

κεφάλαιο I

μετασχηματιστές (Μ/Σ)

➡ **Μετασχηματιστές** ονομάζουμε τις ειδικές ηλεκτρικές μηχανές (διατάξεις) που αυξομειώνουν (μεταβάλλουν-μετασχηματίζουν) τα βασικά ηλεκτρικά μεγέθη (τάση-ένταση).

➡ **Σήμερα οι μετασχηματιστές χρησιμοποιούνται** σ' όλους σχεδόν τους τομείς της Τεχνολογίας και της παραγωγής: **από τα συστήματα παραγωγής, μεταφοράς και διανομής** της ηλεκτρικής ενέργειας και τη **βαριά βιομηχανία, μέχρι την Ηλεκτρονική και τις επικοινωνίες.**



(α)



(β)

Σχ. 1.1: Από το μετασχηματιστή διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, μεγάλου όγκου και βάρους εκατοντάδων τόνων (α), στο μετασχηματιστή ηλεκτρονικών - τυπωμένων κυκλωμάτων μερικών χιλιοστών (mm) και ελάχιστου βάρους (β).

Ενότητα 1.1.

Χρήσεις και Αρχή λειτουργίας Μετασχηματιστών (Μ/Σ)

Διδακτικοί στόχοι

➡ Μετά από τη μελέτη της ενότητας αυτής, θα πρέπει να μπορείτε:

1. Να απαριθμείτε τις τεχνολογικές εφαρμογές στην ανάπτυξη των οποίων βοήθησαν οι Μ/Σ.
2. Να απαριθμείτε τους βασικούς τομείς της παραγωγής στους οποίους υπάρχουν Μ/Σ.
3. Να διατυπώνετε την αρχή λειτουργίας των Μ/Σ.
4. Να περιγράφετε τα προβλήματα που θα παρουσιαστούν, αν βραχυκυκλωθεί το δευτερεύον τύλιγμα του Μ/Σ.

1.1.1. Σύντομη ιστορική ανασκόπηση

➡ Σημασία των Μ/Σ στη σύγχρονη ζωή

Η ανάγκη **μετασχηματισμού** των ηλεκτρικών μεγεθών φάνηκε από το 1882, με την ανάπτυξη των πρώτων συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας συνεχούς ρεύματος τριών αγωγών, σε τάση 220/110V, που λειτουργήσαν ταυτόχρονα στη Ν. Υόρκη και το Λονδίνο.

Με την αύξηση της ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας διαπιστώθηκε ότι, για να συμφέρει οικονομικά η μεταφορά της, έπρεπε να γίνεται σε πολύ υψηλότερη τάση απ' αυτή που χρησιμοποιούσε η κατανάλωση. Στη συνέχεια, βέβαια, έπρεπε να υποβιβάζεται, για να μπορεί να διανεμηθεί ακίνδυνα και να χρησιμοποιηθεί από τους καταναλωτές.

Το πρόβλημα έλυσε η Τεχνική της εποχής εκείνης, μεταβάλλοντας την ηλεκτρική τάση του **συνεχούς ρεύματος (Σ.Ρ.)** μ' ένα **ζεύγος κινητήρα-γεννήτριας**, το οποίο όμως είχε μικρό βαθμό απόδοσης, δηλ. μεγάλες απώλειες ηλ. ισχύος.

➤ Η γεννήτρια δίνει Σ.Ρ. στην επιθυμητή τάση, ενώ ο κινητήρας τροφοδοτείται από το δίκτυο ηλεκτροδότησης.

Το 1890 γίνονται τα πρώτα πειράματα και στη συνέχεια προωθείται **το εναλλασσόμενο ρεύμα (Ε.Ρ.)**, το οποίο και επικρατεί τελικά, χάρη κυρίως στο πλεονέκτημά του να **μετασχηματίζεται εύκολα, γρήγορα και οικονομικά**, με τη βοήθεια κατάλληλων μηχανημάτων που ονομάστηκαν **μετασχηματιστές**.

Κύριο χαρακτηριστικό των μετασχηματιστών είναι ότι δεν έχουν κινούμενα μέρη, γι' αυτό λέγονται και **στατοί μετασχηματιστές** (συμβολικά Μ/Σ). Με τους Μ/Σ η ανύψωση ή ο υποβιβασμός της τάσης του Ε.Ρ. γίνεται με ελάχιστες απώλειες. Για παράδειγμα, σήμερα κατασκευάζονται μεγάλοι Μ/Σ με βαθμό απόδοσης μέχρι και 99%, δηλ. με απώλεια 1% της ισχύος που μεταβιβάζεται.

