

Ασκήσεις 3-5

Ρεύμα, τάση, ισχύς σε μονοφασικά
κυκλώματα

Κατηγορίες οργάνων μέτρησης

- Ανάλογα με το ρεύμα λειτουργίας: Όργανα συνεχούς ρεύματος, εναλλασσομένου ρεύματος, συνεχούς και εναλλασσομένου ρεύματος.
- Ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους: Αναλογικά ή ψηφιακά.
- Ανάλογα με τον τρόπο που λαμβάνουμε από αυτά την τιμή του μετρούμενου μεγέθους:

➤ Ενδεικτικά όργανα:

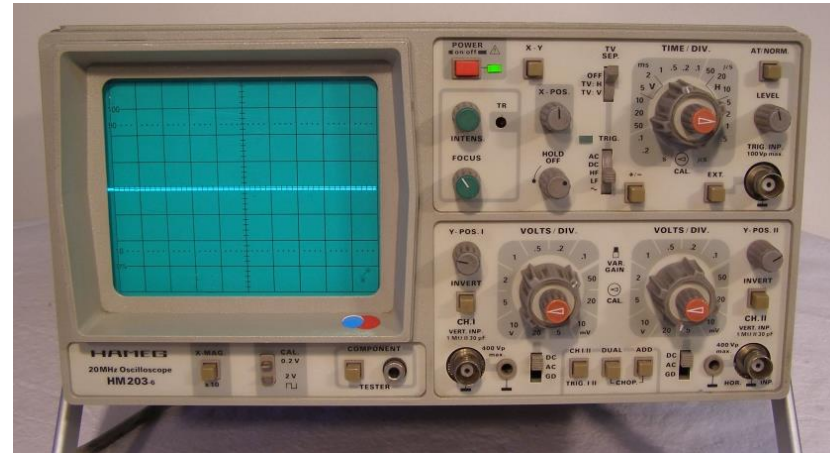


➤ Καταγραφικά όργανα:



Όργανα μέτρησης

➤ Παλμογράφοι:














➤ Αθροιστικά όργανα:

















Σύμβολα οργάνων μέτρησης



Σύμβολα οργάνων μέτρησης

Circuits in which it can be inserted			
Circuit	Symbol	Circuit	Symbol
Direct current	—	Three-phase alternating current with a current circuit and a voltage circuit	
Alternating current	~	Three-phase alternating current with two current circuits and two voltage circuits	
Direct and alternating current		Three-phase alternating current with three current circuits and three voltage circuits	
Arrangement of the instrument			
Arrangement	Symbol	Arrangement	Symbol
Instrument to be used with vertical dial		Instrument to be used with tilted dial	
Instrument to be used with horizontal dial		Angle of tilt (optional)	
Test Voltage			
Voltage	Symbol	Voltage	Symbol
Test voltage 500 V		Test voltage 5,000 V	
Test voltage 2,000 V		Instrument exempt from voltage test	

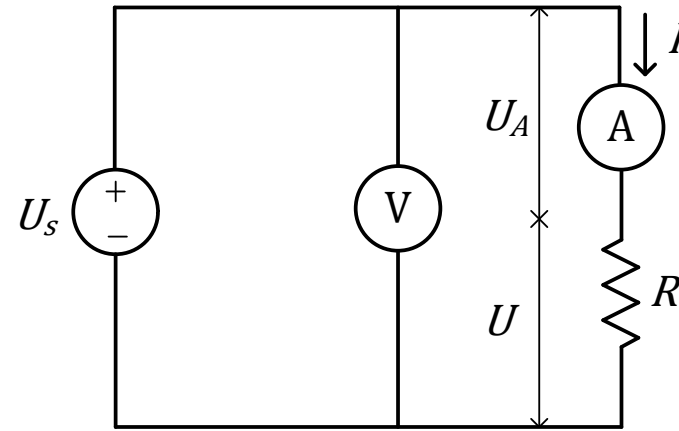
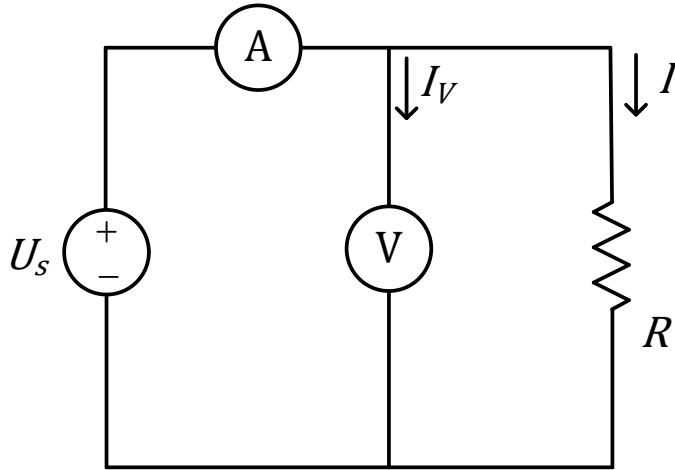
Σύμβολα οργάνων μέτρησης

Instrument	Symbol		
Fixed magnet and moving coil		Electrodynamic as ratio measuring device	
Movable iron		Electrodynamic with iron as ratio measuring device	
Electrodynamic		Induction as ratio measuring device or as differential instrument	
Electrodynamic with iron		Bi-metal blade thermal overload fuse	
Induction		Vibrating blades	
Hot-wire thermal overload fuse		Movable reel with rectifier	
Electrostatic			
Movable thermocouple reel			

Σφάλματα οργάνων μέτρησης

Αιτίες:

- Αλλαγή της κατάστασης του κυκλώματος με τη σύνδεση του οργάνου.



- Εσωτερικές αιτίες: Σφάλματα μηχανικά λόγω ποιότητας του οργάνου, τριβών, κλίσης. Σφάλματα βαθμονόμησης του οργάνου.
- Εξωτερικές αιτίες: Σφάλματα λόγω επίδρασης θερμοκρασίας, συχνότητας, μαγνητικών πεδίων, απόκλισης του δείκτη από το μηδέν κατά την ισορροπία.
- Υποκειμενικές αιτίες: Σφάλματα παράλλαξης. Σφάλματα λόγω στρογγυλοποιήσεων, λόγω περιοχής δύσκολης ανάγνωσης, λόγω της επιλεγμένης μεθόδου μέτρησης κλπ.

