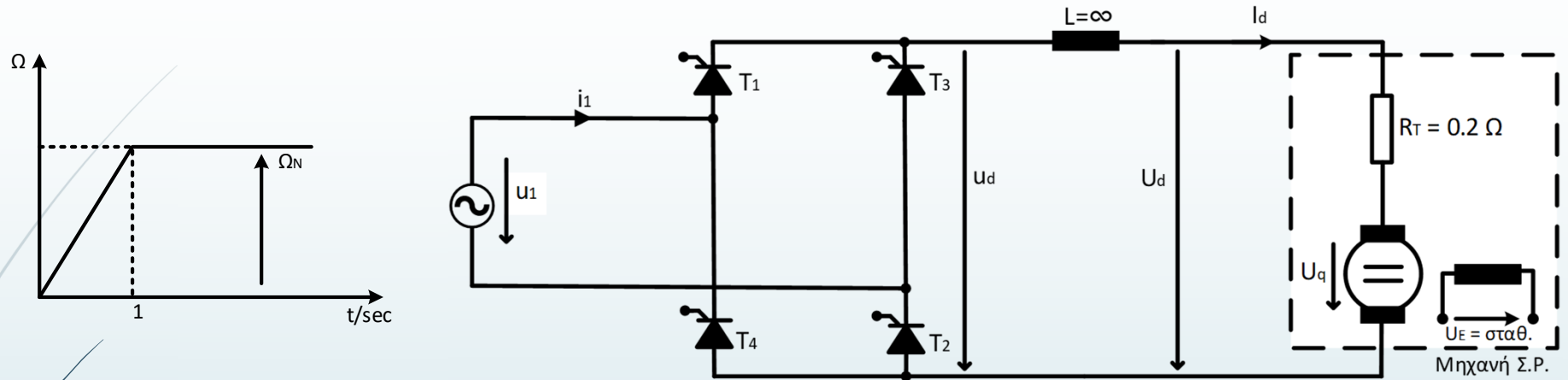


Άσκηση 6: Επιτάχυνση μηχανής Σ.Π.



Δίκτυο 220 Vrms, 50 Hz. Τα ονομαστικά στοιχεία της μηχανής Σ.Π. είναι:

$$U_1 = \sqrt{2} * 220 \sin \omega t [V], U_{dN} = 150V, n_N = 1000 [1/\text{min}], R_T = 0.2 \Omega, I_{dN} = 30A$$

Ζητούμενα:

- 6.1 Να βρεθούν η ονομαστική ταχύτητα Ω_N και η ονομαστική ροπή M_N .
- 6.2 Η μηχανή πρέπει να επιταχυνθεί σύμφωνα με το διάγραμμα $\Omega=f(t)$ και υπό ροπή $M = M_N$. Να βρεθεί η συνάρτηση ελέγχου $\alpha=\alpha(t)$ (α = γωνία έναυσης).
- 6.3 Για $\Omega=\Omega_N$ να υπολογισθεί η γωνία έναυσης α_N και να σχεδιασθεί η τάση $U_d(t)$.
- 6.4 Για $\alpha=\alpha_N$ να σχεδιασθεί το ρεύμα $i_1(\omega t)$ στο ίδιο διάγραμμα με την τάση $u_1(\omega t)$ και να υπολογισθεί η μέση και η ενεργός τιμή αυτού.
- 6.5 Για $\alpha=\alpha_N$ να υπολογισθεί η ενεργός, η άεργος και η φαινόμενη ισχύς της πηγής.
- 6.6 Δικαιολογήσατε την ύπαρξη της αέργου ισχύος.

