



## ΑΝΔΡΕΟΠΟΥΛΟΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ

ΑΜ:4630

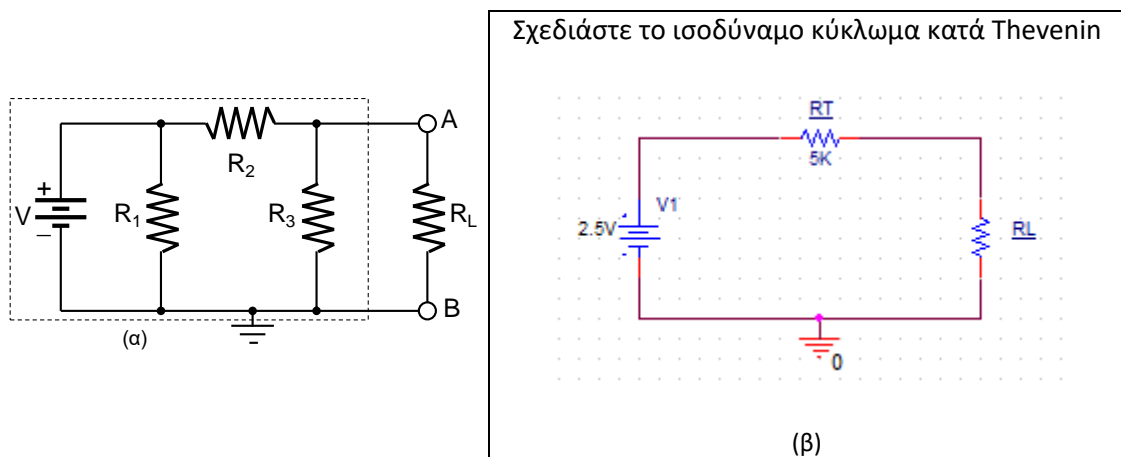
## 2<sup>η</sup> Άσκηση

### 2.1 ΘΕΩΡΗΜΑ THEVENIN

**Στόχος:** Η πειραματική επαλήθευση του θεωρήματος Thevenin.

**Θεωρία:** Ένα μονόθυρο δίκτυο, το οποίο αποτελείται από ιδανικές πηγές τάσης ή ρεύματος και από γραμμικές αντιστάσεις, μπορεί να αναπαρασταθεί με ένα ισοδύναμο κύκλωμα που αποτελείται από μια ιδανική πηγή τάσης  $V_T$  σε σειρά με μια γραμμική αντίσταση  $R_T$ .

**Υλοποίηση:** Υλοποιήστε στο breadboard το κύκλωμα του Σχήματος 2.1(α). Χρησιμοποιήστε πηγή τάσης  $V=5V$ , αντιστάσεις  $R_1=R_2=R_3=10K\Omega$  και αντίσταση φόρτου  $R_L=1K\Omega$ . Μέσα στο διάστικτο πλαίσιο είναι το γραμμικό κύκλωμα το οποίο θα πρέπει να αντικατασταθεί από το ισοδύναμο κατά Thevenin κύκλωμα. Σχεδιάστε στο παράθυρο του Σχήματος 2.1(β) το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Thevenin.



Σχήμα 2.1: Διάταξη επαλήθευσης του θεωρήματος Thevenin

#### Μετρήσεις:

Α) Υπολογίστε τις θεωρητικές τιμές της τάσης και της αντίστασης Thevenin με βάση τις ονομαστικές τιμές τάσεων και αντιστάσεων του πεδίου «Υλοποίηση».

$V_{T\text{theory}} = 2,5V$	$R_{T\text{theory}} = 5K\Omega$
-----------------------------	---------------------------------



Β) Μετρήστε τις πραγματικές τιμές των αντιστάσεων  $R_1$ ,  $R_2$  και  $R_3$ , και με βάση αυτές υπολογίστε τις αναμενόμενες τιμές της τάσης και της αντίστασης Thevenin.

$R_{1real} =$	$R_{2real} =$	$R_{3real} =$	$V_{Texpected} =$	$R_{Texpected} =$
---------------	---------------	---------------	-------------------	-------------------

Γ) Στο κύκλωμα του Σχήματος 2.1(α):

α) μετρήστε την τάση στα άκρα της αντίστασης  $R_L$  (τάση  $V_L$ ) και

β) αφαιρέστε την αντίσταση  $R_L$  και μετρήστε την τάση ανάμεσα στους ακροδέκτες Α και Β. Αυτή η τάση είναι η ζητούμενη τάση Thevenin ( $V_T$ ).

Η πρώτη τάση ( $V_L$ ) θα αξιοποιηθεί για τον υπολογισμό της αντίστασης Thevenin χρησιμοποιώντας τον τύπο του διαιρέτη τάσης για το ισοδύναμο κύκλωμα που σχεδιάσατε (Σχήμα 2.1(β)), ως ακολούθως:

$$V_L = \frac{R_L}{R_T + R_L} V_T \Rightarrow R_T = \frac{V_T - V_L}{V_L} R_L$$

Καταγράψτε ακολούθως τις τιμές που μετρήσατε ή υπολογίσατε νωρίτερα.

