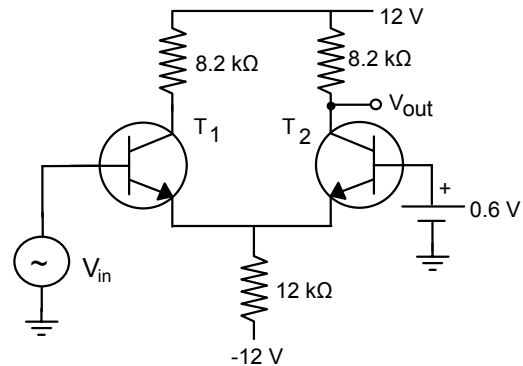


ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΙΙ

Δευτέρα, 24-1-05, 9 π.μ (Αιθ. 1-7, Διάρκεια Εξετ. 3 hr)

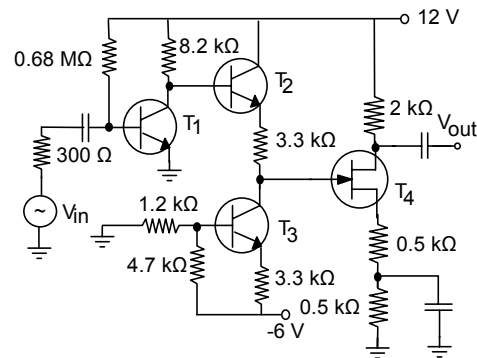
Θέμα 1Α: 3/10

Στο κύκλωμα του παραπλεύρως σχήματος το σήμα εισόδου V_{in} έχει πλάτος 1 V και συχνότητα 1 kHz. Να διεξαχθούν οι αναγκαίοι υπολογισμοί προκειμένου να **σχεδιαστεί η κυματομορφή** που λαμβάνεται στην έξοδο (V_{out}). Τα τρανζίστορς έχουν $\beta=99$, $r_{bb'}=0 \Omega$, $\eta=2$ και $V_{BE}=0.7V$. Η σχεδίαση της κυματομορφής να γίνει μόνο στην πίσω σελίδα του παρόντος και οι λεπτομέρειες να δοθούν στο γραπτό σας.



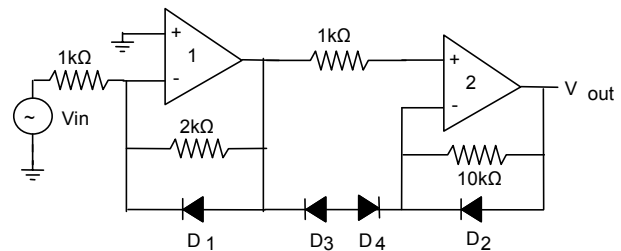
Θέμα 2Α: (4/10)

Στον ενισχυτή που φαίνεται παραπλεύρως να υπολογιστεί το συνεχές δυναμικό στην εκροή του T_4 , ο λόγος V_{out}/V_{in} και να **σχεδιαστεί η κυματομορφή** που λαμβάνεται στην έξοδο (V_{out}). Τα τρανζίστορς έχουν $\eta=1$, $\beta=50$, $r_{bb'}=20\Omega$, $V_{BE}=0.77$, $r_{ce}=50 k\Omega$, $I_{DSS}=20 mA$ και $V_p=-2 V$. Το σήμα εισόδου έχει πλάτος 10 mV και συχνότητα 1 kHz. Να θεωρηθεί ότι οι πυκνωτές έχουν άπειρη χωρητικότητα. Η σχεδίαση της κυματομορφής να γίνει μόνο στην πίσω σελίδα του παρόντος και οι λεπτομέρειες να δοθούν στο γραπτό σας.



Θέμα 3Α: (3/10)

Στο παραπλεύρως κύκλωμα το σήμα V_{in} έχει πλάτος 15 V και συχνότητα 1 kHz. Να **σχεδιαστεί η κυματομορφή** που λαμβάνεται στην έξοδο V_{out} . Οι διόδοι έχουν τάση ορθής φοράς πόλωσης ίση με 0.5 V. Οι ΤΕ τροφοδοτούνται με $\pm 15 V$ και έχουν $\pm V_{sat}=14.5 V$. Η σχεδίαση της κυματομορφής να γίνει μόνο στην πίσω σελίδα του παρόντος και οι λεπτομέρειες να δοθούν στο γραπτό σας.



