

2.2. Πολύμετρο

Ένα πολύμετρο χρησιμοποιείται για να κάνει μετρήσεις ηλεκτρικών μεγεθών, όπως είναι η μέτρηση συνεχούς (DC) και εναλλασσόμενης (AC) τάσης, η μέτρηση συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος και η ωμική αντίσταση. Ονομάζεται πολύμετρο γιατί συνδυάζει τις λειτουργίες του βολτομέτρου, του αμπερομέτρου και του ωμομέτρου. Τα περισσότερα πολύμετρα διαθέτουν όμως και άλλες χρήσιμες λειτουργίες, όπως είναι ο έλεγχος διόδου και ο ηχητικός έλεγχος συνέχειας ενός αγωγού.

Υπάρχουν δυο κατηγορίες πολυμέτρων. Τα αναλογικά πολύμετρα που χαρακτηρίζονται από τη βελόνα ένδειξης, και τα ψηφιακά πολύμετρα των οποίων η ένδειξη διαβάζεται σε μια οθόνη. Στην επόμενη παράγραφο θα εξηγήσουμε πώς λειτουργεί ένα αναλογικό και πώς ένα ψηφιακό όργανο.

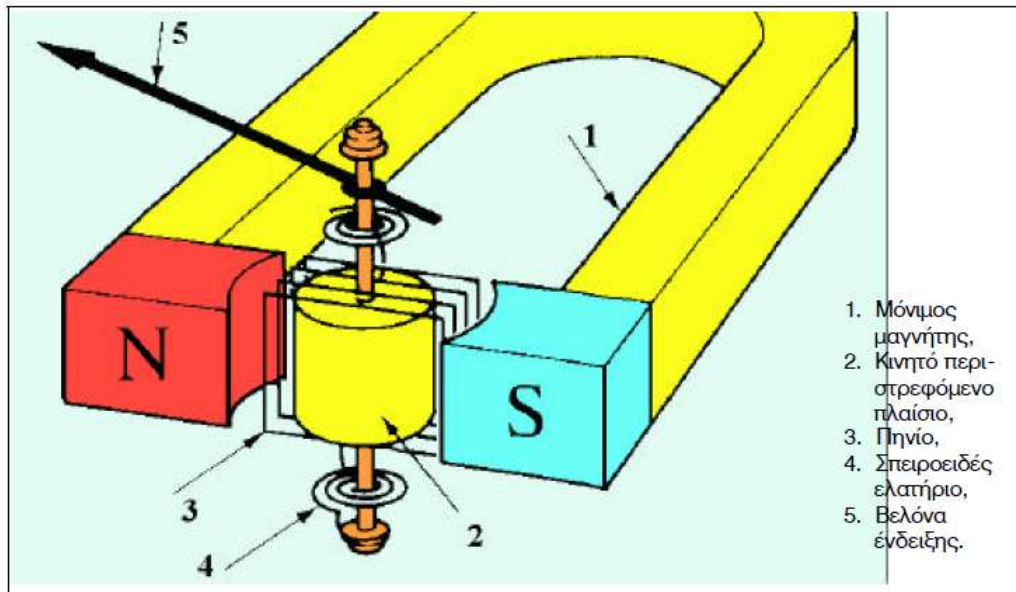
2.2.1. Λειτουργία αναλογικών και ψηφιακών οργάνων

• Το αναλογικό πολύμετρο

Το αναλογικό πολύμετρο είναι ουσιαστικά ένας μετρητής συνεχούς ρεύματος. Χρησιμοποιεί ένα μηχανισμό **κινητού πηνίου**, που φαίνεται στο σχήμα 2.8. Ο ηλεκτρομαγνητικός αυτός μηχανισμός λειτουργεί ως εξής:

Ένα πηνίο, που είναι τυλιγμένο πάνω σε ένα ελαφρύ περιστρεφόμενο κινητό πλαίσιο, βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο ενός μόνιμου μαγνήτη. Το πηνίο συνδέεται εν σειρά στο μετρούμενο κύκλωμα και η σύνδεσή του γίνεται με τη βοήθεια δυο μαλακών σπειροειδών ελατηρίων, ενώ πάνω στον άξονα του κινητού πλαισίου βρίσκεται στερεωμένη και η βελόνα ένδειξης που κινείται πάνω στην κλίμακα μέτρησης.

