



ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΠΑΛ

ΚΑΒΑΛΙΕΡΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΕ 17

Είδη ηλεκτρικών μηχανών και εφαρμογές τους.

1. **Οι ηλεκτρογεννήτριες ή απλά γεννήτριες**, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλ ενέργειας. Ανάλογα με το είδος του ηλ ρεύματος που παράγουν διακρίνονται σε **γεννήτριες Σ.Ρ.** και **γεννήτριες Ε.Ρ.**
2. **Οι ηλεκτροκινητήρες ή απλά κινητήρες**, που χρησιμοποιούνται για την κίνηση διαφόρων μηχανημάτων και διακρίνονται σε **κινητήρες συνεχούς ρεύματος**, όταν είναι κατασκευασμένοι για να εργάζονται με Σ.Ρ. και **κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος**, όταν είναι κατασκευασμένοι για να εργάζονται με Ε.Ρ.
3. **Οι μετασχηματιστές** που χρησιμεύουν για να ανυψώνουμε ή να υποβιβάζουμε την τάση του εναλλασσόμενου ρεύματος (**Ε.Ρ.**).
4. **Οι στρεφόμενοι μετατροπείς και τα ζεύγη κινητήρα-γεννήτριας**, που μετατρέπουν το ΕΡ. σε ΣΡ. και αντίστροφα το ΣΡ. σε ΕΡ. Σήμερα, στις περισσότερες περιπτώσεις, η μετατροπή του ΕΡ. σε συνεχές ρεύμα (ΣΡ.) γίνεται με τους **ανορθωτές**.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

ΓΕΝΗΤΡΙΕΣ

ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ

ΑΝΟΡΘΩΤΕΣ



ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ (Μ/Σ)

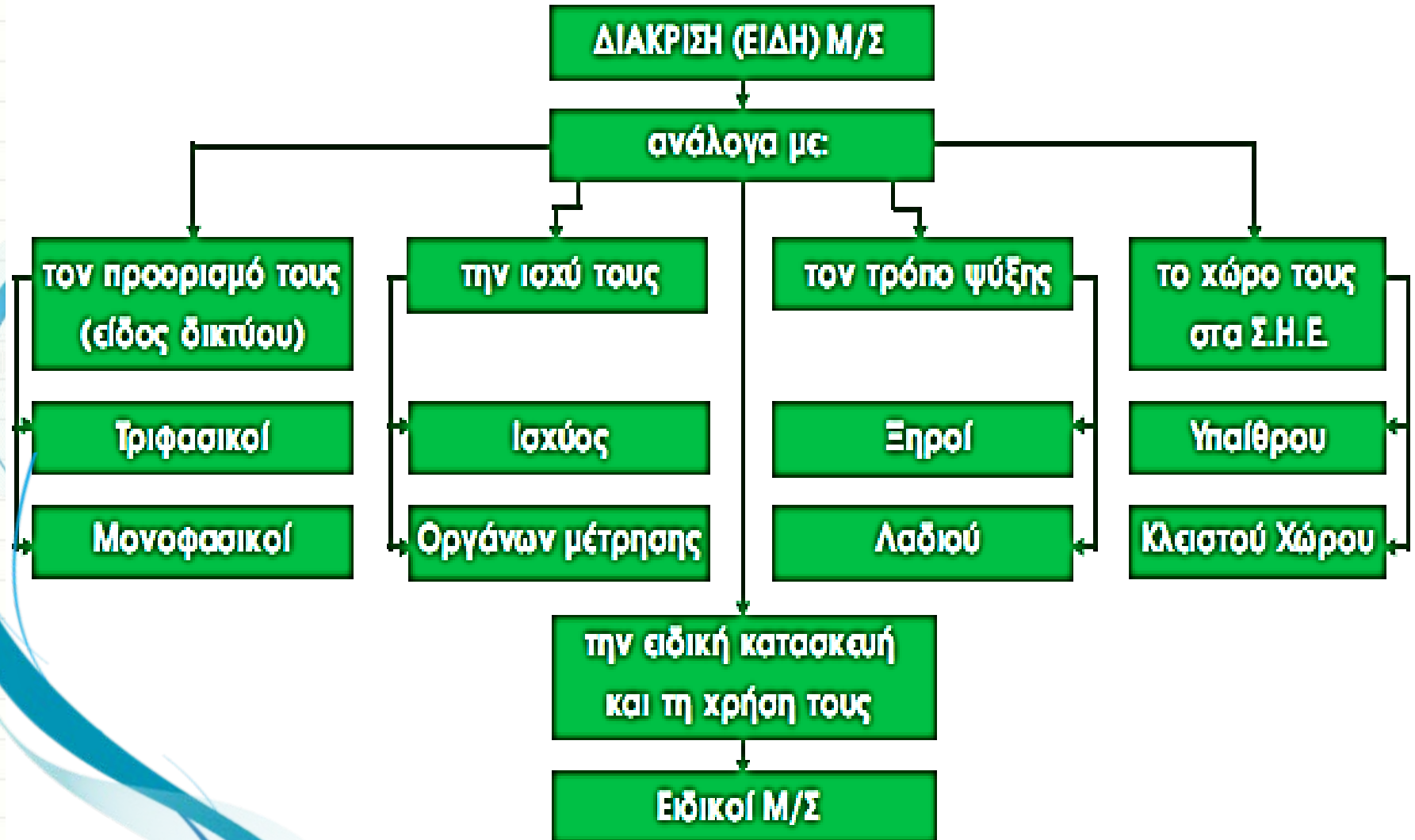


Μετασχηματιστές

Ονομάζουμε τις ειδικές ηλεκτρικές μηχανές (διατάξεις) που αυξομειώνουν (μεταβάλλουν-μετασχηματίζουν) τα βασικά ηλεκτρικά μεγέθη (τάση-ένταση).



ΕΙΔΗ (Μ/Σ)



Τριφασικοί Μ/Σ χρησιμοποιούνται σε τριφασικά δίκτυα.

Μονοφασικοί σε μονοφασικά δίκτυα (οικιακές συσκευές κ.λπ.).

Μ/Σ ισχύος κατασκευάζονται για να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες ηλ. Ισχύος.

Μ/Σ οργάνων μέτρησης που υποβιβάζουν την τάση ή την ένταση του ρεύματος που θέλουμε να μετρήσουμε).

Ξηροί Μ/Σ χρησιμοποιούνται για μικρές σχετικά ισχύεις και η ψύξη τους γίνεται κατευθείαν από τον αέρα.

Μ/Σ λαδιού χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες ισχύεις και η ψύξη τους πετυχαίνεται με κατάλληλο ορυκτέλαιο, μέσα στο οποίο βρίσκονται.

