

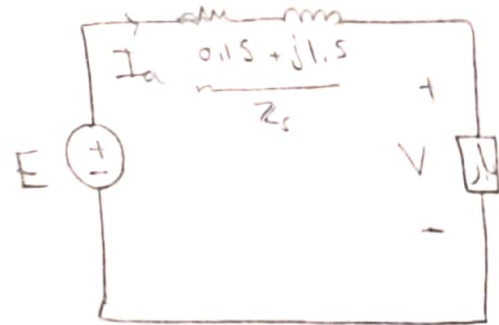
$$S = 50 \text{ MVA} \quad V_{\phi} = \frac{20}{\sqrt{3}} = 11.55 \text{ kV} \angle 0^\circ$$

4

$$R_a = 0.15 \Omega / \phi \quad X_s = 1.5 \Omega / \phi \quad \text{PF} = \cos \theta = 0.75 \rightarrow \theta = \arccos(0.75) = 41.41^\circ$$

$$S = 50 \text{ MVA} \angle 41.41^\circ$$

$$I_a = \frac{S^*}{3V_{\phi}} = \frac{50 \times 10^6 \angle -41.41^\circ}{3 \times 11.55 \times 10^3 \angle 0^\circ}$$



$$\rightarrow I_a = 1443 \text{ A} \angle -41.41^\circ = 1.443 \text{ kA} \angle -41.41^\circ$$

$$E_{\phi} = Z_s I_a + V_{\phi} \quad E_{\phi} = (0.15 + j1.5)(1443 \angle -41.41^\circ) + 11550 \angle 0^\circ$$

$$\rightarrow E_{\phi} = (1.507 \angle 84.29^\circ)(1443 \angle -41.41^\circ) + 11550 \angle 0^\circ$$

$$\rightarrow E_{\phi} = 2174.601 \angle 42.88^\circ + 11550 = 1593.505 + j1479.74 = 13225 \text{ V} \angle 6.473^\circ$$

$$\rightarrow E_{\phi} = 13.225 \text{ kV} \angle 6.473^\circ$$

$$V_R = \frac{|E| - |V|}{|V|} \times 100 = \frac{13.225 - 11.55}{11.55} \times 100 = 14.5\%$$

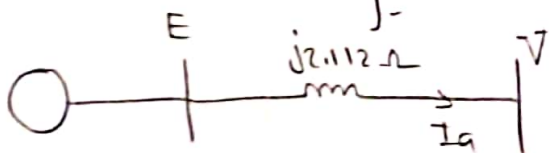
$$V_{L_{\text{No-Load}}} = \sqrt{3} \angle 30^\circ E = \sqrt{3} \angle 30^\circ \cdot 13.225 \text{ kV} \angle 6.473^\circ$$

$$\Rightarrow V_{L_{\text{No-Load}}} = 22.906 \text{ kV} \angle 36.473^\circ$$

$$R_a \approx 0, \quad X_s = 2.112 \Omega$$

2- الف) با توجه به اطلاعات داده شده راجع به سن

بی نهایت مستقیم و برابر در دستار توان خازن کار نخواهد کرد. پس داریم:



$$E_i = V_{\phi} + jX_s I_a \quad V_{\phi} = \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{15}{\sqrt{3}} = 8.66 \text{ kV}$$

