

ΑΝΑΦΟΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ Ι

ΑΣΚΗΣΗ 3 : ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΟΛΩΣΗ ΤΩΝ ΔΙΠΟΛΙΚΩΝ TRANSISTOR

ΟΜΑΔΑ

Γιώργος Βιριράκης 2016030035

Χρήστος Μπεχτσούδης 2016030005

Μιχάλης Γαλάνης 2016030036

Ερώτημα 3.1.1

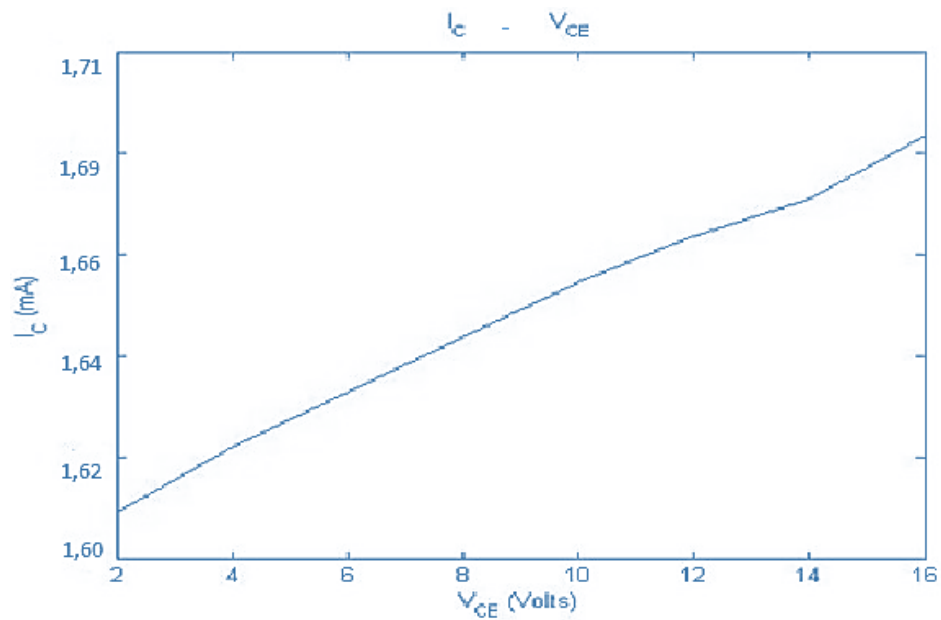
Παρακάτω, παρατίθεται ο πίνακας τιμών των μετρήσεων V_{RB} , I_B , V_{CE} , V_{RC} , V_{BE} καθώς και των θεωρητικών τιμών I_C , I_E , α , β , χρησιμοποιώντας τις σχέσεις: $I_C = V_{RC} / R_C$, $I_E = I_C + I_B$, $\alpha = I_C / I_E$, $\beta = I_C / I_B$

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ					ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ			
$V_{RB}(V)$	$I_B(\mu A)$	$V_{CE}(V)$	$V_{RC}(V)$	$V_{BE}(V)$	I_C	I_E	α	β
3.3	10	2	3,545	0,683	1,611	1,612	0,99937	161,1
3.3	10	4	3,583	0,682	1,628	1,629	0,99938	162,8
3.3	10	6	3,623	0,682	1,646	1,647	0,99939	164,6
3.3	10	8	3,654	0,682	1,660	1,661	0,999397	166
3.3	10	10	3,687	0,679	1,675	1,676	0,9994	167,5
3.3	10	12	3,719	0,678	1,690	1,691	0,999408	169,04
3.3	10	14	3,751	0,677	1,705	1,706	0,99941	170,5
3.3	10	16	3,780	0,676	1,718	1,719	0,999418	171,8
6.6	20	2	7,316	0,699	3,243	3,245	0,99938	162,15
6.6	20	4	7,246	0,696	3,293	3,295	0,99939	164,65
6.6	20	6	7,338	0,695	3,335	3,337	0,9994	166,75
6.6	20	8	7,427	0,693	3,375	3,377	0,9994	168,88
6.6	20	10	7,500	0,692	3,409	3,411	0,99941	170,45
6.6	20	10,64	7,581	0,690	3,445	3,447	0,99942	172,25
6.6	20	14	-	-	-	-	-	-
9.9	30	2	10,692	0,711	4,860	4,863	0,99938	162
9.9	30	4	10,875	0,709	4,943	4,946	0,99939	164,7
9.9	30	6	11,043	0,706	5,019	5,022	0,9994	167,3
9.9	30	6,72	11,237	0,703	5,107	5,110	0,99946	170,2
9.9	30	10	-	-	-	-	-	-
13.2	40	2	14,393	0,714	6,542	6,546	0,9993	163,5