A

Θέμα 1Α:

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΥ ΕΝΙΣΧΥΤΗ

1. Υποθέτουμε ότι με $V_{in1} = 0,6$ τα T1 & T2 είναι και τα δύο ON:

$$I_{b1} = 4,958 \mu\text{A} \quad [\text{βλ. σχ. (1-28), σελ. 11, Συγγρ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ, τομ. II}]$$

$$I_{c1} = 0,49 \text{ mA}$$

$$I_o = 0,991 \text{ mA}$$

$$V_{c1} = V_{c2} = 7,982 \text{ V}$$

Η αρχική υπόθεση, ότι και τα δύο τρανζίστορς είναι ON, ευσταθεί. Συνεπώς, είναι:

$$r_d = 104,873 \text{ Ohm}$$

$$r_{be} = 10487,3 \text{ Ohm}$$

$$\text{Gain} = 38,703$$

2. Καθώς το σήμα V_{in1} αυξάνει, το δυναμικό V_{c2} αυξάνει από 7,982 προς την τάση τροφοδοσίας 12 V.

Για μεταβολή $V_{cc} - V_{c2} = 12 - 7,982 = 4,018 \text{ V}$, η αναγκαία μεταβολή ΔV_{in} είναι: $4,018 / 38,703 = 0,103 \text{ V}$.
Συνεπώς, για $V_{in} > 0,6 + 0,103 = 0,703 \text{ V}$, το δυναμικό V_{c2} οδηγείται στα 12 V.

3. Υποθέτοντας ότι το σήμα εισόδου V_{in1} είναι αρκούτσως μικρό ώστε το T1 να γίνει OFF, θα ισχύει:

$$I_{b2} = 9,916 \mu\text{A} \quad [\text{βλ. Σχήμα 1-22, σελ. 24 συγγρ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ, τομ. II}]$$

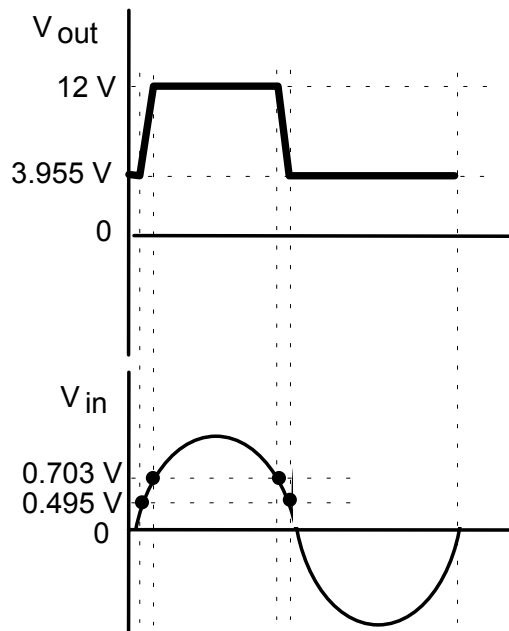
$$I_{c2} = 0,981 \text{ mA}$$

$$I_o = 0,991 \text{ mA}$$

$$V_{c1} = 12 \text{ V}$$

$$V_{c2} = 3,955 \text{ V}$$

$$V_{out} = 8,044 \text{ V}$$



Θέμα 2Α:

Βλ. σελ. 202 συγγρ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ, τομ. ΙΙ

1. DC ΑΝΑΛΥΣΗ

=====

$$R_{th3} = R_1 * R_2 / (R_1 + R_2) = 955,932 \ \Omega$$

$$E_{th3} = V_{ee} + ((0 - V_{ee}) / (R_1 + R_2)) * R_2 = -1,221 \ V$$

$$I_{b3} = (E_{th3} - V_{be} - V_{ee}) / (R_{th3} + (\beta + 1) * R_{e3}) = 23,689 \ \mu A$$

