

Στάδια Εξόδου

Αναλογικά Ηλεκτρονικά

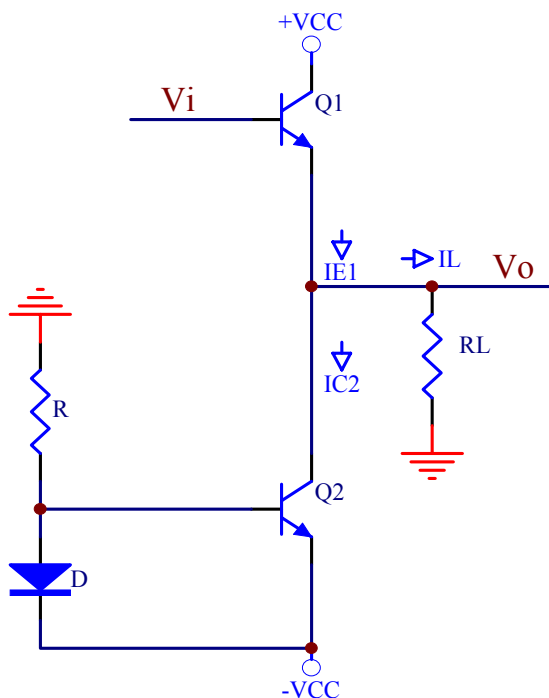
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Τεχνολογίας Υπολογιστών

