

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΙΣΧΥΟΣ

ΑΣΚΗΣΗ 2

ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΣ ΑΝΟΡΘΩΤΗΣ ΗΜΙΚΥΜΑΤΟΣ

1.ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ (AC/DC) ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΦΑΣΗΣ

Σκοπός των διατάξεων αυτών είναι η μετατροπή της εναλλασσόμενης τάσης εισόδου σε συνεχή ελεγχόμενης μέσης και ενεργού τιμής, μεταβάλλοντας την γωνία έναυσης “α” (γωνία αγωγής). Σε όλους αυτούς τους μετατροπείς, η μεταγωγή (Commutation), δηλαδή η μετάβαση του ρεύματος από το ένα θυρίστορ στο επόμενο, επιτυγχάνεται πολύ εύκολα με τη λεγόμενη φυσική μεταγωγή (natural or line commutation), οφειλόμενη στην εναλλασσόμενη τάση του δικτύου. Πράγματι, στην κατάλληλη χρονική στιγμή, η έναυση του ενός θυρίστορ προκαλεί την ανάστροφη πόλωση και τη σβέση του προηγούμενου, με αποτέλεσμα να μην απαιτείται η χρήση πρόσθετων κυκλωμάτων εξαναγκασμένης μεταγωγής. Η ιδιότητα αυτή της φυσικής μεταγωγής, κάνει αυτούς τους μετατροπείς ελεγχόμενης φάσης (phase-controlled converters), ιδιαίτερα απλούς και λιγότερο δαπανηρούς. Λόγω των σχετικά μικρών απωλειών των διακοπτικών στοιχείων, η απόδοση των μετατροπέων αυτών είναι αρκετά μεγάλη, της τάξης του 95% και μεγαλύτερη. Οι μετατροπείς αυτοί διακρίνονται σε μονοφασικούς και τριφασικούς. Οι βασικότερες μονοφασικές διατάξεις φαίνονται στο Σχ.2.

Η χρήση καθενός μετατροπέα εξαρτάται από τις απαιτήσεις της εκάστοτε εφαρμογής. Για παράδειγμα, για μεγάλες ισχείς χρησιμοποιούνται τριφασικές διατάξεις. Σε άλλες περιπτώσεις τα κριτήρια επιλογής μπορεί να είναι άλλα όπως, το αν υπάρχει η δυνατότητα αμφίδρομης ροής της ισχύος δηλαδή λειτουργία σε περισσότερα του ενός τεταρτημόρια (λειτουργία αντιστροφέα), το ύψος της κυμάτωσης της ανορθωμένης τάσης κ.λ.π..

Οι ημιελεγχόμενες διατάξεις λειτουργούν από τη φύση τους στο 1^ο τεταρτημόριο, δηλαδή η τάση και το ρεύμα έχουν καθορισμένη πολικότητα (θετική) από την πλευρά

του συνεχούς. Οι πλήρως ελεγχόμενες διατάξεις μπορούν να λειτουργούν σε δύο τεταρτημόρια. Δηλαδή στους μετατροπείς αυτούς μπορεί να αντιστραφεί η πολικότητα της τάσης, όχι όμως και η φορά του ρεύματος, καθ' ότι οι δίοδοι και τα θυρίστορ είναι μονόπορα στοιχεία. Σε αντίθεση με τους απλούς, οι διπλοί μετατροπείς μπορούν να λειτουργούν και στα 4 τεταρτημόρια, δηλαδή τόσο η τάση όσο και το ρεύμα μπορούν να πάρουν θετικές και αρνητικές τιμές.

