ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

-Ισχύς σε μονοφασικά και τριφασικά κυκλώματα εναλλασσομένου

- *Στιγμιαία ισχύς*
- *Πραγματική και άεργος ισχύς*
- *Μιγαδική ισχύς*

-Συμμετρικά τριφασικά κυκλώματα εναλλασσομένου

- *Σχέσεις τάσεων και ρευμάτων*
- *Ανά φάση ανάλυση*

-Ανά μονάδα σύστημα: pu

-*Βάσεις στο Ανά μονάδα σύστημα*
--*Επίλυση στο Ανά μονάδα σύστημα*

ΦΑΣΙΚΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΝΟΜΟΙ KIRCHHOFF

1ος νόμος Kirchhoff

Το άθροισμα των φασικών διανυσμάτων όλων των ρευμάτων που εισέρχονται σε έναν κόμβο ενός κυκλώματος είναι ίσο με το μηδέν, δηλαδή

$$\boxed{\text{Αν } \Sigma\, i_i(t) = 0, \text{ τότε } \Sigma\, I_i = 0}$$

2ος νόμος Kirchhoff

Το άθροισμα των φασικών διανυσμάτων όλων των πτώσεων τάσης γύρω από ένα βρόχο ενός κυκλώματος είναι ίσο με το μηδέν, δηλαδή

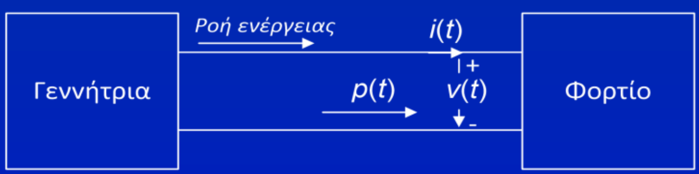
$$\boxed{\text{Αν } \Sigma\, v_i(t) = 0, \text{ τότε } \Sigma\, V_i = 0}$$

ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ

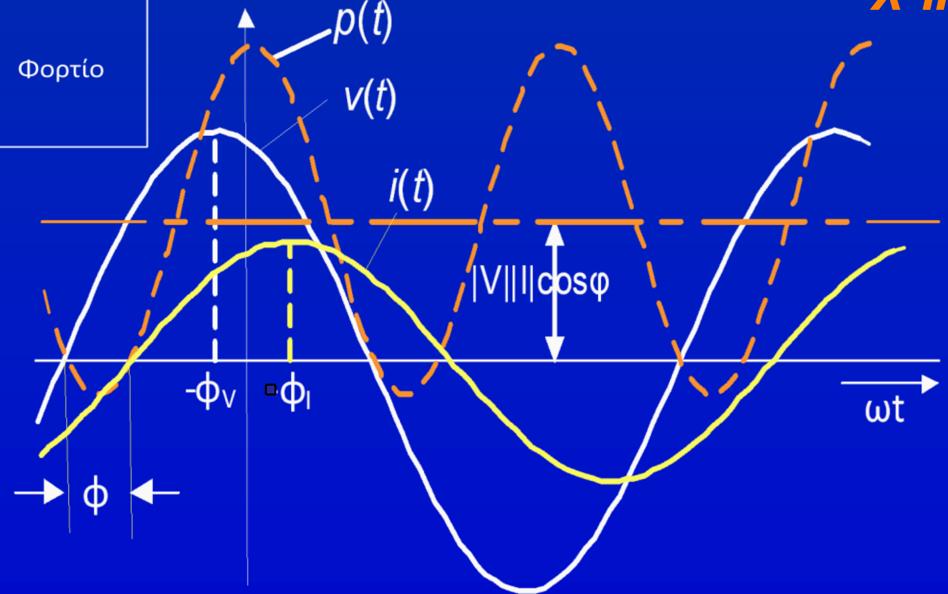
$$v(t) = \sqrt{2}\,|V|\cos(\omega t + \varphi_V)$$

$$i(t) = \sqrt{2}\,|I|\cos(\omega t + \varphi_I)$$

$$p(t) = v(t)i(t) = |V||I|\cos(\varphi_V - \varphi_I) + |V||I|\cos(2\omega t + \varphi_V + \varphi_I)$$



Σχημα για $\varphi_I = -\varphi_V$



ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ

$$v(t) = \sqrt{2}\,|V|\cos(\omega t + \varphi_V)$$

$$i(t) = \sqrt{2}\,|I|\cos(\omega t + \varphi_I)$$

$$p(t) = v(t)i(t) = |V||I|\cos(\varphi_V - \varphi_I) + |V||I|\cos(2\omega t + \varphi_V + \varphi_I)$$

αλλα :

$$\cos(2\omega t + \varphi_V + \varphi_I) = \cos(2\omega t - \varphi + 2\varphi_V) =$$

$$= \cos(2\omega t + 2\varphi_V)\cos(-\varphi) - \sin(2\omega t + 2\varphi_V)\sin(-\varphi) =$$

$$= \cos\varphi\,\cos 2(\omega t + \varphi_V) + \sin\varphi\,\sin 2(\omega t + \varphi_V)$$

