

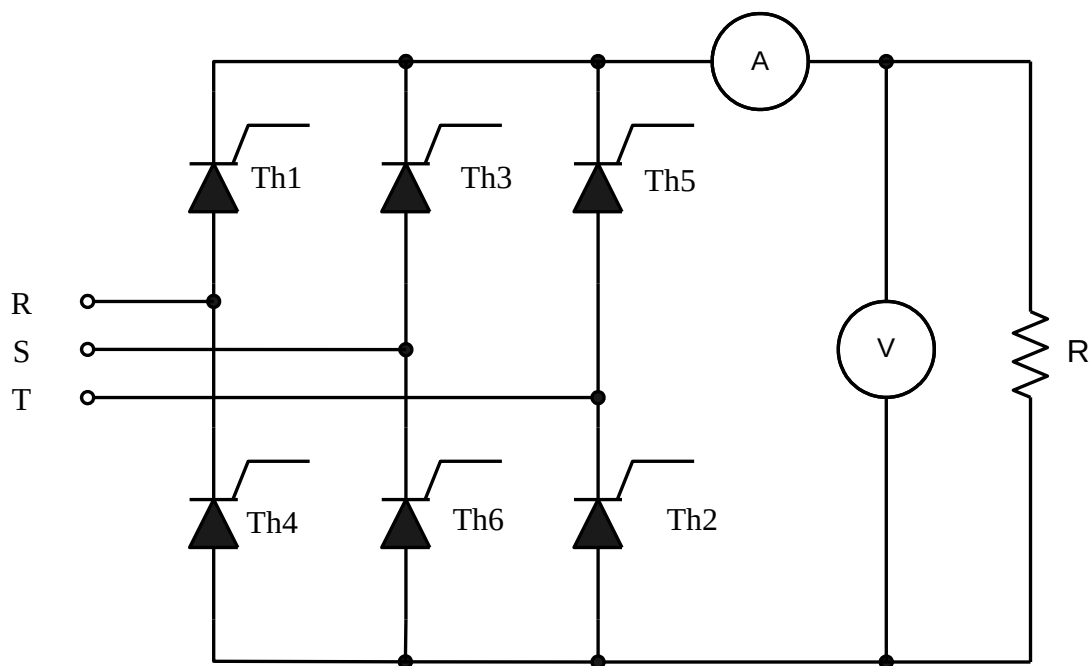
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΙΣΧΥΟΣ

ΑΣΚΗΣΗ 5^η

ΤΡΙΦΑΣΙΚΗ ΠΛΗΡΩΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΓΕΦΥΡΑ

1.ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

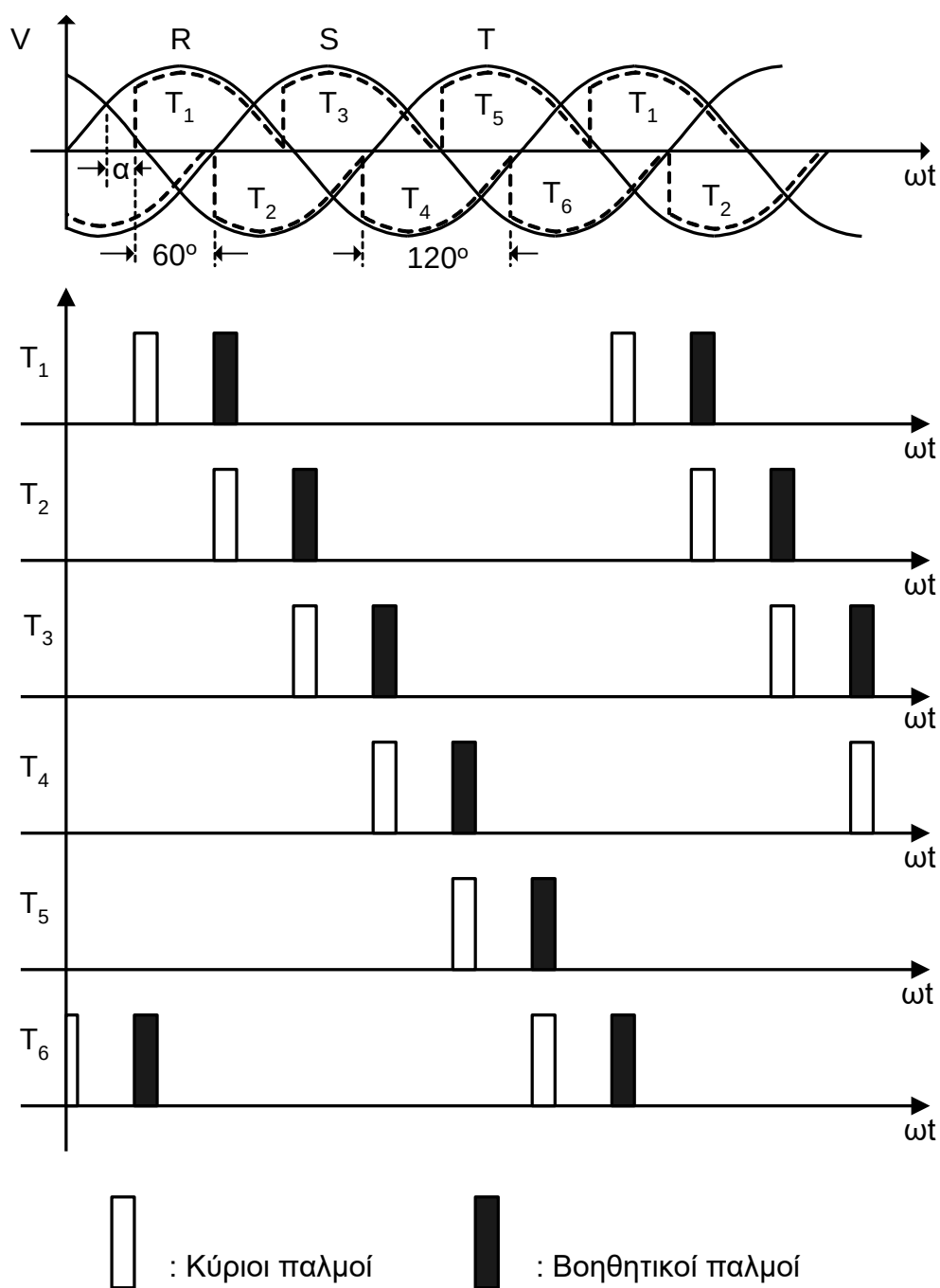
Ο πλήρως ελεγχόμενος τριφασικός μετατροπέας έξι θυρίστορ (Σχ.1), υπερισχύει όλων των υπολοίπων ανορθωτικών διατάξεων ελεγχόμενης φάσης, τόσο από άποψη ισχύος εξόδου όσο και από ποιότητα της ανορθωμένης τάσεως. Είναι μετατροπέας δύο τεταρτημορίων δηλαδή μπορεί με κατάλληλες συνθήκες εκτός της λειτουργίας ανορθωτή να έχουμε και λειτουργία αντιστροφέα (γωνία έναυσης $>90^\circ$ και ενεργητικό φορτίο στη πλευρά του συνεχούς), πράγμα το οποίο σημαίνει ροή ισχύος από την πλευρά του Σ.Ρ. στην πλευρά του Ε.Ρ.



Σχ.1. : Τριφασικός μετατροπέας ελεγχόμενης φάσης έξι θυρίστορ

Η αρίθμηση των διακοπτικών στοιχείων (θυρίστορ) γίνεται με βάση την χρονική διαδοχή λειτουργίας των. Στην περίπτωση της συνεχούς αγωγής κάθε θυρίστορ άγει για διάστημα 120° . Σε κάθε χρονική στιγμή άγουν δύο θυρίστορ, ένα από την πάνω και ένα από την κάτω ημιγέφυρα (T₁, T₃, T₅ και T₄, T₆, T₂ αντίστοιχα).

Είναι προφανές ότι τα δύο υπό αγωγή διακοπτικά στοιχεία δεν πρέπει να ανήκουν στον ίδιο κλάδο γιατί έτσι βραχυκυκλώνεται ο μετατροπέας. Στο Σχ.2. φαίνονται για τυχαία γωνία έναυσης " α ", τα διαστήματα αγωγής των θυρίστορ σε σχέση με την τριφασική τάση εισόδου, καθώς και οι αντίστοιχοι παλμοί έναυσης του κυκλώματος οδήγησης.



Σχ.2. Διαστήματα αγωγής και παλμοί έναυσης των θυρίστορ για τυχαία γωνία έναυσης.

