



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 2018-2019

1^η Σειρά Ασκήσεων

Αναπληρωτής Καθ. Παύλος-Πέτρος Σωτηριάδης

19 Απριλίου 2019

Μελέτη: Επανάληψη των προαπαιτούμενων γνώσεων που βασίζονται στο μάθημα της Ανάλυσης Γραμμικών Κυκλωμάτων, κεφάλαιο 6 από την 7^η έκδοση του βιβλίου Sedra-Smith (εκτός από τις ενότητες 6.1.4, 6.2.3 και 6.4 που θα συζητηθούν)

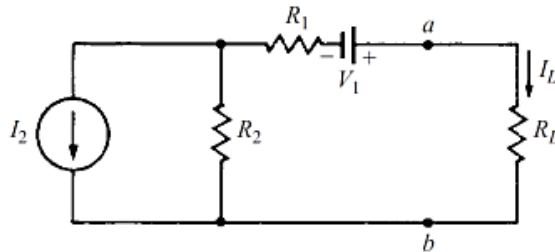
Διευκρινίσεις:

- Οι ασκήσεις είναι ατομικές και παραδίδονται **μόνο ηλεκτρονικά** στη σελίδα του μαθήματος στο mycourses, έως και την Παρασκευή, **10 Μαΐου 2019**. 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.
- Όλες οι ασκήσεις της σειράς βαθμολογούνται **ισοδύναμα**
- Ορθή επίλυση **όλων των σειρών** ασκήσεων που θα δοθούν μέσα στο εξάμηνο προσδίδει βαθμολογικό **bonus** ως και **1 μονάδα** στον τελικό βαθμό

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 .

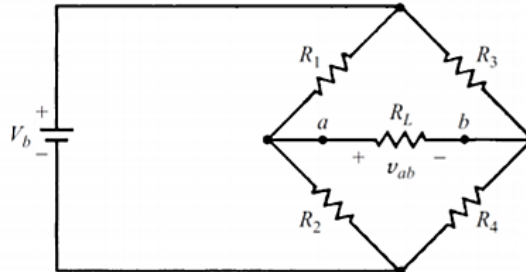


Σχήμα 1

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} .

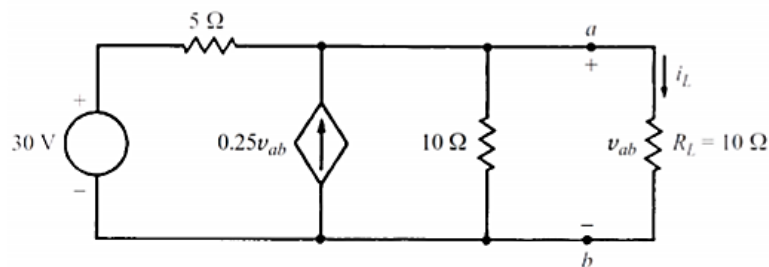


Σχήμα 2

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 .