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

Ειδικό Μ/Σ:

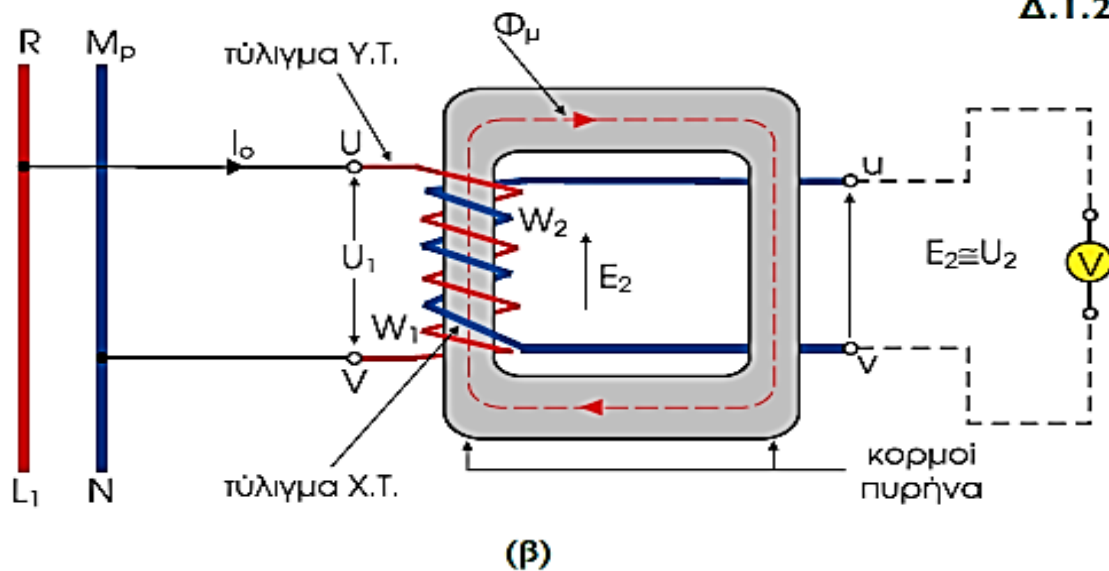
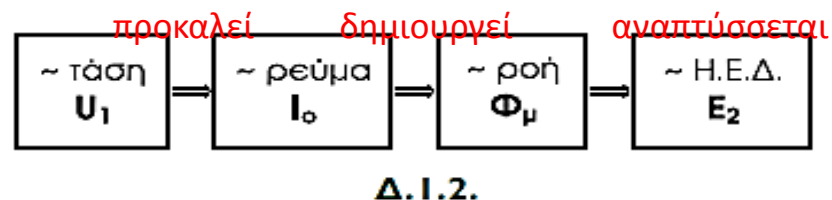
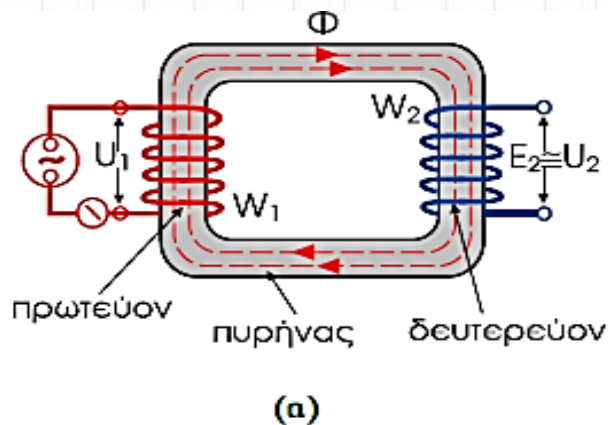
Μ/Σ 1:1,

Μ/Σ ηλεκτρικής έλξης,

Αυτομετασχηματιστές και

Μ/Σ ηλεκτροσυγκολλήσεων.

Αρχή Λειτουργίας Μ/Σ



Σχ. 1.2: Αρχή λειτουργίας 1 ~ Μ/Σ - Λειτουργία χωρίς φορτίο.

Λειτουργία Μ/Σ χωρίς φορτίο - Σχέση μεταφοράς

- ❖ Ο λόγος των τάσεων πρωτεύοντος και δευτερεύοντος είναι ίσος με το λόγο των σπειρών πρωτεύοντος και δευτερεύοντος, δηλ. είναι:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

- ❖ Ο λόγος (πηλίκιο) των σπειρών του πρωτεύοντος προς τις σπείρες του δευτερεύοντος $\frac{W_1}{W_2}$ λέγεται σχέση μεταφοράς K του Μ/Σ. Άρα:

$$K = \frac{W_1}{W_2}$$

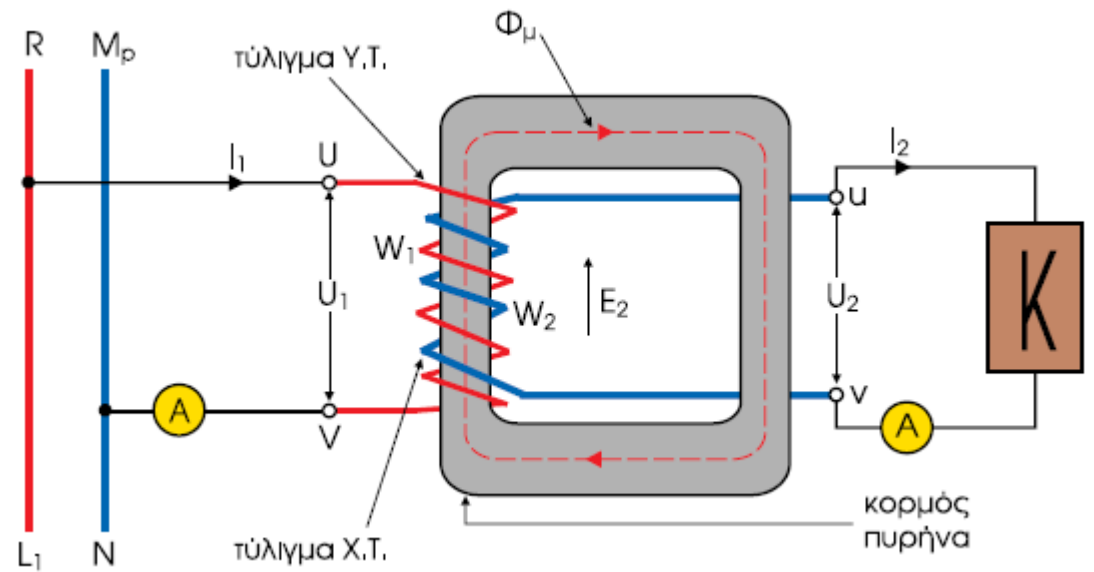
Ο όρος "ηλεκτρεγερτική δύναμη (Η.Ε.Δ.)", δεν έχει καμιά σχέση με τη μηχανική δύναμη και, σημαίνει ουσιαστικά μια "«εσωτερική ηλεκτρική τάση»", δηλ. ηλ. τάση που μετράμε με "ανοικτό κύκλωμα".

