

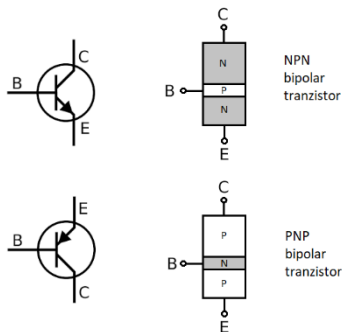
BJT Το διπολικό transistor σαν διακόπτης

1. Ένα ηλεκτρικό εξάρτημα από ρεύμα ή κάποια τάση στους ακροδέκτες του. Ακροδέκτης είναι το μέρος του εξαρτήματος στο οποίο η τάση ή από το οποίο εισέρχεται/εξέρχεται το ρεύμα. Υπάρχουν εξαρτήματα με 2 και με 3 ακροδέκτες. Παθητικά και ενεργά εξαρτήματα.

Ενεργά λέγονται τα εξαρτήματα, που μπορούν να κάποιο ηλεκτρικό ρεύμα μέσω μιας ή μέσω ενός άλλου ηλεκτρικού ρεύματος. Τα ενεργά εξαρτήματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες αυτά που ελέγχουν το ρεύμα μέσω μιας (voltage-controlled devices) όπως είναι τα transistors πεδίου (FET) και τα εξαρτήματα που ελέγχουν το ρεύμα μέσω ενός άλλου (current-controlled devices.) όπως είναι τα διπολικά transistors (BJT).

<input type="radio"/> Αντίσταση <input type="radio"/> Δίοδος <input type="radio"/> Πυκνωτής <input type="radio"/> BJT <input type="radio"/> Μπαταρία <input type="radio"/> FET	<input type="radio"/> 2 ακροδέκτες <input type="radio"/> παθητικό <input type="radio"/> 3 ακροδέκτες <input type="radio"/> ενεργητικό
---	--

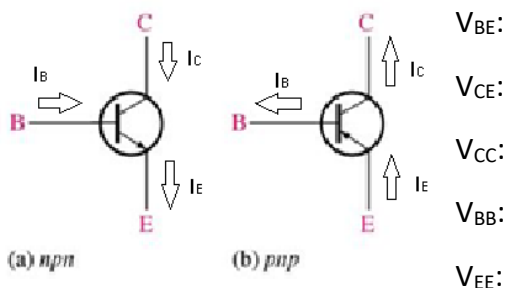
2. Η φυσική κατασκευή του transistor



Doping: E, B:, C: atoms/cm³

Η βάση έχει νόθευση άρα έχειοπές (ηρη). Η βάση είναι στενή γι' αυτό το ηλεκτρόνια που φτάνουν από τον E δεν προλαβαίνουν να με τις λίγες οπές της βάσης και στον συλλέκτη.

3. Οι δύο τύποι transistor, οι τάσεις τους και τα ρεύματα. Τι δείχνει το βέλος.



V_{CB} :, V_C :, V_E :, V_B :

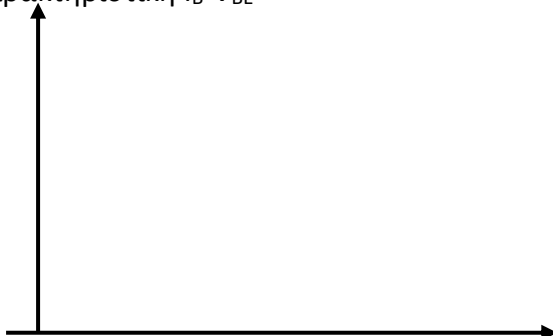
Not Pointing In. Το βέλος δείχνει

4. Πόλωση, είσοδος-έξοδος. Κοινός εκπομπός.

5. Ιδιότητες του BJT.

1. Είναι εξάρτημα με ακροδέκτες.
2. Επίπεδα νόθευσης: Εκπομπός προσμ/cm³, Βάση: προσμ/cm³, Συλλέκτης: προσμ/cm³
3. Παρ' ότι φαινομενικά είναι συμμετρικό (ηρη ή ρηρ) στην πραγματικότητα είναι ασύμμετρο εξαιτίας της του συλλέκτη και του εκπομπού.
4. Σε ένα BJT μπορεί και εφαρμόζεται ταυτόχρονα και τάση χωρίς να μπλέκονται μεταξύ τους.
5. Μπορεί και ενισχύει το σήμα που εφαρμόζεται στην είσοδο.
6. Ένα που μπαίνει στη βάση μπορεί και ελέγχει ένα πολύ μεγαλύτερο που ρέει ανάμεσα στο συλλέκτη και τον εκπομπό.
7. Το σήμα που παίρνουμε στην έξοδο είναι με αυτό της εισόδου αλλά έχει μεγαλύτερη
8. Την επιπλέον ισχύ την δίνει το κύκλωμα δηλαδή η dc τάση που εφαρμόζεται.
9. Δεν μας ενδιαφέρει απλά η ενίσχυση τάσης. Η τάση μπορεί να αυξηθεί με έναν μετασχηματιστή όμως ο μετασχηματιστής δεν αυξάνει

Χαρακτηριστική I_B-V_{BE}



6. Οι φορείς μειονότητας στην ανάστροφα πολωμένη δίοδο.

Περιοχήκά ιόντα προσμείξεων Ευκίνητοι φορείς:	Περιοχήκά ιόντα προσμείξεων Ευκίνητοι φορείς:
Φορείς πλειοψηφίας Φορείς μειονότητας	Φορείς πλειοψηφίας Φορείς μειονότητας
Δύναμη προς την σπή Δύναμη προς το ηλεκτρόνιο	Δύναμη προς την σπή Δύναμη προς το ηλεκτρόνιο

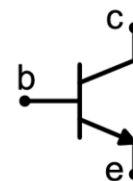
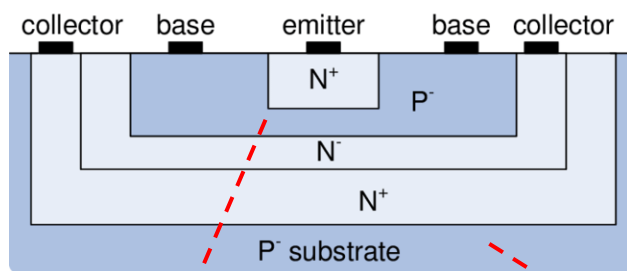
7. Τι γίνεται στη βάση ενός transistor ηρη;

Ελάχιστη		Βάση: Εκπομπός: 1000 e – 1p!!!
Σαρώνονται γρήγορα στον συλλέκτη πριν προλάβουν να επανασυνδεθούν ή να περάσουν στη βάση.		Η βάση είναι πολύ στενή. Τα ηλεκτρόνια δεν προλαβαίνουν να και σαρώνονται από το προς το συλλέκτη

8. Τι βλέπει το ηλεκτρόνιο σε ένα transistor ηρη;

<p>Χωρίς τάση</p>		
<p>Με τάση $V_{BE}=0,2V$ και τάση στο C</p>		
<p>Πλήρως πολωμένο</p>		

9. Η φυσική δομή ενός BJT



1.

2.

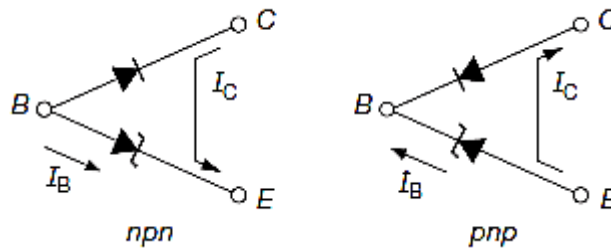
3.

1.

2.

Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

10. Τι διαφορά υπάρχει ανάμεσα σε ένα BJT και δύο διόδους συνδεμένες στη σειρά (ορθά-ανάστροφα);



1. Η βάση του BJT επιτρέπει στους φορείς του εκπομπού (που είναι φορείς μειοψηφίας στην βάση) που στη βάση να γρήγορα στον πριν επανασυδεθούν ή φύγουν προς την βάση
2. Η ασύμμετρη νόθευση συλλέκτη και εκπομπού (Η νόθευση του εκπομπού είναι πολύ από τη νόθευση του συλλέκτη)

11. Το απλό μοντέλο ενός transistor.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

12. Αφού η διόδος C-B είναι ανάστροφα πολωμένη γιατί διαρρέεται από ρεύμα μερικών mA;

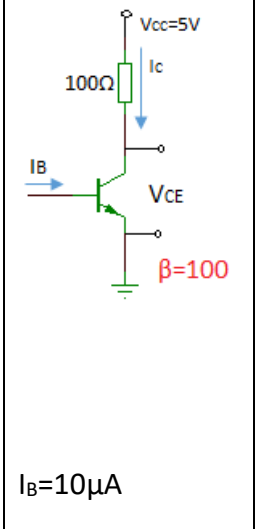
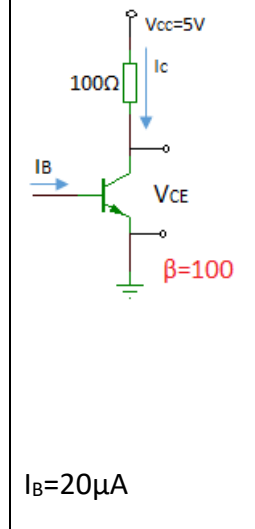
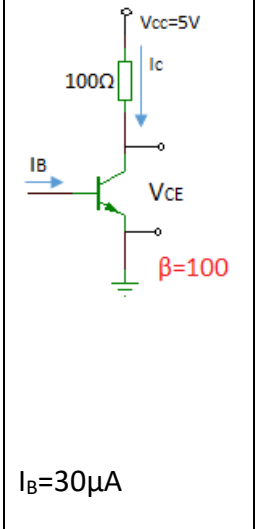
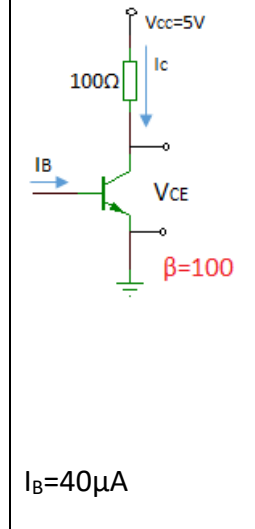
13. Μπορούμε να δούμε το ρεύμα ανάστροφης πόλωσης της διόδου C-B;

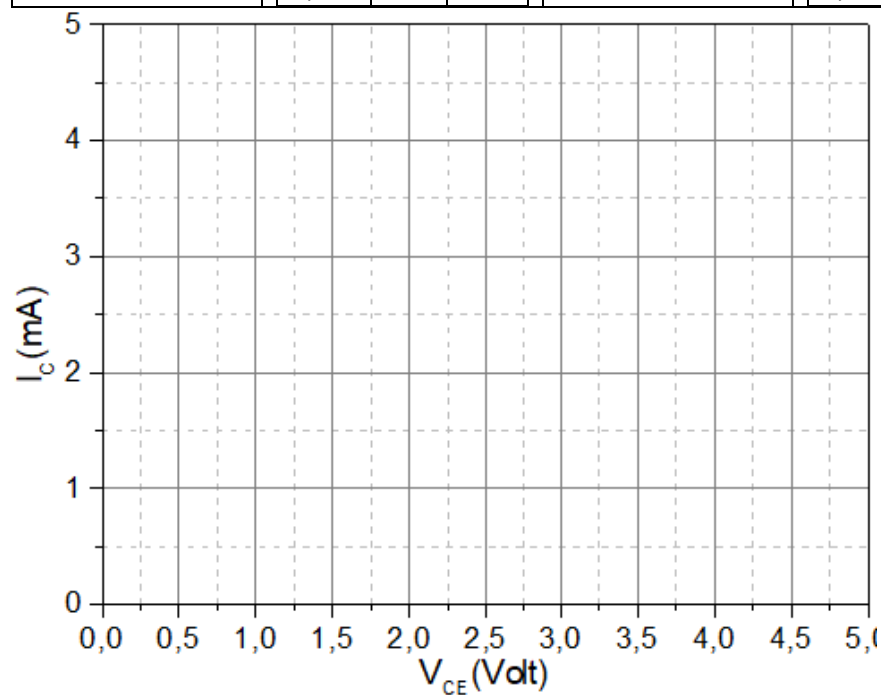
Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

14. Αφού η δίοδος Β-Ε είναι ορθά πολωμένη γιατί το ρεύμα στη βάση είναι μόνο μερικά μA ;

15. Με βάση την παραπάνω παρουσίαση το ρεύμα I_C εξαρτάται από την τάση V_{CE} ;
Από τι εξαρτάται το I_C ;

16. Ποιο είναι το ρεύμα και ποια η τάση εξόδου σε ένα κύκλωμα κοινού εκπομπού; Σχεδιάστε την χαρακτηριστική εξόδου.

 <p>$I_B=10\mu A$</p>	V_{CC}	V_R	V_{CE}	 <p>$I_B=20\mu A$</p>	V_{CC}	V_R	V_{CE}
	5				5		
	4,5				4,5		
	4				4		
	3,5				3,5		
	3				3		
	2,5				2,5		
	2				2		
	1,5				1,5		
	1				1		
0,5			0,5				
0,2			0,2				
0,1			0,1				
 <p>$I_B=30\mu A$</p>	V_{CC}	V_R	V_{CE}	 <p>$I_B=40\mu A$</p>	V_{CC}	V_R	V_{CE}
	5				5		
	4,5				4,5		
	4				4		
	3,5				3,5		
	3				3		
	2,5				2,5		
	2				2		
	1,5				1,5		
	1				1		
0,5			0,5				
0,2			0,2				
0,1			0,1				



Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

17. Ποια είναι η περιοχή κόρου; Από ποια σχέση ορίζεται; Ποια είναι η περιοχή αποκοπής; Από ποια σχέση ορίζεται; Ποια είναι η ενεργός περιοχή;

Κορεσμός ταχύτητας: <https://www.youtube.com/watch?v=cnQ9MGEQ0pw>

<https://www.youtube.com/watch?v=t-INQKxc0rQ>

Κορεσμένο διάλυμα <https://www.youtube.com/watch?v=95ChO2oEJPA>

Κορεσμός της ροής <https://www.youtube.com/watch?v=CZmP0vsRBZ8>

18.