Η χρήση τέτοιων Μ/Σ είχε σαν αποτέλεσμα τη ραγδαία εξέλιξη και εξάπλωση των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας Ε.Ρ.

Παράλληλα αναπτύχθηκε και η σχετική τεχνολογία καταναλωτών και συσκευών που χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια, με συνεχή βελτίωση του βαθμού απόδοσής τους. Αυτό γιατί, όπου χρειαζόμαστε διαφορετική τάση ή ένταση ρεύματος, ο Μ/Σ δίνει μια απλή και οικονομική λύση.

Χάρη λοιπόν στους Μ/Σ, το εναλλασσόμενο ρεύμα χρησιμοποιείται πια στα δίκτυα ηλεκτροδότησης των καταναλωτών όλων των χωρών.

Έτσι αναπτύχθηκαν σταδιακά οι εφαρμογές του εναλλασσόμενου ρεύματος και μαζί μ' αυτές όλοι σχεδόν οι τομείς της Τεχνολογίας και Παραγωγής.

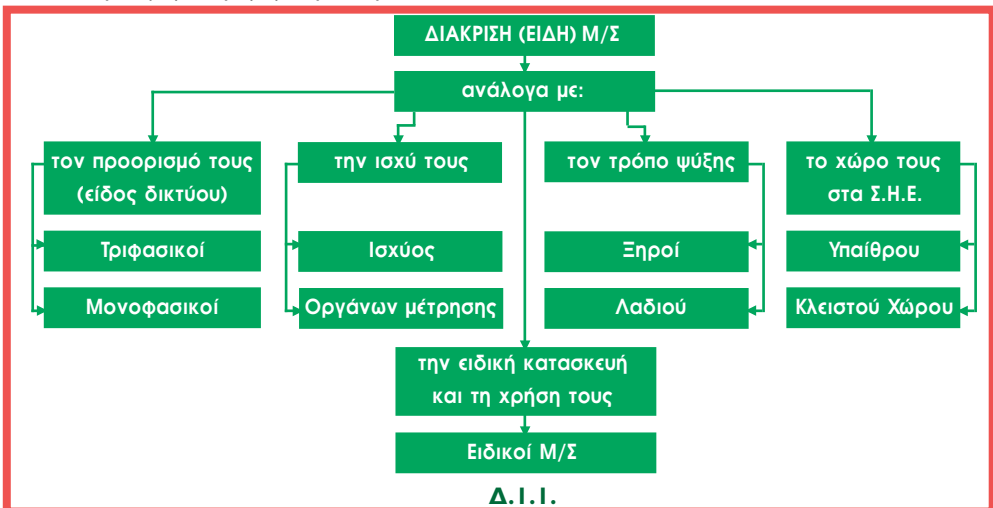
Το συνεχές ρεύμα (Σ.Ρ.) χρησιμοποιείται μόνο σε ειδικές εφαρμογές και σε ιδιαίτερες περιπτώσεις. Στις περιπτώσεις αυτές μετατρέπουμε το Ε.Ρ. του δικτύου σε Σ.Ρ., με τη βοήθεια **ανορθωτών**.

➡ Σημειώνουμε, τέλος, ότι η τεχνολογία και τεχνογνωσία των Μ/Σ βοήθησε και στην κατασκευή **ειδικών μετασχηματιστών Σ.Ρ.**, όπως είναι ο γνωστός σε όλους μας **πολλαπλασιαστής** των αυτοκινήτων.

1.1.2. Είδη και χρήσεις Μ/Σ

Στην εποχή μας οι Μ/Σ κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη, τύπους και παραλλαγές και χρησιμοποιούνται σ' όλους σχεδόν τους τομείς δραστηριότητας του ανθρώπου. Από τα συστήματα ηλ. ενέργειας και τη βαριά βιομηχανία (π.χ. Μ/Σ διανομής), τη βιοτεχνία (π.χ. Μ/Σ ηλεκτροσυγκολλήσεων, φόρτισης συσσωρευτών κ.α.), το γραφείο (π.χ. Μ/Σ ηλεκτρονικών υπολογιστών), τις συγκοινωνίες και μεταφορές (π.χ. Μ/Σ ηλ. έλξης), το σπίτι (π.χ. Μ/Σ ηλ. κουδουνιού, ηλεκτρονικών συσκευών κ.α.), μέχρι τις τηλεπικοινωνίες (π.χ. Μ/Σ τροφοδοτικού κινητού τηλεφώνου).

➤ Στο βιβλίο αυτό θα εξετάσουμε τους Μ/Σ ηλεκτροτεχνικών εφαρμογών, που μπορεί να είναι γενικά **Μ/Σ ανύψωσης ή υποβιβασμού της τάσης** του Ε.Ρ., αναφέροντας πρώτα με τη βοήθεια ενός διαγράμματος τις κυριότερες διακρίσεις τους (Δ.1.1) και στη συνέχεια τις επιμέρους χρήσεις τους.