$$E = 4,44 \times f \times W_2 \times \Phi_{\mu} \quad f = \text{συχνότητα}, W = \text{σπείρες}, \Phi_{\mu} = \text{Μαγνητική ροή}$$

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

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{W_1}{W_2} = K$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{U_1}{U_2}$$



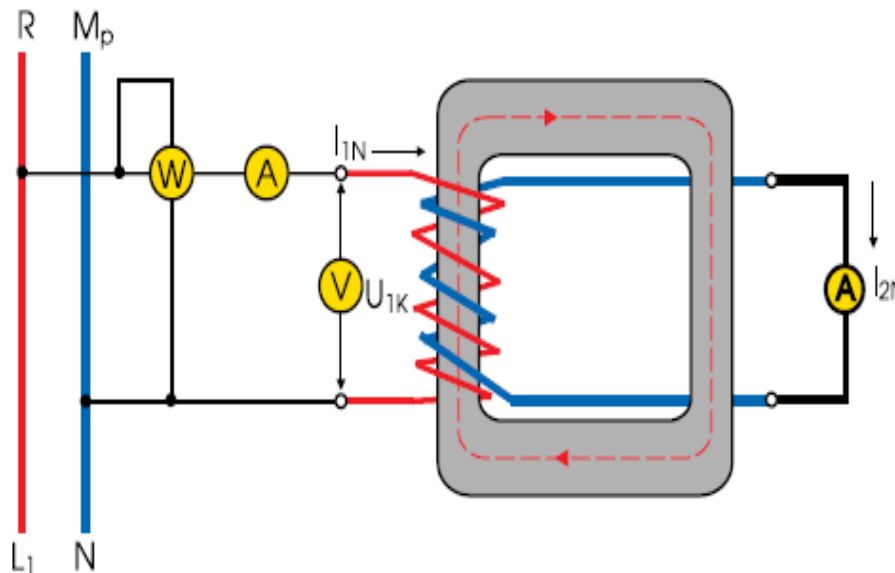
Αν' την τελευταία αυτή σχέση :

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{U_1}{U_2}$$

- ❖ Αν ένας Μ/Σ **ανυψώνει** την **τάση** στο δευτερεύον, θα **υποβιβάζει** με την ίδια περίπου αναλογία την **ένταση** που κυκλοφορεί σ' αυτό
- ❖ Το **τύλιγμα Χ.Τ.** και μεγάλης έντασης έχει μικρό αριθμό σπειρών και αγωγό μεγάλης διατομής,
- ❖ Το **τύλιγμα Υ.Τ.** και χαμηλής έντασης έχει μεγάλο αριθμό σπειρών και αγωγό μικρής διατομής.

Τάση Βραχυκύκλωσης

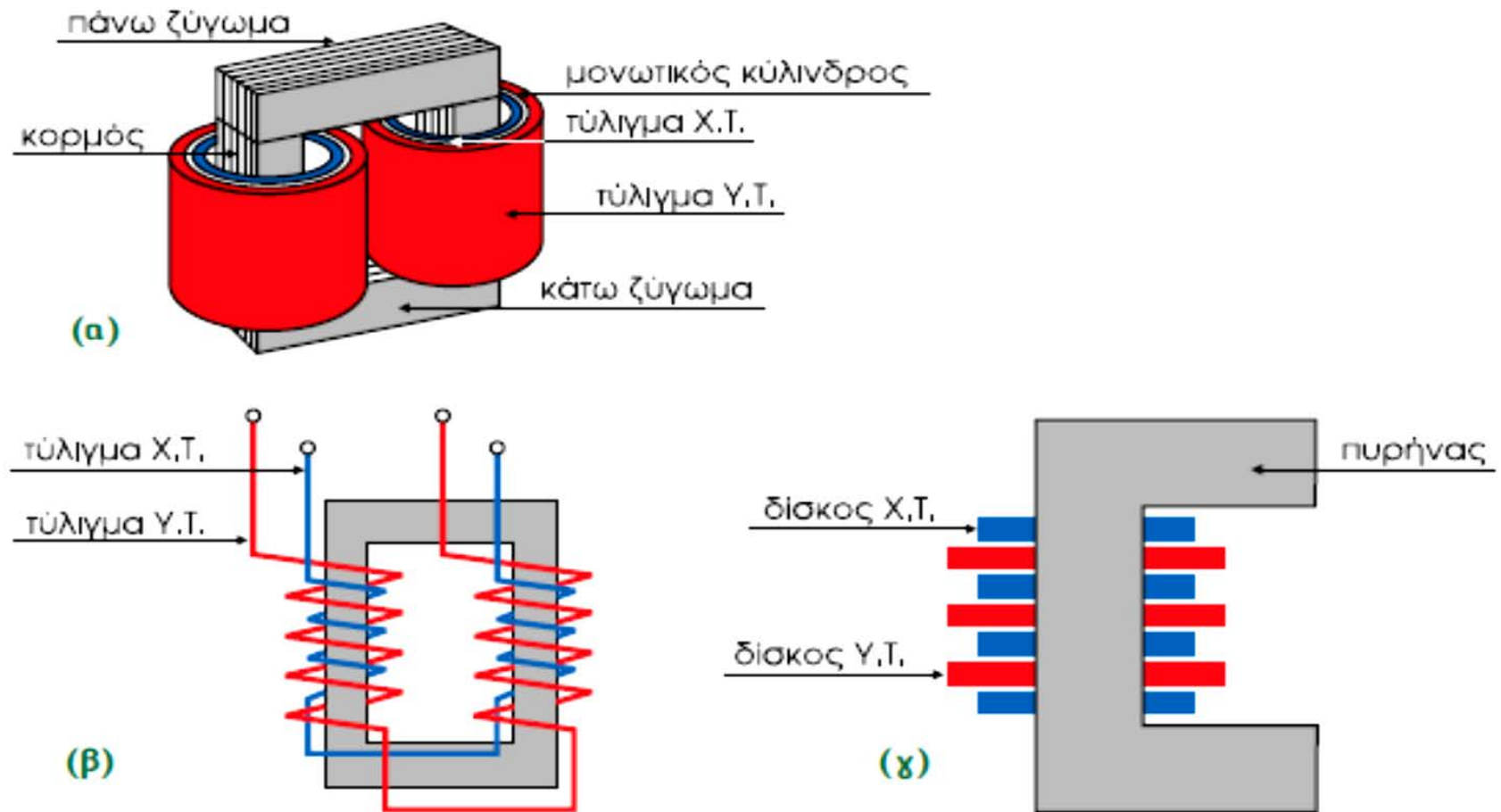
- Τάση βραχυκύκλωσης Μ/Σ ονομάζουμε την τάση που πρέπει να εφαρμοσθεί στο πρωτεύον του, ώστε, με βραχυκυκλωμένο το δευτερεύον τύλιγμα, να έχουμε τα κανονικά ρεύματα φόρτισης, τόσο στο πρωτεύον όσο και στο δευτερεύον τύλιγμα του Μ/Σ.