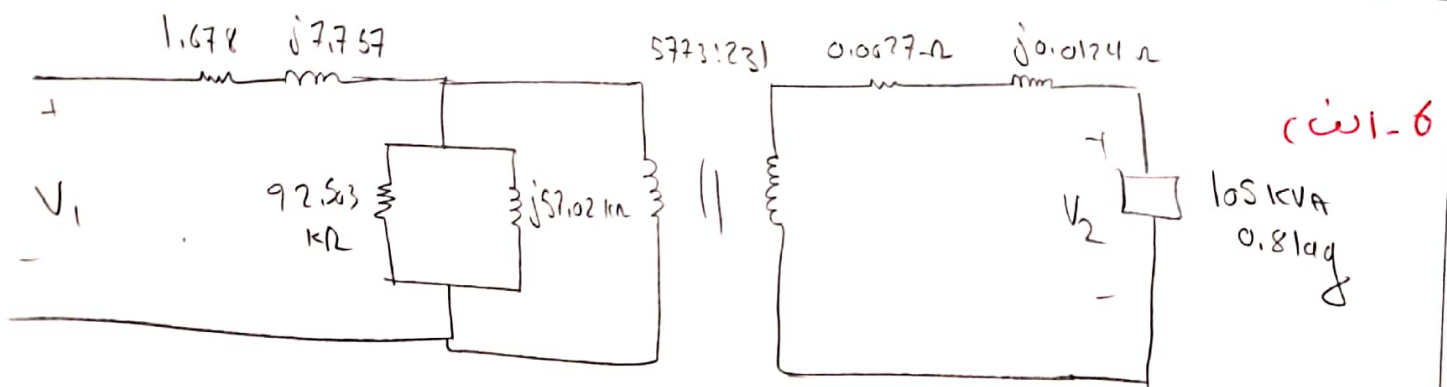
$$E_i = V_{\phi} + jX_s I_a \quad , \quad I_a = \frac{S^*}{3V_{\phi}} = \frac{100 \times 10^6 \angle -36.87^\circ}{3 \times 8.66 \times 10^3 \angle 0^\circ}$$

$$\rightarrow I_a = 3.849 \text{ kA} \angle -36.87^\circ \quad , \quad E_i = 8.66 \text{ kV} \angle 0^\circ + 2.112 \angle 90^\circ \cdot 3.849 \angle -36.87^\circ$$

$$= 8.66 \text{ kV} \angle 0^\circ + 8.129 \angle 53.13^\circ = 8.66 \text{ kV} + 4.8774 \text{ kV} + j 6.5032 \text{ kV}$$

$$\rightarrow E_i = 13.537 \text{ kV} + j 6.5032 \text{ kV} \quad \rightarrow E_i = 15 \text{ kV} \angle 25.66^\circ$$

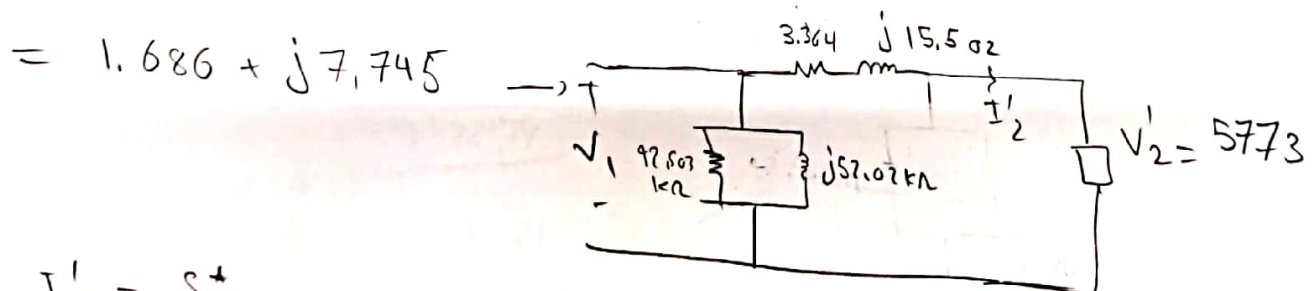
$$\delta = \angle E_i - \angle V_{\phi} = 25.66^\circ$$



$$Z'_2 = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 (0.0027 + j0.0124)$$

مدار را یک سمت منتقل می‌کنیم.

$$\rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{5773}{231} \rightarrow Z'_2 = 624.57 (0.0027 + j0.0124)$$



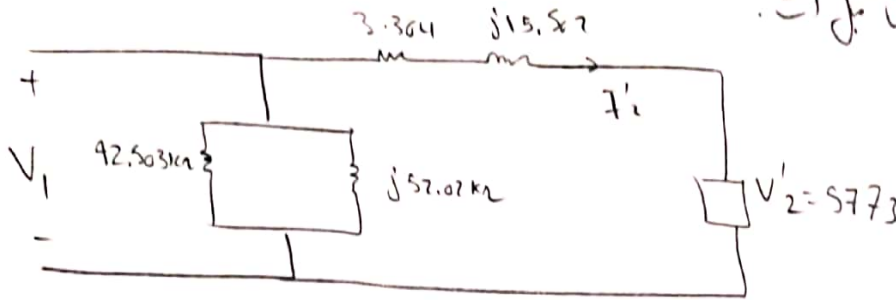
$$I'_2 = \frac{S^*}{V'_2} = \frac{105 \times 10^3 \angle -36.87^\circ}{5773 \angle 0^\circ} = 18.19 \angle -36.87^\circ$$

