

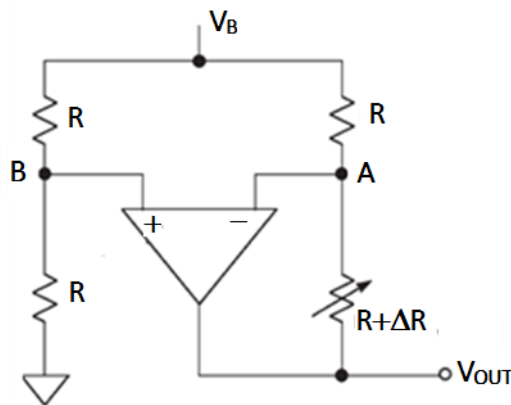
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
Μάθημα: ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ
2 Φεβρουαρίου 2022
Τα θέματα είναι ισοδύναμα βαθμολογικά

1^ο θέμα

Η Εικόνα 1 δείχνει το κύκλωμα μιας γέφυρας απλού στοιχείου (περιλαμβάνει ένα στοιχείο μεταβαλλόμενης αντίστασης $R+\Delta R$).

Αποδείξτε ότι, με την προσθήκη του τελεστικού ενισχυτή, η τάση εξόδου του κυκλώματος είναι $V_{OUT} = -V_B(\Delta R/2R)$

Υπόδειξη: Γράψτε τις εξισώσεις τάσεων κόμβων για τους κόμβους A και B



Εικόνα 1

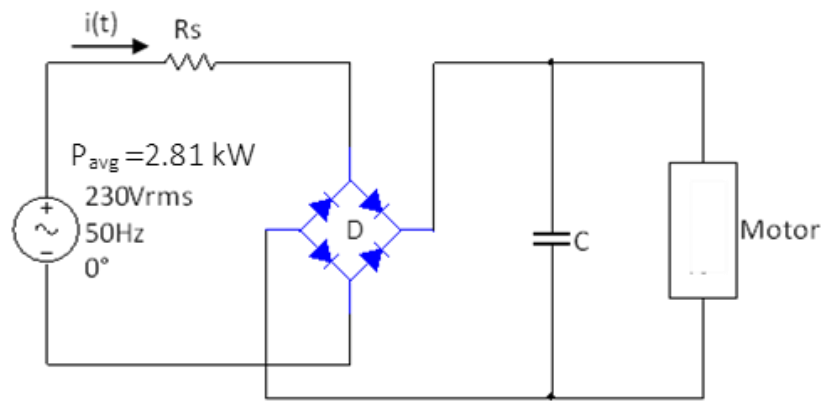
2^ο θέμα

Το γράφημα της Εικόνας 2(β) απεικονίζει τη κυματομορφή $i(t)$ του ρεύματος τροφοδοσίας σε ένα κινητήρα (Motor) μέσω μιας γέφυρας ανόρθωσης D και ενός πυκνωτή C εξομάλυνσης της τάσης, όπως δείχνεται στο κυκλωματικό διάγραμμα της Εικόνας 2(α).

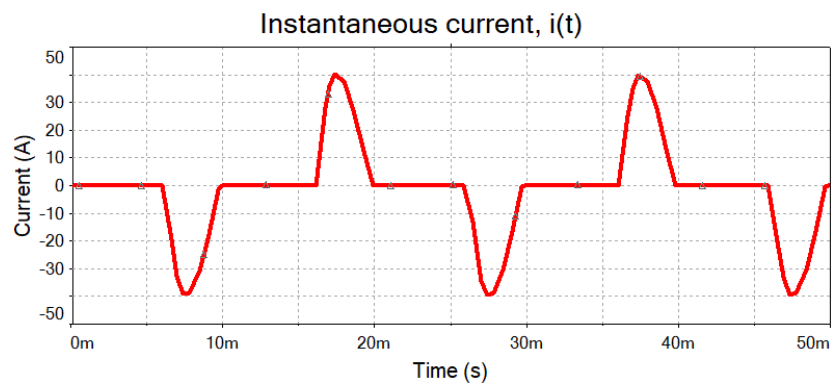
Μέτρηση με ac αμπερόμετρο του ρεύματος της πηγής έδειξε 17.1 A, ενώ μέτρηση με βαττόμετρο έδειξε ότι η μέση ισχύς (P_{avg}) που δίνει η πηγή είναι 2.81 kW.

Τέλος, μετρήσεις με αναλυτή φάσματος, έδωσαν τις παρακάτω τιμές της θεμελιώδους και των τεσσάρων πρώτων αρμονικών της κυματομορφής του ρεύματος.

