Μετασχηματιστές και Ασύγχρονες Μηχανές

Ισοδύναμο Κύκλωμα (ανά μονάδα)
(μόνιμη κατάσταση)

σύνδεση
παραμέτρων
σύστημα

- Ανάλυση Λειτουργίας
- Μιγαδική αναπαράσταση
  + Διανυσματικά διαγράμματα

Επίδοση
ΕΠΤ ± 5%
(εκατοστιαία
πτώση τάσης)

Απόδοση
Β.Α.

Προσδιορισμός Παραμέτρων Πυρήνα : Δοκιμή κενού φορτίου
(ανοιχτοσυνδέματος)
— // —   — // —   — // —   Τυλιγμάτων : Ακραίο Φορτίον → Μέγιστα

- Αναπτύσσονται επιδερμικά δικορεύματα για να αντισταθούν στην μεταβολή του κάθετου (σε αυτά) πεδίου

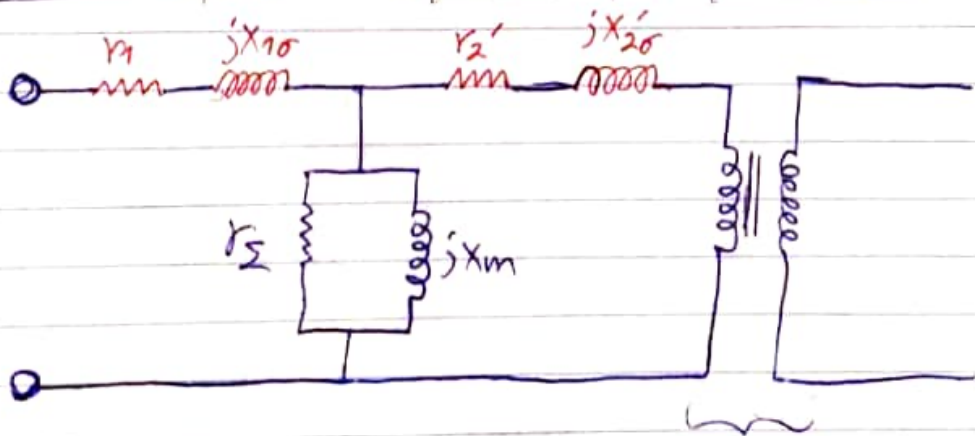επιδερμικό φαινόμενο

$$\delta = \left(\frac{2}{\mu \sigma \omega}\right)^{1/2}$$

Πάχος επιδερμικού φαινομένου

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\sigma \omega \mu}}$$

$\mu = $ μαγνητική διαπερατότητα
$\sigma = $ ηλεκτρική αγωγιμότητα
$\omega = $ ηλεκτρική συχνότητα

ΑΠΩΛΕΙΕΣ

1) Τυλιγμάτων – Χαλκού – Μεταβλητές $\sim (r_1 + r_2) I_1^2$
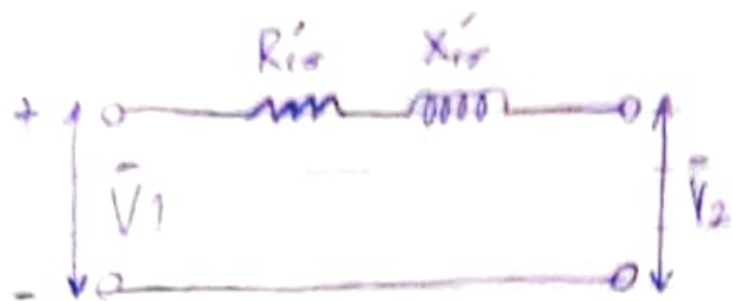2) Πυρήνα – Σιδήρου – Σταθερές $\sim V_1^2$