Απόλυτο και σχετικό σφάλμα

- Ως απόλυτο σφάλμα ΔX ορίζεται η διαφορά της πραγματικής τιμής X_{π} ενός μεγέθους και της μετρούμενης τιμής αυτού X_{μ} , δηλαδή

$$\Delta X = X_{\mu} - X_{\pi}$$

- Έχει την ίδια μονάδα μέτρησης με το μετρούμενο μέγεθος.
- Το απόλυτο σφάλμα δεν χαρακτηρίζει την ποιότητα μιας μέτρησης. Είναι διαφορετική η βαρύτητα απόλυτου σφάλματος 2 V σε μέτρηση 10 V απ' ότι σε μέτρηση 300 V.
- Ως σχετικό σφάλμα $\Sigma\Phi$ ορίζεται το πηλίκο του απολύτου σφάλματος και της πραγματικής τιμής X_{π} του μεγέθους επί τοις εκατό, δηλαδή

$$\Sigma\Phi = \frac{\Delta X}{X_{\pi}} \times 100 = \frac{X_{\mu} - X_{\pi}}{X_{\pi}} \times 100 \quad (\%)$$

- Το σχετικό σφάλμα αποτελεί ποιοτικό χαρακτηριστικό μιας μέτρησης. Είναι όμως προφανές ότι ο τύπος αυτός δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην πράξη για τον υπολογισμό του σχετικού σφάλματος μιας μέτρησης, αφού η πραγματική τιμή X_{π} ενός μετρούμενου μεγέθους δεν είναι διαθέσιμη.

Απόλυτο και σχετικό σφάλμα

- Στον παρονομαστή του κλάσματος η τιμή αυτή μπορεί να αντικατασταθεί από τη μετρούμενη τιμή X_{μ} , δεν μπορεί όμως να γίνει το ίδιο και στον αριθμητή.
- Μπορούμε ωστόσο να υπολογίσουμε το μέγιστο αναμενόμενο σχετικό σφάλμα μιας μέτρησης αν χρησιμοποιήσουμε ως αριθμητή το μέγιστο απόλυτο σφάλμα του οργάνου, το οποίο προκύπτει εύκολα μέσω της κλάσης του.
- Η κλάση είναι ένα από τα χαρακτηριστικά στοιχεία του οργάνου που διατίθενται από τον κατασκευαστή του.
- Η κλάση G (%) ενός οργάνου μέτρησης είναι το μέγιστο σχετικό σφάλμα που είναι δυνατό να παρουσιάσει ένα όργανο σύμφωνα με τον κατασκευαστή του στους 20°C ως προς το μέγιστο της κλίμακάς του X_{max} , δηλαδή

$$G = \frac{\Delta X_{max}}{X_{max}} \times 100$$

Απόλυτο και σχετικό σφάλμα

- Η ποσότητα ΔX_{max} είναι το ζητούμενο μέγιστο απόλυτο σφάλμα.
- Η κλάση ενός οργάνου καθορίζεται από τον κατασκευαστή του στο εργαστήριο και προκύπτει από σύγκριση των τιμών που λαμβάνονται από αυτό με τις τιμές προτύπων οργάνων υψηλής ακρίβειας. Μπορεί να έχει μία από τις παρακάτω τυποποιημένες τιμές:
- 0.05 και 0.1: πρότυπα όργανα
- 0.2: φορητά όργανα μεγάλης ακρίβειας για ειδικές εργαστηριακές μετρήσεις
- 0.3 και 0.5: φορητά όργανα ακριβείας για εργαστηριακές μετρήσεις
- 1.0: φορητά όργανα ελέγχου λειτουργίας ηλεκτρικών εγκαταστάσεων
- 1.5: όργανα ακριβείας ηλεκτρικών πινάκων και κανονικά φορητά όργανα
- 2.5 και 5: κανονικά όργανα ηλεκτρικών πινάκων

Γενικές οδηγίες χρήσης αμπερομέτρου - βολτομέτρου

- Η λειτουργία οργάνων μέτρησης σε κυκλώματα εναλλασσομένου ρεύματος δεν απαιτεί έλεγχο πολικότητας.
- Τα βολτόμετρα συνδέονται πάντα παράλληλα στους ακροδέκτες του στοιχείου του κυκλώματος του οποίου την τάση θέλουμε να μετρήσουμε. Το βολτόμετρο διαθέτει μεγάλη εσωτερική αντίσταση. Σε περίπτωση σύνδεσης σε σειρά στο κύκλωμα δεν θα ρέει ρεύμα μέσω αυτού άρα θα παρεμποδίζεται η λειτουργία του κυκλώματος.
- Τα αμπερόμετρα συνδέονται πάντα σε σειρά με το σημείο του κυκλώματος στο οποίο θέλουμε να μετρήσουμε το ρεύμα. Το αμπερόμετρο διαθέτει πολύ μικρή εσωτερική αντίσταση. Αν το συνδέσουμε παράλληλα προς κάποιο στοιχείο του κυκλώματος, τότε θα περάσει από αυτό μεγάλο ρεύμα και θα καταστραφεί.

Γενικές οδηγίες χρήσης αμπερομέτρου - βολτομέτρου

- Πρέπει να πραγματοποιείται μια πρώτη εκτίμηση της τιμής του μεγέθους που αναμένεται ώστε να επιλέγεται όργανο με κατάλληλη κλίμακα. Για τα όργανα μέτρησης που διαθέτουν επιλογέα περιοχών μέτρησης πρέπει να ξεκινάμε τη μέτρηση από τη μεγαλύτερη περιοχή. Η λήψη της ένδειξης της μέτρησης πρέπει να πραγματοποιείται με το δείκτη να βρίσκεται προς το τέλος της περιοχής της κλίμακας του οργάνου για περιορισμό του σχετικού σφάλματος.

Η εικόνα του εργαστηριακού σας πάγκου (από την Άσκηση 3 και μετά) θα είναι κάπως έτσι:

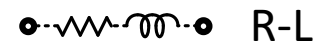
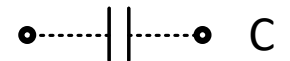
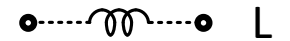
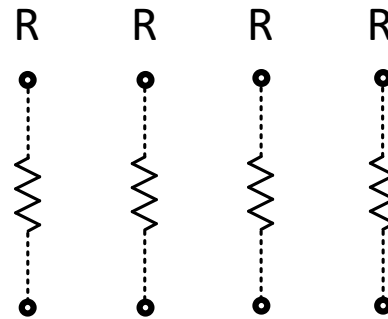
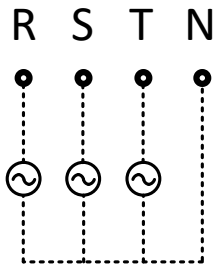


R S T N

R R R R

R
 L
 C
 R-L
 C'

Με διακεκομμένες γραμμές έχουν σχεδιαστεί τα στοιχεία που είναι μόνιμα συνδεδεμένα μεταξύ των ακροδεκτών. Προσοχή: Τα στοιχεία αυτά δεν είναι ορατά από την εμπρόσθια όψη του πάγκου εργασίας.



Ακολουθούν μερικά παραδείγματα συνδεσμολογιών που μπορεί να συναντήσετε στις εργαστηριακές ασκήσεις.

Μονοφασικά κυκλώματα

Ωμική αντίσταση τροφοδοτείται από μία φάση της πηγής. Ζητείται να μετρήσουμε α) το ρεύμα και β) την τάση στην αντίσταση.

