

Εργαστήριο 2: Δίκτυα Αντιστάσεων, Ισοδύναμα Thevenin/Norton

23 έως 25 Φεβρουαρίου 2010 (βδομάδα 3)

- Διαβάστε τις ενότητες 2.5 έως και 2.8 (σελίδες 117-160) του βιβλίου (Αρχή της Υπερθεσης, Μονόθυρα Δίκτυα και Ισοδύναμα Thevenin/Norton, Μεταφορά Μέγιστης Ισχύος, Μη Γραμμικά Στοιχεία Κυκλώματος).
- Λύστε τις εξής **Ασκήσεις** από το βιβλίο (σελίδες 167-171), και παραδώστε τις λύσεις σας όταν φτάσετε στο Εργαστήριο: 2.34, 2.33, 2.52 (βρίσκοντας το ισοδύναμο Thevenin του εργοστασίου **μαζί** με τα δύο πρώτα φορτία, R_1 και R_2), 2.53, και 2.55.

2.1 Ποτενσιόμετρο (Ροοστάτης) - Μεταβλητή Αντίσταση

Τα ποτενσιόμετρα (ή ροοστάτες), όπως αυτό της φωτογραφίας δεξιά (από wiktionary.org), είναι αντιστάσεις που έχουν και έναν τρίτο, "μεσαίο" ακροδέκτη. Ο τρίτος ακροδέκτης κάνει επαφή σε ένα ενδιάμεσο σημείο της συνολικής αντίστασης, η οποία συνολική αντίσταση είναι συνδεδεμένη μεταξύ των δύο ακραίων επαφών. Περιστρέφοντας τον άξονα του ποτενσιόμετρου, αλλάζουμε το σημείο επαφής του μεσαίου ακροδέκτη, από τη μία ως την άλλη άκρη της αντίστασης. Έτσι, το συνολικό κύκλωμα είναι σαν δύο μεταβλητές αντιστάσεις εν σειρά, αλλά που το άθροισμά τους (η ολική αντίσταση) παραμένει σταθερό.



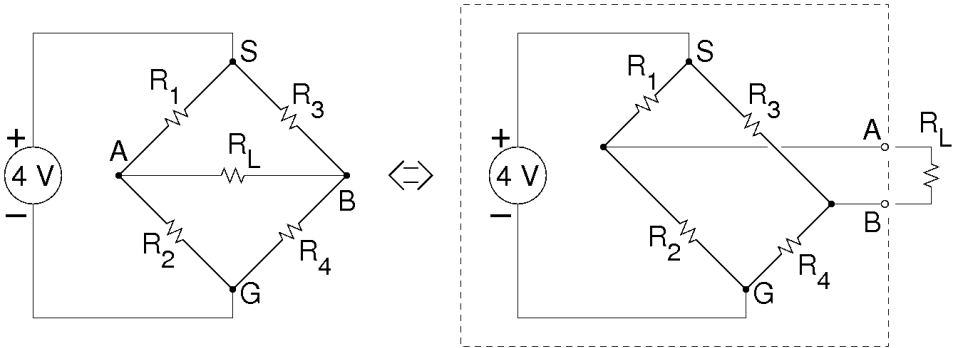
Στο εργαστήριο θα σας δοθεί ένα ποτενσιόμετρο των 2 k Ω (συνολική αντίσταση, των δύο τμημάτων εν σειρά). Ρυθμίστε το τροφοδοτικό στα 4 V, και συνδέστε σε αυτό τις δύο άκρες του ποτενσιόμετρου. Συνδέστε το βολτόμετρο από την αρνητική επαφή (τάση αναφοράς) στο μεσαίο ακροδέκτη του ποτενσιόμετρου. Περιστρέψτε τον άξονα του ποτενσιόμετρου και παρατηρήστε πώς μεταβάλλεται η τάση που βλέπετε. Σχεδιάστε το κύκλωμα σας, και εξηγήστε πώς λειτουργεί και τι βλέπετε (φυσικά, πρόκειται για ένα ρυθμιζόμενο διαρέτη τάσης).