Ισοδύναμο κύκλωμα (παράμετροι πυρήνα και τυλιγμάτων

Ιδανικός Μ/Σ

$r_\Sigma \gg j X_m \gg j(X_{1\sigma} + X_{2\sigma}') \gg (r_1 + r_2')$

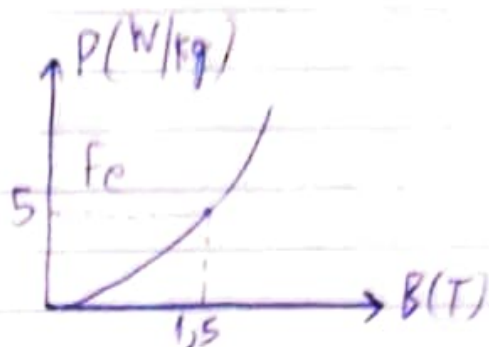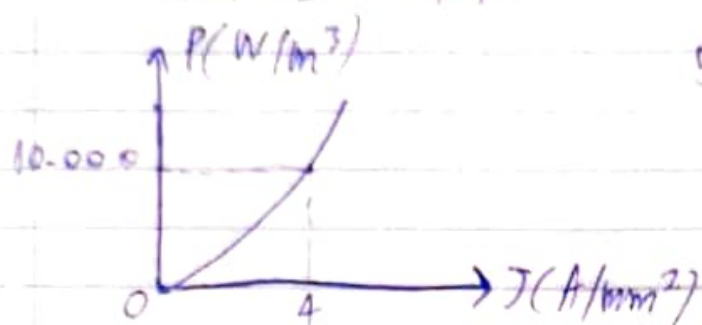$X_{1\sigma} \approx X_{2\sigma}', \qquad r_1 \approx r_2'$

$R'_{1\sigma}$ $\quad$ $X'_{1\sigma}$
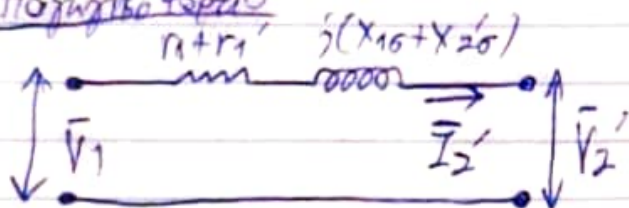
$$R'_{1\sigma} = r_1 + r'_2$$

$$X'_{1\sigma} = X_{1\sigma} + X'_{2\sigma}$$

$\bar{V}_1$

$\bar{V}_2$

$$B_{max} \simeq 1,5 T$$
$$J_{max} \simeq 4 A/m^2$$

$P(W/m^3)$

10.000

4 $\quad$ $\to J(A/mm^2)$

$P(W/kg)$

Fe

5

$1,5$ $\quad$ $\to B(T)$

Επαγωγικό φορτίο

$r_1 + r'_1$ $\quad$ $j(X_{1\sigma} + X'_{2\sigma})$

$\bar{V}_1$ $\quad$ $\bar{I}'_2$ $\quad$ $\bar{V}'_2$

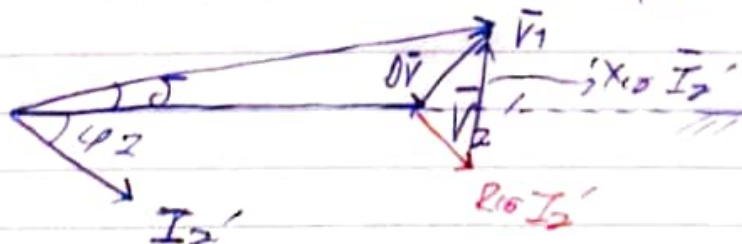B.A. : $\eta = \dfrac{P_{E\xi}}{P_{E\xi} + \Sigma P_{a\pi}} =$

$$\text{ЕПТ} = \frac{|\bar{V}_1| - |\bar{V}_{2N}|}{|\bar{V}_{2N}|} \cdot 100\%$$

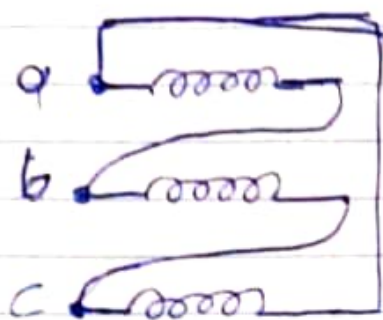$$= \frac{R'_{1\sigma} I'_2 \cos\varphi + X'_{1\sigma} I'_2 \sin\varphi}{|\bar{V}'_{2N}|} \cdot 100\%$$

$$= \frac{V'_2 I'_2 \cos\varphi_2}{V'_2 I'_2 \cos\varphi_2 + P_{\sigma\pi.\sigma\iota\delta.} + 3(r_1 + z'_2) I'^2_2}$$