	Περιοχή Λειτουργίας	Σχέσεις που ισχύουν
1	Ενεργός Περιοχή	
2	Περιοχή κόρου	
3	Αποκοπή	

19. Χρήσεις του BJT

Σαν	
Σαν	

20. Το BJT σαν διακόπτης. Θέλουμε να τροφοδοτήσουμε ένα λευκό LED 1Wμε τα εξής χαρακτηριστικά:



Ant Part No.	LED Chip		Lens Colour
	Material	Colour Coordinates	
703-0148	InGaN/Sapphire	White	Water clear

Absolute Maximum Ratings at Ta=25°C:

Parameter	Rating	Unit
Power Dissipation	1365	mW
LED Junction Temperature	120	°C
Reverse Voltage	5	V
D.C. Forward Current	350	mA
Pulsed Forward Current; tp ≤ 100µs, Duty Cycle = 0.005)*1	700	mA
Operating Temperature Range	-40 to +75	°C
Storage Temperature Range	-40 to +100	°C
Soldering Temperature	Dip Soldering: 260°C for 10sec. Hand Soldering: 350°C for 3sec.	
Electric Static Discharge Threshold (HBM)	6000	V

Important Notice: This data sheet and its contents (the "information") belong to the members of the Premier Farnell group of companies (the "Group") or are licensed to it. No licence is granted for the use of it other than for information purposes in connection with the products to which it relates. No licence of any intellectual property rights is granted. The information is subject to change without notice and replaces all data sheets previously supplied. The information supplied is believed to be accurate but the Group assumes no responsibility for its accuracy or completeness, any error in or omission from it or for any use made of it. Users of this data sheet should check for themselves the information and the suitability of the products for their purpose and not make any assumptions based on information included or omitted. Liability for loss or damage resulting from any reliance on the information or use of it (including liability resulting from negligence or where the Group was aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict the Group's liability for death or personal injury resulting from its negligence. Multicomp is the registered trademark of the Group. © Premier Farnell plc 2011.

www.element14.com
www.farnell.com
www.newark.com

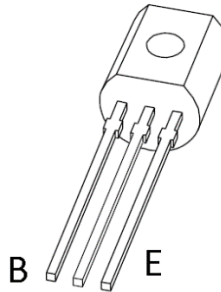
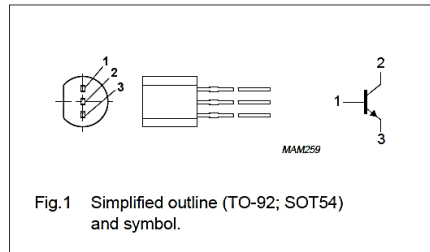
multicomp

Θα επιχειρήσουμε να το τροφοδοτήσουμε μέσω του BC637 που είναι ένα ηρη BJT. Τα χαρακτηριστικά του transistor είναι τα εξής:

BC635; BC637; BC639

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	base
2	collector
3	emitter

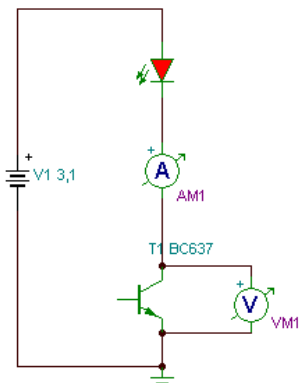


LIMITING VALUES

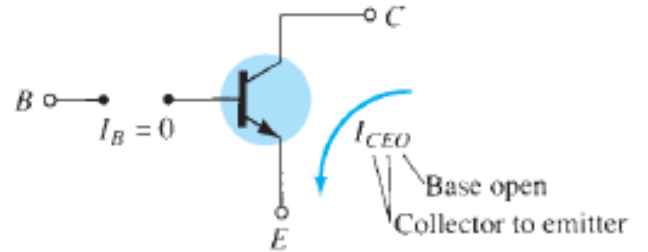
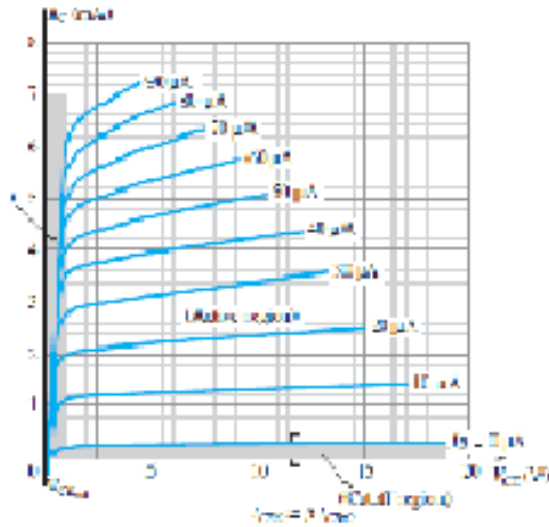
In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V _{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	45	V
	BC635		–	60	V
	BC639		–	100	V
V _{CEO}	collector-emitter voltage	open base	–	45	V
	BC635		–	60	V
	BC639		–	80	V
V _{EBO}	emitter-base voltage	open collector	–	5	V
I _C	collector current (DC)		–	1	A
I _{CM}	peak collector current		–	1.5	A
I _{BM}	peak base current		–	200	mA
P _{tot}	total power dissipation	T _{amb} ≤ 25 °C	–	0.83	W
T _{stg}	storage temperature		–65	+150	°C
T _J	junction temperature		–	150	°C
T _{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	°C

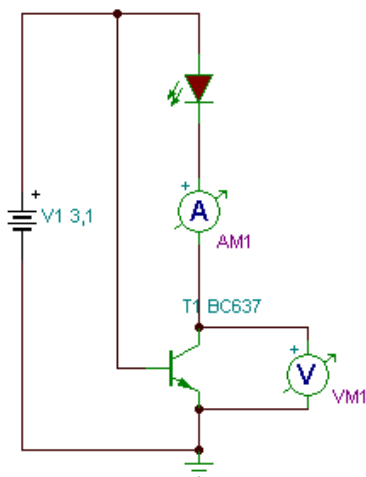
Απόπειρα 1: Φτιάχνουμε το εξής κύκλωμα. Θα ανάψει το LED;



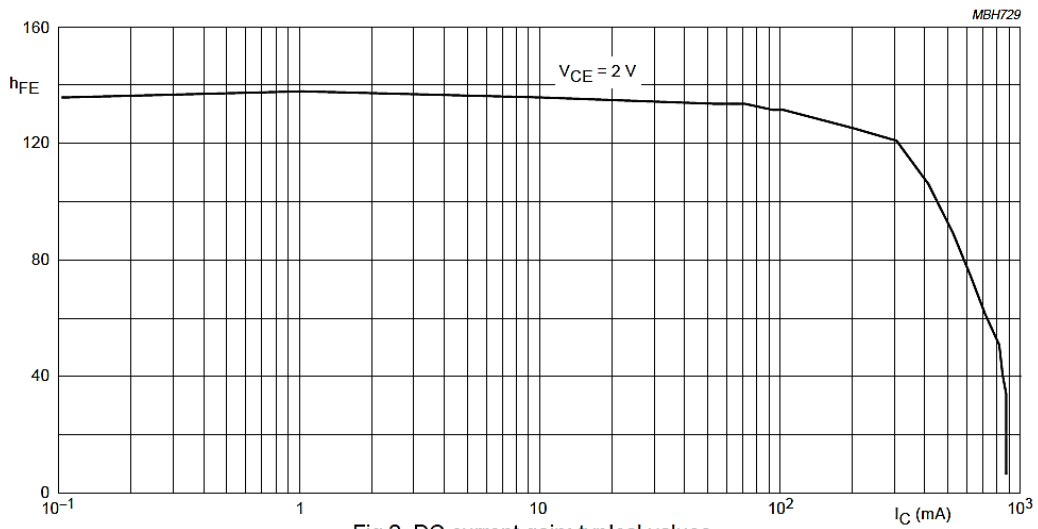
.....
 Μήπως δεν φτάνει η τάση που πέφτει επάνω στο LED; Ας αλλάξουμε λίγο το κύκλωμα.
 Έχουμε αλλάξει την τροφοδοσία του LED στα 10V και έχουμε παρεμβάλει μία αντίσταση 33Ω στη σειρά.
 Παρατήρηση: Η προσομοίωση μας λέει ότι I_c=15pA. Τι είναι αυτό το ρεύμα;



Απόπειρα 2:



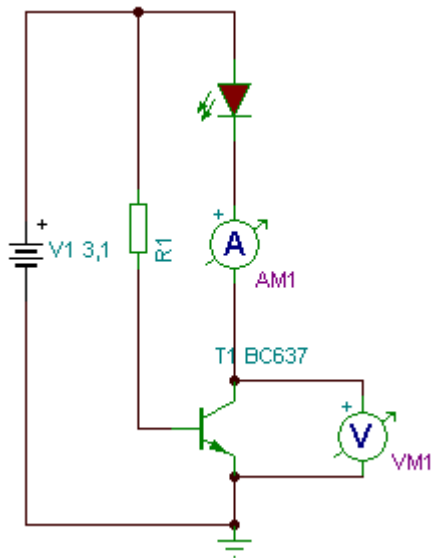
Το δυναμικό στο Β είναι Το specification sheet λέει ότι $V_{BEMAX} = \dots\dots\dots$
 Επιπλέον $I_C = \beta I_B$
 Πόσο είναι το β όταν το LED φέγγει στο μέγιστο ($I_{LED} = 350\text{mA}$);



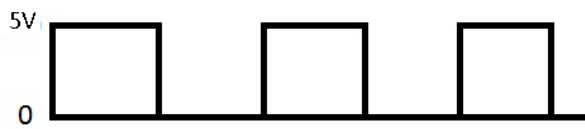
Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

Απόπειρα 3 (ας σοβαρευτούμε λίγο)

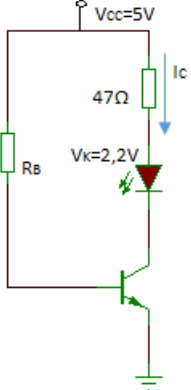
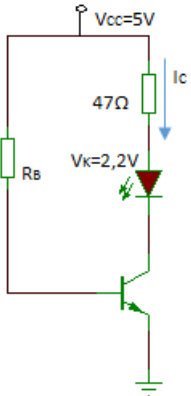
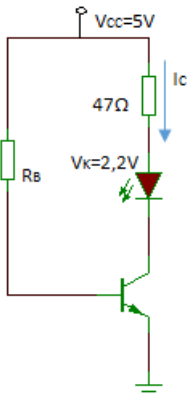
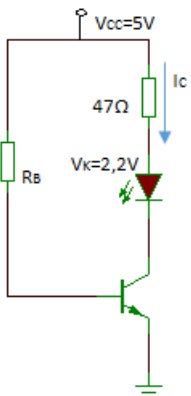
Βάζουμε στη σειρά με την βάση ένα current limiting resistor. Αλλά ποια τιμή θα έχει;



21. Γιατί τόση φασαρία;



Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

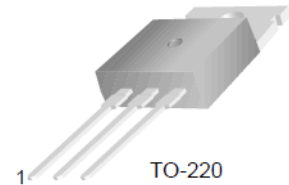
	<p>Υπολογίστε το R_B έτσι ώστε το I_C να είναι 40mA</p>
	<p>Όταν $R_B=12k\Omega$ πόσο είναι το ρεύμα I_C και πόση η τάση V_{CE}. Ανάβει το LED;</p>
	<p>Υπολογίστε το R_B έτσι ώστε $I_C=120mA$</p>
	<p>Όταν $R_B=910\Omega$ πόσο είναι το ρεύμα I_C και πόση η τάση V_{CE}. Ανάβει το LED;</p>

Όνοματεπώνυμο:.....A.M:.....

22. Το BJT σαν διακόπτης. Θέλουμε να τροφοδοτήσουμε ένα λαμπάκι με τα εξής χαρακτηριστικά: 6V και 21W. Αυτό σημαίνει ότι το λαμπάκι τραβάει 21W/6V=3,5Amp. Το BC637 δεν κάνει γιατί έχει μέγιστο ρεύμα στο συλλέκτη 1A. Θα χρησιμοποιήσουμε το BD535 που έχει μέγιστο ρεύμα 8A. Η συνδεσμολογία θα είναι σαν την απόπειρα 3.



