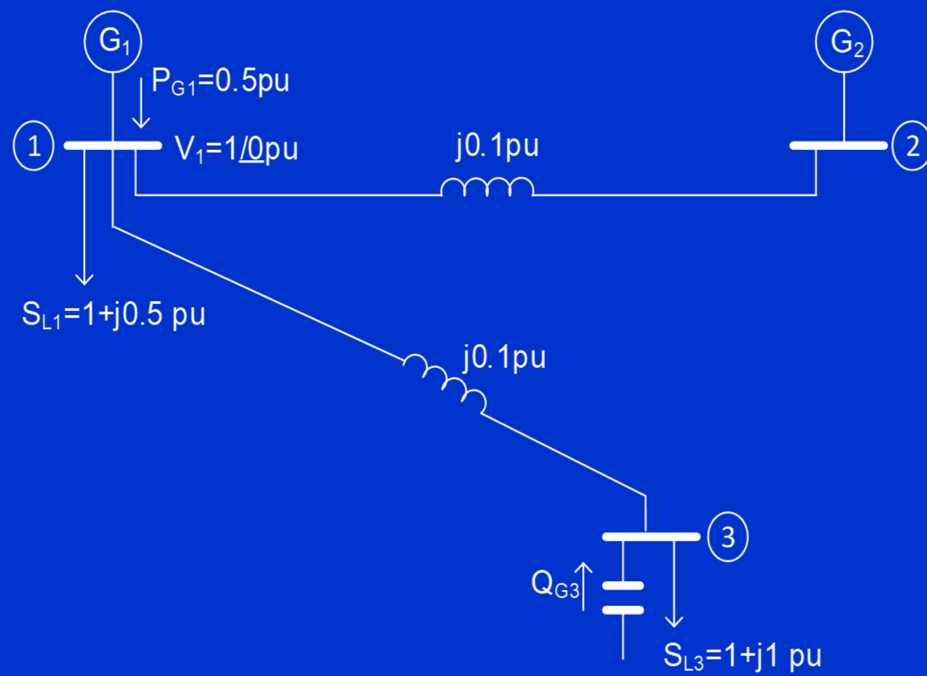
Άσκηση 1 (I)

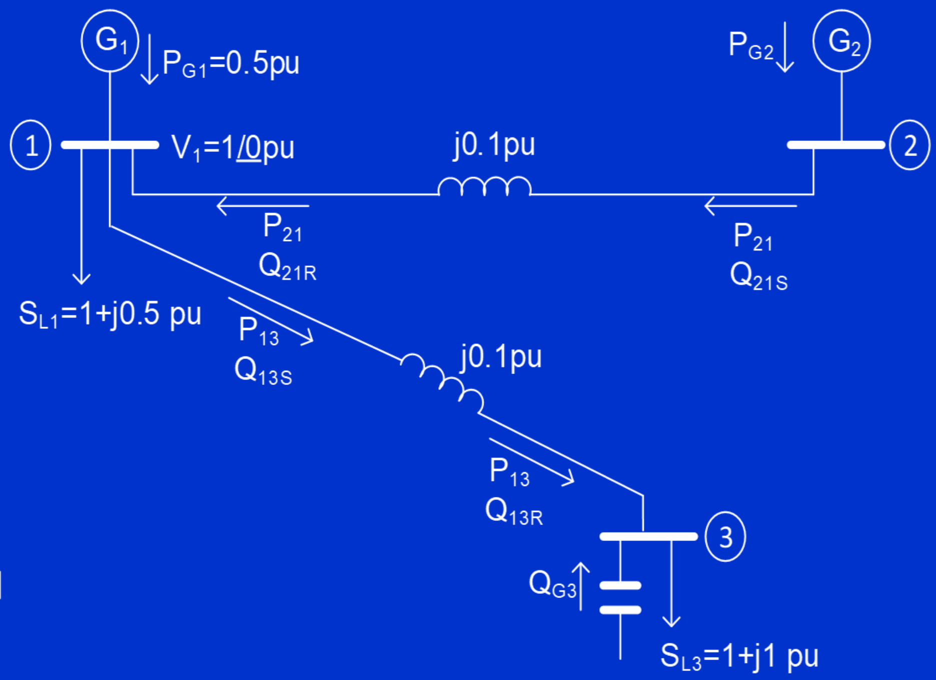


Δίνεται το δίκτυο του σχήματος, όπου όλα τα δεδομένα είναι τιμές ανά μονάδα και ανά φάση.

α) Να βρεθούν οι παραγωγές άεργου ισχύος ώστε $|V_1|=|V_2|=|V_3|=1pu$.

β) Να βρεθούν οι συνολικές άεργες απώλειες.

Άσκηση 1 (ΙΙ)



$$P_{G1}+P_{G2}=P_{L1}+P_{L3}=2\ pu$$

$$P_{G2}=2-P_{G1}=2-0.5=1.5\ pu$$

$$P_{21}=P_{G2}=1.5\ pu$$

$$P_{21}=\frac{|V_1||V_2|}{X}\sin\delta_{21}\Rightarrow\delta_{21}=\sin^{-1}\left(\frac{XP_{21}}{|V_1||V_2|}\right)=\sin^{-1}\left(\frac{0.1\times1.5}{1\times1}\right)=8.63^\circ$$

$$P_{13}=P_{L3}=1\ pu$$

$$P_{13}=\frac{|V_1||V_3|}{X}\sin\delta_{13}\Rightarrow\delta_{13}=\sin^{-1}\left(\frac{XP_{13}}{|V_1||V_3|}\right)=\sin^{-1}\left(\frac{0.1\times1}{1\times1}\right)=5.74^\circ$$

Άσκηση 1 (ΙΙΙ)

