



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ

Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής και Συστημάτων
Πληροφορικής

Εργαστήριο Ηλεκτρονικής

Ηλεκτρονική Ι

4^ο Εξάμηνο, Ακαδημαϊκό Έτος 2020-2021

1^η Σειρά Ασκήσεων

Καθ. Παύλος-Πέτρος Σωτηριάδης

1 Απριλίου 2021

Μελέτη: Επανάληψη των προαπαιτούμενων γνώσεων που βασίζονται στο μάθημα της Ανάλυσης Γραμμικών Κυκλωμάτων καθώς και βασικές γνώσεις στους τελεστικούς ενισχυτές (Opamps) και τις διόδους.

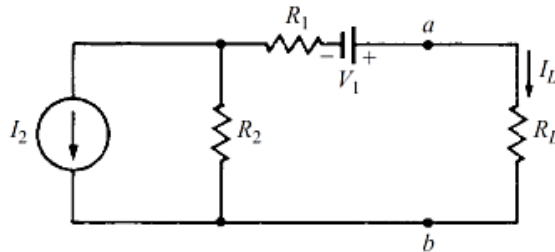
Διευκρινίσεις:

- Οι ασκήσεις είναι ατομικές και παραδίδονται **ηλεκτρονικά** στη σελίδα του μαθήματος στο mycourses, έως και την Κυριακή, **2 Μαΐου 2021**. Η μορφή του αρχείου να είναι **PDF**
- Χρησιμοποιήστε τα Θεωρήματα Thévenin, Norton, Επαλληλίας και Millman όσο μπορείτε περισσότερο. Κάθε επιστημονικά τεκμηριωμένη λύση θα θεωρηθεί ορθή.
- Σε όσες ασκήσεις δεν δίνονται τιμές στοιχείων βρείτε την απάντηση σε μορφή γενικού τύπου.
- Όλες οι ασκήσεις της σειράς βαθμολογούνται **ισοδύναμα**
- Ορθή επίλυση **όλων των σειρών** ασκήσεων που θα δοθούν μέσα στο εξάμηνο προσδίδει βαθμολογική ενίσχυση ως και **1 μονάδα** στον τελικό βαθμό. Η παράδοσή τους **δεν** είναι υποχρεωτική.

Άσκηση 1

Δίνεται το κύκλωμα του Σχήματος 1.

1. Βρείτε την κατά Thevenin ισοδύναμη πηγή και σύνθετη αντίσταση για το δικτύωμα αριστερά των σημείων A και B.
2. Χρησιμοποιώντας το ισοδύναμο Thevenin βρείτε το ρεύμα I_L .

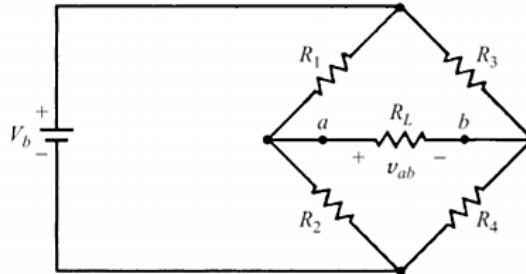


Σχήμα 1

Άσκηση 2

Για το κύκλωμα γέφυρας του Σχήματος 2.

1. Βρείτε το ισοδύναμο Thevenin όπως φαίνεται από την αντίσταση R_L .
2. Υποθέτοντας ότι $R_1=R_2=R_3=R_4=R$, βρείτε το ισοδύναμο Norton.
3. Θεωρώντας ότι $V_b=20V$, $R_1=1\Omega$, $R_2=2\Omega$, $R_3=3\Omega$, $R_4=4\Omega$ και $R_L=10\Omega$, βρείτε την τάση v_{ab} .

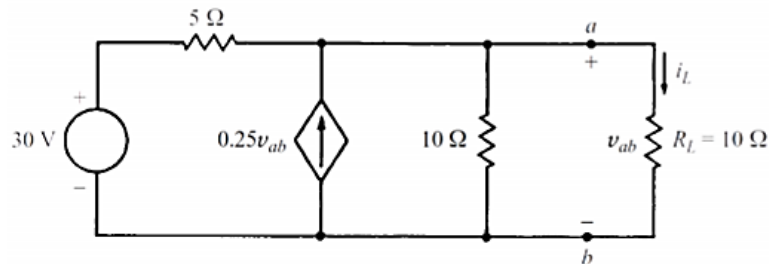


Σχήμα 2

Άσκηση 3

Δίνεται το κύκλωμα του Σχήματος 3.