Όταν το πηνίο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, αναπτύσσονται πάνω στους



Σχήμα 2.8: Αναλογικό πολύμετρο κινητού πηνίου.

κατακόρυφους αγωγούς του πηνίου δυνάμεις Laplace, επειδή οι αγωγοί που διαρρέονται από ρεύμα βρίσκονται μέσα σε μόνιμο μαγνητικό πεδίο. Το άθροισμα των δυνάμεων Laplace δημιουργεί **ροπή** περιστροφής, που αναγκάζει το κινητό περιστρεφόμενο πλαίσιο με τον άξονά του και τη βελόνα ένδειξης να περιστραφούν **ανάλογα** με την ένταση του ρεύματος, που διαρρέει το πηνίο. Το κινητό σύστημα ισορροπεί με τη βοήθεια των δυο σπειροειδών ελατηρίων.

Ο μηχανισμός κινητού πηνίου χρησιμοποιεί έτσι τα ηλεκτρομαγνητικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος για να μετρήσει το ρεύμα, που διαρρέει τις σπείρες του πηνίου. Με κατάλληλα κυκλώματα μπορούμε να μετρήσουμε με τον ίδιο μηχανισμό ισχυρά ρεύματα και τάσεις συνεχούς και εναλλασσομένου ρεύματος, καθώς και ωμικές αντιστάσεις.

• Ψηφιακό πολύμετρο

Το ψηφιακό πολύμετρο είναι ουσιαστικά ένας συγκριτής τάσεων και χρησιμοποιεί ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα σύγκρισης τάσεων (D), που είναι γνωστό

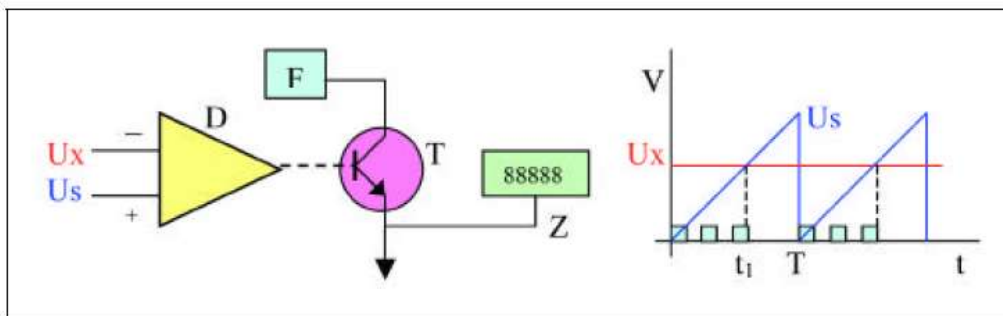
ως τελεστικός ενισχυτής, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.9.

Ένα τμήμα της μετρούμενης τάσης U_x συγκρίνεται με μια γνωστή πριονωτή τάση U_s , που παράγει το ίδιο το όργανο. Όσο χρόνο t_1 διαρκεί η σύγκριση, οι παλμοί από τη γεννήτρια τετραγωνικών παλμών (F) περνούν από το τρανζίστορ (T) και στη συνέχεια καταγράφονται με τη βοήθεια ενός καταχωρητή - αθροιστή - κωδικοποιητή (Z).

Μόλις η τιμή της πριονωτής τάσης γίνει ίση με την τιμή της άγνωστης τάσης, δηλαδή $U_s = U_x$, το τρανζίστορ (T) διακόπτει το πέρασμα των τετραγωνικών παλμών. Ο αριθμός των παλμών που πέρασαν στο χρόνο t_1 είναι ανάλογος της άγνωστης τάσης U_x . Με τον τρόπο αυτό ο αριθμός των

παλμών κωδικοποιείται και εμφανίζεται στην οθόνη ως τάση U_x .

