

10 Δίνεται η συνδεσμολογία σταδίου τάξης Β με ανάδραση του Σχ. 14.9. Έστω ότι ο ενισχυτής έχει κέρδος $A_0 = 100 \text{ V/V}$. Υπολογίστε μια σχέση για την v_o ως προς v_i , υποθέτοντας ότι $|V_{BE}| = 0.7 \text{ V}$. Σχεδιάστε την παραπάνω χαρακτηριστική μεταφοράς και συγκρίνετέ την με τη χαρακτηριστική μεταφοράς του κυκλώματος χωρίς ανάδραση.

10) Με την v_i να γίνεται θετική, το Q_N άρει.
Έτσι έχουμε

$$(v_i - v_o) \cdot 100 = v_o + 0.7 \Rightarrow$$

$$v_o = \frac{1}{101} (v_i - 0.007) \quad (1)$$

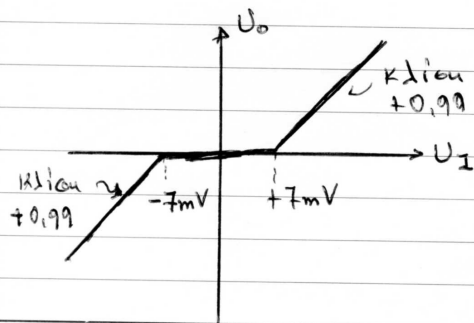
Η (1) ισχύει για $v_i \geq 0.007$.

Αντίστοιχα, για v_i να γίνεται αρνητική, θα άρει το Q_P και η τάση εξόδου του ενισχυτή θα είναι $v_o - 0.7$ και θα έχουμε:

$$(v_i - v_o) \cdot 100 = v_o - 0.7 \Rightarrow$$

$$v_o = \frac{1}{101} (v_i + 0.007) \quad (2)$$

Η (2) ισχύει για $v_i \leq -0.007$



Χωρίς την ανάδραση,
η νεκρή ζώνη θα ήταν
 $A_0 \rightarrow 100$ φορές μεγαλύτερη
($-700 \text{ mV}, 700 \text{ mV}$) και
η κλίση θα είχε μια
ελαφρά διαφορετική
τιμή $\rightarrow 1 \text{ V/V}$

12 Δίνεται το στάδιο εξόδου τάξης Β με συμπληρωματικά διπολικά τρανζίστορ. Αγνοήστε τη δράση των V_{BE} και V_{CEsat} . Για τροφοδοτικά $\pm 10\text{ V}$ και αντίσταση φορτίου $100\ \Omega$, ποια είναι η μέγιστη διαθέσιμη ημιτονοειδής ισχύς εξόδου; Σε ποια ισχύ τροφοδοσίας αντιστοιχεί; Ποιός είναι ο δείκτης αποδοτικότητας μετατροπής ενέργειας; Για σήματα εξόδου με το μισό πλάτος, βρείτε την ισχύ εξόδου, την ισχύ τροφοδοσίας και το δείκτη αποδοτικότητας μετατροπής ενέργειας.

12) Για $V_{CC} = 10\text{ V}$ & $R_L = 100\ \Omega$, η μέγιστη ισχύς εξόδου για ημιτονοειδές σήμα επιτυγχάνεται όταν $V_{o-peak} = V_{CC}$ και είναι

$$P_{Lmax} = \frac{1}{2} \frac{V_{CC}^2}{R_L} = \frac{1}{2} \cdot \frac{100\text{V}^2}{100\ \Omega} = \boxed{0,5\text{ W}}$$

Ανεξέτοιχα η ισχύς των τροφοδοτικών είναι

$$P_S = P_{S+} + P_{S-} = \frac{2}{\pi} \frac{V_{o-peak} \cdot V_{CC}}{R_L} \Rightarrow$$

$$P_S = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{10\text{V} \cdot 10\text{V}}{100\ \Omega} = \boxed{0,637\text{ W}}$$

Ο δείκτης αποδοτικότητας μετατροπής ενέργειας είναι:

$$\eta = \frac{P_L}{P_S} \cdot 100\% = \frac{0,5\text{ W}}{0,637\text{ W}} \cdot 100\% = \boxed{78,5\%}$$

Για $V_{o-peak} = 5\text{ V}$ θα έχω

$$P_L = \frac{1}{2} \frac{V_{o-peak}^2}{R_L} = \frac{1}{2} \cdot \frac{25\text{V}^2}{100\ \Omega} = \frac{1}{8}\text{ W} = \boxed{0,125\text{ W}}$$

$$P_S = \frac{2}{\pi} \frac{V_{o-peak} \cdot V_{CC}}{R_L} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{5\text{V} \cdot 10\text{V}}{100\ \Omega} \approx \boxed{0,318\text{ W}}$$