$V_L = 416,7\text{mV}$	$V_T = 2,5\text{V}$	$R_T = 5\text{K}\Omega$
------------------------	---------------------	-------------------------

Συγκρίνετε τα τελικά αποτελέσματα με τους προηγούμενους υπολογισμούς και εξηγήστε τυχόν διαφοροποιήσεις.

**Συγκρίσεις- Παρατηρήσεις:**

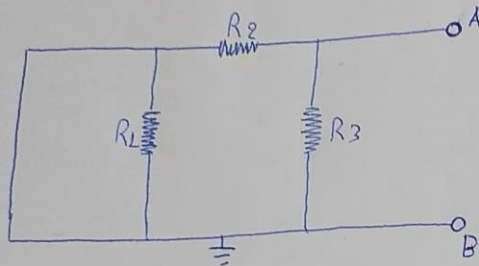
Παρατηρώ πως υπάρχει διαφορά στα  $V_T$

$V_{T1} = 0,25\text{V}$  ΚΑΙ  $V_{T2} = 2,5\text{V}$

Ακολουθεί η εξήγηση της άσκησης 2.1

2.1

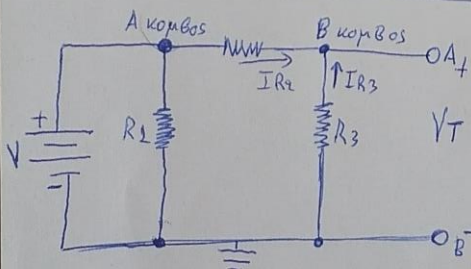
Για να βρω την ισοδύναμη αντιστάση κατά Thevenin πρέπει να υπολογίσω την ισοδύναμη αντιστάση στα άκρα του δικτύου. Θέτω όλες τις πηγές λeses με το 0 και υπολογίσω την ισοδύναμη αντιστάση αφού αφαιρέσω τον φορτίο  $R_L$ . Η πηγή τάσης θα μηδενιστεί βραχυκυκλώνοντας τα άκρα της



Μετα την βραχυκύκλωση της πηγής τάσης φαίνεται ότι βραχυκυκλώνεται και η  $R_1$  αντιστάση. Άρα δεν λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό της  $R_T$  αντιστάσης Thevenin

$$R_T = R_3 // R_2 = \frac{R_3 \cdot R_2}{R_3 + R_2} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = \frac{100}{20} = 5 \text{ k}\Omega$$

Μεθοδος κομβικών τάσεων



Άρα από KCL στο B κομβό

$$I_{R2} + I_{R3} = 0 \Rightarrow \frac{V_T - V}{R_2} + \frac{V_T}{R_3} = 0 \Rightarrow \frac{V_T}{R_2} + \frac{V_T}{R_3} = \frac{V}{R_2} \Rightarrow \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) V_T = \frac{V}{R_2}$$

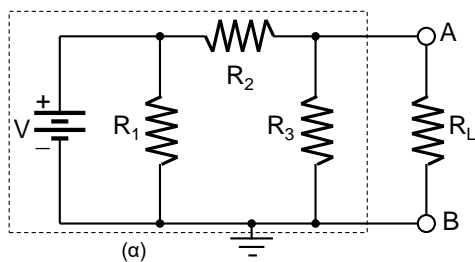
$$\Rightarrow \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right) V_T = \frac{5}{10} \Rightarrow \frac{2}{10} V_T = \frac{5}{10} \Rightarrow V_T = 2,5 \text{ V}$$

## 2.2 ΘΕΩΡΗΜΑ NORTON

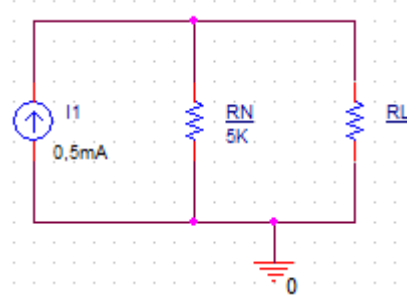
**Στόχος:** Η πειραματική επαλήθευση του θεωρήματος Norton.

**Θεωρία:** Ένα μονόθυρο δίκτυο, το οποίο αποτελείται από ιδανικές πηγές τάσης ή ρεύματος και από γραμμικές αντιστάσεις, μπορεί να αναπαρασταθεί με ένα ισοδύναμο κύκλωμα που αποτελείται από μια ιδανική πηγή ρεύματος  $I_N$  παράλληλα με μια γραμμική αντίσταση  $R_N$ .

**Υλοποίηση:** Χρησιμοποιήστε και πάλι το κύκλωμα του Σχήματος 2.1(α) το οποίο επαναλαμβάνεται στο Σχήμα 2.2(α) ( $V=5V$ ,  $R_1=R_2=R_3=10K\Omega$  και  $R_L=1K\Omega$ ). Σχεδιάστε στο παράθυρο του Σχήματος 2.2(β) το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Norton.