Κ. Ευσταθίου

Αναλογικά Ηλεκτρονικά - Στάδια Εξόδου
Jaegers Β' Τόμος, Κεφάλαιο 9

1

Στάδιο Εξόδου σε Τάξη Α



$$V_o = V_i - V_{BE1}$$

$$V_{o_{\max}} = +V_{CC} - V_{CE1(SAT)}$$

$$V_{o_{\min}} = -V_{CC} + V_{CE2(SAT)}$$

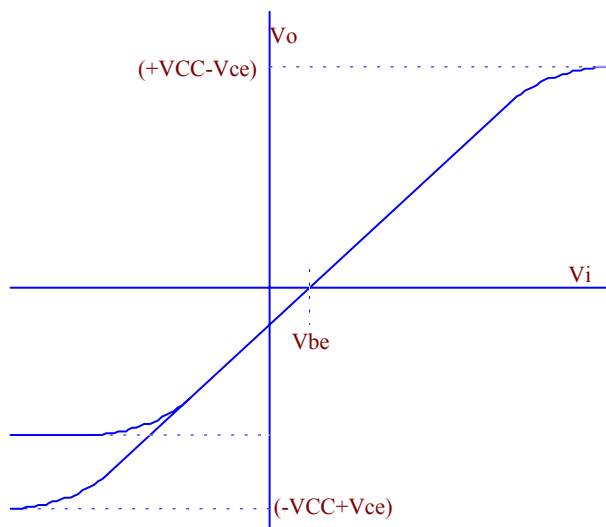
$$V_{o_{\min}} = -I_{C2} \cdot RL$$

$$I_{C2} \leq -\frac{-V_{CC} + V_{CE2(SAT)}}{RL}$$

Αναλογικά Ηλεκτρονικά - Στάδια Εξόδου
Jaegers Β' Τόμος, Κεφάλαιο 9

2

Συνάρτηση Εξόδου



$$V_o = V_i - V_{BE1}$$

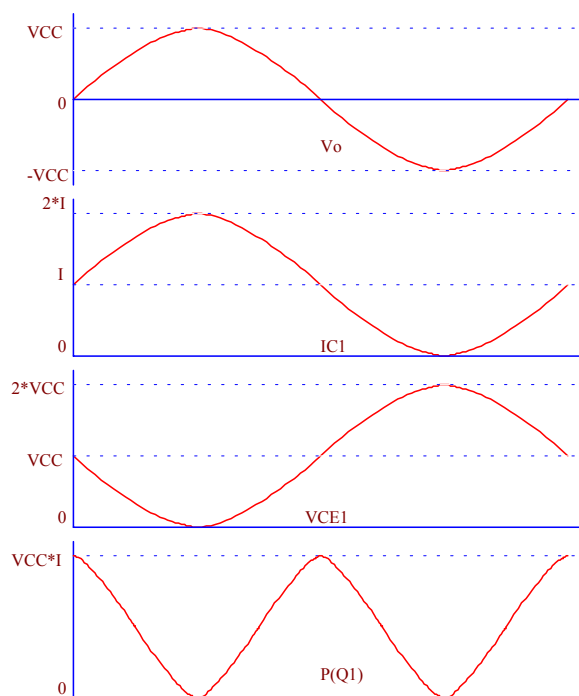
$$V_{o_{\max}} = +V_{CC} - V_{CE1(SAT)}$$

$$V_{o_{\min}} = -V_{CC} + V_{CE2(SAT)}$$

$$V_{o_{\min}} = -I_{C2} \cdot RL$$

$$I_{C2} \leq -\frac{-V_{CC} + V_{CE2(SAT)}}{RL}$$

Απόδοση Τάξης Α



$$V_{o_{rms}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (V_o \cdot \sin(x))^2 dx} = \frac{V_o}{\sqrt{2}}$$

$$P_{o_{rms}} = \frac{(V_o / \sqrt{2})^2}{RL} = \frac{V_o^2}{2RL}$$

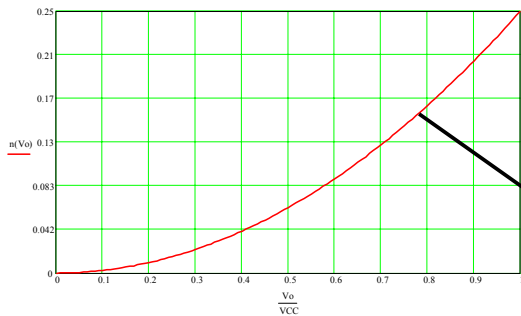
$$P_{S+} = V_{CC} \cdot I, P_{S-} = V_{CC} \cdot I$$

$$P_S = 2 \cdot V_{CC} \cdot I = 2 \cdot V_{CC}^2 / RL$$

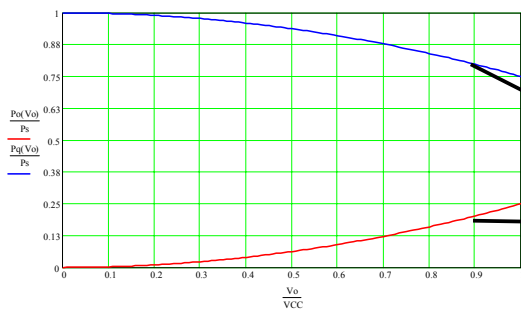
$$n = \frac{\frac{V_o^2}{2RL}}{2 \cdot V_{CC}^2 / RL} = \frac{V_o^2}{4 \cdot V_{CC}^2}, n_{\max} = 0,25$$

Απόδοση Τάξης A

- Η κατανάλωση από το τροφοδοτικό είναι πάντα σταθερή
- Η μέγιστη κατανάλωση στα τρανζίστορ είναι για μηδενική έξοδο