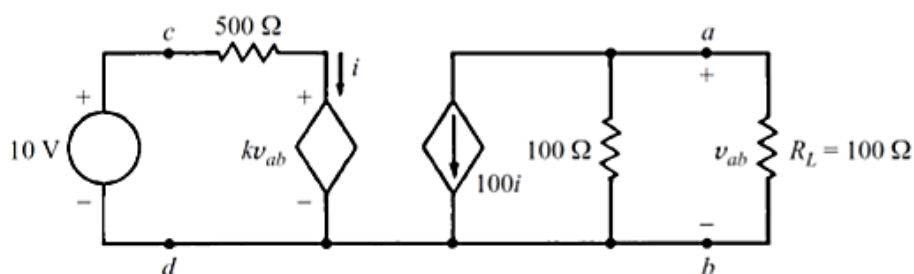


Σχήμα 3

Άσκηση 4

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

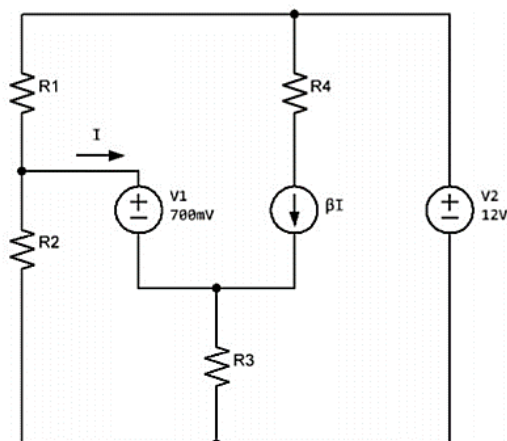
1. $k=0$
2. $k=0.1$



Σχήμα 4

Άσκηση 5

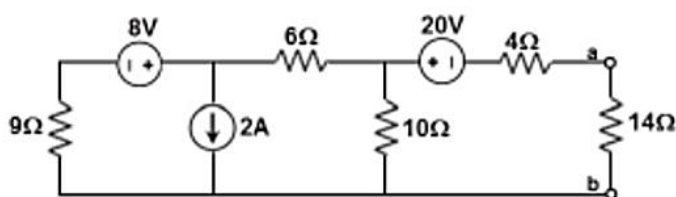
Στο κύκλωμα του Σχήματος 5, για τις τιμές $R_1=20k\Omega$, $R_2=10k\Omega$, $R_3=1k\Omega$, $R_4=2k\Omega$ και $\beta=50$, και χρησιμοποιώντας το θεώρημα Thevenin για τις αντιστάσεις R_1 και R_2 , βρείτε την τιμή της τάσης στα άκρα της αντίστασης R_4 . Ποια η λειτουργία του κυκλώματος αυτού;



Σχήμα 5

Άσκηση 6

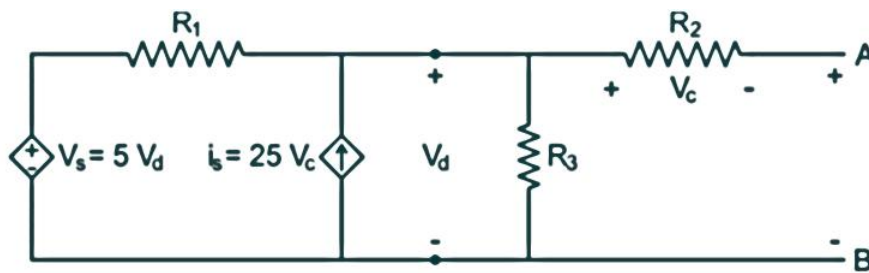
Στο κύκλωμα του σχήματος 6, να βρεθεί το ισοδύναμο Thevenin μεταξύ των ακροδεκτών a και b και να υπολογιστεί το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση 14Ω .



Σχήμα 6

Άσκηση 7

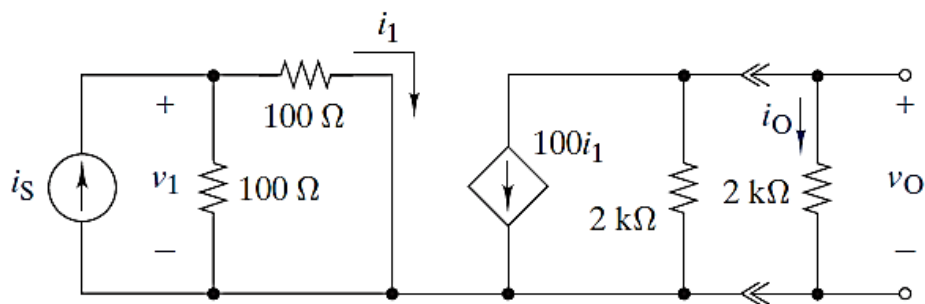
Στο κύκλωμα του σχήματος 7, να βρείτε το ισοδύναμο Thevenin μεταξύ των ακροδεκτών A και B



Σχήμα 7

Άσκηση 8

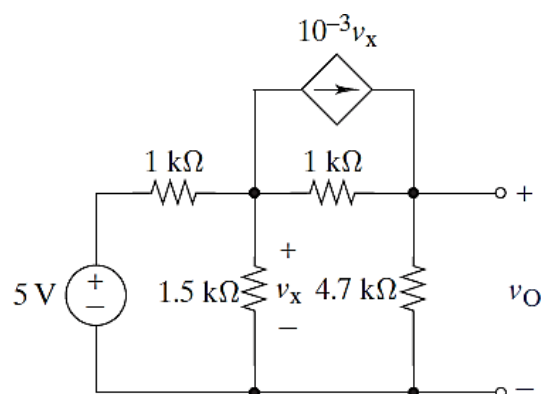
Για το κύκλωμα του σχήματος 8, βρείτε το κέρδος τάσης u_0/u_1 και το κέρδος ρεύματος i_0/i_s .