Οι **τριφασικοί Μ/Σ** χρησιμοποιούνται σε τριφασικά δίκτυα, ενώ οι **μονοφασικοί** σε μονοφασικά δίκτυα (οικιακές συσκευές κ.λπ.).

Οι **Μ/Σ ισχύος** κατασκευάζονται για να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες ηλ. ισχύος, ενώ οι **Μ/Σ οργάνων μέτρησης** για πολύ μικρές (με σκοπό να υποβιβάζουν κατά ένα γνωστό λόγο την τάση ή την ένταση του ρεύματος που θέλουμε να μετρήσουμε).

Οι **ξηροί Μ/Σ** χρησιμοποιούνται για μικρές σχετικά ισχείς και η ψύξη τους γίνεται κατευθείαν από τον αέρα, ενώ οι **Μ/Σ λαδιού** χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες ισχείς και η ψύξη τους πετυχαίνεται με κατάλληλο ορυκτέλαιο, μέσα στο οποίο βρίσκονται.

Οι **Μ/Σ υπαίθρου** τοποθετούνται στις υπαίθριες εγκαταστάσεις (υπαίθριους υποσταθμούς), ενώ οι **Μ/Σ κλειστού χώρου** μέσα σε κλειστούς χώρους.

👉 Τέλος, κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται και **ειδικοί Μ/Σ**, όπως π.χ. είναι:

- οι **Μ/Σ 1:1**,
- οι **Μ/Σ ηλεκτρικής έλξης**,
- οι **αυτομετασχηματιστές** και
- οι **Μ/Σ ηλεκτροσυγκολλήσεων**.

1.1.3. Λειτουργία μετασχηματιστών

1) Γενικά

Κάθε μετασχηματιστής (Μ/Σ) αποτελείται από:

- **έναν πυρήνα, που αποτελεί το μαγνητικό κύκλωμα** και
- **δύο τυλίγματα**, το τύλιγμα **υψηλής τάσης (Υ.Τ.)** και το τύλιγμα **χαμηλής τάσης (Χ.Τ.)**.

Τα δύο τυλίγματα ενός Μ/Σ λέγονται **πρωτεύον** και **δευτερεύον**.

Συγκεκριμένα **πρωτεύον** λέγεται το τύλιγμα που **συνδέεται με την ηλ. πηγή** (δίκτυο ηλεκτροδότησης) και **δευτερεύον** το τύλιγμα που μας **δίνει την μετασχηματισμένη τάση**. Έτσι, π.χ. στην περίπτωση των Μ/Σ υποβιβασμού τάσης, πρωτεύον είναι το τύλιγμα της Υ.Τ. και δευτερεύον το τύλιγμα Χ.Τ.

2) Αρχή λειτουργίας

Στο παρακάτω σχήμα 1.2α φαίνεται ένας απλός μονοφασικός (1~) Μ/Σ, ενώ στο σχήμα 1.2β ένας επίσης 1~ Μ/Σ, στον οποίο για λόγους απλότητας θεωρούμε ότι τυλίγματα υπάρχουν μόνο στον ένα **κορμό** του πυρήνα.

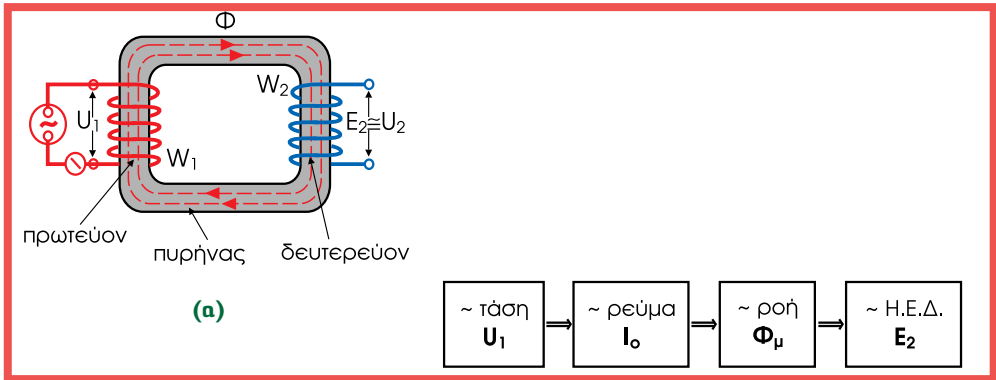
➤ Στην πραγματικότητα σε κάθε κορμό του Μ/Σ, όπως θα δούμε στην επόμενη ενότητα, τυλίγματα (Υ.Τ. και Χ.Τ.) τοποθετούνται και στους δυο κορμούς (κάθετα μέρη)* του πυρήνα.