$$Q_{21S} = \frac{|V_2|^2}{X} - \frac{|V_2||V_1|}{X}\cos\delta_{21}$$

$$= \frac{1^2}{0.1} - \frac{1\times 1}{0.1}\cos 8.63^\circ = 0.113 \text{ pu}$$

$$Q_{21R} = -\frac{|V_1|^2}{X} + \frac{|V_2||V_1|}{X}\cos\delta_{21}$$

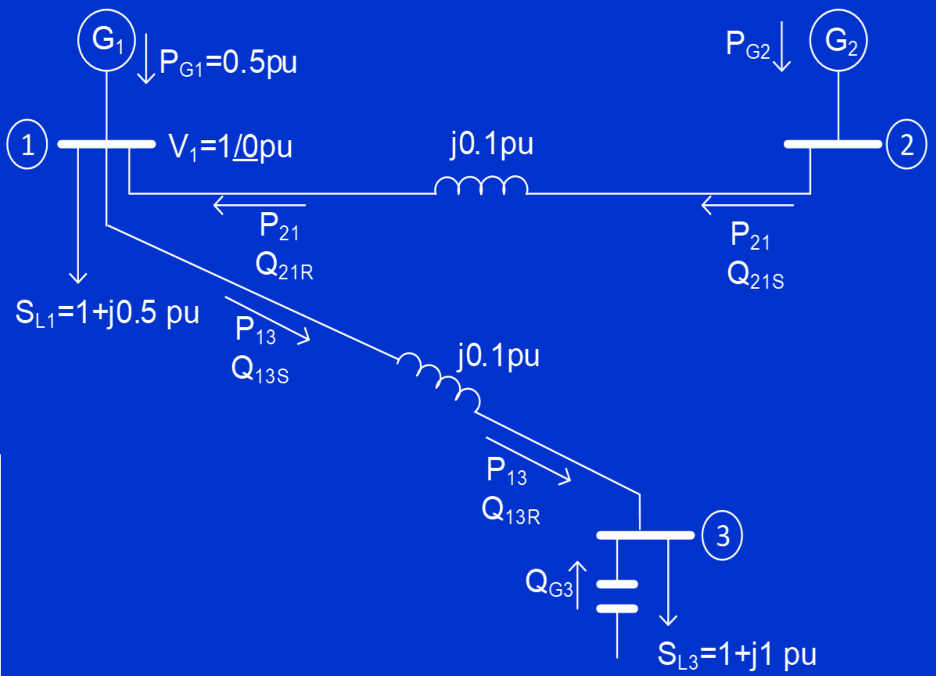
$$= -\frac{1^2}{0.1} + \frac{1\times 1}{0.1}\cos 8.63^\circ = -0.113 \text{ pu}$$

$$Q_{13S} = \frac{|V_1|^2}{X} - \frac{|V_1||V_3|}{X}\cos\delta_{13}$$

$$= \frac{1^2}{0.1} - \frac{1\times 1}{0.1}\cos 5.74^\circ = 0.05 \text{ pu}$$

$$Q_{13R} = -\frac{|V_3|^2}{X} + \frac{|V_1||V_3|}{X}\cos\delta_{13}$$

$$= -\frac{1^2}{0.1} + \frac{1\times 1}{0.1}\cos 5.74^\circ = -0.05 \text{ pu}$$



α)

$$\therefore Q_{G1} = Q_{L1} + Q_{13S} - Q_{21R}$$

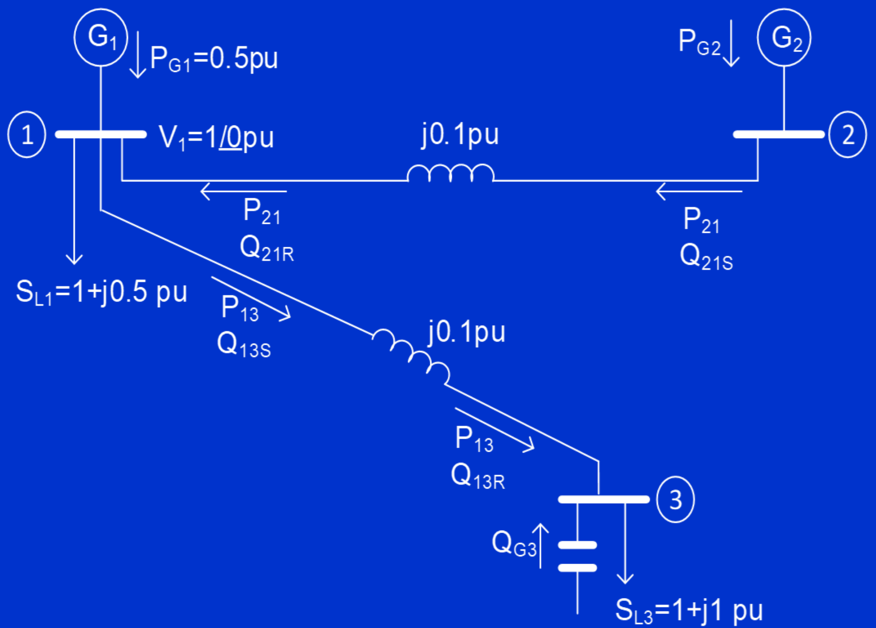
$$= 0.5 + 0.05 - (-0.113) = 0.663 \text{ pu}$$

$$\therefore Q_{G2} = Q_{21S} = 0.113 \text{ pu}$$

$$\therefore Q_{G3} = Q_{L3} - Q_{13R}$$

$$= 1 - (-0.05) = 1.05 \text{ pu}$$

Άσκηση 1 (IV)



β)

$$Q_{loss21} = Q_{21S} - Q_{21R} = 0.113 - (-0.113) = 0.226 \text{ pu}$$

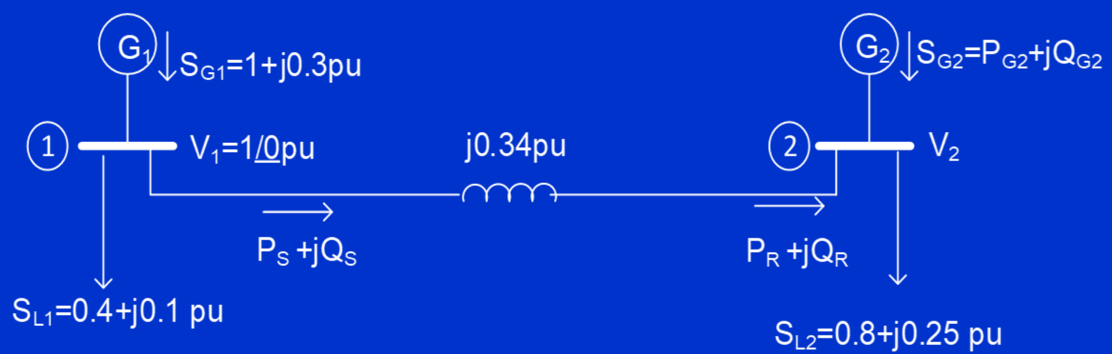
$$Q_{loss13} = Q_{13S} - Q_{13R} = 0.05 - (-0.05) = 0.1 \text{ pu}$$

$$Q_{loss} = Q_{loss21} + Q_{loss13} = 0.226 + 0.1 = 0.326 \text{ pu}$$

ή $$Q_{loss} = Q_{G1} + Q_{G2} + Q_{G3} - (Q_{L1} + Q_{L3})$$

$$= 0.663 + 0.113 + 1.05 - (0.5 + 1) = 0.326 \text{ pu}$$

Άσκηση 2 (I)



Δίνεται το δίκτυο του σχήματος, όπου όλα τα δεδομένα είναι τιμές ανά μονάδα και ανά φάση.
α) Να βρεθούν η τάση και η παραγόμενη ισχύς στον ζυγό 2.
β) Να βρεθούν οι συνολικές άεργες απώλειες.

$$\mathbf{S_S = S_{G1} - S_{L1} = (1 + j0.3) - (0.4 + j0.1) = 0.6 + j0.2 \text{ pu}}$$