Σχήμα 8

Άσκηση 9

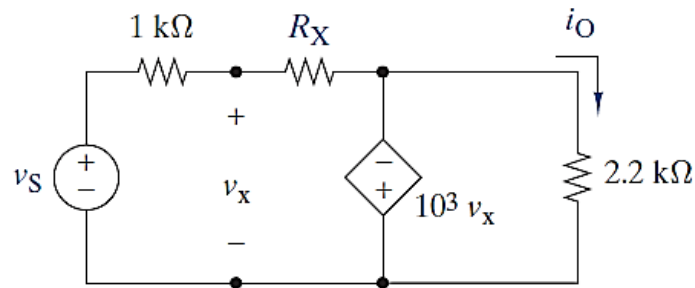
Για το κύκλωμα του σχήματος 9 να βρείτε την τάση εξόδου u_0 .



Σχήμα 9

Άσκηση 10

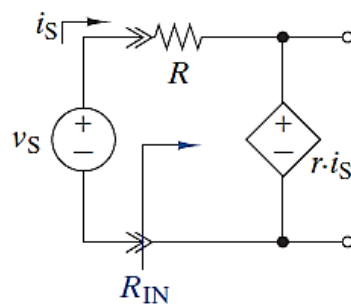
Στο κύκλωμα του σχήματος 10, να βρεθεί η τιμή της αντίστασης R_X , ώστε η τιμή του κέρδους I_O/u_S να είναι ίση με -0.227 Ampere/Volt.



Σχήμα 10

Άσκηση 11

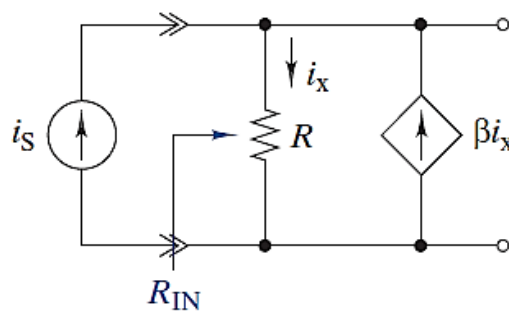
Στο κύκλωμα του σχήματος 11, να βρεθεί η αντίσταση εισόδου R_{in} που «βλέπουν» τα άκρα που είναι σηματοδοτημένα με \gg .



Σχήμα 11

Άσκηση 12

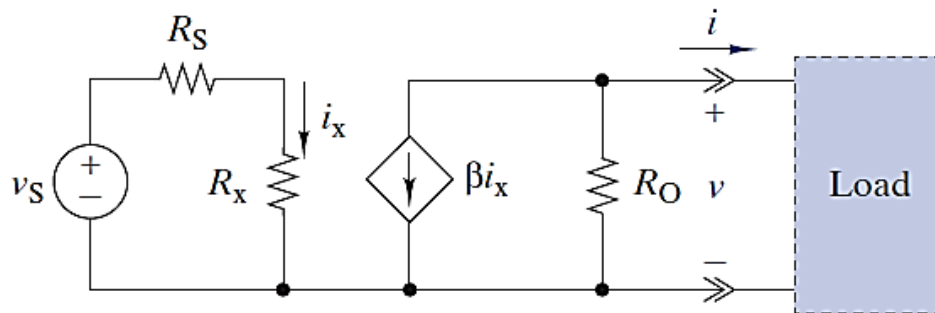
Στο κύκλωμα του σχήματος 12, να βρεθεί η αντίσταση εισόδου R_{in} που «βλέπουν» τα άκρα που είναι σηματοδοτημένα με \gg .



