

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
Μάθημα: ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ
27 Ιανουαρίου 2026

Θέμα 1^ο

- (α) Με ένα ψηφιακό βολτόμετρο $4\frac{1}{2}$ ψηφίων στην κλίμακα 10.000 V, καταγράφονται οι ακόλουθες πέντε διαδοχικές μετρήσεις τάσης: 2.521 V, 2.483 V, 2.525 V, 2.492 και 2.501. Με βάση τις μετρήσεις αυτές, ποια είναι η αναμενόμενη τιμή της τάσης και πόση είναι η τυπική αβεβαιότητα τύπου A αυτής της τιμής;

Απάντηση (1.5 μον.)

Αναμενόμενη τιμή της τάσης = 2.5044 V

Τυπική αβεβαιότητα τύπου A = 0.0081 V (67%)

- (β) Οι προδιαγραφές ακριβείας του συγκεκριμένου βολτομέτρου σ' αυτήν την κλίμακα αναγράφουν: $\pm(0.3\% \text{ of reading} + 0.5\% \text{ of range})$. Εκτιμήστε την αβεβαιότητα τύπου B κατά τη μέτρηση της παραπάνω τάσης καθώς και τη συνολική αβεβαιότητα της μέτρησης.

Απάντηση (1.5 μον.)

Αβεβαιότητα τύπου B = 0.0332 V (95%)

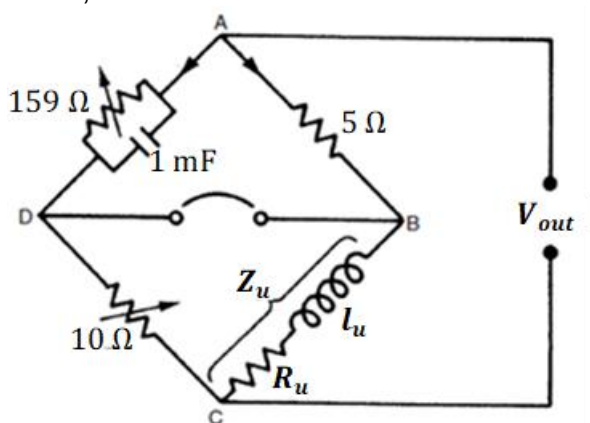
Συνολική αβεβαιότητα = 0.0370 V (95%)

Θέμα 2^ο

Η γέφυρα Maxwell της Εικ. 1 βρίσκεται σε ισορροπία

- (α) Υπολογίστε την τιμή της άγνωστης σύνθετης αντίστασης Z_u (L_u , R_u)

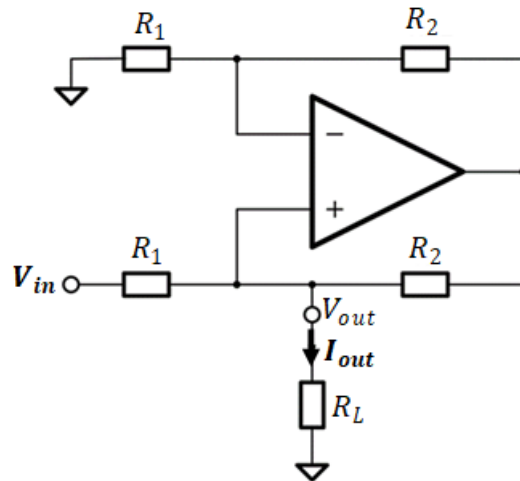
- (β) Υπολογίστε το συντελεστή ποιότητας για την άγνωστη σύνθετη αντίσταση σε συχνότητα τροφοδοσίας 50 Hz



Εικόνα 1

- (γ) Αποδείξτε ότι για την πηγή ρεύματος Howland (Howland Current Source - HCS) της Εικ. 2 το ρεύμα εξόδου I_{out} είναι ανάλογο της τάσης εισόδου V_{in} σύμφωνα με τη σχέση

$$I_{out} = \frac{V_{in}}{R_1}$$



Εικόνα 2

Λύση

(α) (1.25 μον.)

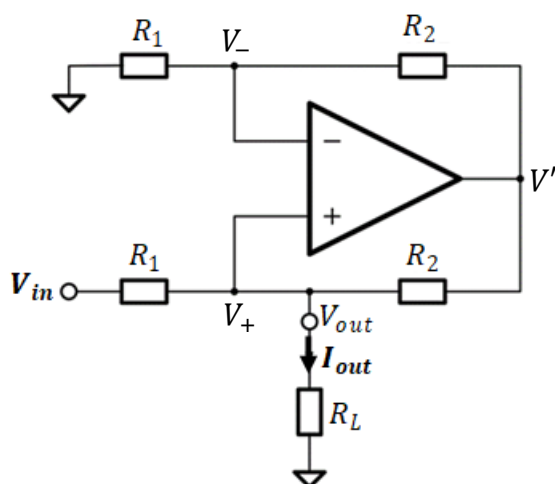
$$R_u = \frac{(5 \Omega)(10 \Omega)}{159 \Omega} = 0.315 \Omega$$

$$L_u = (5 \Omega)(10 \Omega)(1 \text{ mF}) = 50 \text{ mH}$$

(β) (1.25 μον.)

$$Q = \frac{\omega L_u}{R_u} = 2\pi(50 \text{ Hz})(159 \Omega)(1 \text{ mF}) = 50$$

(γ) (1.25 μον.)