$$u_k \% = \frac{U_{1K}}{U_{1N}} \times 100$$

$$I_{2K} \% = \frac{I_{2N}}{u_k \%} \times 100$$

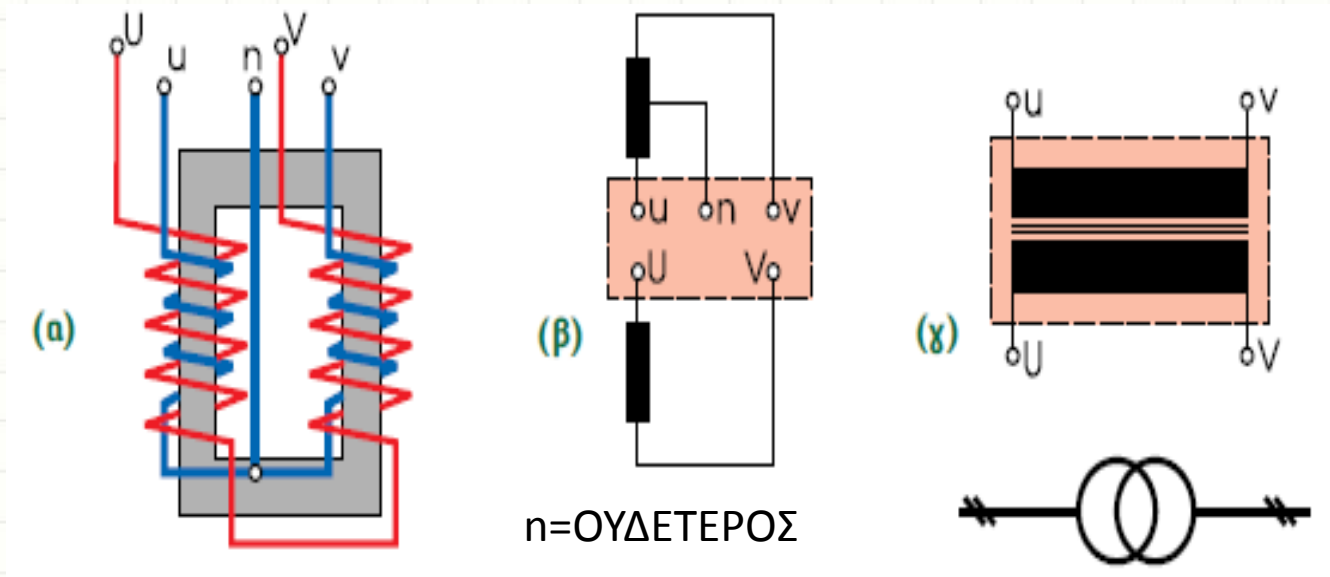
Κατασκευή Μονοφασικών 1~Μ/Σ



Σχ. 1.6: 1~Μ/Σ τύπου πυρήνα και κατασκευή του.

Τυποποίηση συνδέσεων 1 ~ M/Σ

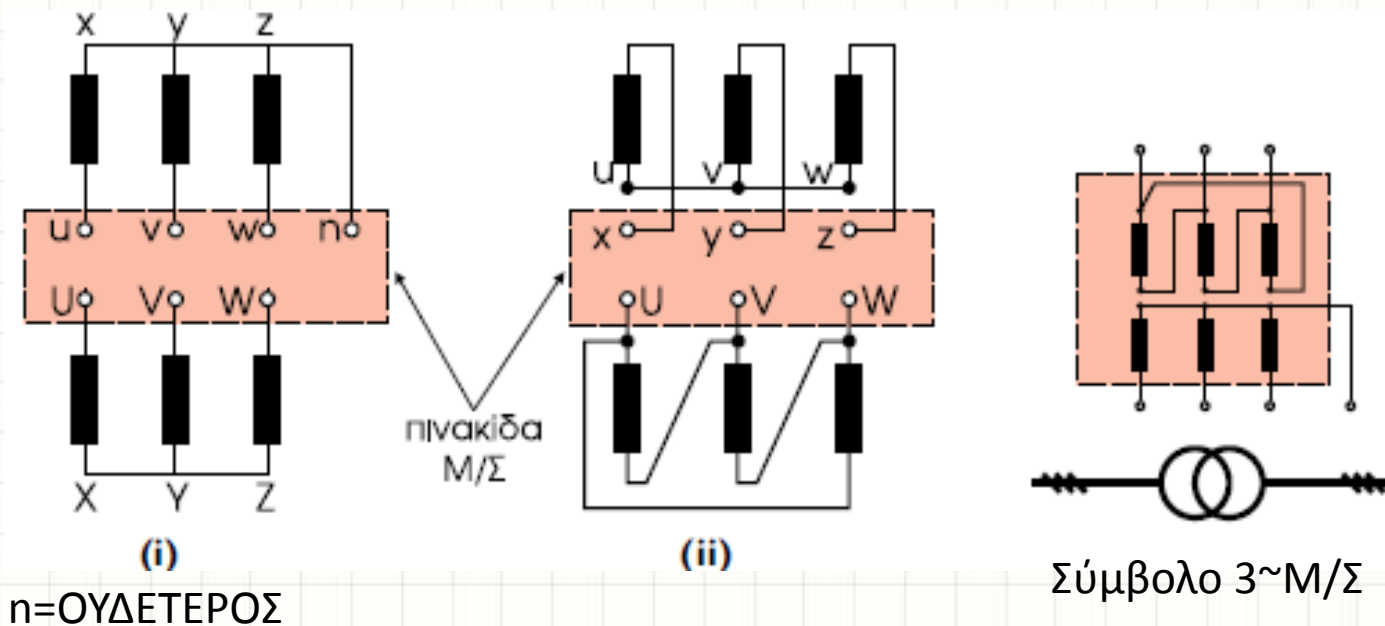
- Στους 1 - M/Σ οι ακροδέκτες του τυλίγματος της **Υ.Τ.** σημειώνονται με **U-V**, ενώ οι ακροδέκτες του τυλίγματος της **Χ.Τ.** με **u-v**.



