

ΑΝΑΦΟΡΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ 3

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ II

ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ 2018030139

ΤΙΚΑΣ ΘΟΔΩΡΗΣ 2018030177

Διαφορικός ενισχυτής με αντίσταση στον εκπομπό

1) DC ανάλυση και υπολογισμός τάσεων/ρευμάτων

Dc ανάλογο

Για την DC ανάλυση θεωρούμε την πηγή εναλασσόμενου ρεύματος αμελητέα και έτσι έχουμε:

$$1) V_{CC} - I_C \cdot R_C = V_C \rightarrow V_C = 12 - I_C \cdot 10^4$$

$$2) V_{BE} = 0.7V$$

$$0 - I_B \cdot R_B - V_{BE} - I_E \cdot R_5 - I_E \cdot 2R_E - (-2) = 0$$

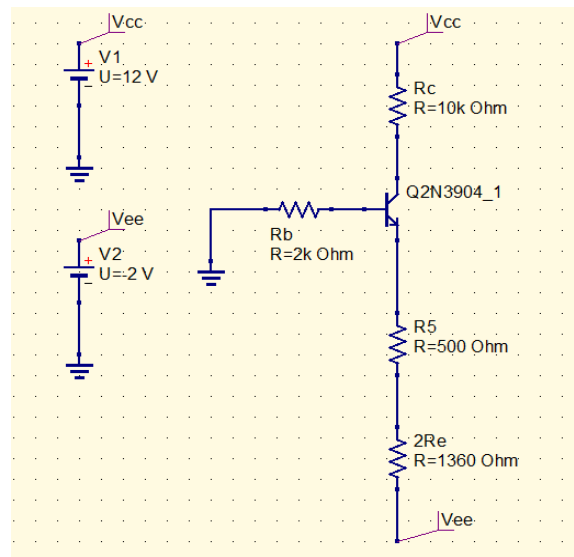
$$2000I_B + 500I_E + 1360I_E = 1.3$$

$$3) I_C = \beta \cdot I_B$$

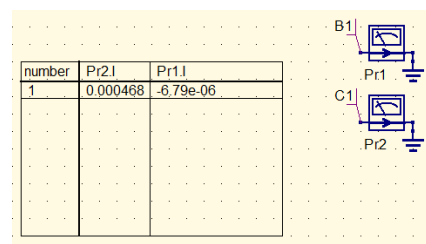
$$I_E = (\beta + 1) \cdot I_B$$

$$4) V_B = I_B \cdot R_B = 2000I_B \rightarrow V_B = 2000I_B$$

$$5) V_E = V_B - 0.7$$



το β προκύπτει 69.3 μετά απο υπολογισμό με αμπερόμετρα στο κύκλωμα ($\beta = I_C / I_B$)



I_C	I_B	I_E	V_C	V_B	V_E
0.679 mA	9.8 μ A	0.689 mA	5.21 V	19.6 mV	-0.68

AC ανάλυση και υπολογισμός A_{CM} , A_d , ρ

$$A_{cm} = \frac{V_o}{V_{cm}} = \frac{V_o \cdot V_{cm}}{V_i \cdot V_{cm}} = \frac{V_o \cdot Z_i}{V_i \cdot Z_{in}}$$

$$1) V_o = -g_m \cdot V_{be} \cdot R_c$$

$$2) V_i = I_b \cdot Z_i$$

$$3) Z_i = r_{\pi} + R_5(\beta+1) + 2R_e(\beta+1)$$

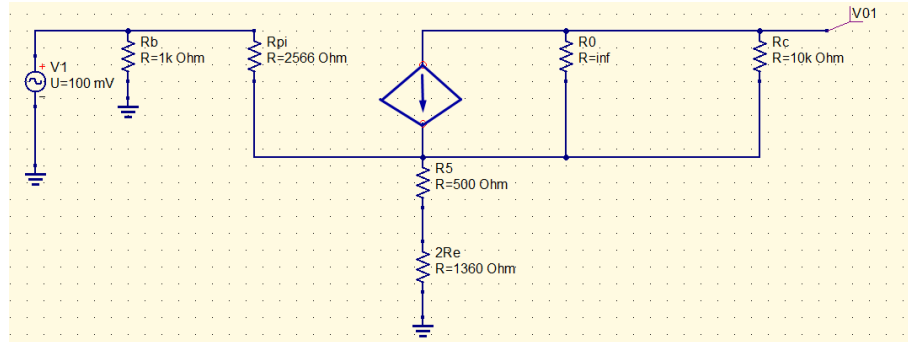
$$4) Z_{in} = (R_B \parallel r_{\pi}) + R_5(\beta+1) + 2R_e(\beta+1)$$