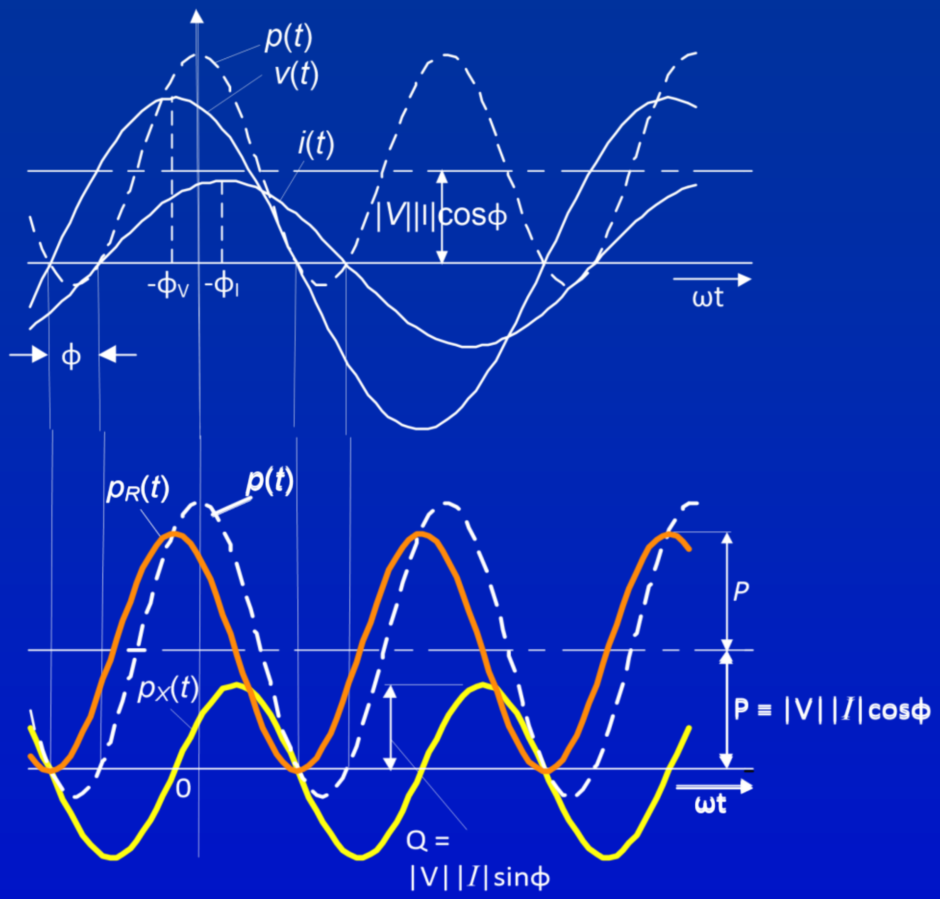
και

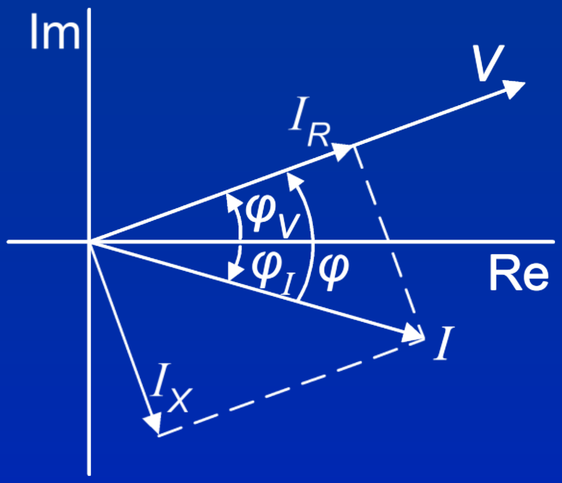
$$p(t) = |V||I|\cos\varphi + |V||I|\cos(2\omega t - \varphi + 2\varphi_V) =$$

$$= |V||I|\cos\varphi(1 + \cos 2(\omega t + \varphi_V)) + |V||I|\sin\varphi\,\sin 2(\omega t + \varphi_V) =$$

$$= P(1 + \cos 2(\omega t + \varphi_V)) + Q\,\sin 2(\omega t + \varphi_V)$$

ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΣΤΙΓΜΙΑΙΑΣ ΙΣΧΥΟΣ





$p_R(t) = v(t)\, i_R(t)$

$= |V|\,|I|\cos\varphi\{1+\cos2(\omega t+\varphi_v)\}$

$=P\{1+\cos2(\omega t+\varphi_v)\}$

$p_x(t) = v(t)\, i_x(t)$

$= |V|\,|I|\sin\varphi \sin2(\omega t+\varphi_v)$

$=Q \sin2(\omega t+\varphi_v)$

ΜΙΓΑΔΙΚΗ ΙΣΧΥΣ

$$\mathbf{S} = \mathbf{V}\mathbf{I}^*$$

$$\mathbf{S} = (|\mathbf{V}|\angle\varphi_V)(|\mathbf{I}|\angle\varphi_I)^* = |\mathbf{V}||\mathbf{I}|\angle(\varphi_V - \varphi_I) = |V||I|\angle\varphi$$

$$\mathbf{S} = |\mathbf{V}||\mathbf{I}|\cos\varphi + j|\mathbf{V}||\mathbf{I}|\sin\varphi = \mathbf{P} + j\mathbf{Q}$$

Άρα $\boxed{P = \Re e(S) \triangleq \bar{p}(t)}$ $\quad Q = \Im m(S)$

Σύνθετη Αντίσταση $\quad \mathbf{Z} = \dfrac{\mathbf{V}}{\mathbf{I}} = \dfrac{|\mathbf{V}|}{|\mathbf{I}|}\angle(\varphi_V - \varphi_I) = |\mathbf{Z}|\angle\varphi = \mathbf{R} + j\mathbf{X}$

Σύνθετη Αγωγιμότητα $\quad \mathbf{Y} = \dfrac{\mathbf{I}}{\mathbf{V}} = \dfrac{|\mathbf{I}|}{|\mathbf{V}|}\angle-(\varphi_V - \varphi_I) = |Y|\angle-\varphi = \mathbf{G} - j\mathbf{B}$

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΕΡΓΟΣ ΙΣΧΥΣ-ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

$$P = |V||I|\cos\varphi \qquad Q = |V||I|\sin\varphi$$

$$\varphi = \varphi_V - \varphi_I$$

$$\Sigma I = \cos\varphi$$

$$\varphi > 0 \;\rightarrow\; \varphi_V > \varphi_I \;\rightarrow\; \Sigma I: \text{επαγωγικος}$$

$$\varphi < 0 \;\rightarrow\; \varphi_I > \varphi_V \;\rightarrow\; \Sigma I: \text{χωρητικος}$$

$$\Sigma I = \cos\varphi = \cos\left(\tan^{-1}\frac{Q}{P}\right)$$

$$\Sigma I = \cos\varphi = \frac{P}{|V||I|} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΙΓΑΔΙΚΗ ΙΣΧΥ

$$S = VI^* = ZII^* = |I|^2 Z = |I|^2 |Z| \angle \varphi$$

$$S = VI^* = V\left(YV\right)^* = |V|^2 Y^* = |V|^2 |Y| \angle \varphi$$

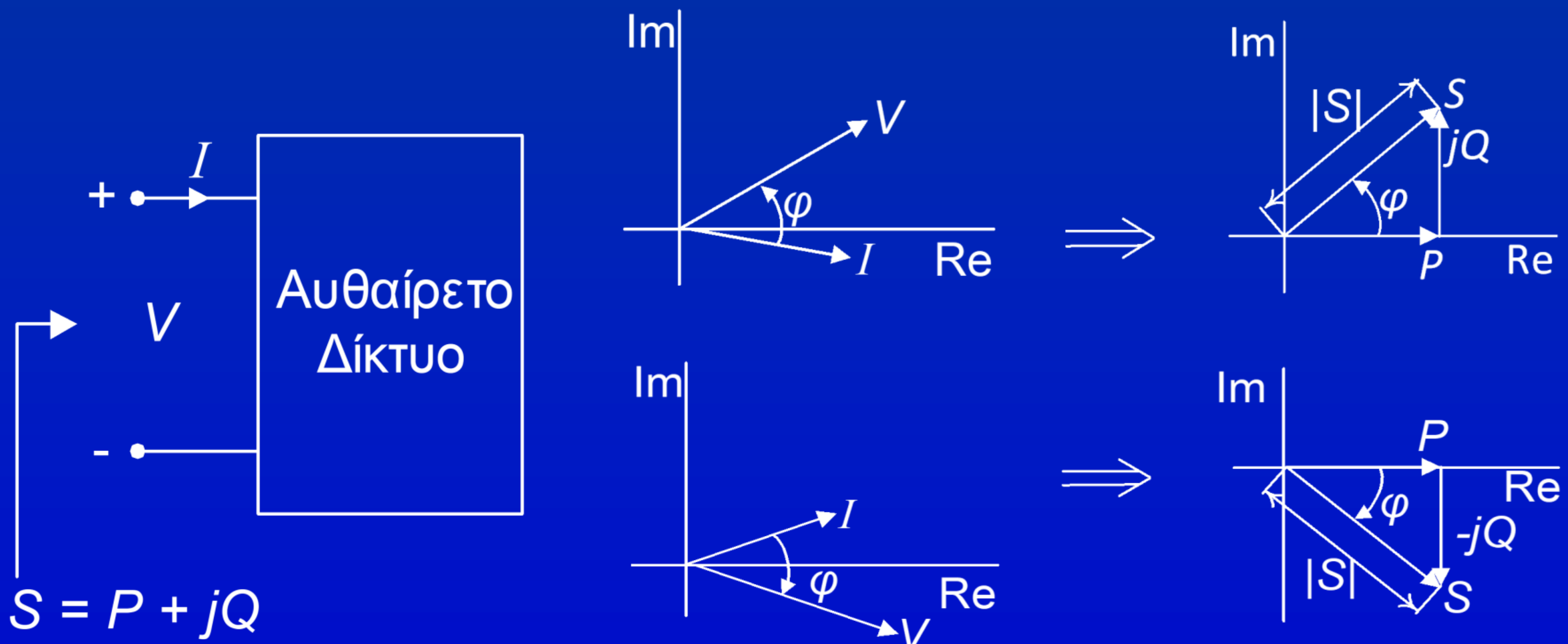
$$\begin{aligned} P &= \Re(VI^*) = |V||I| \cos\varphi \\ &= \Re(|I|^2 Z) = |I|^2 |Z| \cos\varphi = |I|^2 R \\ &= \Re(|V|^2 Y^*) = |V|^2 |Y| \cos\varphi = |V|^2 G \end{aligned}$$

