

1 ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

- Να μελετήσετε τους λόγους των τάσεων και των ρευμάτων ενός μετασχηματιστή.
- Να μάθετε τι είναι το ρεύμα μαγνήτισης (διέγερσης) ενός μετασχηματιστή.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Πιθανότατα οι μετασχηματιστές αποτελούν τις πιο εύχρηστες ηλεκτρικές συσκευές στη βιομηχανία. Κατασκευάζονται σε πολύ μικρά μεγέθη για ραδιόφωνα με τρανζίστορ μέχρι πολύ μεγάλα μεγέθη, που ζυγίζουν τόννους και που χρησιμοποιούνται σε κεντρικούς σταθμούς διανομής ισχύος. Πλην όμως, η λειτουργία όλων των μετασχηματιστών ανεξάρτητα από το μέγεθός τους είναι ίδια.

Όταν υπάρχει αλληλεπαγωγή μεταξύ δύο πηνίων ή τυλιγμάτων, μια μεταβολή του ρεύματος στο ένα πηνίο επάγει μια τάση στο άλλο. Κάθε μετασχηματιστής έχει ένα πρωτεύον τυλίγμα και ένα ή περισσότερα δευτερεύοντα τυλίγματα. Το πρωτεύον τυλίγμα δέχεται ηλεκτρική ενέργεια από ένα τροφοδοτικό και μέσω μαγνητικής ζεύξης τη μεταφέρει στο δευτερεύον τυλίγμα μέσω ενός μεταβαλλόμενου μαγνητικού πεδίου. Η ενέργεια αυτή στα άκρα του δευτερεύοντος τυλίγματος έχει μορφή ΗΕΔ και όταν συνδεθεί σ' αυτά ένα φορτίο, τότε η ενέργεια αυτή τροφοδοτεί το φορτίο. Κατ' αυτό τον τρόπο μπορεί να μεταφερθεί ηλεκτρική ενέργεια από ένα κύκλωμα σ' ένα άλλο, χωρίς να υπάρχει ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ τους. Οι μετασχηματιστές είναι αναντικατάστατοι στη διανομή ισχύος Ε.Ρ., επειδή μπορούν να μετατρέπουν ηλεκτρική ισχύ ενός ρεύματος και μιας τάσης σε ισχύ άλλου ρεύματος και άλλης τάσης.

Όταν ένας μετασχηματιστής βρίσκεται σε λειτουργία, κυκλοφορούν εναλλασσόμενα ρεύματα στα τυλίγματά του και δημιουργείται ένα μαγνητικό πεδίο στο σιδηροπυρήνα του, με αποτέλεσμα να έχουμε απώλειες χαλκού και σιδήρου, οι οποίες αντιπροσωπεύουν ενεργό ισχύ (watts) και προκαλούν την ανύψω-

ση της θερμοκρασίας του μετασχηματιστή. Η δημιουργία ενός μαγνητικού πεδίου απαιτεί άεργο ισχύ (vars), η οποία παίρνεται από τη γραμμή του δικτύου. Για τις αιτίες αυτές, η συνολική ισχύς που παρέχεται από το δίκτυο στο πρωτεύον τύλιγμα, είναι πάντα κατά τι μεγαλύτερη από τη συνολική ισχύ που παρέχεται από το δευτερεύον τύλιγμα του μετασχηματιστή. Πλήν όμως, με καλή προσέγγιση στους μετασχηματιστές ισχύουν τα παρακάτω:

$$\begin{aligned} \text{Ισχύς πρωτεύοντος (W)} &= \text{Ισχύς δευτερεύοντος (W)} \\ \text{Βολτ-αμπέρ πρωτεύοντος (VA)} &= \text{Βολτ-αμπέρ δευτερεύοντος (VA)} \\ \text{Vars πρωτεύοντος} &= \text{Vars δευτερεύοντος} \end{aligned}$$

Όταν η τάση του πρωτεύοντος αυξηθεί πέρα από την ονομαστική της τιμή, επέρχεται κορεσμός στο σιδηροπυρήνα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται πολύ γρήγορα το ρεύμα μαγνήτισης (διέγερσης) του μετασχηματιστή.