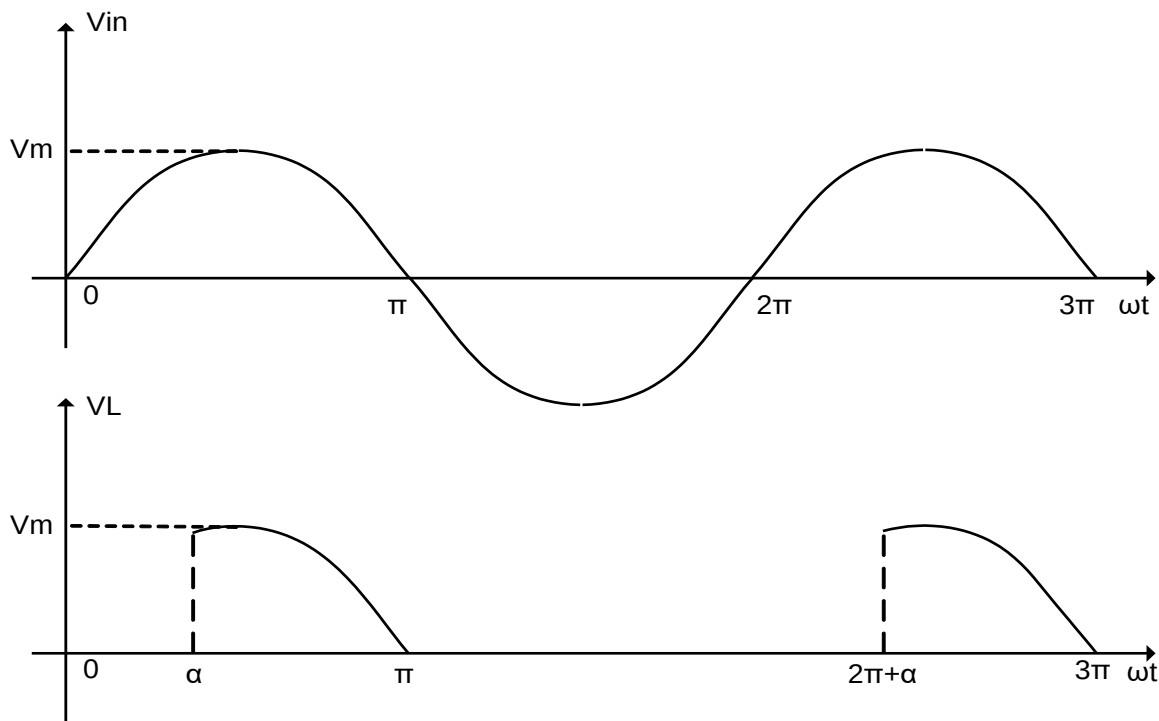
Στα άκρα των επαγωγικών φορτίων συνιστάται να τοποθετείται μία δίοδος η οποία στη συνήθη λειτουργία της να είναι ανάστροφα πολωμένη. Η δίοδος αυτή είναι γνωστή σαν δίοδος ελεύθερης ροής (Free-Wheeling Diode), που έχει σαν σκοπό την κατανάλωση της αποθηκευμένης ενέργειας στην αυτεπαγωγή, κατά τα διαστήματα της μη αγωγής των θυρίστορς. Ένα βασικό χαρακτηριστικό που θα πρέπει να διαθέτουν οι δίοδοι αυτές, είναι ότι θα πρέπει να είναι εξαιρετικά γρήγορες ως προς την αναδιάταξη των φορέων τους (ultra high speed diodes), έτσι ώστε να προστατεύουν το κύκλωμα από τις προκαλούμενες υπερτάσεις.

Η χρήση των μετατροπέων ημίσεως κύματος είναι αρκετά περιορισμένη, διότι στις περισσότερες εφαρμογές όπως τροφοδότηση DC κινητήρων, η αγωγή του ρεύματος τυμπάνου είναι συνήθως ασυνεχής. Αυτό εξαρτάται από τη συγκεκριμένη λειτουργική κατάσταση. Αντίθετα, στους τριφασικούς μετατροπείς, η αγωγή του ρεύματος τυμπάνου είναι στις περισσότερες περιπτώσεις συνεχής.

Πρέπει να διευκρινίσουμε ότι το είδος της αγωγής του ρεύματος τυμπάνου, έχει επίδραση στη ρύθμιση της ταχύτητας καθώς και στη δυναμική απόκριση του μετατροπέα.

1.2 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΗΜΙΣΕΩΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΜΕ ΘΥΡΙΣΤΟΡ

Η τάση εξόδου καθώς και η τάση εισόδου του μετατροπέα αυτού συναρτήσει της γωνίας έναυσης “ α ”, φαίνονται στο παρακάτω σχήμα 1.