Σχήμα 12

Άσκηση 13

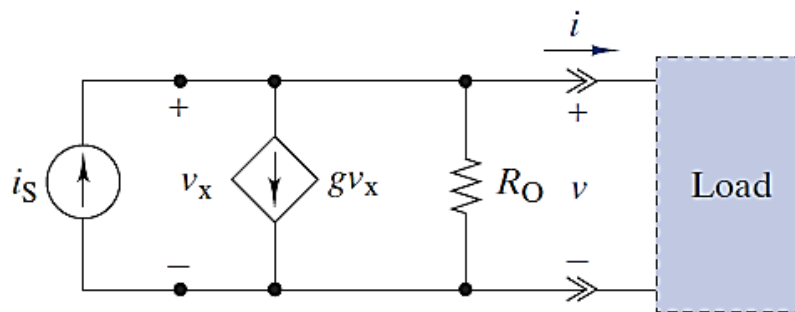
Στο κύκλωμα του σχήματος 13, να βρεθεί το ισοδύναμο Norton του δικτύωματος αριστερά των ακροδεκτών >> (χωρίς να συνυπολογιστεί το φορτίο Load).



Σχήμα 13

Άσκηση 14

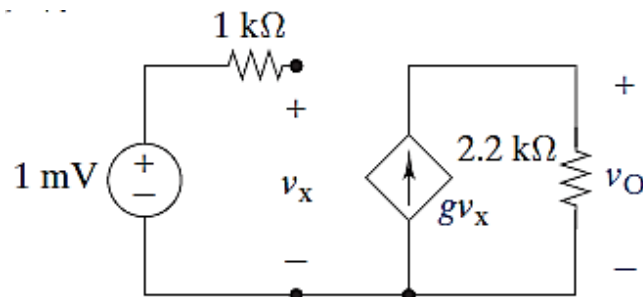
Στο κύκλωμα του σχήματος 14, να βρεθεί το ισοδύναμο Thevenin του δικτύωματος αριστερά των ακροδεκτών >> (χωρίς να συνυπολογιστεί το φορτίο Load).



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

Από την 7^η έκδοση του βιβλίου των Sedra & Smith «Μικροηλεκτρονικά κυκλώματα»: Πρόβλημα 6.3

Άσκηση 17

Από την 7^η έκδοση του βιβλίου των Sedra & Smith «Μικροηλεκτρονικά κυκλώματα»: Πρόβλημα 6.4

Άσκηση 18

Από την 7^η έκδοση του βιβλίου των Sedra & Smith «Μικροηλεκτρονικά κυκλώματα»: Πρόβλημα 6.16

Άσκηση 19

Από την 7^η έκδοση του βιβλίου των Sedra & Smith «Μικροηλεκτρονικά κυκλώματα»: Πρόβλημα 6.17

Άσκηση 20

Από την 7^η έκδοση του βιβλίου των Sedra & Smith «Μικροηλεκτρονικά κυκλώματα»: Πρόβλημα 6.29

Άσκηση 21

Από την 7^η έκδοση του βιβλίου των Sedra & Smith «Μικροηλεκτρονικά κυκλώματα»: Πρόβλημα 6.31

Άσκηση 22

Από την 7^η έκδοση του βιβλίου των Sedra & Smith «Μικροηλεκτρονικά κυκλώματα»: Πρόβλημα 6.32

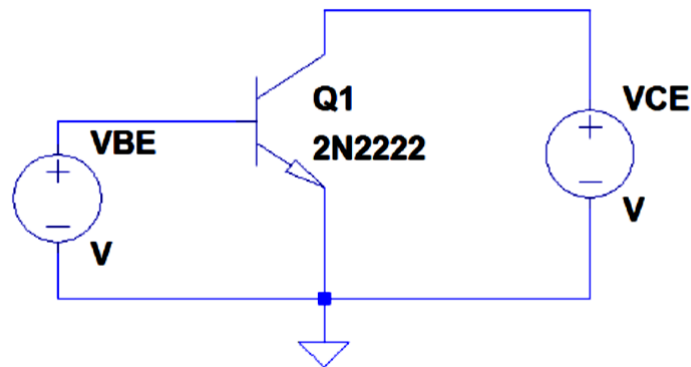
Άσκηση 23

Από την 7^η έκδοση του βιβλίου των Sedra & Smith «Μικροηλεκτρονικά κυκλώματα»: Πρόβλημα 6.35