Ρυθμίστε τον άξονα ώστε η τάση που μετράτε να είναι 1 V, και στη συνέχεια, χωρίς να κουνήσετε τον άξονα, **αποσυνδέστε** το ποτενσιόμετρο από το τροφοδοτικό, και μετρήστε με το Ωμόμετρο τις αντιστάσεις των δύο πλευρών του καθώς και την ολική του αντίσταση. Τι παρατηρείτε; Επαναλάβετε, αφού ρυθμίσετε τον άξονα ώστε η τάση που μετράτε να είναι 2.5 V.

2.2 Γέφυρα Wheatstone μέσω Ισοδύναμου Thevenin/Norton

Στο σχήμα, αριστερά, φαίνεται ένα κύκλωμα 5 αντιστάσεων γνωστό σαν *Γέφυρα Wheatstone*. Δυστυχώς, σε αυτό, καμία αντίσταση δεν είναι σε σειρά ή παράλληλα με καμία άλλη, άρα η ανάλυσή του είναι πιο περίπλοκη από τα συνηθισμένα κυκλώματα. Εν τούτοις, απομονώνοντας ένα κομμάτι του, όπως φαίνεται δεξιά, και βρίσκοντας το

ισοδύναμο κατά Thevenin ή Norton, η ανάλυση διευκολύνεται: Θεωρήστε τη μεσαία αντίσταση, R_L , σαν φορτίο, και όλο το υπόλοιπο κύκλωμα, όπως φαίνεται από τα σημεία A και B, σαν πηγή, την οποία θα αντικαταστήσετε με το ισοδύναμό της κατά Thevenin, και μετά κατά Norton.



Πείραμα Α: Πάρτε αντιστάσεις ονομαστικών τιμών: $R_1 = 550 \, \Omega$, $R_2 = 680 \, \Omega$, $R_3 = 680 \, \Omega$, $R_4 = 550 \, \Omega$, και R_L = είτε $220 \, \Omega$, είτε $550 \, \Omega$, είτε $1.4 \, k\Omega$. Παρ' ότι αυτές είναι οι ονομαστικές τους τιμές, εν τούτοις μετρήστε και καταγράψτε τις πραγματικές τους τιμές, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν κατά τι. **προσοχή:** όποτε μετράμε κάτι με το Ωμόμετρο, αυτό το κάτι πρέπει να είναι **αποσυνδεδεμένο** από πηγές. Κατασκευάστε (σε breadboard) το κύκλωμα του σχήματος, και μετρήστε και καταγράψτε την τάση από το A στο B με καθεμιά από τις 3 τιμές της αντίστασης "φορτίου" R_L .

Πείραμα Β: Χωρίς να χαλάσετε το κύκλωμα A, μετρήστε πάνω του τις δύο παραμέτρους του ισοδύναμου Thevenin του υποκυκλώματος μέσα σε διακεκομμένη γραμμή, όπως αυτό φαίνεται από από τη θύρα A-B. **Υπενθύμιση:** οι δύο παράμετροι είναι η τάση ανοικτοκυκλωμένου, και η εσωτερική αντίσταση (με μηδενισμένες τις πηγές). Για να μετρήσετε την τάση ανοικτοκυκλωμένου, αφαιρείτε την R_L , και μετράτε την τάση από το A στο B. Για να μετρήσετε την εσωτερική αντίσταση -- με **μηδενισμένες** τις πηγές-- αντικαθιστάτε τις πηγές τάσης με βραχυκυκλώματα (ή τις πηγές ρεύματος, αν υπήρχαν, με ανοικτοκυκλώματα). Εσείς, εδώ, αποσυνδέετε το τροφοδοτικό, βραχυκυκλώνετε τους κόμβους S και G, και μετράτε με το Ωμόμετρο την αντίσταση μεταξύ A και B (όπως είπαμε, όποτε μετράμε κάτι με το Ωμόμετρο, αυτό το κάτι πρέπει να είναι **αποσυνδεδεμένο** από πηγές).