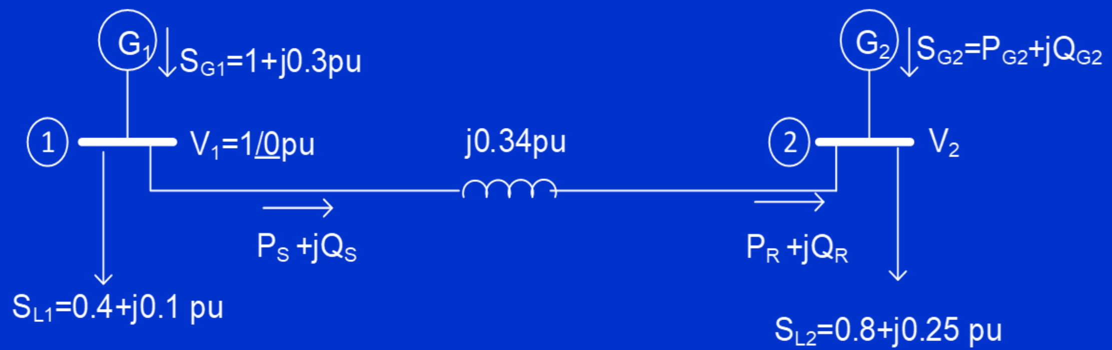
$$\mathbf{P_S = \frac{|V_1||V_2|}{X}\sin\delta = 0.6 \quad \Rightarrow |V_2|\sin\delta = 0.34 \times 0.6 = 0.204}$$

$$\mathbf{\div \quad \tan\delta = \frac{0.204}{0.932} = 0.22}$$

$$\mathbf{Q_S = \frac{|V_1|^2}{X} - \frac{|V_1||V_2|}{X}\cos\delta = 0.2 \Rightarrow |V_2|\cos\delta = 1 - 0.34 \times 0.2 = 0.932}$$

$$\boxed{\mathbf{\Rightarrow \delta = 12.4^\circ}}$$

Άσκηση 2 (ΙΙ)



α)

$$\delta = \delta_1 - \delta_2 \quad \Rightarrow \quad \delta_2 = \delta_1 - \delta = 0 - 12.4^\circ = -12.4^\circ$$

$$|V_2| = \frac{0.204}{\sin 12.4^\circ} = 0.95 \text{ pu}$$

$$\boxed{V_2 = 0.95\underline{/-12.4^\circ} \text{ pu}}$$

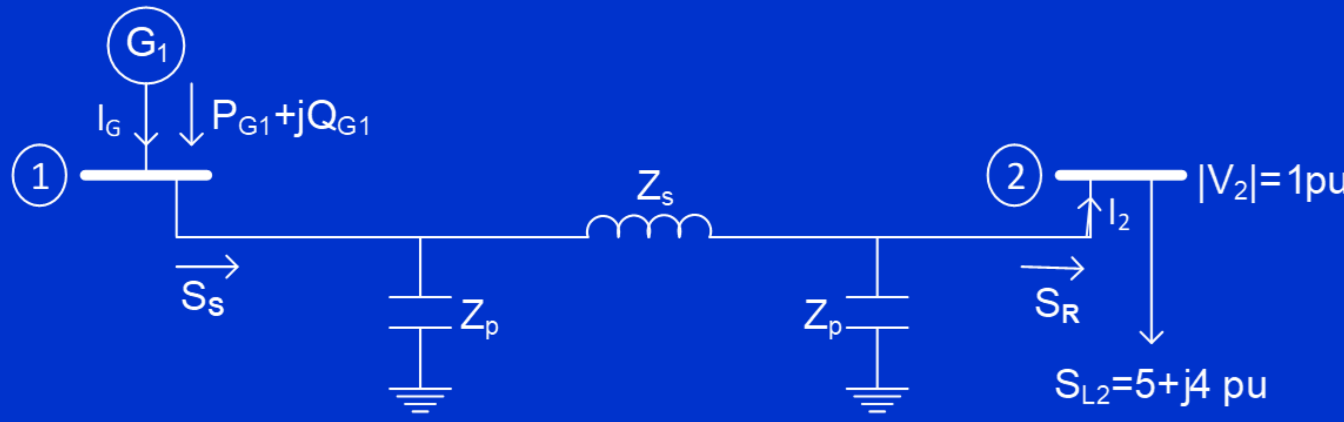
$$Q_R = -\frac{|V_2|^2}{X} + \frac{|V_1||V_2|}{X}\cos\delta = -\frac{0.95^2}{0.34} + \frac{1 \times 0.95}{0.34}\cos 12.4^\circ = 0.074 \text{ pu}$$

$$S_{G2} = S_{L2} - S_R = (0.8 + j0.25) - (0.6 + j0.074) \boxed{= 0.2 + j0.176 \text{ pu}}$$

β)

$$Q_{loss} = Q_S - Q_R = 0.2 - 0.074 \boxed{= 0.126 \text{ pu}}$$

Άσκηση 3 (I)



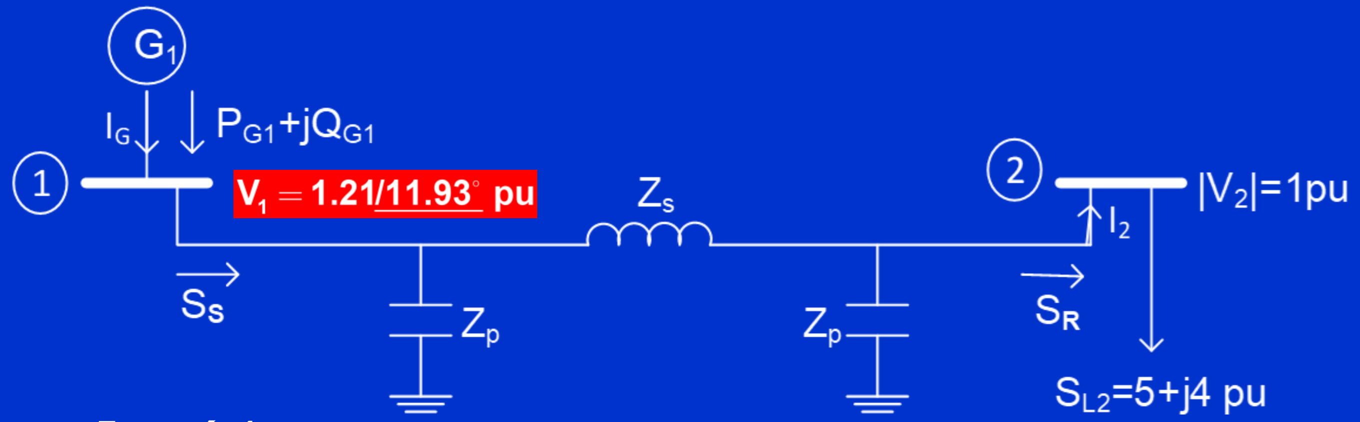
Στο σύστημα δυο ζυγών του σχήματος, η ισχύς S_{L2} που ζητείται στο ζυγό 2 τροφοδοτείται αποκλειστικά από τη γεννήτρια G_1 και μεταφέρεται μέσω της γραμμής μεταφοράς, η οποία παριστάνεται με ένα π ισοδύναμο κύκλωμα με αντιστάσεις Z_s=j0.05 pu, Z_p=-j3.00 pu.