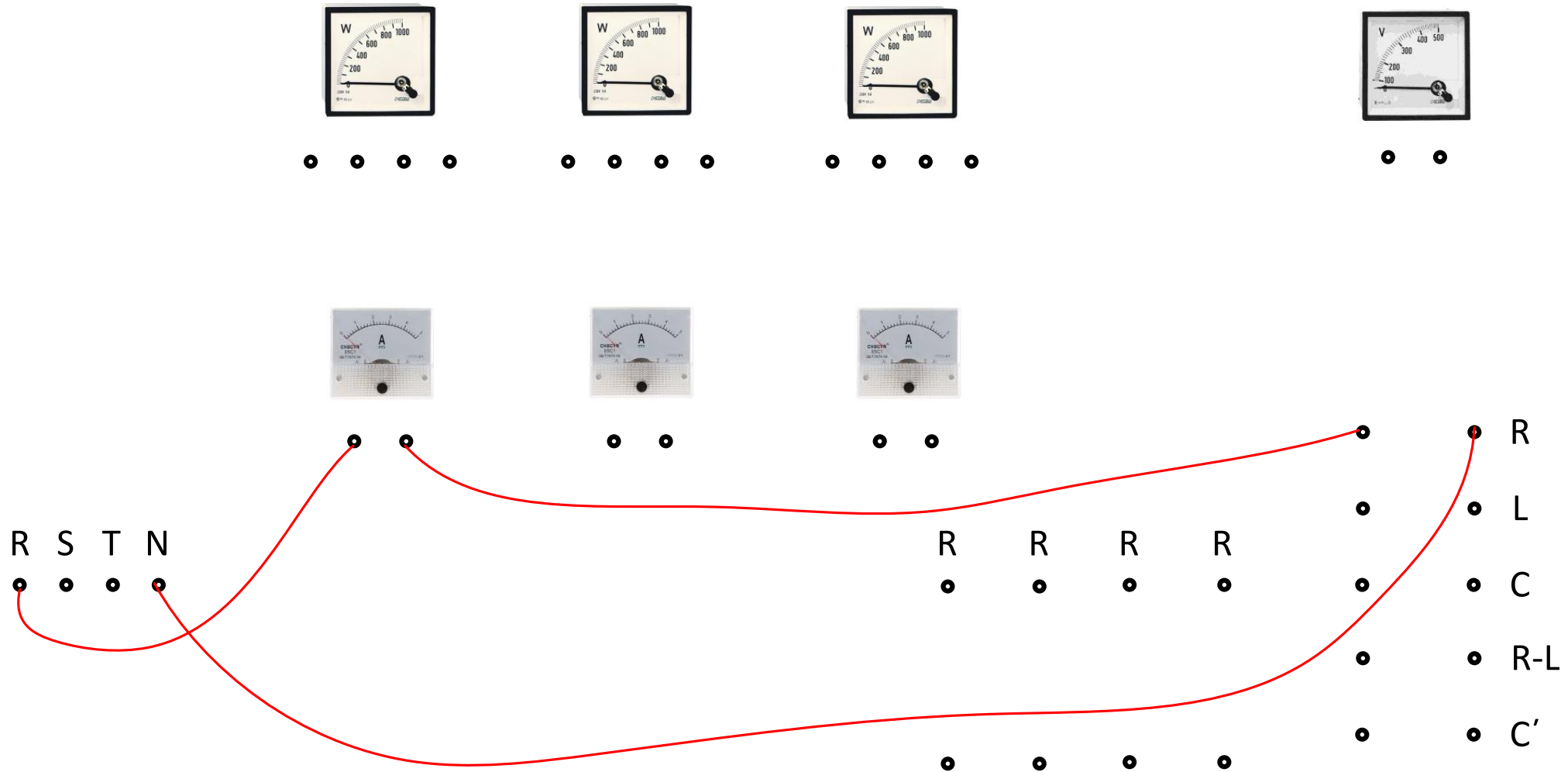


R S T N

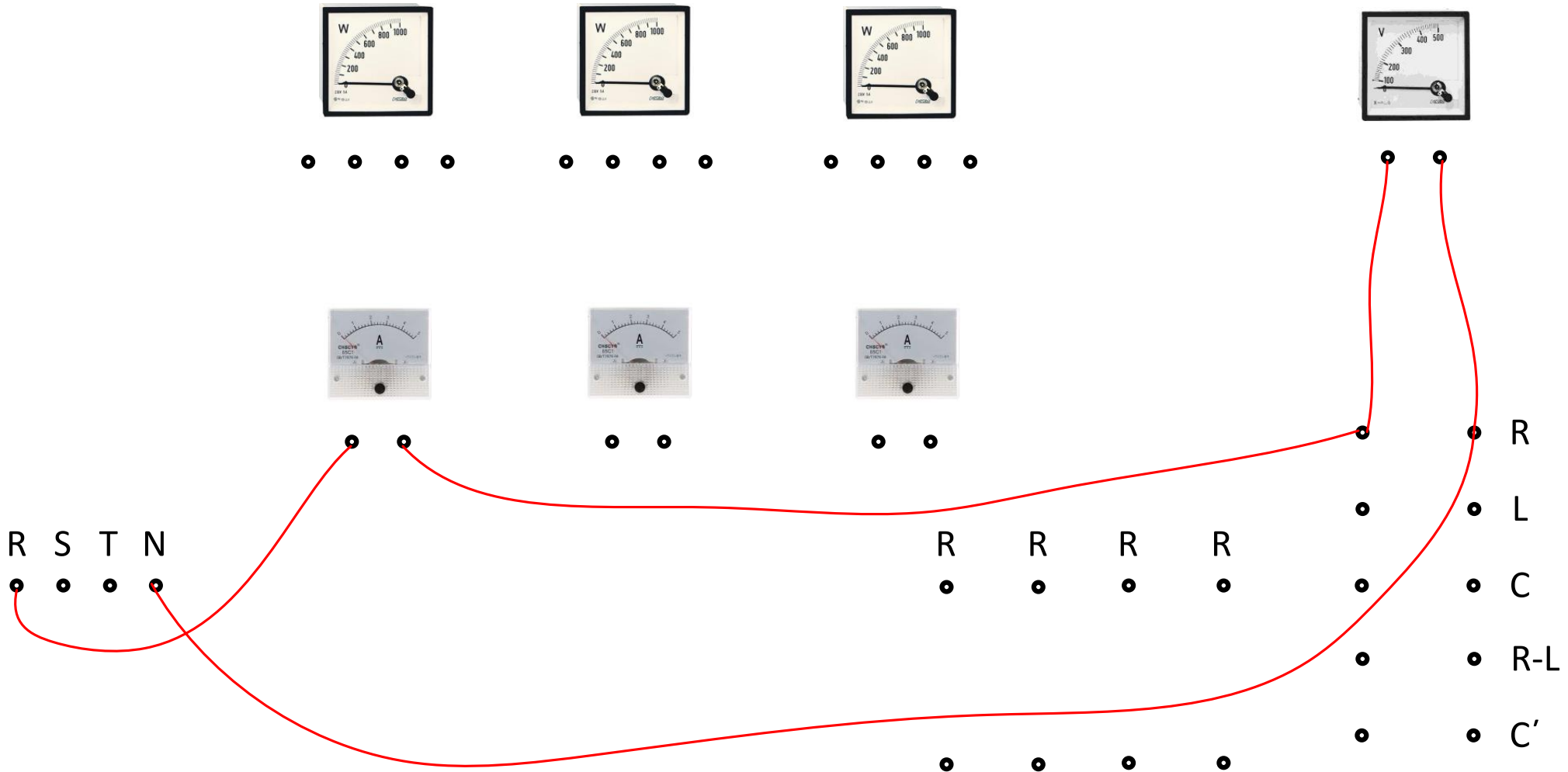
R R R R

R
 L
 C
 R-L
 C'

Ωμική αντίσταση τροφοδοτείται από μία φάση της πηγής. Ζητείται να μετρήσουμε α) το ρεύμα.



