



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ: Τσικαλάκης Αντώνιος-Επικ.Καθηγητής

Εργαστηριακή Άσκηση-

Εξάσκηση με τη Χρήση Μ/Σ Έντασής

Κεφάλαιο 2 – Μετρητικές Διατάξεις Υποσταθμού.....	3
2.1 Παροχές που χρησιμοποιούν Μ/Σ Έντασης:	3
2.2 Κλάση ακρίβειας Μ/Σ οργάνων μέτρησης.....	3
2.3 Γενική περιγραφή του εξοπλισμού των μετρητικών διατάξεων	4
2.3.1 Μετρητικές διατάξεις τιμολόγησης-χρέωσης.....	4
2.4 Μετασχηματιστές οργάνων μέτρησης	6
2.4.2 Μετασχηματιστές τάσης.....	6
2.4.2.1 Χαρακτηριστικά μεγέθη μετασχηματιστών τάσης	7
2.4.3 Μετασχηματιστές έντασης	7
2.4.3.1 Βασικές αρχές λειτουργίας	8
2.4.3.2 Χαρακτηριστικά μεγέθη των μετασχηματιστών έντασης.....	10
2.4.3.3 Αναλογία μετασχηματιστή έντασης.....	10
2.4.3.4 Πολικότητα	11
2.4.3.5 Συνδεσμολογία.....	11
2.4.4 Κλάση ακρίβειας Μ/Σ οργάνων μέτρησης.....	12
2.5 Καταγραφικά δεδομένων	12
2.5.1 Χαρακτηριστικά καταγραφικών δεδομένων	13
Κεφάλαιο 3 Εργαστηριακή άσκηση	14
3.1 Διατάξεις πειράματος	14
3.2 Μέτρηση ρεύματος γραμμής μεταφοράς εν κενώ.....	14
3.3 Μέτρηση ρεύματος φορτίου.....	15
Κεφάλαιο 4 Πηγές	16

Κεφάλαιο 2 – Μετρητικές Διατάξεις Υποσταθμού

Η μέτρηση κατέχει σημαντικό ρόλο τόσο στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, όσο και στην εξοικονόμηση χρηματικών πόρων, από τον περιορισμό της αλόγιστης σπατάλης της. Η συλλογή και η διαχείριση των μετρήσεων είναι οι βασικοί παράγοντες για την πρόβλεψη και τον προγραμματισμό της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου.

Για τη συλλογή των μετρήσεων χρησιμοποιούνται μετρητικές διατάξεις¹, που ορίζονται ως το σύνολο του ηλεκτρομηχανικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού που απαιτείται για την ακριβή και αξιόπιστη μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας.

2.1 Παροχές που χρησιμοποιούν Μ/Σ Έντασης:

Μ/Σ έντασης θα χρησιμοποιηθεί στα παρακάτω παροχές Χαμηλής Τάσης καθώς και σε όλες τις παροχές Μέσης και Υψηλής Τάσης.

Πίνακας 2-1 Παροχές Χαμηλής Τάσης με Μ/Σ Έντασης

Τυποποιημένο Νούμερο Παροχής	Συμφωνημένη Ισχύς (kVA)	Χαρακτηριστικό
5,6	85,135	Απαιτούν Μ/Σ Έντασης με λόγο 40
7	250	Απαιτούν Μ/Σ Έντασης με λόγο 80

2.2 Κλάση ακρίβειας Μ/Σ οργάνων μέτρησης

Για τα όργανα Μέτρησης χαρακτηριστικό τους είναι η ακρίβεια. Οι διαθέσιμες κλάσεις είναι:

Κλάση ακρίβειας Μ/Σ οργάνων μέτρησης						
		Κλάση Ακριβείας				
Μ/Σ Έντασης		Kl 0.1	Kl 0.2	Kl 0.5	Kl 1	Kl 3
	Ειδική κατηγορία		Kl 0.2S	Kl 0.5S		
	Ext 200	Kl 0.1G	Kl 0.2G	Kl 0.5G	Kl 1G	
Μ/Σ Τάσης		Kl 0.1	Kl 0.2	Kl 0.5	Kl 1	Kl 3

- S = Κλάση Μ/Σ εντάσεως, ειδική κατηγορία, για ειδικούς ηλεκτρονικούς μετρητές με λόγους 25/5, 50/5, 100/5 και μόνο για ονομαστικό δευτερεύον ρεύμα των 5A και είναι για ειδικούς μετρητές ειδικών εφαρμογών, συγκεκριμένα ηλεκτρονικούς μετρητές των οποίων η ακρίβεια ορίζεται για μετρούμενα ρεύματα μεταξύ 50mA και 6A (δηλαδή 1% και 120% $I_N=5A$).

- $G = M/\Sigma$ Εντάσεως εκτεταμένης περιοχής μέτρησης οι οποίοι μπορούν να λειτουργούν διαρκώς με $2 I_N$ και να διατηρούν τα όρια σφάλματος της κλάσεως τους από 0,05 έως 2-φορές της I_N (ονομαστικής τους έντασης). Οι M/Σ έντασης της κλάσης ακριβείας G χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που έχουμε μεγάλες διακυμάνσεις του φορτίου.