προκύπτει απο πράξεις ότι:

$$A_{cm} = \frac{V_o \cdot Z_i}{V_i \cdot Z_{in}} = \frac{-g_m \cdot V_{be} \cdot R_c \cdot Z_i}{I_b \cdot Z_i \cdot Z_{in}} = \frac{-I_c \cdot R_c}{I_b \cdot Z_{in}} = \frac{-\beta \cdot I_b \cdot R_c}{I_b \cdot Z_{in}} = \frac{-\beta \cdot R_c}{Z_{in}}$$

όμως, $g_m = I_c / V_T = 0.027$, $R_B \parallel r_{\pi} \ll 2R_e(\beta+1)$ και $\beta+1 \sim \beta$

έτσι, $A_{cm} = -5.37$



$$A_d = \frac{V_o}{V_d} = \frac{V_{o2} - V_{o1}}{V_d}$$

$$1) V_{o1} = 0 - i_c R_c = -g_m V_{BE} R_c$$

$$2) V_E = V_B - i_b r_{\pi} \rightarrow V_B = V_{BE} / r_{\pi}$$

$$3) V_{BE} = V_d / 2$$

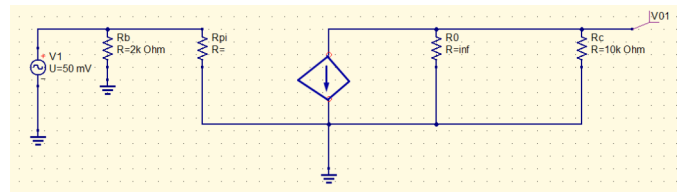
η διαφορά στο πρόσημο οφείλεται στην διαφορετική φάση των δύο πηγών του κυκλώματος (-180°)