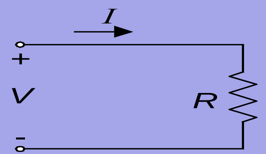
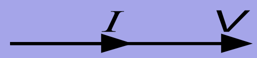
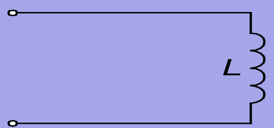
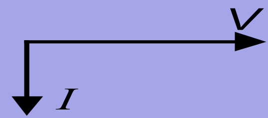
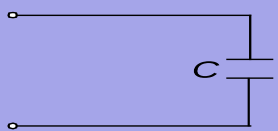
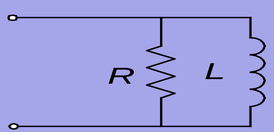
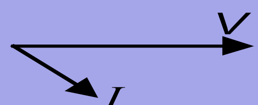
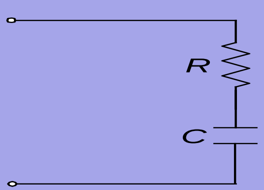
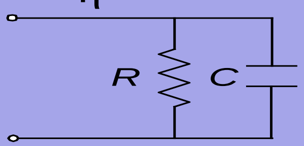
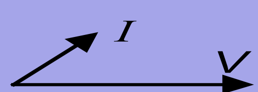
$$\begin{aligned} Q &= \Im(VI^*) = |V||I| \sin\varphi \\ &= \Im(|I|^2 Z) = |I|^2 |Z| \sin\varphi = |I|^2 X \\ &= \Im(|V|^2 Y^*) = |V|^2 |Y| \sin\varphi = |V|^2 B \end{aligned}$$

ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ
ΤΡΙΓΩΝΟ ΙΣΧΥΟΣ

$$S = |S|\angle\varphi = P + jQ \quad VA$$

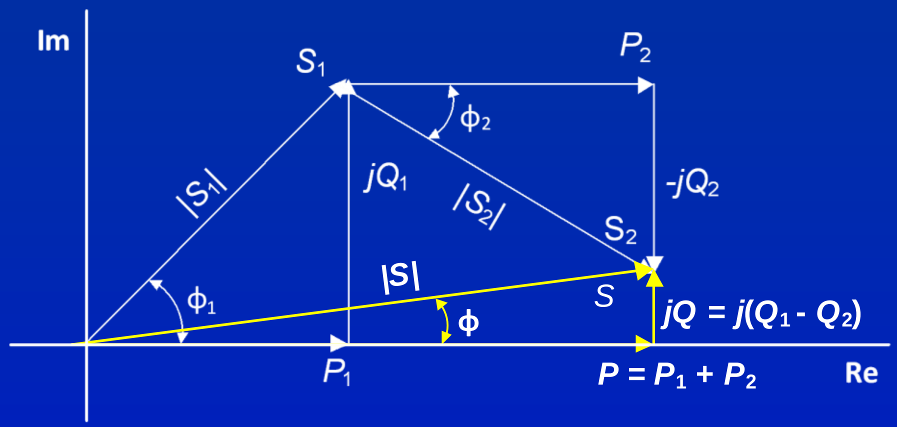
$$|S| = |VI^*| = |V||I| = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad VA$$



Τύπος φορτίου	Σχέση φασικών διανυσμάτων	Φασική γωνία	Απορροφούμενη ισχύς P	Απορροφούμενη ισχύς Q
		$\varphi=0$	$P>0$	$Q=0$
		$\varphi=+90°$	$P=0$	$Q>0$
		$\varphi=-90°$	$P=0$	$Q<0$
 ή 		$0<\varphi<+90°$	$P>0$	$Q>0$
 ή 		$-90°<\varphi<0$	$P>0$	$Q<0$

ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΤΡΙΓΩΝΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

$$S_1 = P_1 + jQ_1 \qquad S_2 = P_2 - jQ_2$$



$$S = S_1 + S_2$$

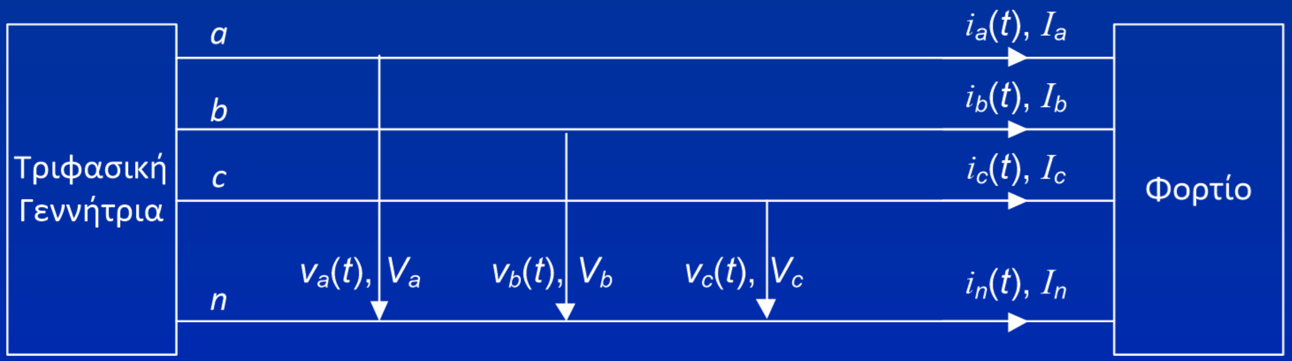
$$P = P_1 + P_2$$

$$Q = Q_1 - Q_2$$

$$|S| < |S_1| + |S_2|$$

<u>Δεν ισχύει</u>
ο αθροιστικός κανόνας για την φαινόμενη ισχύ
<u>Αντίθετα ισχύει</u> για την Πραγματική και Άεργο

ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΑ ΤΡΙΦΑΣΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ



$v_a(t) = \sqrt{2}\ |V_p|\cos\omega t \longrightarrow V_a = |V_p|\underline{/0^o}$

$v_b(t) = \sqrt{2}\ |V_p|\cos(\omega t-120^o) \longrightarrow V_b = |V_p|\underline{/-120^o}$

$v_c(t) = \sqrt{2}\ |V_p|\cos(\omega t+120^o) \longrightarrow V_c = |V_p|\underline{/120^o}$

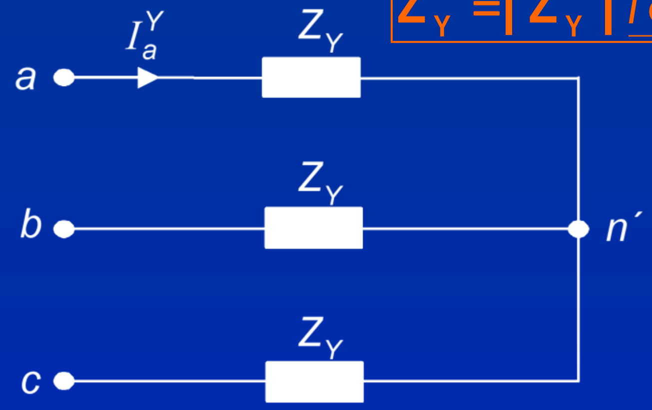
$V_{ab} = V_a - V_b = \sqrt{3}\ |V_p|\ \underline{/30^o} = |V_L|\underline{/30^o}$

$V_{bc} = V_b - V_c = \sqrt{3}\ |V_p|\ \underline{/-90^o} = |V_L|\underline{/-90^o}$

$V_{ca} = V_c - V_a = \sqrt{3}\ |V_p|\ \underline{/150^o} = |V_L|\underline{/150^o}$

ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΤΑ ΑΣΤΕΡΑ

$Z_Y = |Z_Y| \angle \varphi$



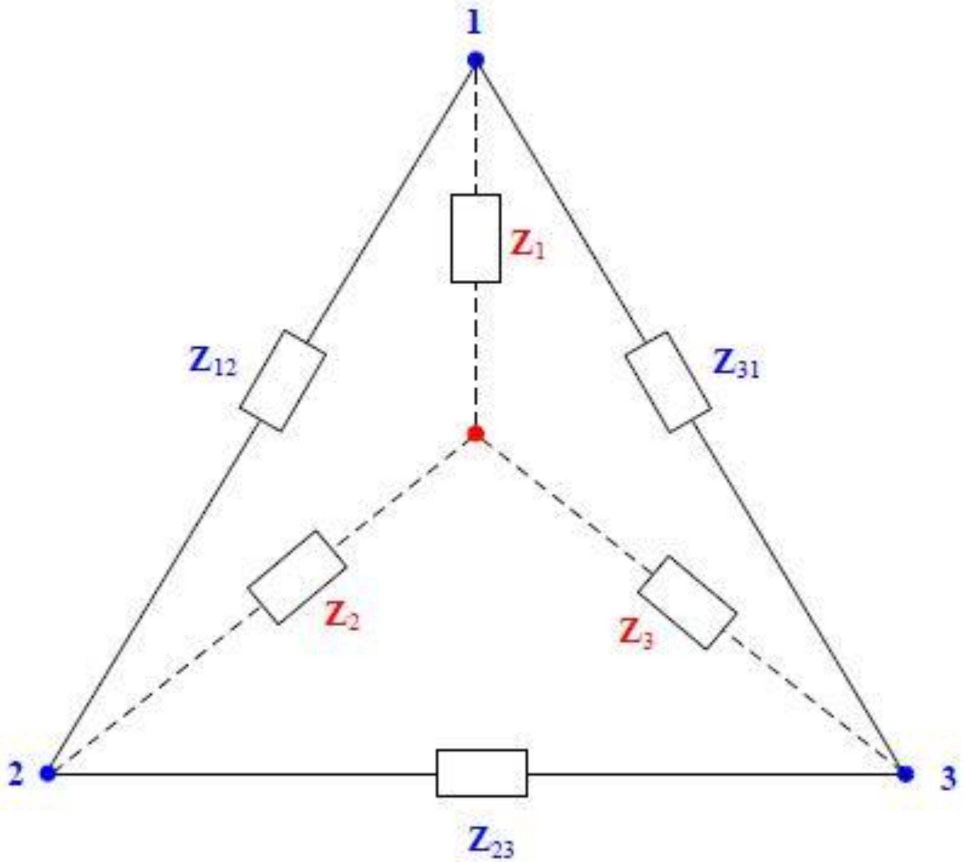
$\alpha = 1\angle 120$

$$\mathbf{I_a} = \frac{\mathbf{V_a}}{\mathbf{Z_Y}} = \frac{|\mathbf{V_p}|}{|\mathbf{Z_Y}|}\angle 0^\circ - \varphi = |\mathbf{I}_p|\angle -\varphi$$

$$\mathbf{I_b} = \frac{\mathbf{V_b}}{\mathbf{Z_Y}} = \frac{|\mathbf{V_p}|}{|\mathbf{Z_Y}|}\angle -120^\circ - \varphi = |\mathbf{I_p}|\angle -120^\circ - \varphi = a^2\mathbf{I_a}$$

$$\mathbf{I_c} = \frac{\mathbf{V_c}}{\mathbf{Z_Y}} = \frac{|\mathbf{V_p}|}{|\mathbf{Z_Y}|}\angle 120^\circ - \varphi = |\mathbf{I_p}|\angle 120^\circ - \varphi = a\mathbf{I_a}$$

Μετατροπή από Τρίγωνο σε Αστέρα



$$\hat{Z}_1 = \frac{\hat{Z}_{12} \cdot \hat{Z}_{31}}{\hat{Z}_{12} + \hat{Z}_{23} + \hat{Z}_{31}}$$