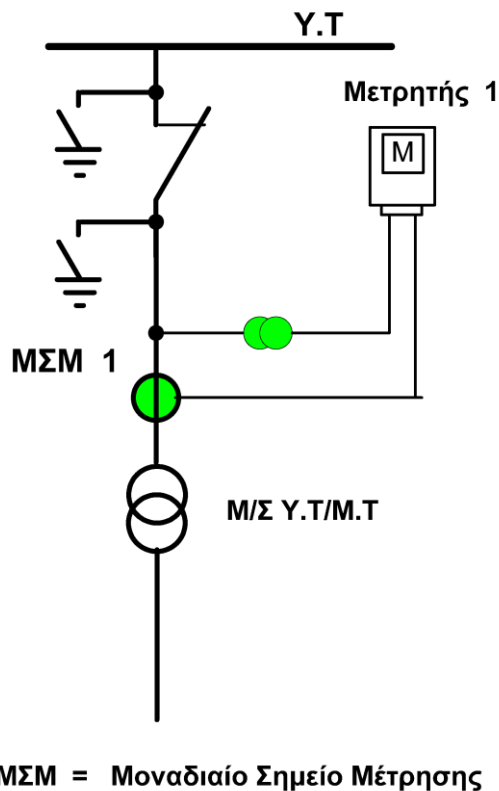
2.3 Γενική περιγραφή του εξοπλισμού των μετρητικών διατάξεων

Ο εξοπλισμός αποτελείται κυρίως από τους μετρητές,

- τα επί μέρους υποστηρικτικά στοιχεία όπως μετασχηματιστές οργάνων μέτρησης,
- τον εξοπλισμό επικοινωνίας των μετρητών για τη σύνδεσή τους με κάποιο δίκτυο ασύρματο ή ενσύρματο, ώστε να παρακολουθούνται οι μετρήσεις,
- και από λοιπό εξοπλισμό, ο οποίος περιλαμβάνει πίνακες ή ερμάρια, καλώδια, κτλ.

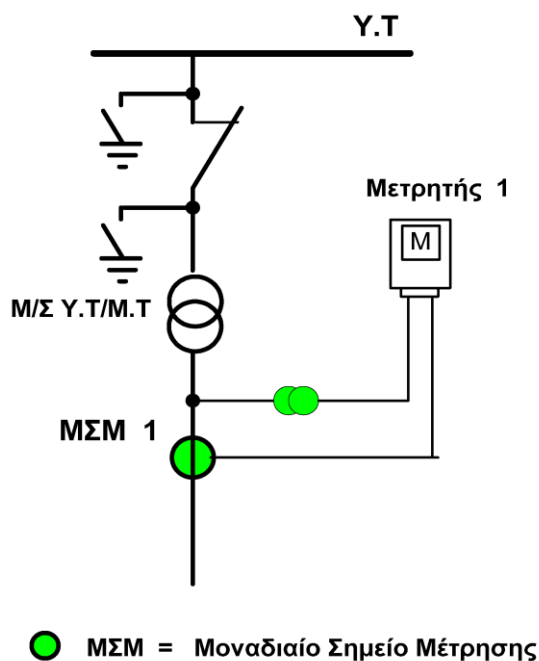
2.3.1 Μετρητικές διατάξεις τιμολόγησης-χρέωσης

Σύμφωνα με τους κώδικες ΑΔΜΗΕ/ΔΕΔΔΗΕ, οι μετρητές πρέπει να λειτουργούν από ανεξάρτητα τυλίγματα μετασχηματιστών τάσης και έντασης. Τα τυλίγματα των μετασχηματιστών τάσης και έντασης και τα καλώδια σύνδεσης τέτοιων τυλιγμάτων με τον μετρητή, εξυπηρετούν αποκλειστικά τις συνδέσεις που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Τα δε, καλώδια και οι συνδέσεις πρέπει να σφραγίζονται με ασφαλή τρόπο.

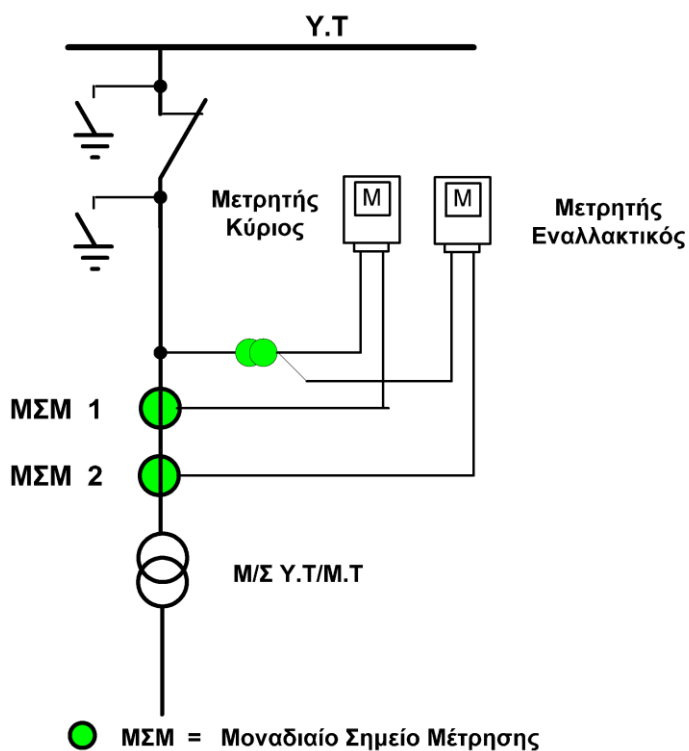


● ΜΣΜ = Μοναδιαίο Σημείο Μέτρησης

Σχ. 1 Σημείο μέτρησης στην Υψηλή Τάση (Y.T.)



ΣΧ. 2 Σημείο μέτρησης στη Μέση Τάση (Μ.Τ.)



ΣΧ. 3 Σημείο μέτρησης στην Υ.Τ. με χρήση δυο μετρητών

Οι μετρητές και τα επιπρόσθετα συνδεδεμένα φορτία, πρέπει να έχουν ανεξάρτητες ασφάλειες στην τροφοδοσία τους, από τους μετασχηματιστές τάσης. Γενικά, ο

εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε μετρητική διάταξη πρέπει να ικανοποιεί τις προδιαγραφές που ορίζονται στον Κώδικα Διαχείρισης Συστήματος.