$$\eta' = \frac{0,125\text{ W}}{0,318\text{ W}} \cdot 100\% = \boxed{39,3\%}$$

13 Ένα στάδιο εξόδου τάξης Β λειτουργεί με τροφοδοτικά $\pm 5V$. Θεωρώντας ιδανικά τρανζίστορ, ποια είναι η τάση εξόδου για μέγιστη αποδοτικότητα μετατροπής ενέργειας; Ποια είναι η τάση εξόδου για μέγιστη κατανάλωση ισχύος; Εάν το κάθε στοιχείο έχει οριστεί να καταναλώνει 1 W και ο δείκτης ασφάλειας είναι 2, ποια είναι η μικρότερη τιμή της αντίστασης φορτίου που μπορούμε να δεχτούμε αν το κύκλωμα λειτουργεί συνεχώς με μέγιστη τάση εξόδου; Ποια είναι η αντίσταση τιμή της αντίστασης φορτίου για συνεχή λειτουργία με τάση εξόδου την μισή της μέγιστης; Ποια είναι η μέγιστη δυνατή ισχύς εξόδου σε κάθε περίπτωση;

13] $V_{CC} = 5V$. Για να έχουμε τον μέγιστο δείκτη αμφοτέρως πρέπει $\eta \rightarrow \eta_{max}$: $V_{o-peak} = V_{CC} = 5V$

Η τάση εφόδου που προκαλεί την μέγιστη κατανάλωση ισχύος στα τρανζίστορ εφόδου είναι:

$$V_{o-peak} = \frac{2}{\pi} \cdot V_{CC} = \frac{2}{\pi} \cdot 5V = 3,18V$$

Για λειτουργία (συνεχόμενη) με πλήρη τάση εφόδου και $\eta = 78,5\%$, θα έχουμε:

$$P_{disp} = (1-\eta) P_s = (1-\eta) \frac{P_L}{\eta} = \frac{1-0,785}{0,785} \cdot P_L \Rightarrow$$

$$P_{disp} = 0,274 P_L$$

Αρα ανά τρανζίστορ θα έχω: $P'_{disp} = \frac{1}{2} P_{disp} = 0,137 P_L$

Για οριζήμενη κατανάλωση $1W$ με δείκτη αμφοτέρως 2 έχω $P_{disp} = 1W \Rightarrow P'_{disp} = 0,5W = 0,137 P_L \Rightarrow P_L = 3,65W$

Παρατηρώ ότι $P_L = \frac{V_{o-peak}^2}{R_L}$ για δείκτη αμφοτέρως 2, έχω

$$P_L = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_{o-peak}^2}{R_L} \Rightarrow 3,65W = \frac{1}{2} \cdot \frac{25V^2}{R_L} \Rightarrow R_L = 3,425\Omega$$

Αρα πρέπει $R_L \geq 3,425\Omega$

Για συνεχή λειτουργία με τάση εφόδου εν μέρη ως μερίδας, έχω $V_{o-peak} = \frac{1}{2} V_{CC} = 2,5V$ οπότε $\eta = \frac{V_{o-peak} \cdot \pi}{V_{CC}} \Rightarrow \eta = 0,393$

Κατανάλωση ανά τρανζίστορ $P'_{disp} = \frac{1}{2} \frac{1-\eta}{\eta} P_L = 0,772 P_L$
έχω $P'_{disp} = 0,5W \Rightarrow P_L = 0,647W$

οπότε, αφού $P_L = 0,647W = \frac{1}{2} \frac{2,5^2}{R_L} \Rightarrow R_L = 4,83\Omega$

έναντι για τη δεύτερη περίπτωση πρέπει $R_L \geq 4,83\Omega$

14 Ένα στάδιο εξόδου τάξης Β απαιτείται να παρέχει μέση ισχύ 100 W σ' ένα φορτίο 16 Ω. Τα τροφοδοτικά πρέπει να είναι κατά 4 V μεγαλύτερα από την αντίστοιχη μέγιστη ημιτονοειδή τάση εξόδου. Βρείτε την απαιτούμενη τάση τροφοδοσίας, το μέγιστο ρεύμα που παρέχει το κάθε τροφοδοτικό, την μέγιστη ισχύ τροφοδοσίας και το δείκτη αποδοτικότητας μετατροπής ενέργειας. Επίσης, βρείτε την μέγιστη δυνατή κατανάλωση ισχύος σε κάθε τρανζίστορ για ημιτονοειδή είσοδο.

$$\underline{14} \quad \text{Έχουμε} \quad P_L = \frac{1}{2} \frac{V_{o\text{-peak}}^2}{R_L} \Rightarrow V_{o\text{-peak}}^2 = P_L \cdot 2 \cdot R_L \Rightarrow$$

$$V_{o\text{-peak}} = \sqrt{2 \cdot P_L \cdot R_L} = \sqrt{2 \cdot 100\text{W} \cdot 16\Omega} \approx \boxed{56,6\text{V}}$$

Άρα η τάση τροφοδοσίας θα είναι $V_{CC} = 56,6 + 4 = \boxed{60,6\text{V}}$

Το μέγιστο ρεύμα από κάθε τροφοδοτικό θα είναι

$$I_{s\text{-peak}} = \frac{V_{o\text{-peak}}}{R_L} = \frac{56,6\text{V}}{16\Omega} = \boxed{3,54\text{A}}$$