Ο αναλογικός - ψηφιακός μετατροπέας χρησιμοποιεί έτσι το κύκλωμα ενός συγκριτή τάσης για να μετρήσει την άγνωστη τάση που εφαρμόζεται σε μία από τις εισόδους του. Με κατάλληλα κυκλώματα μπορούμε να μετρήσουμε με τον ίδιο μετατροπέα ισχυρά ρεύματα και τάσεις συνεχούς και εναλλασσομένου ρεύματος, καθώς και ωμικές αντιστάσεις.



Σχήμα 2.9 : Αναλογικός - ψηφιακός μετατροπέας ψηφιακού οργάνου.

2.2.2. Μετρήσεις με πολύμετρο

Ο μηχανισμός κινητού πηνίου που έχουν τα αναλογικά πολύμετρα, μετρά μόνον ασθενικά συνεχή (DC) ρεύματα με μέγιστη τιμή 1 mA, αφού σταθερή δύναμη Laplace αναπτύσσεται μόνο στο συνεχές ρεύμα. Για να μετρήσουμε μεγαλύτερα ρεύματα χρησιμοποιούμε διαίρετες ρεύματος με μικρές αντιστάσεις βραχυκύκλωσης, μετρώντας στο μηχανισμό κινητού πηνίου μόνον ένα ποσοστό του κυρίως ρεύματος και βαθμονομώντας την κλίμακα σε κατάλληλες υποδιαίρεσεις.

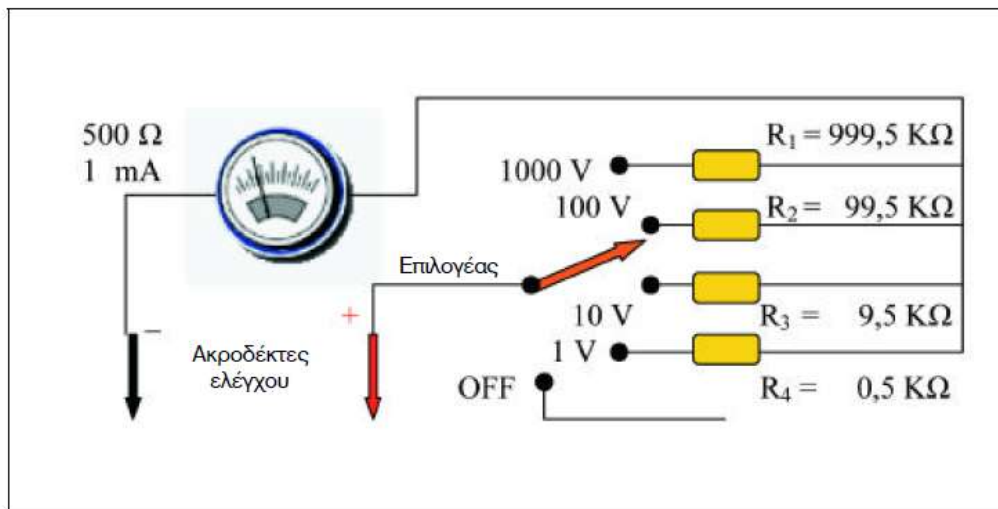
Για τη μέτρηση τάσεων μετατρέπουμε τις τάσεις σε ρεύματα με τη χρήση κατάλληλων αντιστάσεων σύμφωνα με τον νόμο του Ohm, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 2.10.

Για τη μέτρηση αντιστάσεων μετράμε πάλι το ρεύμα που προκαλείται σε ένα κύκλωμα, γνωρίζοντας ότι το ρεύμα είναι αντιστρόφως ανάλογο προς την αντίσταση, δηλαδή μια μεγάλη αντίσταση θα προκαλέσει ένα μικρό ρεύμα στο κύ-

κλωμα. Τέλος για τη μέτρηση εναλλασσομένων ρευμάτων και τάσεων χρησιμοποιούνται ανορθωτικές διατάξεις.