Ωμική αντίσταση τροφοδοτείται από μία φάση της πηγής. Ζητείται να μετρήσουμε α) το ρεύμα και β) την τάση στην αντίσταση.



Ισχύς

- Ενεργός ισχύς:

$$P = UI \cos \varphi$$

Μονάδα μέτρησης της ενεργού ισχύος είναι το W.

- Άεργος ισχύς:

$$Q = UI \sin \varphi$$

Μονάδα μέτρησης της άεργου είναι το Var.

- Φαινομένη ισχύς:

$$S = UI$$

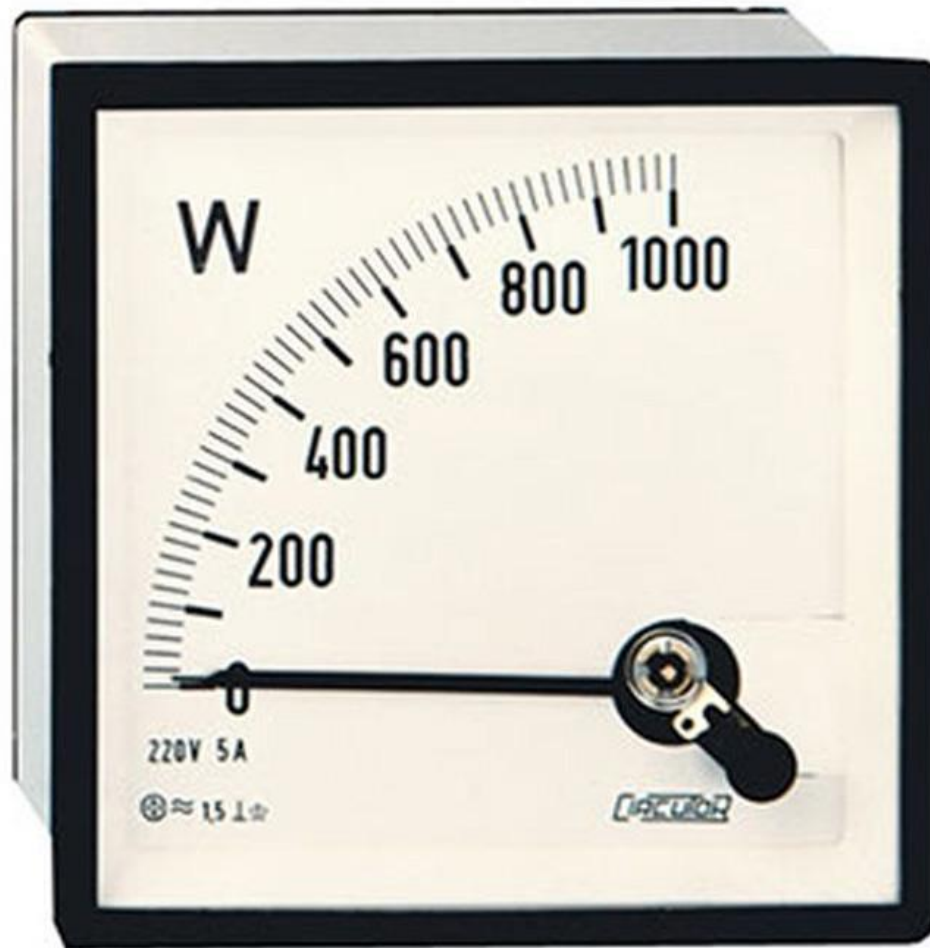
Μονάδα μέτρησης της φαινομένης είναι το VA.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

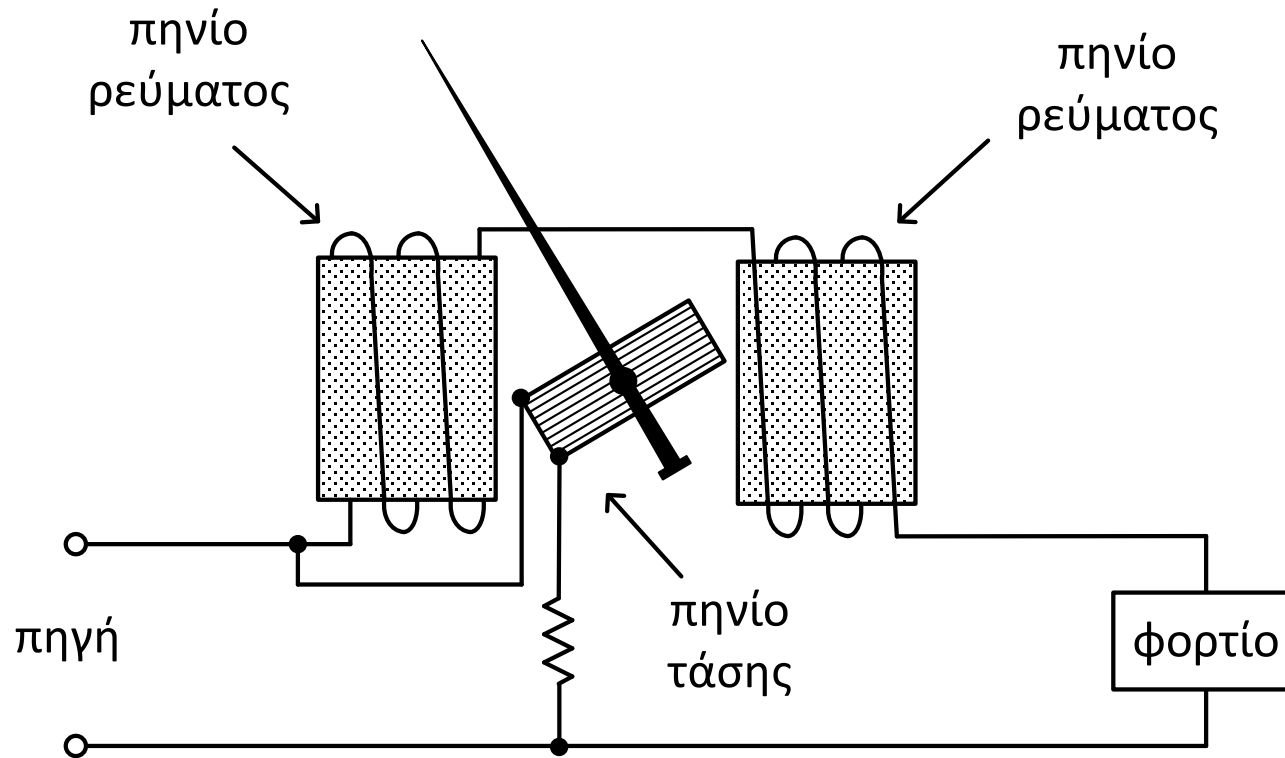
- Συντελεστής ισχύος:

$$PF = \frac{P}{S} = \cos \varphi$$

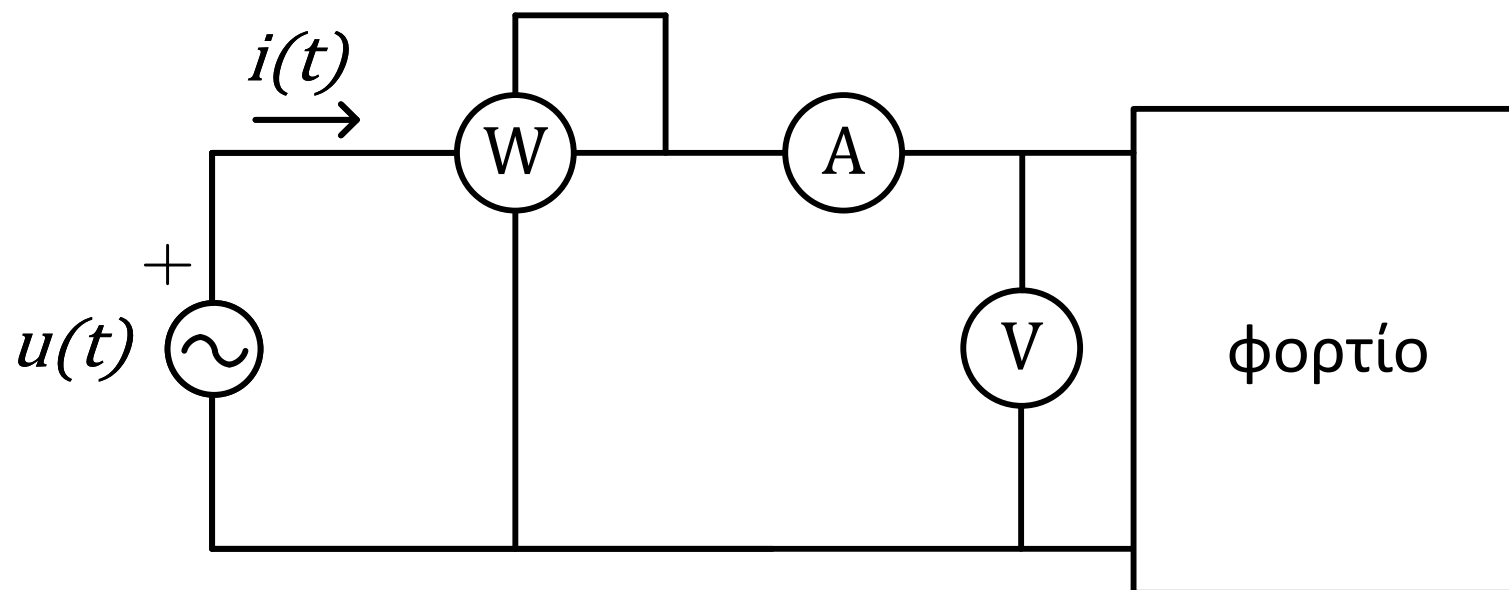
Όργανα μέτρησης



Βατόμετρο

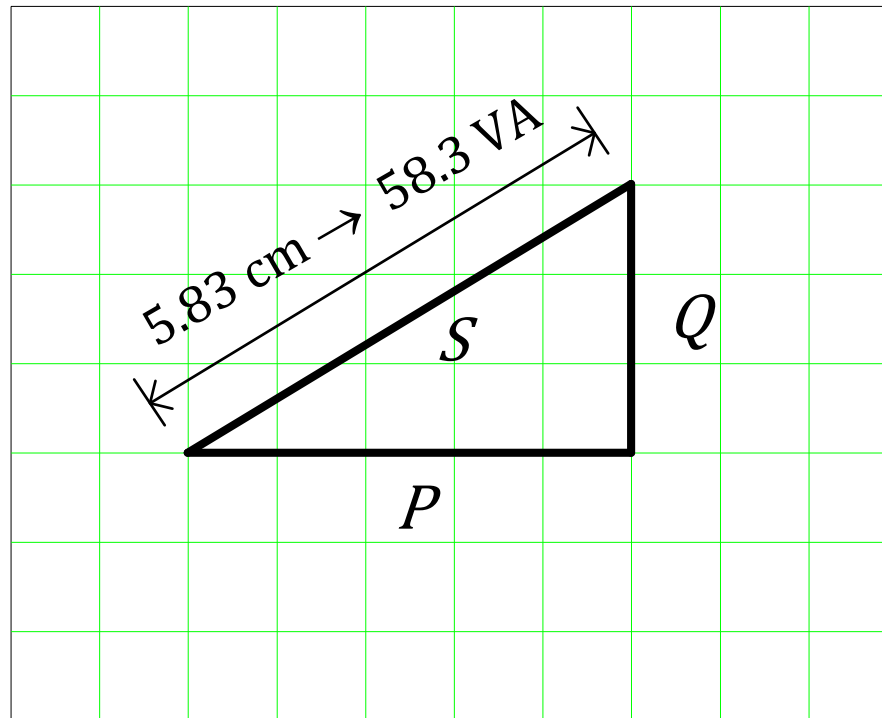


Βατόμετρο



Τρίγωνο ισχύος

- Αν για παράδειγμα $P = 50 \text{ W}$ και $Q = 30 \text{ Var}$, τότε το τρίγωνο μπορεί να προκύψει ως εξής:



1 cm \rightarrow 10 W
10 Var
10 VA

Προσοχή:

- Τα παρακάτω κυκλώματα **δεν** είναι τα κυκλώματα που ζητείται να υλοποιηθούν στο πλαίσιο της πειραματικής διαδικασίας των εργαστηριακών ασκήσεων.
- Σκοπός των παραδειγμάτων που ακολουθούν είναι να καταλάβετε τις συνδεσμολογίες έτσι ώστε να μπορέσετε να υλοποιήσετε μόνοι σας τα κυκλώματα των ασκήσεων.

