$V_{BE} = 0,7 V$

$V_{CC} = 10 V$

$V_T = 25 mV$

$V_{BB} = 3 V$

$R_B = 100 K\Omega$

$R_C = 3 K\Omega$

$\beta = 100$

αγνοούμε Early

$(r_0 = \infty)$

DC ανάλυση

$I_B = ?$

$I_C = ?$

$I_E = ?$

$V_C = ?$

$V_B = ?$

$V_E = ?$

$g_m = ?$

$r_\pi = ?$

AC ανάλυση

$\frac{v_o}{v_i} = ?$



ορθή ενεργό περιοχή
EB ορθά
CB ανάστροφα

$V_i (V)$

Μικρό σήμα $V_i$
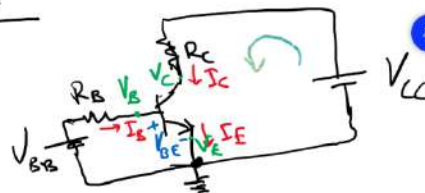πλ. $V_i \leq 5 V_T$

---

## ΛΥΣΗ

### DC ανάλυση
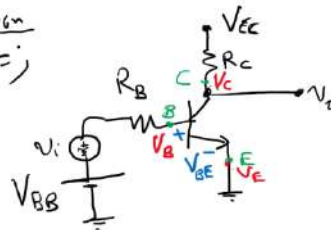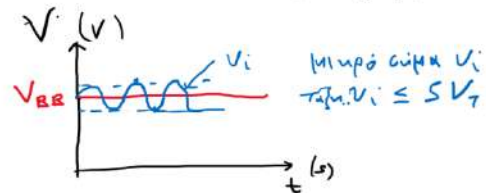
$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{(3-0,7) V}{100 K\Omega} = 0,023 mA$$

$$I_C = \beta I_B = 100 \cdot 0,023 = 2,3 mA.$$

$$I_E = I_B + I_C = 2,323 mA$$

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = 92 mA/V$$
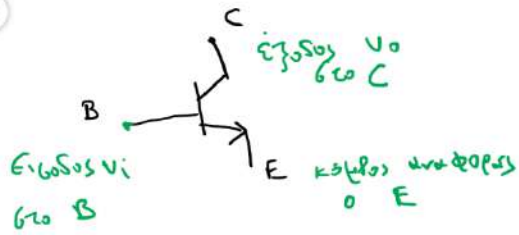
$$r_\pi = \frac{V_T}{I_B} = 1,09 K\Omega$$



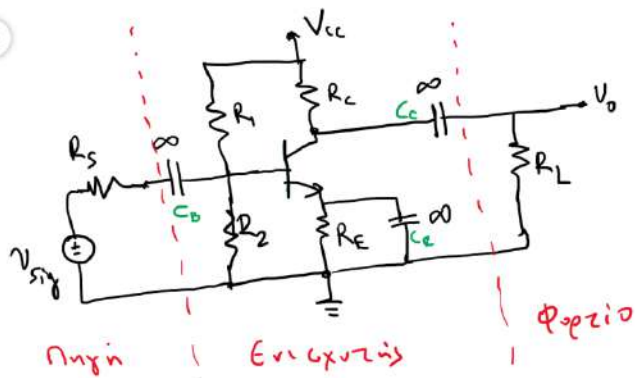$V_E = 0 \quad (\gamma\eta)$

$V_B = 0,7 V$

$V_C = V_{CC} - I_C R_C$

$= 10 - 2,3 \cdot 3 = 3,1 V$

$V_{BE} = V_B - V_E$
$= V_B - 0 = 0,7$
$\Rightarrow V_B = 0,7 V$

**Page 1 (top whiteboard)**

$$\frac{V_o}{V_i} = ?$$

Χωρίς ιδανικό (Awris Early)

Μηδενίζουμε όλες τις DC πηγές τις ΖΕS ηη γΕS

$$V_{BB}=0$$
$$V_{CC}=0$$

$$V_o = i_o R_c$$
$$i_o = -g_m V_{be}$$
$$V_{be} = \frac{r_n}{r_n+R_B}V_i$$

$$\Rightarrow V_o = -g_m \frac{r_n}{r_n+R_B}V_i R_c \Rightarrow \boxed{\frac{V_o}{V_i} = -g_m\frac{r_n}{r_n+R_B}R_c}$$

A vi ) υ Gu → AC  DC + υπόθεση

---

**Page 2 (bottom whiteboard)**

$$g_m = \frac{\partial i_c}{\partial V_{BE}}\bigg|_{i_c=I_c}$$

$$i_c = I_C + i'_c$$
$$U_{BE} = V_{BE} + v_{be}$$

ME Early

$$V_o = -g_m U_{be}\cdot(r_o \| R_c)$$
$$v_{be} = \frac{r_n}{r_n+R_B}\cdot V_i$$

$$\boxed{\frac{U_o}{V_i} = -g_m\frac{r_n}{r_n+R_B}(r_o \| R_c)}$$

$$V_i = g_m \, r_n + R_B (\ldots)$$

C — έξοδος Vo στο C

B — Είσοδος Vi στο B

E — κόμβος αναφοράς ο E

Συνδεσμολογία κοινού Εκπομπού
(CE: Common Emitter)