Από το ανωτέρω σχήμα είναι προφανές ότι για την εκκίνηση της διάταξης (ταυτόχρονη παλμοδότηση δύο θυρίστορ), είναι απαραίτητη εκτός των κύριων παλμών και η χρησιμοποίηση των βοηθητικών παλμών έναυσης. Επίσης τόσο οι κύριοι όσο και οι βοηθητικοί παλμοί, δύο διαδοχικών προς έναυση θυρίστορ, διαφέρουν μεταξύ τους κατά 60° . Η ανορθωμένη τάση εξόδου αποτελείται από έξι ημιτονικά τόξα ανά περίοδο της εναλλασσόμενης τάσεως εισόδου και ως εκ τούτου η θεμελιώδης συνιστώσα της τάσης αυτής έχει συχνότητα εξαπλάσια της συχνότητας της τάσης εισόδου. Ο συγχρονισμός του κυκλώματος οδήγησης με το δίκτυο (μέτρηση της γωνίας " α "), γίνεται στα σημεία τομής των τριών τάσεων.

Στη περίπτωση καθαρά ωμικού φορτίου η περιοχή μεταβολής της γωνίας έναυσης είναι, $0 \leq \alpha \leq 120^\circ$. Για γωνίες έναυσης μεγαλύτερες των 60° ($60^\circ \leq \alpha \leq 120^\circ$), έχουμε ασυνεχή αγωγή καθ' όσον το ρεύμα στο απερχόμενο θυρίστορ μηδενίζεται πριν δοθεί παλμός στο επόμενο.

Στο Σχ.3. απεικονίζονται οι κυματομορφές της τάσης εξόδου για τέσσερις διαφορετικές τιμές της γωνίας έναυσης.

Η μέση και η ενεργός τιμή της τάσης εξόδου στη περίπτωση του καθαρά ωμικού φορτίου, για τις δύο περιοχές λειτουργίας που προαναφέραμε είναι:

Συνεχής αγωγή ($0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$)

Η μέση τιμή της τάσης εξόδου δίνεται από τη σχέση:

$$V_{L,av} = \frac{3}{\pi} \int_{\alpha+30^\circ}^{\alpha+90^\circ} V_m \sin \omega t d\omega t = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} \cos \alpha$$

Αντίστοιχα η ενεργός τιμή της τάσης στο φορτίο είναι:

$$V_{L,rms} = \frac{\sqrt{3}V_m}{2} \left(\frac{2\pi + 3\sqrt{3} \cos 2\alpha}{\pi} \right)^{1/2} \text{ όπου :}$$

$$V_m = \sqrt{2}V_{rms} = \sqrt{2} \cdot \left(\frac{V_{LL,rms}}{\sqrt{3}} \right). V_m \text{ είναι η μέγιστη τιμή της φασικής τάσης εισόδου και}$$

$V_{LL,rms}$, η ενεργός τιμή της τάσης εισόδου.

Ασυνεχής αγωγή ($60^\circ \leq \alpha \leq 120^\circ$)