$$I_{e3} = (\beta + 1) * I_{b3} = 1,208 \ mA$$

$$r_{d3} = \eta * 26 / I_{e3} mA = 21,519 \ \Omega, \ r_{d1} = 30,869 \ \Omega, \ r_{d2} = 21,95 \ \Omega$$

$$I_{Rc1} = I_{c1} + I_{b2} = 0,848 \ mA$$

$$V_{c1} = V_{cc} - I_{Rc1} * R_{c1} = 5,038 \ V$$

$$V_{e2} = V_{c1} - V_{be} = 4,268 \ V$$

$$V_{c3} = V_{e2} - I_{c3} * R_{e3} = 0,359 \ V$$

$$I_d = 1,765 \ mA, \ V_d = 8,469 \ V, \ V_s = 1,765 \ V, \ V_{ds} = 6,703 \ V, \ g_m = 0,005 \ mA/V$$

2. AC ΑΝΑΛΥΣΗ

=====

T1:

$$r_{in1} = r_{bb} + (\beta + 1) * r_{d1} = 1594,354 \ \Omega$$

$$R_{i1} = r_{in1} * R_B / (r_{in1} + R_B) = 1590,624 \ \Omega$$

$$R_{o1} = R_{c1} = 8200 \ \Omega$$

$$A_1 = -\beta * R_{c1} / r_{in1} = -257,158$$

$$A_{1-ef} = A_1 * R_{i1} / (R_{i1} + R_{ss}) = -216,353$$

T3:

$$r_{be3} = r_{bb} + (\beta + 1) * r_{d3} = 1117,512 \ \Omega$$

$$R_{o3} = r_{ce3} * (1 + (\beta * R_{e3}) / (R_{th3} + r_{be3} + R_{e3})) = 1,585 \ M\Omega$$

Η R_{o3} είναι παράλληλη στην αντιστ. εισόδου του JFET:

$R_{in4} \Rightarrow$ Άπειρη

$$R_{in4} \parallel R_{o3} = R_{in4} * R_{o3} / (R_{in4} + R_{o3}) = 1,585 \ M\Omega$$

T2:

Η δρώσα αντίσταση στον εκπομπό του T2 είναι:

$$R_{e2-ef} = (R_{in4} \parallel R_{o3}) + R_{e2} = 1,588 \ \Omega$$

$$r_{in2} = r_{bb} + (\beta + 1) * (r_{d2} + R_{e2-ef}) = 81,008 \ M\Omega$$

$$R_{i2} = r_{in2} = 81,008 \ M\Omega$$

Το κέρδος στον εκπομπό του T2:

$$A_2(e) = (\beta + 1) * R_{e2ef} / r_{in2} = 0,999$$

Το κέρδος στο συλλέκτη του T3:

$$A_3 = A_2(e) * R_{in4} / [R_{in4} + (R_{in4} \parallel R_{o3})] = 0,999$$

Κέρδος του T4:

$$A_4 = (-R_d * g_m) / (1 + g_m * R_{s1}) = -2,993$$

Ολικό Κέρδος:

$$A_o = A_{1-ef} * A_3 * A_4 * (R_{i2} / (R_{i2} + R_{o1})) = 647,304$$

Διακύμανση τάσης εξόδου:

$$R_{ac} = r_d + R_{s1} = 2500 \ \Omega$$

$$I_{dmax} = I_d + (V_{ds} / R_{ac}) = 4,446 \ mA$$

$$V_{dup} = R_d * I_d = 3,53 \ V \quad V_{ddn} = R_d * (I_{dmax} - I_d) = 5,362 \ V$$

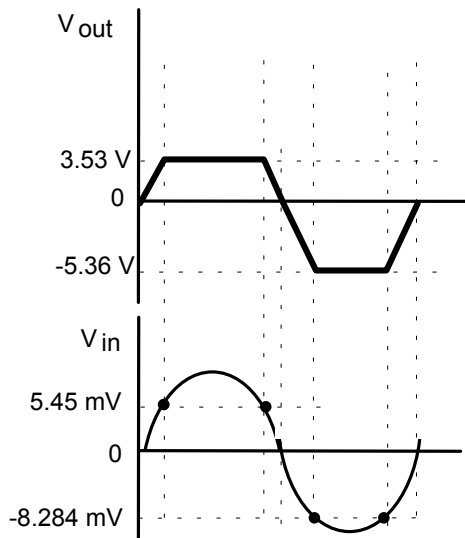
Αντιστοιχούσες διακυμάνσεις του σήματος εισόδου:

$$V_{in-max \ Up} = V_{dup} / A_o = 5,454 \ mV \quad V_{in-max \ Dn} = V_{ddn} / A_o = 8,284 \ mV$$

