۰/۶۵۱ است؟ (در آرایش سه‌فاز تک‌مداره و بدون باندل.)

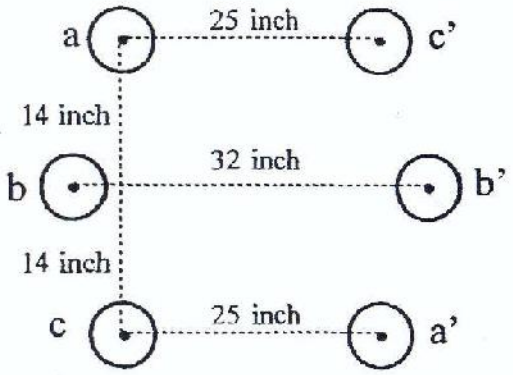
۴- خط انتقال سه‌فازی با فاصله‌گذاری متقارن ۱۶ ft طراحی شده است. چنین تصمیم گرفته می‌شود که خط را با فاصله‌گذاری افقی $D_{13}=2D_{12}=2D_{23}$ و جایگشت سیم‌ها بسازند. فاصله بین سیم‌های مجاور خط (D_{12} یا D_{23}) چقدر باشد؛ تا اندوکتانس خط برابر مقدار طرح ابتدایی گردد؟

۵- خط انتقال سه‌فاز ۶۰ Hz با باندل سه‌تایی از هادی Rail مفروض است. چنانچه فاصله بین سیم‌های گروه برابر ۴۵ cm و فاصله بین مراکز گروهها برابر ۹ ، ۹ و ۱۸ متر باشد؛ مطلوبست محاسبه راکتانس القایی خط بر حسب $\Omega/mile$

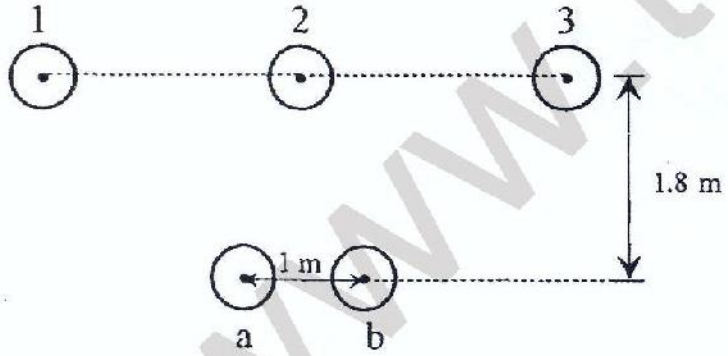
www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

۶- شش هادی ACSR از نوع Drake ، خط انتقال سه‌فاز دومداره‌ای را با آرایش زیر تشکیل می‌دهند. با در نظر گرفتن فرکانس ۶۰ Hz ، اندوکتانس یک مایل از هر فاز خط و راکتانس القایی را بر حسب $\Omega/_{mile}$ بدست آورید.



۷- خط انتقال قدرتی با فرکانس ۶۰ Hz مطابق شکل زیر، در مجاورت یک خط تلفن قرار دارد. فاصله‌گذاری معادل هادی‌های خط سه‌فاز برابر ۳ متر در نظر گرفته شده است. (D_{eq}=3m) اگر جریان عبوری از خط انتقال ۱۵۰ آمپر باشد؛ ولتاژ القا شده در هر کیلومتر خط تلفن را بدست آورید.



www.ttnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

HW#5 حل تمرین سری 9

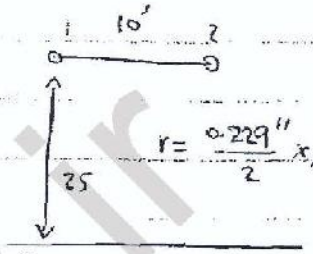
HW#6

$$L = 2\times10^{-7} \ln \frac{D_m}{D_s}$$

(1

$$C_{an} = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln D_{eq}/D}$$

$$C'_{an} = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{D_{eq}}{D} = \ln \frac{\sqrt{D_{12}' D_{21}'}}{\sqrt{D_{11}' D_{22}'}}}$$