Σχ.1: Κυματομορφές τάσης εισόδου και εξόδου

Η μέση τιμή της τάσης αυτής (δηλαδή η τιμή που μετράμε στο όργανο Σ.Ρ.) είναι :

$$V_{L,av} = \frac{1}{T} \int_0^T V_L(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t d\omega t = \frac{V_m}{2\pi} (1 + \cos \alpha) \quad (1)$$

όπου: $V_m = \sqrt{2} V_{rms}$ και $0 < \alpha < 180^\circ$

Για την ενεργό τιμή της τάσης εξόδου, αντίστοιχα έχουμε:

$$V_{L,rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v_L^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t d\omega t} = \frac{V_m}{2} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left[(\pi - \alpha) + \frac{1}{2} \sin 2\alpha \right]} \quad (2)$$

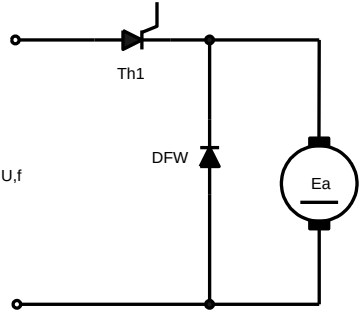
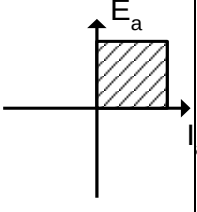
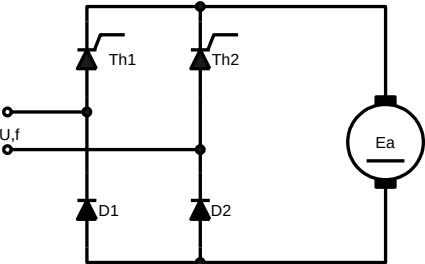
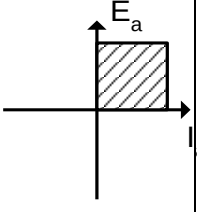
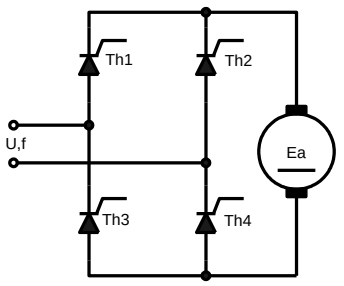
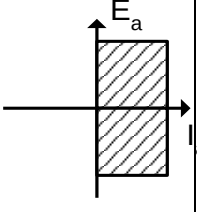
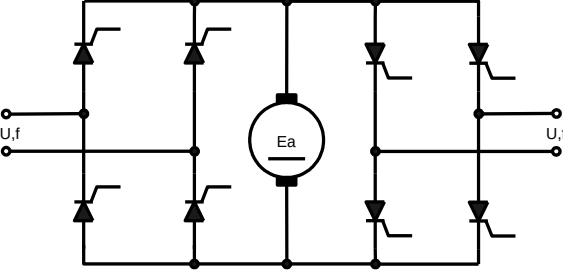
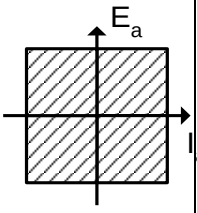
Στη γενική περίπτωση μη ημιτονοειδών κυματομορφών τάσης – ρεύματος, η καταναλισκόμενη ισχύς δίνεται από τη σχέση:

$$P_L = V_{av} \cdot I_{av} + \sum_{i=1}^n V_{rms,i} \cdot I_{rms,i} \cdot \cos \phi_i \quad (3)$$

όπου i οι αντίστοιχοι αρμονικοί όροι.