1. Βρείτε το ισοδύναμο Thevenin για το δικτύωμα αριστερά των σημείων a και b
2. Βρείτε το ρεύμα I_L .

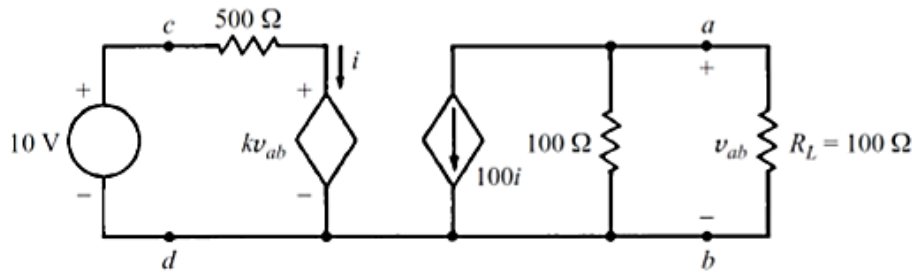


Σχήμα 3

Άσκηση 4

Βρείτε το ισοδύναμο Thevenin για το δικτύωμα αριστερά των σημείων a και b του κυκλώματος του σχήματος 4, στις περιπτώσεις όπου:

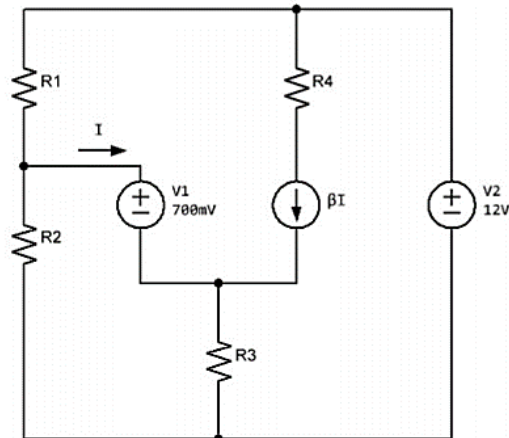
1. $k=0$
2. $k=0.1$



Σχήμα 4

Άσκηση 5

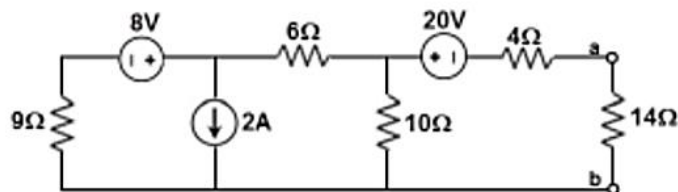
Στο κύκλωμα του Σχήματος 5, για τις τιμές $R_1=20k\Omega$, $R_2=10k\Omega$, $R_3=1k\Omega$, $R_4=2k\Omega$ και $\beta=50$, και χρησιμοποιώντας το θεώρημα Thevenin για τις αντιστάσεις R_1 και R_2 , βρείτε την τιμή της τάσης στα άκρα της αντίστασης R_4 . Ποια η λειτουργία του κυκλώματος αυτού;



Σχήμα 5

Άσκηση 6

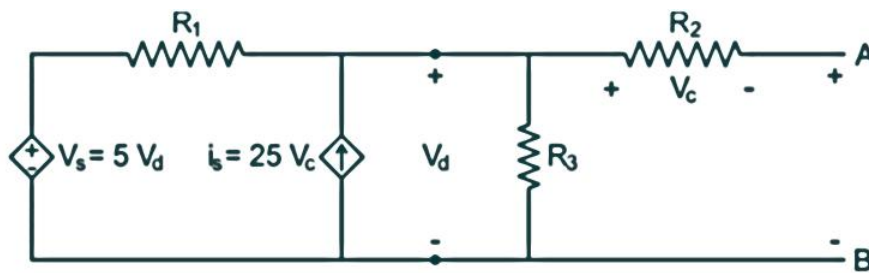
Στο κύκλωμα του σχήματος 6, να βρεθεί το ισοδύναμο Thevenin μεταξύ των ακροδεκτών a και b και να υπολογιστεί το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση 14Ω .