1'0. 0 2'

(2 $D_{eq} = 5'$ انرسین بارنظر گرفتیم

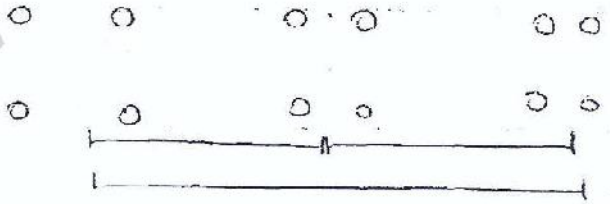
$$X = X_1 + X_2$$

196.1 $\frac{\Omega}{mile}$ ← مدل → 0.0478

رابطه $C_{an} = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{D_{eq}}{D}}$ را داریم

D_{eq} را داریم و D برابر D_s می‌باشد

(3



$$D_s^b = \sqrt[4]{r D^2 \sqrt{2}\, D}$$

$$X = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{121.3} = \frac{1}{1609}$$

سیاه اصلول مایل

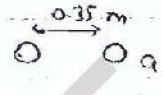
مسافت

www.tnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$I_{charging} = j V_{an} C w l$

$Q = 3 V_{an} I_{charging} = 3 V_{an}^2 C w l$



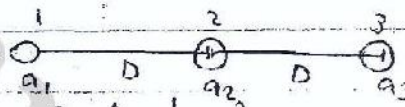
Drake (4

$C_{an} = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{D_{eq}}{D_s}}$

$D_s = \sqrt[3]{D_{sa} D_{sb} D_{sc}}$

$D_s^b = \sqrt{rd}$ $\quad D_{sa} = \sqrt{D_s^b \cdot D_{aa'}}$ $\quad D_{eq} = \sqrt[3]{D_{ab} D_{bc} D_{ac}}$

$V_2 - V_3$ (5



$V_2 = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \left(q_2 \ln \frac{1}{r} + q_1 \ln \frac{1}{D_{12}} + q_3 \ln \frac{1}{D_{23}} \right)$

HW #5

سوال ۱ ←

$D = 0.412\,cm = 0.412 \times 10^{-2}\,m$

$L = 2 \times \left(2 \times 10^{-7} \ln \frac{D_m}{D_s} \right) = 4.85 \frac{mH}{mile}$