Σχεδιάστε το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Norton



Σχήμα 2.2: Διάταξη επαλήθευσης του θεωρήματος Norton

### Μετρήσεις:

A) Υπολογίστε τις θεωρητικές τιμές του ρεύματος και της αντίστασης Norton με βάση τις ονομαστικές τιμές τάσεων και αντιστάσεων του πεδίου «Υλοποίηση».

$I_{Ntheory} = 0,5mA$	$R_{Ntheory} 5K\Omega$
-----------------------	------------------------

B) Με βάση τις πραγματικές τιμές των αντιστάσεων  $R_1$ ,  $R_2$  και  $R_3$  που μετρήσατε στην ενότητα 2.1.B, υπολογίστε τις αναμενόμενες τιμές του ρεύματος και της αντίστασης Norton.

$I_{Nexpected} =$	$R_{Nexpected} =$
-------------------	-------------------

Γ) Από τη θεωρία γνωρίζουμε ότι τιμή της αντίστασης Norton ( $R_N$ ) είναι ίση με την τιμή της αντίστασης Thevenin ( $R_T$ ) του πεδίου 2.1(Γ). Στο κύκλωμα του Σχήματος 2.2(α) μετρήστε το ρεύμα ( $I_L$ ) που διαρρέει την αντίσταση  $R_L$ . Το ρεύμα ( $I_L$ ) θα αξιοποιηθεί για τον



υπολογισμό του ρεύματος Norton ( $I_N$ ), χρησιμοποιώντας τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος για το ισοδύναμο κύκλωμα που σχεδιάσατε (Σχήμα 2.2(β)), ως ακολούθως:

$$I_L = \frac{R_N}{R_N + R_L} I_N \Rightarrow I_N = \frac{R_N + R_L}{R_N} I_L$$

Καταγράψτε ακολούθως τις τιμές που μετρήσατε ή υπολογίσατε νωρίτερα.

$R_N = 5K\Omega$	$I_L = 416,7\mu A$	$I_N = 0,5mA$
------------------	--------------------	---------------

Συγκρίνετε τα τελικά αποτελέσματα με τους προηγούμενους υπολογισμούς και εξηγήστε τυχών διαφοροποιήσεις.

**Συγκρίσεις- Παρατηρήσεις:**

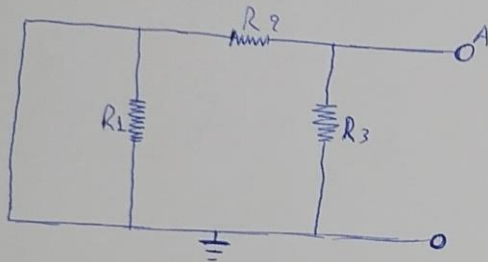
Παρατηρώ πως υπάρχει διαφορά στα  $I_N$

$$I_{N1} < I_{N2}$$

Ακολουθεί η εξήγηση της άσκησης 2.2



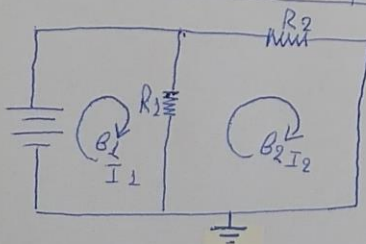
Για να βρω την ισοδύναμη αντίσταση κατά Norton πρέπει να υπολογίσω την ισοδύναμη αντίσταση στα terminals αυτή του δικτύου. Θέσω όλες τις πηγές λες με το 0 και υπολογίσω την ισοδύναμη αντίσταση αφού αφαιρέσω το φορτίο  $R_L$ . Η πηγή τάσης θα μηδενιστεί βραχυκυκλώνοντας τα άκρα. Ισχύει  $R_T = R_N$



Μετα την βραχυκύκλωση της πηγής τάσης φαίνεται ότι βραχυκυκλώνεται και η  $R_1$  αντίσταση. Άρα δεν λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό της  $R_N$  αντίστασης Norton

$$R_N = R_2 // R_3 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = \frac{100}{20} = 5k\Omega$$

Μεθόδος ανάλυσης ρευμάτων από των βρόχων



Από KVL ( $I_2 = I_N$ )

$$\textcircled{1} \quad V - R_1(I_1 - I_2) = 0 \Rightarrow V = R_1(I_1 - I_2) \Rightarrow 5 = 10I_1 - 10I_2 \quad (1)$$

$$\textcircled{2} \quad -R_1(I_2 - I_1) - R_2 I_2 = 0 \Rightarrow -R_1(I_2 - I_1) = R_2 I_2 \Rightarrow 10(I_2 - I_1) = 10I_2 \Rightarrow I_1 = 2I_2 \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow 5 = 10 \cdot 2I_2 - 10I_2 \Rightarrow 10I_2 = 5 \Rightarrow I_2 = 0,5mA = I_N$$