$$V_1 = V'_2 + (3.364 + j15.502) I'_2 = 5773 \angle 0^\circ + 15.86 \angle 77.76^\circ \cdot 18.19 \angle -36.87^\circ$$

$$= 5773 \angle 0^\circ + 288.49 \angle 40.89^\circ = 5991 + j188.8 = 5994 \angle 1.8^\circ$$

$$V_R = \frac{V_1 - V_2'}{V_2'} \times 100 = \frac{5794 - 5773}{5773} \times 100 = 3.83\%$$

(ب) مدار معادل دنیای همان بخش قبل است.

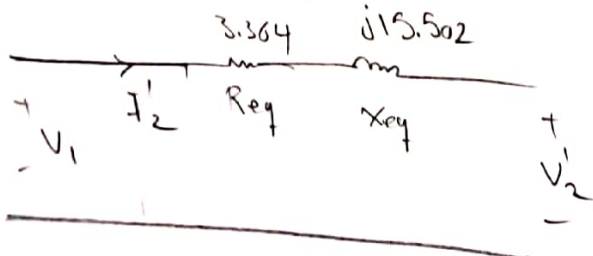


$$I_2' = \frac{S^*}{V_2'^*} = \frac{105 \times 10^3 \angle 36.87^\circ}{5773 \angle 0} = 18.19 \angle 36.87^\circ$$

$$V_1 = V_2' + (3.364 + j15.87) I_2' = 5773 + 15.86 \angle 77.76^\circ \times 18.19 \angle 36.87^\circ$$

$$= 5773 + 288.49 \angle 114.63^\circ = 5658 + j704 = 5664 \angle 7.67^\circ$$

$$V_R = \frac{V_1 - V_2'}{V_1} \times 100 = \frac{5664 - 5773}{5773} \times 100 = -1.89\%$$



(ج) معبر مدار معادل را می‌کنیم.

زمانی که ولتاژ معبر شود که بار بی‌نهایت داشته باشیم

$$V_R = \frac{R_{eq} I_2' \cos \theta + X_{eq} I_2' \sin \theta}{V_2'}$$

از فرمول رگولاسیون داریم:

$$-V_R = 0 \rightarrow \tan \theta = \frac{R_{eq}}{X_{eq}} \rightarrow \theta = \arctan \frac{R_{eq}}{X_{eq}} = \arctan \left(\frac{3.364}{15.502} \right)$$

$$= 12.24^\circ \quad I_2' = \frac{S}{V_2'} = 9.095 \angle 12.24^\circ$$

$$V_2' = 5773 \sqrt{2} \rightarrow \kappa = \frac{V_2'}{I_2'} = \frac{5773 \angle 0}{9.095 \angle 12.24} = 634.74 \angle 12.24^\circ$$

$$\kappa = 634.74 \angle 12.24^\circ \times \left(\frac{231}{5773} \right) = 1.015584 \angle -12.24^\circ$$

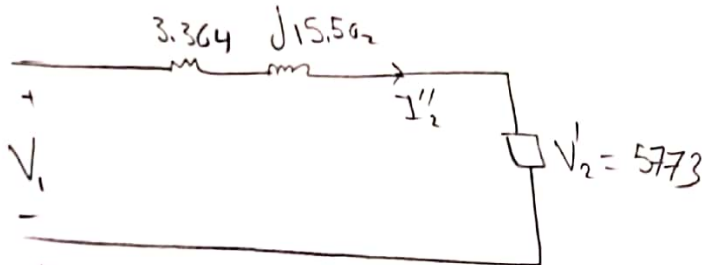
انتقال به فضا
انتقال به فضا

(د) با استفاده از مفهوم مشتق مزی سرط ماسی شدن را پیدا می کنیم. منطقه باید بی فاز باشد.