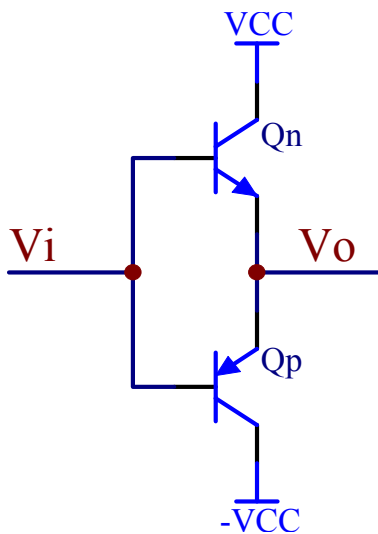
Απόδοση ενισχυτή



Ισχύς τρανζίστορ προς Ισχύ τροφοδοτικού

Ισχύς εξόδου προς Ισχύ τροφοδοτικού

Στάδιο Εξόδου σε τάξη B

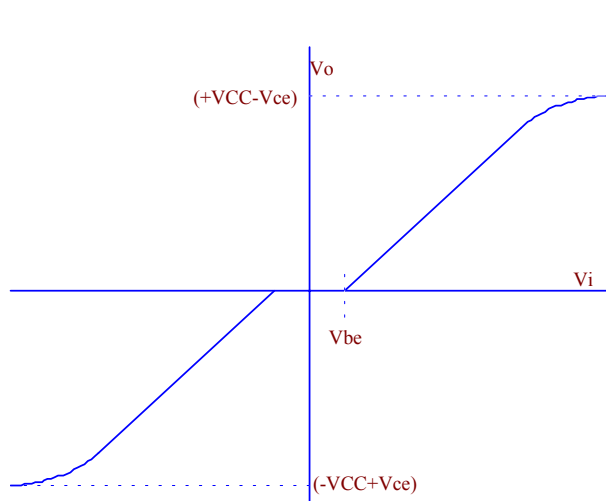


$$V_O = V_i - V_{BE1}$$

$$V_{O_{max}} = +V_{CC} - V_{QN(SAT)}$$

$$V_{O_{min}} = -V_{CC} + V_{QP(SAT)}$$

Συνάρτηση Εξόδου



$$V_o = V_i - V_{BE1}$$

$$V_{o_{\max}} = +V_{CC} - V_{QN(SAT)}$$

$$V_{o_{\min}} = -V_{CC} + V_{QP(SAT)}$$

Απόδοση Τάξης Β

$$V_{o_{rms}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (V_o \cdot \sin(x))^2 dx} = \frac{V_o}{\sqrt{2}}$$

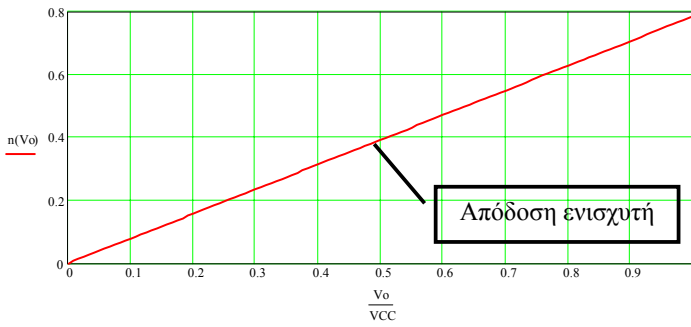
$$P_{o_{rms}} = \frac{(V_o / \sqrt{2})^2}{RL} = \frac{V_o^2}{2RL}$$

$$P_{S_+} = P_{S_-} = \frac{V_{CC}}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{V_o}{RL} \sin(x) dx = V_{CC} \frac{V_o}{\pi RL}$$

$$P_S = V_{CC} \frac{2V_o}{\pi RL}$$

$$n = \frac{\frac{V_o^2}{2RL}}{2 \cdot V_o \cdot V_{CC}} = \frac{\pi V_o}{4 \cdot V_{CC}}, n_{\max} = 0,785$$

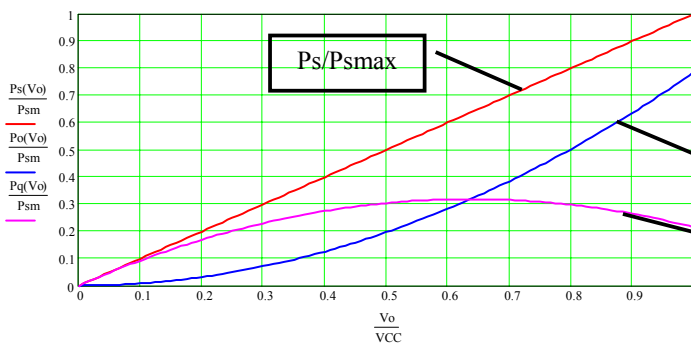
Απόδοση Τάξης Β



$$P_{o_{rms}} = \frac{V_o^2}{2RL} \quad P_s = V_{CC} \frac{2V_o}{\pi RL}$$

$$P_q = V_{CC} \frac{2V_o}{\pi RL} - \frac{V_o^2}{2RL}$$

$$(P_q)' = \frac{2V_{CC}}{\pi RL} - \frac{V_o}{RL} \quad V_o = \frac{2V_{CC}}{\pi}$$