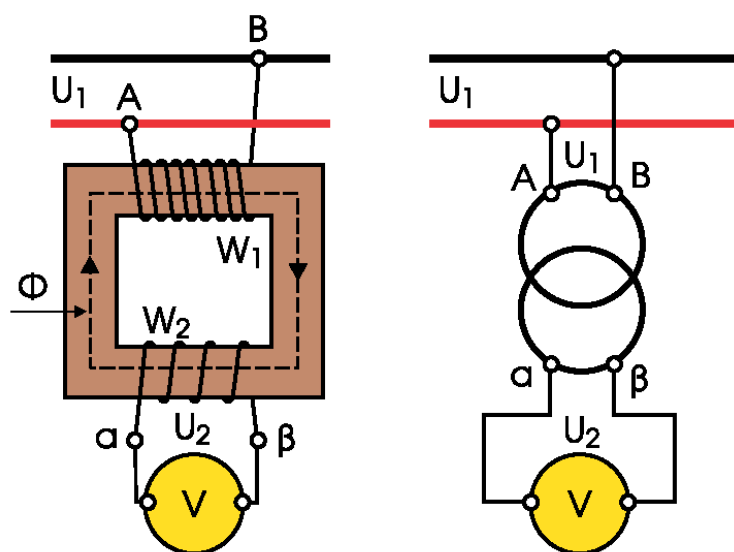
2.4 Μετασχηματιστές οργάνων μέτρησης

Οι μετασχηματιστές οργάνων μέτρησης είναι ηλεκτρικές συσκευές, οι οποίες μετατρέπουν μεγάλα πρωτεύοντα ηλεκτρικά μεγέθη, εναλλασσόμενες τάσεις και εντάσεις, σε μικρά ομοιογενή δευτερεύοντα, προσαρμοσμένα για τη σύνδεση οργάνων μέτρησης και ελέγχου.

Οι χρησιμοποιούμενοι στα μετρητικά συστήματα μετασχηματιστές οργάνων μέτρησης διακρίνονται σε μετασχηματιστές τάσης και μετασχηματιστές έντασης, με βασικά πλεονεκτήματα τη μικρή αυτοκατανάλωση ισχύος, την υψηλή ακρίβειά τους, καθώς και την ηλεκτρική απομόνωση του κυκλώματος μέτρησης από το κύκλωμα υψηλής τάσης. Ένα επιπλέον στοιχείο που απαρτίζει τις μετρήσεις μέσης τάσης είναι το κιβώτιο δοκιμών.

2.4.2 Μετασχηματιστές τάσης

Στους μετασχηματιστές τάσης², η τάση του πρωτεύοντος είναι ίση με τη μέση τάση, με την οποία τροφοδοτείται το σύστημα, ενώ η τάση του δευτερεύοντος είναι συνήθως ίση με 100V. Το πρωτεύον δηλαδή τύλιγμα έχει πολλές σπείρες μικρής διατομής και το δευτερεύον τύλιγμα, λίγες σπείρες αγωγού μεγάλης διατομής.



Εικόνα 1: Μετασχηματιστής Τάσης

Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Μονοπολικοί, οι οποίοι μετράνε την τάση μεταξύ μιας φάσης και της γης, δηλαδή τη φασική τάση. Το πρωτεύον τύλιγμα χαρακτηρίζεται με τα γράμματα A, N και το δευτερεύον τύλιγμα με τα γράμματα a, n.

- Διπολικοί, οι οποίοι μετράνε την τάση μεταξύ δύο φάσεων, δηλαδή την πολική τάση. Το πρωτεύον τύλιγμα χαρακτηρίζεται με τα γράμματα A, B και το δευτερεύον τύλιγμα με τα γράμματα a, b.

Σε μια εγκατάσταση, ανάλογα βέβαια την εγκατάσταση, προτιμάται η χρήση διπολικών μετασχηματιστών, γιατί με δυο μόνο τέτοιους μετασχηματιστές μπορούμε να μετρήσουμε ένα τριφασικό σύστημα. Ενώ αν χρησιμοποιηθούν μονοπολικοί μετασχηματιστές, χρειάζονται αντίστοιχα τρεις.

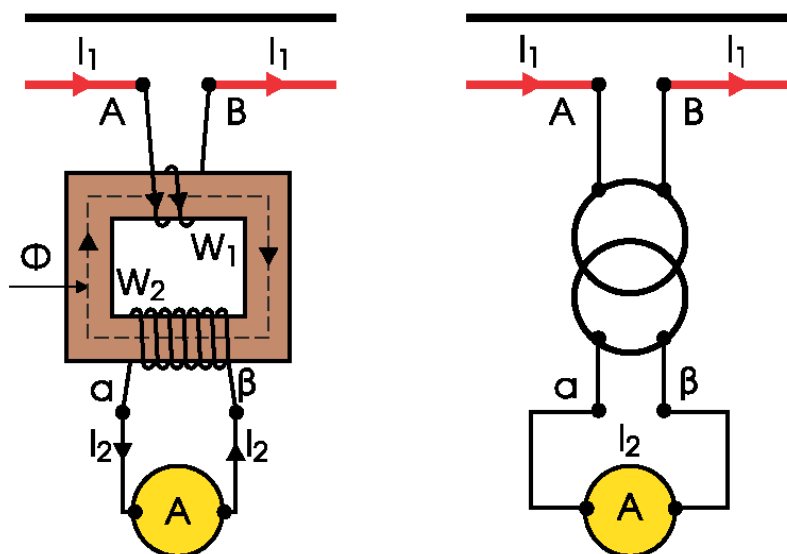
2.4.2.1 Χαρακτηριστικά μεγέθη μετασχηματιστών τάσης³

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη των μετασχηματιστών τάσης είναι:

- Ονομαστική τάση, π.χ. $U_n = 20/24 \text{ kV}$
- Ονομαστική ισχύς ή φορτίο (rated burden), π.χ. $S_n = 30 \text{ ως } 300 \text{ VA}$.
- Κλάση ακριβείας (class), η οποία είναι από 0.2 ως 3%, εφόσον το φορτίο σε VA, δεν υπερβαίνει το ονομαστικό.
- Ονομαστική τάση πρωτεύοντος $U_{1n} = 20 \text{ kV}$ για διπολικούς ή $20/\sqrt{3}$ για μονοπολικούς.
- Ονομαστική τάση δευτερεύοντος $U_{2n} = 100\text{V}$ για διπολικούς ή $100/\sqrt{3}$ για μονοπολικούς.
- Μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς $S_{\max}$ σε VA. Συνήθως είναι 10 φορές το S_n .

2.4.3 Μετασχηματιστές έντασης

Στα κυκλώματα χαμηλής τάσης που διαρρέονται από ρεύμα μεγαλύτερο των 100 A, και για όλα τα κυκλώματα υψηλής τάσης, οι μετασχηματιστές έντασης ή ρεύματος (Current Transformers – CTs) χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτούν τον μετρητή με ένα σήμα, ανάλογο με το ρεύμα που ρέει μέσα από το φορτίο. Είναι αναγκαίοι για τη μέτρηση υψηλών ρευμάτων ή ρευμάτων σε επίπεδα υψηλής τάσης, γιατί είναι σχεδόν ανέφικτο να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί ένας μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας με επαρκές μέγεθος, σε σύγκριση με τα σημερινά μεγέθη των μετρητών, και με επαρκές επίπεδο μόνωσης, ώστε να μετράμε απευθείας το ρεύμα.



ΣΧ. 4 Μετασχηματιστής Έντασης

2.4.3.1 Βασικές αρχές λειτουργίας

Ο μετασχηματιστής έντασης παράγει ένα μικρό σήμα εξόδου, απευθείας ανάλογο του πλάτους του ρεύματος που ρέει στον αγωγό, γύρω από τον οποίο έχει τοποθετηθεί. Το σήμα εξόδου από το μετασχηματιστή έντασης, οδηγείται ως είσοδος στο μετρητή, που με τη σειρά του, το χρησιμοποιεί για να προσδιορίσει το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα. Μια γενική τακτική που εφαρμόζεται στο μετρητή είναι η ανύψωση του σήματος που λαμβάνει από το μετασχηματιστή έντασης, ώστε να αντιπροσωπεύεται η ροή ρεύματος μέσα στο φορτίο. Επίσης, σε κάποιες εφαρμογές, είναι αποδεκτό η είσοδος του ρεύματος να μετρείται σε “δεύτερο επίπεδο” και να τοποθετείται εξωτερικός πολλαπλασιαστής που θα ανυψώνει τις τιμές που καθορίζονται από το μετρητή.

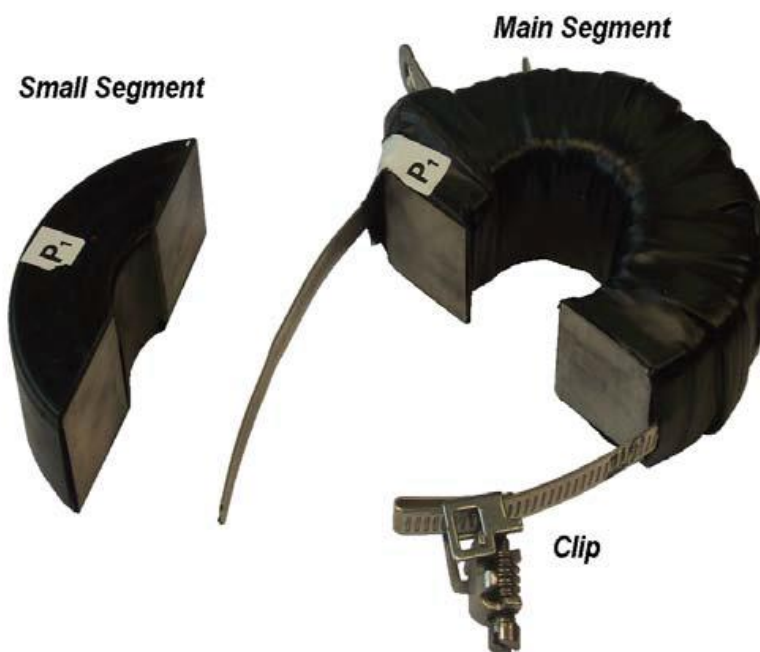
Για κάθε μετρούμενο κύκλωμα απαιτείται ένας μετασχηματιστής έντασης. Οπότε για μια τριφασική εγκατάσταση με 4 καλώδια, απαιτούνται 3 μετασχηματιστές έντασης, ενώ για μια τριφασική εγκατάσταση με 3 καλώδια, χρειάζονται μόνο 2 μετασχηματιστές.

Επίσης ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην πολικότητα, όταν εγκαθίσταται ένας τέτοιος μετασχηματιστής. Αν τοποθετηθεί με λάθος τρόπο, τότε ο μετρητής θα ερμηνεύσει εσφαλμένα πως το κύκλωμα καταναλώνει, ενώ αυτό παράγει και αντίστροφα. Πρέπει να είμαστε ΠΟΛΥ προσεκτικοί όταν τους χρησιμοποιούμε...και να μην μένουν ποτέ ανοικτοκυκλωμένοι!

Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι μετασχηματιστή έντασης:

- Δακτυλίου: που μπορεί να είναι κυκλικός ή ορθογώνιος. Ο αγωγός πρέπει να αποσυναρμολογηθεί στο ένα άκρο, για να χωρέσει ο μετασχηματιστής.