Η σύγχρονη αντίδραση της γεννήτριας είναι 18% ως προς την επιλεγείσα βάση ισχύος.

Το μέτρο της τάσης στον ζυγό 2 είναι επιθυμητό να είναι 1 pu.

Ζητείται να βρεθούν:

Άσκηση 3 (ΙΙ)



α) Η τάση του ζυγού 1

$$V_2 = 1\angle 0^\circ$$

$$V_1 = |V_1|\angle\delta = |V_1|\cos\delta + j|V_1|\sin\delta$$

$$I_2 = (V_1 - V_2)Y_s - V_2Y_p$$

$$S_R = V_2 I_2^* = V_2\left[(V_1 - V_2)Y_s - V_2Y_p\right]^* = V_2\left(V_1^* - V_2^*\right)Y_s^* - |V_2|^2 Y_p^* = S_{L2}$$

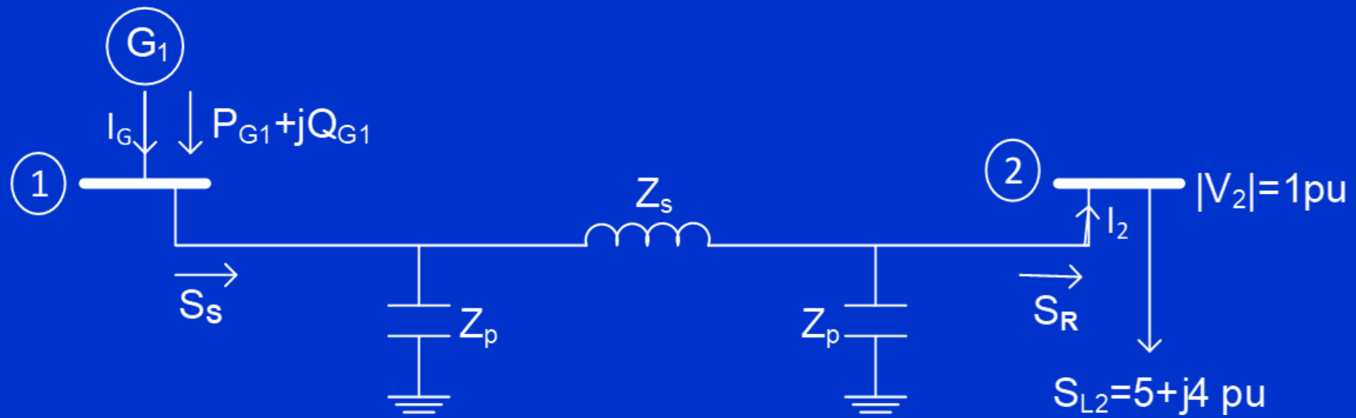
$$1\left(|V_1|\cos\delta - j|V_1|\sin\delta - 1\right)(j20) - 1^2(-j0.333) = 5 + j4$$

$$\begin{cases} 20|V_1|\sin\delta = 5 \\ 20|V_1|\cos\delta = 4 + 19.667 = 23.667 \end{cases}$$

$$\tan\delta = \frac{5}{23.667} = 0.211 \Rightarrow \delta = 11.93^\circ$$

$$|V_1| = \frac{5}{20\sin 11.93^\circ} = 1.21\ \text{pu}$$

Άσκηση 3 (III)



β) Η άεργος παραγωγή Q_{G1}

$$I_1 = (V_1 - V_2)Y_s + V_1 Y_p$$

$$S_S = V_1 I_1^* = V_1\left[(V_1^* - V_2^*)Y_s^* + V_1^* Y_p^*\right] = \left(|V_1|^2 - |V_1||V_2|\underline{/\delta}\right)Y_s^* + |V_1|^2 Y_p^*$$

$$= \left(1.21^2 - 1.21\times\cos 11.93^\circ - j1.21\times\sin 11.93^\circ\right)(j20) + 1.21^2(-j0.333)$$

$$= 5 + j5.1168 \text{ pu}$$

$$\therefore Q_{G1} = 5.1168 \text{ pu}$$

Άσκηση 3 (IV)

γ) Η ΗΕΔ της γεννήτριας

$$I_G = \frac{S_s^*}{\left(|V_1| \underline{/\delta}\right)^*} = \frac{5 - j5.1168}{1.21\underline{/-11.93^\circ}} = 5.91\underline{/-33.73^\circ}\ \text{pu}$$

$$E = V_1 + jX_d I_G = 1.21\underline{/11.93^\circ} + j0.18 \times 5.91\underline{/-33.73^\circ} = 2.1\underline{/32.6^\circ}\ \text{pu}$$

$$\therefore |E| = 2.1\ \text{pu}$$

δ) Η μέγιστη πραγματική ισχύς που μπορεί να αποδώσει η γεννήτρια υπό αυτόν τον βαθμό διέγερσης

$$P_{max} = \frac{|V_1||E|}{X_d} = \frac{1.21 \times 2.1}{0.18} = 14.11\ \text{pu}$$

Άσκηση 3 (IV)

ε) Υποθέτουμε ότι το φορτίο στο ζυγό 2 μειώνεται στα επίπεδα ενός νυκτερινού φορτίου που είναι κατά προσέγγιση μηδέν. Αν επιθυμούμε να διατηρηθεί η τάση 1pu, να απαντηθούν τα ερωτήματα (α) – (δ) γι' αυτήν την κατάσταση λειτουργίας.

$$\left\{\begin{array}{l} 20|V_1|\sin\delta = 0 \\ 20|V_1|\cos\delta = 19.967 \end{array}\right. \Rightarrow \begin{array}{l} \delta = 0^\circ \\ |V_1| = \dfrac{19.967}{20} = 0.9833\ \text{pu} \end{array} \Rightarrow \boxed{V_1 = 0.9833\underline{/0^\circ}\ \text{pu}}$$

$$S_s = \left(|V_1|^2 - |V_1||V_2|\underline{/\delta}\right)Y_s^* + |V_1|^2\,Y_p^*$$

$$= \left(0.9833^2 - 0.9833\times\cos 0^\circ - j0.9833\times\sin 0^\circ\right)(j20) + 0.9833^2(-j0.333)$$

$$= -j0.65\ \text{pu} \quad \Rightarrow \quad \therefore Q_{G1} = -0.65\ \text{pu}$$

$$I_G = \frac{S_s^*}{\left(|V_1|\underline{/\delta}\right)^*} = \frac{j0.65}{0.9833\underline{/0^\circ}} = 0.661\underline{/90^\circ}\ \text{pu}$$

$$E = V_1 + jX_dI_G = 0.9833\underline{/0^\circ} + j0.18\times 0.661\underline{/90^\circ} = 0.8630\ \text{pu}$$

$$P_{max} = \frac{|V_1||E|}{X_d} = \frac{0.8630\times 0.9833}{0.18} = 4.714\ \text{pu}$$

Άσκηση 4(I)

Επιλογή τάσης και αριθμού γραμμών για μεταφορά ισχύος

Από ΥΗΣ παραγωγής πρόκειται να μεταφερθούν 9000 MW προς κέντρο κατανάλωσης που απέχει 600 km από τον σταθμό. Να προσδιοριστεί ο αριθμός των τριφασικών γραμμών που θα απαιτηθούν για την μεταφορά αυτής της ισχύος, με μία γραμμή εκτός λειτουργίας, για τις περιπτώσεις που χρησιμοποιηθούν:

α) Γραμμές 345 kV με χαρακτηριστική αντίσταση Z_c=297 Ω .
β) Γραμμές 765 kV με χαρακτηριστική αντίσταση Z_c=266 Ω .

