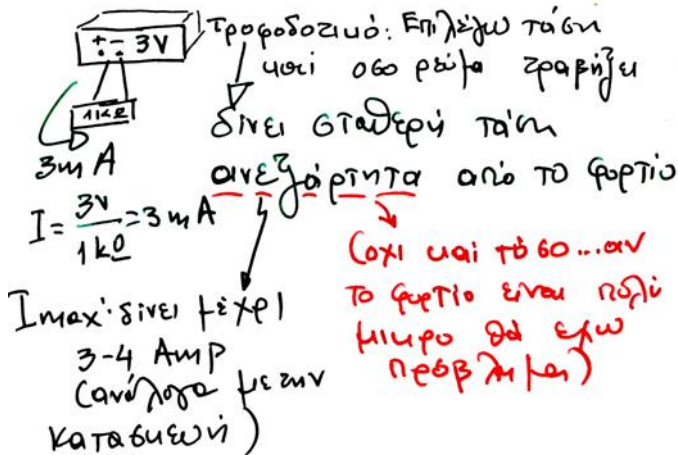


## Πηγές τάσης (τροφοδοτικά)

Μία ιδανική πηγή τάσης (τροφοδοτικό) είναι ένα μία διάταξη με δύο ακροδέκτες, η οποία μπορεί να διατηρεί στην έξοδο της (δηλ. στους ακροδέκτες), μία σταθερή διάφορα δυναμικού ανεξάρτητα από το φορτίο που της βάζουμε. Ας δούμε ένα παράδειγμα:

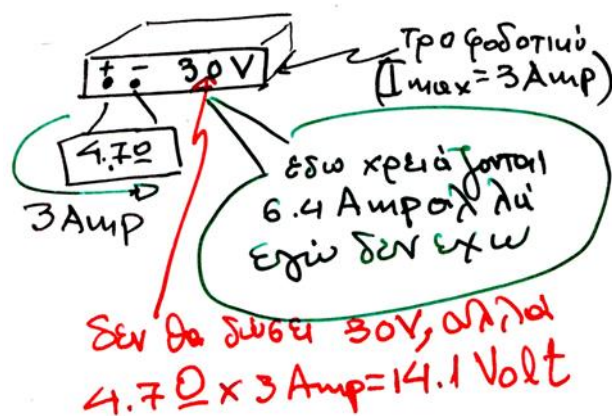


Η πηγή τάσης μπορεί να δίνει στα άκρα της τάση μέχρι 35Volt. Μία παράμετρος που συχνά ξεχνάμε είναι το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να δώσει η πηγή τάσης. Αυτή είναι γραμμένη σε μία μεταλλική ταμπέλα στο πίσω μέρος του τροφοδοτικού. Ας πούμε ότι η συγκεκριμένη πηγή τάσης μπορεί να δώσει μέγιστο ρεύμα μέχρι 3Amp. Ρυθμίζουμε την Πηγή τάσης

στα 3Volt και στα άκρα της συνδέουμε μία αντίσταση 1kΩ. Τότε αυτή η αντίσταση θα 'τραβήξει', από τα 3Amp που έχει διαθέσιμα η πηγή, μόνο  $I = \frac{3Volt}{1k\Omega} = 3mA$ . Το πόσο

ρεύμα θα τραβήξει η αντίσταση εξαρτάται από την τιμή της αντίστασης. Είναι προφανές ότι όσο μικρότερο είναι το φορτίο τόσο μεγαλύτερο θα είναι το ρεύμα που θα τραβήξει.

Εάν στα άκρα της πηγής είχαμε συνδέσει μία αντίσταση 100Ω τότε αυτή η αντίσταση θα τραβούσε  $I = \frac{3Volt}{0,1k\Omega} = 30mA$ .

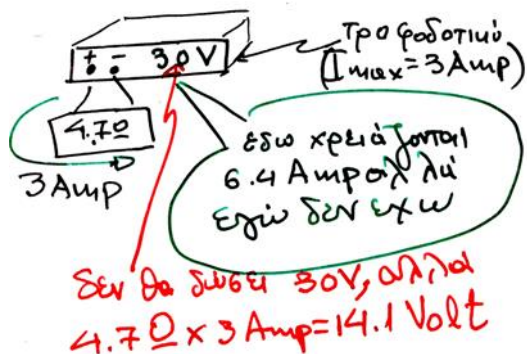


Αν τώρα ρυθμίσουμε την πηγή τάσης (τροφοδοτικό) να δίνει 30Volt και στα άκρα της συνδέσουμε μία αντίσταση φορτίου 4,7Ω. Η αντίσταση φορτίου θα θέλει να τραβήξει  $I = \frac{30Volt}{4,7\Omega} = 6,38A$ , όμως