Άσκηση 24

Στο παρακάτω κύκλωμα (σχήμα 16-ηρη τρανζίστορ 2N2222), δίνονται οι ακόλουθες ενδεικτικές τιμές $V_{BE} = 0.8 \text{ V}$ και $V_{CE} = 10 \text{ V}$. Αφού το σχεδιάσετε στο LT Spice:

- A.** Σχεδιάστε την καμπύλη I_C ως προς V_{BE} , μεταβάλλοντας το V_{BE} από 0 μέχρι 0.8 V με βήμα 0.01 V. Τί παρατηρείτε;
- B.** Σχεδιάστε την καμπύλη I_C ως προς V_{CE} , μεταβάλλοντας το V_{CE} από 0 μέχρι 10 V με βήμα 0.01 V, για $V_{BE} = 0.6, 0.7$ και 0.8 V. Τί παρατηρείτε;

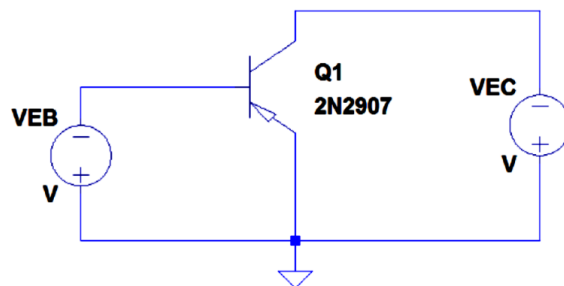


Σχήμα 16

Άσκηση 25

Σχεδιάστε στο LTSPICE το παρακάτω κύκλωμα (σχήμα 17-ηρη τρανζίστορ 2N2907). Ενδεικτικές τιμές $V_{EB} = 0.8 \text{ V}$ και $V_{EC} = 10 \text{ V}$

- A.** Σχεδιάστε την καμπύλη I_C ως προς V_{EB} , μεταβάλλοντας το V_{EB} από 0 μέχρι 0.8 V με βήμα 0.01 V. Τί παρατηρείτε;
- B.** Σχεδιάστε την καμπύλη I_C ως προς V_{EC} , μεταβάλλοντας το V_{EC} από 0 μέχρι 10 V με βήμα 0.01 V, για $V_{EB} = 0.6, 0.7$ και 0.8 V. Τί παρατηρείτε;



Σχήμα 17

Άσκηση 26

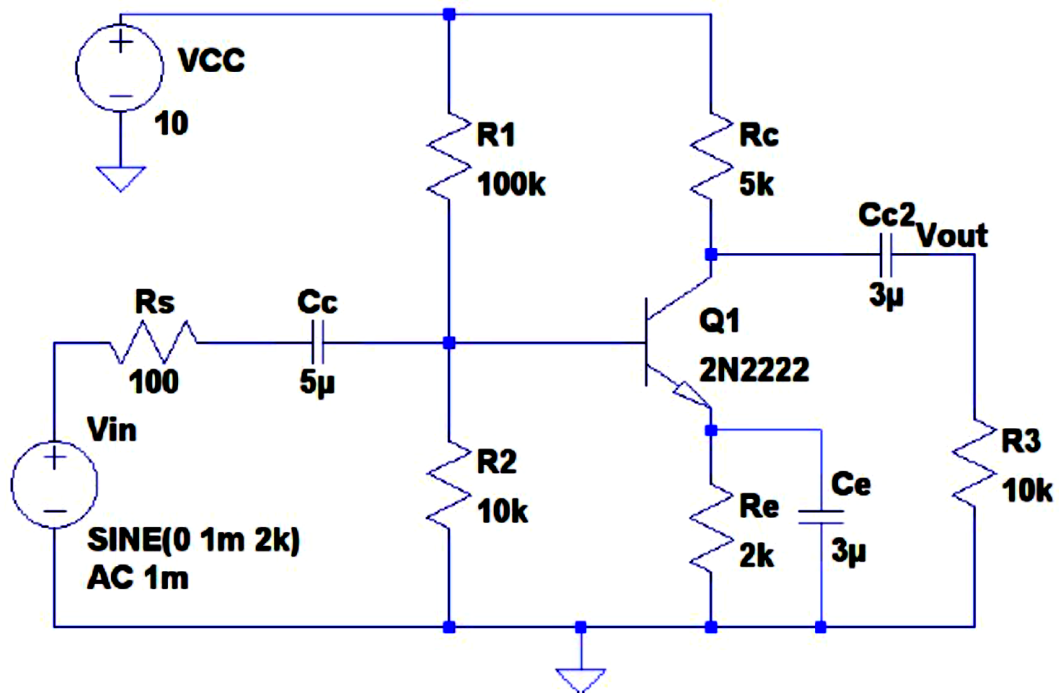
Σχεδιάστε στο LTSPICE τον ενισχυτή κοινού εκπομπού με NPN τρανζίστορ του σχήματος 18.

