

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ 2023

1η ΣΕΙΡΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ 2023

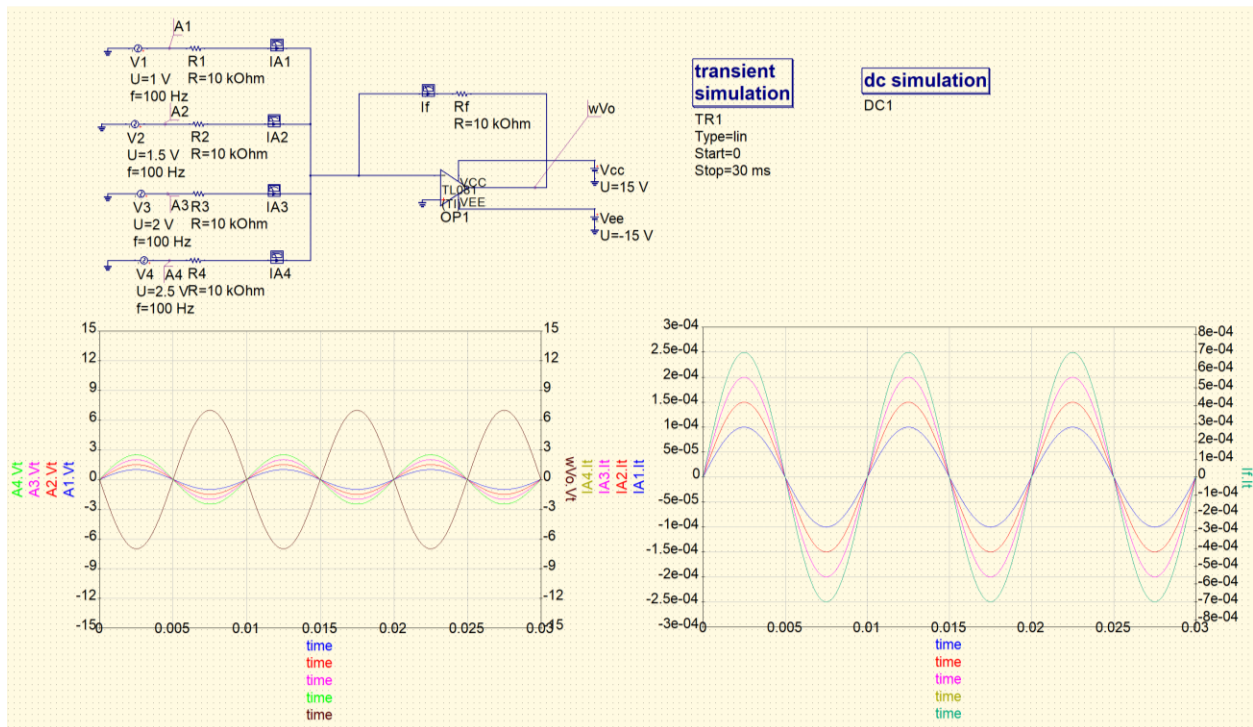
Ιωάννης Μπόσκοβιτς 03119640

ΑΣΚΗΣΗ 1:

1. Το κύκλωμα μας έχει αρνητική ανάδραση και συνιστά έναν αναστρέφοντα αθροιστή. Εφόσον η μη αναστρέφουσα είσοδος (V_+) έχει δυναμικό 0, τότε και το δυναμικό της μη αναστρέφουσας εισόδου του Τ.Ε. (V_-) θα είναι μηδενικό. Έχουμε λοιπόν ένα εικονικό βραχυκύκλωμα.
2. Υποθέτοντας πως δεν εισέρχεται ρεύμα στις εισόδους του Τ.Ε., $V_+ = V_-$ (εικονικό βραχυκύκλωμα) $\rightarrow V_+ = 0\text{ V} \rightarrow I_{A1} = V_1 / R_1 = 0.1\text{mA}$. Το ρεύμα αυτό εξαρτάται μόνο από την εναλλασσόμενη πηγή τάσης V_1 και το R_1 όπως φαίνεται και από το τύπο.
3. Ο ίδιος τύπος ($I_{Ai} = V_i / R_i$) ισχύει και για τους υπόλοιπους κλάδους με $i=2,3,4$. Καθένας απ' αυτούς επηρεάζεται μόνο απ' τις αντίστοιχες αντιστάσεις και τάσεις που έχει. Κανένας κλάδος εισόδου δεν επηρεάζει τα ρεύματα των άλλων εισόδων (είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα) καθώς ισχύει η αρχή της επαλληλίας και λειτουργούμε προσθετικά για κάθε κλάδο στον υπολογισμό του τελικού αποτελέσματος. Το συνολικό ρεύμα I_f επηρεάζεται όμως από το κάθε ρεύμα αφού είναι επαλληλία όλων των ρευμάτων.
4. Ισχύει ότι $V_o = I_f \cdot R_f$, όμως το συνολικό V_o είναι επαλληλία όλων των υπόλοιπων V_{oi} με $i=1,2,3,4$. Συνεπώς αν λύσουμε ως προς I_f έχουμε ότι $I_f = V_o / R_f$, άρα και το I_f θα είναι επαλληλία όλων των μεμονωμένων ρευμάτων I_f για κάθε πηγή V_{oi} , $I_f = I_{A1} + I_{A2} + I_{A3} + I_{A4} = 0.7\text{mA}$.
5. Ο νόμος τάσεων του Kirchhoff στον βρόχο του αναστρεφόμενου ενισχυτή είναι ο εξής: $V_i - V_{Rf} - V_o = 0$, όπου V_i είναι η τάση της αντίστροφης εισόδου του ΤΕΕ, V_{Rf} είναι η τάση που εμφανίζεται στην αντίσταση ανάδρασης και V_o είναι η τάση εξόδου του ΤΕΕ. Αυτός ο νόμος προσδιορίζει ότι η συνολική τάση στην κλειστή βρόχο είναι μηδενική. Αυτό σημαίνει ότι η τάση εισόδου στον αναστρεφόμενο ενισχυτή είναι ίση με την τάση εξόδου που παράγεται στην αντίσταση ανάδρασης, συν την τάση εξόδου του ΤΕΕ. Αυτός ο νόμος είναι σημαντικός για το σχεδιασμό και την ανάλυση αναστρεφόμενων ενισχυτών, καθώς βοηθά στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς τους.
6. Η έξοδος του κυκλώματος είναι η έξοδος του ενισχυτή εναλλασσόμενου ρεύματος και αντιστοιχεί στο άθροισμα των σημάτων που εισήχθησαν στους τέσσερις κλάδους εισόδου. Ισχύει ότι επειδή έχουμε ημιτονοειδή σήματα με ίδια συχνότητα προστίθενται τα πλάτη τους άρα $V_{oi} = -R_f / R_i \cdot V_i$. Άρα $V_{o1} = -1\text{V}$, $V_{o2} = -1.5\text{V}$, $V_{o3} = -2\text{V}$ και $V_{o4} = -2.5\text{V}$. Συνεπώς για κάθε είσοδο το κέρδος τάσης εξόδου υπολογίζεται από τον προηγούμενο τύπο και με επαλληλία η συνολική έξοδος θα είναι $V_{o\lambda} = V_{o1} + V_{o2} + V_{o3} + V_{o4} = -(1+1.5+2+2.5) = -7\text{V}$

i - viii.

Παρακάτω παρουσιάζεται και το κύκλωμα και οι αντίστοιχες γραφικές που τη συνοδεύουν:



Από το Tabular Window του εκτελέσιμου μας αρχείου, επιβεβαιώνεται πως τα πλάτη και η πολικότητα των κυματομορφών συμφωνούν με εκείνα που υπολογίσαμε θεωρητικά.