Από τα παραπάνω:

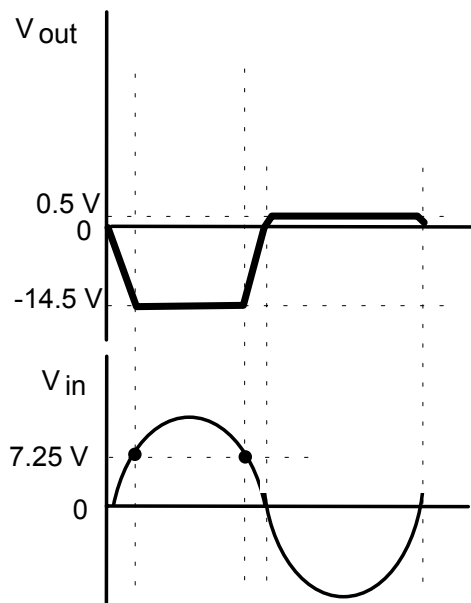
$$V_{D4} = 8.47 \text{ Volts}$$

$$V_{out}/V_{in} = 647.3$$



Θέμα 3Α:

Οι δίοδοι D_3 και D_4 μπορεί να παραληφθούν. Με V_{in} θετική ο TE-1 δίνει έξοδο αρνητική (η D_1 είναι OFF) με κέρδος 2. Έτσι, με είσοδο $V_{in} = |V_{sat}|/2 = 14.5/2 = 7.25 \text{ V}$, ο TE-1 οδηγείται στον κόρο. Η έξοδος του TE-2 (δηλ. η V_{out}) ακολουθεί την αρνητική έξοδο του TE-1 (η δίοδος D_2 είναι OFF). Με αρνητική είσοδο, η έξοδος του TE-1 είναι θετική και άγει η D_1 , οπότε η έξοδος του περιορίζεται στην τάση $V_D = 0.5 \text{ V}$. Η έξοδος του TE-2 ακολουθεί τη θετική έξοδο του TE-1.

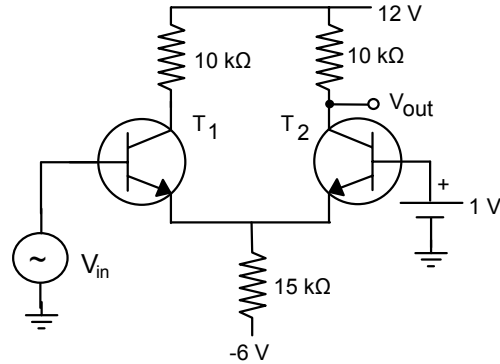


ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΙΙ

Δευτέρα, 24-1-05, 9 π.μ. (Αιθ. 1-7, Διάρκεια Εξετ. 3 hr)

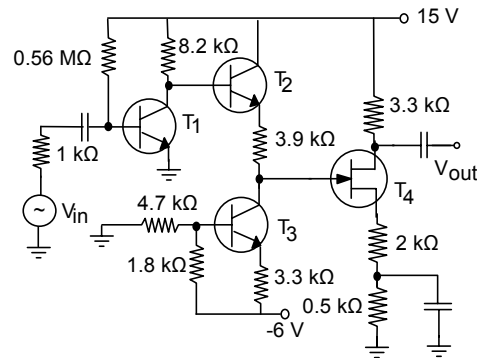
Θέμα 1B: 3/10

Στο κύκλωμα του παραπλεύρως σχήματος το σήμα εισόδου V_{in} έχει πλάτος 1.5 V και συχνότητα 1 kHz. Να διεξαχθούν οι αναγκαίοι υπολογισμοί προκειμένου να **σχεδιαστεί η κυματομορφή** που λαμβάνεται στην έξοδο (V_{out}). Τα τρανζίστορ έχουν $\beta=99$, $r_{bb'}=0 \Omega$, $\eta=2$ και $V_{BE}=0.7V$. Η σχεδίαση της κυματομορφής να γίνει μόνο στην πίσω σελίδα του παρόντος και οι λεπτομέρειες να δοθούν στο γραπτό σας.