Στον Μ/Σ αυτό (σχ. 1.2β) **πρωτεύον** είναι το τύλιγμα U-V (Υ.Τ.), γιατί αυτό τροφοδοτείται από το δίκτυο, π.χ. απ' τους ζυγούς R και M_p , με εναλλασσόμενη τάση (U_1) και

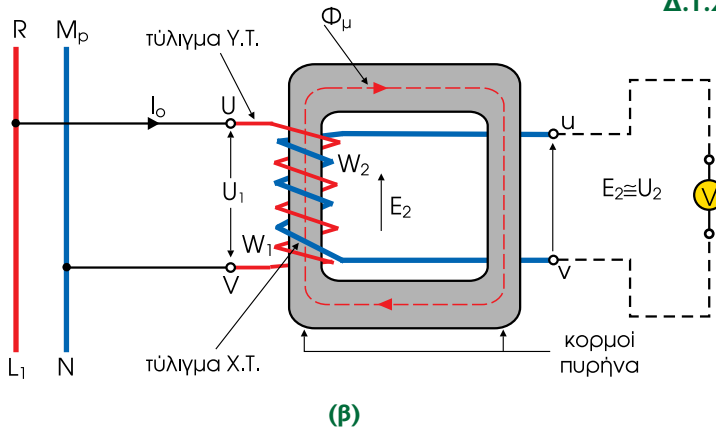
* Στα οριζόντια μέρη του πυρήνα, που λέγονται ζυγώματα δεν τοποθετούνται τυλίγματα.

Ι. ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ (Μ/Σ)

δευτερεύον το τύλιγμα $u-v$ (**Χ.Τ.**), στο οποίο δεν έχει συνδεθεί κατανάλωση (φορτίο), παρά μόνο ένα βολτόμετρο.



Δ.1.2.



Σχ. 1.2: Αρχή λειτουργίας $I \sim M/\Sigma$ - Λειτουργία χωρίς φορτίο.

Η **εναλλασσόμενη τάση** U_1 προκαλεί στο πρωτεύον μια εναλλασσόμενη ένταση ρεύματος (π.χ. για τη λειτουργία χωρίς φορτίο την I_0).

Η **εναλλασσόμενη ένταση ρεύματος** I_0 δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο (Μ.Π.) με **εναλλασσόμενη** (μεταβαλλόμενη) **μαγνητική ροή** Φ_μ .

Η μεταβαλλόμενη μαγνητική ροή Φ_μ κλείνει κύκλωμα μέσα από τον πυρήνα και διαπερνά ("τέμνει") τις σπείρες του δευτερεύοντος.

Έτσι, σε κάθε σπείρα του δευτερεύοντος αναπτύσσεται μια **ηλεκτρεγερτική δύναμη (Η.Ε.Δ.) από επαγωγή**, που είναι κι αυτή εναλλασσόμενη και μάλιστα της ίδιας συχνότητας μ' αυτή των U , I_0 και Φ_μ που την προκάλεσαν.

Επειδή οι σπείρες του δευτερεύοντος είναι συνδεδεμένες σε σειρά, οι Η.Ε.Δ. που αναπτύσσονται σ' αυτές αθροίζονται. Άρα, από το δευτερεύον τύλιγμα παίρνουμε τελικά μια συνολική **Η.Ε.Δ.** (E_2), την οποία μπορούμε να μετρήσουμε μ' ένα βολτόμετρο.

Σημειώσεις

1. Ο όρος “ηλεκτρεγερτική δύναμη (Η.Ε.Δ.)”, δεν έχει καμιά σχέση με τη μηχανική δύναμη και, σημαίνει ουσιαστικά μια “εσωτερική ηλεκτρική τάση”, δηλ. ηλ. τάση που μετράμε με “ανοικτό κύκλωμα”.

2. Η ενεργός τιμή της Η.Ε.Δ. E_2 , δηλ. κατά προσέγγιση της τάσης U_2 , που μας δίνει το δευτερεύον τύλιγμα ενός Μ/Σ είναι ανάλογη:

- μιας κατασκευαστικής σταθεράς **(4,44)**,
- της συχνότητας του δικτύου ηλεκτροδότησης (**f**),
- του αριθμού των σπειρών του δευτερεύοντος (**W_2**) και
- της **χρήσιμης μαγνητικής ροής (Φ_{μ})** του πυρήνα του Μ/Σ.

Η αρχή λειτουργίας του Μ/Σ φαίνεται παραστατικά και στο διάγραμμα **Δ.1.2**, πάνω απ’ το σχήμα 1.2β.