Παρόμοια κυκλώματα συνδυάζονται και με τον αναλογικό - ψηφιακό μετατροπέα τάσης ο οποίος μετρά μόνο μικρές συνεχείς (DC) τάσεις, επειδή χρησιμοποιεί ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα σύγκρισης τάσης. Τα αναλογικά και ψηφιακά πολύμετρα, όπως αυτά του σχήματος 2.11, έχουν πολλές εφαρμογές σε μετρήσεις ηλεκτρικών αλλά και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων του αυτοκινήτου. Τα αναλογικά χρησιμοποιούνται κυρίως όταν μας ενδιαφέρει η ανίχνευση ενός μεγέθους, ενώ τα ψηφιακά όταν μας ενδιαφέρει με ακρίβεια και η τιμή μέτρησης του μεγέθους.

Για τη μέτρηση ενός μεγέθους με πολύμετρο γίνεται πρώτα η επιλογή του σωστού τύπου οργάνου και της κατάλληλης κλίμακας μέτρησης. Στη συνέχεια, γίνεται η σύνδεση των βυσμάτων των δυο ακροδεκτών ελέγχου στους κατάλ-



Σχήμα 2.10: Κύκλωμα μέτρησης τάσεων με επιλογή κλίμακας.



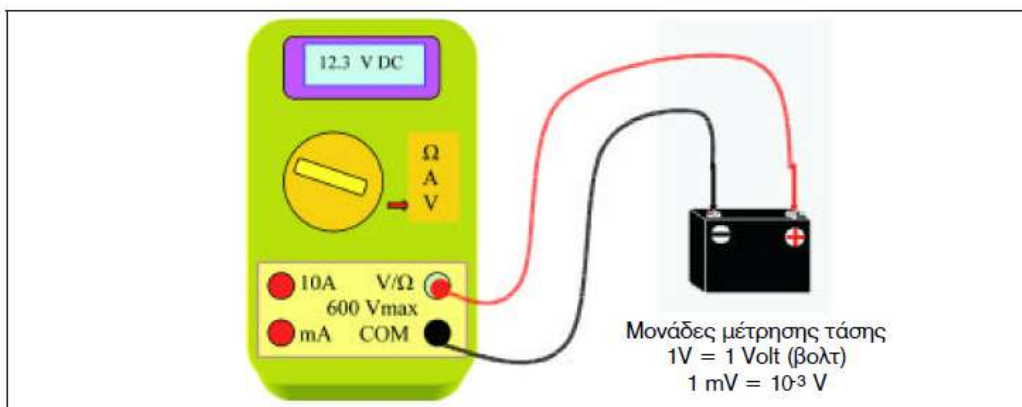
Σχήμα 2.11: Αναλογικό και ψηφιακό πολύμετρο.

ληλους υποδοχείς γείωσης (μαύρο) και V, A, Ω (κόκκινο), καθώς και η μέτρηση, ανάλογα με το είδος του μεγέθους μέτρησης και την ενεργοποίηση διάφορων λειτουργιών π.χ. αυτόματη αλλαγή κλίμακας. Σε κάθε περίπτωση προσέχουμε έτσι, ώστε τα δάκτυλά μας να μην έρθουν σε επαφή με τους ακροδέκτες ελέγχου.

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα μετρήσεων με πολύμετρο.

- Μέτρηση **τάσης** με πολύμετρο

Η μέτρηση τάσης με πολύμετρο γίνεται συνδέοντας το βολτόμετρο του πολυμέτρου πάντοτε **παράλληλα** προς τη μετρούμενη τάση (σχήμα 2.12).



Σχήμα 2.12: Μέτρηση τάσης μπαταρίας με πολύμετρο.

Στις περιπτώσεις, όπου το αμπερόμετρο παρεμβάλλεται στο κύκλωμα, όπως η μέτρηση του ρεύματος διαρροής της διόδου του εναλλακτήρα, που φαίνεται στο σχήμα 2.14, η σύνδεση του αμπερομέτρου γίνεται πάντα με διακοπή του κυκλώματος, ύστερα από αποσύνδεση της πηγής ενέργειας του κυκλώματος (μπαταρία).