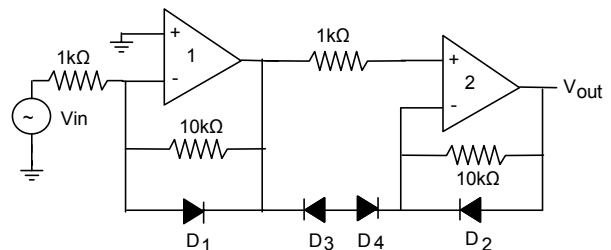
Θέμα 2B: (4/10)

Στον ενισχυτή που φαίνεται παραπλεύρως να υπολογιστεί το συνεχές δυναμικό στην εκροή του T_4 , ο λόγος V_{out}/V_{in} και να **σχεδιαστεί η κυματομορφή** που λαμβάνεται στην έξοδο (V_{out}). Τα τρανζίστορ έχουν $\eta=1$, $\beta=50$, $r_{bb'}=20\Omega$, $V_{BE}=0.77$, $r_{ce}=50 \text{ k}\Omega$, $I_{DSS}=20 \text{ mA}$ και $V_p=-2 \text{ V}$. Το σήμα εισόδου έχει πλάτος 20 mV και συχνότητα 1 kHz. Να θεωρηθεί ότι οι πυκνωτές έχουν άπειρη χωρητικότητα. Η σχεδίαση της κυματομορφής να γίνει μόνο στην πίσω σελίδα του παρόντος και οι λεπτομέρειες να δοθούν στο γραπτό σας.



Θέμα 3B: (3/10)

Στο παραπλεύρως κύκλωμα το σήμα V_{in} έχει πλάτος 15 V και συχνότητα 1 kHz. Να **σχεδιαστεί η κυματομορφή** που λαμβάνεται στην έξοδο V_{out} . Οι δίοδοι έχουν τάση ορθής φοράς πόλωσης ίση με 0.5 V. Οι ΤΕ τροφοδοτούνται με $\pm 15 \text{ V}$ και έχουν $\pm V_{sat}=14.5 \text{ V}$. Η σχεδίαση της κυματομορφής να γίνει μόνο στην πίσω σελίδα του παρόντος και οι λεπτομέρειες να δοθούν στο γραπτό σας.



B**Θέμα 1B:****ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΥ ΕΝΙΣΧΥΤΗ**

1. Υποθέτουμε ότι με $V_{in1} = 1$ τα T1 & T2 είναι και τα δύο ON:

$$I_{b1} = 2.1 \mu\text{A} \quad [\text{βλ. σχ. (1-28), σελ. 11, Συγγρ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ, τομ. II}]$$

$$I_{c1} = 0.207 \text{ mA}$$

$$I_o = 0.419 \text{ mA}$$

$$V_{c1} = V_{c2} = 9.93 \text{ V}$$

Η αρχική υπόθεση, ότι και τα δύο τετανζίστορες είναι ON, ευσταθεί. Συνεπώς, είναι:

$$r_d = 247.619 \text{ Ohm}$$

$$r_{be} = 24761.9 \text{ Ohm}$$

$$\text{Gain} = 19.99$$

2. Καθώς το σήμα V_{in1} αυξάνει, το δυναμικό V_{c2} αυξάνει από 9.93 προς την τάση τροφοδοσίας 12 V. Για μεταβολή $V_{cc} - V_{c2} = 12 - 9.93 = 2.07 \text{ V}$, η αναγκαία μεταβολή ΔV_{in} είναι: $2.07 / 19.99 = 0.103 \text{ V}$. Συνεπώς, για $V_{in} > 1 + 0.103 = 1.103 \text{ V}$, το δυναμικό V_{c2} οδηγείται στα 12 V.