6.1

- Υπολογισμός ονομαστικής ταχύτητας

$$\Omega_N = \frac{2\pi n_N}{60} = \frac{2\pi * 1000}{60} \cong 104.72[\text{rad/sec}]$$

- Υπολογισμός ονομαστικής ροπής

$$P_{dN} = U_{dN} I_{dN} = 150 * 30 = 4,5[\text{kW}] \quad \text{και} \quad P_{\alpha\pi,\eta\lambda} = I_{dN}^2 R_T = 30^2 * 0.2 = 180[\text{W}]$$

Αν θεωρήσουμε αμελητέες τις μηχανικές απώλειες τότε:

$$P_{dN} = P_N + P_{\alpha\pi,\eta\lambda} + \cancel{P_{\alpha\pi,\mu\eta\chi}} \Rightarrow 4500 = P_N + 180 \Rightarrow P_N = 4320[\text{W}]$$

$$M_{\alpha\pi,N} = \frac{P_{\alpha\pi,\mu\eta\chi,N}}{\Omega_N} \cong 0$$

$$\text{Οπότε τελικά η ροπή στον άξονα:} \quad P_N = M_N \Omega_N \Rightarrow M_N = \frac{4320}{104.72} \cong 42.253[\text{Nm}]$$

$$\text{και} \quad M_{e,N} = \cancel{M_{\alpha\pi,N}} + M_N = 42.253[\text{Nm}]$$

6.2

Από το διάγραμμα της ταχύτητας προκύπτει: $\Omega(t) = \Omega_N t = 104.72t [\text{rad/sec}]$

$$\text{Όμως } \Omega = \frac{U_d}{C\Phi} - \frac{R_T}{(C\Phi)^2} * M \quad \text{άρα για } M=M_N$$

$$M_{eN} = C\Phi I_N \Rightarrow C\Phi_N = \frac{41.235}{30} \cong 1.375 \text{ Vsec} \quad \text{ΟΠΟΤΕ}$$

$$104.72t = \frac{U_d(t)}{1.375} - \frac{0.2}{(1.375)^2} * 41.253 \Rightarrow U_d(t) \cong 144t + 6 [\text{V}]$$

για $t=1\text{sec}$, $U_d=144*1+6=150\text{V}=U_{dN}$, $\Omega(t) = \Omega_N$

$$U_d(t) = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_{1,rms} * \cos(a(t)) \Rightarrow a(t) = \cos^{-1} \left(\frac{\pi}{2\sqrt{2}} * \frac{6 + 144t}{220} \right) \Rightarrow$$

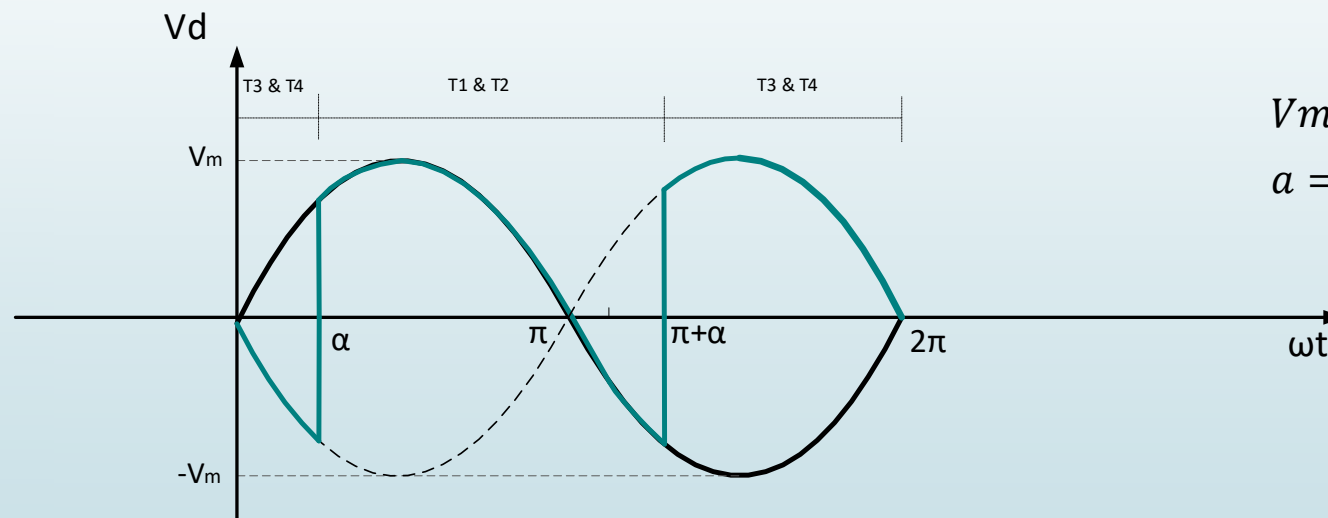
$a(t) = \cos^{-1}(0.03 + 0.727t)$, η συνάρτηση ελέγχου.