Σύμβολο 1~M/Σ

Τυποποίηση συνδέσεων 3 ~ Μ/Σ

- Στους 3- Μ/Σ. τα τρία τυλίγματα (φάσεις) της **Υ.Τ.** και τα αντίστοιχα της **Χ.Τ.**, συνδέονται εσωτερικά μεταξύ τους είτε σε αστέρα (Y) είτε σε τρίγωνο(D)."



Τάση λειτουργίας Μ/Σ

- ❖ Οι Μ/Σ Χαμηλής Τάσης (**Χ.Τ.**) κατασκευάζονται για τάσεις πρωτεύοντος **230V** κα δευτερεύοντος **6, 12, 24 ή 40V**, ενώ οι Μ/Σ διανομής Μέσης Τάσης (**Μ.Τ.**) για τάσεις πρωτεύοντος **15, 20 ή 25kV** και τάσεις δευτερεύοντος **400/230V**.
- ❖ Το δίκτυο διανομής Χ.Τ. της Δ.Ε.Η. έχει **φασική τάση 230V**, με όρια ανοχής από 207V μέχρι 244V και **πολική τάση 400 V**, με όρια ανοχής από 360V μέχρι 424V.



- ❖ Οι συμβολισμοί **L1, L2, L3** και **N**, για τους αγωγούς φάσης και ουδέτερου.

ΙΣΧΥΣ Μ/Σ

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$	1~ Μ/Σ	3~Μ/Σ
ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ S (VA)	$S = U \cdot I$	$S = 1,73 \cdot U \cdot I$
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ P (W)	$P = U \cdot I \cdot \cos\phi$	$P = 1,73 \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$
ΑΕΡΓΗ ΙΣΧΥΣ Q (VAR)	$Q = U \cdot I \cdot \eta\mu\phi$	$Q = 1,73 \cdot U \cdot I \cdot \eta\mu\phi$

Μετασχηματιστή (Μ/Σ) 1:1

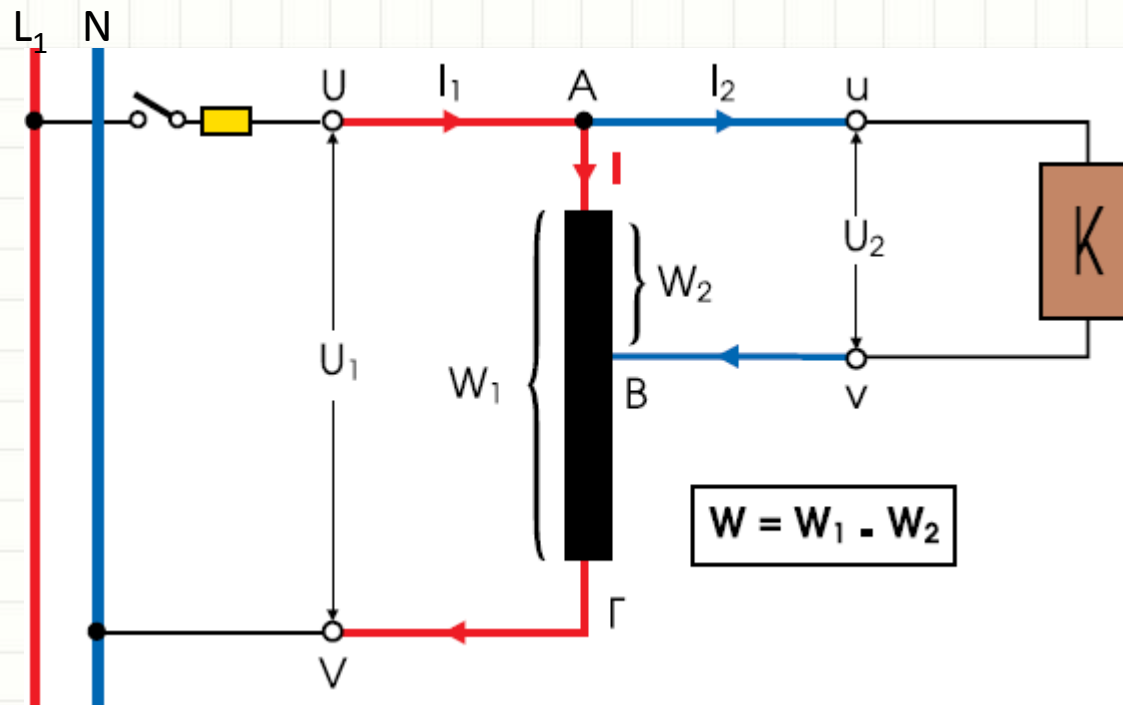
- ❖ Είναι Μ/Σ με **σχέση μεταφοράς 1:1**, δηλ. με τάση πρωτεύοντος τυλίγματος ίση μ' αυτή του δευτερεύοντος, **στον οποίο** (για λόγους προστασίας) **το δευτερεύον δεν έχει καμία σύνδεση ως προς τη γη**, με σκοπό την απομόνωση (ηλεκτρικό διαχωρισμό) του δευτερεύοντος από το πρωτεύον κύκλωμα. Για το λόγο αυτό λέγεται και **Μ/Σ απομόνωσης ή προστασίας**.
- ❖ Οι **Μ/Σ 1:1** χρησιμοποιούνται στις **εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις**, σαν μέθοδος προστασίας από έμμεση επαφή και σε ρευματοδότες (πρίζες) που τοποθετούνται σε υγρούς χώρους

M/Σ ηλεκτρικής έλξης

- ❖ Είναι **M/Σ** που χρησιμοποιούνται για την **ηλεκτρική έλξη**, δηλ. για την κίνηση οχημάτων με ηλεκτρικό ρεύμα.
- ❖ Η χρησιμοποίηση του ηλ. ρεύματος για την κίνηση οχημάτων, σε σχέση με τα παλιά συστήματα, παρουσιάζει πάρα πολλά **πλεονεκτήματα**. Μερικά απ' αυτά είναι: η **καθαριότητα**, η **απαλλαγή από τα καυσαέρια** και οι **πολύ μεγάλες επιταχύνσεις** κατά την εκκίνηση, που μειώνουν το χρόνο μεταξύ δύο σταθμεύσεων.

Αυτομετασχηματιστής (ΑΜ/Σ)

❖ ΑΜ/Σ ονομάζονται οι Μ/Σ που έχουν ένα μόνο τύλιγμα, π.χ. το πρωτεύον, ένα μέρος απ' το οποίο αποτελεί το δευτερεύον.