ένα τέτοιο ρεύμα δεν είναι διαθέσιμο γιατί το τροφοδοτικό μπορεί να δώσει μέχρι 3Amp. Οι πηγές τάσης έχουν ένα κόκκινο λαμπάκι ειδοποίησης που ανάβει

όταν το φορτίο τραβάει ρεύμα μεγαλύτερο από το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να δώσει το τροφοδοτικό. Όταν ανάβει σημαίνει ότι το τροφοδοτικό έχει ξεπεράσει τα όριά του και κινδυνεύει να 'καεί'. Σε αυτή την περίπτωση η πηγή τάσης θα δώσει τα 3Amp, δηλαδή το μέγιστο ρεύμα και η αντίστοιχη τιμή της τάσης στα άκρα της

αντίστασης θα είναι  $V = 3\text{Amp} \times 4,7\Omega = 14,1\text{Volt}$ . Θα πρέπει αμέσως να την κλείσουμε το τροφοδοτικό ή να αποσυνδέσουμε το μικρό φορτίο των  $4,7\Omega$  που έχουμε συνδέσει.



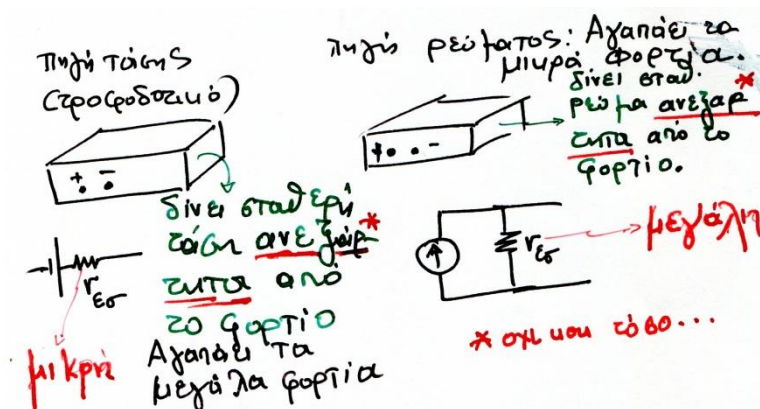
Μία πραγματική πηγή τάσης μπορεί να δώσει ένα συγκεκριμένο μέγιστο ρεύμα. Μία πηγή τάσης συμπεριφέρεται σαν μία ιδανική πηγή στη σειρά με μία μικρή αντίσταση (εσωτερική αντίσταση). Είναι προφανές πως όσο μικρότερη είναι αυτή η εσωτερική αντίσταση τόσο το καλύτερο. Για παράδειγμα μία αλκαλική μπαταρία των 9Volt έχει εσωτερική αντίσταση περίπου  $3\Omega$ . Εάν την βραχυκυκλώσουμε θα

δώσει ένα ρεύμα 3Amp και μέσα σε μερικά λεπτά η μπαταρία θα έχει αδειάσει. Οι πηγές τάσης προτιμάνε τα ανοιχτά κυκλώματα, δηλαδή άπειρο φορτίο, και νιώθουν άβολα όταν το φορτίο είναι πάρα πολύ μικρό δηλαδή όταν τα δύο άκρα τους βραχυκυκλώνονται.

## Πηγές Ρεύματος

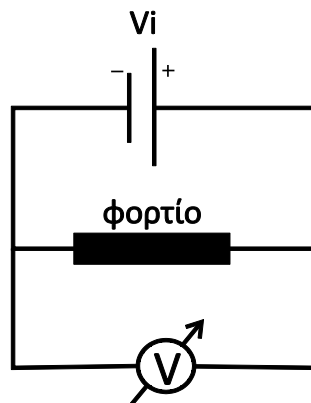
Μία ιδανική πηγή ρεύματος είναι μία διάταξη με δύο ακροδέκτες, η οποία μπορεί να δίνει ένα σταθερό ρεύμα στο εξωτερικό κύκλωμα ανεξάρτητα από το φορτίο που εφαρμόζουμε. Εάν για παράδειγμα ρυθμίσουμε μία πηγή ρεύματος στα 10mA και στα άκρα της βάλουμε μία αντίσταση  $1k\Omega$  τότε η τάση στα άκρα της αντίστασης θα είναι 10Volt.