Ο εργαστηριακός πάγκος:



R S T N



R R R R



• • R

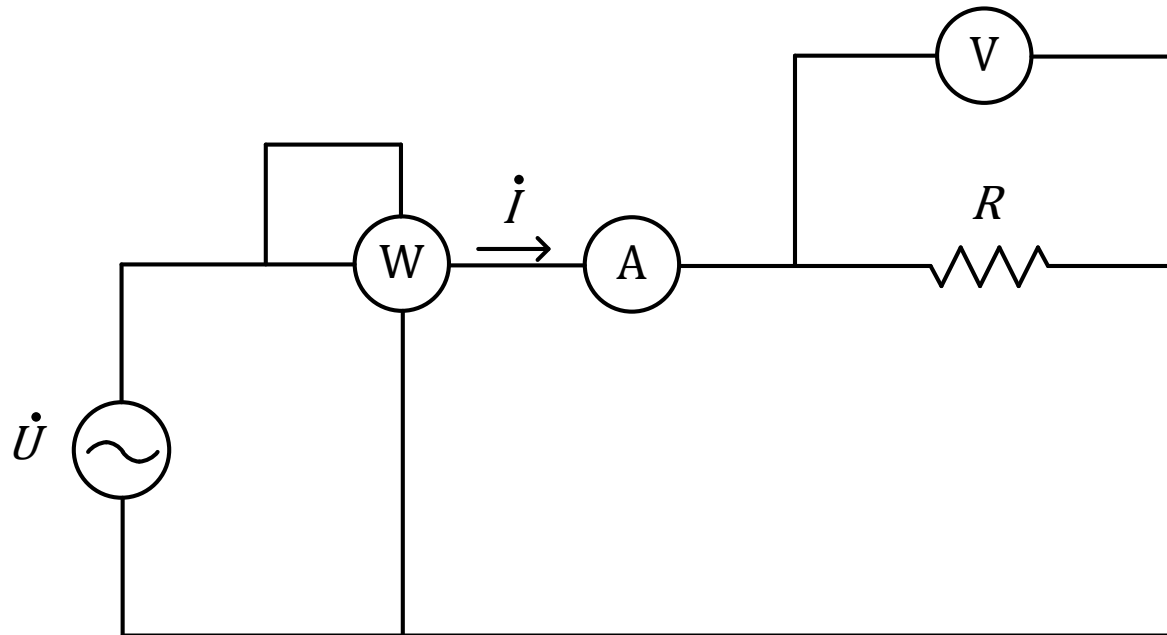
• • L

• • C

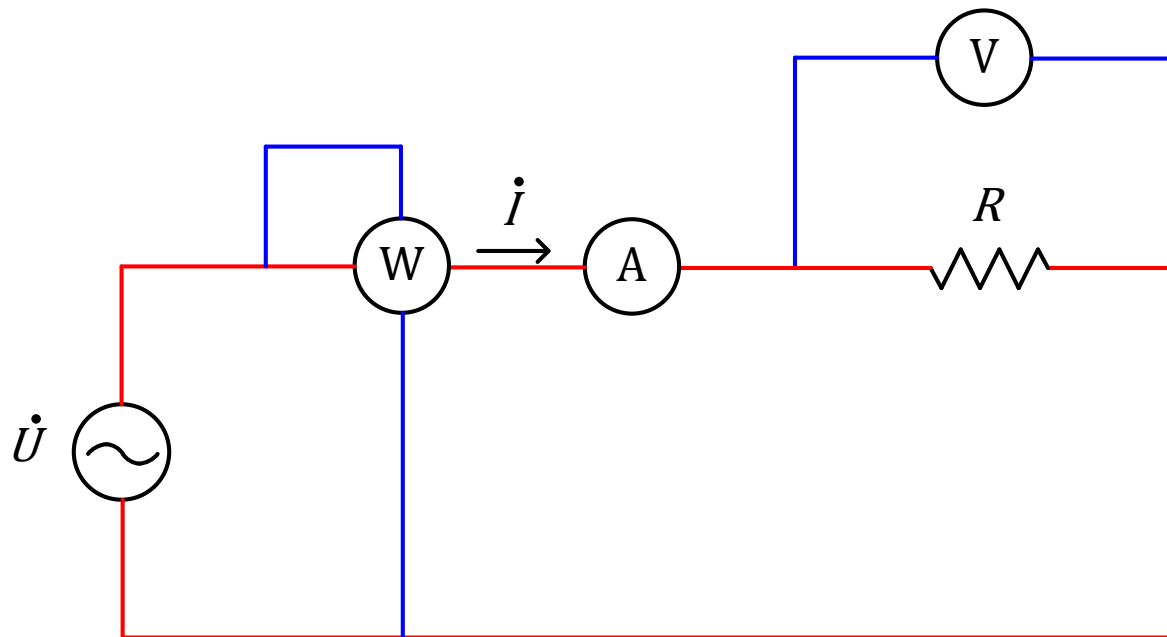
• • R-L

• • C'

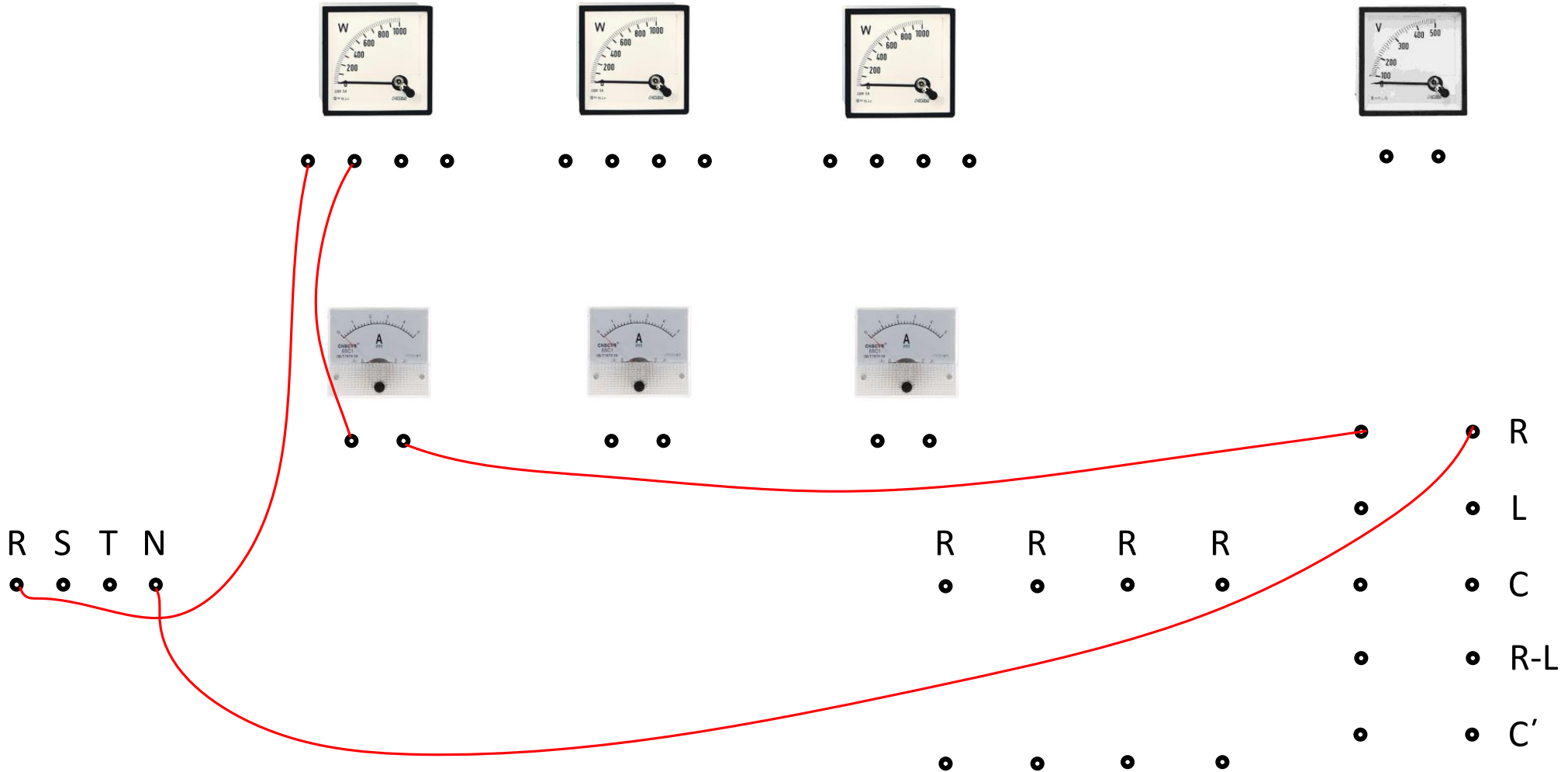
Ωμική αντίσταση τροφοδοτείται από μία φάση της πηγής. Ζητείται να μετρήσουμε α) το ρεύμα στην αντίσταση, β) την τάση στην αντίσταση και γ) την ενεργό ισχύ που απορροφά το φορτίο αυτό.