Harmonic	Frequency (Hz)	Magnitude (Arms)
1	50	12.5
3	150	9.7
5	250	5.5
7	350	1.9
9	450	1.1



(α)



(β)

Εικόνα 2

Με βάση τις μετρήσεις αυτές, εκτιμήστε:

- (α) την ολική αρμονική παραμόρφωση (THD) του συστήματος,
- (β) την φαινόμενη ισχύ S της πηγής και το συντελεστή ισχύος του συστήματος,
- (γ) τη θεμελιώδη φαινόμενη ισχύ S_1 καθώς και την ισχύ S_h που σχετίζεται με την αρμονική παραμόρφωση του ρεύματος,
- (δ) την άεργο ισχύ του συστήματος.
- (ε) εάν υπάρχουν επιπλέον αρμονικές της κυματομορφής του ρεύματος πέραν των ανωτέρω αναφερόμενων τεσσάρων αρμονικών. Αν ναι, ποιο είναι το συνολικό τους πλάτος;

3^ο θέμα

Στον Πίνακα 1 καταγράφονται πέντε διαδοχικές μετρήσεις της τάσης (μονοφασικού) οικιακού ηλεκτρικού δικτύου που έγιναν με τη βοήθεια ενός ψηφιακού βολτομέτρου 4½ ψηφίων.

Πίνακας 1

A/α μέτρησης	Τιμή (V)*
1	228.9
2	229.1
3	230.5
4	230.1
5	229.4

Οι κλίμακες μέτρησης (ranges), η ανάλυση (resolution) καθώς και η ακρίβεια (accuracy) του οργάνου σε κάθε κλίμακα μέτρησης στη λειτουργία AC τάσης (Function: \tilde{V}) αναφέρονται από τον κατασκευαστή του οργάνου στον Πίνακα 2. Η ακρίβεια δίνεται σαν

$$\pm([\% \text{ της ένδειξης}] + [\text{αριθμός λιγότερο σημαντικών ψηφίων}])$$

Σημείωση: ως λιγότερο σημαντικό ψηφίο εννοείται η ανάλυση του οργάνου στην κάθε κλίμακα μέτρησης.

Πίνακας 2

Function	Range	Resolution	Accuracy		
			50 Hz - 60 Hz	30 Hz - 1 kHz	1 kHz - 5 kHz
\tilde{V}	600.0 mV	0.1 mV	$\pm (0.5 \% + 4)$	$\pm (1.0 \% + 4)$	$\pm (2.0 \% + 4)$
	6.000 V	0.001 V	$\pm (0.5 \% + 2)$	$\pm (1.0 \% + 4)$	$\pm (2.0 \% + 4)$
	60.00 V	0.01 V	$\pm (0.5 \% + 2)$	$\pm (1.0 \% + 4)$	$\pm (2.0 \% + 4)$
	600.0 V	0.1 V	$\pm (0.5 \% + 2)$	$\pm (1.0 \% + 4)$	$\pm (2.0 \% + 4)^2$
	1000 V	1 V	$\pm (0.5 \% + 2)$	$\pm (1.0 \% + 4)$	unspecified

Ας σημειωθεί ότι (α) οι τιμές ακρίβειας στον Πιν. 2 αναφέρονται σε ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95% και (β) οι μετρήσεις τάσης στον Πιν. 1 έγιναν με το βολτόμετρο ρυθμισμένο στην καταλληλότερη κλίμακα, δηλαδή, 600.0 V.

(α) Με βάση τις τιμές μέτρησης από τον Πιν. 1 και τις προδιαγραφές ακρίβειας του οργάνου από τον Πιν. 2, συμπληρώστε τις τιμές των παραμέτρων αβεβαιότητας σε ένα δικό σας αντίγραφο του Πίνακα 3