$\bar{V}_1$

δV $\quad$ $j X'_{1\sigma} \bar{I}'_2$

δ

$\bar{V}'_2$

φ_2

$\bar{I}'_2$

$R'_{1\sigma} \bar{I}'_2$

Συνδεσμολογίες τυλιγμάτων Μ/Σ

Τρίγωνο
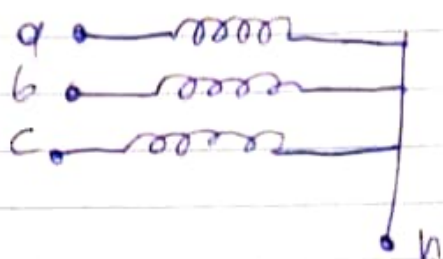
Αποκοπή ομοπολικής συνιστώσας
→ συμμετρικότερη φόρτιση
Καταστολή 3ης αρμονικής
→ βελτίωση κυματομορφής τάσης

Αστέρας

Λήψη ουδέτερου κόμβου
→ μονοφασικά φορτία
→ γείωση ουδέτερου κόμβου για διάγνω-
ση σφαλμάτων

Ανα μονάδα σύστημα

Εφαρμογή 1

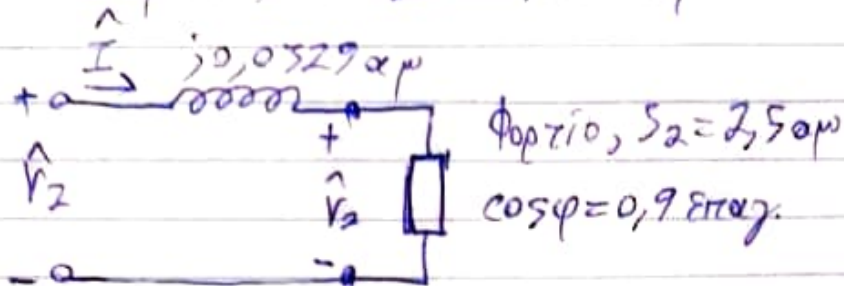3Φ Μ/Σ 350 MVA, 20 kV/400 kV , f = 50 Hz
X = 11,5 %

α) $S_B = 100$ MVA

$$X_{new} = X_{old} \frac{S_{new}}{S_{old}} = 0,115 \frac{100 MVA}{350 MVA} = 0,0329 \, \alpha\mu$$

β) $S_{2\alpha\mu} = \dfrac{250 MVA}{100 MVA} = 2,5 \alpha\mu$ $\cos\varphi = 0,9 \rightarrow \varphi = 25,8°$

$V_{2\alpha\mu} = \dfrac{404 \, kV}{400 \, kV} = 1,01 \alpha\mu$, $\hat{I}_{\alpha\mu} = \left(\dfrac{\hat{S}_{2\alpha\mu}}{\hat{V}_{2\alpha\mu}}\right)^* = $
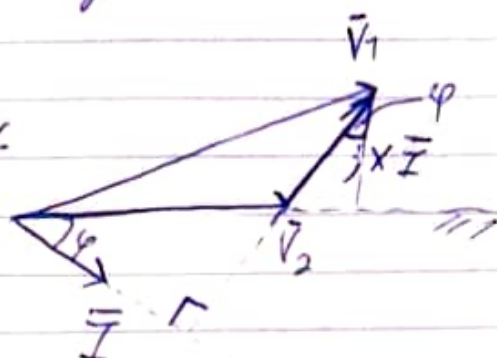
$$= \left(2,5 \angle 25,8° \, \alpha\mu / 1,01 \alpha\mu\right)^* =$$

$$\Rightarrow \hat{I}_{2\alpha\mu} = 2,475 \angle -25,8° \ \alpha\mu$$

$\hat{I}$;0,0529 αμ

Φορτίο, $S_2 = 2,5$ αμ

$\cos\varphi = 0,9$ επαγ.

$$\hat{V}_{1\alpha\mu} = \hat{V}_{2\alpha\mu} + j X_{\alpha\mu} \hat{I}_{\alpha\mu} = 1,0479 \angle$$

$$V_{1\pi} = V_{1\alpha\mu} V_B = (1,0479) 20 kV =$$
$$= 20,96 \ kV$$

Ανάλυση απωλειών μονοφασικού Μ/Σ

$$P_{\alpha\pi} = P_{\alpha\pi.\sigma\tau\alpha\theta} + P_{\alpha\pi.\mu\epsilon\tau\alpha\beta}$$