BD533/535/537



Medium Power Linear and Switching Applications

- Low Saturation Voltage
- Complement to BD534, BD536 and BD538 respectively

1.Base 2.Collector 3.Emitter

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	: BD533	45
		: BD535	60
		: BD537	80
V_{CES}	Collector-Emitter Voltage	: BD533	45
		: BD535	60
		: BD537	80
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	: BD533	45
		: BD535	60
		: BD537	80
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current	8	A
I_B	Base Current	1	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	50	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	$^\circ\text{C}$

Χαρακτηριστικά λειτουργίας:

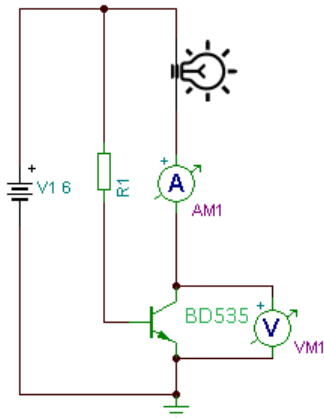
Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	: BD533	$V_{CB} = 45\text{V}, I_E = 0$		100	μA
		: BD535	$V_{CB} = 60\text{V}, I_E = 0$		100	μA
		: BD537	$V_{CB} = 80\text{V}, I_E = 0$		100	μA
I_{CES}	Collector Cut-off Current	: BD533	$V_{CE} = 45\text{V}, V_{BE} = 0$		100	μA
		: BD535	$V_{CE} = 60\text{V}, V_{BE} = 0$		100	μA
		: BD537	$V_{CE} = 80\text{V}, V_{BE} = 0$		100	μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = 5\text{V}, I_C = 0$			1	mA
h_{FE}	* DC Current Gain	: BD533/535	$V_{CE} = 5\text{V}, I_C = 10\text{mA}$	20		
		: BD537		15		
		: ALL DEVICE	$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 500\text{mA}$	40		
		: BD533/535	$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 2\text{A}$	25		
		: BD537		15		
h_{FE}	h_{FE} Groups	J	$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 2\text{A}$	30		75
			$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 3\text{A}$	15		
		K	$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 2\text{A}$	40		100
			$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 3\text{A}$	20		
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 2\text{A}, I_B = 0.2\text{A}$		0.8	0.8	V
		$I_C = 6\text{A}, I_B = 0.6\text{A}$				V
$V_{BE(on)}$	* Base-Emitter ON Voltage	$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 2\text{A}$			1.5	V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 1\text{V}, I_C = 500\text{mA}$	3	12		MHz

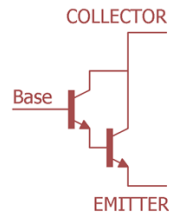
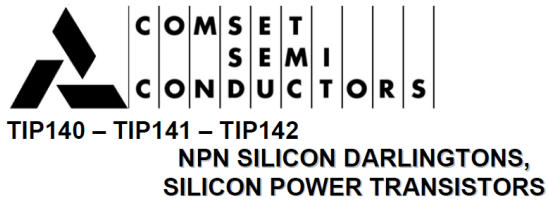
* Pulse Test: PW=300 μs , duty Cycle =1.5% Pulsed

Όνοματεπώνυμο:.....A.M.:.....

Το κύκλωμα. Υπολογίστε την R_B .



23. Το ίδιο κύκλωμα με transistor Darlington TIP142.



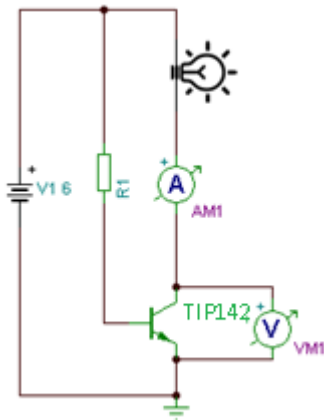
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Ratings		Value	Unit
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage	TIP140	60	V
		TIP141	80	
		TIP142	100	
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	TIP140	60	V
		TIP141	80	
		TIP142	100	
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage		5.0	V
I_C	Collector Current	I_C	10	A
		I_{CM}	15	
I_B	Base Current		0.5	A
P_T	Power Dissipation	@ $T_{mb} = 25^\circ C$	125	Watts
T_J	Junction Temperature		150	$^\circ C$
T_s	Storage Temperature		-65 to +150	

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

TC=25°C unless otherwise noted

Symbol	Ratings	Test Condition(s)	Min	Typ	Max	Unit	
I_{CEO}	Collector Cutoff Current $I_B = 0$	$V_{CE} = 30\text{ V}$ TIP140	-	-	2	mA	
		$V_{CE} = 40\text{ V}$ TIP141	-	-			
		$V_{CE} = 50\text{ V}$ TIP142	-	-			
I_{EBO}	Emitter Cutoff Current $I_C = 0$	$V_{BE} = 5\text{ V}$	TIP140	-	-	2	mA
			TIP141	-	-		
			TIP142	-	-		
I_{CBO}	Collector Cutoff Current $I_E = 0$	$V_{CB} = 60\text{ V}$ TIP140	-	-	1	mA	
		$V_{CB} = 80\text{ V}$ TIP141	-	-			
		$V_{CB} = 100\text{ V}$ TIP142	-	-			
$V_{CE0(SUS)}$	Collector-Emitter Sustaining $I_B = 0$	$I_C = 30\text{ mA}$	TIP140	60	-	-	V
			TIP141	80	-	-	
			TIP142	100	-	-	
h_{FE}	DC Current Gain (*)	$V_{CE} = 4\text{ V}$ $I_C = 5\text{ A}$	1000	-	-	-	
		$V_{CE} = 4\text{ V}$ $I_C = 10\text{ A}$	500	-	-		
$V_{CE(SAT)}$	Collector-Emitter saturation Voltage (*)	$I_C = 5\text{ A}$ $I_B = 10\text{ mA}$	TIP140	-	-	2	V
			TIP141				
		TIP142					
		$I_C = 10\text{ A}$ $I_B = 40\text{ mA}$	TIP140	-	-	3	
TIP141							
TIP142							
V_{BE}	Base-Emitter Voltage (*)	$V_{CE} = 4\text{ V}$ $I_C = 10\text{ A}$	TIP140	-	-	3	V
			TIP141				
			TIP142				



Παρακολουθήστε την παραπάνω δουλειά στο σύνδεσμο:

<https://www.youtube.com/watch?v=WRm2oUw4owE>

Το τρανζίστορ σαν διακόπτης

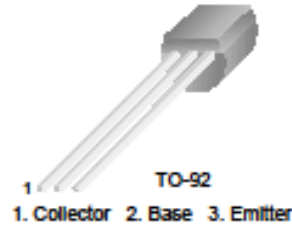
24. Σχεδιάστε ένα κύκλωμα BJT χρησιμοποιώντας το τρανζίστορ BC547, το οποίο θα ελέγχει τη λειτουργία ενός μοτέρ που λειτουργεί στα 12 Volt, 50mA. Η λειτουργία του τρανζίστορ ελέγχεται εφαρμόζοντας στη βάση του ένα σήμα που έχει 2 διακριτές καταστάσεις στα 0 και 5 Volt με ρεύμα 1mA και συχνότητα 1Hz το οποίο έρχεται από ένα μικρο-επεξεργαστή. Θέλουμε το μοτέρ να περιστρέφεται όταν το δυναμικό στη βάση είναι 5Volt και να παραμένει σταματημένο για όση ώρα το δυναμικό στη βάση είναι 0Volt. Αιτιολογείστε πλήρως το κύκλωμα που θα σχεδιάσετε και επιλέξτε τις τιμές των αντιστάσεων από τις διαθέσιμες τιμές που υπάρχουν στο εμπόριο.



BC546/547/548/549/550

Switching and Applications

- High Voltage: BC546, $V_{CE0} = 65V$
- Low Noise: BC549, BC550
- Complement to BC556 ... BC560



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_A = -25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : BC546	80	V
	: BC547/550	50	V
	: BC548/549	30	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : BC546	65	V
	: BC547/550	45	V
	: BC548/549	30	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage : BC546/547	6	V
	: BC548/549/550	5	V
I_C	Collector Current (DC)	100	mA
P_C	Collector Power Dissipation	500	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ C$
T_{STG}	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^\circ C$

Electrical Characteristics $T_A = -25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB} = 30V, I_E = 0$			15	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE} = 5V, I_C = 2mA$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10mA, I_B = 0.5mA$		90	250	mV
		$I_C = 100mA, I_B = 5mA$		200	600	mV
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10mA, I_B = 0.5mA$		700		mV
		$I_C = 100mA, I_B = 5mA$		900		mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE} = 5V, I_C = 2mA$	580	660	700	mV
		$V_{CE} = 5V, I_C = 10mA$			720	mV
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 5V, I_C = 10mA, f = 100MHz$		300		MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 1MHz$		3.5	6	pF
C_{ib}	Input Capacitance	$V_{EB} = 0.5V, I_C = 0, f = 1MHz$		9		pF
NF	Noise Figure : BC546/547/548 : BC549/550 : BC549 : BC550	$V_{CE} = 5V, I_C = 200\mu A$		2	10	dB
		$f = 1kHz, R_G = 2K\Omega$		1.2	4	dB
		$V_{CE} = 5V, I_C = 200\mu A$		1.4	4	dB
		$R_G = 2K\Omega, f = 30 \sim 15000MHz$		1.4	3	dB

h_{FE} Classification

Classification	A	B	C
h_{FE}	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800

BC546/547/548/549/550

Typical Characteristics

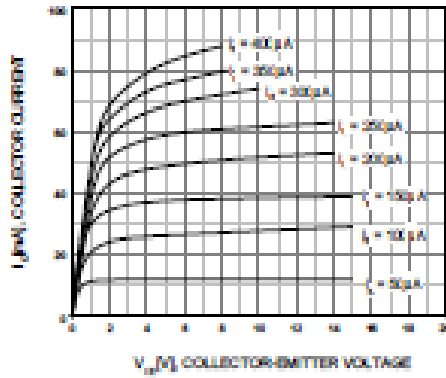


Figure 1. Static Characteristic

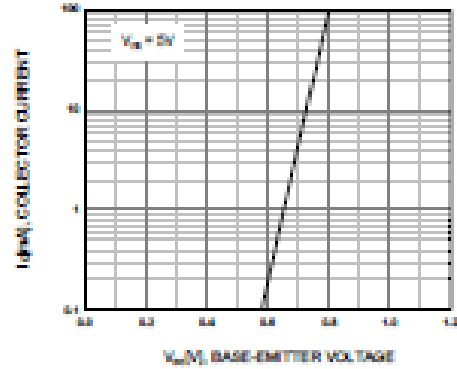


Figure 2. Transfer Characteristic

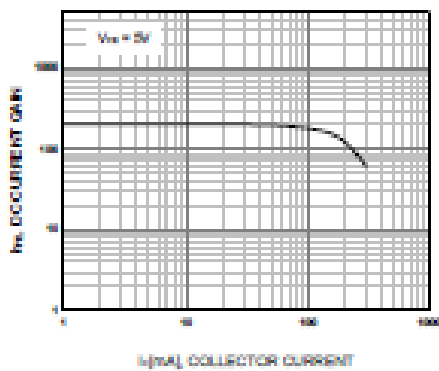


Figure 3. DC current Gain

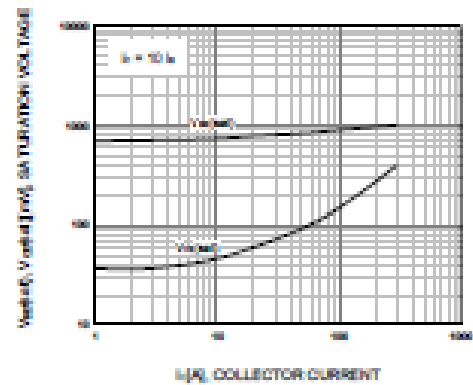


Figure 4. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

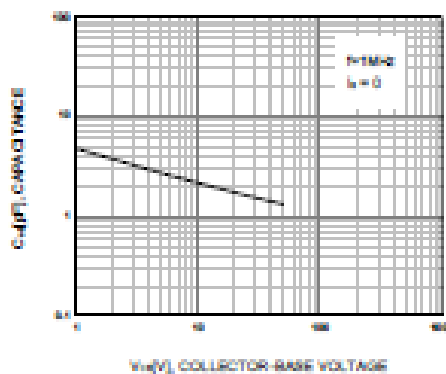


Figure 5. Output Capacitance

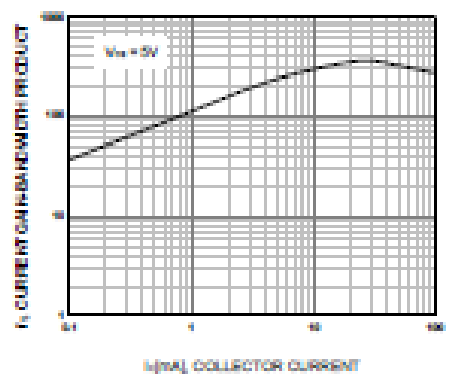
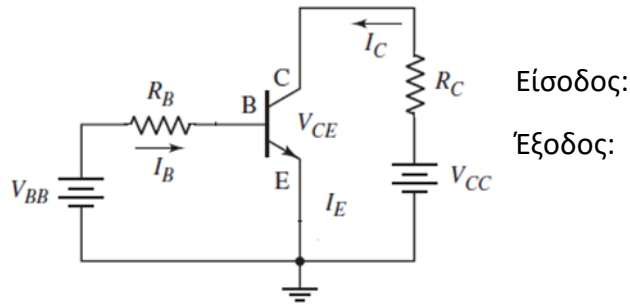


Figure 6. Current Gain Bandwidth Product

Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

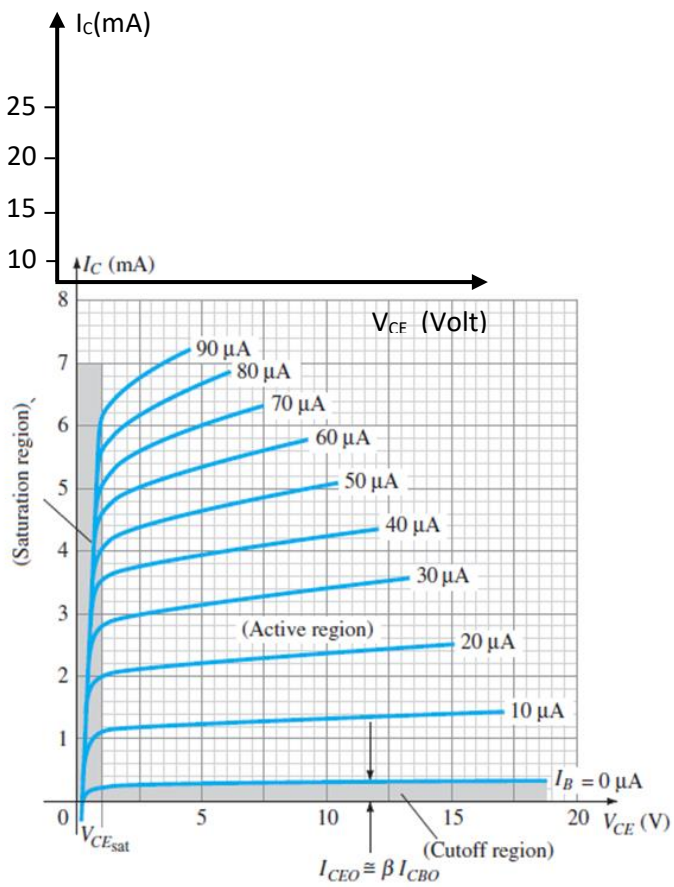
25. Σχεδιάστε ένα κύκλωμα BJT το οποίο ελέγχει τη λειτουργία ενός bright blue LED που λειτουργεί στα 3-3,4Volt, 80mA. Η λειτουργία του τρανζίστορ ελέγχεται εφαρμόζοντας στη βάση του ένα σήμα που έχει 2 διακριτές καταστάσεις στα 0 και 5 volt με ρεύμα 1mA και συχνότητα 1Hz. Θέλουμε το LED να ανάβει όταν το δυναμικό στη βάση είναι 5Volt και να παραμένει σβηστό για όση ώρα το δυναμικό στη βάση είναι 0Volt. Αιτιολογείστε πλήρως το κύκλωμα που θα σχεδιάσετε και επιλέξτε τις τιμές των αντιστάσεων από τις διαθέσιμες τιμές που υπάρχουν στο εμπόριο.