Σύμβολο 1~ΑΜ/Σ

Παράδειγμα

Σ' ένα 1 ~ AM/Σ, που τροφοδοτείται με τάση $U_1 = 230V$, οι σπείρες που ανήκουν στο πρωτεύον είναι $W_1 = 200$, ενώ όλο το τύλιγμα έχει $W_2 = 100$ σπείρες. Αν στο δευτερεύον του Μ/Σ είναι συνδεδεμένος ένας καταναλωτής με ωμική αντίσταση $R = 20\Omega$, να υπολογισθούν:

1. Η ένταση που απορροφά ο AM/Σ απ' το δίκτυο (I_1) και
2. Η ένταση στο κοινό τμήμα του τυλίγματος του (I).

ΒΗΜΑ 1°: $\frac{W_1}{W_2} = K \Rightarrow \frac{200}{100} = K = 2$, Άρα

ΒΗΜΑ 2°: $\frac{U_1}{U_2} = K = 2 \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{2}{1} \Rightarrow U_1 \cdot 1 = U_2 \cdot 2 \Rightarrow$

$$\frac{230V}{2} = U_2 = 115V$$

ΒΗΜΑ 3°: Για $U_2 = 115V$, φορτίο $R_k = 20\Omega$ τότε ισχύει ο νόμος του ohm, δηλαδή:

$$I_2 = \frac{U_2 = 115V}{R_k = 20\Omega} = 5,75A$$

- Επομένως:

$$I_2 = K \cdot I_1 \Rightarrow 5,75A = 2 \cdot I_1 \Rightarrow \frac{5,75A}{2} = \frac{2 \cdot I_1}{2} \Rightarrow$$

1. Η ένταση που απορροφά ο ΑΜ/Σ απ' το δίκτυο (I_1)

$$I_1 = 2,875A$$

2. Η ένταση στο κοινό τμήμα του τυλίγματος του (I)

$$I = I_2 - I_1 = 5,75 - 2,875 = 2,875$$

$$I = 2,875A$$

❖ Η **βασική διαφορά** ανάμεσα στο μονοφασικό Μ/Σ, με δύο τυλίγματα, και στον αντίστοιχο ΑΜ/Σ είναι ότι στον **ΑΜ/Σ δεν υπάρχει ηλεκτρική μόνωση μεταξύ πρωτεύοντος και δευτερεύοντος τυλίγματος.**

❖ Κατά τ' άλλα οι σχέσεις που είδαμε στους μονοφασικούς Μ/Σ ισχύουν και για τους μονοφασικούς ΑΜ/Σ, δηλ. ισχύουν, κατά προσέγγιση, οι σχέσεις:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{U_1}{U_2} = K, \quad I_2 = K \cdot I_1$$

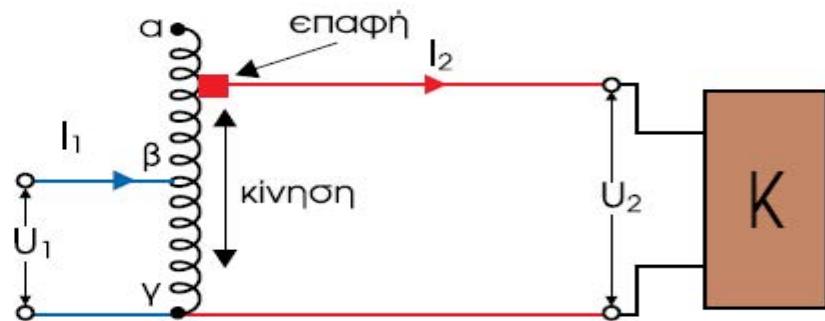
❖ Άρα οι ΑΜ/Σ, σε σχέση με τους γνωστούς Μ/Σ, **έχουν χαμηλότερο κόστος κατασκευής**, λόγω του ενός τυλίγματος, αλλά και του **μικρότερου βάρους** των αγωγών και επομένως και **λιγότερες απώλειες**, δηλ. **πολύ καλύτερο βαθμό απόδοσης** (πλησιάζει το 100%). Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα του ΑΜ/Σ είναι ότι **αποδίδει πολύ μεγαλύτερη φαινόμενη ισχύ** (φαινόμενη ισχύς εξόδου), απ' αυτή του αντίστοιχου κανονικού Μ/Σ, για την ίδια φαινόμενη ισχύ πρωτεύοντος.

Ρυθμιζόμενοι ΑΜ/Σ

- ❖ Στην πράξη κατασκευάζονται ΑΜ/Σ με δυνατότητα μεταβολής της τάσης του δευτερεύοντος τυλίγματος σε πολύ μεγάλα όρια (π.χ. από 0 ως 250V), που λέγονται Μ/Σ ρύθμισης ή ρυθμιζόμενοι ΑΜ/Σ».



(α)

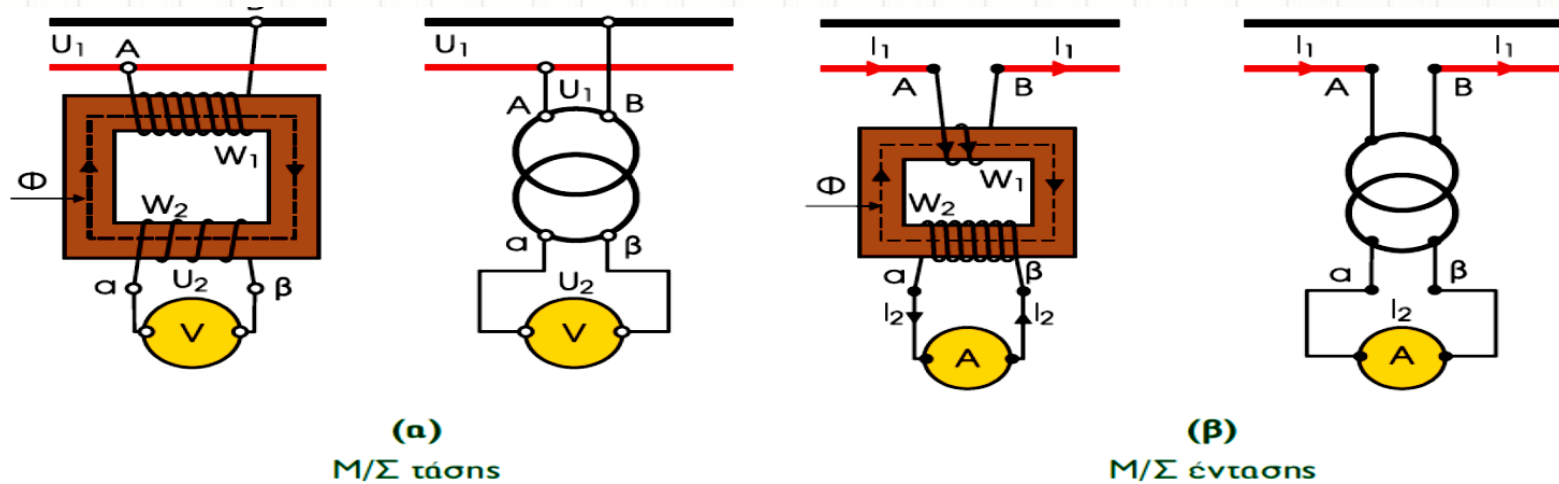


(β)