$$\hat{Z}_{12} = \hat{Z}_{23} = \hat{Z}_{31} = \hat{Z}_{\Delta}$$

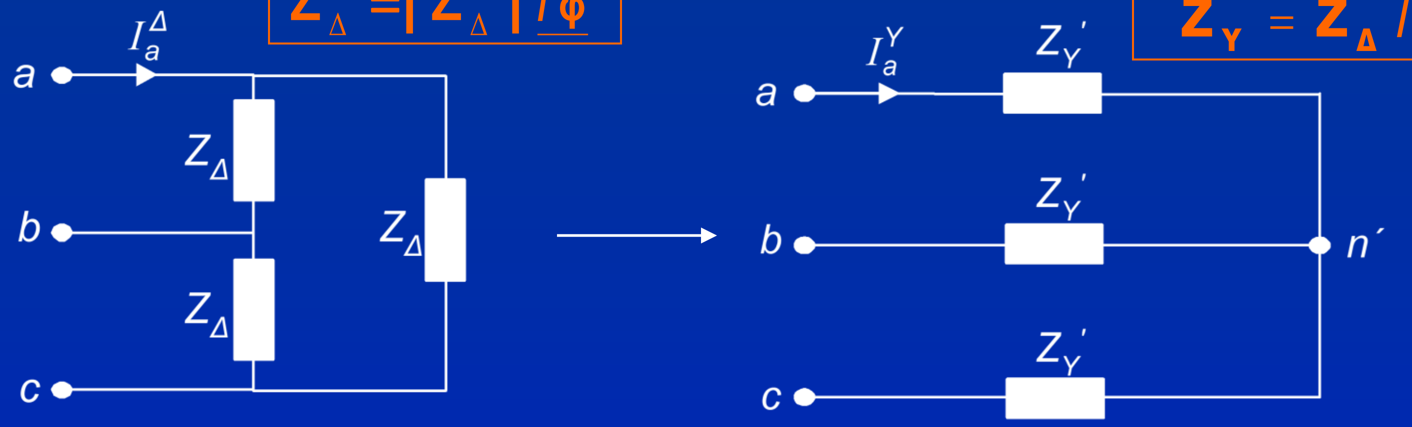
$$\hat{Z}_1 = \hat{Z}_2 = \hat{Z}_3 = \hat{Z}_{Y}$$

$$\boxed{\hat{Z}_{Y} = \frac{\hat{Z}_{\Delta}}{3}}$$

ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΡΙΓΩΝΟ

$$Z_\Delta = |Z_\Delta| \underline{/\varphi}$$

$$Z'_Y = Z_\Delta / 3$$



$$I_{ab} = \frac{V_{ab}}{Z_\Delta} = \frac{|V_L|}{Z_\Delta}\underline{/30^o - \varphi} = |I_p^\Delta|\underline{/30^o - \varphi}$$

$$I_{bc} = \frac{V_{bc}}{Z_\Delta} = \frac{|V_L|}{Z_\Delta}\underline{/-90^o - \varphi} = |I_p^\Delta|\underline{/-90^o - \varphi} = a^2 I_{ab}$$

$$I_{ca} = \frac{V_{ca}}{Z_\Delta} = \frac{|V_L|}{Z_\Delta}\underline{/150^o - \varphi} = |I_p^\Delta|\underline{/150^o - \varphi} = a I_{ab}$$

Τα πολικά ρεύματα είναι:

$$I_a = I_{ab} - I_{ca} = \sqrt{3}\,|I_p^{\Delta}|\,\underline{/-\varphi} = |I_L|\,\underline{/-\varphi}$$

$$I_b = I_{bc} - I_{ab} = \sqrt{3}\,|I_p^{\Delta}|\,\underline{/-120^{o}-\varphi}$$

$$= |I_L|\,\underline{/-120^{o}-\varphi} = a^2 I_a$$

$$I_c = I_{ca} - I_{bc} = \sqrt{3}\,|I_p^{\Delta}|\,\underline{/120^{o}-\varphi}$$

$$= |I_L|\,\underline{/120^{o}-\varphi} = a I_a$$

ΑΝΑ ΦΑΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΟΥ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Βήμα 1ο *Μετατροπή των κατά τρίγωνο συνδέσεων σε συνδέσεις κατά αστέρα.*

Βήμα 2ο *Επίλυση του κυκλώματος που αντιστοιχεί στη φάση a θεωρώντας ότι όλοι οι διαθέσιμοι ουδέτεροι συνδέονται μεταξύ τους με μηδενική αντίσταση.*

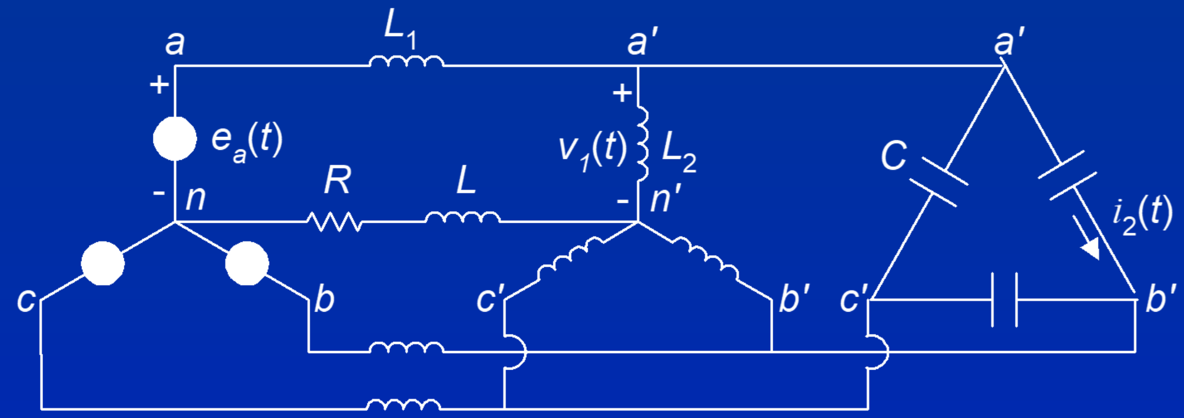
Βήμα 3ο *Επέκταση των υπολογισμών και στις άλλες φάσεις b και c.*

Βήμα 4ο *Επιστροφή στο αρχικό δίκτυο για να βρεθούν ποσότητες που αφορούν τις κατά τρίγωνο συνδέσεις.*

Παράδειγμα (II)