سوال ۲ ←

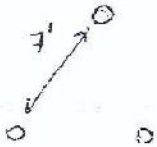
$D_s = 2.177\,r$

$\sqrt[49]{(r'_1 D_{12} D_{13} D_{14} D_{15} D_{16} D_{17}) \times \dots}$

اندوکتانس هر فاز $= 4.51\ mH/mile$

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

سوال 3



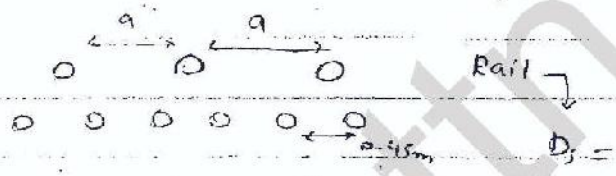
$X = 0.651\ \Omega/mile$

$= X_1 + X_2 \longrightarrow Rookie$

سوال 4

$D = 12.7$

سوال 5



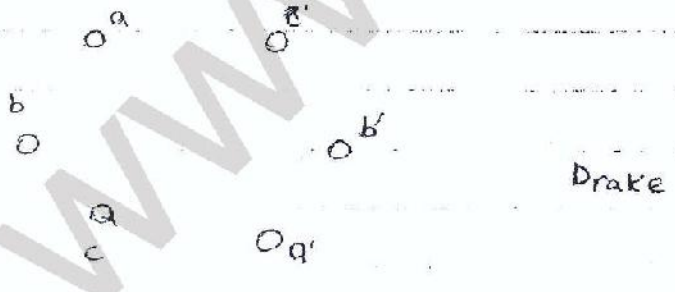
$D_s = 0.0396'$

GMR

$D_s^b = \sqrt[3]{r' d^2} \Rightarrow X = C\omega = 0.539\ \Omega/mile$

0.7788 ضرب کردیم

سوال 6



$D_s = \sqrt[3]{b_{sa} D_{sb} D_{sc}}$ $\quad D_m = \sqrt[3]{D_{AB} D_{BC} D_{CA}}$

$b_{sa} = \sqrt{(r')\, D_{aa'}}$ $\quad X_L = 0.212\ \Omega/mile$

$r' = 0.7788\, r$ داریم

سوال 7

$D_{eq} = 3m$

$I = 150\ (A)$

www.tnar.ir

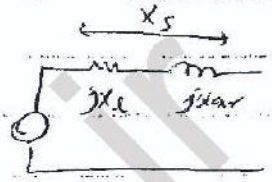
Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

$m_2 = 0$

$m_1 = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{D_{1b}}{D_{1a}}$

$Y = j\omega(m_1 I_1 + m_2 I_2 + m_3 I_3) \times 10^3 = \frac{V}{km}$

$= 3.03 \ \frac{V}{km}$



* GMR برای هادی های رشته ای زیر بنویسید.

$\sqrt{r' \times 2r \ r' \times 2r}$

* موتور القایی با مشخصات زیر

$U = 220^V \quad P = 25^{kw} \quad Pf = 0.8 \ lag$

خازن اصلاح ضریب توان ← 0.95 پس از

ظرفیت و سایز خازن و جریان قبل و بعد از نصب خازن؟

$Q = -P \tan \varphi \quad \Rightarrow \quad \Delta Q = Q_c$

$X_c = \frac{V^2}{Q_c} = \frac{1}{\omega C}$

$\longrightarrow S \longrightarrow I = \frac{S}{V}$ جریان کل است!

www.tfnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

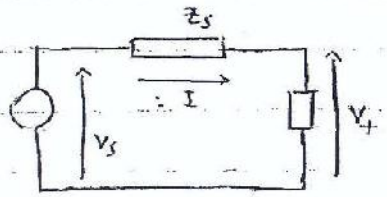
تمرین سری دوم

سؤال 2:

$P_m = 10\ hp \quad \cos\varphi = ? \quad \eta = ?$

$V_{خ} = 380\ V$

ب) وتار خط ترمینال در صورت اتصال از طریق خطی با امپدانس $0.6 + j0.8$



$$V_s = \frac{380}{\sqrt{3}}$$

$$V_t = V_s - Z_s I = V_s - Z_s \left(\frac{S}{V_t}\right)^* = V_s - Z_s \left(\frac{S^*}{V_t^*}\right)$$

$$V_s = |V_s| \angle \theta_s \qquad Z_s = |Z_s| \angle \varphi$$

$$V_t = |V_t| \angle 0^\circ$$

** خط انتقال سه فاز با مشخصات زیر:

پارامترهای خط

$$\begin{cases} 200\ KW & f = 50HZ \\ 10\ KV & \\ 0.8\ lag & Z_s = 0.5 + j2 \end{cases}$$

مطلوب است:

1) ولتاژ، قدرت اکتیو و راکتیو در ابتدای خط

2) اگر ولتاژ انتهای خط 10^{KV} باشد، ولتاژ ابتدای خط چقدر باید باشد؟ امپدانس $18 + j45\ \Omega$ بالمثل

3) قدرت و ظرفیت 3 خازن با اتصال ستاره موازی با بار را طوری تعیین کنید که ولتاژ انتهای خط در حالت 2 در 10^{KV} ثابت شود