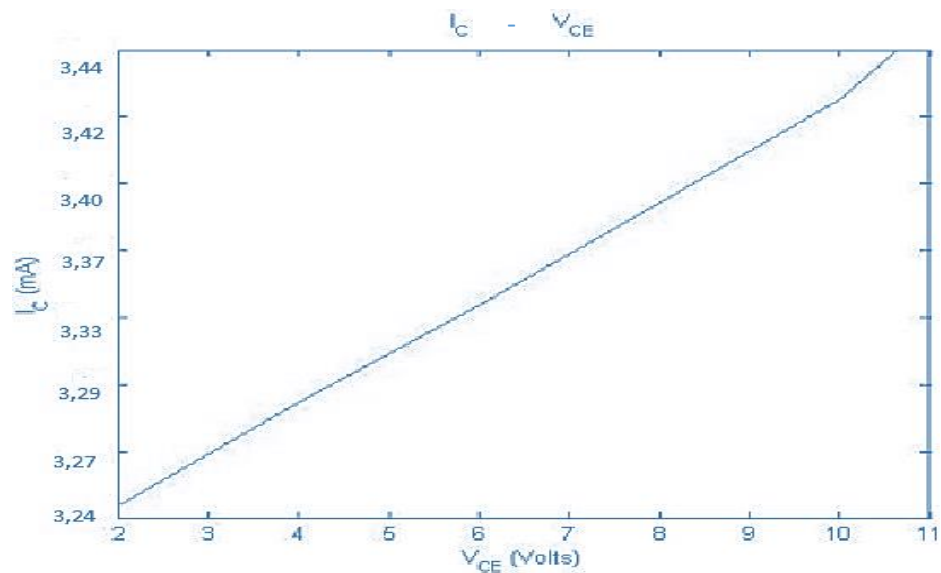
13.2	40	4	-	-	-	-	-	-
13.2	40	6	-	-	-	-	-	-
13.2	40	8	-	-	-	-	-	-
16.5	50	0,5	17,886	0,722	8,130	8,135	0,99938	162,6
16.5	50	4	-	-	-	-	-	-
16.5	50	6	-	-	-	-	-	-

