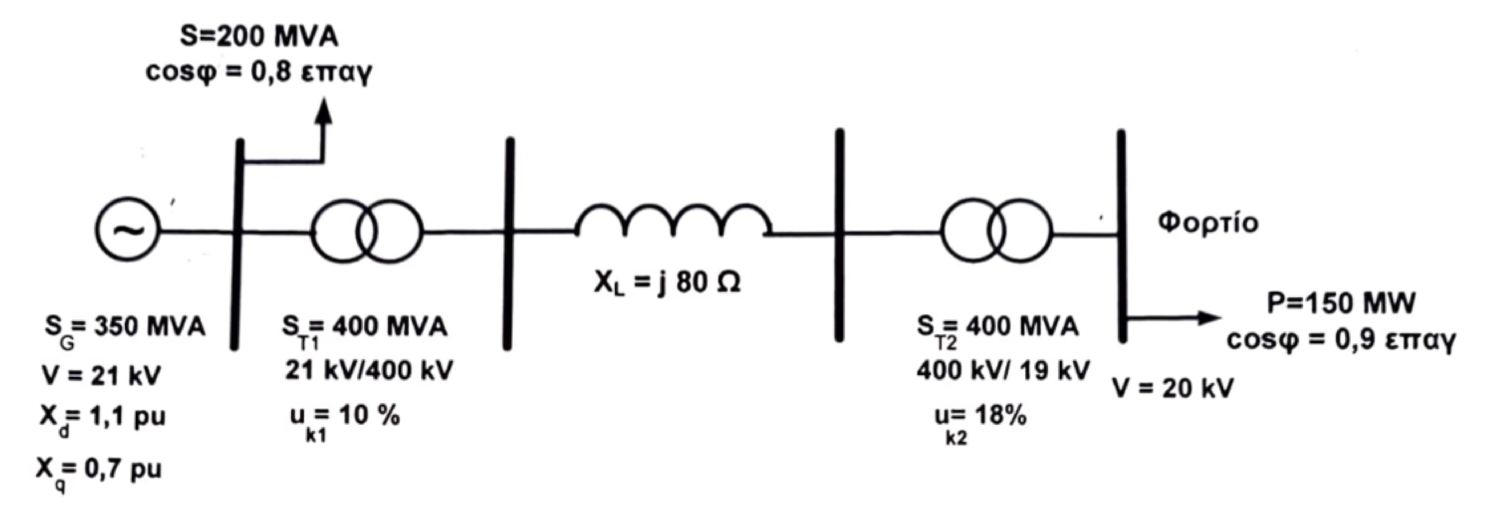
**1.** Μια τριφασική γεννήτρια έκτυπων πόλων τροφοδοτεί τοπικά ένα φορτίο 200 MVA, cosφ=0,8 επαγωγικό, ενώ μέσα από ένα δίκτυο που περιλαμβάνει έναν ΜΣ ανύψωσης, μια εναέρια γραμμή μεταφοράς και έναν ΜΣ υποβιβασμού, τροφοδοτεί και ένα απομακρυσμένο φορτίο P=150 MW, cosφ=0,9 επαγωγικό.




Εάν η τάση του απομακρυσμένου ζυγού είναι ίση με 20 kV και τα υπόλοιπα στοιχεία (γεννήτρια και μετασχηματιστές) έχουν τα ονομαστικά στοιχεία που φαίνονται στο σχήμα:

(α) Να γίνει μετατροπή όλων των αντιδράσεων σε μια κοινή βάση της επιλογής σας και να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα

Να υπολογιστούν σε pu κατά μέτρο και φάση

(β) το ρεύμα που διαρρέει τη γραμμή

(γ) η τάση ακροδεκτών της γεννήτριας και το συνολικό ρεύμα που εγχέει η γεννήτρια