- Χωριστού πυρήνα: ο μετασχηματιστής διαχωρίζεται σε 2 κομμάτια έτσι ώστε να τοποθετηθεί γύρω από τον αγωγό. Σχεδιάστηκε για χρήση σε ήδη υπάρχοντες εγκαταστάσεις, στις οποίες δεν είναι εφικτή η αποσύνδεση του ενός άκρου του καλωδίου (Εικόνα 2).
- Άθροισης: μπορεί να είναι σε ορθογώνιο κουτί ή σε δακτύλιο. Χρησιμοποιείται για να αθροίσει τις εξόδους από διάφορες παροχές. Αποτελείται από δυο ή περισσότερα τυλίγματα που συνδέονται στις παροχές που θέλουμε να αθροίσουμε και ένα ενιαίο δευτερεύον τύλιγμα, το οποίο δίνει ένα ρεύμα ανάλογο του αθροίσματος στο πρωτεύον. Για παράδειγμα μια τυπική αναλογία είναι $5+5+5 / 5A$, που σημαίνει πως αθροίζονται τρεις παροχές στο πρωτεύον, σε μια έξοδο των $5A$ στο δευτερεύον. Όταν χρησιμοποιούνται τέτοιοι μετασχηματιστές, δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η συνεισφορά κάθε παροχής. Όλα τα κυκλώματα εισόδου πρέπει να έχουν την ίδια αναλογία. Διαφορετικά (π.χ. $100 + 200 + 150 / 5A$) η έξοδος του μετασχηματιστή είναι απρόβλεπτη και γι' αυτό ακατάλληλη για μέτρηση.
- Και τέλος ο τύπος Wound-Primary CT: όπου το πρωτεύον τύλιγμα κατασκευάζεται επίσης μέσα στο σώμα του μετασχηματιστή έντασης. Το πρωτεύον τύλιγμα είναι συνήθως μια ενιαία σειρά. Αυτού του τύπου οι μετασχηματιστές χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που απαιτούν μικρές αναλογίες ρεύματος μετασχηματισμού. Έχει μεγαλύτερη ακρίβεια και μεγαλύτερη χωρητικότητα φορτίου. Είναι συνήθως σχεδιασμένα με σπειροειδείς πυρήνες για υψηλή απόδοση.



Εικόνα 2 Μετασχηματιστής έντασης τύπου χωριστού πυρήνα



Εικόνα 3 Μετασχηματιστής έντασης, τύπου αθροιστή⁴

2.4.3.2 Χαρακτηριστικά μεγέθη των μετασχηματιστών έντασης

Τα χαρακτηριστικά των μετασχηματιστών είναι:

- Ονομαστική τάση, π.χ. $U_n = 20/24KV$
- Ονομαστική ισχύς ή φορτίο (rated burden), π.χ. $S_n = 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90 VA$. Οι κατασκευαστές δίνουν το φορτίο σε συνδυασμό με την κλάση ακριβείας.
- Κλάση ακριβείας (cl) για το τύλιγμα μέτρησης είναι από 0.2 έως 3%, εφόσον το φορτίο σε VA, δεν υπερβαίνει το ονομαστικό.
- Κλάση ακριβείας (class) για το τύλιγμα προστασίας είναι το % σφάλμα, το γράμμα P και το πολλαπλάσιο του ονομαστικού ρεύματος που αντιστοιχεί το σφάλμα. Π.χ. 5P15 σημαίνει σφάλμα 5% στο δεκαπενταπλάσιο του ονομαστικού.
- Ονομαστικό ρεύμα πρωτεύοντος $I_{1n} = 5$ ως 3000A.
- Ονομαστικό ρεύμα δευτερεύοντος $I_{2n} = 5A$ ή 1A. Η τιμή του 1A προτιμάται όταν η απόσταση του μετασχηματιστή από τα όργανα μέτρησης είναι μεγάλη (>50m).
- Αντοχή σε ρεύμα βραχείας διάρκειας I_{th} σε kA. Είναι η ενεργός τιμή του ρεύματος που αντέχει ο μετασχηματιστής για χρόνο $t = 1s$. Συνήθως είναι 20 ως 60 φορές το ονομαστικό ρεύμα I_{1n} .

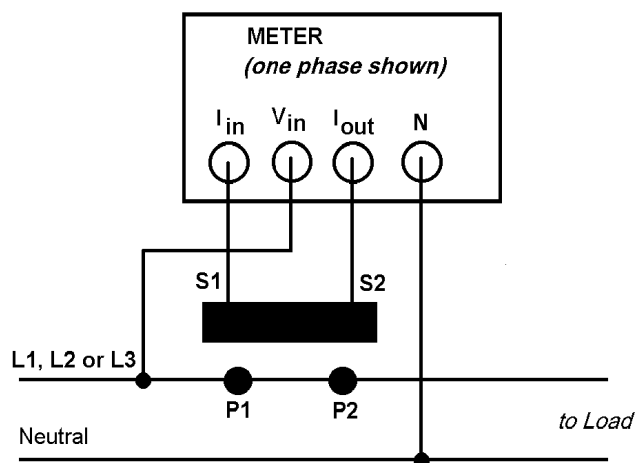
2.4.3.3 Αναλογία μετασχηματιστή έντασης

Οι μετασχηματιστές έντασης που χρησιμοποιούνται έχουν σχέση $X/5 A$, όπου X η μέγιστη ονομαστική ένταση πρωτεύοντος και 5A είναι η μέγιστη ένταση του

δευτερεύοντος. Το πρωτεύον κύκλωμα έχει λίγες σπείρες μεγάλης διατομής και το δευτερεύον πολλές σπείρες μικρής διατομής.