3. Υποθέτοντας ότι το σήμα εισόδου V_{in1} είναι αρκούντως μικρό ώστε το T1 να γίνει OFF, θα ισχύει:

$$I_{b2} = 4.2 \mu\text{A} \quad [\text{βλ. Σχήμα 1-22, σελ. 24 συγγρ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ, τομ. II}]$$

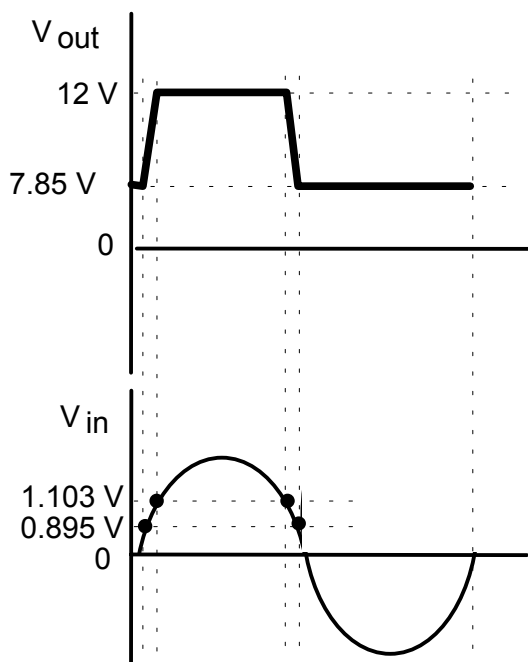
$$I_{c2} = 0.415 \text{ mA}$$

$$I_o = 0.419 \text{ mA}$$

$$V_{c1} = 12 \text{ V}$$

$$V_{c2} = 7.85 \text{ V}$$

$$V_{out} = 4.15 \text{ V}$$



Θέμα 2B:

Βλ. σελ. 202 συγγρ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ, τομ. II

1. DC ΑΝΑΛΥΣΗ

=====

$$R_{th3} = R_1 * R_2 / (R_1 + R_2) = 1301,538 \ \Omega$$

$$E_{th3} = V_{ee} + ((0 - V_{ee}) / (R_1 + R_2)) * R_2 = -4,339 \ V$$

$$I_{b3} = (E_{th3} - V_{be} - V_{ee}) / (R_{th3} + (\beta + 1) * R_{e3}) = 5,256 \ \mu A$$

$$I_{e3} = (\beta + 1) * I_{b3} = 0,268 \ mA$$

$$r_{d3} = \eta * 26 / I_{e3} mA = 96,982 \ \Omega, \ r_{d1} = 20,062 \ \Omega, \ r_{d2} = 98,922 \ \Omega$$

$$I_{Rc1} = I_{c1} + I_{b2} = 1,275 \ mA$$

$$V_{c1} = V_{cc} - I_{Rc1} * R_{c1} = 4,539 \ V$$

$$V_{e2} = V_{c1} - V_{be} = 3,769 \ V$$

$$V_{c3} = V_{e2} - I_{c3} * R_{e3} = 2,901 \ V$$

$$I_d = 1,725 \ mA, \ V_d = 9,304 \ V, \ V_s = 4,314 \ V, \ V_{ds} = 4,99 \ V, \ g_m = 0,005 \ mA/V$$

2. AC ΑΝΑΛΥΣΗ

=====

T1:

$$r_{in1} = r_{bb} + (\beta + 1) * r_{d1} = 1043,19 \ \Omega$$

$$R_{i1} = r_{in1} * R_B / (r_{in1} + R_B) = 1041,25 \ \Omega$$

$$R_{o1} = R_{c1} = 8200 \ \Omega$$

$$A_1 = -\beta * R_{c1} / r_{in1} = -393,026$$

$$A_{1-ef} = A_1 * R_{i1} / (R_{i1} + R_{ss}) = -200,484$$

T3:

$$r_{be3} = r_{bb} + (\beta + 1) * r_{d3} = 4966,101 \ \Omega$$

$$R_{o3} = r_{ce3} * (1 + (\beta * R_{e3}) / (R_{th3} + r_{be3} + R_{e3})) = 0,912 \ M\Omega$$