Στην περίπτωση ωμικού φορτίου, η καταναλισκόμενη ισχύς δίνεται από τη σχέση:

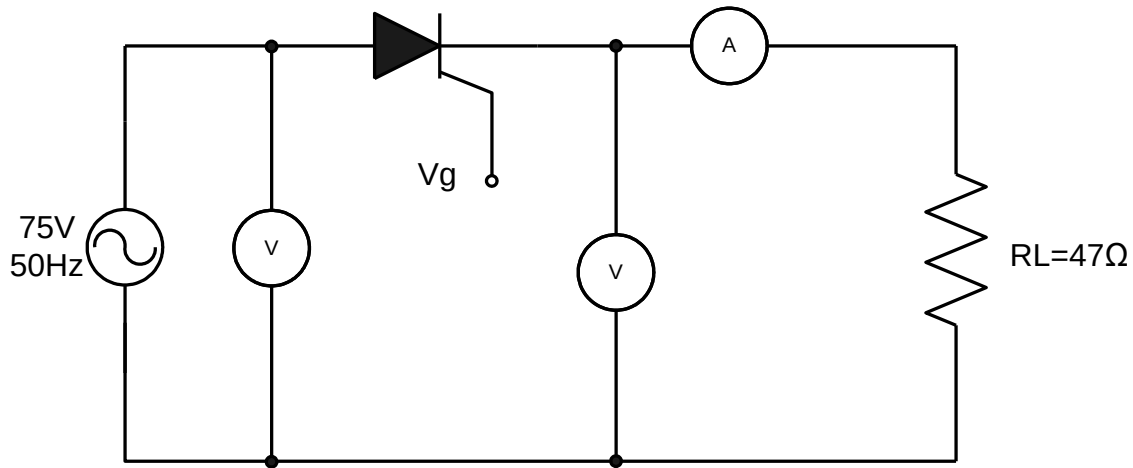
$$P_L = \frac{V_{L,rms}^2}{R} \quad (4)$$

ΚΥΚΛΩΜΑ	ΤΥΠΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	ΤΕΤΑΡΤΗΜΟΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
	ΑΠΛΗ ΑΝΩΡΘΩΣΗ ΗΜΙΣΩΣ ΚΥΜΑΤΟΣ	ΕΩΣ 1Hp	f	
	1Φ ΗΜΙΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΓΕΦΥΡΑ	ΕΩΣ 20Hp	2f	
	ΠΛΗΡΩΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ 1Φ ΓΕΦΥΡΑ	ΕΩΣ 20Hp	2f	
	ΔΙΠΛΟΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ 1Φ	ΕΩΣ 20Hp	2f	

Σχ.2 : Μονοφασικές διατάξεις ελεγχόμενης φάσης.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



Σχ.2 : Κύκλωμα συνδεσμολόγησης.

2.1 Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του κυκλώματος ελεγχόμενης ημιανόρθωσης (Σχ.2).

2.2 Για 10 διαφορετικές τιμές της γωνίας έναυσης “α” και εφαρμόζοντας σταθερό ωμικό φορτίο 47Ω, καταγράψτε τις ενδείξεις της τάσης $V_{L,DC}$ και $V_{L,AC}$ στις αντίστοιχες στήλες του πίνακα 1.

2.3 Υπολογίστε από τις σχέσεις (1) και (2), τις αντίστοιχες θεωρητικές τιμές της μέσης και της ενεργού τάσης στο φορτίο $V_{L,av}$ και $V_{L,rms}$.

2.4 Υπολογίστε τη θεωρητική τιμή της καταναλισκόμενης ισχύος από τη σχέση (4).

2.5 Υπολογίστε την καταναλισκόμενη ισχύ από τη σχέση (4) με βάση τη συνολική ενεργό τιμή V_{rms} των μετρήσεων τάσης $V_{L,DC}$ και $V_{L,AC}$ εφαρμόζοντας τη σχέση:

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

2.6 Να σχεδιαστούν σε κοινούς άξονες οι εξής κυματομορφές:

α. $V_{L,av}=f(\alpha)$ και $V_{L,DC}=f(\alpha)$

β. $V_{L,rms}=f(\alpha)$ και $V_{rms}=f(\alpha)$

γ. $P_L(\text{θεωρ})=f(\alpha)$ και $P_L(\text{μετρ})=f(\alpha)$

ΑΣΚΗΣΗ 2

ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΣ ΑΝΟΡΘΩΤΗΣ ΗΜΙΚΥΜΑΤΟΣ

Όνομ/μο:

Ομάδα:

Ημ/νία παράδοσης:

2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

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