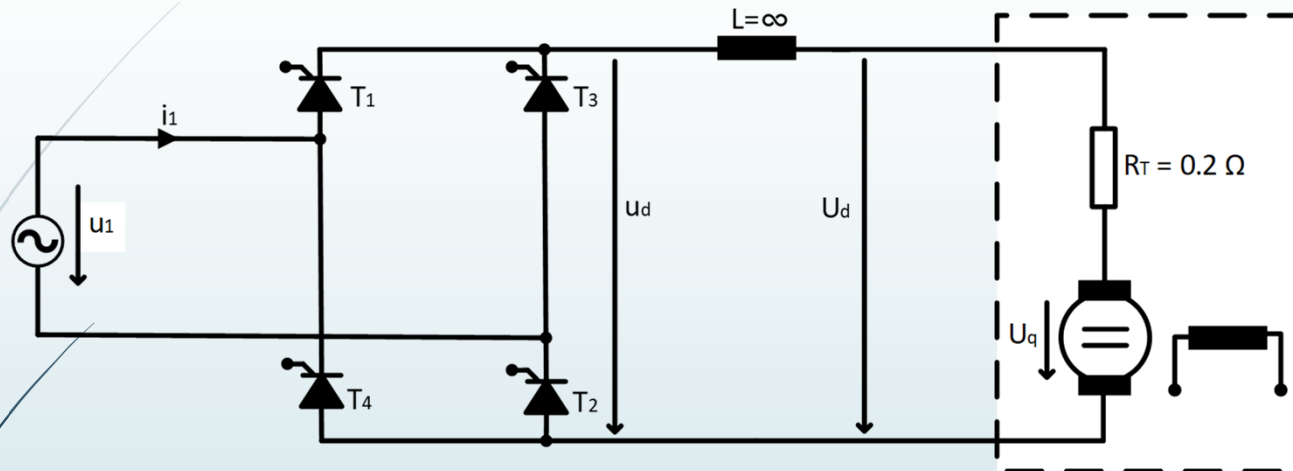


## Άσκηση 5: Έλεγχος μηχανής συνεχούς ρεύματος μέσω μονοφασικής γέφυρας.

Δεδομένα:



Μια μηχανή ξένης διεγέρσεως τροφοδοτείται από μια γέφυρα με θυρίστορ. Η ονομαστική τάση είναι  $U_N = 100V$ , η ονομαστική ισχύς  $P_N = 8kW$  και ο ονομαστικός αριθμός στροφών  $n_N = 1000 \text{ 1/min}$ .

Ζητούμενα (Δίκτυο 220 Vrms, 50 Hz):

- 5.1 Εάν ο συντελεστής αποδόσεως είναι  $\eta_N = 80\%$ , να υπολογισθεί η γωνία έναυσης  $\alpha_N$ , το ρεύμα για το οποίο πρέπει να αντέχει ένα θυρίστορ και ο συντελεστής ισχύος της πηγής.
- 5.2 Να σχεδιασθούν για  $\alpha_N$  τα μεγέθη  $u_1(\omega t)$ ,  $i_1(\omega t)$ , και  $u_d(\omega t)$  το ένα κάτω από το άλλο.
- 5.3 Εάν η μηχανή Σ.Ρ. λειτουργήσει ως γεννήτρια (στρέφεται από κάποια κινητήρια μηχανή) με εσωτερική τάση  $U_q = 110V$ , να υπολογισθούν οι τιμές της γωνίας  $\alpha$ , για την οποία έχουμε ονομαστικό ρεύμα.
- 5.4 Να βρεθεί η γωνία  $\alpha_0$ , υπό την οποία γίνεται η εκκίνηση της μηχανής ως κινητήρας με ονομαστικό ρεύμα.