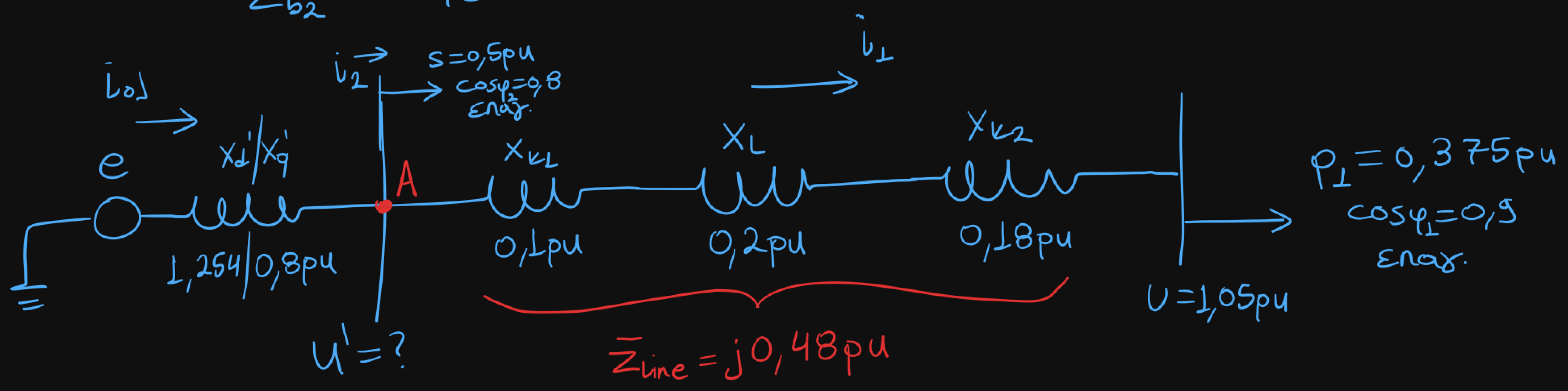
(δ) η ΗΕΔ της γεννήτριας

(3 μονάδες)

α) Θα επιλέξω βάσεις $S_b = 400MVA$, $V_{b1} = 21kV$, $V_{b2} = 400kV$, $V_{b3} = 19kV$, οπότε:

- $X_d' = X_d\left(\frac{400}{350}\right) = 1,1 \cdot 1,14 \Leftrightarrow \underline{X_d' = 1,254pu}$
- $X_q' = X_q\left(\frac{400}{350}\right) = 0,7 \cdot 1,14 \Leftrightarrow \underline{X_q' = 0,8pu}$
- $u = \frac{20}{19} \Leftrightarrow \underline{u = 1,05pu}$
- $p = \frac{150}{400} \Leftrightarrow \underline{p = 0,375pu}$
- $s = \frac{S}{S_b} = \frac{200}{400} \Leftrightarrow \underline{s = 0,5pu}$
- $Z_{b_2} = \frac{V_{b_2}^2}{S_{b_2}} = \frac{400^2}{400} \Leftrightarrow Z_{b_2} = 400\,\Omega$, οπότε

$x_L = \frac{X_L}{Z_{b2}} = \frac{j80}{400} \Leftrightarrow \underline{x_L = j0,2pu}$




β) • $i_1 = \frac{p}{u \cdot \cos\varphi_1} = \frac{0,375}{1,05 \cdot 0,9} \Leftrightarrow i_1 = 0,4pu$ και $\varphi_1 = \arccos(0,9) \Leftrightarrow \varphi_1 = 25,84°$, άρα $\boxed{\bar{i}_1 = 0,4\angle{-25,84°}\ pu}$

γ) • $\bar{u}' = \bar{u} + \bar{i}_1 \cdot \bar{z}_{line} = 1,05\angle 0° + 0,4\angle{-25,84°} \cdot 0,48\angle 90° \Leftrightarrow \boxed{\bar{u}' = 1,14\angle 8,66°\ pu}$

- $i_2 = \frac{s}{u'} = \frac{0,5}{1,14} \Leftrightarrow i_2 = 0,43$ και $\varphi_2 = \arccos(0,8) \Leftrightarrow \varphi_2 = 36,86°$, άρα $\underline{\bar{i}_2 = 0,43\angle{-36,86°}\ pu}$