Σχήμα 6

Άσκηση 7

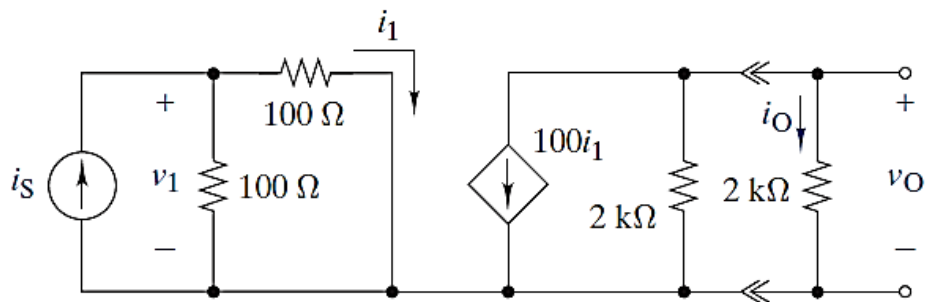
Στο κύκλωμα του σχήματος 7, να βρείτε το ισοδύναμο Thevenin μεταξύ των ακροδεκτών A και B



Σχήμα 7

Άσκηση 8

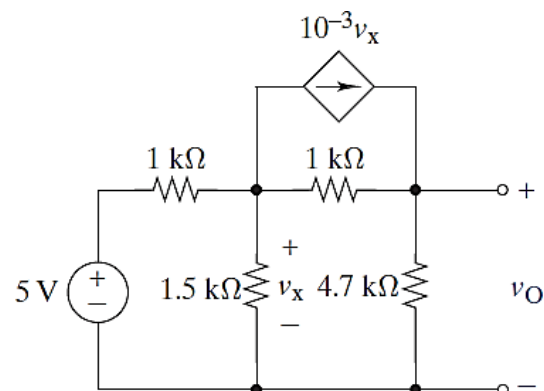
Για το κύκλωμα του σχήματος 8, βρείτε το κέρδος τάσης u_0/u_1 και το κέρδος ρεύματος i_0/i_s .



Σχήμα 8

Άσκηση 9

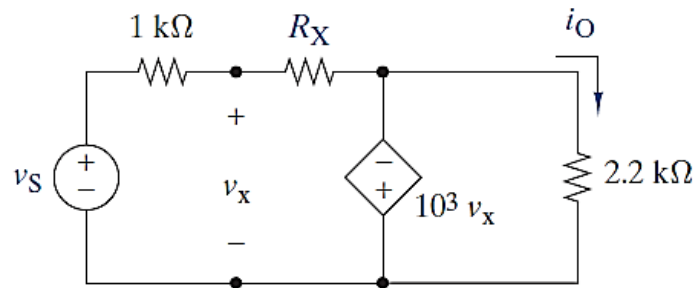
Για το κύκλωμα του σχήματος 9 να βρείτε την τάση εξόδου u_0 .



Σχήμα 9

Άσκηση 10

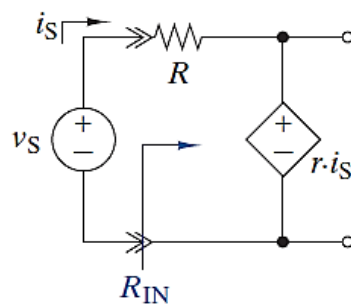
Στο κύκλωμα του σχήματος 10, να βρεθεί η τιμή της αντίστασης R_X , ώστε η τιμή του κέρδους I_O/u_S να είναι ίση με -0.227 Ampere/Volt.



Σχήμα 10

Άσκηση 11

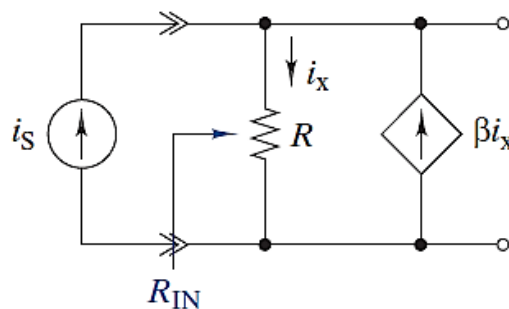
Στο κύκλωμα του σχήματος 11, να βρεθεί η αντίσταση εισόδου R_{in} που «βλέπουν» τα άκρα που είναι σηματοδοτημένα με \gg . Hint: Βρείτε το λόγο $R_{in}=v_S/i_S$.