## 5.1

- Υπολογισμός ονομαστικής γωνίας έναυσης  $\alpha_N$ :

$$\eta_N = \frac{P_N}{P_{dN}} = 0.8 \Rightarrow P_{dN} = 8 * 10^3 / 0.8 = 10kW$$

$$P_{dN} = U_{dN}I_{dN} \Rightarrow I_{dN} = \frac{10 * 10^3}{100} = 100A$$

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

$$M_N = \frac{P_N}{\Omega_N} = \frac{8 * 10^3}{104.72} \cong 76.39Nm$$

$$P_{\alpha\pi,\eta\lambda} = I_{dN}^2 R_T = 2kW$$

$$P_{dN} = P_N + P_{\alpha\pi,\eta\lambda} + P_{\alpha\pi,\mu\eta\chi} \Rightarrow P_{\alpha\pi,\mu\eta\chi} = 0$$

Έχουμε μηδενικές μηχανικές απώλειες άρα και η ροπή τριβών:

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

Άρα η ηλεκτρική ροπή:

$$M_{e,N} = \cancel{M_{\alpha\pi,N}} + M_N = 76.39Nm$$

$$M_{e,N} = C\Phi I_{dN} \Rightarrow C\Phi \cong 0.7639Vsec$$

Οπότε τελικά:

$$\Omega = \frac{U_d}{C\Phi} - \frac{R_T}{(C\Phi)^2} M_{e,N} \Rightarrow 104.72 = \frac{U_d}{0.7639} - \frac{0.2}{0.7639^2} * 76.39 \Rightarrow U_d = 100V$$

$$\text{Άρα } U_d = \frac{2\sqrt{2} * U_1}{\pi} \cos\alpha_N \Rightarrow \alpha_N \cong 59.7^\circ$$

- Υπολογισμός ρεύματος αντοχής του θυρίστορ:

Το ρεύμα τυμπάνου είναι πλήρως εξομαλυμένο, άρα μπορεί να θεωρηθεί συνεχές και σταθερής τιμής. Συνεπώς, το ρεύμα για το οποίο πρέπει να αντέχει το θυρίστορ είναι  $I_{T1} = I_d/2$  (η μέση τιμή του ρεύματος τυμπάνου). Οπότε το ρεύμα αντοχής του θυρίστορ:

$$I_{T1} = I_N/2 = 50A$$

- Συντελεστής ισχύος πηγής:

$$PF = \frac{V_s I_{s1} \cos \varphi_1}{V_s I_s}$$

$I_{s1}$ : RMS τιμή της θεμελιώδους του ρεύματος εισόδου

$I_s$ : RMS τιμή του ρεύματος εισόδου

$V_s$ : RMS τιμή της τάσης εισόδου

$\varphi_1$ : η διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης εισόδου και της θεμελιώδους αρμονικής του ρεύματος εισόδου.