26. Συνδεσμολογία κοινού εκπομπού

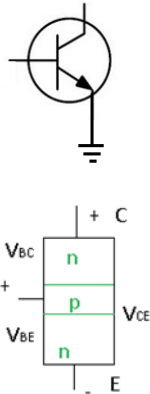


Από τι εξαρτάται το I_C ;

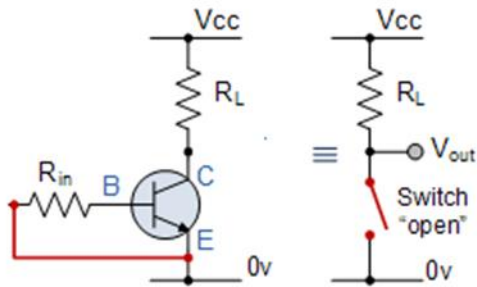
27. Οι χαρακτηριστικές εξόδου ενός transistor ηρη σε κοινό εκπομπό.



28. Πότε το transistor δεν άγει.



Κύκλωμα:



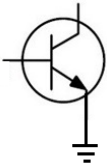

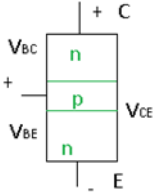
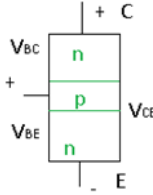
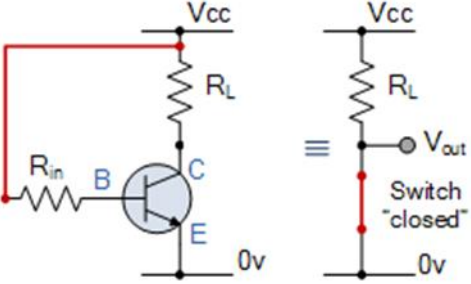
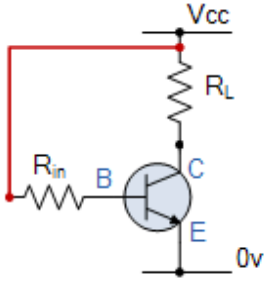
Στις χαρακτηριστικές εξόδου κοιτάξετε την περιοχή κόρου. Τάση V_{CE} στον κόρο, κέρδος ρεύματος β στον κόρο

CHARACTERISTICS

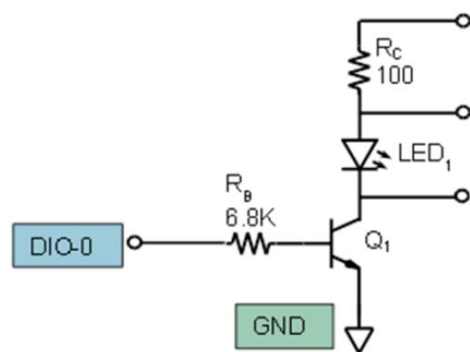
$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}$	-	100	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}; T_j = 150\text{ }^\circ\text{C}$	-	10	μA
I_{EBO}	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = 5\text{ V}$	-	100	nA
h_{FE}	DC current gain	$V_{CE} = 2\text{ V}$; see Fig.2 $I_C = 5\text{ mA}$	40	-	
		$I_C = 150\text{ mA}$ $I_C = 500\text{ mA}$	63 25	250 -	
	DC current gain BC639-10 BC635-16; BC637-16; BC639-16	$I_C = 150\text{ mA}; V_{CE} = 2\text{ V}$; see Fig.2	63 100	160 250	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 500\text{ mA}; I_B = 50\text{ mA}$	-	500	mV
V_{BE}	base-emitter voltage	$I_C = 500\text{ mA}; V_{CE} = 2\text{ V}$	-	1	V
f_T	transition frequency	$I_C = 50\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	-	MHz
$\frac{h_{FE1}}{h_{FE2}}$	DC current gain ratio of the complementary pairs	$ I_C = 150\text{ mA}; V_{CE} = 2\text{ V}$	-	1.6	

29. Πότε το transistor άγει.

Κόρος	Ενεργός Περιοχή
	
	
	

30. Θέλουμε να οδηγήσουμε ένα [LED 5mm](#) με ένα npn BJT με ένα ψηφιακό σήμα 0-5V. Πόσο πρέπει να είναι το β του transistor;



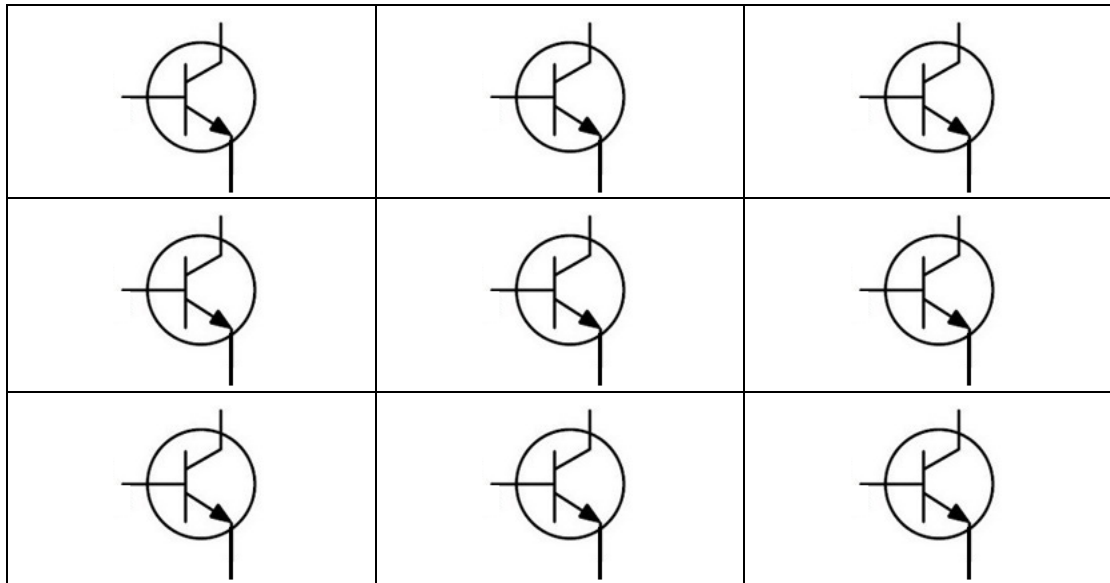
Features and Technical Specifications

- Superior weather resistance
- 5mm Round Standard Directivity
- UV Resistant Epoxy
- Forward Current (IF): 30mA
- Forward Voltage (VF): 1.8V to 2.4V
- Reverse Voltage: 5V
- Operating Temperature: -30°C to +85°C
- Storage Temperature: -40°C to +100°C
- Luminous Intensity: 20mcd

Όταν ένα transistor είναι στον κόρο τότε $V_{CE} =$

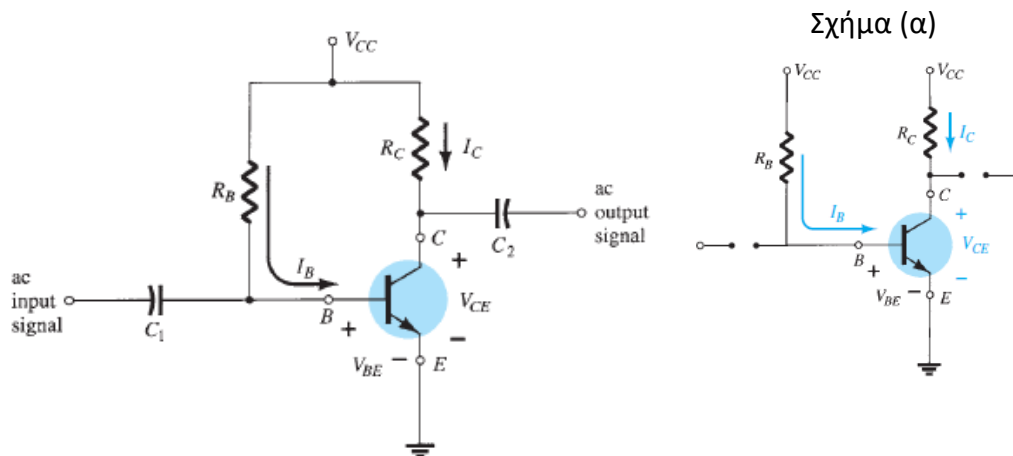
Ένα transistor θέλω να δουλεύει στην ενεργό περιοχή. Τότε θα απαιτήσω το V_{CE} να είναι γιατί ...

31. Ενεργός περιοχή, κόρος και αποκοπή



Το transistor σαν ενισχυτής (πόλωση του transistor)

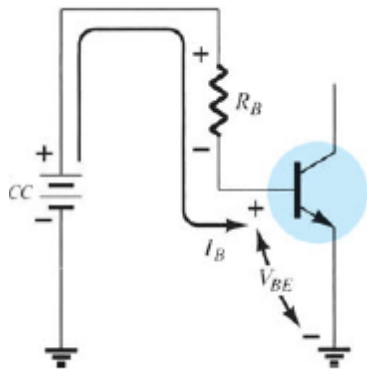
32. Το κύκλωμα που ακολουθεί ονομάζεται κύκλωμα σταθερής πόλωσης. Εξηγήστε τον ρόλο των δύο πυκνωτών στο κύκλωμα. Υπολογίστε το ρεύμα στην βάση, το ρεύμα στον συλλέκτη και την τάση συλλέκτη-εκπομπού.



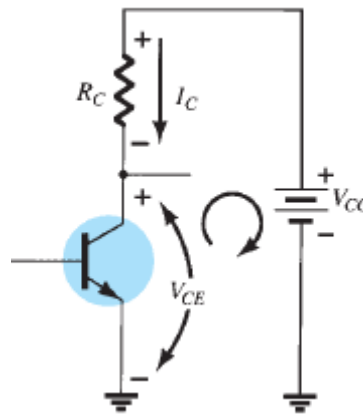
Το κύκλωμα λειτουργεί σαν ενισχυτής. Ο πυκνωτής C_1 περνάει το μεταβαλλόμενο σήμα στην είσοδο του ενισχυτή. Επιπλέον προστατεύει την μονάδα που προηγείται

του ενισχυτή (π.χ. μικρόφωνο ή προηγούμενη βαθμίδα ενίσχυσης) από την συνεχή τάση V_{CC} που εφαρμόζεται, προκειμένου να πολωθεί το τρανζίστορ. Ο πυκνωτής C_2 περνάει το ενισχυμένο μεταβαλλόμενο σήμα στην επόμενη βαθμίδα. Στην μελέτη της πόλωσης dc οι πυκνωτές αντικαθιστούνται με ανοιχτοκυκλώματα και έτσι δεν παίζουν ρόλο στους υπολογισμούς.

Η συνεχής τάση V_{CC} εφαρμόζεται στις αντιστάσεις R_B και R_C . Για να διευκολύνουμε τον συλλογισμό μας μπορούμε να αντικαταστήσουμε την μία πηγή τάσης V_{CC} με δύο ανεξάρτητες πηγές τάσεις V_{CC} που συνδέονται στις αντιστάσεις R_B και R_C (Σχήμα α).