Είναι $V_- = V_+ = V_{out}$

Χρησιμοποιώντας μέθοδο κόμβων. Για τον κόμβο V_-

$$\frac{V_-}{R_1} + \frac{V_- - V'}{R_2} = 0 \Rightarrow V_-(R_1 + R_2) = V'R_1 \quad (1)$$

Για τον κόμβο V_+

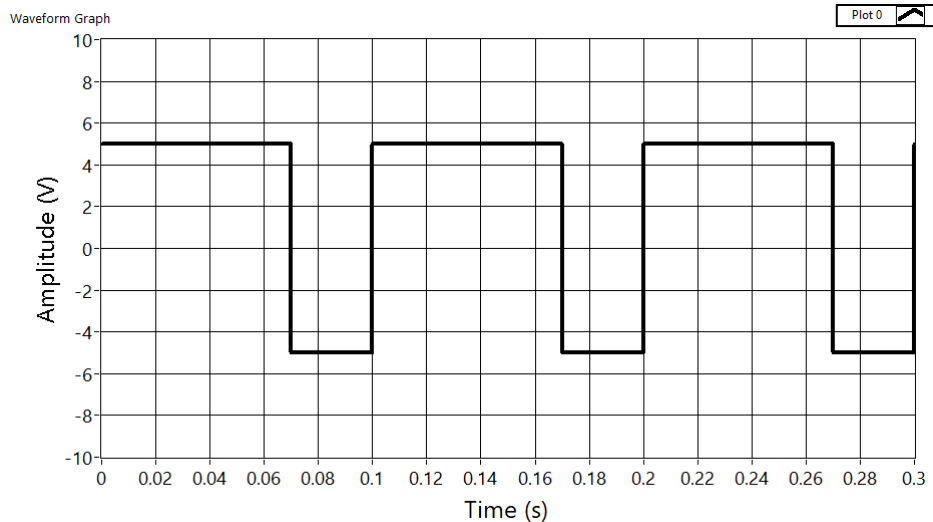
$$\frac{V_+ - V_{in}}{R_1} + \frac{V_+ - V'}{R_2} + I_{out} = 0 \Rightarrow V_+R_2 - V_{in}R_2 + V_+R_1 - V'R_1 + I_{out}R_1R_2 = 0$$

$$\stackrel{(1)}{\Rightarrow} V_+R_2 - V_{in}R_2 + V_+R_1 - V_-(R_1 + R_2) + I_{out}R_1R_2 = 0$$

$$\Rightarrow -V_{in}R_2 + I_{out}R_1R_2 = 0 \Rightarrow I_{out} = \frac{V_{in}}{R_1}$$

Θέμα 3^ο

- (α) Ένα σήμα 2 mV περνά από ενισχυτή +20 dB και, στη συνέχεια, από εξασθενητή -6 dB. Ποια είναι η τελική τάση;
- (β) Σήμα ισχύος 10 mW περνά από ενισχυτή A λόγου ενίσχυσης +8 dB, καλώδιο -2.5 dB, ενισχυτή B και, τέλος, από splitter -3 dB. Ποιος πρέπει να είναι ο λόγος ενίσχυσης σε dB του ενισχυτή B ώστε να επιτυγχάνεται ισχύς σήματος εξόδου 282 mW;
- (γ) Στην οθόνη παλμογράφου βλέπετε την παλμοσειρά τάσης της Εικ. 3. Τι ένδειξη θα σας δώσει ένα AC βολτόμετρο κατά τη μέτρηση αυτής της τάσης; Ένα DC βολτόμετρο, τι ένδειξη θα σας δώσει;



Εικόνα 3

Απάντηση

- (α) **(1 μον.)** συνολικό κέρδος σε dB: $20 \text{ dB} - 6 \text{ dB} = 14 \text{ dB}$

συνολικό κέρδος σε volt: $\frac{V_{out}}{2 \text{ mV}} = 10^{14/20} \cong 5 \Rightarrow V_{out} \cong 10 \text{ mV}$

- (β) **(1 μον.)** Έστω x dB το κέρδος του ενισχυτή B. Το συνολικό κέρδος σε dB: $8 \text{ dB} - 2.5 \text{ dB} + x \text{ dB} - 3 \text{ dB} = (2.5 + x) \text{ dB}$

Έχουμε, $\frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{282 \text{ mW}}{10 \text{ mW}} = 10^{(2.5+x)/10} \Rightarrow \frac{2.5+x}{10} = \log 28.2 = 1.45 \Rightarrow x = 12 \text{ dB}$

(γ) **(1.25 μov.)** $V_{AC} = V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{0.1} \left(\int_0^{0.07} 5^2 dt + \int_{0.07}^{0.1} (-5)^2 dt \right)} =$
5 V

$$V_{DC} = V_{mean} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt = \frac{1}{0.1} \left(\int_0^{0.07} 5 dt + \int_{0.07}^{0.1} -5 dt \right) = \mathbf{2 \text{ V}}$$