Να υποθέσετε ότι οι τάσεις στα άκρα αναχώρησης και άφιξης είναι 1 pu και 0.95 pu αντίστοιχα και η γωνία ισχύος είναι 35^o. Οι γραμμές απέχουν αρκετά ώστε η αμοιβαία σύζευξη μεταξύ αυτών να μπορεί να αμεληθεί.

Επειδή η χαρακτηριστική αντίσταση δίδεται ως πραγματικός αριθμός, οι γραμμές θεωρούνται χωρίς απώλειες. Οι υπολογισμοί, συνεπώς, θα είναι προσεγγιστικοί αλλά επαρκείς για αρχικό σχεδιασμό.

Άσκηση 4(ΙΙ)

α) Για γραμμές 345 kV : $P_{SIL} = \dfrac{|V_L|^2_{rated}}{R_c} = \dfrac{345^2}{297} = 401\ \text{MW}$

$$P = \left(|V_S|\right)_{pu}\left(|V_R|\right)_{pu} P_{SIL}\frac{\sin\delta}{\sin\dfrac{2\pi}{\lambda}\ell}$$

$$= 1\times 0.95\times 401\frac{\sin 35^\circ}{\sin\dfrac{2\pi}{6000}600} = 372\ \text{MW / γραμμή}$$

$$\#\ \text{γραμμών 345 kV}: \frac{9000}{372} + 1 = 24.2 + 1 \approx 26$$

β) Για γραμμές 765 kV : $P_{SIL} = \dfrac{|V_L|^2_{rated}}{R_c} = \dfrac{765^2}{266} = 2200\ \text{MW}$

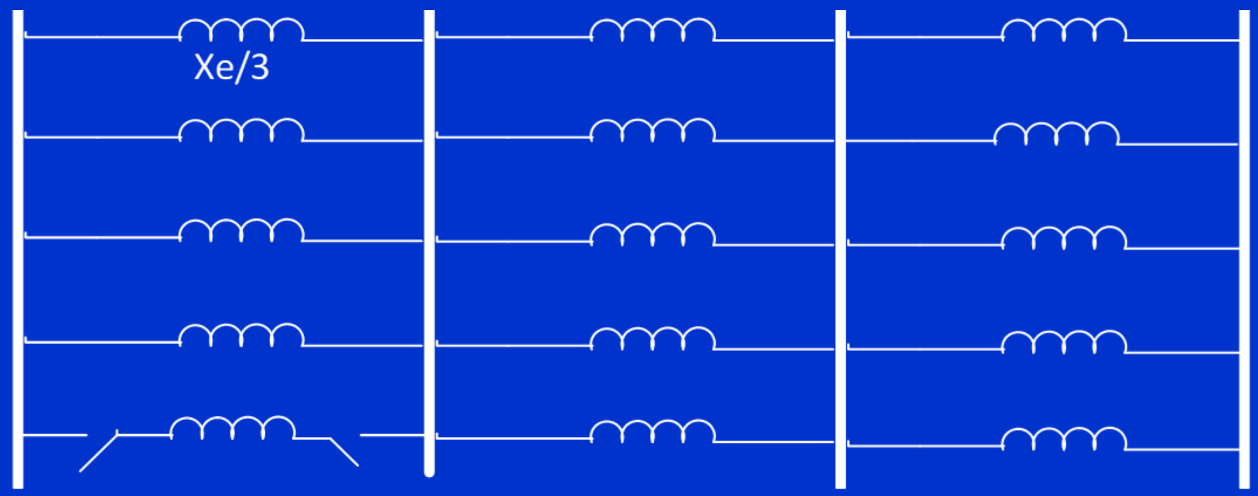
$$P = 1\times 0.95\times 2200\frac{\sin 35^\circ}{\sin\dfrac{2\pi}{6000}600} = 2039\ \text{MW / γραμμή}$$

$$\#\ \text{γραμμών 765 kV}: \frac{9000}{2039} + 1 = 4.4 + 1 \approx 6$$

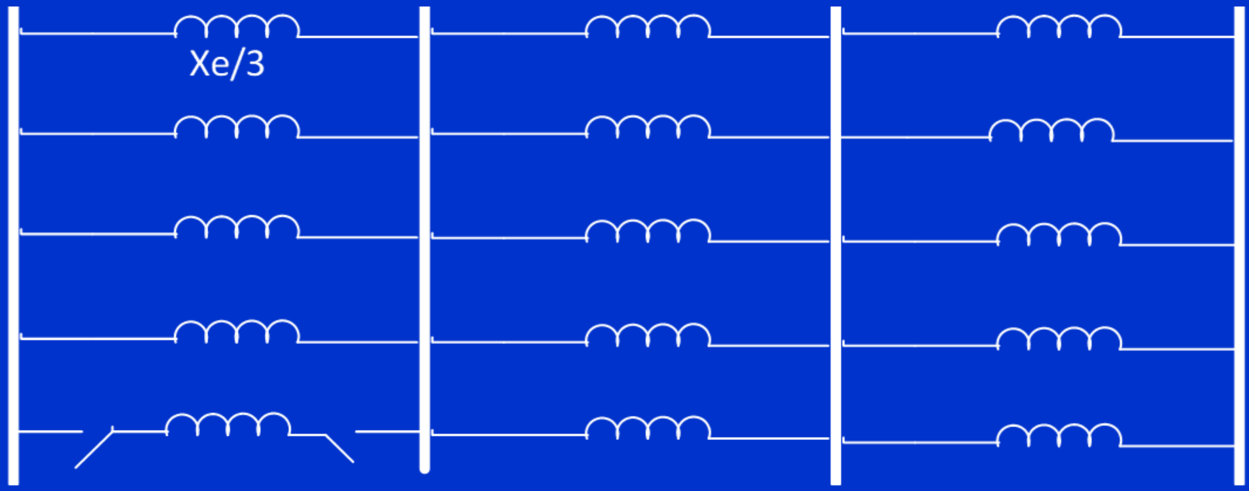
Άσκηση 4(III)