2.4.3.4 Πολικότητα

Όλοι οι μετασχηματιστές έντασης είναι πολωμένοι και γι' αυτό το λόγο πρέπει να τοποθετούνται με συγκεκριμένο τρόπο. Όπως φαίνεται και από το παρακάτω σχήμα, επισημαίνεται ο τρόπος σύνδεσης στο καλώδιο, χρησιμοποιώντας τα P1 και P2. Η μεριά που έχει σημειωθεί ως P1 πρέπει να δείχνει προς τη γεννήτρια και η μεριά P2 πρέπει να δείχνει προς το φορτίο.



Σχ. 5 Πολικότητα μετασχηματιστή έντασης(μόνο η μια φάση είναι συνδεδεμένη)

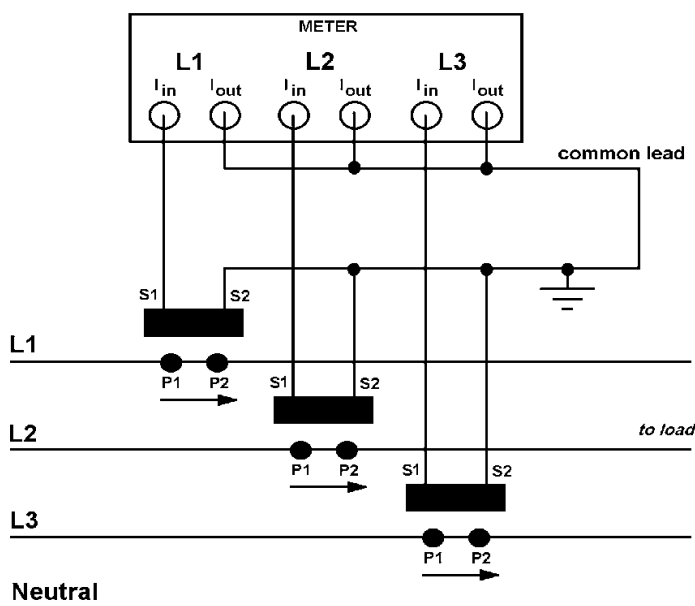
Επίσης και η έξοδος του μετασχηματιστή έντασης - δευτερεύον – πρέπει να συνδέεται στο μετρητή με το σωστό τρόπο. Το δευτερεύον σε κάθε μετασχηματιστή συμβολίζεται με S1 και S2. Αν ο μετασχηματιστής διαθέτει περισσότερα του ενός δευτερεύοντα, τότε χρησιμοποιούμε τα γράμματα 1S1, 1S2 για το πρώτο, τα γράμματα 2S1, 2S2 για το δεύτερο κ.ο.κ. Ο μετρητή δεν θα καταγράφει σωστά αν οποιοσδήποτε μετασχηματιστής συνδεθεί με λάθος τρόπο. Ο ακροδέκτης S1 πρέπει να συνδέεται στην αντίστοιχη θύρα εισόδου ρεύματος του μετρητή, ανάλογα τη φάση. Ο ακροδέκτης S2 πρέπει να συνδέεται στην αντίστοιχη θύρα εξόδου του ρεύματος ανάλογα τη φάση. Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει και η σωστή συνδεσμολογία των φάσεων. Για παράδειγμα, αν ο μετασχηματιστής της γραμμής 1 συνδεθεί στις εισόδους ρεύματος της γραμμής 3, δεν θα καταγράφει τις σωστές μετρήσεις.

2.4.3.5 Συνδεσμολογία

Οι μετασχηματιστές έντασης πρέπει να συνδέονται σύμφωνα με όλους τις σχετικούς κανόνες ασφαλείας.

Για πολυφασικά κυκλώματα, όπου χρησιμοποιούνται 2 ή 3 μετασχηματιστές έντασης, είναι κοινή πρακτική να χρησιμοποιείται ένα κοινό καλώδιο για το δευτερεύον των μετασχηματιστών. Αυτό εξοικονομεί χρόνο και υλικά, και γενικά απλοποιεί την

καλωδίωση. Οι συνδέσεις που απαιτούνται, εξαρτώνται από τον τύπο της πηγής που μετριέται.



ΣΧ. 6 Κοινή καλωδίωση για το δευτερεύον των μετασχηματιστών έντασης

Επίσης κοινή πρακτική σε εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης (κυκλώματα κάτω των 1000Volts) είναι να γειώνεται το δευτερεύον S2 του μετασχηματιστή έντασης. Αυτό αποτελεί μια δικλείδα ασφαλείας, για προστασία από στατική τάση ή αποτυχία της μόνωσης.

Ειδική περίπτωση αποτελεί η συνδεσμολογία των μετασχηματιστών Wound-Primary, οι οποίοι έχουν συνήθως χαμηλή αναλογία ρευμάτων (π.χ. 20/5 A). Αυτοί οι μετασχηματιστές δεν τοποθετούνται γύρω από κάποιο καλώδιο ή πάνω σε κάποια ράβδο με το συμβατικό τρόπο. Ο αγωγός πρέπει να κοπεί στο σημείο που θα τοποθετηθεί ο μετασχηματιστής. Η μεριά του αγωγού που είναι πιο κοντά στην παροχή (γεννήτρια) συνδέεται στον ακροδέκτη P1 και η μεριά που οδηγεί στο φορτίο, συνδέεται στον ακροδέκτη P2.

2.4.4 Κλάση ακρίβειας Μ/Σ οργάνων μέτρησης

Οι Μ/Σ οργάνων μέτρησης κατηγοριοποιούνται με βάση την κλάση ακρίβειάς τους, που προσδιορίζει τις οριακές τιμές των ονομαστικών φορτίων εντός των οποίων πρέπει να βρίσκεται το σφάλμα του Μ/Σ υπό ορισμένες συνθήκες (π.χ. κλ. 0,5 αντιστοιχεί σε οριακές τιμές σφάλματος $\pm 0,5\%$ της ονομαστικής τιμής).