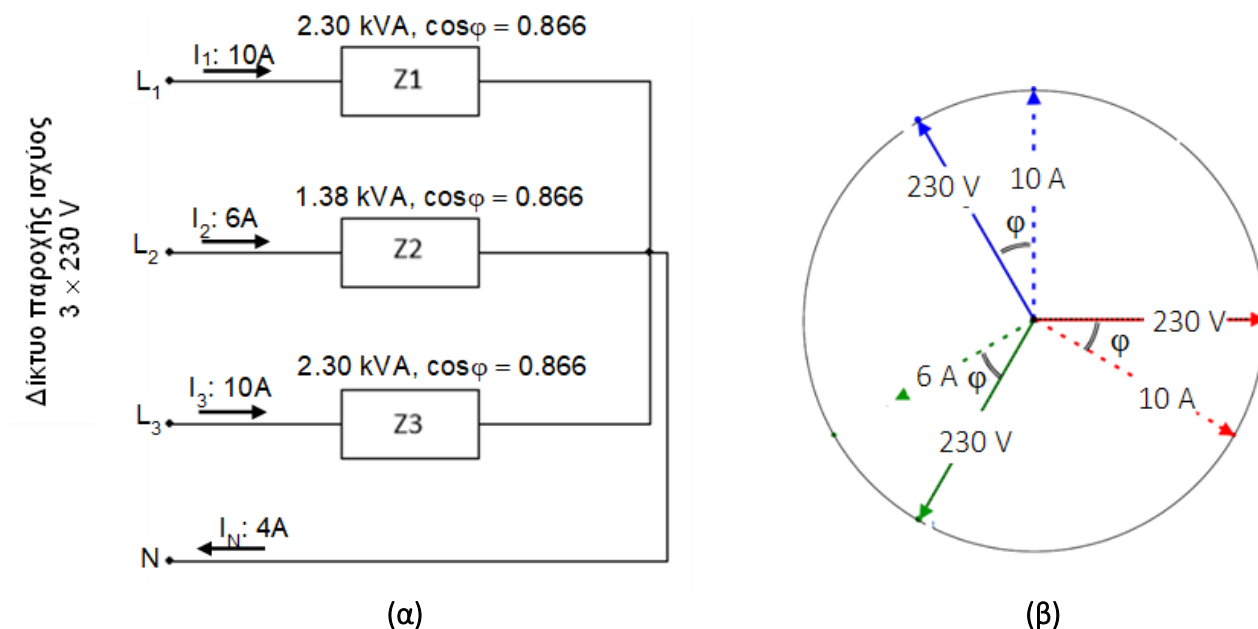
Πίνακας 3

Παράμετρος	Τιμή (σε Volt)
Αριθμητικός μέσος τιμών τάσης (\bar{V})	
Τυπική απόκλιση (σ)	0.678
Αβεβαιότητα λόγω επαναληψιμότητας μέτρησης (Τυπική αβεβαιότητα τύπου A) (u_A)	
Αβεβαιότητα λόγω ανακρίβειας του οργάνου (βλ. Πίνακα 2) (u_B)	
Αβεβαιότητα λόγω διακριτικής ικανότητας του οργάνου (u_0)	
Συνδυασμένη αβεβαιότητα σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% (U)	

(β) Δηλώστε το αποτέλεσμα της μέτρησής σας για την τάση του δικτύου στη μορφή (αναμενόμενη τιμή) \pm (συνολική αβεβαιότητα).

4^ο θέμα

Σύστημα τριών επαγωγικών φορτίων Z1, Z2 και Z3 κατανέμονται στις τρεις φάσεις δικτύου παροχής ισχύος $3 \times 230 \text{ V}$, σύμφωνα με το διάγραμμα της Εικόνας 3(α). Οι τάσεις των τριών φάσεων καθώς και τα ρεύματα των τριών γραμμών και του ουδετέρου αγωγού, μετρημένα με ένα όργανο μέτρησης ισχύος, φαίνονται στο διανυσματικό διάγραμμα της Εικόνας 3(β).



Εικόνα 3

Το όργανο μέτρησης εμφανίζει τις συνιστώσες ισχύος τόσο κάθε φάσης χωριστά, όσο και του συστήματος συνολικά στη μορφή του Πίνακα 4. Όπως φαίνεται στις δυο τελευταίες γραμμές του πίνακα, το όργανο υπολογίζει τη φαινόμενη ισχύ του συστήματος με δύο μεθόδους, την κλασσική (αριθμητική) και τη μέθοδο IEEE-1459.

Πίνακας 4

Μέγεθος	Μέθοδος υπολογισμού	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3	Σύστημα	Μονάδα (π.χ., W)
Ενεργός ισχύς (P)	—					
Άεργος ισχύς (Q)	—					
Φαινόμενη ισχύς (S)	Κλασσική αριθμητική					
»	IEEE					

Σημαντικές (μετρήσιμες) αρμονικές τάσης ή ρεύματος των γραμμών δεν ανιχνεύτηκαν.

Σε ένα δικό σας αντίγραφο του Πίνακα 4, συμπληρώστε τις ενδείξεις που αναμένεται να δώσει το όργανο. Εξηγήστε, όπου χρειαστεί, το τρόπο υπολογισμού.