Όταν η επαφή βρίσκεται στο σημείο α, η τάση U_2 είναι ίση με το μηδέν. Καθώς όμως μετατοπίζεται προς τα πάνω, η U_2 αυξάνει σταδιακά. Όταν η επαφή βρίσκεται μεταξύ του β και γ, ο Μ/Σ λειτουργεί σαν Μ/Σ ανύψωσης της τάσης, ενώ όταν βρίσκεται μεταξύ του β και α, λειτουργεί σαν Μ/Σ υποβιβασμού.

Μ/Σ οργάνων μέτρησης

Μ/Σ οργάνων μέτρησης (ή Μ/Σ μετρήσεων) ονομάζουμε τους Μ/Σ που χρησιμεύουν για τη μέτρηση μεγάλων τάσεων ή εντάσεων ρεύματος, όπως π.χ. συμβαίνει στα δίκτυα υψηλής τάσης (Υ.Τ.) ή στα δίκτυα χαμηλής τάσης (Χ.Τ.) αλλά μεγάλης έντασης.



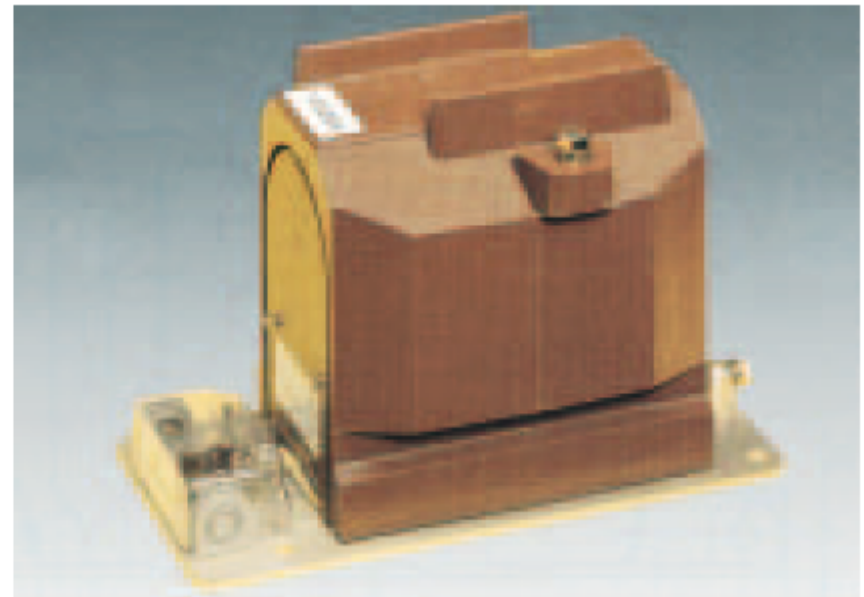
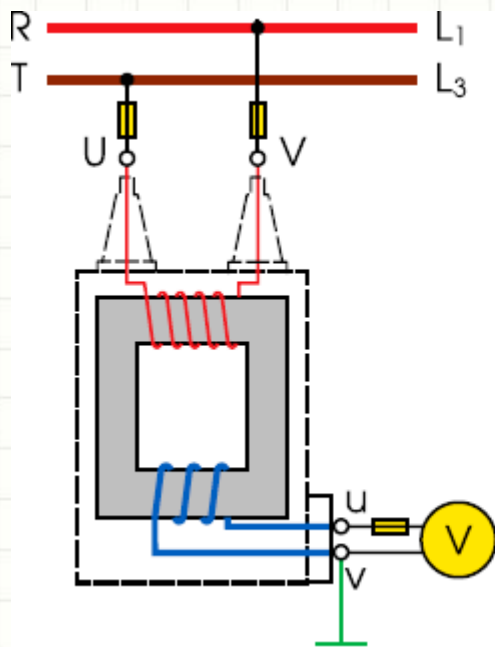
Σχ. 1.21: Διαγράμματα αρχής λειτουργίας και σύμβολα Μ/Σ οργάνων.

Με τους Μ/Σ μετρήσεων πετυχαίνουμε ταυτόχρονα:

- την αύξηση της περιοχής μετρήσεως των οργάνων,
- την ηλεκτρική απομόνωση τους απ' τα κυκλώματα Υ.Τ. και
- την εγκατάστασή τους σε θέσεις προσιτές και ακίνδυνες για το χειριστή τους.