Σχήμα 11

Άσκηση 12

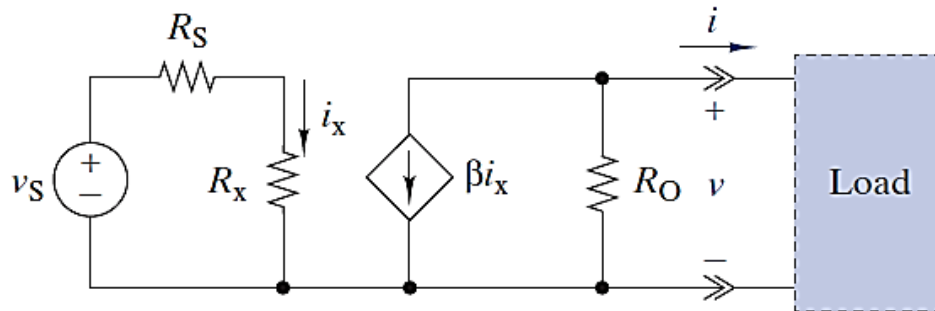
Στο κύκλωμα του σχήματος 12, να βρεθεί η αντίσταση εισόδου R_{in} που «βλέπουν» τα άκρα που είναι σηματοδοτημένα με \gg . Hint: Βρείτε το λόγο $R_{in}=v_S/i_S$. Όπου v_S η τάση στα άκρα της πηγής ρεύματος.



Σχήμα 12

Άσκηση 13

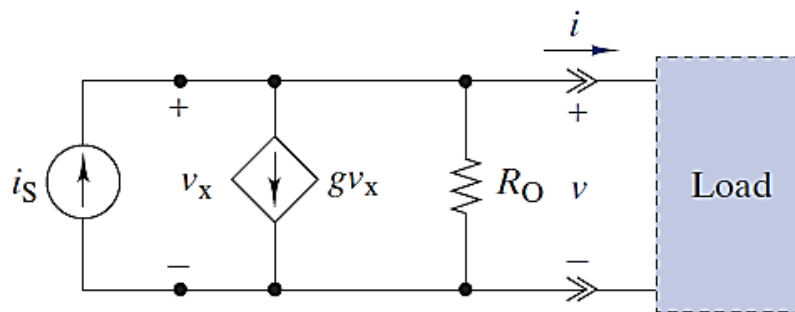
Στο κύκλωμα του σχήματος 13, να βρεθεί το ισοδύναμο Norton του δικτύωματος αριστερά των ακροδεκτών >> (χωρίς να συνυπολογιστεί το φορτίο Load).



Σχήμα 13

Άσκηση 14

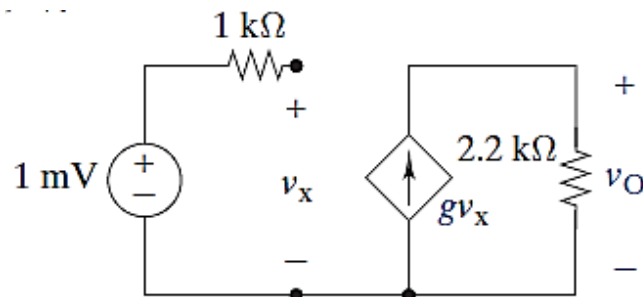
Στο κύκλωμα του σχήματος 14, να βρεθεί το ισοδύναμο Thevenin του δικτύωματος αριστερά των ακροδεκτών >> (χωρίς να συνυπολογιστεί το φορτίο Load).