Χρησιμοποιήστε το τρανζίστορ 2N2222.

Η τάση τροφοδοσίας είναι 10V ($V_{cc} = 10V$), η αντίσταση συλλέκτη 5K Ω , η αντίσταση εκπομπού 2K Ω . Οι αντιστάσεις που πολώνουν τη βάση (διαίρετης τάσης) έχουν τιμές 100K Ω (τροφοδοσία-βάση) και 10K Ω (βάση-γη). Η αντίσταση της πηγής σήματος είναι 100 Ω και η αντίσταση φορτίου 10K Ω . Οι τιμές για τους πυκνωτές σύζευξης (coupling) είναι 5 μF για την είσοδο και 3 μF για την έξοδο. Ο πυκνωτής διαρροής (bypass) στον εκπομπό είναι 3 μF . Η πηγή του σήματος εισόδου είναι ημιτονική με DC offset 0, πλάτος 1mV και συχνότητα 2KHz.

A. Βρείτε τις DC τάσεις και τα DC ρεύματα στους ακροδέκτες του τρανζίστορ (εικονίδιο “Run” \rightarrow DC op pnt).

B. Τρέξτε μεταβατική προσομοίωση (transient) από $t=0ms$ μέχρι $t=200ms$. Δείτε την κυματομορφή της τελευταίας περιόδου του σήματος της τάσης V_{out} .



Σχήμα 18

Άσκηση 27

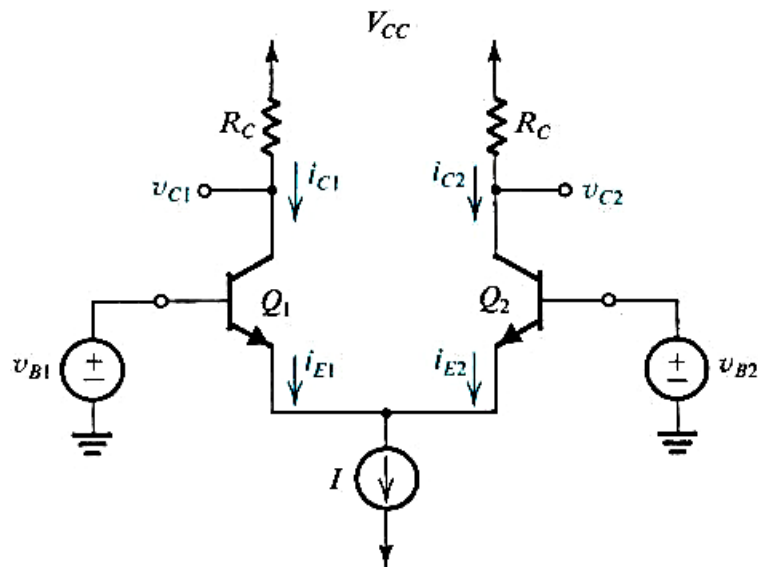
Για το διαφορικό ζεύγος του σχήματος 19 με BJT τρανζίστορ δίνονται $V_T = 25 \text{ mV}$. Χρησιμοποιώντας το εκθετικό μοντέλο Μεγάλου σήματος (βλ. Σχήμα 6.5 βιβλίο) (και αγνοώντας το φαινόμενο Early) βρείτε τις εκφράσεις για τα ρεύματα i_{C1} , i_{C2} καθώς και για το λόγο i_{C1}/i_{C2} ως συνάρτηση της διαφοράς των τάσεων στις βάσεις $u_{B1}-u_{B2}$. Στη συνέχεια εκφράστε την **διαφορά $i_{C1}-i_{C2}$** ως συνάρτηση f της διαφοράς τάσης **$u_{B1}-u_{B2}$** .