Με τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και ο πραγματικός 1~ Μ/Σ (σχ. 1.6β), αρκεί τα τυλίγματα Υ.Τ. και Χ.Τ. κάθε κορμού να συνδεθούν μεταξύ τους στη σειρά και έτσι, ώστε να δημιουργούν μαγνητική ροή σ’ αυτόν με την ίδια φορά.

➤ Όμοια λειτουργούν και οι **τριφασικοί (3~) Μ/Σ**, που έχουν πυρήνα με τρεις όμοιους κορμούς, αφού **κάθε κορμός συμπεριφέρεται σαν 1~ Μ/Σ** (δες σχήματα 1.8 και 1.9). Για το λόγο αυτό παρακάτω, όπου θα ασχοληθούμε με τη λειτουργία των Μ/Σ, θα εξετάζουμε 1~ Μ/Σ, **αρκεί να γνωρίζουμε ότι τα ηλεκτρικά μεγέθη του 1~ Μ/Σ είναι τα αντίστοιχα φασικά μεγέθη στους 3~ Μ/Σ.**

Σε κάθε Μ/Σ διακρίνουμε δύο λειτουργικές καταστάσεις:

- τη **λειτουργία χωρίς φορτίο** (μεταβατικό στάδιο), στην οποία η τάση του δευτερεύοντος είναι ίση με την Η.Ε.Δ. που αναπτύσσεται σ’ αυτό, δηλ. είναι **$U_2 = E_2$** και
- τη **λειτουργία με φορτίο** (κανονική λειτουργία), στην οποία η τάση **U_2 είναι γενικά μικρότερη απ’ την E_2 λόγω της πτώσης τάσης στα τυλίγματα του Μ/Σ.**

3) Λειτουργία Μ/Σ χωρίς φορτίο - **Σχέση μεταφοράς**

Λέμε ότι ένας Μ/Σ λειτουργεί χωρίς φορτίο (ή στο κενό) όταν το δευτερεύον του δεν τροφοδοτεί κάποια κατανάλωση, δηλ. είναι ανοικτό, όπως π.χ. στον Μ/Σ, του σχήματος 1.2.

Στην περίπτωση αυτή ο λόγος των τάσεων πρωτεύοντος και δευτερεύοντος είναι ίσος με το λόγο των σπειρών πρωτεύοντος και δευτερεύοντος, δηλ. είναι:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} \quad (1.1)$$

Ο λόγος (πηλίκο) των σπειρών του πρωτεύοντος προς τις σπείρες του δευτερεύοντος (W_1/W_2) λέγεται **σχέση μεταφοράς K** του Μ/Σ. Άρα:

$$K = \frac{W_1}{W_2} \quad (1.2)$$

Ι. ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ (Μ/Σ)

Από την παραπάνω σχέση (1.1) μπορούμε, καθορίζοντας τον αριθμό των σπειρών πρωτεύοντος και δευτερεύοντος, δηλ. τη σχέση μεταφοράς K , να παίρνουμε από το δευτερεύον τύλιγμα τάση μεγαλύτερη ή μικρότερη απ' αυτή του πρωτεύοντος. Μ' άλλα λόγια μπορούμε ν' ανυψώνουμε ή να υποβιβάζουμε την τάση του εναλλασσόμενου ρεύματος.

Παράδειγμα

Ένας 1~ Μ/Σ έχει στο πρωτεύον τύλιγμα $W_1=5.000$ σπείρες και στο δευτερεύον $W_2=500$ σπείρες. Αν τροφοδοτηθεί με τάση $U_1=200V$, τι τάση θα μας δώσει στο δευτερεύον του (στη λειτουργία χωρίς φορτίο); Τι είδους είναι ο Μ/Σ;

Λύση

$$\text{Είναι: } \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} \Rightarrow U_2 = U_1 \cdot \frac{W_2}{W_1} = 200 \cdot \frac{500}{5.000} = \frac{1.000}{50} \Rightarrow U_2 = 20V$$