Η λειτουργία των μετασχηματιστών επηρεάζεται από τυχαία βραχυκυκλώματα, που προκαλούνται από φυσικούς ή ανθρώπινους παράγοντες. Τα ρεύματα βραχυκύκλωσης είναι συνήθως πολύ μεγάλα και αν δεν διακοπούν γρήγορα, καταστρέφουν το μετασχηματιστή. Σκοπός αυτής της άσκησης είναι να επαληθεύσει τα παραπάνω κύρια σημεία.

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

- Μετασχηματιστής EMS 8347
- Τροφοδοτικό Ε.Ρ. 220/380 V EMS 8829
- Βολτόμετρα Ε.Ρ. 250/500 V (2) EMS 8429
- Αμπερόμετρα Ε.Ρ. 0,25 A (3) EMS 8428
- Καλώδια συνδέσεων EMS 8941
- Ωμόμετρο

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Προσοχή: Σ'αυτή την άσκηση υπάρχουν υψηλές τάσεις. Μην κάνετε καμιά σύνδεση, όταν η ισχύς είναι εντός. Η ισχύς πρέπει να διακόπτεται μετά από την ολοκλήρωση κάθε μέτρησης.

1. Εξετάστε την κατασκευή της συσκευής του μετασχηματιστή (EMS 8347), δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στον πυρήνα και στα τυλίγματα του, στους ακροδέκτες συνδέσεων και στις καλωδιώσεις του.

α) Ο πυρήνας του μετασχηματιστή αποτελείται από λεπτά ελάσματα χάλυβα.

β) Παρατηρήστε ότι τα τυλίγματα του μετασχηματιστή, συνδέονται εξωτερικά με τους ακροδέκτες, που είναι στερεωμένοι πάνω στο μετασχηματιστή.

γ) Παρατηρήστε ότι αυτά τα τυλίγματα είναι συνδεδεμένα με καλώδια στους ακροδέκτες συνδέσεων, που είναι στερεωμένοι στην πρόσοψη της συσκευής.

2. Αναγνωρίστε τα τρία χωριστά τυλίγματα του μετασχηματιστή, των οποίων τα σχεδιαγράμματα φαίνονται στην πρόσοψη της συσκευής:

α) Παρατηρήστε και καταγράψτε την ονομαστική τάση για κάθε ένα από τα τρία τυλίγματα του μετασχηματιστή:

Ακροδέκτες 1 και 2 = _____ Vac

Ακροδέκτες 3 και 4 = _____ Vac

Ακροδέκτες 5 και 6 = _____ Vac

β) Παρατηρήστε και καταγράψτε την ονομαστική τάση μεταξύ των παρακάτω ακροδεκτών:

Ακροδέκτες 3 και 7 = _____ Vac

Ακροδέκτες 7 και 8 = _____ Vac

Ακροδέκτες 8 και 4 = _____ Vac

Ακροδέκτες 3 και 8 = _____ Vac

Ακροδέκτες 7 και 4 = _____ Vac

Ακροδέκτες 5 και 9 = _____ Vac

Ακροδέκτες 9 και 6 = _____ Vac

γ) Παρατηρήστε και καταγράψτε το ονομαστικό ρεύμα για κάθε μια από τις παρακάτω συνδέσεις:

Ακροδέκτες 1 και 2 = _____ Aac

Ακροδέκτες 3 και 4 = _____ Aac

Ακροδέκτες 5 και 6 = _____ Aac

Ακροδέκτες 3 και 7 = _____ Aac

Ακροδέκτες 8 και 4 = _____ Aac

3. Χρησιμοποιώντας τη χαμηλότερη κλίμακα του ωμομέτρου, μετρήστε και καταγράψτε την ωμική αντίσταση κάθε τυλίγματος:

Ακροδέκτες 1 και 2 = _____ Ω

Ακροδέκτες 3 και 4 = _____ Ω

Ακροδέκτες 3 και 7 = _____ Ω

Ακροδέκτες 7 και 8 = _____ Ω

Ακροδέκτες 8 και 4 = _____ Ω

Ακροδέκτες 5 και 6 = _____ Ω

Ακροδέκτες 5 και 9 = _____ Ω

Ακροδέκτες 9 και 6 = _____ Ω

4. Στη συνέχεια θα μετρήσετε την τάση του δευτερεύοντος χωρίς φορτίο με τάση 220 Vac στο τυλίγμα του πρωτεύοντος.

α) Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχ. 1-1.

β) Θέστε εντός το διακόπτη του τροφοδοτικού και ρυθμίστε την τάση εξόδου του στα 220 Vac, σύμφωνα με την ένδειξη του βολτομέτρου, που είναι συνδεδεμένο στους ακροδέκτες 4 και N του τροφοδοτικού.

γ) Μετρήστε και καταγράψτε την τάση εξόδου του μετασχηματιστή $E_2 =$ _____ Vac.

δ) Μηδενίστε την τάση εξόδου του τροφοδοτικού και θέστε εκτός το διακόπτη του.

ε) Επαναλάβετε τα μέρη (β), (γ) και (δ) για κάθε ένα από τα παρακάτω τυλίγματα:

Τύλιγμα 1 με 2 = _____ Vac

Τύλιγμα 3 με 4 = _____ Vac

Τύλιγμα 5 με 6 = _____ Vac

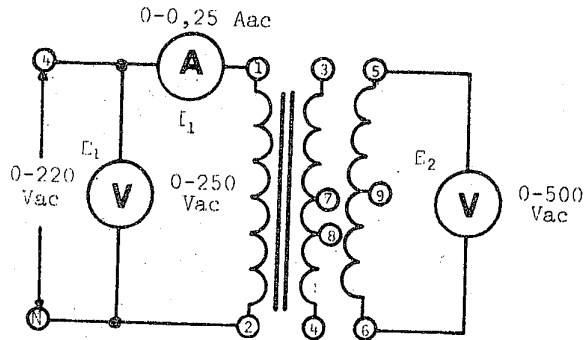
Τύλιγμα 3 με 7 = _____ Vac

Τύλιγμα 7 με 8 = _____ Vac

Τύλιγμα 8 με 4 = _____ Vac

Τύλιγμα 5 με 9 = _____ Vac

Τύλιγμα 9 με 6 = _____ Vac



Σχ. 1-1

5.α) Συμφωνούν ικανοποιητικά οι μετρημένες τιμές των τάσεων με τις αντίστοιχες ονομαστικές τάσεις; _____
Εξηγήστε: _____

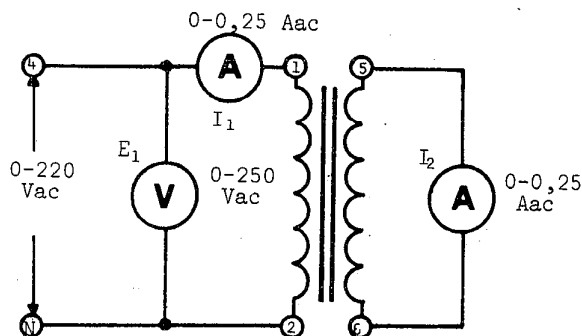
β) Μπορείτε να μετρήσετε την τιμή του ρεύματος μαγνήτισης (διέγερσης); _____ Εξηγήστε: _____

6. Το κάθε ένα από τα τυλίγματα 1 με 2 και 5 με 6 έχει 1100 σπείρες. Το τύλιγμα 3 με 4 έχει 1900 σπείρες. Υπολογίστε τους παρακάτω λόγους σπειρών:

α) $\frac{\text{Τύλιγμα 1 με 2}}{\text{Τύλιγμα 5 με 6}} = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$

β) $\frac{\text{Τύλιγμα 1 με 2}}{\text{Τύλιγμα 3 με 4}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$

7.α) Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχ. 1-2. Παρατηρήστε ότι το αμπερόμετρο I_2 βραχυκυκλώνει το τύλιγμα 5 με 6.