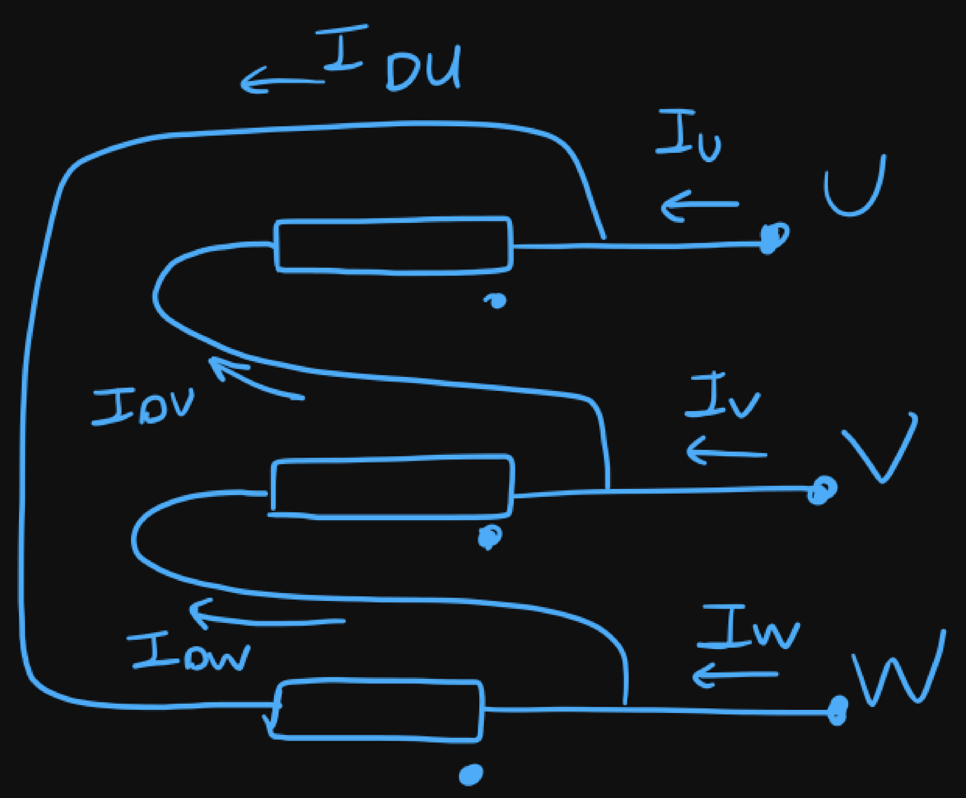
Οπότε $\bar{i}_{o\lambda} = \bar{i}_1 + \bar{i}_2 \Leftrightarrow \boxed{\bar{i}_{o\lambda} = 0,82\angle{-31,54°}}$

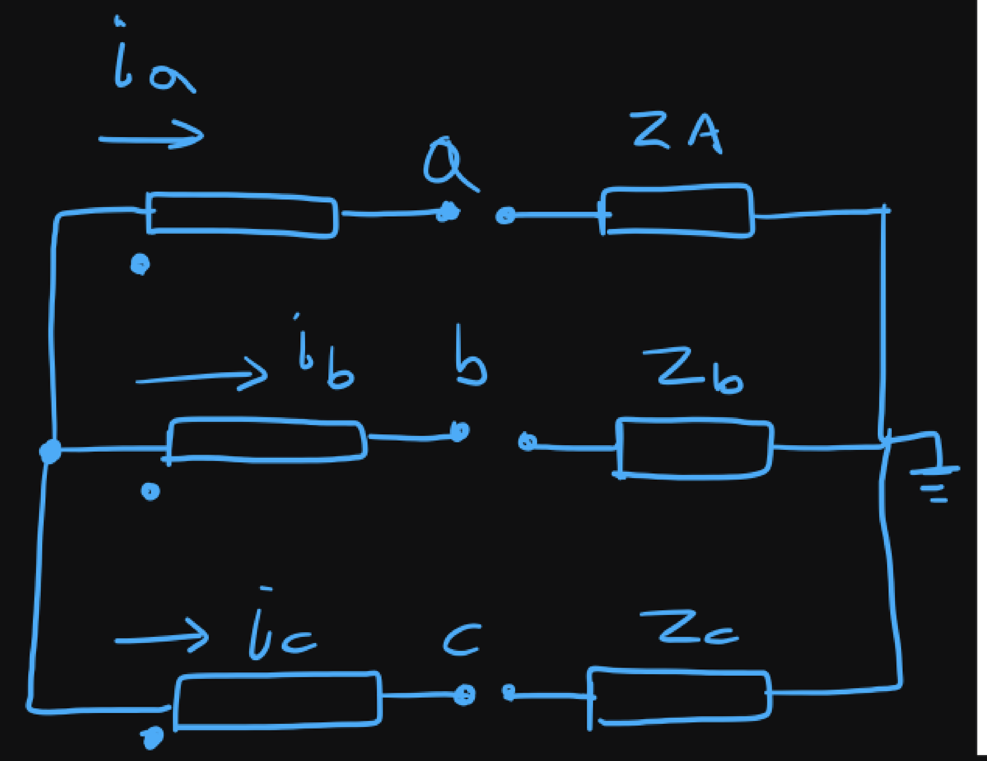
δ) Θα βρούμε αρχικά την ενεργή και άεργη ισχύ στο σημείο A.