Ερώτημα 3.1.2

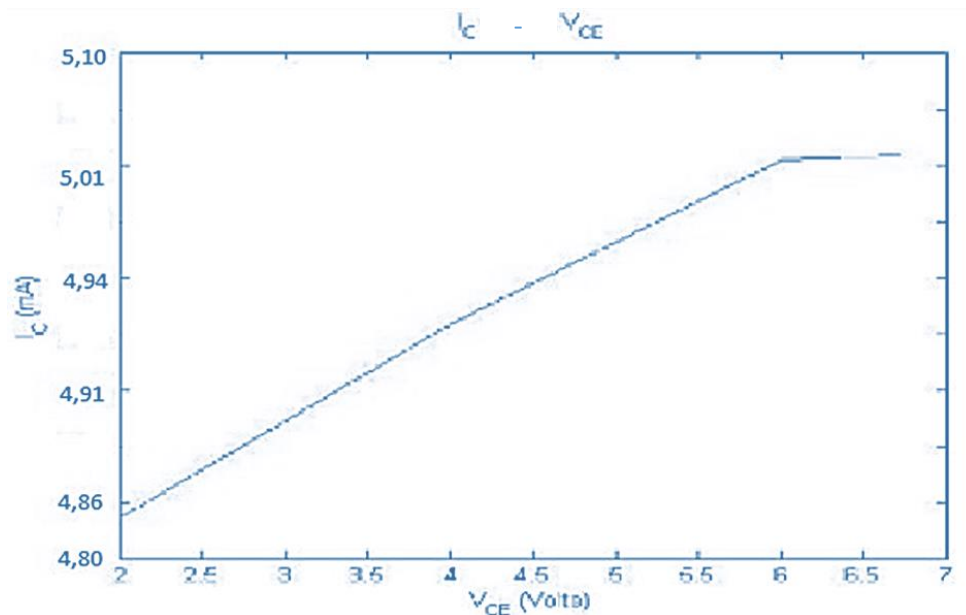
- Για $I_B = 10 \text{ mA}$:



- Για $I_B = 20 \text{ mA}$:

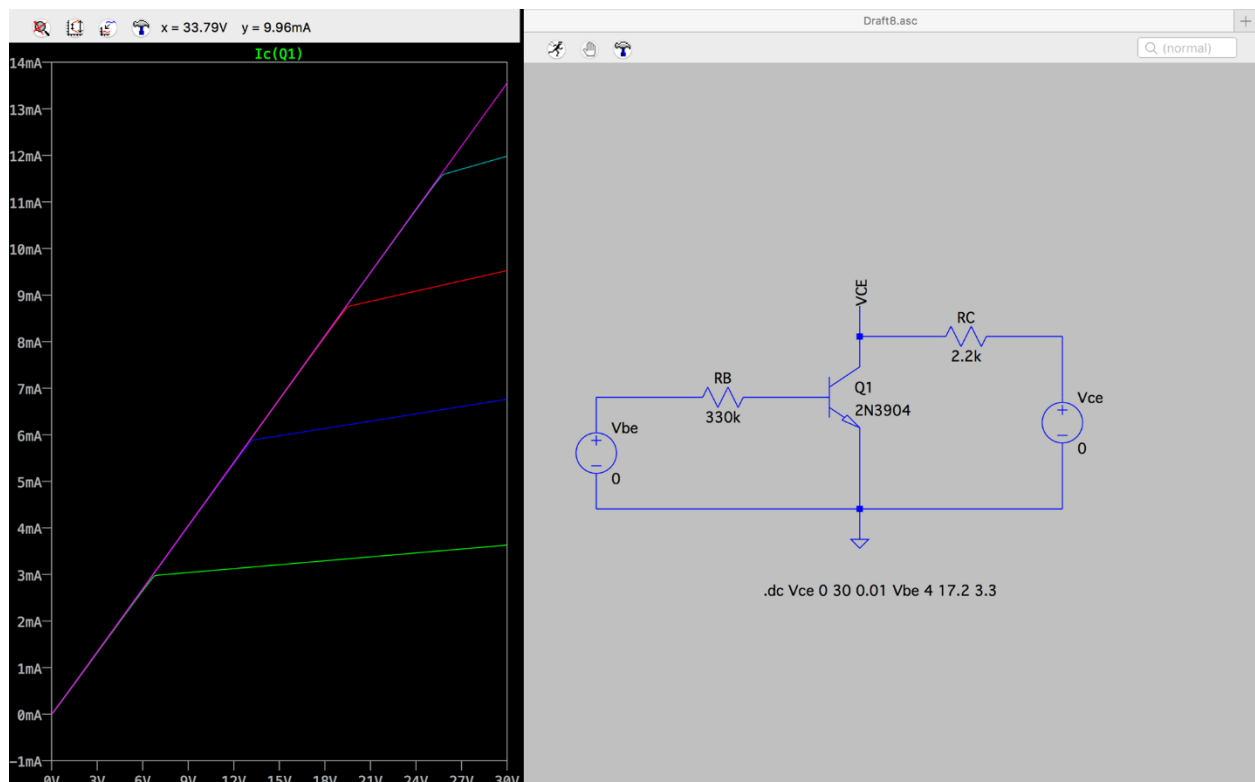


- Για $I_B = 30 \text{ mA}$:

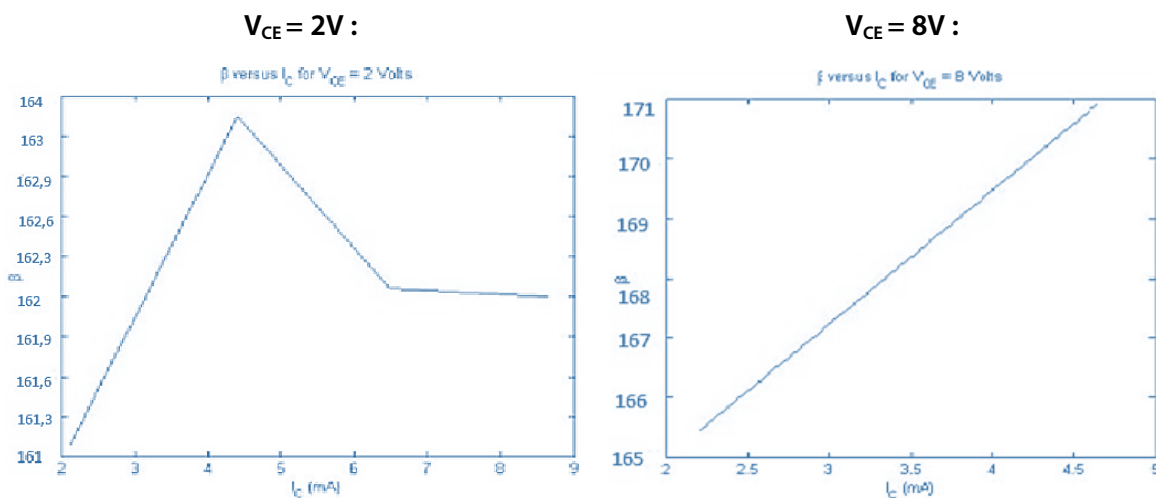


- Για $I_B = 40 \text{ mA}$ και $I_B = 50 \text{ mA}$ τα όργανα του εργαστηρίου δεν μπορούσαν να ανταποκριθούν στις απαιτούμενες τάσεις, συνεπώς δεν μπορέσαμε να σχεδιάσουμε τις χαρακτηριστικές.

Ερώτημα 3.1.3



Ερώτημα 3.1.4



Η μεταβολή του β οφείλεται στο ρεύμα και στη θερμοκρασία που αναπτύσσεται στο τρανζίστορ.

Ερώτημα 3.1.5

Αν το β ήταν σταθερό τότε το ρεύμα I_C θα αύξανε γραμμικά σε σχέση με την τάση V_{CE} ενώ αν μεταβάλλεται το β τότε η σχέση δεν είναι τελείως γραμμική.

Ερώτημα 3.2.1 (Πειραματικοί υπολογισμοί)

$V_B =$	$7,66V / V_C$	$= 12,52V / V_E = 6,92V / V_{CC}$	$= 20V$
$V_{BE} =$	$V_B - V_E$	$= 7,66 - 6,92$	$= 0,74V$
$V_{CE} =$	$V_C - V_E$	$= 12,52 - 6,92$	$= 5,6V$
$I_B =$	$V_{CC} - V_B / (R_B + R_C)$	$= (20 - 7,66V) / 393K\Omega$	$= 18,051 \text{ mA}$
$I_C =$	$(V_{CC} - V_C) / R_C$	$= (20 - 12,52)V / 3K\Omega$	$= 15,827 \text{ mA}$
$I_E =$	V_E / R_E	$= 6,92V / 2,4K\Omega$	$= 2,883 \text{ mA}$
$\beta =$	I_C / I_B	$= 15,827 \text{ mA} / 18,051 \mu A$	$= 81,51$