Σχ. 1-2

- β) Θέστε εντός το διακόπτη του τροφοδοτικού και βαθμιαία αυξήστε την τάση εξόδου του μέχρις ότου το ρεύμα βραχυκύκλωσης που μετράει το αμπερόμετρο I_2 γίνει 0,2 Aac.
γ) Μετρήστε και καταγράψτε τις τιμές των I_1 και E_1 .

$I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ Aac.

$E_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ Vac.

δ) Μηδενίστε την τάση εξόδου του τροφοδοτικού και θέστε εντός το διακόπτη του.

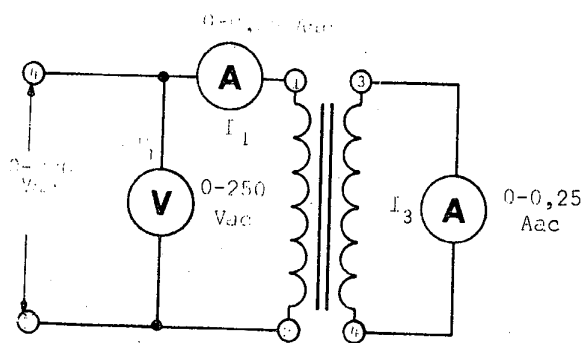
ε) Υπολογίστε το λόγο των ρευμάτων:

$\frac{I_1}{I_2} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$

ζ) Είναι ο λόγος των ρευμάτων ίδιος με το λόγο των σπειρών;

Εξηγήστε: _____

8.α) Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχ. 1-3. Παρατηρήστε ότι το τυλίγμα 3 με 4 βραχυκυκλώνεται από το αμπερόμετρο I_3 .



Σχ. 1-3

β) Θέστε εντός το διακόπτη του τροφοδοτικού και βαθμιαία αυξήστε την τάση εξόδου του, μέχρις ότου το ρεύμα του πρωτεύοντος τυλίγματος γίνει 0,2 Aac.

γ) Μετρήστε και καταγράψτε τις τιμές των I_3 και E_1 .

$$I_3 = \text{_____ Aac}$$

$$E_1 = \text{_____ Aac}$$

δ) Μηδενίστε την τάση εξόδου του τροφοδοτικού και θέστε εκτός το διακόπτη του.

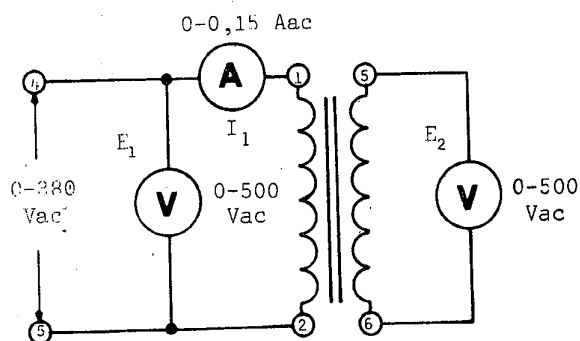
ε) Υπολογίστε το λόγο των ρευμάτων:

$$\frac{I_1}{I_3} = \text{_____} = \text{_____}$$

ζ) Είναι αυτός ο λόγος των ρευμάτων ίσος με το αντίστροφο του λόγου των σπειρών; _____ Εξηγήστε: _____

9. Στη συνέχεια θα προσδιορίσετε την επίδραση, που έχει ο κορεσμός του σιδηροπυρήνα πάνω στο ρεύμα διέγερσης του μετασχηματιστή.

α) Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχ. 1-4. Παρατηρήστε ότι χρησιμοποιούνται οι ακροδέκτες 4 και 5 του τροφοδοτικού. Αυτοί οι ακροδέκτες παρέχουν μεταβλητή τάση 0-380 Vac.



Σχ. 1-4

β) Θέστε εντός το διακόπτη του τροφοδοτικού και ρυθμίστε την τάση εξόδου του στα 50 Vac, σύμφωνα με την ένδειξη του βολτομέτρου, που είναι συνδεδεμένο στους ακροδέκτες 4 και 5 του τροφοδοτικού.