Σχήμα 14

Άσκηση 15

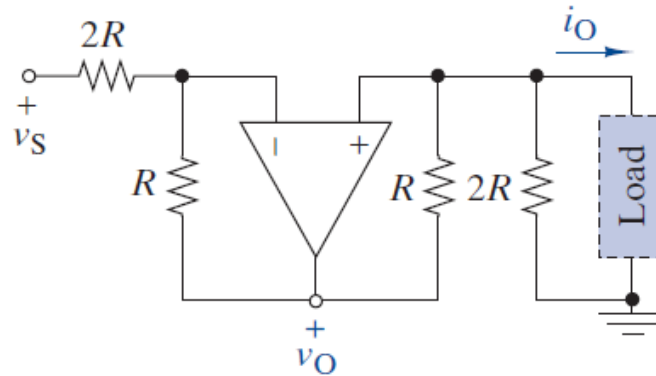
Στο κύκλωμα του σχήματος 15, να βρεθεί η τιμή της διαγωγιμότητας g , έτσι ώστε η τάση εξόδου του κυκλώματος να είναι $v_o=10\text{Volts}$.



Σχήμα 15

Άσκηση 16

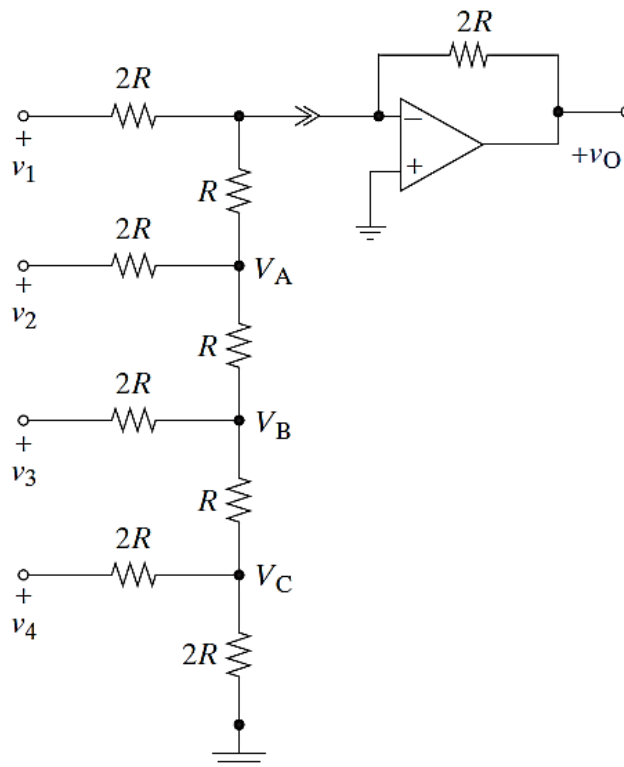
Στη διάταξη του σχήματος 16, δείξτε ότι για γραμμική περιοχή λειτουργίας του τελεστικού ενισχυτή ισχύει $i_O = -u_S/2R$. Ποια λειτουργία επιτελεί το κύκλωμα;



Σχήμα 16

Άσκηση 17

Το σχήμα 17 απεικονίζει μια διάταξη R-2R DAC (Digital-to-Analog Converter). Οι ψηφιακές τάσεις εισόδου u_1 - u_4 μπορεί να λάβουν τιμές 5V (για το λογικό 1) ή 0V (για το λογικό 0). Ποια η έξοδος του DAC όταν τα λογικά σήματα στις εισόδους u_1 - u_4 λαμβάνουν αντίστοιχα τις τιμές 1, 1, 0 και 1; Υποθέστε ότι ο τελεστικός ενισχυτής βρίσκεται στη γραμμική περιοχή λειτουργίας.