Σχήμα β

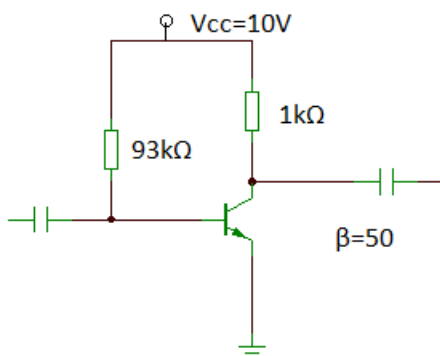


Σχήμα γ

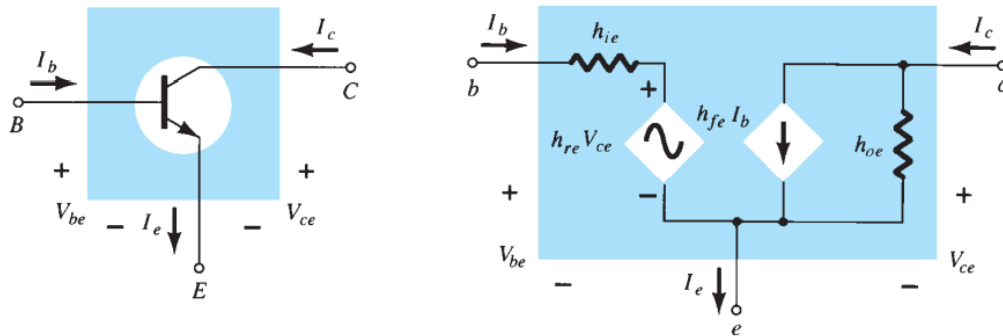
Το κύκλωμα στο σχήμα β ονομάζεται κύκλωμα βάσης-εκπομπού ή κύκλωμα εισόδου. Το κύκλωμα στο σχήμα γ ονομάζεται κύκλωμα συλλέκτη-εκπομπού ή κύκλωμα εξόδου. Για την μελέτη της πόλωσης ενός τρανζίστορ εφαρμόζουμε τον κανόνα του Kirchhoff σε αυτά τα δύο κυκλώματα.

Το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση R_B είναι το ρεύμα που μπαίνει στη βάση του τρανζίστορ και ονομάζεται ρεύμα της βάσης I_B . Το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση R_C είναι το ρεύμα που μπαίνει στο συλλέκτη του τρανζίστορ και λέγεται ρεύμα συλλέκτη I_C .

33. Σταθερή πόλωση. Υπολογίστε το ρεύμα στην βάση, το ρεύμα στον συλλέκτη και την τάση V_{CE} .



34. Το ac ισοδύναμο του κυκλώματος σταθερής πόλωσης.



Για την μελέτη της απόκρισης ac ενός ενισχυτή ακολουθούμε τα εξής βήματα:

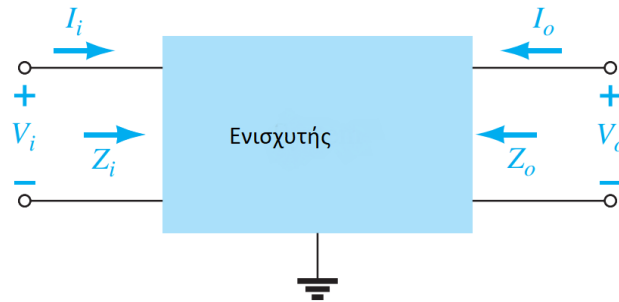
1. Βραχυκυκλώνουμε τις πηγές συνεχούς τάσης, δηλαδή τις συνδέουμε με την γείωση.
2. Αντικαθιστούμε τους πυκνωτές του κυκλώματος με βραχυκυκλώματα.
3. Αντικαθιστούμε το τρανζίστορ με το ισοδύναμο μοντέλο
4. Ξανασχεδιάζουμε το κύκλωμα με έναν πιο βολικό τρόπο.

35. Ανάλυση μικρού σήματος για ένα τρανζίστορ σε συνδεσμολογία κοινού εκπομπού

Θεωρούμε ότι στην είσοδο του ενισχυτή κοινού εκπομπού εφαρμόζεται ένα μικρό σήμα και πώς το transistor έχει πολωθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργεί στη γραμμική περιοχή. Κάτω από αυτές τις συνθήκες ορίζεται το ακόλουθο σύστημα εξισώσεων.

$$V_{be} = h_{ie} i_b + h_{re} V_{ce}$$

$$i_c = h_{fe} i_b + h_{oe} V_{ce}$$



Το μοντέλο ενός εξαρτήματος είναι ένας συνδυασμός από αντιστάσεις, αγωγιμότητες, πηγές τάσης και πηγές ρεύματος, οι οποίες όταν συνδυάζονται μεταξύ τους μπορούν και αναπαράγουν τη συμπεριφορά του εξαρτήματος.

Το υβριδικό μοντέλο χρησιμοποιείται ευρύτατα γιατί περιέχει παραμέτρους που μπορεί κανείς να βρει μέσα στα specification sheets στη των διαφόρων transistor.

Σε ένα ενισχυτή κοινού εκπομπού:

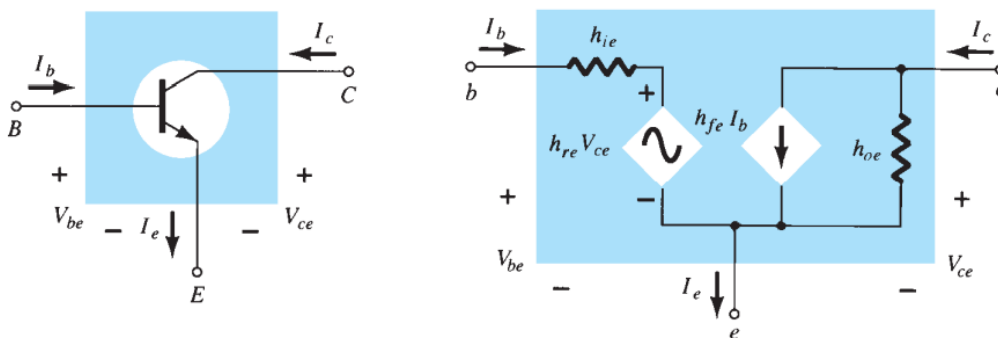
Η αντίσταση εισόδου είναι η αντίσταση που βλέπει το σήμα από τη βάση μέχρι τη γείωση.

Το ρεύμα εισόδου είναι το ρεύμα που μπαίνει στη βάση του τρανζίστορ

Η τάση εξόδου είναι η τάση από το συλλέκτη μέχρι την γείωση

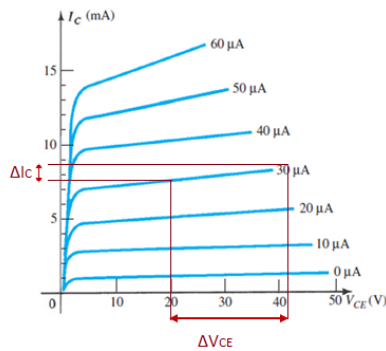
Το ρεύμα εξόδου είναι το ρεύμα που περνάει μέσα από την αντίσταση R_c.

36. Το ισοδύναμο ενός τρανζίστορ δίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.

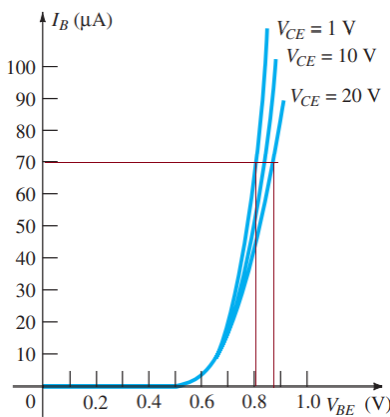


h_{ie} (Input Impedance with Output Short Circuit, μονάδες Ohm) είναι η αντίσταση εισόδου όταν κανείς κοιτάζει ανάμεσα στη βάση και τον εκπομπού και δεν παίρνει υπόψη το εξωτερικό κύκλωμα. Είναι ίδια με την αντίσταση r που αναφέραμε παραπάνω, αλλά τώρα έχει μια προσεγγιστική τιμή που την δίνει το spec ($26mV/I_E$)

h_{fe} (Forward Current Gain Output Short Circuit, καθαρός αριθμός) είναι το κέρδος του ρεύματος αυτό που μέχρι τώρα ονομάζαμε β .



hoe είναι η αγωγιμότητα στην έξοδο (Output Admittance Input Open Circuit, μονάδες 1/Ohm). Με βάση τις χαρακτηριστικές εξόδου ενός τρανζίστορ το ρεύμα στο συλλέκτη είναι ανεξάρτητο της τάσης συλλέκτη-εκπομπού οπότε το πηλίκο $\Delta I_C / \Delta V_{CE}$ είναι πολύ μεγάλο. Οπότε, η αγωγιμότητα hoe είναι πολύ μικρή. Συχνά θα δείτε τη μονάδα mho. Το 1mho είναι 1/Ohm δηλ. το 1Siemens. Οπότε 1mho=1mSiemens.

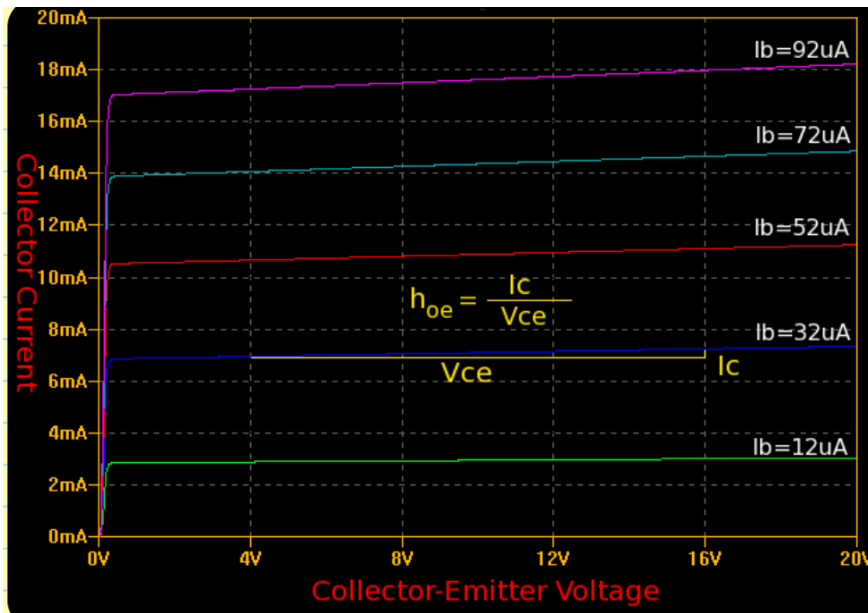


hre (Reverse Voltage Ratio Input Open Circuit, καθαρός αριθμός): Όταν η τάση υc μεγαλώνει η τιμή της υb πρέπει επίσης να μεγαλώσει προκειμένου να παραμείνει σταθερό το ρεύμα ib. Η τάση hreuc μοντελοποιεί αυτή την πρόσθετη τάση.

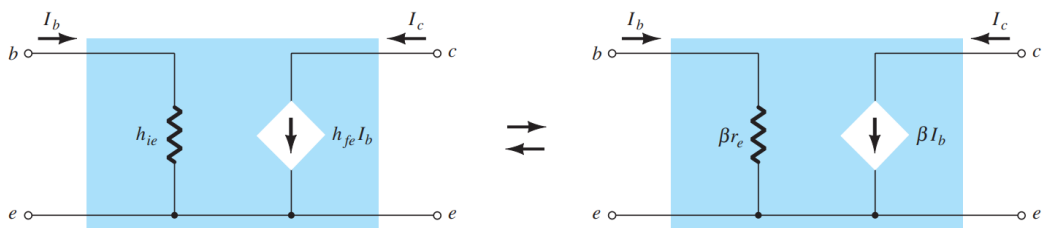
2N3904 (<https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/2n3903-d.pdf>)

SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS			min	MAX	
Current-Gain - Bandwidth Product ($I_C = 10 \text{ mA dc}$, $V_{CE} = 20 \text{ V dc}$, $f = 100 \text{ MHz}$)	2N3903 2N3904	f_T	250 300	- -	MHz
Output Capacitance ($V_{CB} = 5.0 \text{ V dc}$, $I_E = 0$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)		C_{obo}	-	4.0	pF
Input Capacitance ($V_{EB} = 0.5 \text{ V dc}$, $I_C = 0$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)		C_{ibo}	-	8.0	pF
Input Impedance ($I_C = 1.0 \text{ mA dc}$, $V_{CE} = 10 \text{ V dc}$, $f = 1.0 \text{ kHz}$)	2N3903 2N3904	h_{ie}	1.0 1.0	8.0 10	k Ω
Voltage Feedback Ratio ($I_C = 1.0 \text{ mA dc}$, $V_{CE} = 10 \text{ V dc}$, $f = 1.0 \text{ kHz}$)	2N3903 2N3904	h_{re}	0.1 0.5	5.0 8.0	$\times 10^{-4}$
Small-Signal Current Gain ($I_C = 1.0 \text{ mA dc}$, $V_{CE} = 10 \text{ V dc}$, $f = 1.0 \text{ kHz}$)	2N3903 2N3904	h_{fe}	50 100	200 400	-
Output Admittance ($I_C = 1.0 \text{ mA dc}$, $V_{CE} = 10 \text{ V dc}$, $f = 1.0 \text{ kHz}$)		h_{oe}	1.0	40	μmhos
Noise Figure ($I_C = 100 \mu\text{A dc}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V dc}$, $R_S = 1.0 \text{ k } \Omega$, $f = 1.0 \text{ kHz}$)	2N3903 2N3904	NF	- -	6.0 5.0	dB

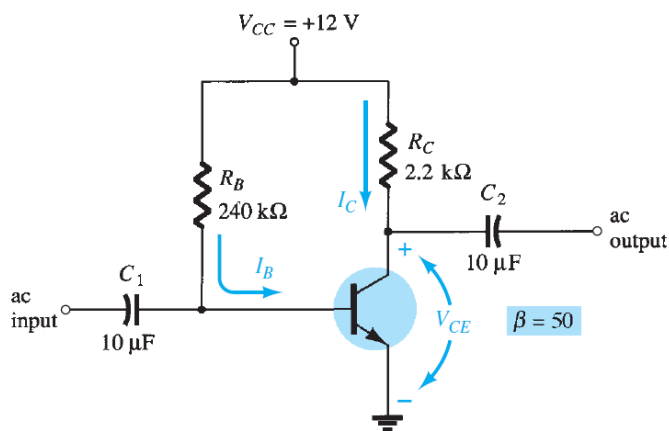
Χαρακτηριστικές εξόδου του 2N3904



Το απλοποιημένο μοντέλο.