ΑΣΚΗΣΗ 2:

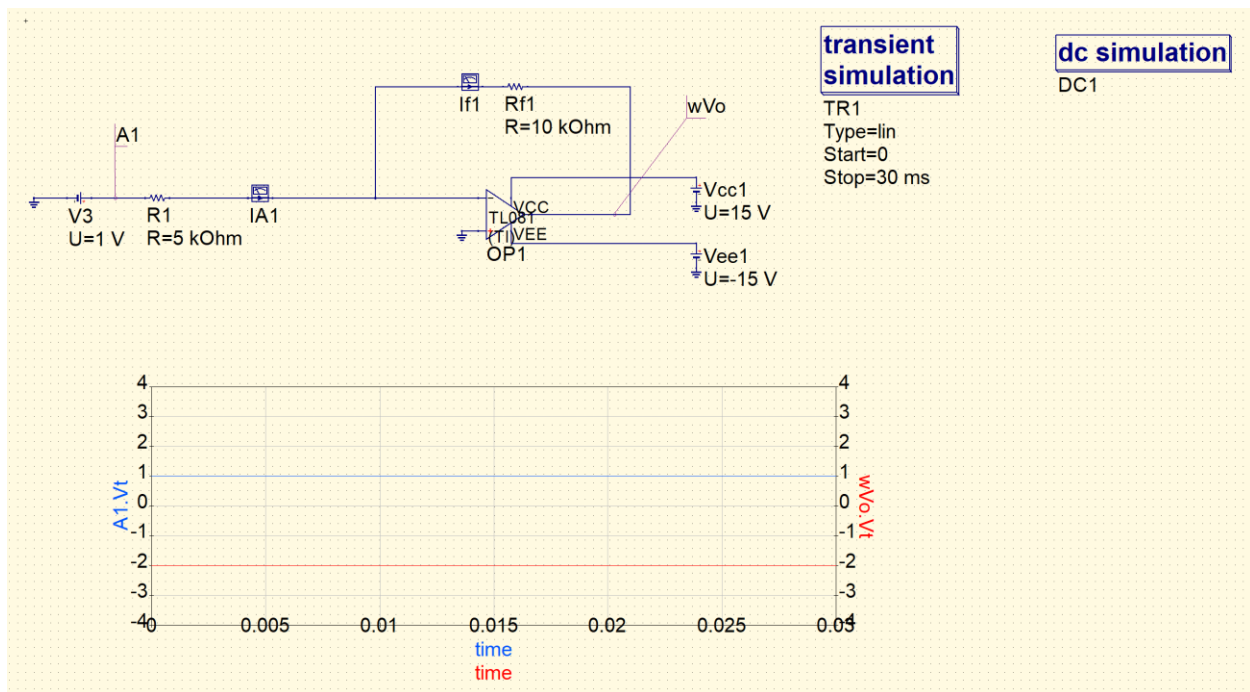
2.1:

2.1.1:

Έχουμε συνδεσμολογία αναστρέφοντος ενισχυτή με μία είσοδο, $R_i=5 \text{ k}\Omega$, $R_f=10 \text{ k}\Omega$ και $V_i=1 \text{ V}$. Σε αυτή την περίπτωση η είσοδος είναι μία ανεξάρτητη DC πηγή τάσης. Εφόσον η μη αναστρέφουσα είσοδος ($V+$) έχει δυναμικό 0, τότε και το δυναμικό της μη αναστρέφουσας εισόδου του Τ.Ε. ($V-$) θα είναι μηδενικό. Έχουμε λοιπόν ένα εικονικό (κατ'ουσίαν) βραχυκύκλωμα. Συνεπώς τάση εξόδου θα είναι $V_o=-R_f/R_i=-2 \text{ V}$.