Η ισχύς από τα συμμετρικά τροφοδοτικά θα είναι

$$P_S = P_{S+} + P_{S-} = \frac{2}{\pi} \frac{V_{o\text{-peak}}}{R_L} \cdot V_{CC} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{56,6\text{V}}{16\Omega} \cdot 60,6\text{V} \Rightarrow$$

$$\boxed{P_S = 137,4\text{W}}$$

$$\text{Έντελεσμα αποδοτικότητας} \quad \eta = \frac{P_L}{P_S} = \frac{100\text{W}}{137,4\text{W}} = \boxed{0,73 \xrightarrow{100\%} 73\%}$$

Για την ισχύ που καταναλώνουν τα τρανζίστορ (μέγιστη) έχω:

$$P_{DM\text{max}} = P_{DP\text{max}} = \frac{V_{CC}^2}{\pi^2 \cdot R_L} = \frac{60,6^2 \cdot \text{V}}{\pi^2 \cdot 16\Omega} = \boxed{23,6\text{W}}$$

29) Ένα τρανζίστορ ισχύος ορίζεται να έχει μέγιστη θερμοκρασία ένωσης 130°C . Όταν λειτουργεί σ' αυτή τη θερμοκρασία με αποδέκτη θερμότητας, η θερμοκρασία κελύφους είναι 90°C . Ο αποδέκτης θερμότητας προσαρτάται στο κέλυφος με υλικό του οποίου η θερμική αντίσταση είναι $\theta_{CS} = 0.5^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ενώ η θερμική αντίσταση του αποδέκτη θερμότητας είναι $\theta_{SA} = 0.1^{\circ}\text{C}/\text{W}$. Εάν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 30°C , πόση ισχύς καταναλώνεται στο στοιχείο; Ποια η θερμική αντίσταση του στοιχείου θ_{JC} από την ένωση στο κέλυφος;

$$\textcircled{29} \quad \text{Γνωρίζω ότι } T_c - T_A = \theta_{CA} \cdot P_D \text{ έτσι έχω}$$

$$T_c - T_A = (\theta_{CS} + \theta_{SA}) \cdot P_D \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_D = \frac{T_c - T_A}{\theta_{CS} + \theta_{SA}} = \frac{90^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}}{(0.5 + 0.1)^{\circ}\text{C}/\text{W}} = \boxed{100\text{W}}$$

Για τη θερμική αντίσταση από ένωση σε κέλυφος
έχω:

$$T_j - T_c = \theta_{JC} \cdot P_D \Rightarrow \theta_{JC} = \frac{T_j - T_c}{P_D} = \frac{(130 - 90)^{\circ}\text{C}}{100\text{W}} \Rightarrow$$

$$\boxed{\theta_{JC} = 0.4^{\circ}\text{C}/\text{W}}$$

30) Ένα τρανζίστορ ισχύος για το οποίο $T_{J\text{max}} = 180^{\circ}\text{C}$ μπορεί να καταναλώσει 50 W σε θερμοκρασία κελύφους 50°C . Εάν συνδεθεί με αποδέκτη θερμότητας μέσω υλικού του οποίου η θερμική αντίσταση είναι $0.6^{\circ}\text{C}/\text{W}$, ποια θερμοκρασία του αποδέκτη θερμότητας εξασφαλίζει ασφαλή λειτουργία στα 30 W ; Για θερμοκρασία περιβάλλοντος 39°C , τι θερμική αντίσταση του αποδέκτη θερμότητας απαιτείται; Εάν για συγκεκριμένο τύπο θερμικού αποδέκτη από αλουμίνιο η θερμική αντίσταση είναι $4.5^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ανά cm μήκους, τι μήκος απαιτείται εδώ;

$$\textcircled{30} \quad \text{Έχω} \quad T_s - T_c = \theta_{sc} \cdot P_D \Rightarrow$$

$$\theta_{sc} = \frac{T_s - T_c}{P_D} = \frac{180^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}}{30\text{W}} = \boxed{2,6^\circ\text{C/W}}$$

$$\text{Επίσης} \quad T_s - T_s = \theta_{is} \cdot P_D = (\theta_{sc} + \theta_{cs}) \cdot P_D \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_s = T_s - (\theta_{sc} + \theta_{cs}) \cdot P_D \Rightarrow$$

$$T_s = 180^\circ\text{C} - (2,6 + 0,6) \cdot 30 \frac{^\circ\text{C} \cdot \text{W}}{\text{W}} = \boxed{84^\circ\text{C}}$$

Για τους 39°C με αποδότη θερμότητας έχω

$$T_s - T_A = \theta_{SA} \cdot P_D \Rightarrow \theta_{SA} = \frac{T_s - T_A}{P_D} = \frac{(84 - 39)^\circ\text{C}}{30\text{W}} \Rightarrow$$

$$\boxed{\theta_{SA} = 1,5^\circ\text{C/W}}$$

Το απαιτούμενο μήκος ψύξης είναι:

$$\frac{4,5^\circ\text{C/W/cm}}{\theta_{SA}} = \frac{4,5^\circ\text{C/W/cm}}{1,5^\circ\text{C/W}} = \boxed{3\text{cm}}$$