- $p_A = p_1 + p_2 = p_1 + s \cdot \cos(\varphi_2) = 0,375 + 0,5 \cdot 0,8 \Leftrightarrow \underline{p_A = 0,775\ pu}$
- $q_A = q_1 + i_1^2 \cdot x_{line} + q_2 = p_1 \cdot \tan\varphi_1 + i_1^2 \cdot x_{line} + s \cdot \sin(\varphi_2) = 0,375 \cdot 0,5 + 0,4^2 \cdot 0,48 + 0,5 \cdot 0,6 \Leftrightarrow \underline{q_A = 0,5643\ pu}$
- Οπότε για $\theta_A = \widehat{e,u'}$ έχουμε $\tan\theta_A = \frac{x_q' \cdot p_A}{u' + x_q' \cdot q_A} = \frac{0,8 \cdot 0,775}{1,14 + 0,8 \cdot 0,5643} \Leftrightarrow \tan\theta_A = 0,389 \Leftrightarrow \underline{\theta_A = 21,25°}$
- Επίσης $\tan\varphi_A = \frac{q_A}{p_A} = \frac{0,5643}{0,775} \Leftrightarrow \underline{\varphi_A = 36,05°}$

Άρα $e = u'\cos\theta_A + x_d' \cdot i_{o\lambda} \cdot \sin(\varphi_A + \theta_A) = 1,14 \cdot \cos(21,25°) + 1,254 \cdot 0,82 \cdot \sin(36,05° + 21,25°) \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow e = 1,927\ pu$, οπότε $\boxed{\bar{e} = 1,927\angle 21,25°}$ (ή όρισμα $21,25 + \angle u' = 29,91$ ?)




**2.** Ένας ΜΣ Dyn11, 20/0,4kV, 1000 kVA, $u_k$=0,15pu, 50 Hz τροφοδοτεί τα παρακάτω φορτία στην πλευρά της χαμηλής τάσης υπό ονομαστική τάση:

| | |
|---|---|
| Φάση a: | P= 150 kW, Q= 20 kVAr επαγωγικό |
| Φάση b: | S= 150 kVA, cosφ = 0,8 επαγωγικό |
| Φάση c: | P= 150 kW, cosφ = 0,8 επαγωγικό |

Να υπολογιστούν για την πλευρά της ΥΤ (α) τα ρεύματα τυλιγμάτων και (β) το ομοπολικό ρεύμα $I_{0D}$ εντός του τριγώνου.

(3 μονάδες)

α) Αρχικά θα βρούμε τα ρεύματα $i_a$, $i_b$ και $i_c$:

• $\bar{i}_a = \left(\dfrac{\bar{S}}{\bar{V}_{\varphi a}}\right)^* = \left(\dfrac{150+j20}{\frac{0,4}{\sqrt{3}}\angle 0^\circ}\right)^* = \dfrac{150-j20}{\frac{0,4}{\sqrt{3}}} \Leftrightarrow \underline{\bar{i}_a = 655\angle -7,59^\circ \text{ A}}$

• $i_b = \dfrac{S}{V_{\varphi b}} = \dfrac{150}{\frac{0,4}{\sqrt{3}}} \Leftrightarrow i_b = 649\text{ A}$ και $\varphi_b = \arccos(0,8) = 36,86^\circ$, οπότε $\bar{i}_b = 649\angle -120-36,86^\circ$

$\underline{\bar{i}_b = 649\angle -156,86^\circ \text{ A}}$

• $i_c = \dfrac{P}{V_{\varphi b}\cdot \cos\varphi} = \dfrac{150}{\frac{0,4}{\sqrt{3}}\cdot 0,8} \Leftrightarrow i_c = 811\text{ A}$ και $\varphi_c = 36,86^\circ$, οπότε $\bar{i}_c = 811\angle -240-36,86^\circ$

$\underline{\bar{i}_c = 811\angle -276,86^\circ \text{ A}}$

• Έχουμε $\ddot{u} = \dfrac{20}{0,4} = \dfrac{W_1}{\sqrt{3}W_2} \Leftrightarrow \dfrac{W_1}{W_2} = \dfrac{20\sqrt{3}}{0,4}$

Οπότε $\bar{I}_{DV}\cdot W_1 = \bar{i}_a \cdot W_2 \Leftrightarrow \boxed{\bar{I}_{DV} = 7,56\angle -7,59^\circ \text{ A}}$

$\bar{I}_{DW}\cdot W_1 = \bar{i}_b \cdot W_2 \Leftrightarrow \boxed{\bar{I}_{DW} = 7,49\angle -156,86^\circ \text{ A}}$

$\bar{I}_{DU}\cdot W_1 = \bar{i}_c \cdot W_2 \Leftrightarrow \boxed{\bar{I}_{DU} = 9,36\angle -276,86 \text{ A}}$

β) • Έχουμε $\bar{i}_0 = \frac{1}{3}(\bar{i}_a + \bar{i}_b + \bar{i}_c) \Leftrightarrow \bar{i}_0 = 162,36\angle 72,14^\circ \text{ A}$

οπότε $\bar{I}_{0D} = \dfrac{W_2}{W_1}\bar{i}_0 \Leftrightarrow \boxed{I_{0D} = 1,874\angle 72,14^\circ \text{ A}}$