Επίδραση ενδιάμεσων σταθμών

Μπορούν πέντε αντί έξι γραμμές των 765 kV να μεταφέρουν την ισχύ των 9000 MW αν υπάρχουν δύο ενδιάμεσοι υποσταθμοί που διαιρούν κάθε γραμμή σε τρία τμήματα των 200 km και μόνο ένα τμήμα να είναι εκτός λειτουργίας;



Άσκηση 4(IV)



$$X_e = R_c \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}\ell\right) = 266 \sin\left(\frac{2\pi}{6000}600\right) = 156.35\ \Omega$$

$$X_{tot} = \frac{1}{5}\times\frac{X_e}{3} + \frac{1}{5}\times\frac{X_e}{3} + \frac{1}{4}\times\frac{X_e}{3} = \frac{13}{60}X_e = 0.2166\times 156.35 = 33.88\ \Omega$$

$$P = \frac{|V_S||V_R|}{X_{tot}}\sin\delta = \frac{(1\times 765)(0.95\times 765)}{33.88}\sin 35^\circ = 9412\ \text{MW} > 9000\ \text{MW}$$

Οι ενδιάμεσοι υποσταθμοί συμφέρουν αν το κόστος τους δεν υπερβαίνει την μείωση του κόστους από την μείωση των γραμμών μεταφοράς.

Άσκηση 5(I)

Τα μέτρα των τερματικών τάσεων γραμμής μεταφοράς μικρού μήκους με εν σειρά σύνθετη αντίσταση $Z = 0.1\underline{/85^\circ}$ pu είναι ίσα με 1, δηλαδή $|V_S| = |V_R| = 1$ pu.

α) Σε ποια γωνία ισχύος πρέπει να λειτουργεί η γραμμή για να μπορεί να τροφοδοτεί στο άκρο άφιξης αυτής πραγματικό φορτίο 5.69 pu;

*β) Ποια η χωρητική σειριακή αντιστάθμιση που θα πρέπει να συνδεθεί στην γραμμή ώστε να είναι δυνατή η τροφοδότηση κατά 92% μεγαλύτερου πραγματικού φορτίου υπό την ίδια γωνία ισχύος και υπό τα ίδια μέτρα τάσεων;
Ποιος ο βαθμός αντιστάθμισης;*

Άσκηση 5(II)

α)

$$Z = |Z|\underline{/\theta} = 0.1\underline{/85^\circ}\ \text{pu} = 0.00872 + j0.09962 = R + jX$$

$$|V_S| = |V_R| = |V| = 1\ \text{pu}$$

$$S_R = -\frac{|V_R|^2}{|Z|}\underline{/\theta} + \frac{|V_S||V_R|}{|Z|}\underline{/\theta - \delta} = \frac{|V|^2}{|Z|}\left(-\underline{/\theta} + \underline{/\theta - \delta}\right) \quad \Rightarrow$$

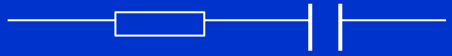
$$P_R = \frac{|V|^2}{|Z|}\left(-\cos\theta + \cos(\theta - \delta)\right)$$

$$= \frac{1^2}{0.1}\left(-\cos 85^\circ + \cos\left(85^\circ - \delta\right)\right) = 5.69 \quad \Rightarrow$$

$$\cos\left(85^\circ - \delta\right) = 5.69 \times 0.1 + \cos 85^\circ = 0.65616 \quad \boxed{\Rightarrow \quad \delta = 36^\circ}$$

Άσκηση 5(III)

β)



$$Z_C = -jX_C$$

$$Z' = Z - jX_C = 0.00872 + j\left(0.09962 - X_C\right) = R' + jX' = \left|Z'\right| \underline{/\theta'}$$

$$R' = \left|Z'\right| \cos\theta' = 0.00872 \qquad \Rightarrow \quad \cos\theta' = \frac{0.00872}{\left|Z'\right|}$$

$$X' = \left|Z'\right| \sin\theta' = 0.09962 - X_C \qquad \Rightarrow \quad \sin\theta' = \frac{X'}{\left|Z'\right|}$$

$$\left|Z'\right|^2 = R'^2 + X'^2$$

$$P_R' = 1.92P_R = 1.92 \times 5.69 = 10.92480 \ \text{pu}$$

$$P_R' = \frac{\left|V\right|^2}{\left|Z'\right|}\left(-\cos\theta' + \cos\left(\theta' - 36^\circ\right)\right)$$

$$= \frac{1^2}{\left|Z'\right|}\left(-\cos\theta' + \cos\theta' \cos 36^\circ + \sin\theta' \sin 36^\circ\right) = 10.92480 \ \text{pu}$$

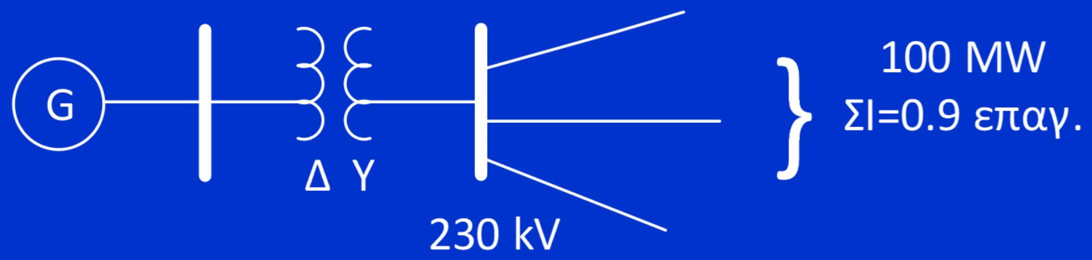
Άσκηση 5(IV)

$$X'^2 - 0.05380X' + 0.00023 = 0 \begin{cases} X' = 0.04909 \\ X' = 0.00471 \end{cases}$$

$$X' = 0.09962 - X_c \quad \Rightarrow X_c = 0.09962 - X' = \begin{cases} 0.05053 \\ 0.09491 \end{cases}$$

$$k = \frac{X_c}{X} = \begin{cases} \dfrac{0.05053}{0.09962} = 0.5072 & \rightarrow 50.72\% \\ \dfrac{0.09491}{0.09962} = 0.9527 & \rightarrow 95.27\% \quad \text{απορρίπτεται} \end{cases}$$

Άσκηση 6(I)