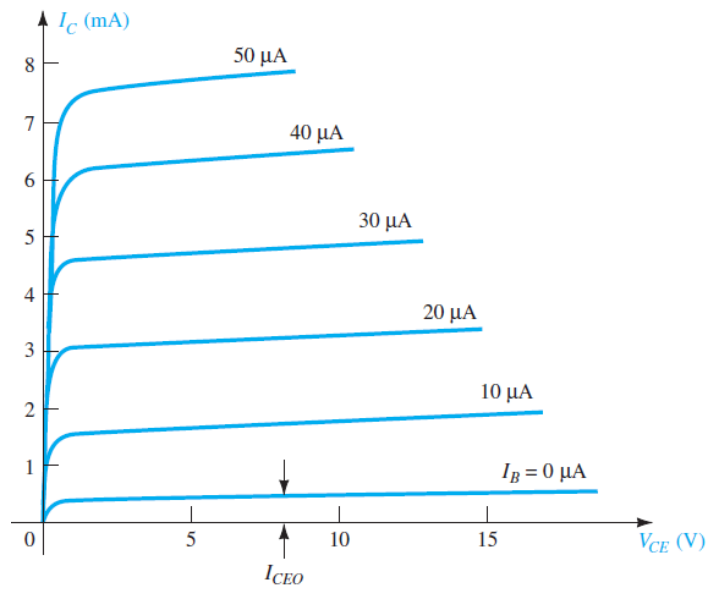


Ευθεία φόρτου

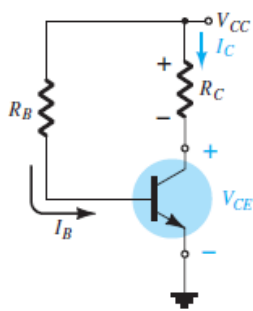


Υπολογίστε το β από το διάγραμμα. Χαράξτε την ευθεία φόρτου. Υπολογίστε το ρεύμα I_B . Στη συνέχεια βρείτε γραφικά το I_C και το V_{CE} . Πότε το BJT είναι σε κορεσμό;

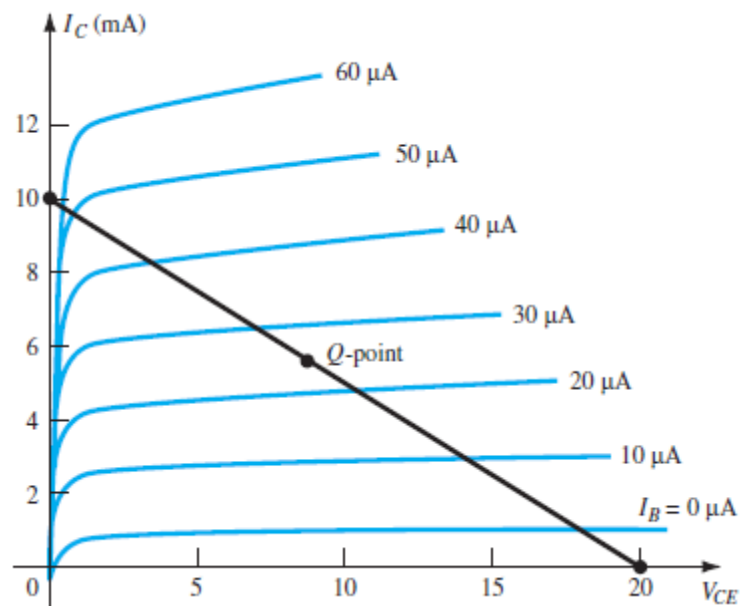
Ευθεία φόρτου



37

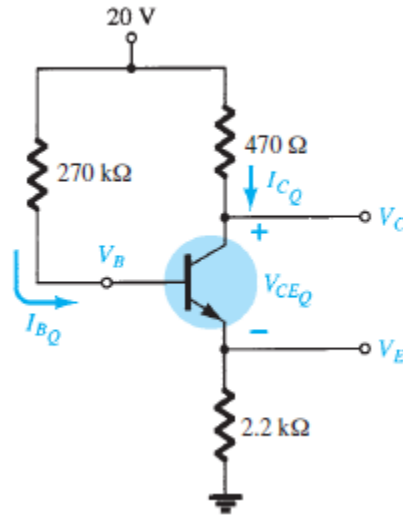
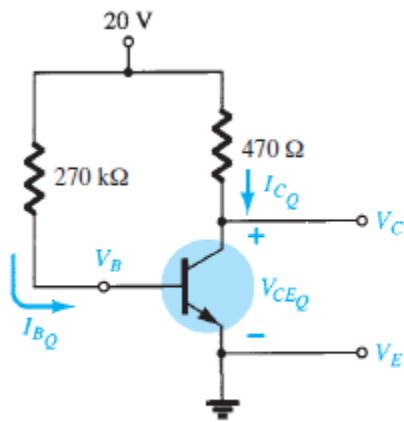


Δίνετε το διάγραμμα της ευθείας φόρτου. Βρείτε τα V_{CC} , R_C & R_B σε κύκλωμα σταθερής πόλωσης.



Σταθερή πόλωση με αντίσταση R_E

38. Τι διαφορά έχουν τα δύο κυκλώματα ($\beta=100$);



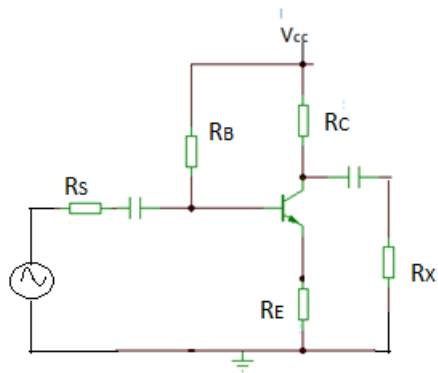
Dc analysis

Ac analysis

Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

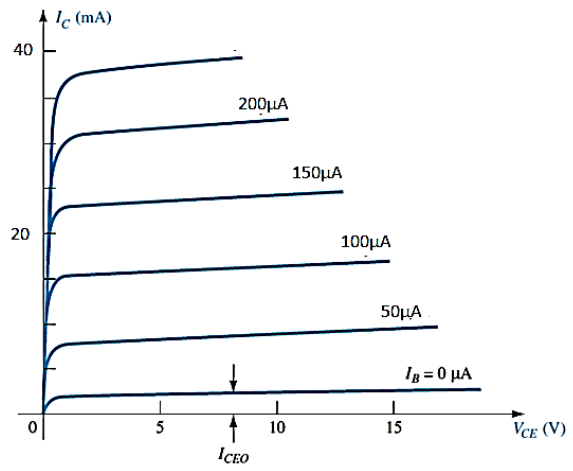
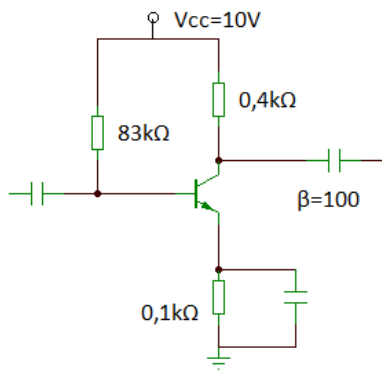
Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

39. Σχεδιάστε το ισοδύναμο ac του κυκλώματος



Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

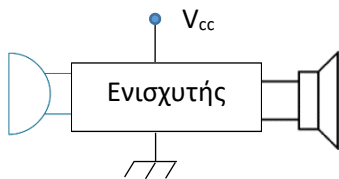
40. Υπολογίστε το β , I_C , V_{CE} , I_B , Z_{in} , Z_{out} , A_v και A_i



41. Το transistor κοινού εκπομπού σαν ενισχυτής.

Η έξοδος ενός μικροφώνου είναι μια μικρή τάση. Το σήμα που μας δίνει ένα μικρόφωνο έχει πλάτος μικρότερο από 50mV. Ένα τόσο μικρό σήμα δεν μπορεί να διεγείρει το μεγάφωνο γι' αυτό πρέπει να το ενισχύσουμε. Δεν θέλουμε απλά να αυξήσουμε την τάση του αλλά την ισχύ του δηλαδή και την τάση και το ρεύμα που θα μπει στο μεγάφωνο. <https://www.neumann.com/homestudio/en/what-is-sensitivity>

<https://www.youtube.com/watch?v=pKMcuJOhE30>



Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να περάσουμε το σήμα μέσα από ένα ενισχυτή.

Προς το παρόν από τον ενισχυτή μας ενδιαφέρει:

Το κέρδος τάσης

Το κέρδος ρεύματος

Η αντίσταση εισόδου και η αντίσταση εξόδου.

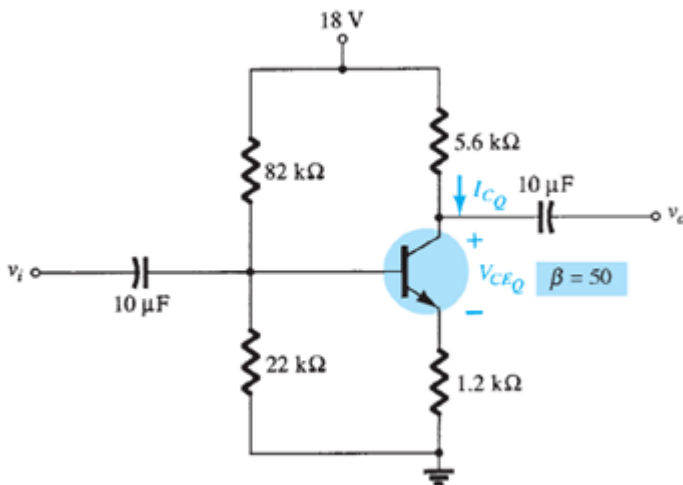
Υπάρχουν δύο τύποι τάσεων που θα πρέπει κανείς να πάρει το υπόψιν του στην περίπτωση ενός κυκλώματος ενίσχυσης:

Οι συνεχείς τάσεις πόλωσης (V_{CC}) και

Η μεταβαλλόμενη τάση του μικροφώνου που πρόκειται να ενισχυθεί.

<https://www.youtube.com/watch?v=w1Jkf7d1nRc&list=PLWy75wEabN8g6o6Q6RDWWmeNOKXVU7WfY&index=14>

42



Ο πυκνωτής στην είσοδο (και την έξοδο) του ενισχυτή χρησιμοποιείται για:

Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

1. Να κόψει οποιαδήποτε συνεχή συνιστώσα ενδεχομένως υπάρχει, μέσα στο σήμα που θέλουμε να ενισχύσουμε. Αυτό είναι απαραίτητο γιατί μία επιπλέον συνεχής τάση στο σήμα της εισόδου θα αλλάξει τις συνθήκες πόλωσης του τρανζίστορ και θα αυξήσει αισθητά την παραμόρφωση.

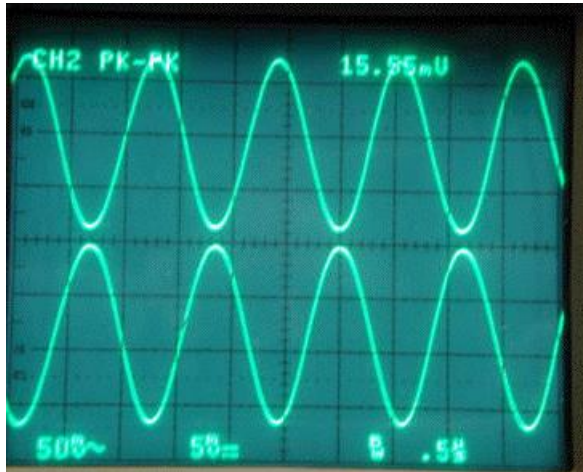
2. Να εμποδίσει τις συνεχείς τάσεις, που χρησιμοποιούνται για την πόλωση του τρανζίστορ, να περάσουν στην πηγή του εναλλασσόμενου σήματος.

3. Υποθέτουμε ότι ο πυκνωτής είναι αρκούντως μεγάλος ώστε η επένδυση του είναι πολύ μικρή για τις συχνότητες εκείνες που μας ενδιαφέρουν και έτσι το σήμα ανενόχλητο να μπορεί να περνάει στον ενισχυτή.

43. Υπολογίστε την εμπέδηση του πυκνωτή για συχνότητες 20Hz και 20kHz

44. Το μεταβαλλόμενο σήμα στην έξοδο έχει ανάποδη φάση σε σχέση με το μεταβαλλόμενο σήμα που μπαίνει στην είσοδο:

Όταν το εναλλασσόμενο σήμα που εφαρμόζεται στη βάση την κάνει λίγο πιο θετική



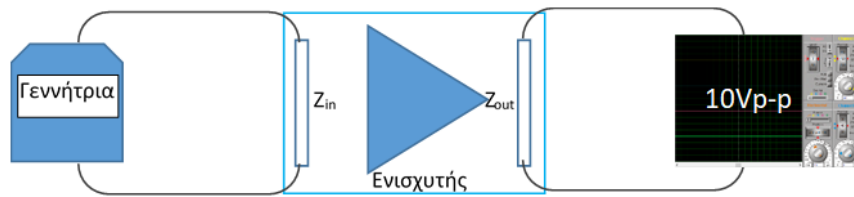
τότε το ρεύμα στη βάση αυξάνεται και κατά συνέπεια αυξάνεται και το ρεύμα στο συλλέκτη ($I_c = \beta I_b$). Τότε το δυναμικό στο συλλέκτη μειώνεται ($V_c = V_{CC} - I_c R_c$). Η αύξηση της τάσης στην βάση οδηγεί σε μείωση του δυναμικού στο συλλέκτη και αντίστροφα. Στους ενισχυτές κοινού εκπομπού, το σήμα εισόδου έχει διαφορά φάσης 180° με το εναλλασσόμενο σήμα που προκύπτει στην έξοδο του ενισχυτή γιατί τάση εισόδου σε ένα ενισχυτή

κοινού εκπομπού.