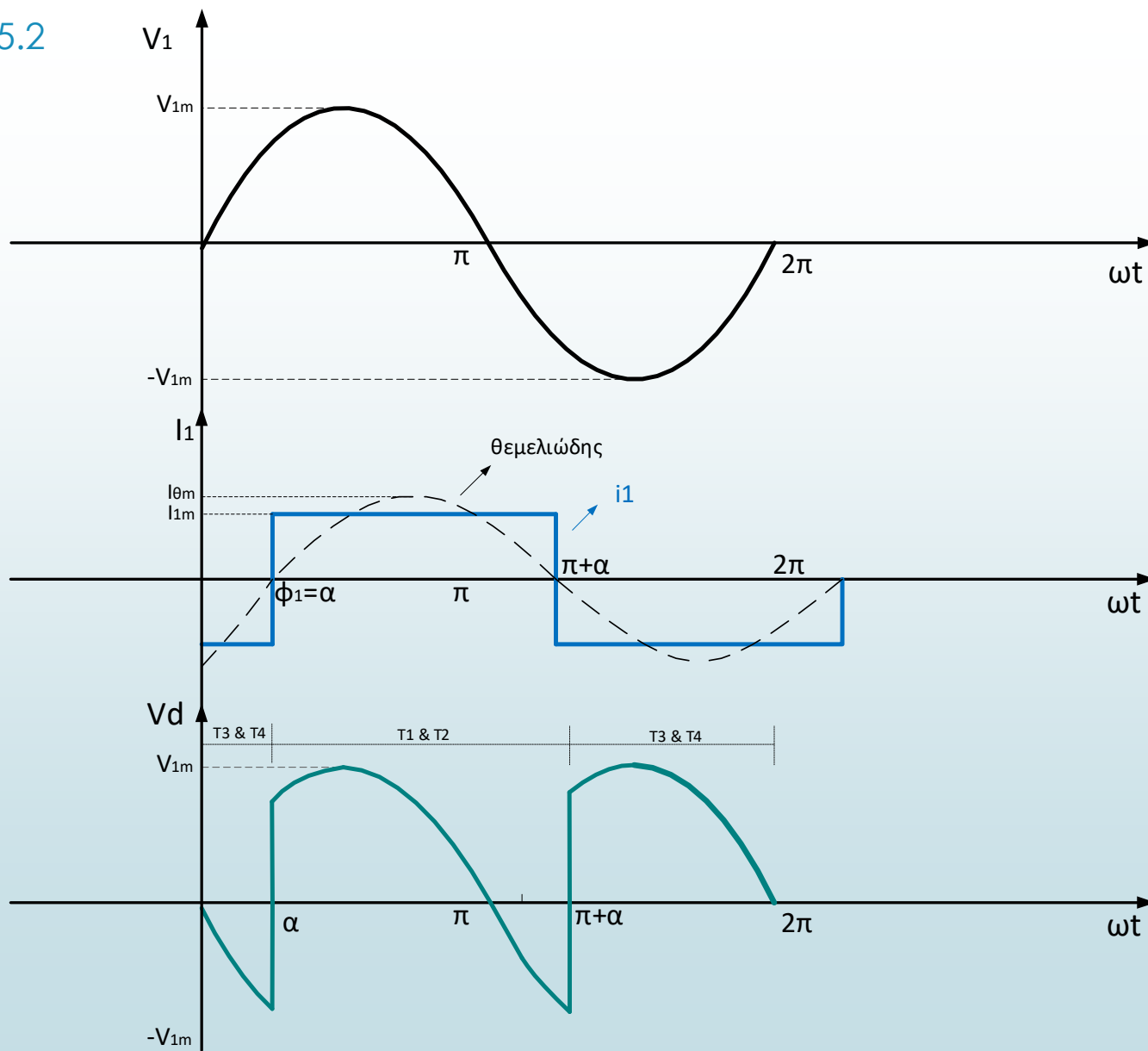
Στην περίπτωση που το ρεύμα εξόδου της ανόρθωσης είναι συνεχές και σταθερής τιμής  $I_d$ , η  $\varphi_1$  ισούται με τη γωνία έναυσης του θυρίστορ.

Εάν υποθέσουμε ιδανικούς ημιαγωγούς, τότε ισχύει:

$$P_{1,s} = \overline{P_d} \Rightarrow P_{1,s} = V_s I_{1,s} \cos \varphi_1 = \overline{U_d I_d}$$

Άρα τελικά: 
$$PF = \frac{V_s I_{s1} \cos \varphi_1}{V_s I_s} = \frac{\overline{U_d I_d}}{U_1 \overline{I_d}} = \frac{100}{220} \cong 0.455$$

5.2



$$I_{1m} = \bar{I}_d$$

$$I_{\theta m} = \frac{4\bar{I}_d}{\pi}$$

### 5.3

- Υπολογισμός γωνίας έναυσης για  $U_q = 110V$  (γεννήτρια)

$$U_d = I_d R_T - U_q = -90V$$

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}U_1 \cos\alpha}{\pi} \Rightarrow \alpha = 117^\circ$$

### 5.4

Πρέπει για  $\Omega = 0$ ,  $I_\delta = I_{\delta N} = 100 A$

$$U_d = R_T I_d = 20 V$$

$$\cos\alpha_0 = \frac{\pi U_d}{2\sqrt{2}U_1} \rightarrow \alpha_0 = 84,2^\circ$$