6.3

Για $\Omega = \Omega_N$, $U_d = U_{dN} = 150V$ άρα

$$U_{dN} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_{1,rms} * \cos a_N \Rightarrow a_N = \cos^{-1} \left(\frac{\pi}{2\sqrt{2}} * \frac{150}{220} \right) \cong 40.8^\circ$$

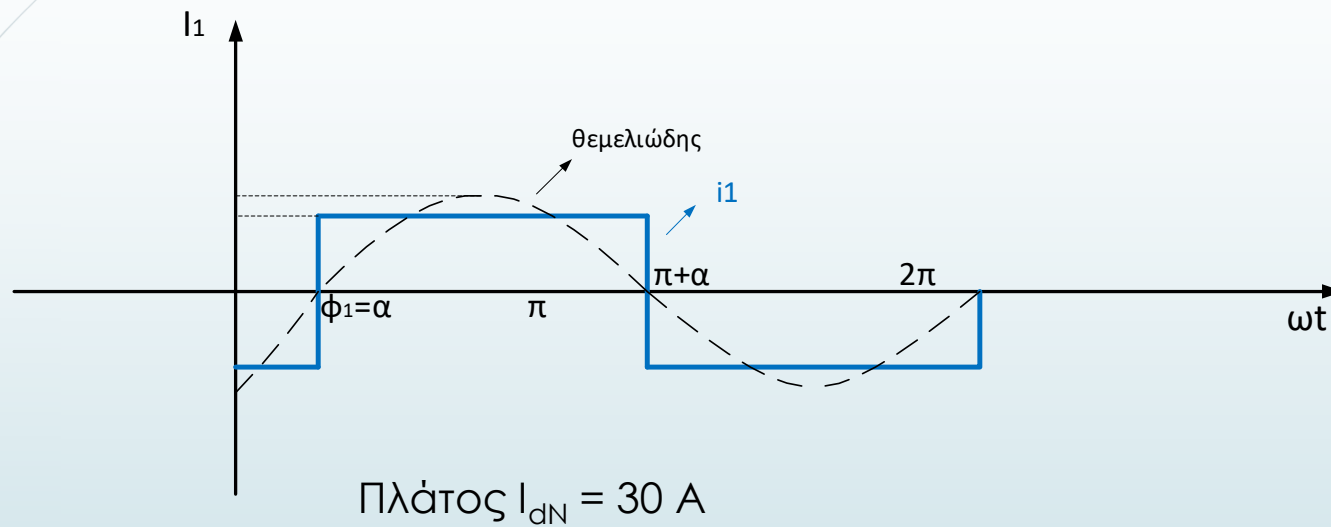
Άρα η τάση U_d θα είναι ως εξής:



$$V_m = \sqrt{2} * 220V$$

$$a = a_N = 40.8^\circ$$

6.4



- RMS τιμή του ρεύματος εισόδου: $I_{1,rms} = \bar{I}_d = 30 \text{ A}$
- RMS τιμή της θεμελιώδους αρμονικής: $I_{\theta 1,rms} = \frac{4\bar{I}_d}{\pi\sqrt{2}} = \frac{4 * 30}{\pi\sqrt{2}} \cong 13,5 \text{ A}$

6.5

- Ενεργός Ισχύς: $P_s = P_{dN} = 4.5 \text{ kW}$
- Φαινόμενη Ισχύς: $S_s = U_{1,rms} I_{1,rms} = 220 * 30 = 6.6 \text{ kVA}$

- Άεργος Ισχύς:

$$\text{pf} = \frac{P_s}{S_s} = 0,6818$$

$$Q_s = \sqrt{S_s^2 - P_s^2} = 4.8 \text{ kVAr}$$

6.6

Η ύπαρξη αέργου ισχύος οφείλεται στη μη γραμμική λειτουργία της γέφυρας ανόρθωσης.