Οι πραγματικές πηγές ρεύματος χαρακτηρίζονται από μία μέγιστη τιμή τάσης την οποία μπορούν να πετύχουν. Ας πούμε ότι έχουμε μία πηγή ρεύματος που μπορεί να δώσει μέγιστο ρεύμα 100mA και η μέγιστη τάση που μπορεί να δώσει είναι 10Volt. Αν στα άκρα αντίστασης τις πηγές ρεύματος συνδέσουμε μία αντίσταση  $100k\Omega$  τότε η πηγή ρεύματος δεν θα μπορέσει να ανταποκριθεί, δεν θα μπορέσει να δώσει τα 100mA. Αυτό που θα κάνει είναι να δώσει τη μέγιστη τάση με ρεύμα. Γενικά οι πηγές ρεύματος προτιμούν τα βραχυκυκλώματα (γενικά τις μικρές αντιστάσεις στα άκρα τους) και απεχθάνονται τα ανοιχτοκυκλώματα δηλαδή την ύπαρξη μεγάλου φορτίου στα άκρα τους. Μία μπαταρία είναι μία καλή προσέγγιση ενός τροφοδοτικού (πηγής τάσης). Για τις πηγές ρεύματος δεν υπάρχει ανάλογη διάταξη.



## Βολτόμετρο

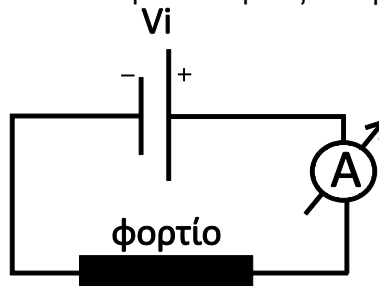
Τα όργανα με τα οποία μετρείται η τάση μεταξύ δύο ακροδεκτών ονομάζονται βολτόμετρα. Στα βολτόμετρα συνεχούς τάσης σημειώνεται πάντα στους ακροδέκτες τους ο θετικός (+) και ο αρνητικός (-) ακροδέκτης. Το βολτόμετρο τόσο στο AC όσο και στο DC συνδέεται, έτσι ώστε να εφαρμόζεται στα άκρα του η τάση που πρόκειται να μετρηθεί. Η συνδεσμολογία αυτή ονομάζεται παράλληλη. Το βολτόμετρο συνδέεται πάντα παράλληλα με το τμήμα του κυκλώματος, του οποίου πρόκειται να μετρηθεί η τάση. Τα βολτόμετρα έχουν πολύ μεγάλη εσωτερική αντίσταση, ώστε να απορροφούν από το κύκλωμα, στο οποίο συνδέονται, όσο το δυνατόν λιγότερο ρεύμα. Ένα βολτόμετρο είναι τόσο καλύτερο όσο η εσωτερική αντίσταση του πλησιάζει το άπειρο.



Συνδεσμολογία βολτομέτρου.

## Αμπερόμετρο

Τα όργανα με τα οποία μετρείται η ένταση του ρεύματος ονομάζονται αμπερόμετρα. Για τη μέτρηση της έντασης του ρεύματος πρέπει να διακόπτεται το κύκλωμα και το αμπερόμετρο να συνδέεται με τέτοιο τρόπο ώστε το ρεύμα να περνάει μέσα από το αμπερόμετρο. Η συνδεσμολογία αυτή ονομάζεται συνδεσμολογία σε σειρά. Το αμπερόμετρο συνδέεται πάντα σε σειρά στο κύκλωμα, του οποίου πρόκειται να μετρηθεί το ρεύμα. Το παραπάνω σημαίνει ότι για τη σύνδεση ενός αμπερομέτρου σε ένα κύκλωμα, κόβουμε το κύκλωμα σε ένα σημείο και εκεί που το κόψαμε, συνδέουμε τους ακροδέκτες του αμπερομέτρου. Τα αμπερόμετρα έχουν πολύ μικρή εσωτερική αντίσταση. Ένα αμπερόμετρο είναι τόσο καλύτερο όσο η εσωτερική αντίσταση του πλησιάζει το μηδέν.

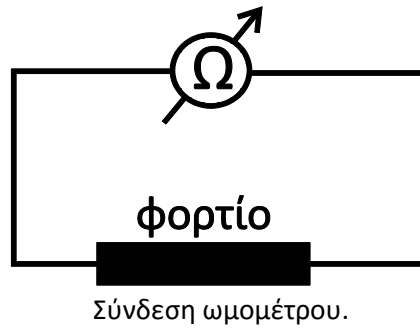


Συνδεσμολογία αμπερομέτρου.