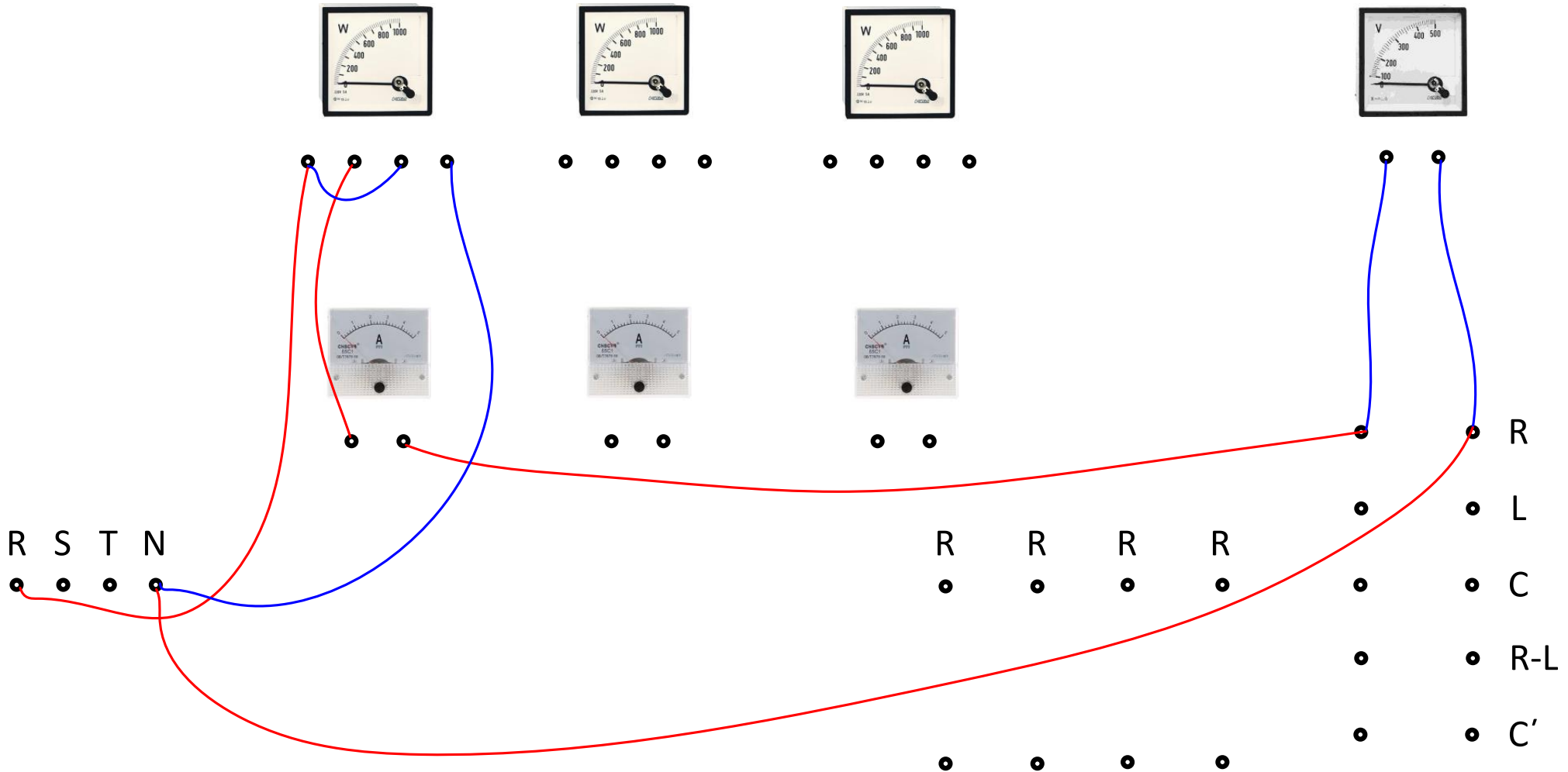
Ωμική αντίσταση τροφοδοτείται από μία φάση της πηγής. Ζητείται να μετρήσουμε α) το ρεύμα στην αντίσταση, β) την τάση στην αντίσταση και γ) την ενεργό ισχύ που απορροφά το φορτίο αυτό.