Σχήμα 17

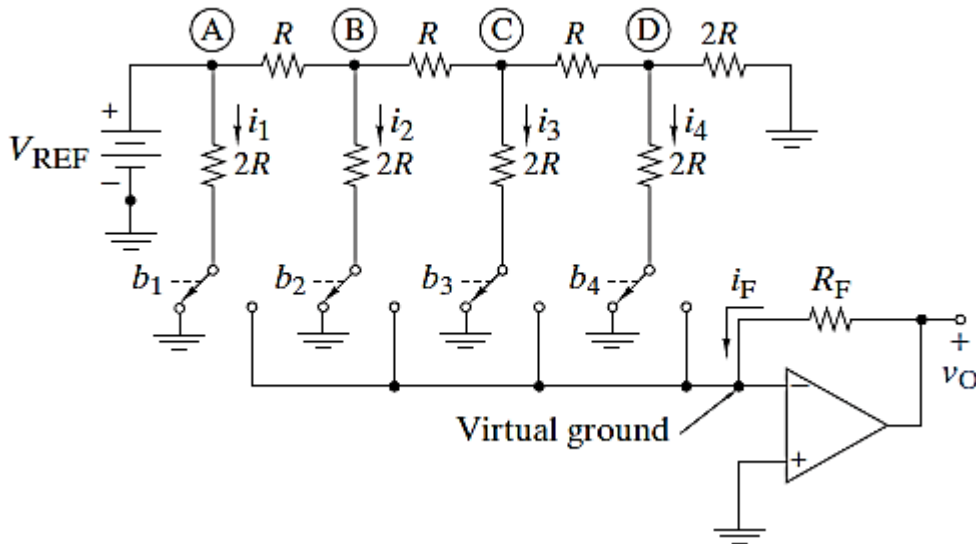
Άσκηση 18

Το κύκλωμα του σχήματος 18 είναι ένας 4bit DAC. Η έξοδος του DAC είναι η τάση u_0 , ενώ η είσοδός του είναι ο δυαδικός κώδικας που παριστάνεται από τα bits b_1 - b_4 . Τα bits εισόδου είναι 0 (low) ή 1 (high) και καθένα από αυτά ελέγχει τον αντίστοιχο διακόπτη b_1 - b_4 . Όταν τα bits είναι στο low (0), οι διακόπτες τους βρίσκονται στην αριστερή θέση, οδηγώντας τα ρεύματα που διαρρέουν τις αντιστάσεις $2R$ στη γη. Όταν είναι στο high (1), οι διακόπτες τους μετακινούνται στη δεξιά θέση, οδηγώντας τα παραπάνω ρεύματα προς τον αναστρέφοντα ακροδέκτη του τελεστικού ενισχυτή. Οι τιμές των ρευμάτων που διαρρέουν τις αντιστάσεις $2R$ δε μεταβάλλονται όταν αλλάζουν θέσεις οι διακόπτες, καθώς ο αναστρέφοντας ακροδέκτης του τελεστικού ενισχυτή αποτελεί ουσιαστικά μια εικονική γη.

1. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο αναστρέφον ακροδέκτης είναι εικονική γη, δείξτε ότι για τα ρεύματα i_j , με $j=1,2,3,4$ που διαρρέουν τις αντιστάσεις $2R$ ισχύει

$$i_j = V_{REF} / 2^j R$$
2. Δείξτε ότι στον αναστρέφοντα ακροδέκτη ισχύει για τα ρεύματα $\sum_{j=1}^4 b_j i_j = -i_F$
3. Αξιοποιώντας κατάλληλα τα παραπάνω αποτελέσματα, αποδείξτε ότι η τάση εξόδου του τελεστικού ενισχυτή είναι:

$$u_o = -\frac{R_F}{2R} V_{REF} \sum_{j=1}^4 \frac{b_j}{2^{j-1}}$$

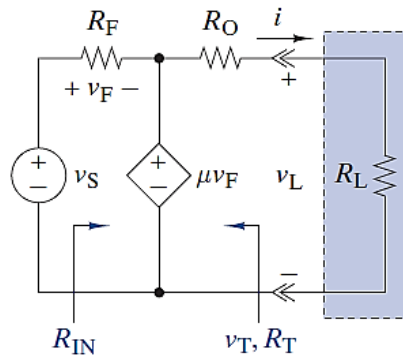


Σχήμα 18

Άσκηση 19

Στο κύκλωμα του σχήματος 19, βρείτε τα ακόλουθα:

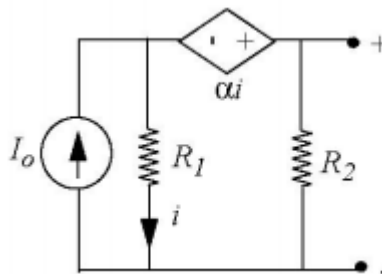
1. Το ισοδύναμο Thevenin για το δικτύωμα αριστερά των ακροδεκτών που είναι σηματοδοτημένοι με \llcorner .
2. Την αντίσταση εισόδου που «βλέπει» η πηγή u_S στο κύκλωμα.