$P_{\alpha\pi.\pi\nu\rho.} \sim V^2 \qquad P_{\alpha\pi.\chi\alpha\lambda.} \sim I^2$

$$P_{\alpha\pi.\pi\nu\rho.} = P_{\alpha\pi.\nu\sigma\tau.} + P_{\alpha\pi.\delta\iota\nu.} \qquad P_{\alpha\pi.\chi\alpha\lambda.} = r_1 I_1^2 + r_2 I_2^2$$

$$P_{\alpha\pi.\nu\sigma\tau.} = k_h V f \cdot B_m^n \qquad k_h = \sigma\tau\alpha\theta\epsilon\rho\dot{\alpha} \ \upsilon\lambda\iota\kappa\upsilon\dot{}$$
$$V = \dot{o}\gamma\kappa\sigma\varsigma (m^3)$$
$$f = 50 Hz$$
$$B_m = \mu\dot{\epsilon}\gamma\iota\sigma\tau\eta \ \epsilon\pi\alpha\gamma\omega\gamma\dot{\eta} (T)$$

$$P_{\delta\iota\nu} = \frac{\pi^2 f^2 \tau^2 B_m^2 V}{6\rho} \qquad \rho : \epsilon\iota\delta\iota\kappa\dot{\eta} \ \alpha\nu\tau\dot{\iota}\sigma\tau\alpha\sigma\eta$$
$$\tau : \pi\dot{\alpha}\chi\sigma\varsigma \ \lambda\alpha\mu\alpha\rho\dot{\iota}\nu\alpha\varsigma$$

$$k_E = \frac{\pi^2}{6\rho} : \sigma\upsilon\nu\tau\epsilon\lambda\epsilon\sigma\tau\dot{\eta}\varsigma \ \delta\iota\nu\upsilon\rho\rho\epsilon\nu\mu\dot{\alpha}\tau\omega\nu$$

Βαθμός απόδοσης

$$\eta = \frac{P_{\varepsilon\xi}}{P_{\varepsilon\iota\sigma}} = \frac{V_2 I_2 \cos\varphi_2}{P_{\varepsilon\xi} + \Sigma P_{\alpha\pi\pi}} = \frac{V_2 I_2 \cos\varphi_2}{V_2 I_2 \cos\varphi_2 + P_{\alpha\pi.\pi\eta\rho.} + R''_{16} I_2^2}$$

Βέλτιστος Β.Α.

$$\frac{\partial\eta}{\partial I_2} = 0 \Rightarrow V_2 I_2 \cos\varphi_2 (V_2\cos\varphi_2 + 2R''_{16} I_2) - $$
$$- V_2\cos\varphi_2 (V_2 I_2 \cos\varphi_2 + R''_{16} I_2^2 + P_{\alpha\pi.\pi\eta\rho.}) = 0$$

$$\Rightarrow V_2^2 \cos^2\varphi_2 I + 2V_2 R''_{16} I_2^2 - V_2^2\cos\varphi_2 I_2 - V_2\cos\varphi_2 R''_{16} I_2^2 - $$
$$- P_{\alpha\pi.\pi\eta\rho.} V_2\cos\varphi_2 = 0$$

$$\Rightarrow 2V_2 R''_{16} I_2^2 - V_2\cos\varphi_2 R''_{16} I_2^2 - V_2\cos\varphi_2 P_{\alpha\pi.\pi\eta\rho.} = 0$$

$$\Rightarrow R''_2 I_2^2 = P_{\alpha\pi.\pi\eta\rho.} \quad \underline{\text{Μεταβλ. απώλειες} = \Sigma\text{ταθ. απώλιες}}$$

Άσκηση

Μονοφασικός Μ/Σ 10kVA, 2400 V/240 V, 50 Hz έχει παραμέτρους:

$r_1 = 4,2\,\Omega$, $r_2 = 0,042\,\Omega$, $X_{16} = 5,5\,\Omega$, $X_{20} = 0,055\,\Omega$