γ) Μετρήστε και καταγράψτε το ρεύμα διέγερσης I_1 και την τάση εξόδου E_2 για κάθε μία από τις τάσεις του Πίνακα 1-1.

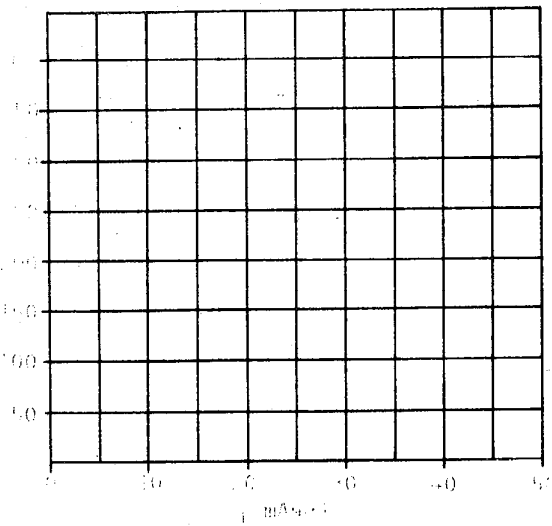
δ) Μηδενίστε την τάση εξόδου του τροφοδοτικού και θέστε εκτός το διακόπτη του.

10.α) Στο Σχ. 1-5 χαράξτε την καμπύλη E_1 σε συνάρτηση με το I_1 από τις τιμές του Πίνακα 1-1.

β) Παρατηρήστε ότι το ρεύμα μαγνήτισης αυξάνεται απότομα μετά από μια ορισμένη τιμή της τάσης εισόδου του μετασχηματιστή.

V_1 (V)	I_1 (mAac)	V_2 (Vac)
50		
100		
150		
200		
250		
300		
350		

Πίνακας 1-1



Σχ. 1-5

γ) Επηρεάστηκε ο λόγος των τάσεων, μεταξύ των δύο τυλίγμάτων, μετά από τον κορεσμό του σιδηροπυρήνα; _____

Εξηγήστε: _____

ΠΑΡΑΠΕΡΑ ΕΞΑΣΚΗΣΗ

1. Αν το ρεύμα βραχυκύκλωσης του δευτερεύοντος τυλίγματος 9 με 6 ήταν 0,5 Aac, ποίο θα ήταν το ρεύμα του πρωτεύοντος τυλίγματος 1 με 2; _____

_____ = _____ Aac.

2. Αν το δευτερεύον τύλιγμα 7 με 8 ήταν βραχυκυκλωμένο και το πρωτεύον τύλιγμα 5 με 6 είχε ρεύμα 0,25 Aac:

α) Υπολογίστε το ρεύμα βραχυκύκλωσης, που θα κυκλοφορούσε στο τύλιγμα 7 με 8. _____

_____ = _____ Aac.

β) Γιατί αυτές οι δοκιμές πρέπει να εκτελούνται το γρηγορότερο δυνατό; _____

3. Αν στο τύλιγμα 3 με 4 εφαρμοζόταν τάση των 220 Vac, ποιά θα ήταν η τάση στα άκρα των παρακάτω τυλιγμάτων;

α) Τύλιγμα 1 με 2 = _____ Vac

β) Τύλιγμα 5 με 9 = _____ Vac

γ) Τύλιγμα 7 με 8 = _____ Vac

δ) Τύλιγμα 5 με 6 = _____ Vac

4. Ποιό από τα δύο τυλίγματα στη Διαδικασία 7 παράγει τη μεγαλύτερη θερμότητα; _____

Εξηγήστε: _____

5. Αν στο τύλιγμα 1 με 2 εφαρμοζόταν τάση των 220 Vac, ενώ το τύλιγμα 5 με 6 ήταν βραχυκυκλωμένο:

α) Ποιό θα ήταν το ρεύμα σε κάθε τύλιγμα; _____

β) Πόσο μεγαλύτερο είναι αυτό το ρεύμα από την ονομαστική τιμή του; _____

γ) Πόσο περισσότερη από την ονομαστική θερμότητα είναι αυτή που παράγεται από το τύλιγμα κάτω από αυτές τις συνθήκες;