Πηγή | Ενισχυτής | Φορτίο

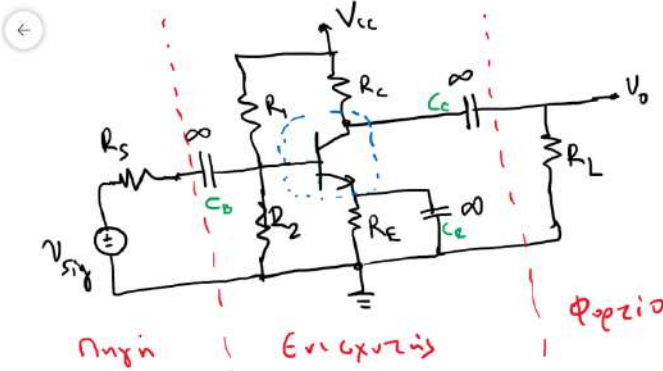$C_B, C_C$ : συζευκτικοί πυκνωτές
(Coupling Capacitors)

$C_E$ : πυκνωτής διαφυγής
(bypass Capacitor)

$$Z_c = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j 2\pi f C}$$

DC: $f = 0$, $Z_c \to \infty$  ανοικτο κύκλωμα
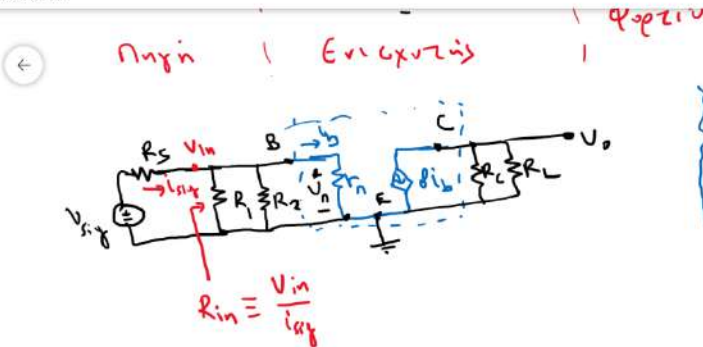
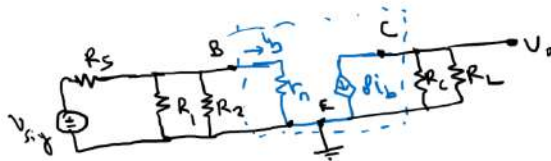AC: $f >>$, $Z_c \to 0$  βραχυκύκλωμα

$C_B, C_C$ : συζευκτικοί πυκνωτές (coupling capacitors)

$C_E$ : πυκνωτής διαφυγής (bypass capacitor)

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j2\pi f C}$$

DC : $f=0$, $Z_C \to \infty$  ανοικτό κύκλωμα

AC : $f \gg$, $Z_C \to 0$  βραχυκύκλωμα

Πηγή | Ενισχυτής | Φορτίο

Πηγή | Ενισχυτής | Φορτίο



$R_{in} \equiv \dfrac{V_{in}}{i_{sig}}$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j2\pi f C}$$

DC : $f=0$, $Z_C \to \infty$  ανοικτό κύκλωμα

AC : $f \gg$, $Z_C \to 0$  βραχυκύκλωμα

$$V_{in} = V_n = (R_1 \| R_2 \| r_n) i_{sig} \longrightarrow \boxed{R_{in} = \frac{V_{in}}{i_{sig}} = R_1 \| R_2 \| r_n}$$

αντίσταση εισόδου

Για έναν ενισχυτή τάσης θέλουμε (είναι καλό) η αντίσταση εισόδου να είναι μεγάλη. Έτσι δεν θα χαθεί μεγάλο μέρος του σήματος εισόδου προς ενίσχυση.

$V_{in} = \dfrac{R_{in}}{R_{in} + R_S} \cdot V_{sig}$

Κέρδος τάσης $\dfrac{V_0}{V_{sig}} = ;$

$R_B = R_1 \| R_2$

$V_0 = -\beta i_b \cdot (R_C \| R_L)$

$i_b = \dfrac{V_\pi}{r_\pi}$

$V_\pi = V_{in} = \dfrac{R_B \| r_\pi}{R_B \| r_\pi + R_{sig}} V_{sig}$

$R_{in} \equiv \dfrac{V_{in}}{i_a} = R_B \| r_\pi$

$\Rightarrow \quad V_0 = -\beta (R_C \| R_L) \dfrac{1}{r_\pi} \dfrac{R_B \| r_\pi}{R_B \| r_\pi + R_{sig}} V_{sig} \Rightarrow$

$$A_v = \dfrac{V_0}{V_{sig}} = -\dfrac{\beta}{r_\pi} (R_C \| R_L) \cdot \dfrac{R_{in}}{R_{in} + R_{sig}}$$

---

Αντίσταση εξόδου $R_0$



$R_B = R_1 \| R_2$

$R_{in} \equiv \dfrac{V_{in}}{i_a} = R_B \| r_\pi \quad \cdot \quad R_0$
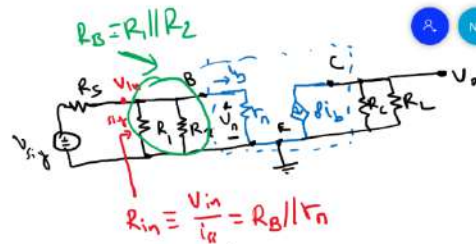
$R_0 \equiv \dfrac{V_x}{i_x} \Big|_{\substack{V_{sig} = 0 \\ R_L \to \infty}}$

$V_{sig} = 0 \Rightarrow i_b = 0 \Rightarrow \beta i_b = 0$

$V_x = i_x R_C \Rightarrow$

$\dfrac{V_x}{i_x} = R_C$

$A \rho \alpha \quad \boxed{R_{out} = R_C}$