Σχήμα 19

Άσκηση 20

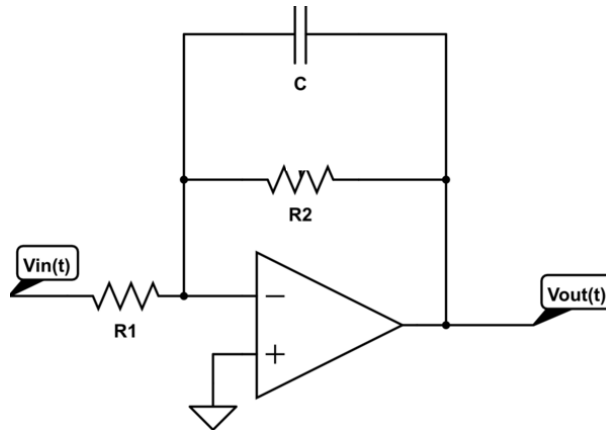
Στο κύκλωμα του σχήματος 20, βρείτε το ισοδύναμο Thevenin για το δικτύωμα αριστερά των ακροδεκτών που είναι σηματοδοτημένοι με +, -.



Σχήμα 20

Άσκηση 21

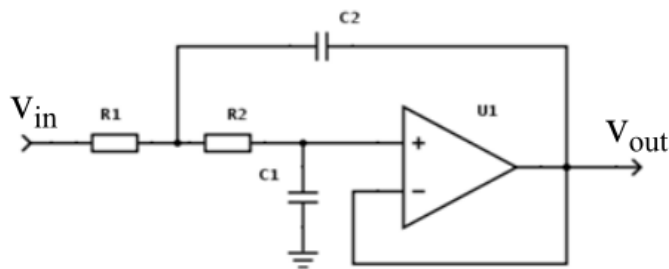
Στο κύκλωμα του σχήματος 21, θεωρώντας ιδανικό τον τελεστικό ενισχυτή, βρείτε με χρήση του μετασχηματισμού Laplace, το λόγο της τάσης στην έξοδο προς την τάση στην είσοδο $H(s)=V_{out}/V_{in}$ (συνάρτηση μεταφοράς). Η εν λόγω διάταξη αποκαλείται ολοκληρωτής (low-pass filter).



Σχήμα 21

Άσκηση 22

Στο κύκλωμα του σχήματος 22, θεωρώντας ιδανικό τον τελεστικό ενισχυτή, βρείτε με χρήση του μετασχηματισμού Laplace, το λόγο της τάσης στην έξοδο προς την τάση στην είσοδο $H(s)=V_{out}/V_{in}$ (συνάρτηση μεταφοράς). Η εν λόγω διάταξη αποκαλείται φίλτρο Shallen-Key.

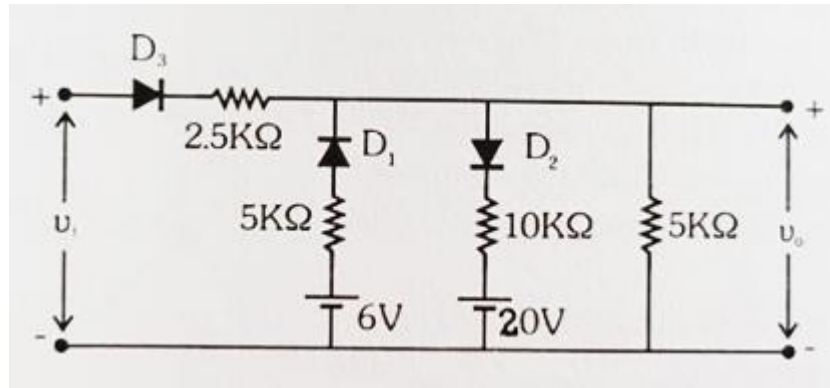


Σχήμα 22

Άσκηση 23

Στο κύκλωμα του σχήματος 23, οι διόδοι θεωρούνται ιδανικές. Να σχεδιαστεί η τάση εξόδου συναρτήσει της τάσης εισόδου u_i , αν η u_i κυμαίνεται από 0 μέχρι 50Volt.

Να επεξηγηθεί επαρκώς το διάγραμμα, σημειώνοντας για κάθε περιοχή ποιες διόδοι άγουν.



Σχήμα 23