$$P_{q_{max}} = \frac{2V_{CC}^2}{\pi^2 RL} \quad (V_o = 0.64V_{CC})$$

Po/Psmax

Pq/Psmax

Παράδειγμα

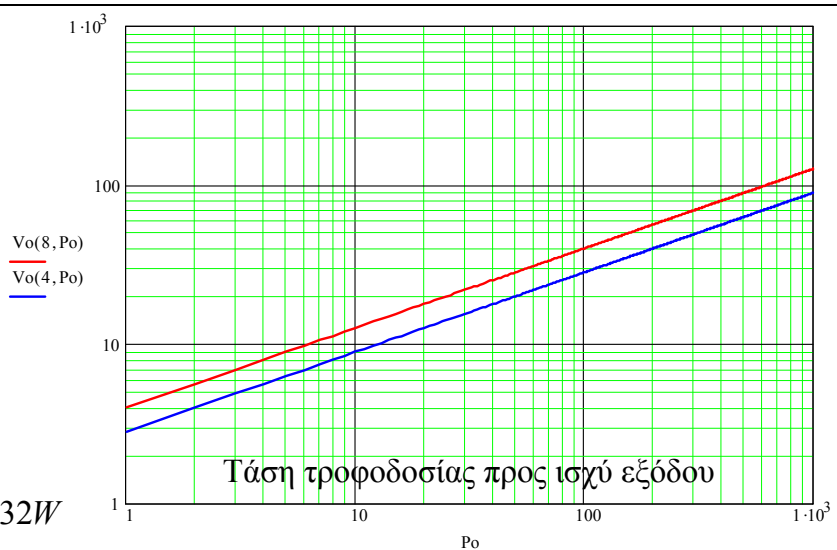
$$V_{CC} = 40V$$

$$RL = 8\Omega$$

$$P_{o_{rms}} = \frac{V_o^2}{2RL} = \frac{40^2}{2 \cdot 8} = 100W$$

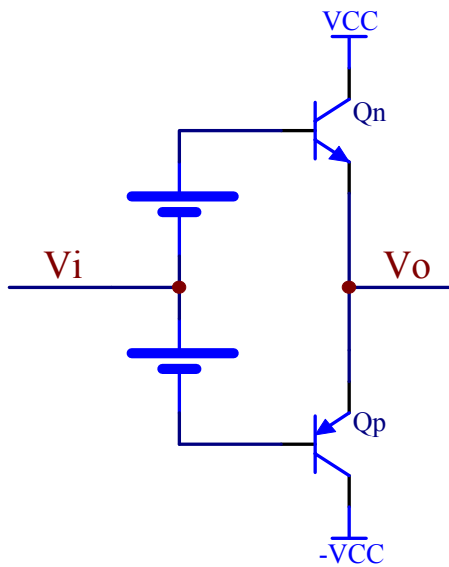
$$P_s = V_{CC} \frac{2V_o}{\pi RL} = \frac{2 \cdot 40^2}{\pi \cdot 8} = 127.32W$$

$$P_{q_{max}} = \frac{2V_{CC}^2}{\pi^2 RL} = \frac{2 \cdot 40^2}{\pi^2 \cdot 8} = 40.53 \text{ (both transistors)}$$