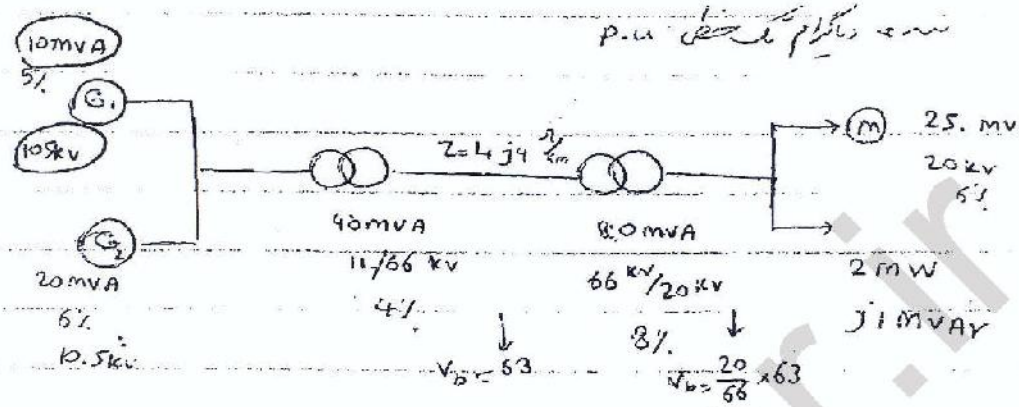
4) با اتخاذ ولتاژ مبنای 10^{KV}، و قدرت مبنا برابر 200^{KW} مقدار مقاومت های 1، 2، 3 و راکتانس ها را بصورت پریونیت محاسبه کنید

www.itnar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected

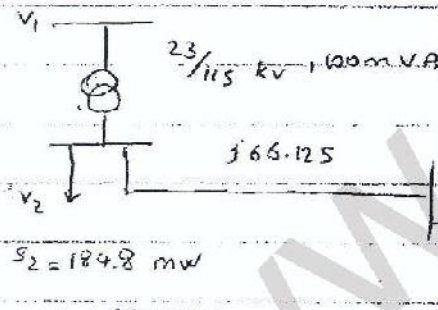
* دیاگرام امپدانس شکل مقابل را است به واحد رسم کنید

دیاگرام تک خطی p.u سه

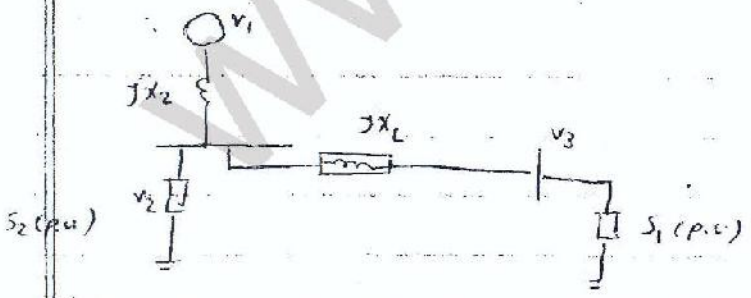


$$Z_{new_{p.u}} = Z_{old_{p.u}} \times \frac{S_{bnew}}{S_{bnoeold}} \times \left(\frac{V_{b\,old}}{V_{bnew}}\right)^2$$

* (الف) مقاومت R_H را رسم کنید



ب) اگر $V_3 = 115 \angle 0^\circ$ kv باشد ولتاژ شین های 1 و 2 را محاسبه نمایید (از مدل سری R_H استفاده نمایید)



$$I = \left(\frac{S}{V}\right)^*$$

* مدل بار

$S = P + jQ$ ولتاژ V توان ثابت ← در هر ولتاژی همین را می‌دهد $I = \left(\frac{S}{V}\right)^*$

$$S = P\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 + jQ\left(\frac{V}{V_0}\right)^2$$

www.tmar.ir

Message is shown because multiple copies of Print2Flash (www.print2flash.com) using the same license are detected