## Ωμόμετρο

Με το ωμόμετρο μετρείται η ωμική αντίσταση ενός εξαρτήματος. Είναι ένα όργανο το οποίο περιέχει μια μικρή μπαταρία (πηγή dc τάσης), ένα ροοστάτη με τη βοήθεια

του οποίου γίνεται ο μηδενισμός του οργάνου και ένα μιλλιαμπερόμετρο για τη μέτρηση του ρεύματος που διαρρέει την προς μέτρηση αντίσταση. Κατά τη μέτρηση της τιμής της αντίστασης ενός εξαρτήματος σε καμία περίπτωση ΔΕΝ πρέπει να είναι συνδεδεμένο με τάση. Επιπλέον, ποτέ δεν μετράμε μία αντίσταση όταν είναι συνδεδεμένη σε ένα κύκλωμα γιατί τότε θα μετρήσουμε και τις αντιστάσεις που είναι συνδεδεμένες μαζί της.



## Στρογγύλεμα μιας αντίστασης

### Πρόβλημα 1

Τα κυκλώματα φτιάχνονται με εξαρτήματα που βρίσκουμε στο εμπόριο. Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας που παρουσιάζει τις τιμές των αντιστάσεων που μπορείτε να αγοράσετε από ένα κατάστημα ηλεκτρονικών.

<b>Standard Resistor Values (<math>\pm 5\%</math>)</b>						
1.0	10	100	1.0K	10K	100K	1.0M
1.1	11	110	1.1K	11K	110K	1.1M
1.2	12	120	1.2K	12K	120K	1.2M
1.3	13	130	1.3K	13K	130K	1.3M
1.5	15	150	1.5K	15K	150K	1.5M
1.6	16	160	1.6K	16K	160K	1.6M
1.8	18	180	1.8K	18K	180K	1.8M
2.0	20	200	2.0K	20K	200K	2.0M
2.2	22	220	2.2K	22K	220K	2.2M
2.4	24	240	2.4K	24K	240K	2.4M
2.7	27	270	2.7K	27K	270K	2.7M
3.0	30	300	3.0K	30K	300K	3.0M
3.3	33	330	3.3K	33K	330K	3.3M
3.6	36	360	3.6K	36K	360K	3.6M
3.9	39	390	3.9K	39K	390K	3.9M
4.3	43	430	4.3K	43K	430K	4.3M
4.7	47	470	4.7K	47K	470K	4.7M
5.1	51	510	5.1K	51K	510K	5.1M
5.6	56	560	5.6K	56K	560K	5.6M
6.2	62	620	6.2K	62K	620K	6.2M
6.8	68	680	6.8K	68K	680K	6.8M
7.5	75	750	7.5K	75K	750K	7.5M
8.2	82	820	8.2K	82K	820K	8.2M
9.1	91	910	9.1K	91K	910K	9.1M

Όταν μία μεγάλη αντίσταση είναι συνδεδεμένη στη σειρά με μία μικρή αντίσταση τότε η ολική αντίσταση είναι περίπου ίση με την τιμή της μεγάλης αντίστασης. Για παράδειγμα αν συνδέσετε μία αντίσταση 10k $\Omega$  με μία αντίσταση 100 $\Omega$  τότε η συνολική αντίσταση σε πολύ καλή προσέγγιση είναι 10k $\Omega$ . Αυτό σημαίνει ότι μπορείτε να στρογγυλοποιήσετε την τιμή μιας αντίστασης προς τα πάνω ή προς τα κάτω συνδέοντας μία δεύτερη αντίσταση στη σειρά ή παράλληλα.

Για να στρογγυλοποιήσετε μία αντίσταση προς τα πάνω διαλέξτε μία αντίσταση με μικρότερη τιμή, που υπάρχει στο εμπόριο και στη συνέχεια συνδέστε στη σειρά μία πολύ μικρότερη αντίσταση.

Για να στρογγυλοποιεί σε τε μία αντίσταση προς τα κάτω διαλέξτε μία αντίσταση με μεγαλύτερη τιμή, που υπάρχει στο εμπόριο και συνδέστε παράλληλα σε αυτή μία πολύ μεγαλύτερη αντίσταση. Πρακτικός κανόνας: για να κατεβάσετε την τιμή μιας αντίστασης κατά 1% συνδέστε παράλληλα σε αυτήν μία αντίσταση που είναι περίπου 100 φορές μεγαλύτερη. Για να κατεβάσετε την τιμή μιας αντίστασης κατά 10% συνδέστε παράλληλα σε αυτήν μία αντίσταση που είναι περίπου 10 φορές μεγαλύτερη.