Ερώτημα 3.2.2 (Θεωρητικοί υπολογισμοί)

Από τις σχέσεις:

KVL : 1) $V_{CC} = V_{RC} + V_{RB} + V_{BE},$
 2) $V_{CC} = V_{RC} + V_{CE} + V_{RE}$

KCL : 3) $I_S = I_C + I_B$
 4) $I_B + I_C = I_E$ παράγονται τα παρακάτω:

Από την (1): $V_{CC} = R_C * I_S + I_B * R_B + I_E * R_E = R_C * (I_C + I_B) + R_B * I_B + R_E * (I_C + I_B)$

Όμως, $I_C = \beta * I_B$, επομένως

$$V_{CC} = R_C * (\beta + 1) * I_B + R_B * I_B + R_E * (\beta + 1) * I_B = \{ (R_C + R_E) * (\beta + 1) + R_B \} * I_B$$

Για $\beta = 81,51$ έχουμε :

$$I_B = 20 / (5,4K\Omega * 82,51 + 390K\Omega) = 20V / 835,554 K\Omega = 23,94 \mu A$$

$$I_C = \beta * I_B = 1,951 \text{ mA}$$

$$I_E = I_B + I_C = 1,975 \text{ mA}$$

$$V_B = V_{CC} - I_B * R_B = 10,66 \text{ V}$$

$$V_C = V_{CC} - I_C * R_C = 14,15 \text{ V}$$

$$V_E = I_E * R_E = 4,74 \text{ V}$$

Οι αποκλίσεις οφείλονται στις ανοχές των αντιστάσεων, στις αντιστάσεις των οργάνων, στην μη ιδανικότητα του τρανζίστορ (το β αλλάζει με τη θερμοκρασία) και στα σφάλματα της μέτρησης.

Ερώτημα 3.2.3

$$F_{(\beta)} = I_C = I_B * \beta$$

$$(I_C)' = F'_{(\beta)} = (\beta * I_B)' = I_B = 23,94 * 10^{-6} = 1,23\% * (1,591 * 10^{-3})$$

Η ποσότητα 1,23% είναι χρήσιμη διότι το β μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία και επηρεάζεται το I_C .

Ερώτημα 3.3.3.1 (Πειραματικοί υπολογισμοί)

$$V_C = 8,919 \text{ V} / V_E = 1,515 \text{ V} / V_B = 2,217 \text{ V}$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 8,919 - 1,515 \text{ V} = 7,334 \text{ V}$$