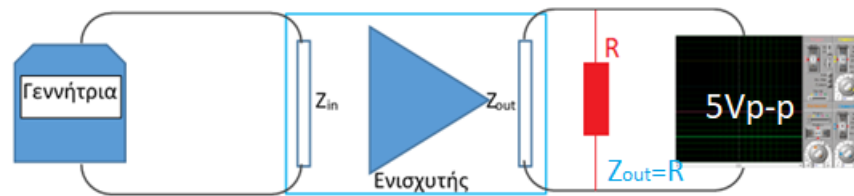
45. Η αντίσταση εισόδου του ενισχυτή κοινού εκπομπού, εξαρτάται, σε μεγάλο βαθμό, από την αντίσταση της επαφής βάσης-εκπομπού η οποία είναι η αντίσταση μιας επαφής p-n. Η δυναμική αντίσταση μιας διόδου είναι $r = 26mV/I$, όπου I είναι το ρεύμα που την διαρρέει. Στην προκειμένη περίπτωση το ρεύμα που διαρρέει την επαφή B-E είναι ίσο με I_E . Έτσι η αντίσταση που βλέπει το σήμα όταν μπαίνει στο BJT είναι περίπου ίση με $26mV/I_E$.

Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

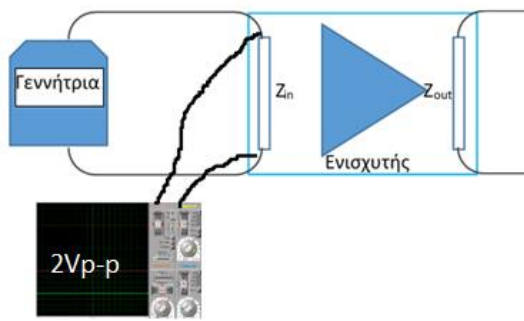
46. Μέτρηση της αντίστασης εξόδου ενός ενισχυτή: Μετράμε την ac τάση στην έξοδο του ενισχυτή με ένα παλμογράφο. Ας πούμε ότι η τιμή που βρίσκουμε είναι 10Vp-p.



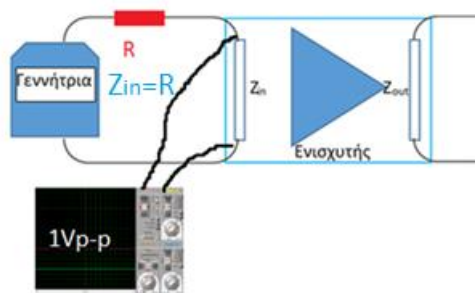
Στη συνέχεια συνδέουμε παράλληλα στην έξοδο μία μεταβλητή αντίσταση φορτίου και αλλάζουμε την τιμή της μέχρις ότου η τάση εξόδου όταν υπάρχει φορτίο, να γίνει 5Vp-p. Η τιμή της αντίστασης φορτίου R για την οποία η τάση στην έξοδο όταν υπάρχει φορτίο, είναι ίση με το μισό της τάσης εξόδου χωρίς φορτίο, ισούται με την αντίσταση εξόδου (Z_{out}).



47. Για να μετρήσουμε την αντίσταση εισόδου ενός ενισχυτή ακολουθούμε τα εξής βήματα: Αρχικά εφαρμόζουμε ένα εναλλασσόμενο σήμα στην είσοδο του ενισχυτή και το μετράμε με ένα παλμογράφο. Ας πούμε ότι αυτό είναι $2V_p-p$.

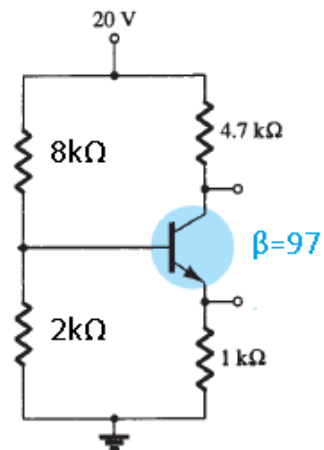


Περνάμε το σήμα της γεννήτριας μέσα από μία μεταβλητή αντίσταση που είναι συνδεδεμένη στη σειρά με την είσοδο του ενισχυτή. Στη συνέχεια μεταβάλλουμε την τιμή της μεταβλητής αντίστασης μέχρις ότου το σήμα στην είσοδο του ενισχυτή να γίνει $1V_p-p$. Η τιμή της μεταβλητής αντίστασης για την οποία η τάση στην είσοδο του ενισχυτή είναι ίση με το μισό της τάσης της γεννήτριας, είναι ίση με την αντίσταση εισόδου του ενισχυτή.



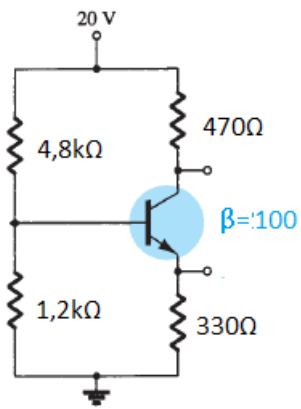
Πόλωση με διαιρέτη τάσης

48. Υπολογίστε την τάση συλλέκτη-εκπομπού, το ρεύμα στην βάση και τον συλλέκτη και τα δυναμικά στα Β, C, Ε το I_C , το I_B . Ποια είναι η περιοχή λειτουργίας του transistor;



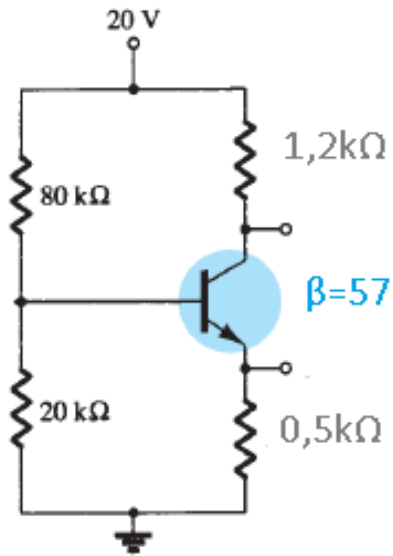
Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

49. Υπολογίστε την τάση συλλέκτη-εκπομπού, το ρεύμα στην βάση και τον συλλέκτη και τα δυναμικά στα Β, C, E το I_C , το I_B . Ποια είναι η περιοχή λειτουργίας του transistor;

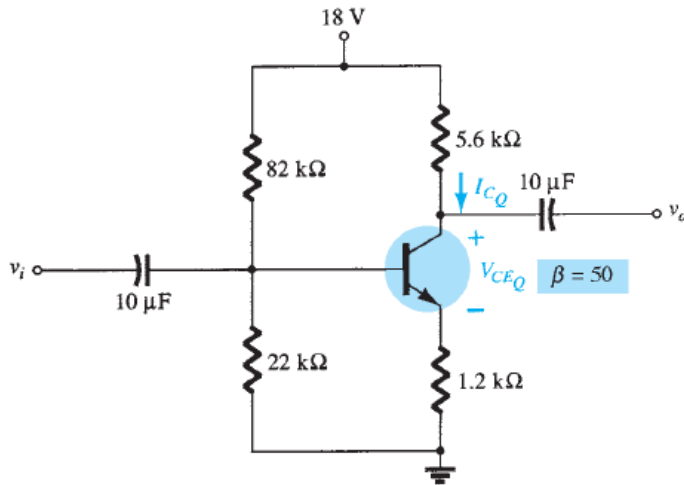


Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

50. Υπολογίστε την τάση συλλέκτη-εκπομπού, το ρεύμα στην βάση και τον συλλέκτη και τα δυναμικά στα Β, C, Ε. Ποια είναι η περιοχή λειτουργίας του transistor;



Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....



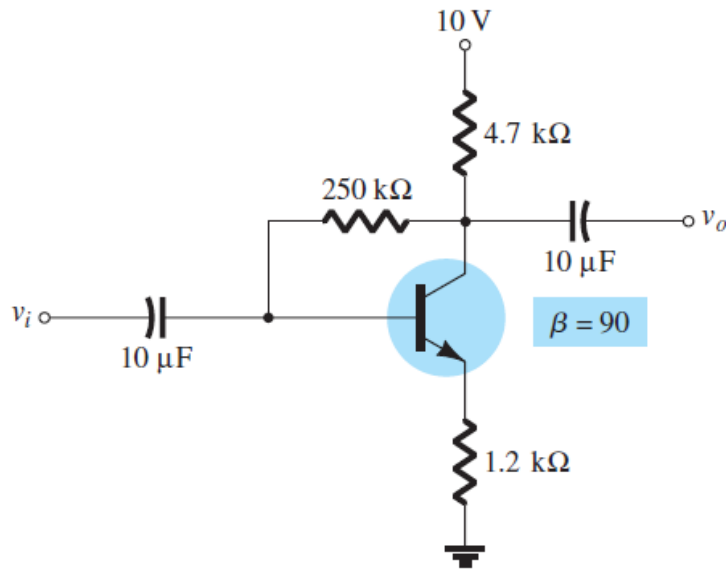
51. Προσδιορίστε το ρεύμα στον συλλέκτη και την τάση συλλέκτη-εκπομπού εφαρμόζοντας την ακριβή (Thevenin) και την προσεγγιστική λύση. Στη συνέχεια συγκρίνετε τα αποτελέσματα και αιτιολογήστε τις διαφορές που παρατηρείτε.

<https://www.youtube.com/watch?v=wnwbufklWmM&list=PLWy75wEabN8g6o6Q6RDWWmeNOKXVU7WfY&index=13>

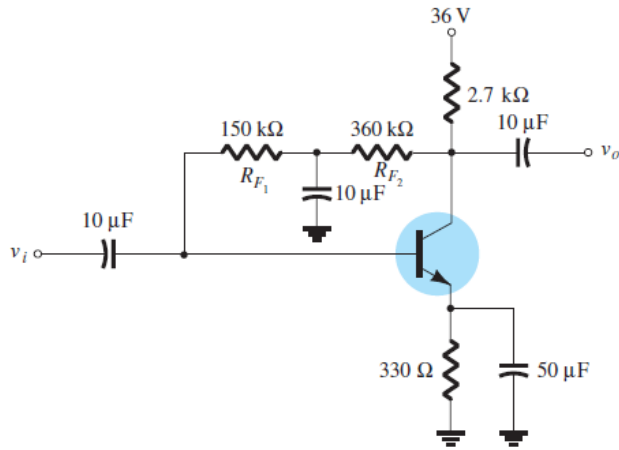
Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

52. Σχεδιασμός ενισχυτή κοινού εκπομπού

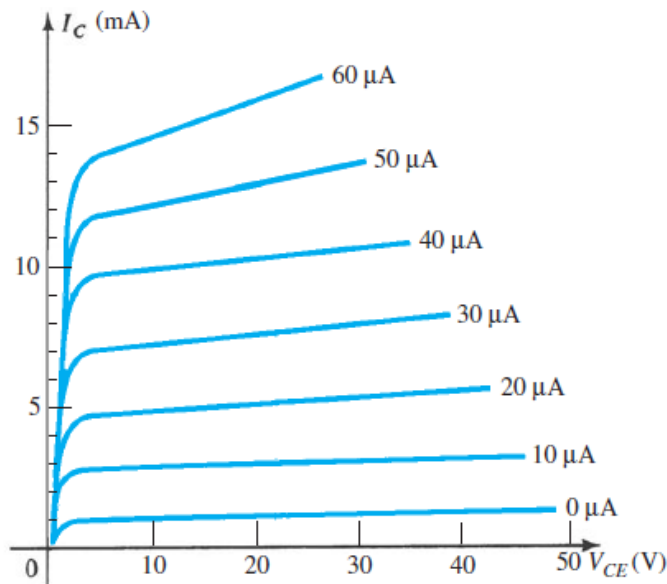
Σχεδιάστε ένα ενισχυτή BJT κοινού εκπομπού με διαιρέτη τάσης και τάση τροφοδοσίας 24Volt έτσι ώστε το ρεύμα συλλέκτη στο σημείο λειτουργίας να είναι 4mA και η τάση συλλέκτη-εκπομπού να είναι 8Volt. Δίνεται ότι $\beta=110$. Αιτιολογείστε πλήρως το κύκλωμα που θα σχεδιάσετε και επιλέξτε τις τιμές των αντιστάσεων από τις διαθέσιμες τιμές που υπάρχουν στο εμπόριο.



53. Προσδιορίστε το ρεύμα στον συλλέκτη και την τάση συλλέκτη-εκπομπού. Επαναλάβετε τους υπολογισμούς σας όταν το β αυξηθεί κατά 50%. Τι συμπεράσματα βγάζετε;

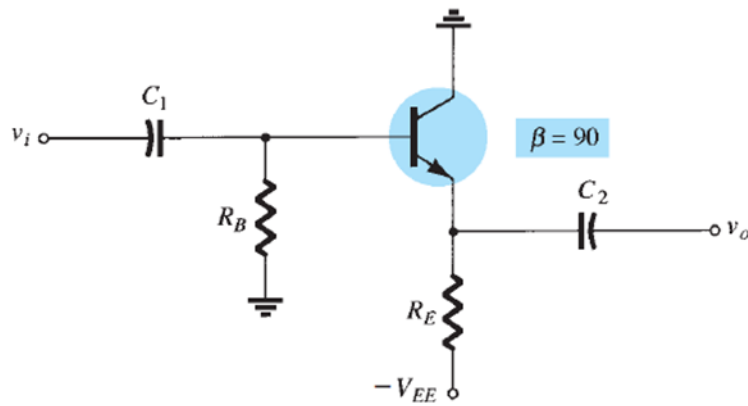


54. α) Σχεδιάστε την ευθεία φόρτου
 β) Υπολογίστε το β στο κέντρο της ενεργού περιοχής και ορίστε το σημείο λειτουργίας
 γ) Με βάση την τιμή του β που υπολογίσατε βρείτε το ρεύμα στη βάση του transistor.
 δ) Προσδιορίστε το ρεύμα στον συλλέκτη και την τάση συλλέκτη-εκπομπού.