Βρείτε την τιμή του διαφορικού σήματος εισόδου $u_{B1}-u_{B2}$ η οποία επαρκεί για να προκαλέσει ρεύμα $i_{E1}=0.99 \cdot I$.

Θέτοντας $u_{B2}=0$ και μεταβάλλοντας την u_{B1} από $-10V_T$ μέχρι $+10V_T$ σχεδιάστε στο LTSPICE την τάση $u_{C2}-u_{C1}$.

Για την σχεδίαση στο LTSPICE επιλέξετε $V_{CC}=10\text{V}$, $I=2\text{mA}$, $R_C=2\text{k}\Omega$.

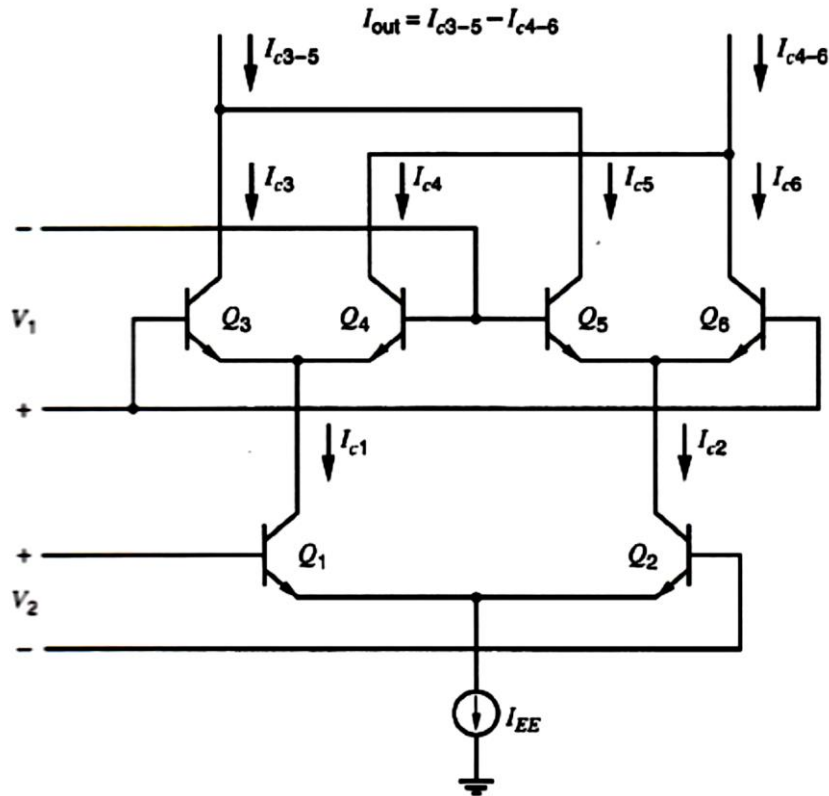
Χρησιμοποιείτε το μοντέλο 2N222 για το BJT τρανζίστορ.



Σχήμα 19

Άσκηση 28

Θεωρώντας δεδομένα τα V_T , β , I_S των τρανζιστορς (όλα ίδια) καθώς και τα I_{EE} , V_1 , V_2 , και χρησιμοποιώντας το εκθετικό μοντέλο Μεγάλου σήματος (σχήμα 6.5 βιβλίου, χωρίς φαινόμενο Early) καθώς και υποβοηθούμενοι από το αποτέλεσμα της προηγούμενης άσκησης, βρείτε εκφράσεις (ως συνάρτηση των I_{EE} , V_T , V_1 , V_2) για τα ρεύματα I_{C1} , I_{C2} , I_{C3} , I_{C4} , I_{C5} , I_{C6} και για τη διαφορά $\Delta I = I_{C3} + I_{C5} - (I_{C6} - I_{C4})$.



Σχήμα 20

Σας ευχόμαστε καλό Πάσχα