$$\frac{\partial V_R}{\partial \theta} = 0 \rightarrow \tan \theta = \frac{X_{eq}}{R_{eq}} = \frac{15.502}{3.364} \rightarrow \theta = \arctan\left(\frac{15.502}{3.364}\right) = 77.76^\circ$$

$$PF = \cos(\theta) = \cos(77.76) = 0.212 \text{ lag}$$

(ه) مشابه سمت های قبل مدار را بررسی می کنیم



I_2'' = نصف جریان نامی

جریان نامی را هم در رابطه انت به دست

$$I_2'' = 9.095 \angle -36.87^\circ \quad V_1 = (3.364 + j15.502) I_2'' + 5773$$

$$\rightarrow V_1 = (3.364 + j15.502) 9.095 \angle -36.87^\circ + 5773 = 15.86 \angle 77.76^\circ I_2''$$

$$+ 5773 = 144.25 \angle 40.89^\circ + 5773 = 5882 + j941.43$$

$$= 5882.8 \angle 0.91^\circ \quad \therefore V_R = \frac{V_{11} - V_{21}}{V_{21}} \times 100 = \frac{5882.8 - 5773}{5773} \times 100$$

$$= 1.9\%$$

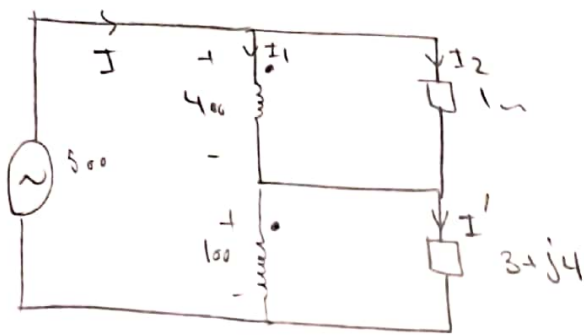
(و) رگولاتیون را برابر 2٪ قرار می دهیم و سایر موارد را حادث می کنیم.

$$V_R = 2\% \rightarrow \frac{V_{11} - V_{21}}{V_{21}} = 0.02 \quad V_{11} = (1.02) V_{21}$$

$$\rightarrow |I_2'| = \frac{0.02 V_{21}}{\sqrt{3.364^2 + 15.502^2}} = \frac{0.02 \times 5773}{15.92} = 7.25$$

$$\rightarrow |Z_L| = \frac{5773}{115.48} = 796 \Omega \quad \text{انتقال به مدار ضمیمه} \quad |Z_L| = 1.2736 \Omega$$

۸- الف)



$$KVL: 400 = 100 I_2 \rightarrow I_2 = 4A$$

$$(3 + j4) I' = 100 \rightarrow I' = \frac{100}{3 + j4}$$

$$= \frac{100(3 - j4)}{25} = 12 - j16$$

$$S_{in} = S_{out}$$

$$\rightarrow V_{in} I^* = 100 I_2^2 + 100 I'^* \rightarrow 500 I^* = 1600 + 100(12 + j16)$$

$$\rightarrow S_{in} = 16 + 12 + j16 = 5.6 + j3.2 \rightarrow I = 5.6 - j3.2$$

$$\rightarrow I = 6.415 \angle -29.74^\circ$$

ب) حال باید توان اتوترانس را بدست آوریم $I_1 = I - I_2 = 5.6 - j3.2 - 4 = 1.6 - j3.2$

$$S_{Trans} = 400 I_1^* = 400(1.6 + j3.2) = 640 + j1280 \text{ VA}$$

$$S_{Trans} = 1640 + j1280 \text{ VA} = 1431 \angle 63.43^\circ$$

می‌توان توان به صورت زیرات :