ή

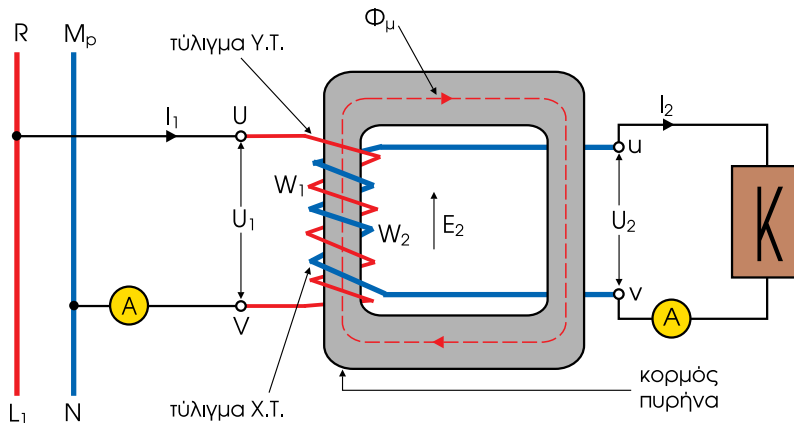
$$\frac{U_1}{U_2} = K \Rightarrow U_2 = \frac{U_1}{K} \Rightarrow U_2 = \frac{200}{5.000/500} = \frac{200}{10} \Rightarrow U_2 = 20V$$

Ο Μ/Σ αυτός είναι **Μ/Σ υποβιβασμού** της τάσης, δηλ. το πρωτεύον είναι τύλιγμα Υ.Τ. και το δευτερεύον είναι τύλιγμα Χ.Τ.

4) Λειτουργία Μ/Σ με φορτίο - Σχέση μεταξύ τάσεων και εντάσεων

Λέμε ότι ένας Μ/Σ λειτουργεί **με φορτίο** όταν το δευτερεύον του τροφοδοτεί έναν καταναλωτή K (σχ. 1.3) ή τους ζυγούς ενός δικτύου.

Στη περίπτωση αυτή **την ισχύ που απορροφά ο καταναλωτής από το δευτερεύον τύλιγμα, μαζί με τις απώλειες του Μ/Σ, τη δίνει το δίκτυο που τροφοδοτεί το πρωτεύον τύλιγμα**, το οποίο για το λόγο αυτό απορροφά και μεγαλύτερη ένταση ρεύματος (από I_0 απορροφά τώρα I_1).



Σχ. 1.3: Λειτουργία Μ/Σ με φορτίο.

Αν μετρήσουμε τις εντάσεις πρωτεύοντος και δευτερεύοντος (σχ. 1.3), θα διαπιστώσουμε ότι προσεγγιστικά ισχύει η σχέση:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{W_1}{W_2} \quad \text{ή} \quad I_2 = K \cdot I_1 \quad (1.3)$$

Επίσης, κατά προσέγγιση ισχύει και στη λειτουργία με φορτίο η σχέση που είδαμε στη λειτουργία χωρίς φορτίο, δηλ. η

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} \quad \text{ή} \quad U_2 = U_1 / K \quad (1.4)$$

Από τις 1.3 και 1.4, εξισώνοντας τα πρώτα μέλη, προκύπτει τελικά:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad \text{ή} \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{W_1}{W_2} \quad (1.5)$$

Απ' την τελευταία αυτή σχέση (1.5) συμπεραίνουμε ότι:

α. αν ένας Μ/Σ ανυψώνει την τάση στο δευτερεύον, θα υποβιβάζει με την ίδια περίπου αναλογία την ένταση που κυκλοφορεί σ' αυτό και

β. το τύλιγμα Χ.Τ. και μεγάλης έντασης έχει μικρό αριθμό σπειρών και αγωγό μεγάλης διατομής, ενώ το τύλιγμα Υ.Τ. και χαμηλής έντασης έχει μεγάλο αριθμό σπειρών και αγωγό μικρής διατομής.

Παράδειγμα

Η ένταση του ρεύματος στο πρωτεύον ενός 1~ Μ/Σ είναι 2Α και η τάση του $U_1=220\text{V}$. Πόση είναι η ένταση στο δευτερεύον, αν αυτό δίνει τάση $U_2=44\text{V}$;

Λύση

Γνωρίζουμε ότι: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow I_2 = I_1 \cdot \frac{U_1}{U_2} = 2 \cdot \frac{220}{44} = 2 \cdot 5 = 10\text{A}$

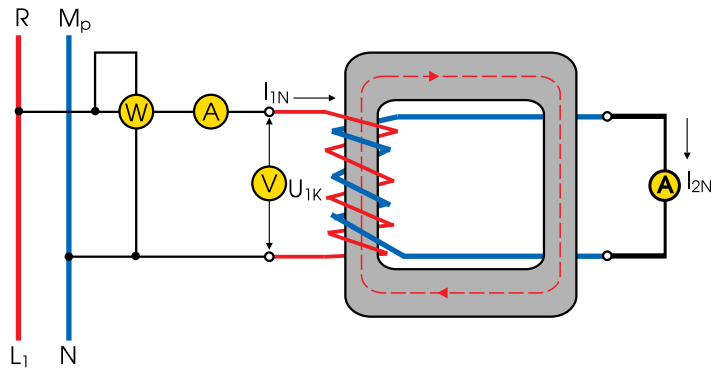
Επομένως, ο Μ/Σ αυτός έχει σχέση μεταφοράς $K=U_1/U_2=5$, δηλ., όταν η τάση στο δευτερεύον του μειώνεται κατά 5 φορές, σε σχέση με την U_1 , η ένταση ρεύματος στο δευτερεύον αυξάνεται κατά 5 φορές, σε σχέση με την ένταση του πρωτεύοντος ($I_2=K \cdot I_1=5 \cdot 2=10\text{A}$).