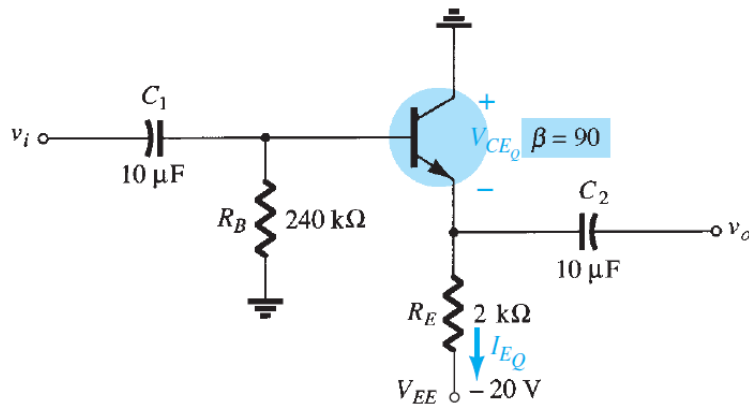


55. Emitter- follower

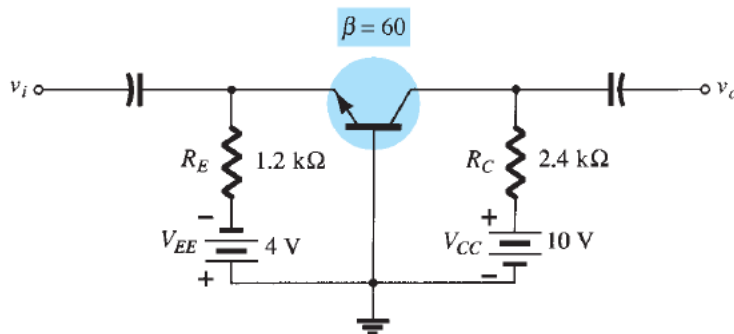
<https://www.youtube.com/watch?v=b8xDbiyw4uo&list=PLWy75wEabN8g6o6Q6RDWWmeNOKXVU7WfY&index=15>



Στα κυκλώματα που παρουσιάστηκαν μέχρι τώρα η έξοδος ήταν στον συλλέκτη. Σε αυτό το κύκλωμα η έξοδος είναι στον εκπομπό. Στην πραγματικότητα, σε όλα τα προηγούμενα κυκλώματα, κανείς θα μπορούσε να πάρει την έξοδο στον εκπομπό αρκεί να υπάρχει μια αντίσταση στο ποδαράκι του εκπομπού.



56. Υπολογίστε την τάση συλλέκτη-εκπομπού και το ρεύμα από τον εκπομπό



57. Υπολογίστε τα ρεύματα στη βάση και τον εκπομπό και τις τάσεις συλλέκτη-εκπομπού και συλλέκτη-βάσης.

58. Ανάλυση ac του ενισχυτή κοινού εκπομπού με διαιρέτη τάσης: Υπολογίστε το κέρδος τάσης, την αντίσταση εισόδου και την αντίσταση εξόδου στο παρακάτω κύκλωμα (R_E bypassed)



Το θεώρημα της υπέρθεσης μπορεί να εφαρμοστεί στην ανάλυση και το σχεδιασμό ενός ενισχυτή με τρανζίστορ. Μπορεί κανείς να κάνει ξεχωριστά την DC ανάλυση και την απόκριση μεταβαλλόμενου σήματος.

Για την μελέτη της απόκρισης ac ενός ενισχυτή ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Βραχυκυκλώνουμε τις πηγές συνεχούς τάσης, δηλαδή τις συνδέουμε με την γείωση.
2. Αντικαθιστούμε τους πυκνωτές του κυκλώματος με βραχυκυκλώματα.
3. Αντικαθιστούμε το τρανζίστορ με το ισοδύναμο μοντέλο
4. Ξανασχεδιάζουμε το κύκλωμα με έναν πιο βολικό τρόπο.

Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

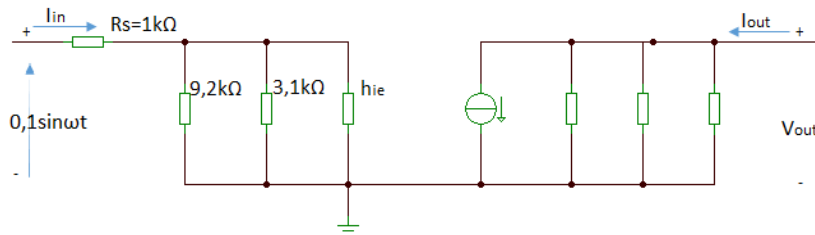
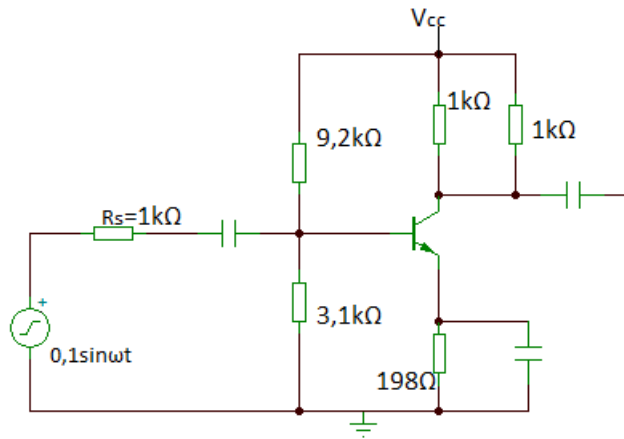
59. α) Σχεδιάστε ένα ενισχυτή κοινού εκπομπού με διαιρέτη τάσης που τροφοδοτείται από πηγή τάσης 10Volt και $I_C=2\text{mA}$, $V_E=1\text{V}$, $V_{CE}=4\text{V}$, $V_{BE}=0,7\text{V}$, $h_{FE}=50$ και το ρεύμα στον διαιρέτη τάσης είναι $10I_B$. β) Εάν παράλληλα στην αντίσταση του εκπομπού έχει συνδεθεί ένας πυκνωτής αμελητέας εμπέδησης και οι παράμετροι του transistor είναι $h_{fe}=150$, $h_{ie}=1\text{k}\Omega$, $h_{oe}=24\mu\text{S}$, να υπολογιστούν: i) Το κέρδος τάσης, ii) Το κέρδος ρεύματος iii) Το κέρδος ισχύος.

Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

60. Ένας ενισχυτής κοινού εκπομπού με $h_{ie}=0,8k\Omega$, $h_{oe}=25\mu S$ και $h_{fe}=100$ έχει στον συλλέκτη μια αντίσταση $15k\Omega$. Η είσοδος του ενισχυτή παρέχεται από μία γεννήτρια συχνοτήτων με εσωτερική αντίσταση $1k\Omega$. Υπολογίστε α) το κέρδος ρεύματος, β) το κέρδος τάσης του κυκλώματος και το κέρδος του transistor. Η έξοδος του ενισχυτή συνδέεται με ένα άλλο ενισχυτή που έχει αντίσταση εισόδου $10k\Omega$. Υπολογίστε τα ακόλουθα: i) Το κέρδος τάσης του σταδίου και ii) Το κέρδος τάσης του transistor.

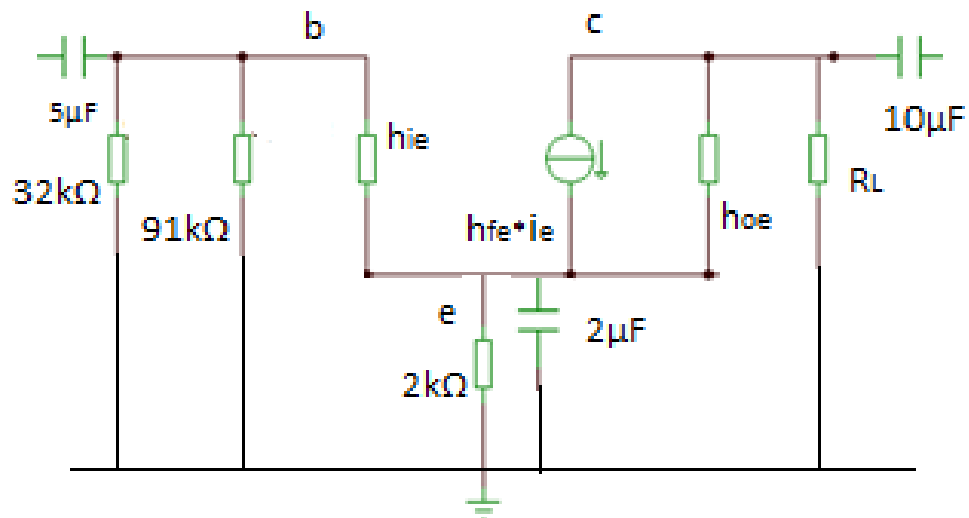
Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

61. Σχεδιάστε το ισοδύναμο κύκλωμα ac του παρακάτω ενισχυτή, υποθέτοντας ότι, στη δεδομένη συχνότητα, η εμπέδηση των πυκνωτών είναι αμελητέα. Δίνεται ότι $h_{ie}=1k\Omega$, $h_{fe}=200$, $h_{oe}=24\mu S$. Υπολογίστε τα ακόλουθα: α) το κέρδος τάσης (98), β) το κέρδος ρεύματος, γ) το κέρδος ισχύος, δ) την τάση εξόδου, ε) το κέρδος του κυκλώματος



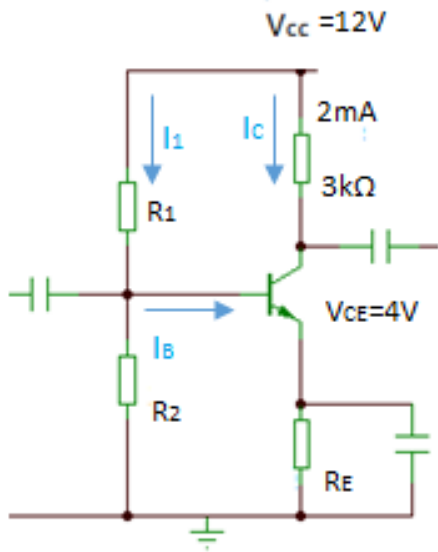
Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

62. Σχεδιάστε το πλήρες κύκλωμα που αναπαριστάται από το παρακάτω ισοδύναμο ac. Το κύκλωμα θα πρέπει να περιέχει τις τιμές όλων των εξαρτημάτων και της R_L . Δίνεται ότι: $V_E=2V$, $V_{BE}=0,7V$, $V_{CC}=12V$, $V_{CE}=4V$, $I_C=1mA$ και $h_{FE}=100$



Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

63. Υπολογίστε τις τιμές των αντιστάσεων όταν δίνεται ότι $I_1=10 \cdot I_B$, $h_{FE}=50$ και $V_{BE}=0,7V$



Όνοματεπώνυμο:.....Α.Μ.:.....

?. Χρησιμοποιείτε το BJT 2N3053 στο πρόγραμμα TINA TI και απαντήσετε στο ερώτημα 1. Συνδέστε αμπερόμετρα στην βάση και τον συλλέκτη.

?. Χρησιμοποιείτε το BJT 2N2102 στο πρόγραμμα TINA TI και απαντήσετε στο ερώτημα 2. Συνδέστε αμπερόμετρα στην βάση και τον συλλέκτη.

?. Ξεκινήστε από το κύκλωμα της ερώτησης 1 και σπρώξτε το transistor να δουλέψει στον κόρο (2N3053)

Σχεδίαση και κατασκευή ενισχυτή μικροφώνου

Περιγραφή:

Έχετε να σχεδιάσετε ένα ενισχυτή με είσοδο από μικρόφωνό και έξοδο ένα ακουστικό 20Ω.

Μπορείτε να σχεδιάσετε ένα ενισχυτή τριών σταδίων: Κοινή πηγή μετά κοινός εκπομός και μετά κοινός συλλέκτης. Τροφοδοσία 9V. Αν διαλέξετε άλλη τροφοδοσία θα πρέπει να εξηγήσετε γιατί.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ότι βιβλιογραφικές πηγές θέλετε αρκεί να δείξετε ότι καταλάβατε.

Τι περιμένω να κάνετε:

Να γράψετε ένα κείμενο στο οποίο θα εξηγείτε γιατί επιλέξατε τις τιμές των εξαρτημάτων και πως λειτουργεί ο συγκεκριμένος ενισχυτής.

Να εξηγήσετε γιατί δεν υπάρχει clipping.

Να κάνετε την προσομοίωση κάθε σταδίου στο TINA. Να κάνετε προσομοίωση όλου του ενισχυτή στο TINA.

Να παρουσιάσετε τη δουλειά σας σε 7 λεπτά προφορικής παρουσίασης.

Κάθε φοιτητής θα στείλει ένα κείμενο και ένα αρχείο προσομοίωσης

Πως θα βαθμολογηθείτε:

1. Καλή εξήγηση των σχεδιαστικών επιλογών σας
2. Πρωτοτυπία στην λύση προβλημάτων.
3. Ευρηματικότητα (μπορείτε να φτιάξετε ότι ενισχυτή θέλετε αρκεί να μπορείτε να τον παρουσιάσετε και να τον εξηγήσετε)
4. Όσοι από εσάς κατασκευάσουν το κύκλωμα σε breadboard θα έχουν extra bonus.

Βάλτε μπροστά την αυτενέργεια και την ευρηματικότητα που διαθέτετε.

Η εργασία είναι υποχρεωτική