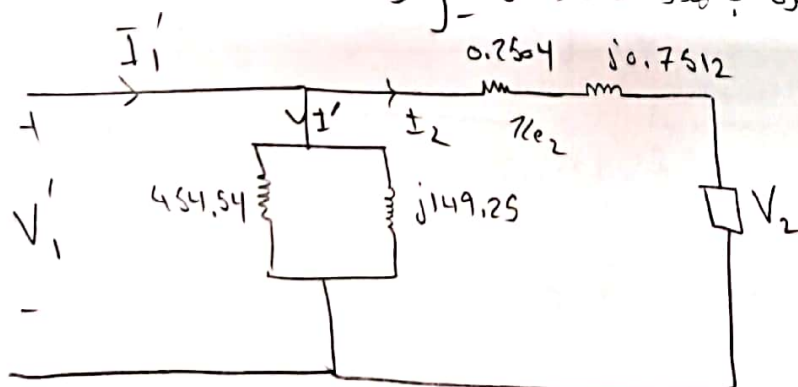
ج) برای محاسبه توان انتقال از طریق هدایت داریم :

$$S_{هدایت} = S_{in} - S_{Trans} = 2800 - j1600 - 640 - j1280 = (2160 - j320) \text{ VA}$$

$$= 2183.57 \angle 8.427^\circ$$

۱۰- طبق نکته دستیار آموزش به دستم رسیدن، مرتفاً با مدارهای خارج خواصم کرد.

الف) مدار را می‌توانیم به شکل زیر بنویسیم :



$$X_{e2} = R_2 + jX_{e2}$$

$$R_{e2} = R_2 + \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 R_1$$

$$= 0.25 + \frac{R_1}{25} = 0.2504$$

$$X_{e2} = X_2 + \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 X_1 = 0.75 + \frac{0.03}{25} = 0.7512$$

$$V_1' = V_2 + (R_{e2} + jX_{e2}) I_2 \quad I_2 = \frac{0.9 \times 100 \times 10^3 \angle -36.87^\circ}{400} = 225 \angle -36.87^\circ$$

$$V'_1 = 400 + (0.2504 - j0.7512) 225 \angle -36.87^\circ = 0.7918 \angle 71.57^\circ \times 225 \angle -36.87^\circ$$

$$= 178.16 \angle 34.7^\circ + 400 = 546.5 + j161.4 = 555.8 \angle 10.51^\circ$$

حال به محاسبه I'_1 خواهیم پرداخت.

$$I'_1 = I'_1 + I'_2, \quad I'_1 = \frac{V'_1}{Z_{شماره ۱}}$$

$$Z_{شماره ۱} = \frac{67840}{149.25 + j454.54}$$

$$\rightarrow Z_{شماره ۱} = \frac{67840}{228882} \times (1 - j149.25 + j454.54) = 44.775 + j136.362$$

$$\rightarrow I'_1 = \frac{555.8 \angle 10.51^\circ}{143.52 \angle 71.82^\circ} = 3.9 \angle -61.31^\circ$$

$$\rightarrow I'_1 = 225 \angle -36.87^\circ + 3.9 \angle -61.31^\circ = 180 - j135 - j3.42 + 1.87$$

$$= 181.87 - j138.42 = 228.55 \angle -37.775^\circ$$

معده دایره به این انتقال از یک تابع دایره مطلوب سوال حادث شوند.

$$I_{شماره ۱} = \frac{N_2}{N_1} I'_1 = \frac{1}{5} I'_1 = 45.71 \angle -37.775^\circ$$

$$V_{شماره ۱} = \frac{N_1}{N_2} V'_1 = 5 V'_1 = 2779 \angle 10.51^\circ$$

برای بدست آوردن بردار ترکیب استاندارد می‌باشد به این که بردار ترکیب حسب تقوید بدست
با استاندارد به مسایه مزاد در مسایه بدست می‌آید که ترکیب حاصل بردار گند شده از مسایه به مسایه

$$Z_{شماره ۱} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 Z_{شماره ۲} = 25 \times 143.52 \angle 71.82^\circ$$

$$\rightarrow Z_{شماره ۱} = 3588 \angle 71.82^\circ, \quad I_{شماره ۱} = \frac{2779 \angle 10.51^\circ}{3588 \angle 71.82^\circ} = 0.774 \angle -61.31^\circ$$