2.5 Καταγραφικά δεδομένων

Στο σύνολο του ηλεκτρομηχανικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού που απαιτείται για την ακριβή και αξιόπιστη μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας ή αλλιώς στο ευρύτερο σύνολο των μετρητικών διατάξεων, εντάσσονται και τα καταγραφικά δεδομένων.

Τα τελευταία είναι ηλεκτρονικές συσκευές, οι οποίες αποθηκεύουν/καταγράφουν δεδομένα είτε με την πάροδο του χρόνου, είτε/και σε σχέση με την τοποθεσία που βρίσκεται το όργανο, είτε/και μέσω διασύνδεσής τους με εξωτερικά όργανα και αισθητήρες. Κατά κύριο λόγο, ανήκουν στην κατηγορία των συστημάτων μέτρησης που βασίζονται σε μικροεπεξεργαστή, αλλά όταν οι εφαρμογές το απαιτούν και οι συνθήκες το επιτρέπουν, σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή. Συνήθως, είναι μικρού μεγέθους και μικρής κατανάλωσης, φορητές συσκευές εξοπλισμένες με μικροεπεξεργαστή, μια εσωτερική μνήμη για την αποθήκευση δεδομένων, αισθητήρες και τροφοδοτούνται από μπαταρίες. Χρησιμοποιούνται δε, κυρίως σε απομακρυσμένες περιοχές, όπου δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί υπολογιστής.

2.5.1 Χαρακτηριστικά καταγραφικών δεδομένων

Τα κύρια χαρακτηριστικά⁵ των καταγραφικών δεδομένων είναι:

- Διαθέτουν αναλογικές εισόδους στις οποίες συνδέονται οι αισθητήρες μέτρησης, με δυνατότητα τόσο για μη-διαφορική σύνδεση (single-ended), όσο και για διαφορική σύνδεση (differential). Το εύρος μέτρησης κάθε αναλογικής εισόδου είναι ρυθμιζόμενο, εντός των αντίστοιχων προδιαγραφών λειτουργίας, είτε μέσω του πληκτρολογίου που διαθέτει το καταγραφικό δεδομένων, είτε μέσω του λογισμικού παραμετροποίησης του καταγραφικού δεδομένων, το οποίο εκτελείται σε Η/Υ όπου συνδέεται το καταγραφικό.
- Διαθέτουν αναλογικές εξόδους με προγραμματιζόμενη τάση εξόδου. Αυτές οι εξοδοί χρησιμοποιούνται κυρίως για έλεγχο άλλων συσκευών.
- Διαθέτουν ψηφιακές εισόδους για καταμέτρηση παλμών.
- Διαθέτουν ψηφιακές θύρες εισόδου/εξόδου οι οποίες προγραμματίζονται ανεξάρτητα, έτσι ώστε να λειτουργούν ως είσοδοι ή εξοδοί. Αυτές οι ψηφιακές θύρες χρησιμοποιούνται είτε για έλεγχο, είτε για επικοινωνία με αισθητήρες που παράγουν ψηφιακή έξοδο.
- Έχουν ενσωματωμένη μνήμη και μονάδα αποθήκευσης δεδομένων για την αποθήκευση των μετρήσεων.
- Διαθέτουν θύρες επικοινωνίας συνήθως με τα πρωτόκολλα RS232, RS485, USB, για διασύνδεση με υπολογιστή ή με εξωτερικό μέσο αποθήκευσης με σκοπό τη μεταφορά των μετρήσεων που έχουν καταγραφεί. Σε μερικές περιπτώσεις διαθέτουν σύστημα ασύρματης επικοινωνίας, RF, GSM, για τη μετάδοση των μετρήσεων.
- Διαθέτουν πληκτρολόγιο για τον προγραμματισμό των διαφόρων παραμέτρων λειτουργίας τους, καθώς και οθόνη απεικόνισης για τον έλεγχο των μετρήσεων και των ρυθμίσεων.
- Η κατασκευή τους είναι πολύ ανθεκτική και δεν επηρεάζεται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Κεφάλαιο 3 Εργαστηριακή άσκηση

Για την εξοικείωση με τα συστήματα μετασχηματιστών έντασης θα εκτελεστούν ανά ομάδες 4-6 ατόμων τα παρακάτω πειράματα με το μετασχηματιστή έντασης που είναι διαθέσιμος στο εργαστήριο

3.1 Διατάξεις πειράματος

Για τις δύο πειραματικές διαδικασίες που θα γίνουν θα χρειαστείτε:

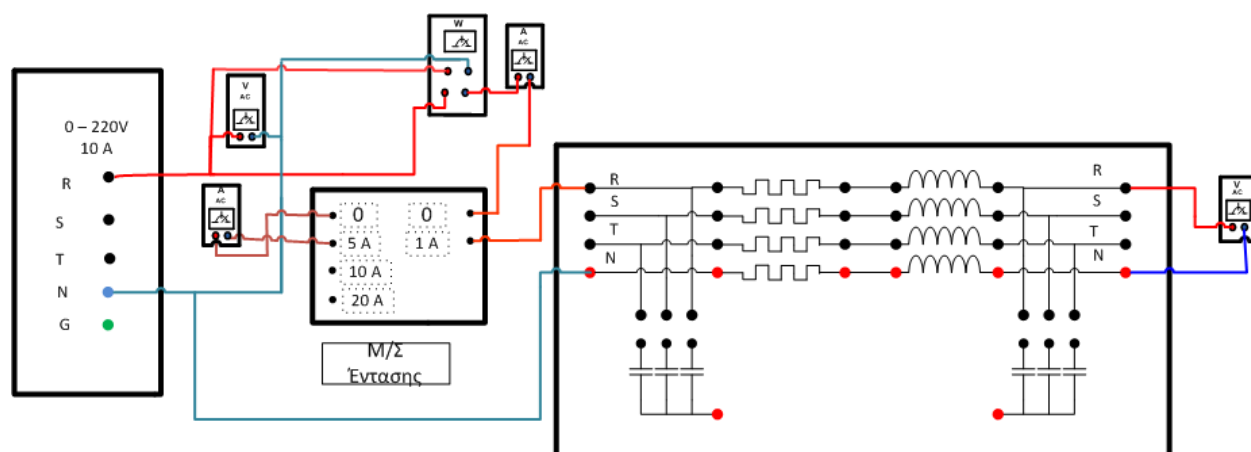
1. Τροφοδοτικό 230V
2. Τουλάχιστον Δύο (2) Αμπερόμετρα
3. Ένα (1) Βαττόμετρο
4. Δύο βολτόμετρα
5. Ένα ομοίωμα γραμμής μεταφοράς
6. Έναν Μετασχηματιστή έντασης.

3.2 Μέτρηση ρεύματος γραμμής μεταφοράς εν κενώ

Σε μία τέτοια περίπτωση η γραμμή μεταφοράς απορροφά αμελητέο ρεύμα το οποίο είναι δύσκολο να μετρηθεί.

Σε αυτήν την περίπτωση ο Μ/Σ έντασης θα χρησιμοποιηθεί ως μέσο ανύψωσης του ρεύματος (χρησιμοποιούμε ως είσοδο το 1Α) για να είναι ευκολότερη η μέτρησή του από αμπερόμετρα.

Η συνδεσμολογία που θα υλοποιηθεί είναι:



ΣΧ. 7 Η συνδεσμολογία του πρώτου πειράματος

Καταγράψτε τις μετρήσεις για τους συνδυασμούς εξόδου του Μ/Σ που θα σας υποδειχθεί:

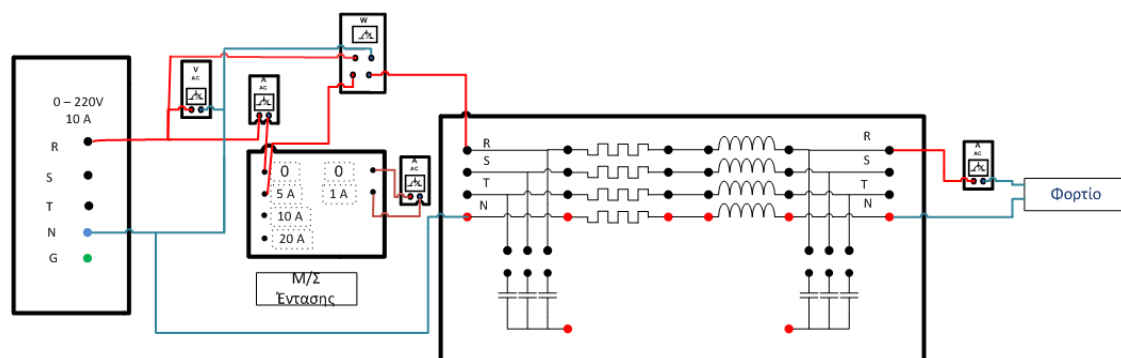
Πίνακας 2

	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2
Τάση Εισόδου		
Ρεύμα Εισόδου		
Ένταση Εισόδου		
Ένταση Εξόδου Μ/Σ Έντασης		
Τάση εξόδου		
Πραγματικό ρεύμα εισόδου (υπολογισμός)		
CosΦ (υπολογισμός)		

3.3 Μέτρηση ρεύματος φορτίου

Σε μία τέτοια περίπτωση, που είναι και η πιο συνηθισμένη, ο Μ/Σ έντασης θα χρησιμοποιηθεί ως μέσο μείωσης του ρεύματος (χρησιμοποιούμε ως έξοδο το 1Α) για να είναι εφικτή η μέτρησή του από κατάλληλες διατάξεις.

Η συνδεσμολογία που θα υλοποιηθεί είναι:



ΣΧ. 8 Η συνδεσμολογία του Δεύτερου πειράματος

Καταγράψτε τις μετρήσεις για τους συνδυασμούς εξόδου του Μ/Σ που θα σας υποδειχθεί προσπαθώντας να φτάσετε σε πραγματικό ρεύμα εισόδου το πολύ 5 Α.

Πίνακας 3

	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2
Τάση Εισόδου		
Ρεύμα Εισόδου		
Ένταση Εισόδου		
Ένταση Εξόδου Μ/Σ Έντασης		
Ρεύμα εξόδου		
CosΦ (υπολογισμός)		

Κεφάλαιο 4 Πηγές

¹ “Εγχειρίδιο Μετρητών και Μετρήσεων” ΔΕΣΜΗΕ Ιούλιος 2010

² Άρθρο του: ΕΡΩΤΟΚΡΙΤΟΥ ΤΣΙΓΚΑ, μηχανολόγου ηλεκτρολόγου μηχανικού, περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ

³ Βιομηχανικές εγκαταστάσεις – Υποσταθμοί, Α’ τεύχος, ΚΕΜΙΔΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, ΜΠΑΡΓΙΩΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΣΑΝΔΑΛΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

⁴ Ιστότοπος www.itl-uk.com/es/products/measurement-transformers/indoor/summation-ct/

⁵ Ηλεκτρικές Μετρήσεις και Αισθητήρες - Αρχές λειτουργίας και σχεδιασμός των Ηλεκτρικών Συστημάτων Μέτρησης, Κώστας Καλαϊτζάκης & Ευτύχης Κουτρούλης