$e_a(t)=350\cos(wt+45^o)$

$L_1 = 0.318$ mH
$L_2 = 3.18$ mH
$C = 1.592$ mF
$R = 1\ \Omega$
$L = 0.0318$ mH

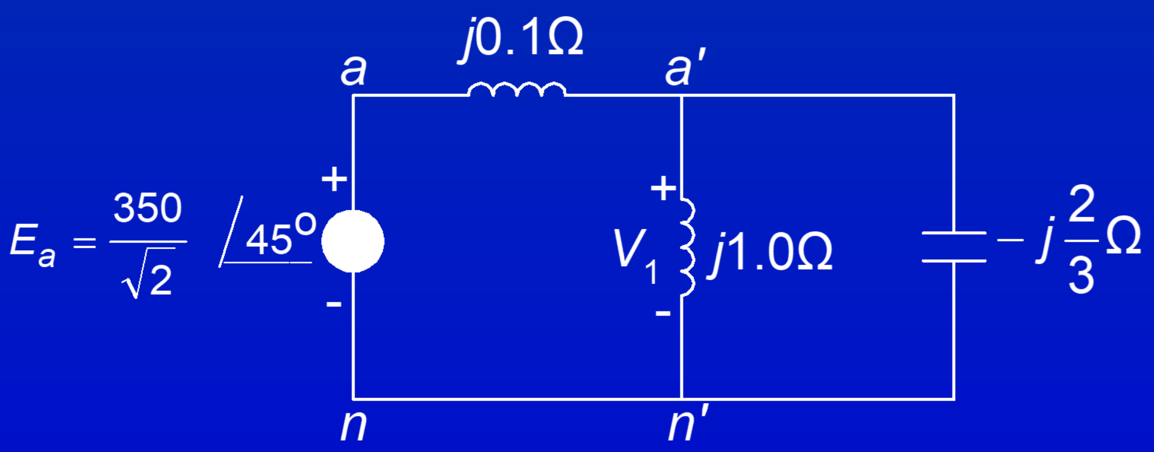


$$E_a = \frac{350}{\sqrt{2}} \underline{/45^\circ}$$

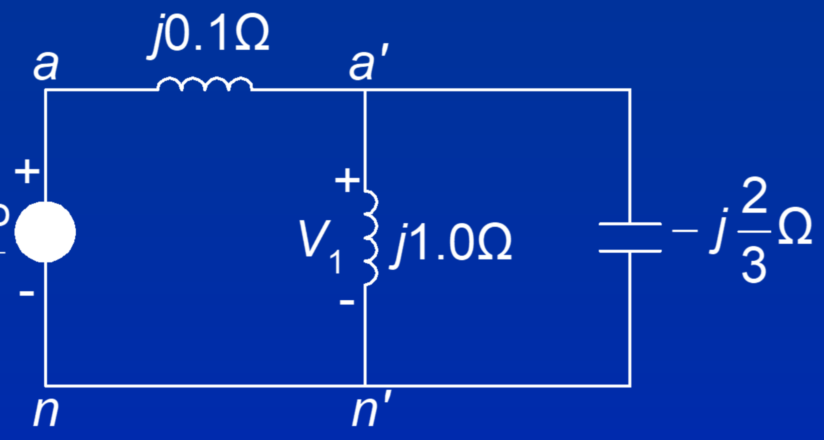
$$j\omega L_1 \approx j0.1\ \Omega$$

$$j\omega L_2 \approx j1\ \Omega$$

$$\frac{1}{j\omega C} \approx -j2\ \Omega$$



Παράδειγμα (ΙΙ)



$$E_a = \frac{350}{\sqrt{2}}\angle 45^{o}$$

$$Z_{a'n'} = \frac{(j1)(-j\frac{2}{3})}{j1 - j\frac{2}{3}} = -j2\ \Omega$$

$$V_1 = V_{a'n'} = \frac{-j2}{-j2 + j0.1} E_a = \frac{368}{\sqrt{2}} \underline{/45^\circ}\ \mathrm{V} \longrightarrow \boxed{v_1(t) = 368\cos(\omega t + 45^\circ)\ \mathrm{V}}$$

$$V_{a'b'} = V_{a'n'} - V_{b'n'} = \sqrt{3} V_{a'n'} \underline{/30^\circ} = \frac{638}{\sqrt{2}} \underline{/75^\circ}\ \mathrm{V}$$

$$I_2 = \frac{V_{a'b'}}{Z_C} = \frac{\frac{638}{\sqrt{2}} \underline{/75^\circ}}{-j2} = \frac{319}{\sqrt{2}} \underline{/165^\circ}\ \mathrm{A} \longrightarrow \boxed{i_2(t) = 319\cos(\omega t + 165^\circ)\ \mathrm{A}}$$

ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΑ ΤΡΙΦΑΣΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

$$p_{3\Phi}(t) = v_a(t)\, i_a(t) + v_b(t)\, i_b(t) + v_c(t)\, i_c(t)$$

$$= 3\, |V_p||I_p| \cos\varphi$$

$$= 3P$$

$$P_{3\Phi} = \sqrt{3}\ |V_L||I_L| \cos\varphi$$

$$Q_{3\Phi} = \sqrt{3}\ |V_L||I_L| \sin\varphi$$

$$|S_{3\Phi}| = \sqrt{3}\ |V_L||I_L| = \sqrt{P_{3\Phi}^2 + Q_{3\Phi}^2}$$

$$p_{3\Phi}(t) = P_{3\Phi}$$

ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΣΤΗΜΑ

$$\text{Ανά μονάδα τιμή} = \frac{\text{Πραγματικη τιμη}}{\text{τιμη βασης}}$$

$$\boxed{X_{pu} = \frac{X}{|X_b|}}$$

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- *Οι ανά μονάδα τιμές των παραμέτρων των διαφόρων συσκευών βρίσκονται σε μια στενή περιοχή τιμών. Τα δεδομένα, συνεπώς, σχετίζονται εύκολα μεταξύ τους και τυχόν σφάλματα γίνονται αμέσως αντιληπτά.*
- *Δεν μπερδεύονται πολικές και φασικές τάσεις, μονοφασικές και τριφασικές ισχείς και στην περίπτωση των μετασχηματιστών, τάσεις πρωτεύοντος και δευτερεύοντος.*
- *Εξαλείφονται οι ιδανικοί μετασχηματιστές από τα μονοφασικά κυκλώματα, γεγονός που οδηγεί σε απλοποίησή τους.*
- *Περιορίζεται σημαντικά ο υπολογιστικός φόρτος.*

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- *Τροποποιούνται τα ισοδύναμα κυκλώματα των διαφόρων συνιστωσών και γίνονται κάπως πιο αφηρημένα.*
- *Τροποποιούνται μερικές εξισώσεις στο ανά μονάδα σύστημα, καθόσον παράγοντες όπως $\sqrt{3}$ και 3 εμφανίζονται ή εξαφανίζονται από τις εξισώσεις ανάλογα με την περίπτωση.*

ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΑΣΕΩΝ

Προκαθορίζονται : $|S_b|, |V_b|$

Υπολογίζονται : $|I_b| = \dfrac{|S_b|}{|V_b|}, \quad |Z_b| = \dfrac{|V_b|}{|I_b|} = \dfrac{|V_b|^2}{|S_b|}$

$V = ZI \longrightarrow V_{pu} = \dfrac{V}{|V_b|} = \dfrac{Z}{|Z_b|}\dfrac{I}{|I_b|} = Z_{pu}I_{pu}$

$S = VI^* \longrightarrow S_{pu} = \dfrac{S}{|S_b|} = \dfrac{V}{|V_b|}\dfrac{I^*}{|I_b|} = V_{pu}I^*_{pu}$

$Z = R+jX \longrightarrow Z_{pu} = \dfrac{Z}{|Z_b|} = \dfrac{R+jX}{|Z_b|} = \dfrac{R}{|Z_b|} + j\dfrac{X}{|Z_b|} = R_{pu} + jX_{pu}$

$S = P+jQ \longrightarrow S_{pu} = \dfrac{S}{|S_b|} = \dfrac{P+jQ}{|S_b|} = \dfrac{P}{|S_b|} + j\dfrac{Q}{|S_b|} = P_{pu} + jQ_{pu}$

ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

Βάση συχνότητας : $\left|\mathrm{f_b}\right|\ \mathrm{Hz}$

Βάση γωνιακής συχνότητας : $\left|\omega_\mathrm{b}\right| = 2\pi\left|\mathrm{f_b}\right|\ \mathrm{rad/sec}$

Βάση επαγωγής: $\left|\mathrm{L_b}\right| = \dfrac{\left|\mathrm{Z_b}\right|}{\left|\omega_\mathrm{b}\right|} = \dfrac{\left|\mathrm{V_b}\right|^2}{2\pi\left|\mathrm{S_b}\right|\left|\mathrm{f_b}\right|}\ \mathrm{H}$

Βάση χωρητικότητας: $\left|\mathrm{C_b}\right| = \dfrac{1}{\left|\omega_\mathrm{b}\right|\left|\mathrm{Z_b}\right|} = \dfrac{\left|\mathrm{S_b}\right|}{2\pi\left|\mathrm{f_b}\right|\left|\mathrm{V_b}\right|^2}\ \mathrm{F}$

ΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

$|S_b|_{1\Phi}$ *: μονοφασική ισχύς σε MVA*

$|V_b|_{1\Phi}$ *: φασική τάση σε kV*

$$|I_b|_{1\Phi} = \frac{|S_b|_{1\Phi}}{|V_b|_{1\Phi}} \quad \text{kA}$$

$$|Z_b|_{1\Phi} = \frac{|V_b|_{1\Phi}}{|I_b|_{1\Phi}} = \frac{|V_b|_{1\Phi}^2}{|S_b|_{1\Phi}} \quad \Omega$$

ΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

$|S_b|_{3\Phi}$ *: τριφασική ισχύς σε MVA*

$|V_b|_{3\Phi}$ *: πολική τάση σε kV*

$$|I_b|_{3\Phi} = \frac{|S_b|_{3\Phi}}{\sqrt{3}\,|V_b|_{3\Phi}} \quad \text{kA}$$

: Για πολικά ρεύματα Y και Δ φορτίων και φασικά ρεύματα Y φορτίων

$$|Z_b|_{3\Phi} = \frac{|V_b|_{3\Phi}^2}{|S_b|_{3\Phi}} \quad \Omega$$

: Για αντιστάσεις Y φορτίων

Για φασικά ρεύματα και αντιστάσεις Δ φορτίων:

$$|I_b^{\Delta}|_{3\Phi} = |I_b|_{3\Phi} / \sqrt{3}$$

$$|Z_b^{\Delta}|_{3\Phi} = 3\,|Z_b|_{3\Phi}$$

ΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΟΥ ΑΝΑΛΥΕΤΑΙ ΑΝΑ ΦΑΣΗ

$$|V_b|_{1\Phi} = \frac{1}{\sqrt{3}} |V_b|_{3\Phi}$$

$$|S_b|_{1\Phi} = \frac{1}{3} |S_b|_{3\Phi}$$

ΟΠΌΤΕ

$$|I_b|_{1\Phi} = \frac{|S_b|_{1\Phi}}{|V_b|_{1\Phi}} = \frac{|S_b|_{3\Phi}/3}{|V_b|_{3\Phi}/\sqrt{3}} = \frac{|S_b|_{3\Phi}}{\sqrt{3}|V_b|_{3\Phi}} = |I_b|_{3\Phi}$$

$$|Z_b|_{1\Phi} = \frac{|V_b|_{1\Phi}^2}{|S_b|_{1\Phi}} = \frac{|V_b|_{3\Phi}^2/3}{|S_b|_{3\Phi}/3} = \frac{|V_b|_{3\Phi}^2}{|S_b|_{3\Phi}} = |Z_b|_{3\Phi}$$

ΟΡΙΣΜΟΣ ΒΑΣΕΩΝ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ποσότητα	Μονοφασικό σύστημα	Τριφασικό σύστημα	Τριφασικό σύστ. που αναλύεται ανά φάση
Τάση	$\lvert V_b\rvert_{1\Phi}$	$\lvert V_b\rvert_{3\Phi}$	$\lvert V_b\rvert_{1\Phi}=\dfrac{\lvert V_b\rvert_{3\Phi}}{\sqrt{3}}$
Ισχύς	$\lvert S_b\rvert_{1\Phi}$	$\lvert S_b\rvert_{3\Phi}$	$\lvert S_b\rvert_{1\Phi}=\dfrac{\lvert S_b\rvert_{3\Phi}}{3}$
Ρεύμα	$\lvert I_b\rvert_{1\Phi}=\dfrac{\lvert S_b\rvert_{1\Phi}}{\lvert V_b\rvert_{1\Phi}}$	Πολικό: $\lvert I_b\rvert_{3\Phi}=\dfrac{\lvert S_b\rvert_{3\Phi}}{\sqrt{3}\lvert V_b\rvert_{3\Phi}}$ Φασικό Υ συνδεσμολ.: $\lvert I_b^Y\rvert_{3\Phi}=\lvert I_b\rvert_{3\Phi}$ ~~Φασικό Δ συνδεσμολ.:~~ $\cancel{\lvert I_b^\Delta\rvert_{3\Phi}=\dfrac{\lvert I_b\rvert_{3\Phi}}{\sqrt{3}}}$	$\lvert I_b\rvert_{1\Phi}=\lvert I_b\rvert_{3\Phi}$ $=\lvert I_b^Y\rvert_{3\Phi}$ $=\sqrt{3}\lvert I_b^\Delta\rvert_{3\Phi}$
Αντίσταση	$\lvert Z_b\rvert_{1\Phi}=\dfrac{\lvert V_b\rvert_{1\Phi}^2}{\lvert S_b\rvert_{1\Phi}}$	Υ φορτίο: $\lvert Z_b^Y\rvert_{3\Phi}=\dfrac{\lvert V_b\rvert_{3\Phi}^2}{\lvert S_b\rvert_{3\Phi}}$ ~~Δ φορτίο:~~ $\cancel{\lvert Z_b^\Delta\rvert_{3\Phi}=3\lvert Z_b^Y\rvert_{3\Phi}}$	$\lvert Z_b\rvert_{1\Phi}=\lvert Z_b^Y\rvert_{3\Phi}$ $=\dfrac{\lvert Z_b^\Delta\rvert_{3\Phi}}{3}$

ΣΧΕΣΕΙΣ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΤΙΜΩΝ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ

V_p : *φασική τάση*

V_L : *πολική τάση*

$S_{1\Phi}$: *μονοφασική ισχύς*

$S_{3\Phi}$: *τριφασική ισχύς*

$$(S_{3\Phi})_{pu} = \frac{S_{3\Phi}}{|S_b|_{3\Phi}} = \frac{3S_{1\Phi}}{3|S_b|_{1\Phi}} = \frac{S_{1\Phi}}{|S_b|_{1\Phi}} = (S_{1\Phi})_{pu}$$

$$(V_L)_{pu} = \frac{V_L}{|V_b|_{3\Phi}} = \frac{\sqrt{3}V_p}{\sqrt{3}|V_b|_{1\Phi}} = \frac{V_p}{|V_b|_{1\Phi}} = (V_p)_{pu}$$

$$(I_p^Y)_{pu} = \frac{I_p^Y}{|I_b^Y|_{3\Phi}} = \frac{I_L}{|I_b|_{3\Phi}} = (I_L)_{pu}$$

$$(I_p^{\Delta})_{pu} = \frac{I_p^{\Delta}}{|I_b^{\Delta}|_{3\Phi}} = \frac{I_L/\sqrt{3}}{|I_b|_{3\Phi}/\sqrt{3}} = \frac{I_L}{|I_b|_{3\Phi}} = (I_L)_{pu}$$

$$(Z_p^{Y})_{pu} = \frac{Z_p^{Y}}{|Z_b^{Y}|_{3\Phi}} = \frac{Z_{1\Phi}}{|Z_b|_{1\Phi}} = (Z_{1\Phi})_{pu}$$

$$(Z_p^{\Delta})_{pu} = \frac{Z_p^{\Delta}}{|Z_b^{\Delta}|_{3\Phi}} = \frac{3Z_{1\Phi}}{3|Z_b|_{1\Phi}} = \frac{Z_{1\Phi}}{|Z_b|_{1\Phi}} = (Z_{1\Phi})_{pu}$$