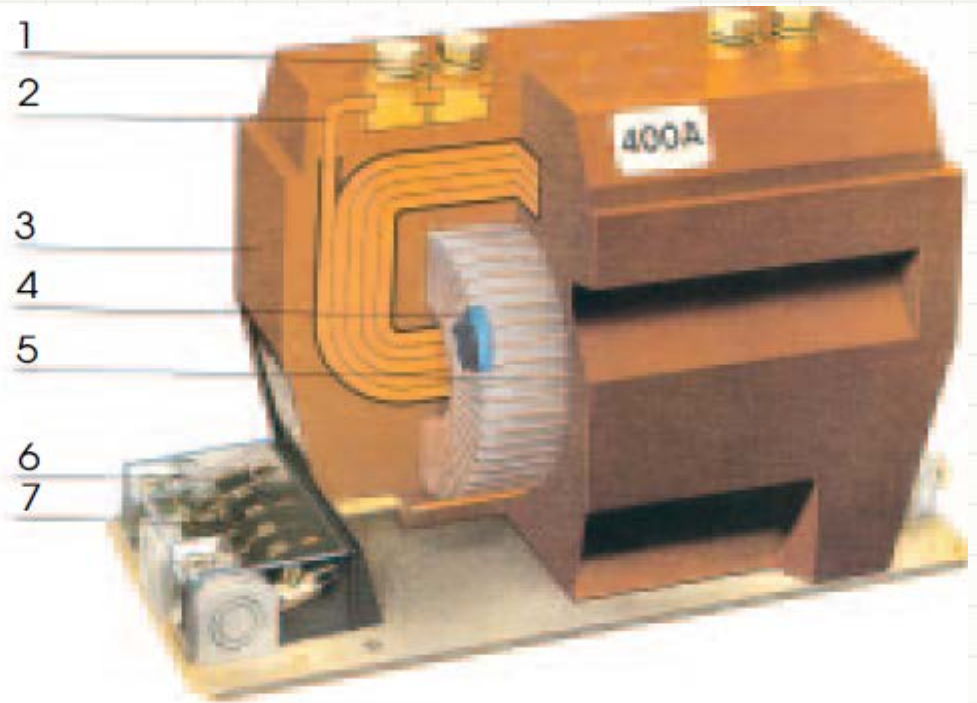
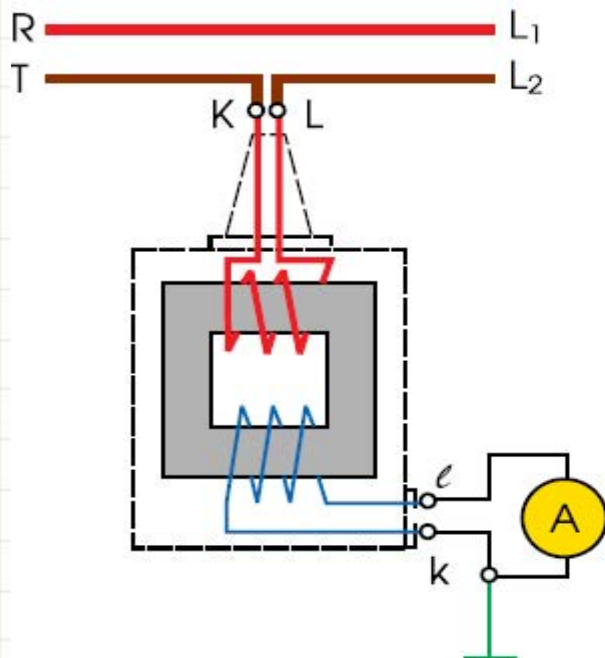
Μ/Σ τάσης

- ❖ Σ' αυτούς το πρωτεύον τύλιγμα συνδέεται στους **ζυγούς της Υ.Τ.** που θέλουμε να μετρήσουμε και το δευτερεύον με **το βολτόμετρο**, ενώ ο ένας ακροδέκτης της Χ.Τ. για λόγους προστασίας γειώνεται.

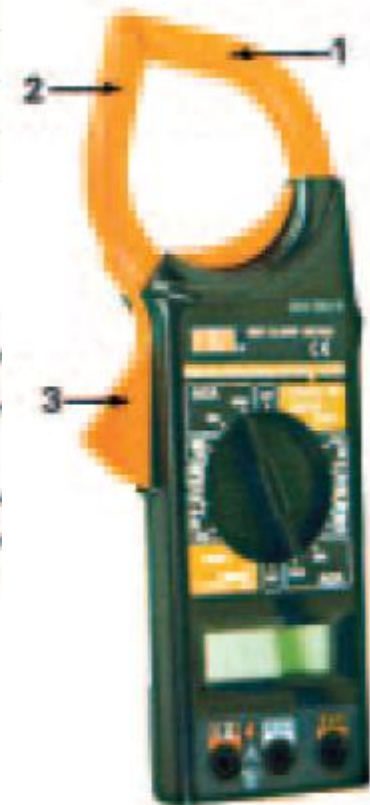
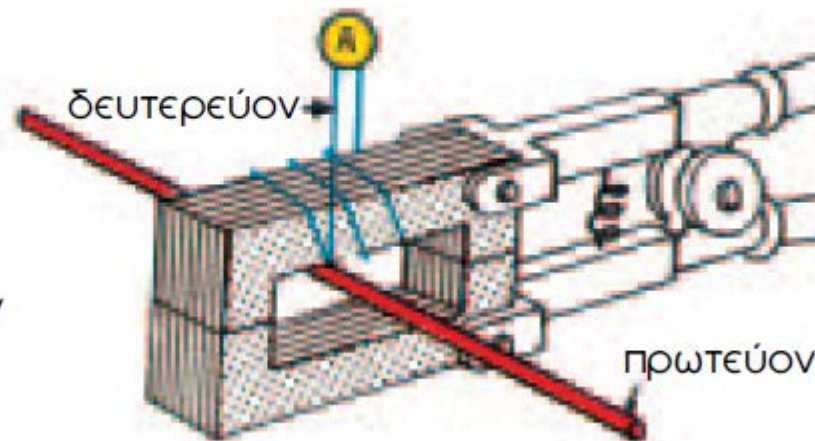
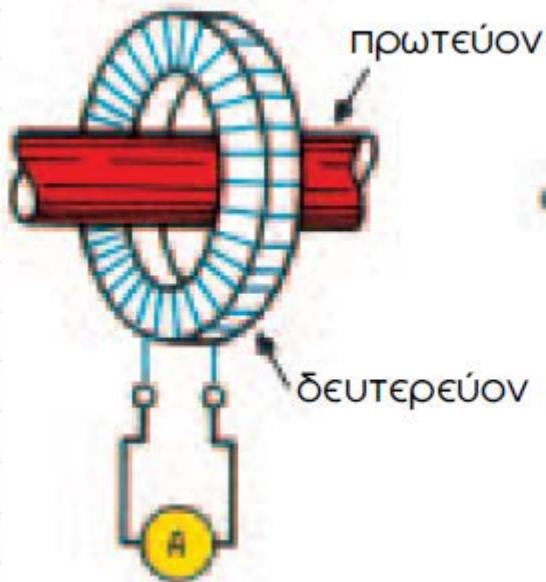


Μ/Σ έντασης

- ❖ Το πρωτεύον τύλιγμα, που αποτελείται από **πολύ λίγες σπείρες** και **αγωγό μεγάλης διατομής**, συνδέεται σε σειρά με **το κύκλωμα**, στο οποίο θέλουμε να μετρήσουμε την ένταση, ενώ το δευτερεύον συνδέεται σε σειρά με το **αμπερόμετρο**.



Ο **πυρήνας** της αμπερομετρικής πένσας (ή αμπεροτσιμπίδας) **αποτελείται από δύο μέρη** (τσιμπίδες), απ' τα οποία το δεύτερο (2) μπορεί να κινηθεί σε σχέση με το πρώτο (1). Όταν πιέζουμε το στέλεχος (3), το μέρος (2) απομακρύνεται από το (1), οπότε μπορούμε να περάσουμε τον αγωγό στο εσωτερικό του πυρήνα της. Το **ρεύμα του αγωγού που αποτελεί το πρωτεύον του Μ/Σ, διαβάζεται κατευθείαν** από το αμπερόμετρο που συνδέεται στο δευτερεύον του.



ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ Σ.Ρ