Στάδιο Εξόδου σε τάξη AB

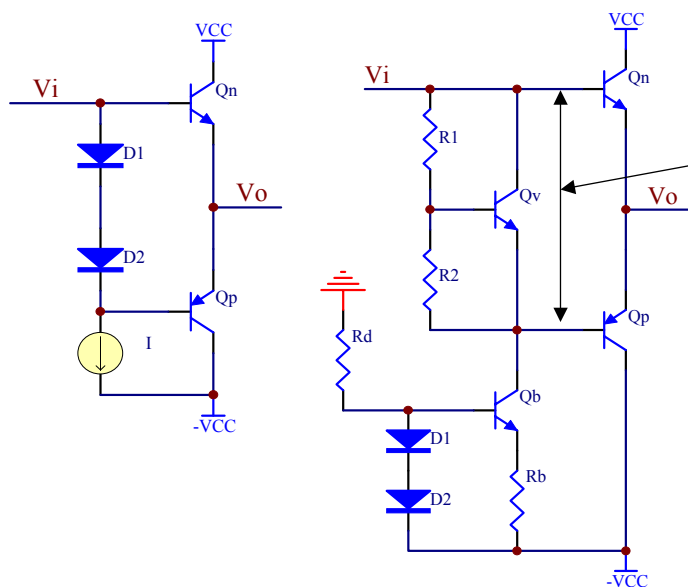
- Η πόλωση των τρανζίστορς μειώνει το cross over distortion



Αναλογικά Ηλεκτρονικά - Στάδια Εξόδου
Jaegers Β' Τόμος, Κεφάλαιο 9

11

Κυκλώματα Πόλωσης



- Δίοδοι
- Πολλαπλασιαστής V_{BE}

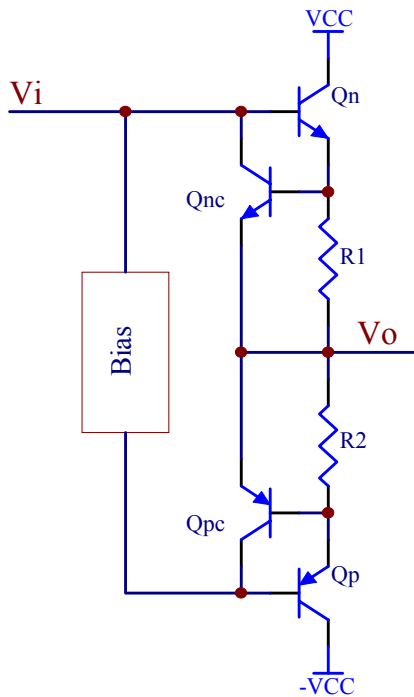
$$V_{bb} = I_R (R1 + R2) = V_{BE} \left(1 + \frac{R1}{R2} \right)$$

$$V_{BE} = V_T \ln \left(\frac{I_C}{I_S} \right)$$

Αναλογικά Ηλεκτρονικά - Στάδια Εξόδου
Jaegers Β' Τόμος, Κεφάλαιο 9

12

Προστασία Εξόδου

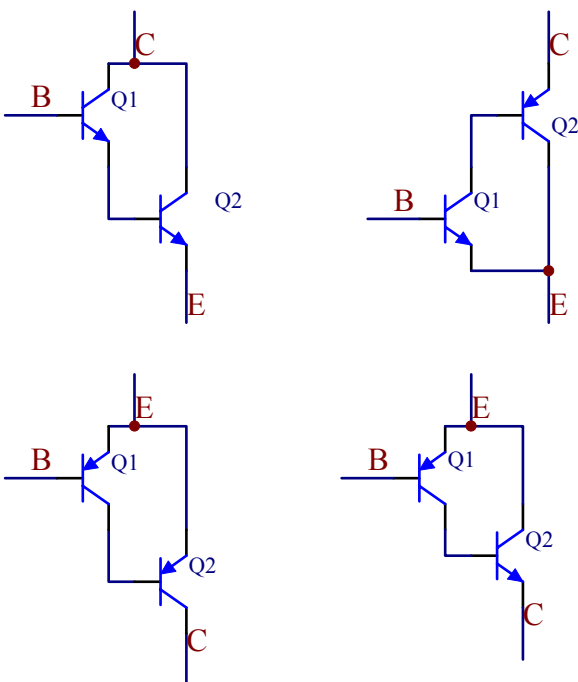


- Προστασία με περιορισμό ρεύματος εξόδου (Current limit)