Χρησιμοποιώντας αντιστάσεις του εμπορίου (δηλαδή από τον Πίνακα)

- I. Ξεκινήστε από μία αντίσταση 2,7kΩ και φτιάξτε μία αντίσταση 2,5kΩ.
- II. Ξεκινήστε από μία αντίσταση 4,7kΩ και φτιάξτε μία αντίσταση 4,65kΩ.
- III. Ξεκινήστε από μία αντίσταση 1kΩ και φτιάξτε μία αντίσταση 995Ω.

Πρώτα αιτιολογήστε ποια τιμή θα έχει η αντίσταση που θα συνδέσετε παράλληλα. Στη συνέχεια, για να μην παιδεύσατε με τις πράξεις, φτιάξτε ένα μικρό πρόγραμμα στο υπολογιστή σας (και το Excell της Microsoft κάνει) και δοκιμάστε τιμές.

## Μέγιστη ισχύς σε μία αντίσταση

### Πρόβλημα 2

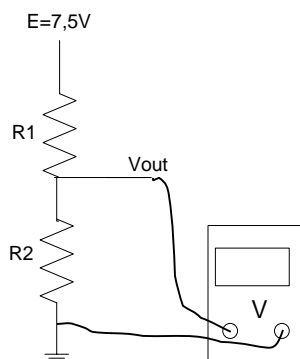
α) Αν έχετε μία πηγή τάσης 15V ισχύος ¼ Watt και μία αντίσταση 1kΩ η μεγαλύτερη αποδείξτε πώς με όποιο τρόπο και αν την συνδέσετε η ισχύς επάνω στην αντίσταση δεν θα ξεπεράσει το επιτρεπόμενο όριο.

β) Ποια είναι η μέγιστη τάση που επιτρέπεται να εφαρμοστεί σε μία αντίσταση 4.7kΩ ισχύος ¼ Watt;

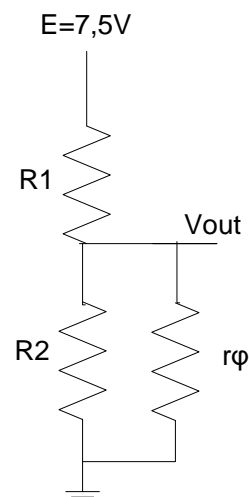
## Διαιρέτης τάσης

### Πρόβλημα 3

Στο παρακάτω κύκλωμα οι τιμές των αντιστάσεων είναι  $R_1=1,5k\Omega$  και  $R_2=1k\Omega$ . Υπολογίστε την ένδειξη του βολτομέτρου.



Διαιρέτης τάσης χωρίς φορτίο



Διαιρέτης τάσης με φορτίο

Στην έξοδο συνδέουμε μία αντίσταση φορτίου  $r_\phi$ . Τώρα έχουμε ένα διαιρέτη τάσης με αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2 // r_\phi$ . Με βάση την εξίσωση του διαιρέτη τάσης η τάση εξόδου θα είναι:

$$V_{out} = E \cdot \frac{(R_2 // r_\phi)}{R_1 + (R_2 // r_\phi)}$$

Συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί για τις διάφορες τιμές του φορτίου:

ΠΙΝΑΚΑΣ		
$r_\phi$ (kΩ)	$r_\phi // R_2$ (kΩ)	$V_{out}$ (Volts)
1	0,5	1,875
5		
15		
30		
$\infty$	1	3

#### Πρόβλημα 4



Η τάση εξόδου στους δύο διαιρέτες τάσης είναι η ίδια.