$$\theta = \angle V_1 - \angle I_1 = 10.51 - 37.775 = 47.785^\circ$$

$$PF_{شماره ۱} = \cos \theta = \cos(47.785^\circ) = 0.672$$

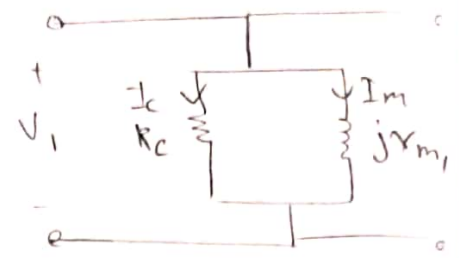
مدار باز

$$V_{oc} = 125V \quad I_{oc} = 0.7A \quad P_{oc} = 26.25W$$

$$P_{oc} = \frac{V_{oc}^2}{R_c} \quad \therefore R_c = \frac{125^2}{26.25} = 595.2$$

$$I_c = \frac{V_{oc}}{R_c} = \frac{125}{595.2} = 0.21A \quad I_m = \sqrt{I_{oc}^2 - I_c^2}$$

$$= \sqrt{0.4459} = 0.67A \quad X_m = \frac{V_{oc}}{I_m} = \frac{125}{0.67} = 186.57$$

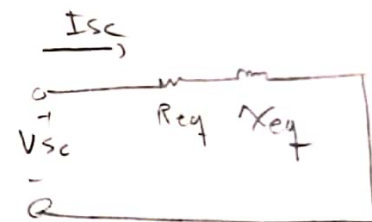


انتقال کوتاه

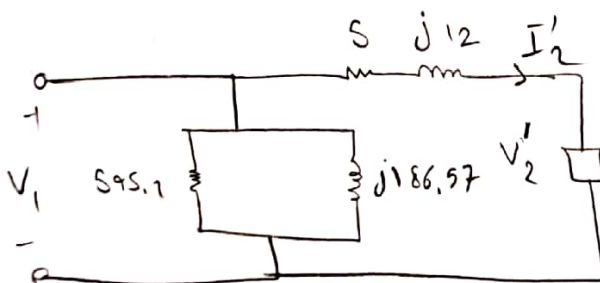
$$V_{sc} = 104V, \quad I_{sc} = 8A \quad P_{sc} = 320W$$

$$P_{sc} = R_{eq} I_{sc}^2 \quad 320 = 64 R_{eq} \quad \therefore R_{eq} = 5\Omega$$

$$|Z_{sc}| = \frac{V_{sc}}{I_{sc}} = \frac{104}{8} = 13\Omega \quad X_{eq} = \sqrt{|Z_{sc}|^2 - R_{eq}^2} = \sqrt{169 - 25} = 12$$



سین مدار توان به صورت زیر ارائه می‌شود.



$$|I_2| = \frac{20 \times 10^3}{250} = 80A$$

$$|I_2'| = \frac{250}{2500} \times 80 = 8A$$

$$P_{cu, nominal} = \left(\frac{|I_2'|}{8A}\right)^2 \times 320 = 320W$$

$$P_{c, nominal} = \frac{(250)^2}{R_c} = \frac{250^2}{595.2} = 105W$$

$$PF = 1, \quad n = 0.1, \quad S = 20 \times 10^3$$

$$\begin{cases} P_{cu, nominal} = 320W \\ P_{c, nominal} = 105W \end{cases}$$

$$\eta = \frac{0.1 \times 20 \times 10^3 \times 1}{0.1 \times 20 \times 10^3 + \frac{320 + 105}{100}} = \frac{2000}{2108.2} = 94.87\%$$

$$PF = 0.8, \quad n = 0.1 \quad \therefore \eta = \frac{0.1 \times 20 \times 10^3 \times 0.8}{0.1 \times 20 \times 10^3 \times 0.8 + \frac{320 + 105}{100}} = \frac{1600}{1708.2} = 93.67\%$$

ج ۱. وقتی می گویند بارزده نامی یعنی $n=1$

$$\eta = \frac{S_{out}}{S_{in}} = \frac{20 \times 10^3}{20 \times 1.34 \times 425} = \frac{20000}{20425} = 97.91\%$$

د) اگر بارزده ما کسیم باشد یعنی $\eta = \sqrt{\frac{P_{oc}}{P_{cu}}}$

$$\eta = \sqrt{\frac{P_{oc}}{P_{cu}}} = \sqrt{\frac{105}{320}} = 0.57$$

$$\eta = \frac{0.57 \times 20 \times 10^3}{0.57 \times 20 \times 10^3 - (0.57)^2 \times 320 - 105} = \frac{11400}{11608} = 98.2\%$$