1.1.4. Τάση βραχυκύκλωσης

Τάση βραχυκύκλωσης Μ/Σ ονομάζουμε την τάση που πρέπει να εφαρμοσθεί στο πρωτεύον του, ώστε, με βραχυκυκλωμένο το δευτερεύον τύλιγμα, να έχουμε τα κανονικά ρεύματα φόρτισης, τόσο στο πρωτεύον όσο και στο δευτερεύον τύλιγμα του Μ/Σ.

Η τάση βραχυκύκλωσης ($U_{\beta\kappa}$ ή $U_{1\kappa}$) μετριέται στο **πείραμα βραχυκύκλωσης** του Μ/Σ (σχ. 1.4) και πρακτικά εκφράζεται σαν ποσοστό επί τοις εκατό της ονομαστικής τάσης του πρωτεύοντος του Μ/Σ, δηλ. είναι:

$$u_{\kappa}\% = \frac{U_{1\kappa}}{U_{1N}} \cdot 100\% \quad (1.6)$$



Σχ.Ι.4: Πείραμα βραχυκύκλωσης Μ/Σ.

Σημείωση

Αν γνωρίζουμε την $u_k\%$, μπορούμε να υπολογίσουμε την πιθανή ένταση ρεύματος ενός βραχυκυκλώματος στο δευτερεύον τύλιγμα του Μ/Σ, όταν το πρωτεύον του τροφοδοτείται με την κανονική του τάση, απ' τη σχέση:

$$I_{2K} = \frac{I_{2N}}{u_k\%} \cdot 100 \quad (1.6')$$

Παράδειγμα

Στο πείραμα βραχυκύκλωσης ενός Μ/Σ 6.000/400V, για να έχουμε τα κανονικά ρεύματα φόρτισης 12/180A, χρειάστηκε να τροφοδοτήσουμε το πρωτεύον του με τάση 240V.

- Πόση είναι η τάση βραχυκύκλωσης του Μ/Σ;
- Σε ποιά τιμή μπορεί να φτάσει η ένταση βραχυκύκλωσης στο δευτερεύον του, με την κανονική τάση τροφοδότησης στο πρωτεύον;

Λύση

Είναι: $U_{1N}=6.000V$, $U_{1K}=240V$ και $I_{2N}=180A$

Άρα:

$$\alpha. u_k\% = \frac{U_{1K}}{U_{1N}} \cdot 100\% = \frac{240}{6.000} \cdot 100\% = \frac{24.000}{6.000} = 4\%$$

$$\beta. I_{2K} = \frac{I_{2N}}{u_k\%} \cdot 100 = \frac{180 \cdot 100}{4} = \frac{18.000}{4} \Rightarrow I_{2K} = 4.500A$$

Παρατηρούμε ότι στην περίπτωση βραχυκυκλώματος ενός Μ/Σ αναπτύσσονται πάρα πολύ μεγάλες εντάσεις ρεύματος (της τάξης των χιλιάδων αμπερ), που είναι επικίνδυνες, τόσο για τον ίδιο το Μ/Σ (καταστροφή μονώσεων και τυλιγμάτων) όσο και για το δίκτυο που τον τροφοδοτεί.

Τα βραχυκυκλώματα στους Μ/Σ είναι γενικά επικίνδυνα (και γίνονται περισσότερο επικίνδυνα όσο μικρότερη είναι η τάση βραχυκύκλωσης), εκτός από την περίπτωση των ηλεκτροσυγκολλήσεων στην οποία θέλουμε μεγάλες εντάσεις ρεύματος. Στην περίπτωση αυτή ο Μ/Σ λειτουργεί με βραχυκυκλωμένο το δευτερεύον τύλιγμα, δηλ. το ρεύμα εργασίας τους είναι ουσιαστικά το ρεύμα βραχυκύκλωσης.