$P_{\alpha\pi.\pi\eta\rho.} = 70W$
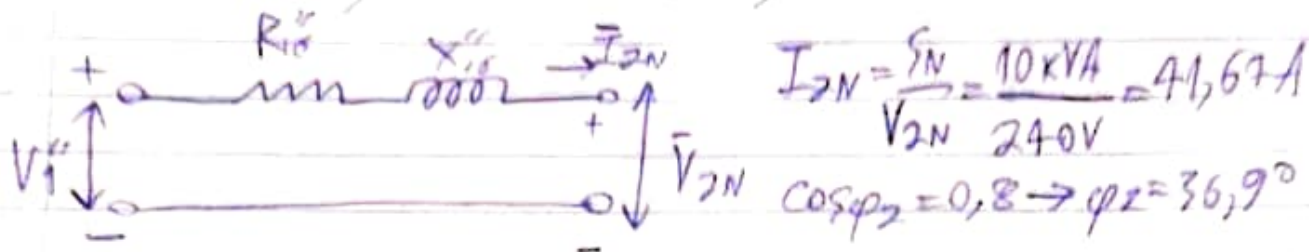
α) Ισοδύναμη σύνθετη αντίσταση στην πλευρά ×Τ

β) Να υπολογισθεί η τάση πρωτεύοντος για ονομαστικό φορτίο δευτερεύοντος (υπό ονομαστική τάση) με β1) ΣΙ: 0,8 επαγ.
    β2) ΣΙ: 0,8 χωρ.

γ) Να υπολογισθεί ο Β.Α. στο προηγούμενο ερώτημα

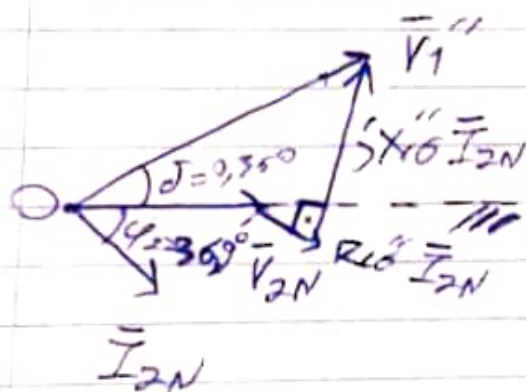δ) Να υπολογιστεί το φορτίο δευτερεύοντος υπό ονομαστική τάση που βελτιστοποιεί τον Β.Α.

$$r_1'' = r_1\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 = r_1\left(\frac{V_{\varphi 1}}{V_{\chi 1}}\right)^2 = 4,20\left(\frac{240\,V}{2400\,V}\right)^2 = 0,042 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{c6}'' = 0,084\,\Omega \Rightarrow X_{c6}'' = 0,11\,\Omega$$

$$I_{2N} = \frac{S_N}{V_{2N}} = \frac{10\,kVA}{240\,V} = 41,67\,A$$

$$\cos\varphi_2 = 0,8 \rightarrow \varphi_2 = 36,9°$$

$$\bar{V}_1'' = \bar{V}_{2N} + (R_{c6}'' + jX_{c6}'')\bar{I}_{2N} = 240\angle 0°\,V + (0,084 + j0,11)\cdot 41,67\angle{-36,9°}\,A$$

$$= 245,5\angle 0,36°\,V \Rightarrow \bar{V}_1 = 2455\angle 0,36°\,V$$

Επαγωγικό φορτίο   Χωρητικό φορτίο
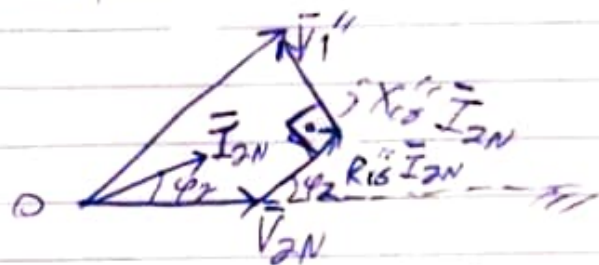
$$\gamma) \quad BA = \frac{(240\,V)(41,67\,A)(0,8)}{(240\,V)(41,67\,A)(0,8) + 70\,W + (0,084\,\Omega)(41,67\,A)^2}$$

$$= 0,974 \rightarrow 97,4\,\%$$

δ) Βέλτιστος Ε.Α. : $\cos\varphi_2 = 1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow V_1'' = 240,1\,V\angle 1,38° \Rightarrow \bar{V}_1 = 2401\,V$$

$$P_{σιδηρου} = P_{χαλκου} \Rightarrow R_{c6}'' \cdot I_2^2 = 70\,W \Rightarrow I_2 = 28,7\,A$$
$$(0,084\,\Omega)\cdot(I_2^2) = 70\,W$$

$\bar{V_1}''$

$j\,X_{c\sigma}''\,\bar{I_2}$

δ

I_2

$\bar{V}_{2N}$

$R_{i\sigma}''\,\bar{I_2}$