Καταγράψτε τις μετρήσεις σας, και στη συνέχεια **επαληθεύστε τις με υπολογισμούς**, βάσει των τιμών των αντιστάσεων που μετρήσατε στο Α. Για τον υπολογισμό της τάσης ανοικτοκυκλώματος, υπολογίστε τις τάσεις στα A και B από τους διαιρέτες τάσης που σχηματίζονται (όταν λείπει η R_L). Για τον υπολογισμό της ισοδύναμης αντίστασης με μηδενισμένη πηγή, ξανασχεδιάστε το δικτύο των 4 αντιστάσεων με αλλαγμένη τη θέση των κόμβων και των αντιστάσεων, ούτως ώστε να φανεί ότι πρόκειται για τον εν σειρά συνδυασμό δύο παράλληλων υποδικτύων.

Πείραμα Γ: Φτιάξτε με το ποτενσιόμετρο μίαν αντίσταση ίση με την ισοδύναμη αντίσταση Thevenin που μετρήσατε και υπολογίσατε στο B (συνδέστε το ένα μέρος του ποτενσιόμετρου στο Ωμόμετρο, και ρυθμίστε το για να πετύχετε την τιμή που θέλετε). Ρυθμίστε το τροφοδοτικό να σας δίνει τάση εξόδου ίση με την τάση ανοικτοκυκλώματος που μετρήσατε και υπολογίσατε στο B. Συνδέστε το ποτενσιόμετρο (χωρίς να το στρίψετε!) στο τροφοδοτικό, ώστε να φτιάξετε έτσι το ισοδύναμο Thevenin του κυκλώματος A-B μέσα στη διακεκομμένη γραμμή. Συνδέστε σε αυτό το ισοδύναμο κύκλωμα Thevenin εναλλάξ τις τρεις αντιστάσεις φορτίου R_L του A, και μετρήστε για κάθε μιά τους την τάση πάνω της. Βρίσκετε το ίδιο όπως στο Α;;;

Επαληθεύστε με υπολογισμούς τις τρεις τάσεις που μετρήσατε, στο A και εδώ, για τις τρεις διαφορετικές τιμές αντίστασης φορτίου: πρόκειται απλά για το διαιρέτη τάσης

μεταξύ εσωτερικής αντίστασης Thevenin και αντίστασης φορτίου, ο οποίος διαιρεί την ισοδύναμη τάση της πηγής Thevenin.

Πείραμα Δ: Υπολογίστε το ρεύμα πηγής του ισοδύναμου κατά Norton, από την τάση πηγής του ισοδύναμου Thevenin και την εσωτερική αντίσταση. Ρυθμίστε το τροφοδοτικό να σας δίνει **ρεύμα** τόσο όσο το ισοδύναμο Norton (και αυξήστε του το όριο τάσης, π.χ. στα 10 V, για να είστε σίγουροι ότι αυτό δεν θα παρεμβαίνει στις μετρήσεις σας). Υπενθύμιση: για να ρυθμίσετε το όριο ρεύματος του τροφοδοτικού, βραχυκυκλώνετε τους ακροδέκτες του και κάνετε τη ρύθμιση. Συνδέστε την ισοδύναμη αντίσταση, που κατασκευάσατε με το ποτενσιόμετρο, παράλληλα με το τροφοδοτικό, ούτως ώστε να φτιάξετε το ισοδύναμο Norton του κυκλώματος A-B. Συνδέστε σε αυτό το ισοδύναμο κύκλωμα Norton εναλλάξ τις τρεις αντιστάσεις φορτίου R_L του A, και μετρήστε για κάθε μία τους την τάση πάνω της. Βρίσκετε το ίδιο όπως στα A και Γ;;

Επαληθεύστε με υπολογισμούς τις τρεις τάσεις που μετρήσατε, στα A, Γ, και εδώ, για τις τρεις διαφορετικές τιμές αντίστασης φορτίου: έχετε το γνωστό σας ρεύμα της πηγής Norton που περνάει μέσα από τον παράλληλο συνδυασμό της ισοδύναμης εσωτερικής αντίστασης και της αντίστασης φορτίου.

[Up to the Home Page of CS-121](#)

© copyright University of Crete, Greece.
last updated: 18 Feb. 2010, by [M. Katevenis](#).