1.1.5. Ερωτήσεις

ΝΑ ΑΠΑΝΤΗΘΟΥΝ

1. Τι ονομάζουμε μετασχηματιστές (Μ/Σ) και ποια η επίδρασή τους στην οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη;
2. Στην ανάπτυξη ποιών τεχνολογικών εφαρμογών βοήθησαν οι Μ/Σ;
3. Σε ποιούς βασικούς τομείς παραγωγής υπάρχουν Μ/Σ;
4. Πού (και πώς) χρησιμοποιούνται οι Μ/Σ στην παραγωγή ηλ. ενέργειας;
5. Ποια τα κυριότερα είδη των Μ/Σ;
6. Από τι αποτελείται βασικά κάθε Μ/Σ; Τι λέμε πρωτεύον και τι δευτερεύον;
7. Πώς λειτουργεί με λίγα λόγια ένας (1~) Μ/Σ;
8. Πότε λέμε ότι ένας Μ/Σ λειτουργεί χωρίς φορτίο και πότε με φορτίο;
9. Ποια η σχέση μεταξύ των τάσεων, των εντάσεων και των σπειρών πρωτεύοντος και δευτερεύοντος ενός Μ/Σ και πώς προκύπτει αυτή;
10. Τι ονομάζουμε σχέση μεταφοράς ενός Μ/Σ και τι δείχνει;
11. Τι ονομάζουμε τάση βραχυκύκλωσης και σε τι μας χρησιμεύει;
12. Ποια προβλήματα θα παρουσιαστούν, αν βραχυκυκλωθεί το δευτερεύον ενός Μ/Σ;

~~13. Σε ποια περίπτωση ένας Μ/Σ λειτουργεί ουσιαστικά με βραχυκυκλωμένο το δευτερεύον του τύλιγμα και γιατί; ΠΡΟΣΟΧΗ!!! δες διορθώσεις~~

14. Στο πείραμα βραχυκύκλωσης ενός Μ/Σ 220/9.900V "φωτεινών επιγραφών", για να έχουμε τα κανονικά ρεύματα φόρτισης 2,25A/50mA χρειάστηκε να τροφοδοτήσουμε το πρωτεύον του τύλιγμα με τάση 11V.

Ποια είναι α. η σχέση μεταφοράς του Μ/Σ και

β. η τάση βραχυκύκλωσης;

(ΑΠ. $K=1/45$, $u_k=5\%$)

15. Το πρωτεύον τύλιγμα ενός Μ/Σ έχει 300 σπείρες και το δευτερεύον 1.500 σπείρες. Αν η τάση του πρωτεύοντος είναι 12V και διαρρέεται από ρεύμα εντάσεως 2A, πόση είναι η τάση και η ένταση του ρεύματος στο δευτερεύον;

(ΑΠ. $U_2=60V$, $I_2=0,4A$)

Ποιο πηνίο έχει σύρμα με αγωγό μεγαλύτερης διατομής;

**ΝΑ
ΛΥΘΟΥΝ**

➡ **Βάλτε σε κύκλο το χράμμα μπροστά από τη σωστή απάντηση** ΝΑ ΛΥΘΟΥΝ

16. Σήμερα, στα δίκτυα ηλεκτροδότησης όλων των χωρών χρησιμοποιείται:
 - α. το συνεχές ρεύμα (Σ.Ρ.).
 - β. το εναλλασσόμενο ρεύμα (Ε.Ρ.).
 - γ. το ζεύγος κινητήρα-γεννήτριας.
 - δ. ο μετασχηματιστής (Μ/Σ) και όλα τα παραπάνω.

17. Ανάλογα με τον προορισμό τους οι Μ/Σ διακρίνονται σε:
- α. ισχύος και οργάνων μέτρησης.
 - β. τριφασικούς και μονοφασικούς.
 - γ. αυτομετασχηματιστές και ηλ. έλξης.
 - δ. ξηρούς, λαδιού και συγκολλήσεων.
18. Μ/Σ με 300 σπείρες στο πρωτεύον και 60 στο δευτερεύον, όταν τροφοδοτείται από δίκτυο 220V, δίνει στο δευτερεύον του:
- α. τάση 44V.
 - β. τάση 22V.
 - γ. ένταση 20A.
 - δ. ένταση 4A.
19. Στους μεγάλους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούμε Μ/Σ ανύψωσης της τάσης, π.χ. από 22kV σε 220kV, με σκοπό να μειώσουμε το ρεύμα δευτερεύοντος (στη γραμμή μεταφοράς) κατά:
- α. 2 φορές.
 - β. 5 φορές.
 - γ. 10 φορές.
 - δ. 20 φορές.
20. Ο λόγος (πηλίκιο) των σπειρών πρωτεύοντος και δευτερεύοντος τυλίγματος ενός Μ/Σ λέγεται:
- α. τάση βραχυκύκλωσης.
 - β. ρεύμα βραχυκύκλωσης.
 - γ. σχέση μεταφοράς.
 - δ. σχέση μεταξύ U και I.