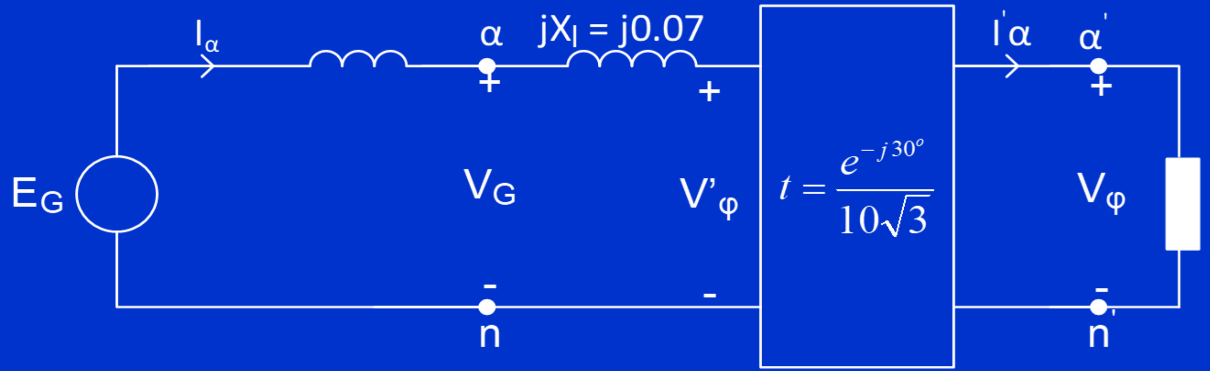


Δίνεται το δίκτυο του σχήματος. Ο μετασχηματιστής αποτελείται από μονοφασικούς μετασχηματιστές που ο καθένας έχει αντίδραση σκέδασης, αναφερόμενη στην πλευρά χαμηλής τάσης (πρωτεύον), X_l=0.21 Ω και λόγο μετασχηματισμού $\alpha=N_1:N_2=1:10$.
Ο τριφασικός Μ/Σ παρέχει 100 MW με συντελεστή ισχύος 0.9 επαγ. σε ένα ζυγό του οποίου η τάση είναι 230 kV.

Να βρεθούν:

Άσκηση 6(ΙΙ)

α) Το ρεύμα πρωτεύοντος, η πολική τάση πρωτεύοντος και η τριφασική μιγαδική ισχύς που παρέχεται από την γεννήτρια.



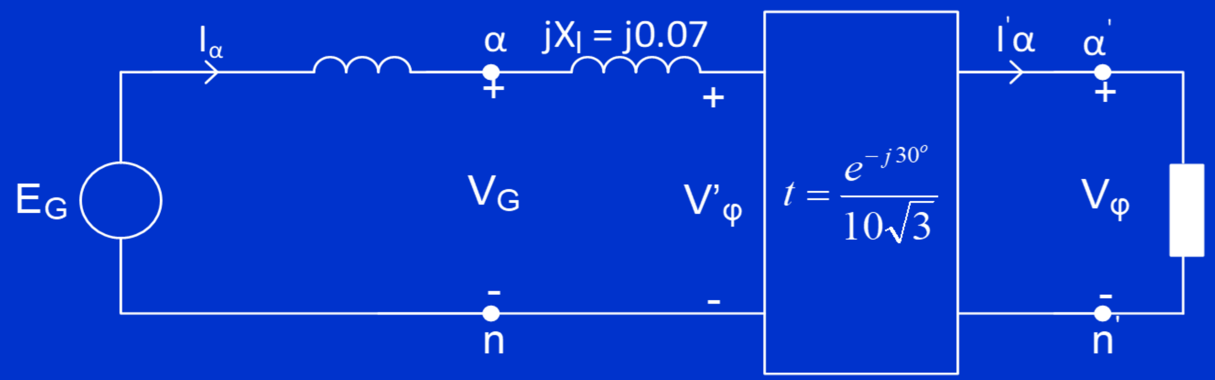
$$V_\varphi = \frac{230}{\sqrt{3}}\underline{/0^\circ} = 132.8\underline{/0^\circ}\ \text{kV}$$

$$\left|I'_a\right| = \frac{P_{1\Phi}}{\left|V_\varphi\right|\cos\varphi} = \frac{(100\times 10^3 / 3)}{132.8\times 0.9} = 278.9\ \text{A}$$

$$I'_a = \left|I'_a\right|\underline{/-\cos^{-1}(\Sigma I)} = 278.9\underline{/-25.84^\circ}\ \text{A}$$

$$I_a = \frac{I'_a}{t^*} = \frac{278.9\underline{/-25.84^\circ}}{\frac{1}{10\sqrt{3}}e^{j30}} = 4830.6\underline{/-55.84^\circ}\ \text{A}$$

Παράδειγμα 10(III)



$$V'_\varphi = tV_\varphi = \frac{1}{10\sqrt{3}} e^{-j30^\circ} \times 132.8 \times 10^3 \underline{/0^\circ} = 7676.3\underline{/-30^\circ}\ \text{V}$$

$$V_G = V'_\varphi + jX_l I_a = 7676.3\underline{/-30^\circ} + j0.07 \times 4830.6\underline{/-55.84^\circ} = 7820.5\underline{/-27.77^\circ}\ \text{V}$$

$$S = V_G I_a^* = 7820.5\underline{/-27.77^\circ} \times 4830.6\underline{/55.84^\circ} = 37.778\underline{/28.07^\circ}\ \text{MVA}$$

$$S_{3\Phi} = 3S = 3 \times 37.778\underline{/28.07^\circ} = 113.33\underline{/28.07^\circ}\ \text{MVA}$$

β) Η μετατόπιση φάσης μεταξύ των τάσεων πρωτεύοντος και δευτερεύοντος.

$$\Delta\varphi = \underline{/V_\varphi} - \underline{/V_G} = 0^\circ - \left(-27.77^\circ\right) = 27.77^\circ$$

Άσκηση 7(I)

Τριφασική εναέρια γραμμή 15 km παρέχει 5 MW υπό τάση 11 kV και συντελεστή ισχύος 0.8 επαγωγικό. Οι πραγματικές απώλειες της γραμμής είναι το 12 % της παρεχόμενης ισχύος. Οι αγωγοί της γραμμής είναι τοποθετημένοι στις κορυφές ισοπλεύρου τριγώνου πλευράς 1.30 m. Η ειδική αντίσταση του υλικού των αγωγών της γραμμής είναι ρ=1.7774 μΩ .cm και η μαγνητική διαπερατότητα του κενού μ_0=4π x10^{-7} H/m.

Να υπολογίσετε:

α) Το μέτρο της τάσης και το συντελεστή ισχύος στο άλλο άκρο της γραμμής.

β) Το συντελεστή ισχύος του φορτίου για τον οποίον τα μέτρα των τάσεων στα δύο άκρα της γραμμής γίνονται ίσα.

γ) Την τιμή του πυκνωτή που θα πρέπει να συνδεθεί στην πλευρά παροχής, ώστε να επιτευχθεί ο συντελεστής ισχύος του ερωτήματος (β).