ه) بر اساس آزمایش های انجام شده، مقدار بارزده تراش بر حسب میزان بدین صورت است که تا یک مقدار بارزده مالسی به بالا در بین ایزان می افتد، تا وقتی به مداری که ما داریم

بارزده بر حسب درصد

98.2

منحنی های کمتر از واحد

میزان نام

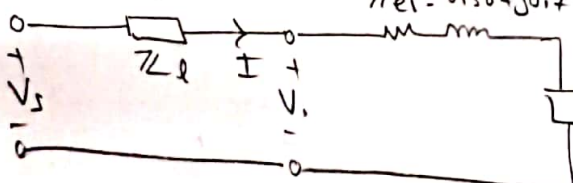
$$V_2' = \frac{7.2}{\sqrt{3}} = 4.16 \text{ kV}$$

$$\pi_{el} = 0.36 + j0.71$$

$$PF = \cos \theta = 0.8 \text{ lag} \rightarrow \theta = 36.87^\circ$$

$$S = 18 \text{ MVA} \angle 36.87^\circ$$

$$I = \frac{S^*}{\sqrt{3} V_2' \angle 0} = \frac{18 \times 10^6 \angle -36.87^\circ}{\sqrt{3} \times 4.16 \times 10^3 \angle 0}$$



۱۴- (امتیازی) مدار معادل تک فاز را رسم می کنیم.

$$\rightarrow I = 1.44 \times 10^3 \angle -36.87^\circ = 1.44 \text{ kA} \angle -36.87^\circ$$

$$\begin{aligned} V_1 &= 7 \angle 0^\circ + V_2' = 4.16 \text{ kV} \angle 0^\circ + 1.44 \angle -36.87^\circ (0.36 + j0.71) \\ &= 4.16 + 1.44 \angle -36.87^\circ (0.8 \angle 63.11^\circ) = 4.16 + 1.152 \angle 26.17^\circ \\ &= 5.19 + j0.509 = 5.21 \text{ kV} \angle 5.6^\circ \end{aligned}$$

$$V_{LL} = \sqrt{3} V_{\phi} = 9.02 \angle 5.6^\circ$$

۲- ب) چون جریان ۱۵٪ کم شده است، پس E_i تغییر خواهد کرد، با جریان ۰.۹ برابری است این کار خواهیم کرد.

$$I_{new} = 0.9 \times 3.849 \text{ kA} \angle -36.87^\circ = 3.4641 \text{ kA} \angle -36.87^\circ$$

$$E_i = V_{\phi} + jX_s I_{new} = 8.66 \text{ kV} + 2.112 \angle 90^\circ \cdot 3.4641 \angle -36.87^\circ$$

$$\rightarrow 8.66 + 7.32 \angle 53.13^\circ = 13.052 + j5.856 = 14.3 \text{ kV} \angle 24.16^\circ$$

$$\rightarrow \delta = 24.16^\circ \quad Q_{3\phi} = \frac{3V_{\phi}}{X_s} (|E_i| \cos \delta - V_{\phi})$$

$$= \frac{3 \times 8.66}{2.112} (14.3 \cos(24.16^\circ) - 8.66) = 12.3(4.39) = 53.97 \text{ MVAR}$$

$$Q_{\phi} = 0 \rightarrow (|E_i| \cos \delta - V_{\phi}) = 0 \rightarrow |E_i| \cos \delta = V_{\phi}$$

$$\rightarrow \cos \delta = \frac{8.66}{15} \rightarrow \delta = \cos^{-1} \left(\frac{8.66}{15} \right) = 54.737^\circ$$

$$P_{3\phi} = \frac{3|E_i|V_{\phi}}{X_s} \sin \delta = \frac{3 \times 15 \times 8.66}{2.112} \sin(54.737^\circ) = 150.64 \text{ MW}$$

$$Q_{3\phi} \rightarrow \text{max} \quad \frac{\partial Q_{3\phi}}{\partial \delta} = 0 \rightarrow \sin \delta = 0 \rightarrow \delta = 0^\circ$$

$$\rightarrow Q_{3\phi \text{ max}} = \frac{3 \times 8.66}{2.112} (15 - 8.66) = 78 \text{ MVAR}$$