$$V_{BE} = V_B - V_E = 2,217 \text{ V} - 1,515 \text{ V} = 0,702 \text{ V}$$

$$V_{RB1} = V_{CC} * R_{B1} / (R_{B1} + R_{B2}) = 12,5 \text{ V}$$

$$V_{RB2} = V_{CC} * R_{B2} / (R_{B1} + R_{B2}) = 2,5 \text{ V}$$

$$I_1 = V_{RB1} / R_{B1} = 12,5 \text{ V} / 54K\Omega = 0,232 \text{ mA}$$

$$I_2 = V_{RB2} / R_{B2} = 2,5 \text{ V} / 10,8K\Omega = 0,232 \text{ mA}$$

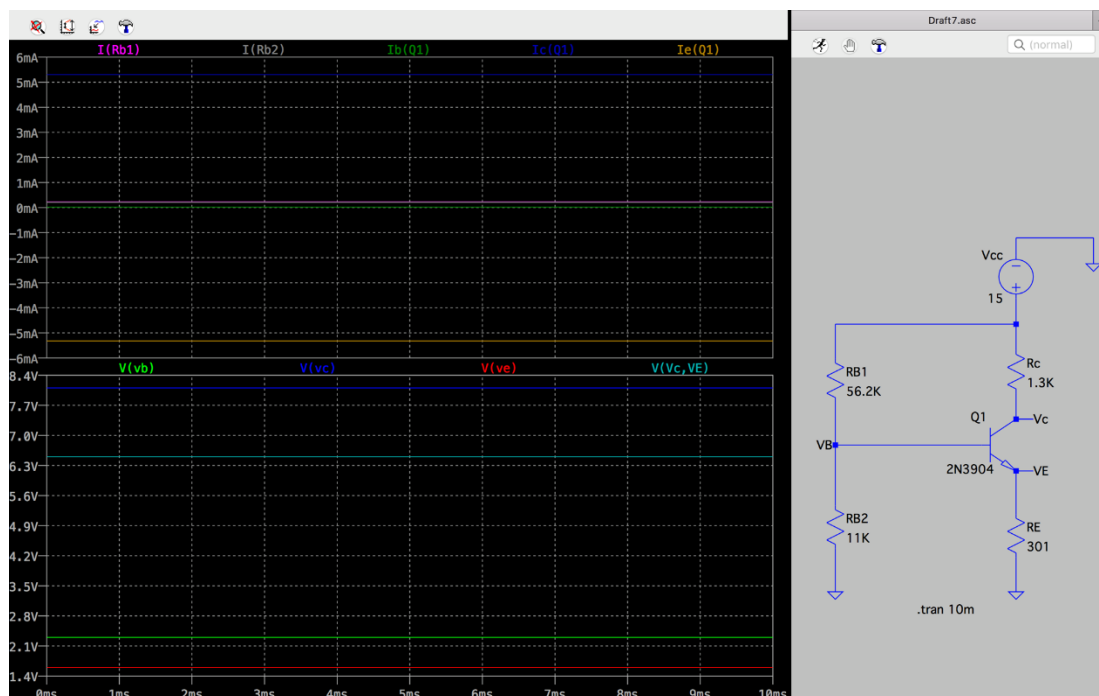
$$I_B = I_C / \beta = 7,32 \text{ mA} / 150 = 48,78 \mu A$$

$$I_C = V_C / R_C = 8,78 \text{ V} / 1,2 K\Omega = 7,316 \text{ mA}$$

$$B = I_C / I_B = 149,98$$

$$I_E = I_B + I_C = 7,365 \text{ mA}$$

Ερώτημα 3.3.3.2



Ερώτημα 3.3.3.3 (Θεωρητικοί υπολογισμοί)

Από KVL στο ισοδύναμο Thevenin έχουμε:

$$\begin{aligned} I_C &= (E_{TH} - 0,7) / (R_B / \beta + R_E) = 6\text{mA} \\ I_B &= I_C / \beta = 40 \mu\text{A} \\ V_{CE} &= V_{CC} - I_C * (R_C + R_E) = 6\text{V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_E &= I_E * R_E = 1,8\text{V} \\ V_C &= V_{CE} + V_E = 6,0 + 1,8 = 7,8\text{V} \\ V_B &= V_{BE} + V_E = 0,7 + 1,8 = 2,5\text{V} \end{aligned}$$

Οι αποκλίσεις οφείλονται σε ανοχές των αντιστάσεων και αποκλίσεις του β .

Ερώτημα 3.3.3.4

Το β πειραματικά είναι **149,97** και θεωρητικά **100**. Η απόκλιση οφείλεται στο γεγονός ότι το β επηρεάζεται από το ρεύμα I_C και την θερμοκρασία.

Ερώτημα 3.3.3.5

$$\begin{aligned} F_{(\beta)} &= I_C = I_B * \beta \\ (I_C)' &= F'_{(\beta)} = (\beta * I_B)' = I_B = 40 \mu\text{A} \end{aligned}$$

Ερώτημα 3.3.3.6

Παρατηρούμε ότι, αύξηση του λόγου $R_B / (\beta * R_E)$ μειώνει το I_C και μείωση του I_C προκαλεί αύξηση του V_{CE} .