Άσκηση 7(II)

$$\left|V_R\right| = \frac{11000}{\sqrt{3}} = 6351\ \text{V}$$

$$\left|I_R\right| = \frac{P_R / 3}{\left|V_R\right| \cos\varphi_R} = \frac{5\times 10^6}{3\times 6351\times 0.8} = 328\ \text{A}$$

$$P_{loss} = 5\times 10^6 \times \frac{12}{100} = 60\times 10^4\ \text{W}$$

$$R = \frac{P_{loss} / 3}{\left|I_R\right|^2} = \frac{60\times 10^4}{3\times 328^2} = 1.86\ \Omega$$

$$R = \rho\frac{\ell}{\alpha} \quad \Rightarrow \quad \alpha = \rho\frac{\ell}{R} = 1.7774\times 10^{-6}\,\frac{15\times 10^5}{1.86} = 1.433\ \text{cm}^2$$

$$\alpha = \pi r^2 \quad \Rightarrow \quad r = \sqrt{\frac{\alpha}{\pi}} = \sqrt{\frac{1.433}{\pi}} = 0.675\ \text{cm}$$

Άσκηση 7(ΙΙΙ)

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{D}{re^{-1/4}} = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{130}{0.675 \times 0.7788} = 11.02 \times 10^{-7} \ \text{H/m}$$

$$X = \omega L \ell = 2\pi \times 50 \times 11.02 \times 10^{-7} \times 15 \times 10^{3} = 5.2 \ \Omega$$

α) *Το μέτρο της τάσης και το συντελεστή ισχύος στο άλλο άκρο της γραμμής.*

$$\text{Αν } V_R = |V_R| \underline{/0^\circ} = 6351\underline{/0^\circ} \ \text{V} \quad \Rightarrow$$

$$I_R = |I_R| \underline{/-\varphi_R} = 328\underline{/-\cos^{-1} 0.8^\circ} = 328\underline{/-36.87^\circ} \ \text{V}$$

$$V_S = V_R + ZI_R = 6351 + (1.86 + j5.2) \times 328\underline{/-38.87^\circ} = 7946\underline{/7.39^\circ} \ \text{V}$$

$$|V_{SL}| = \sqrt{3} \times 7.946 = 13.762 \ \text{kV}$$

$$\cos\varphi_S = \cos(36.87^\circ + 7.39^\circ) = 0.72 \ \text{επαγ.}$$

Άσκηση 7(IV)

β) *Το συντελεστή ισχύος του φορτίου για τον οποίον τα μέτρα των τάσεων στα δύο άκρα της γραμμής γίνονται ίσα.*

$$V_S = V_R + ZI_R = |V_R| + (R + jX)\left(|I_R|\cos\varphi_R - j|I_R|\sin\varphi_R\right)$$

$$= \Big(\underbrace{|V_R| + R|I_R|\cos\varphi_R + X|I_R|\sin\varphi_R}_{\approx 7862}\Big) + j\Big(\underbrace{\cancel{X|I_R|\cos\varphi_R - R|I_R|\sin\varphi_R}}_{\approx 988}\Big)$$

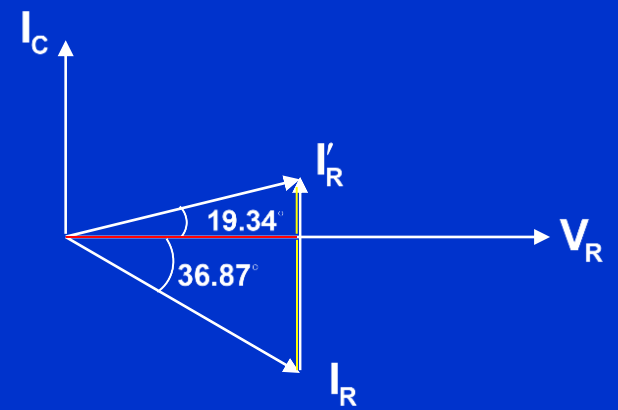
$$\approx |V_R| + \cancel{R|I_R|\cos\varphi_R + X|I_R|\sin\varphi_R} = 0$$

$$R|I_R|\cos\varphi_R = -X|I_R|\sin\varphi_R \quad \Rightarrow \quad \tan\varphi_R = -\frac{R}{X} = -\frac{1.86}{5.29} = -0.351 \quad \Rightarrow$$

$$\varphi_R = -19.34^\circ \quad \Rightarrow \quad \boxed{\cos\varphi_R = \cos 19.34^\circ = 0.94 \ \text{χωρ.}}$$

Άσκηση 7(V)

γ) Την τιμή του πυκνωτή που θα πρέπει να συνδεθεί στην πλευρά παροχής, ώστε να επιτευχθεί ο συντελεστής ισχύος του ερωτήματος (β).



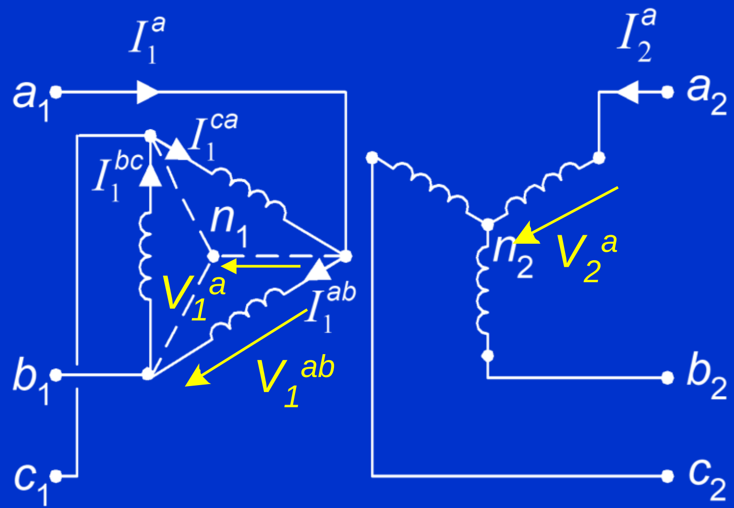
$$|I_R|\cos 36.87^\circ = |I'_R|\cos 19.34^\circ \quad \Rightarrow \quad |I'_R| = 328 \times \frac{\cos 36.87^\circ}{\cos 19.34^\circ} = 278.14 \text{ A}$$

$$|I_C| = |I_R|\sin 36.87^\circ + |I'_R|\sin 19.34^\circ = 328 \times 0.6 + 278.14 \times 0.331 = 289.04$$

$$X_C = \frac{|V_R|}{|I_C|} = \frac{6351}{289.04} = 21.97 \ \Omega$$

$$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 21.97} \boxed{= 144.9 \times 10^{-6} \text{ F}}$$

Ο ΜΙΓΑΔΙΚΟΣ ΙΔΑΝΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ



Δ-Υ συνδεσμολογία

$$\frac{\sqrt{3}V_1^a e^{j30^\circ}}{V_2^a} = \frac{V_1^{ab}}{V_2^a} = \frac{N_1}{N_2} \longrightarrow \boxed{\frac{V_1^a}{V_2^a} = \frac{N_1}{N_2\sqrt{3}} e^{-j30^\circ} = \frac{a}{\sqrt{3}} e^{-j30^\circ} = t}$$

Κατά παρόμοιο τρόπο $\longrightarrow$ $$\boxed{\frac{I_1^a}{I_2^a} = -\frac{N_2}{N_1}\sqrt{3}e^{-j30^\circ} = -\frac{1}{t^*}}$$