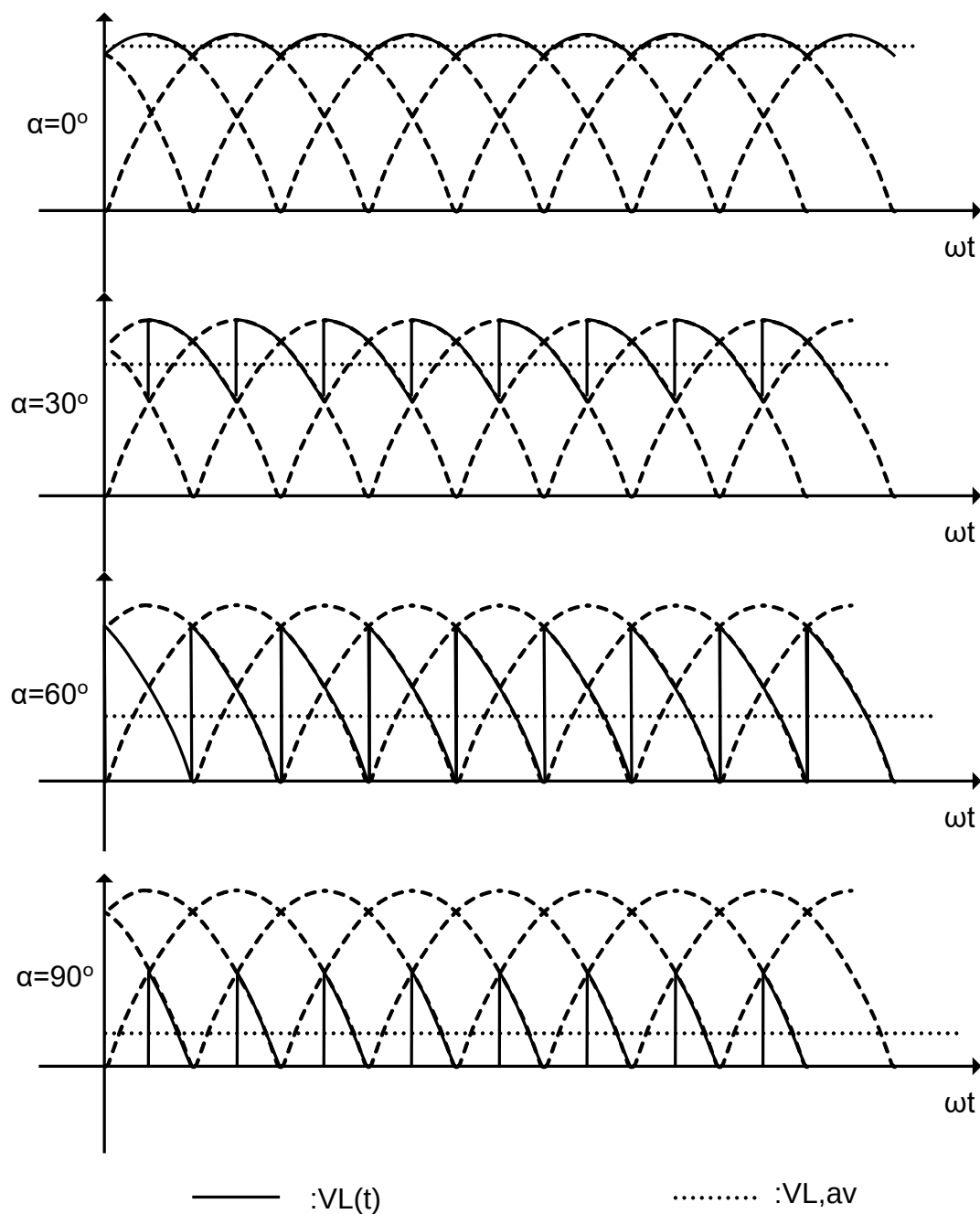
Η μέση τιμή της τάσης εξόδου δίνεται από τη σχέση:

$$V_{L,av} = \frac{3}{\pi} \int_{\alpha+30^\circ}^{150^\circ} V_m \sin \omega t d\omega t = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} [1 + \cos(\alpha + 60^\circ)]$$

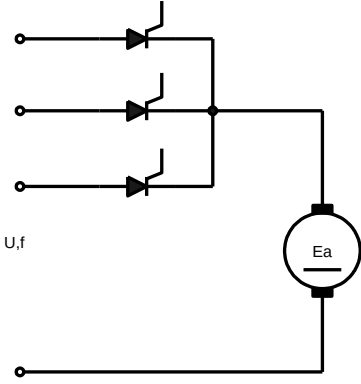
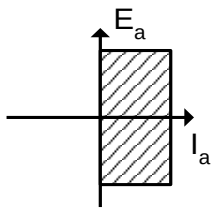
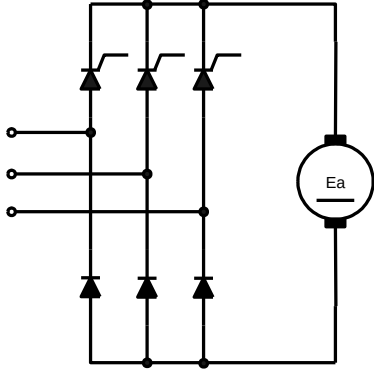
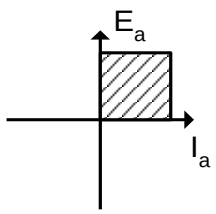
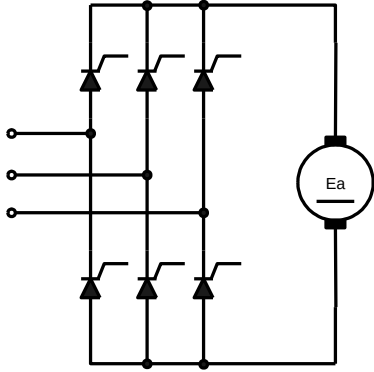
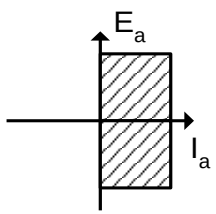
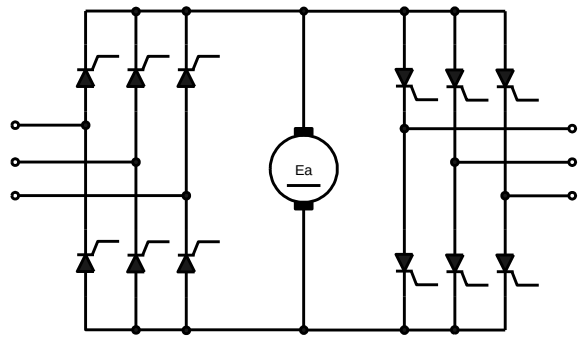
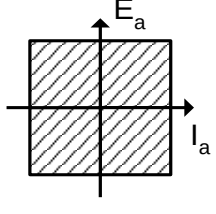
Αντίστοιχα η ενεργός τιμή της τάσης στο φορτίο είναι:

$$V_{L,rms} = \frac{\sqrt{3}V_m}{2} \left[\frac{4\pi - 6\alpha - 3\sin(2\alpha - 60^\circ)}{\pi} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Η μέση και η ενεργός τιμή του ρεύματος στο φορτίο υπολογίζεται από το νόμο του Ωμ.



Σχ.3. : Κυματομορφές της τάσης εξόδου για διάφορες γωνίες έναυσης.

ΚΥΚΛΩΜΑ	ΤΥΠΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	ΤΕΤΑΡΤΗΜΟΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
	3Φ ΑΝΩΡΘΩΣΗ ΗΜΙΣΩΣ ΚΥΜΑΤΟΣ	ΕΩΣ 50Hp	3f	
	3Φ ΗΜΙΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΓΕΦΥΡΑ	ΕΩΣ 150Hp	3f	
	ΠΛΗΡΩΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ 3Φ ΓΕΦΥΡΑ	ΕΩΣ 150Hp	6f	
	ΔΙΠΛΟΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ 3Φ	ΕΩΣ 150Hp	6f	

Σχ.4. Τριφασικές διατάξεις ελεγχόμενης φάσης.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία της τριφασικής πλήρως ελεγχόμενης ανορθωτικής γέφυρας έξι θυρίστορ.
2. Εφαρμόστε τάση εισόδου 70V (rms) και συνδέστε ωμικό φορτίο ($R=47\Omega$).
3. Παρατηρήστε και αποτυπώστε την κυματομορφή τάσης στο φορτίο και προσδιορίστε τη γωνία ασυνεχούς ροής ρεύματος.
4. Για 10 διαφορετικές τιμές της γωνίας έναυσης και διατηρώντας σταθερό το φορτίο καθώς και την τάση της πηγής, καταγράψτε τις τιμές τάσης και ρεύματος στο φορτίο (μέσες και ενεργές).
5. Υπολογίστε την ισχύ του φορτίου με βάση τις συνολικές ενεργές τιμές των μετρήσεων τάσης και ρεύματος με βάση τις σχέσεις:

$$V_{rms} = \sqrt{(V_{DC})^2 + (V_{AC, rms})^2}$$

$$I_{rms} = \sqrt{(I_{DC})^2 + (I_{AC, rms})^2}$$

$$P_{rms} = (V_{rms})(I_{rms})$$

6. Υπολογίστε τις αντίστοιχες θεωρητικές τιμές (μέσες και ενεργές) της τάσης στο φορτίο.
7. Υπολογίστε την ισχύ του φορτίου με βάση τις θεωρητικές ενεργές τιμές της τάσης και της αντίστασης του φορτίου με βάση τη σχέση:
$$P_L = (V_{L, rms})^2 / R$$
8. Σχεδιάστε τις παρακάτω συναρτήσεις σε κοινούς άξονες για τις αντίστοιχες θεωρητικές και πειραματικές τιμές.

- $V_{L, av} = f(\alpha)$
- $V_{L, rms} = f(\alpha)$
- $P_{L, rms} = f(\alpha)$
- $r = f(\alpha)$

ΑΣΚΗΣΗ 5^η

ΤΡΙΦΑΣΙΚΗ ΠΛΗΡΩΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΓΕΦΥΡΑ

Όνομ/μο:

Ομάδα:

Ημερομηνία παράδοσης:

2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι												
	Μετρήσεις				Υπολογισμοί							
α°	$V_{L,DC}$	$V_{L,AC}$	I_{DC}	I_{AC}	$V_{L,av}$	$V_{L,rms}$	V_{rms}	I_{rms}	$P_L(\text{θεωρ})$	$P_L(\text{μετρ.})$	r_θ	r_μ