- Μέτρηση **αντίστασης** και **συνέχειας αγωγού** με πολύμετρο

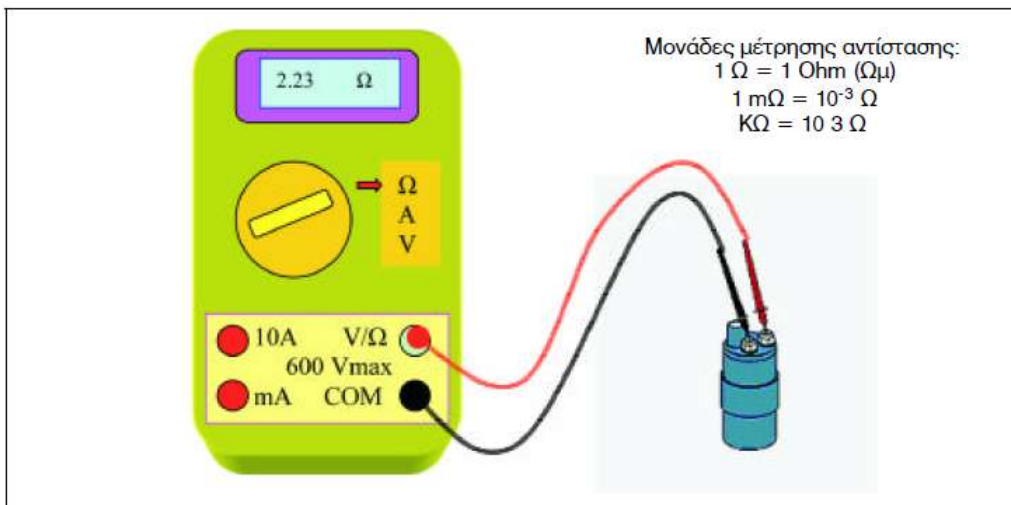
Η μέτρηση ωμικής αντίστασης με πολύμετρο γίνεται, συνδέοντας το ωμόμετρο του πολυμέτρου στα άκρα της αντίστασης της οποίας θέλουμε να μετρήσουμε την τιμή. Σε κάθε όμως περίπτωση, φροντίζουμε πριν από τη μέτρηση να έχουμε αποσυνδέσει την πηγή ενέργειας του κυκλώματος και να έχουμε εκφορτίσει τους πυκνωτές, που βρίσκονται συνδεδεμένοι στο κύκλωμα. Ακόμη προσέχουμε μήπως η αντίσταση είναι συνδε-

δεμένη εν παραλλήλω με άλλες αντιστάσεις του ίδιου κυκλώματος.

Στο παρακάτω σχήμα 2.15 φαίνεται η μέτρηση της ωμικής αντίστασης του πρωτεύοντος τυλίγματος του πηνίου ανάφλεξης. Η τιμή μιας τέτοιας μέτρησης πρέπει να είναι από δεκάτα του Ohm μέχρι λίγα Ohms. Όμοια η τιμή μέτρησης της ωμικής αντίστασης του δευτερεύοντος τυλίγματος του πηνίου ανάφλεξης πρέπει να είναι περίπου 8 - 10 KΩ ή λίγο περισσότερο.

Εκτός από τη μέτρηση της ωμικής αντίστασης των τυλιγμάτων του πηνίου ανάφλεξης, μετράμε συνήθως με πολύμετρο και τις αντιστάσεις των τυλιγμάτων κινητήρων, των πηνίων ρελέ και σωληνοειδών βαλβίδων, τις αντιστάσεις εξαρτημάτων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων αλλά και τις αντιστάσεις των θερμαντήρων.

Παρόμοια με τη μέτρηση ωμικών αντιστάσεων γίνεται και ο έλεγχος συνέ-



Σχήμα 2.15: Μέτρηση της ωμικής αντίστασης του πρωτεύοντος τυλίγματος του πηνίου ανάφλεξης.