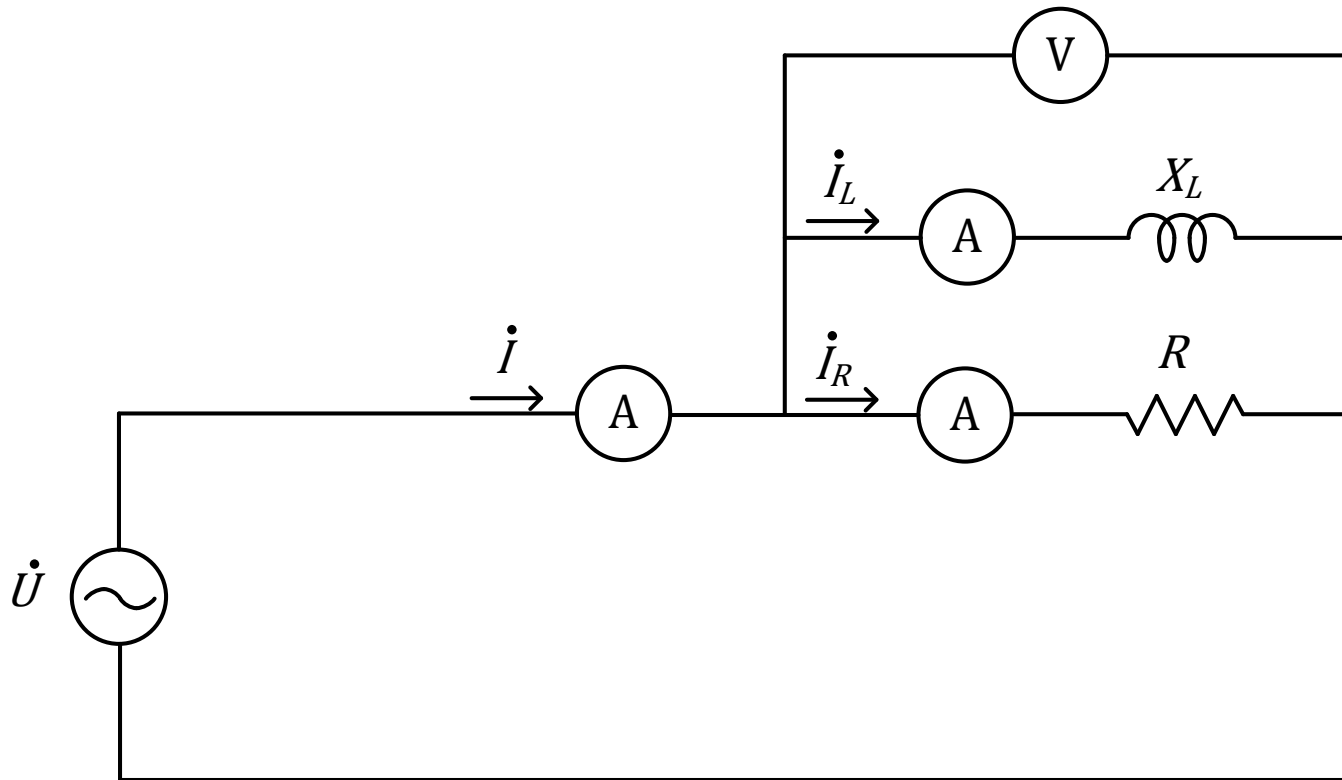
Ωμική αντίσταση τροφοδοτείται από μία φάση της πηγής. Ζητείται να μετρήσουμε α) το ρεύμα στην αντίσταση, β) την τάση στην αντίσταση και γ) την ενεργό ισχύ που απορροφά το φορτίο αυτό.



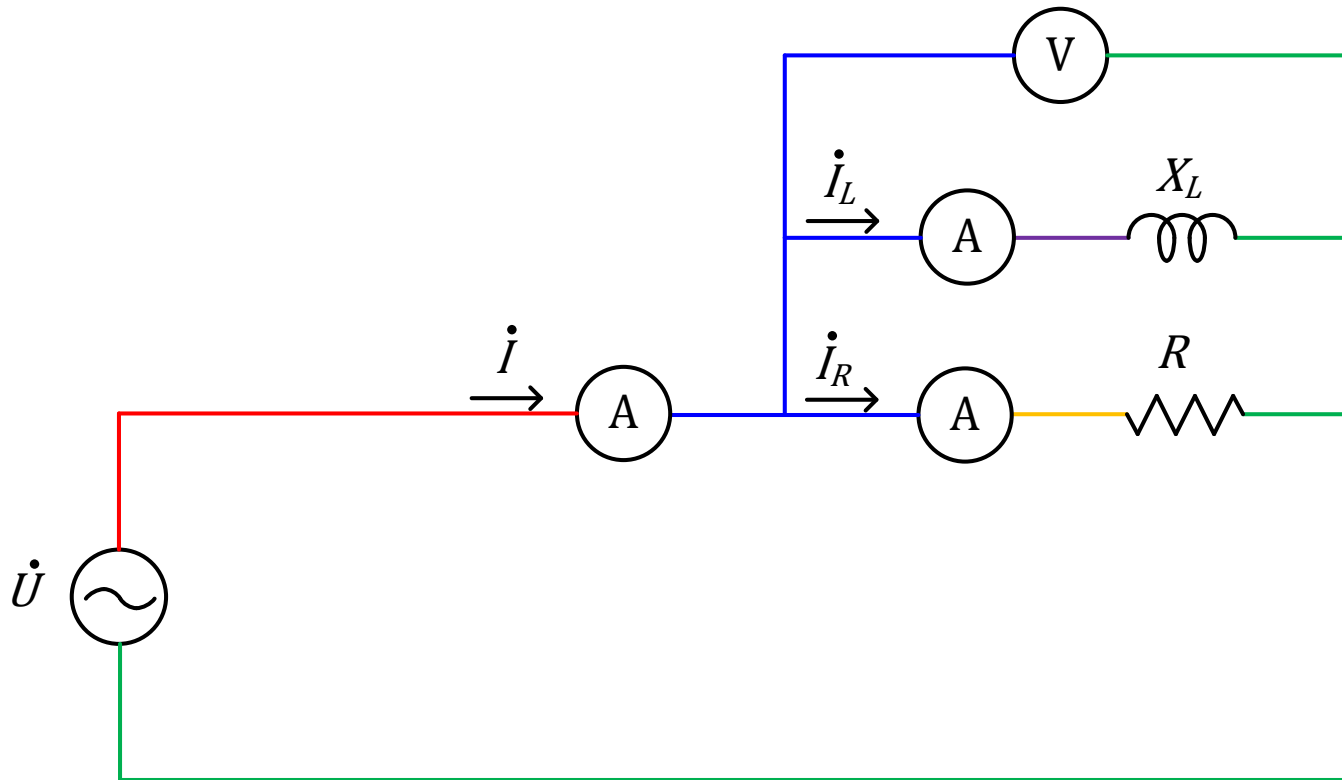
Ωμική αντίσταση τροφοδοτείται από μία φάση της πηγής. Ζητείται να μετρήσουμε α) το ρεύμα στην αντίσταση, β) την τάση στην αντίσταση και γ) την ενεργό ισχύ που απορροφά το φορτίο αυτό.



Ο παράλληλος συνδυασμός αντίστασης-πηνίου τροφοδοτείται από μία φάση της πηγής. Ζητείται να μετρήσουμε α) το συνολικό ρεύμα του παράλληλου συνδυασμού, β) το ρεύμα στην αντίσταση, γ) το ρεύμα στο πηνίο και δ) την τάση στο φορτίο.



Ο παράλληλος συνδυασμός αντίστασης-πηνίου τροφοδοτείται από μία φάση της πηγής. Ζητείται να μετρήσουμε α) το συνολικό ρεύμα του παράλληλου συνδυασμού, β) το ρεύμα στην αντίσταση, γ) το ρεύμα στο πηνίο και δ) την τάση στο φορτίο.



Ο παράλληλος συνδυασμός αντίστασης-πηνίου τροφοδοτείται από μία φάση της πηγής. Ζητείται να μετρήσουμε α) το συνολικό ρεύμα του παράλληλου συνδυασμού, β) το ρεύμα στην αντίσταση, γ) το ρεύμα στο πηνίο και δ) την τάση στο φορτίο.