Η R_{o3} είναι παράλληλη στην αντιστ. εισόδου του JFET:

$R_{in4} \Rightarrow$ Άπειρη

$$R_{in4} \parallel R_{o3} = R_{in4} * R_{o3} / (R_{in4} + R_{o3}) = 0,912 \ M\Omega$$

T2:

Η δρώσα αντίσταση στον εκπομπό του T2 είναι:

$$R_{e2-ef} = (R_{in4} \parallel R_{o3}) + R_{e2} = 0,916 \ \Omega$$

$$r_{in2} = r_{bb} + (\beta + 1) * (r_{d2} + R_{e2-ef}) = 46,726 \ M\Omega$$

$$R_{i2} = r_{in2} = 46,726 \ M\Omega$$

Το κέρδος στον εκπομπό του T2:

$$A_2(e) = (\beta + 1) * R_{e2ef} / r_{in2} = 0,999$$

Το κέρδος στο συλλέκτη του T3:

$$A_3 = A_2(e) * R_{in4} / [R_{in4} + (R_{in4} \parallel R_{o3})] = 0,999$$

Κέρδος του T4:

$$A_4 = (-R_d * g_m) / (1 + g_m * R_{s1}) = -1,521$$

Ολικό Κέρδος:

$$A_o = A_{1-ef} * A_3 * A_4 * (R_{i2} / (R_{i2} + R_{o1})) = 304,739$$

Διακύμανση τάσης εξόδου:

$$R_{ac} = r_d + R_{s1} = 5300 \ \Omega$$

$$I_{dmax} = I_d + (V_{ds} / R_{ac}) = 2,667 \ mA$$

$$V_{dup} = R_d * I_d = 5,695 \ V \quad V_{ddn} = R_d * (I_{dmax} - I_d) = 3,107 \ V$$

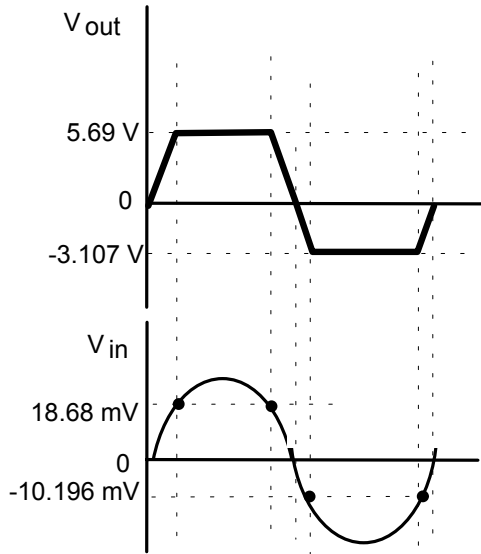
Αντιστοιχούσες διακυμάνσεις του σήματος εισόδου:

$$V_{in-max} U_p = V_{dup} / A_o = 18,688 \ mV \quad V_{in-max} D_n = V_{ddn} / A_o = 10,196 \ mV$$

Από τα παραπάνω:

$$V_{D4} = 9.30 \text{ Volts}$$

$$V_{out}/V_{in} = 304.74$$



Θέμα 3B:

Οι δίοδοι D_3 και D_4 μπορεί να παραληφθούν. Με V_{in} θετική ο TE-1 δίνει έξοδο αρνητική (η $D1$ είναι OFF) με κέρδος 2. Έτσι, με είσοδο $V_{in} = | -V_{sat} | / 2 = 14.5 / 2 = 7.25 \text{ V}$, ο TE-1 οδηγείται στον κόρο. Η έξοδος του TE-2 (δηλ. η V_{out}) ακολουθεί την αρνητική έξοδο του TE-1 (η δίοδος D_2 είναι OFF). Με αρνητική είσοδο, η έξοδος του TE-1 είναι θετική και άγει η $D1$, οπότε η έξοδος του περιορίζεται στην τάση $V_D = 0.5 \text{ V}$. Η έξοδος του TE-2 ακολουθεί τη θετική έξοδο του TE-1.