ΑΛΛΑΓΗ ΒΑΣΕΩΝ

$$Z_{pu}^{old}: \quad |S_b^{old}|, |V_b^{old}|$$

$$Z_{pu}^{new}: \quad |S_b^{new}|, |V_b^{new}|$$

$$\boxed{Z_{pu}^{new} = Z_{pu}^{old} \frac{|Z_b^{old}|}{|Z_b^{new}|} = Z_{pu}^{old} \frac{|V_b^{old}|^2}{|V_b^{new}|^2} \frac{|S_b^{new}|}{|S_b^{old}|}}$$

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΟΥ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕ ΤΟ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΣΤΗΜΑ

Βήμα 1ο: *Επιλογή τριφασικών βάσεων ισχύος και τάσης. Υπολογισμός βάσεων τάσης, ισχύος, ρεύματος και αντίστασης μονοφασικού ισοδυνάμου.*

Βήμα 2ο: *Σχηματισμός του ανά μονάδα μονοφασικού ισοδυνάμου κυκλώματος.*

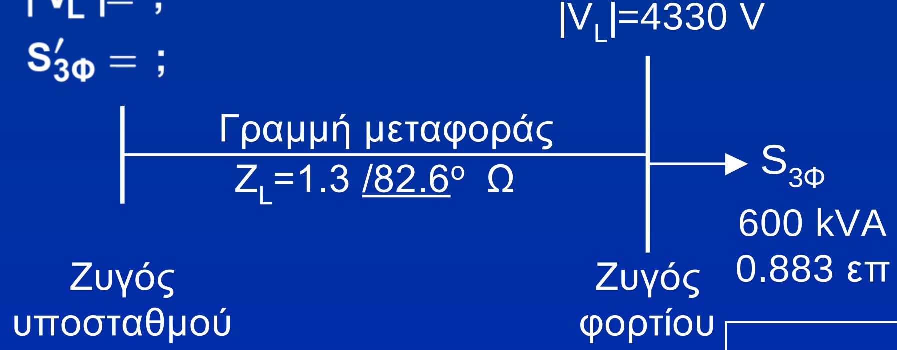
Βήμα 3ο: *Επίλυση του ανά μονάδα μονοφασικού ισοδυνάμου κυκλώματος χρησιμοποιώντας τις γνωστές μεθόδους επίλυσης κυκλωμάτων.*

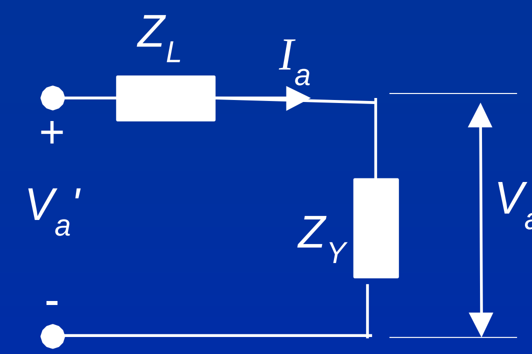
Βήμα 4ο: *Μετατροπή αποτελεσμάτων σε πραγματικές τιμές πολλαπλασιάζοντας τις ανά μονάδα τιμές με τις βάσεις.*

Παράδειγμα (I)

$|V_L| = \,;$

$S'_{3\Phi} = \,;$





$$|S_b|_{3\Phi} = 1200 \text{ kVA}$$

$$|V_b|_{3\Phi} = 4.33 \text{ kV}$$

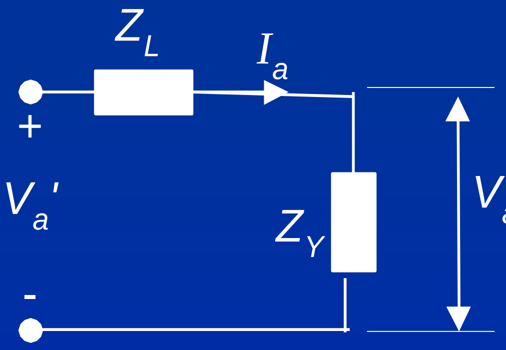
$$|S_b|_{1\Phi} = \frac{|S_b|_{3\Phi}}{3} = \frac{1200}{3} = 400 \text{ kVA}$$

$$|V_b|_{1\Phi} = \frac{|V_b|_{3\Phi}}{\sqrt{3}} = \frac{4.33}{\sqrt{3}} = 2.5 \text{ kV}$$

$$|I_b|_{1\Phi} = \frac{|S_b|_{1\Phi}}{|V_b|_{1\Phi}} = \frac{0.4}{2.5} = 0.16 \text{ kA} = |I_b|_{3\Phi}$$

$$|Z_b|_{1\Phi} = \frac{|V_b|_{1\Phi}^2}{|S_b|_{1\Phi}} = \frac{(2.5)^2}{0.4} = 15.625 \;\Omega = |Z_b|_{3\Phi}$$

Παράδειγμα (II)



$$(V_a)_{pu} = \frac{V_a}{|V_b|_{1\Phi}} = \frac{(4.33/\sqrt{3})\angle 0^\circ}{2.5} = 1\angle 0^\circ \text{ pu}$$

$$(S_{1\Phi})_{pu} = \frac{S_{3\Phi}/3}{|S_b|_{1\Phi}} = \frac{200\angle +\cos^{-1}(0.883)}{400} = 0.5\angle 28^\circ \text{ pu}$$

$$(I_a)_{pu} = \frac{(S_{1\Phi})^*_{pu}}{(V_a)^*_{pu}} = \frac{0.5\angle -28^\circ}{1\angle 0^\circ} = 0.5\angle -28^\circ \text{ pu}$$

$$(Z_L)_{pu} = \frac{Z_L}{|Z_b|_{1\Phi}} = \frac{1.3\angle 82.6^\circ}{15.625} = 0.0832\angle 82.6^\circ \text{ pu}$$

$$(V_a')_{pu} = (V_a)_{pu} + (Z_L)_{pu}(I_a)_{pu} = 1\angle 0^\circ + 0.0832\angle 82.6^\circ \text{x} 0.5\angle -28^\circ = 1.0246\angle 1.9^\circ \text{ pu}$$

$$(S_{1\Phi}')_{pu} = (V_a')_{pu}(I_a)^*_{pu} = 1.0246\angle 1.9^\circ \text{x} 0.5\angle 28^\circ = 0.5123\angle 29.9^\circ = 0.444 + j0.2553 \text{ pu}$$

Πολικη ταση $|V_L'| = (|V_p'|)_{pu} \text{x} |V_b|_{3\Phi} = 1.0246\text{x}4330 = \underline{4436.5 \text{ V}}$

Τριφασικη ισχυς $S_{3\Phi}' = (S_{1\Phi}')_{pu} \text{x} |S_b|_{3\Phi} = (0.444 + j0.2553)\text{x}1200 = \underline{532.8 \text{ kW} + j306.36 \text{ kVar}}$