Στο σχήμα παρουσιάζονται δύο διαιρέτες τάσης. Χρησιμοποιώντας την εξίσωση του διαιρέτη τάσης, μπορείτε να επιβεβαιώσετε ότι η τάση εξόδου στα δύο κυκλώματα είναι 3Volt. Τι φορτίο μπορώ να συνδέσω στην έξοδο έτσι ώστε η τάση μετά τη σύνδεση του φορτίου να είναι περίπου 3Volt;

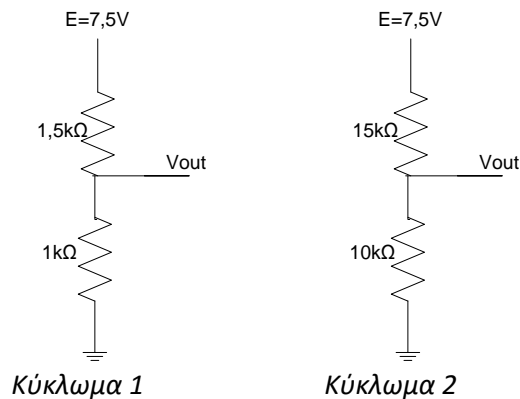
Ο πρακτικός κανόνας λέει το εξής: Το φορτίο που θα συνδέσω θα πρέπει να είναι τουλάχιστον δεκαπλάσιο (X10 ή X20) της αντίστασης που είναι παράλληλα στο φορτίο. Ο κανόνας αυτός είναι γενικός. Εάν ένα σήμα περνάει από ένα κύκλωμα σε ένα άλλο θα πρέπει η αντίσταση εισόδου του δεύτερου να είναι τουλάχιστον 10πλάσια της αντίστασης εξόδου του πρώτου κυκλώματος.

#### Πρόβλημα 5

Μια φορητή συσκευή τροφοδοτείται με 5 μπαταρίες του 1,5Volt, δηλαδή η τάση τροφοδοσίας είναι  $5 \times 1,5 = 7,5\text{Volt}$ . Θέλουμε να τροφοδοτήσουμε ένα εξάρτημα με

3Volt. Το εξάρτημα τραβάει ρεύμα 10μΑ. Ποιο από τα δύο κυκλώματα που ακολουθούν θα προτιμούσατε; Ακολουθήστε τα εξής βήματα:

- Υπολογίστε την αντίσταση φορτίου (σε kΩ) χρησιμοποιώντας τον νόμο του Ohm.
- Ελέγξτε εάν ισχύει ο πρακτικός κανόνας  $r_{\phi} > 10 \times R_2$  (θα δείτε ότι ισχύει και για τα δυο κυκλώματα!)
- Η απάντηση στο ερώτημα 'ποιο κύκλωμα είναι καλύτερο' κρίνεται από το ποιο κύκλωμα καταναλώνει λιγότερη ισχύ. Η ισχύς που καταναλώνεται σε μια αντίσταση δίνεται από την εξίσωση  $P = I^2 \cdot R$ . Εάν το ρεύμα είναι σε mA και η αντίσταση σε kΩ, τότε η ισχύς υπολογίζεται σε mW. Υπολογίστε την ισχύ που καταναλώνουν οι αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2$  για το κύκλωμα 1 και για το κύκλωμα 2. Σημειώστε όλους του υπολογισμούς που θα κάνετε.



Κύκλωμα 1:

$$R_1 = \dots\dots\dots k\Omega \quad R_2 = \dots\dots\dots k\Omega \quad R_{ολ} = R_1 + R_2 = \dots\dots\dots k\Omega$$

$$I = \frac{E}{R_{ολ}} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots mA$$

$$P_1 = I^2 \cdot R_1 = \dots\dots\dots mW \quad P_2 = I^2 \cdot R_2 = \dots\dots\dots mW$$

$$P_{ολ} = P_1 + P_2 = \dots\dots\dots mW$$

Κύκλωμα 2:

$$R_1 = \dots\dots\dots k\Omega \quad R_2 = \dots\dots\dots k\Omega \quad R_{ολ} = R_1 + R_2 = \dots\dots\dots k\Omega$$

$$I = \frac{E}{R_{ολ}} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots mA$$

$$P_1 = I^2 \cdot R_1 = \dots\dots\dots mW \quad P_2 = I^2 \cdot R_2 = \dots\dots\dots mW$$

$$P_{ολ} = P_1 + P_2 = \dots\dots\dots mW$$

Συμπέρασμα:

.....  
.....  
.....  
.....

Πρόβλημα 6

Τι πρέπει να προσθέσουμε σε ένα κύκλωμα διαιρέτη τάση ώστε να μην επηρεάζεται η τάση εξόδου όταν συνδέουμε ένα φορτίο στην έξοδο;

Διαβάστε τη σελίδα:

<http://www.learningaboutelectronics.com/Articles/Voltage-follower>

Ψάξτε να βρείτε σε ένα βιβλίο ηλεκτρονικών τι είναι οι ενισχυτές με κέρδος 1. Ετοιμαστείτε να παρουσιάσετε ότι καταλάβατε στην τάξη.