$$V_{o1} = -g_m \cdot V_d / 2 \cdot R_c$$

$$V_{o2} = g_m \cdot V_d / 2 \cdot R_c$$

$$V_o = g_m \cdot V_d \cdot R_c$$

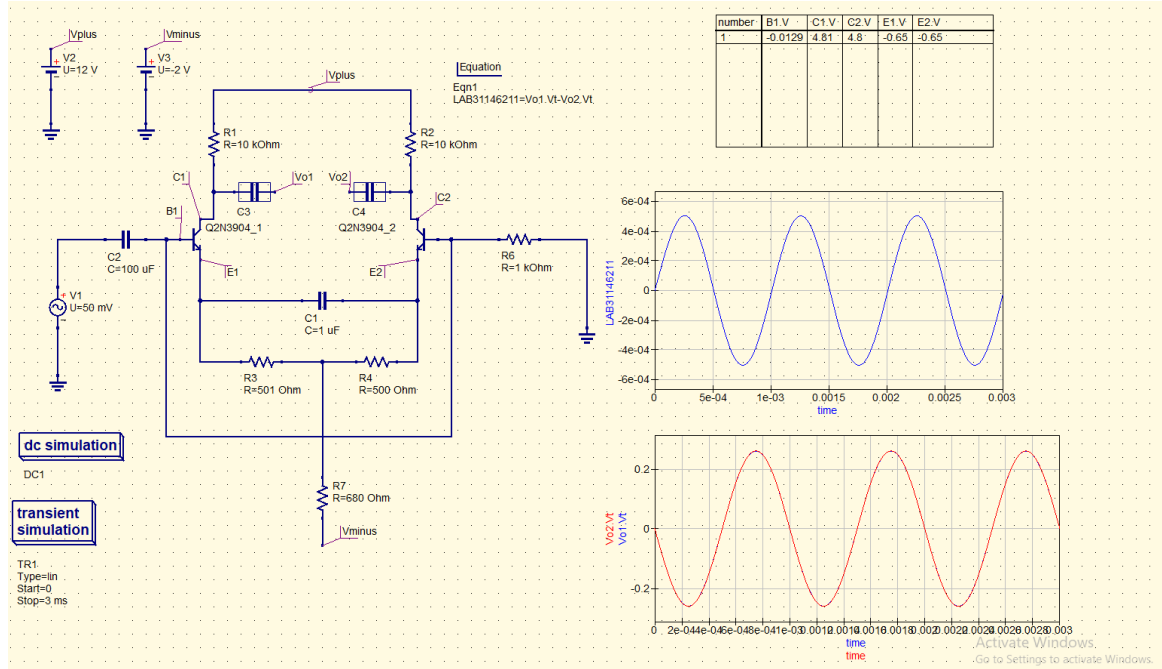
Έτσι, $A_d = 260$



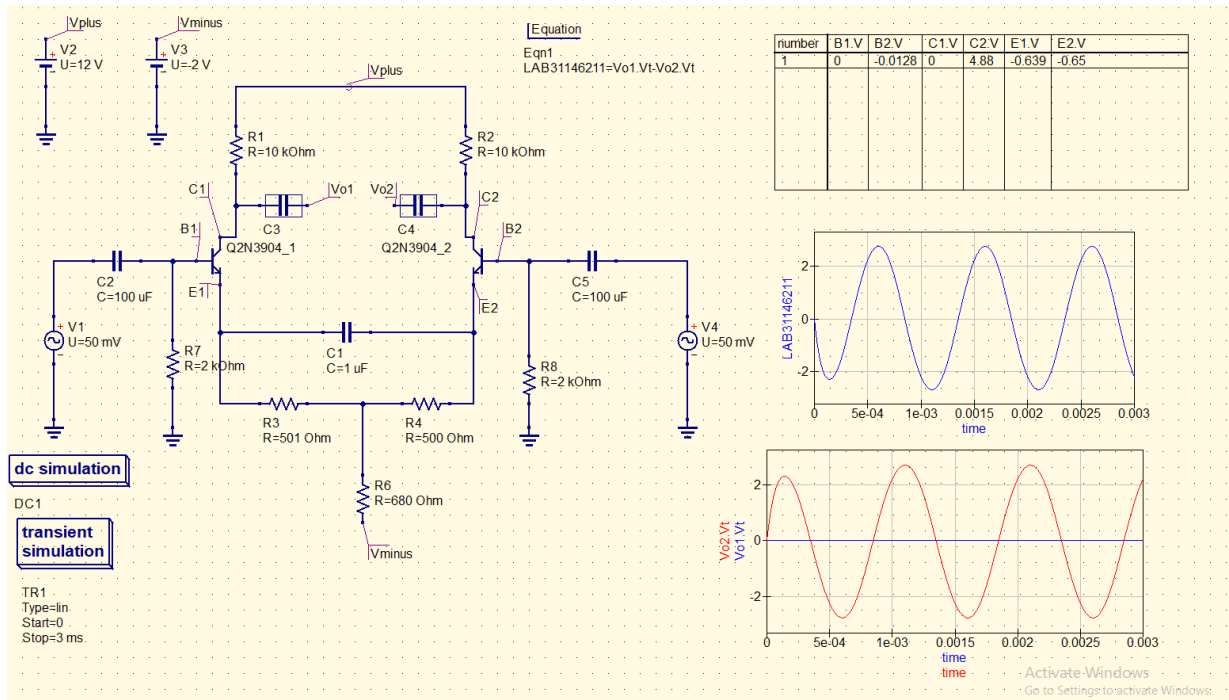
$$\rho = |A_d / A_{cm}| = 48.4$$

2) Screenshot του κυκλώματος από το QUCS

1η υλοποίηση



2η υλοποίηση



3) Υπολογισμός A_{cm} , A_d , ρ

με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα:

A_{cm} (1ο κύκλωμα):

$$V_{cm} = (V_1 + V_2) / 2 = 50mV$$

$$V_{out} = V_{o1} - V_{o2} = 0.0005V$$

$$A_{cm} = V_{out} / V_{cm} = 0.01$$

A_d (2ο κύκλωμα):

$$V_d = V_2 - V_1 = 0.1V$$

$$V_{out} = V_{o1} - V_{o2} = 10V$$

$$A_d = V_{out} / V_d = 100$$

$$\rho = A_d / A_{cm} = 10000$$

4) Υπολογισμός περιοχής λειτουργίας

Με βάση τα αποτελέσματα τόσο της πειραματικής όσο και της θεωρητικής ανάλυσης προκύπτει ότι τα δύο τρανζίστορς δουλεύουν στην ενεργή περιοχή (εφόσον $V_c > V_b$)

5) Σύγκριση αποτελεσμάτων

Παρατηρούμε πως οι τάσεις και τα ρεύματα στην θεωρητική ανάλυση παρουσιάζουν ελάχιστες αποκλίσεις με τις πειραματικές τιμές κάτι που οφείλεται, κυρίως, σε στογγυλοποίηση αποτελεσμάτων σε κάποιες πράξεις.

Από την άλλη, βλέπουμε μεγάλη απόκλιση στις τιμές του A_d , A_{cm} και του ρ κάτι που οφείλεται σε παραδοχές και προσεγγίσεις που κάναμε στις θεωρητικές μετρήσεις.

Ενδεικτικά,

Θεωρητικά - Πειραματικά		
A_{cm}	-5.37	0.01
A_d	260	100
ρ	48.4	10000