$$R1 = R2 = \frac{V_{BE}}{I_{max}}$$

Αναλογικά Ηλεκτρονικά - Στάδια Εξόδου
Jaegers Β' Τόμος, Κεφάλαιο 9

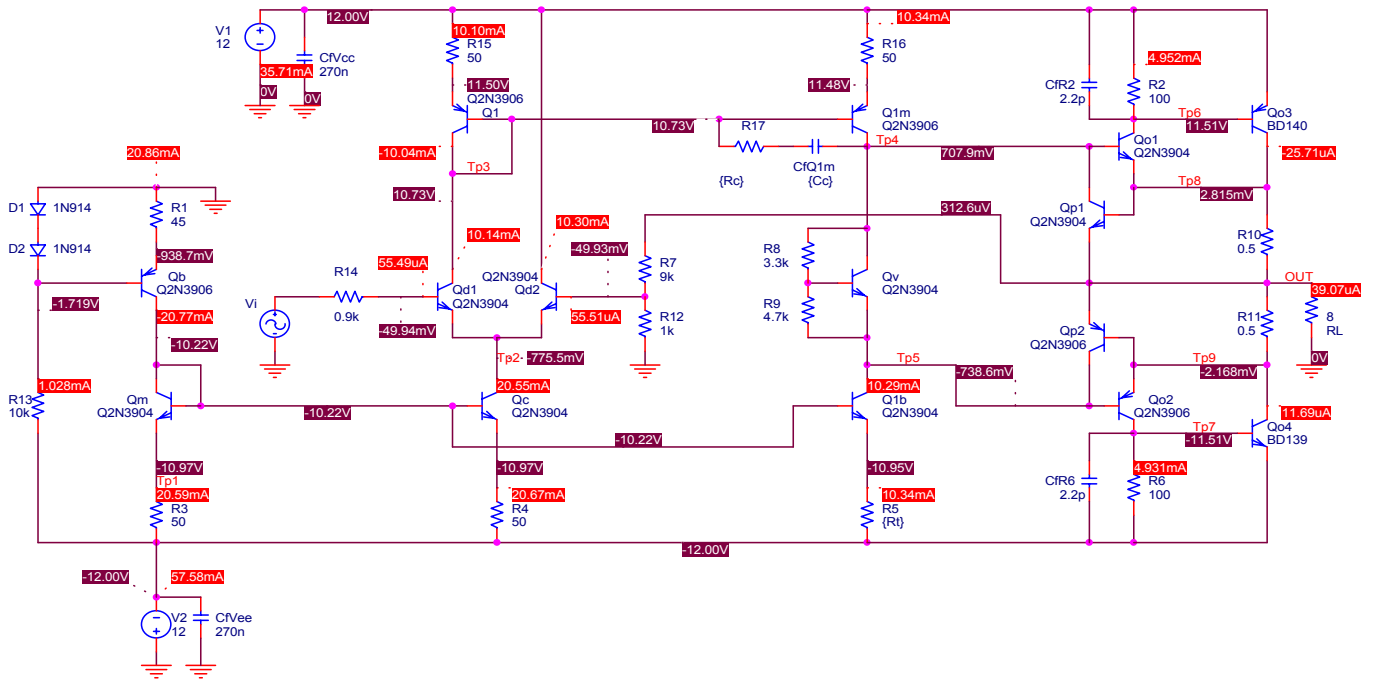
Darlington Transistors



- Πολύ μεγάλο κέρδος ρεύματος
- Οικονομική λύση για PNP ισχύος

Αναλογικά Ηλεκτρονικά - Στάδια Εξόδου
Jaegers Β' Τόμος, Κεφάλαιο 9

Παράδειγμα Ενισχυτή Ισχύος



Αναλογικά Ηλεκτρονικά - Στάδια Εξόδου
Jaegers Β' Τόμος, Κεφάλαιο 9