2.1.2:

Παρακάτω παρουσιάζεται και το κύκλωμα και οι αντίστοιχες γραφικές που τη συνοδεύουν:



Συμφωνούν απόλυτα με τις θεωρητικούς υπολογισμούς.

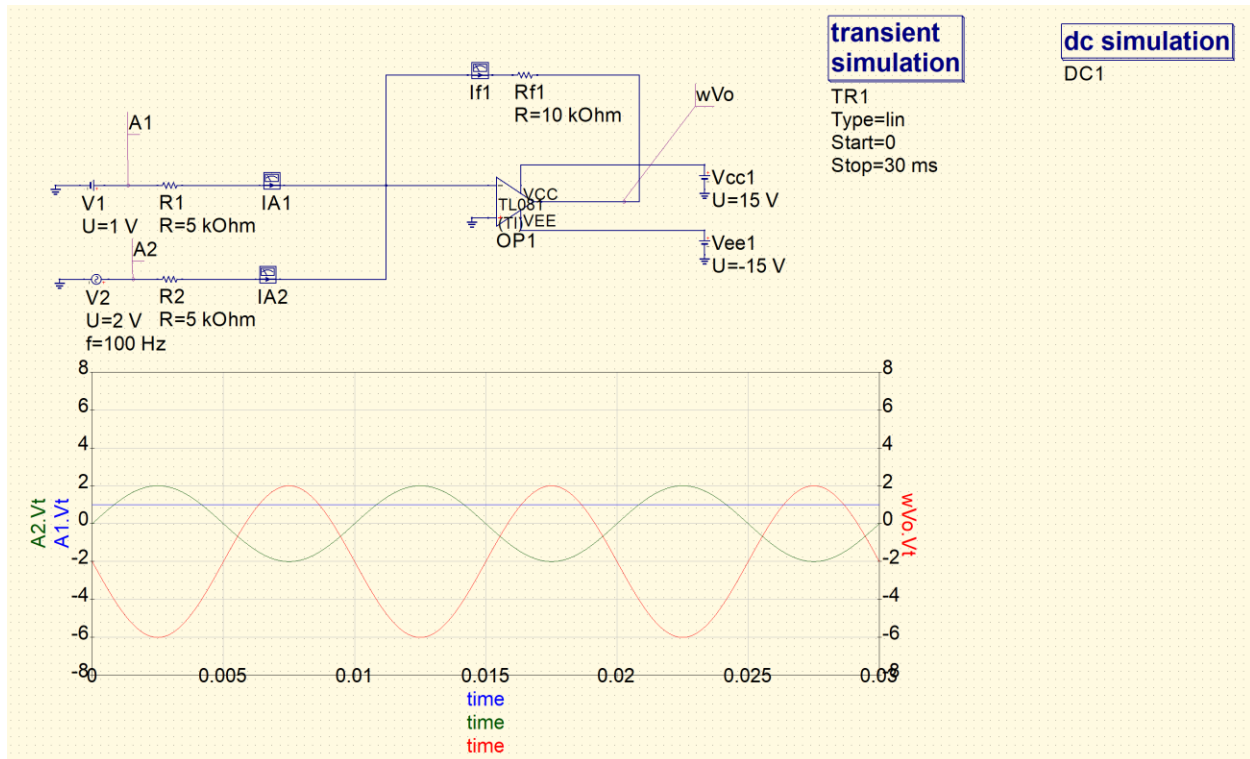
2.2:

2.2.1:

Έχουμε συνδεσμολογία αναστρέφοντος ενισχυτή με δυο εισόδους μια DC και μια AC πηγή, $R1=R2=5\text{k}\Omega$, $Rf=10\text{k}\Omega$, $V1=1\text{V}$ και $V2=2\text{V}$ και $f=100\text{Hz}$. Συνεπώς τάση εξόδου θα είναι $V_{oi} = -(Rf/Ri) \cdot V_i$ και θα ισχύει η αρχή της επαλληλίας για το σύνολο των δυο εισόδων.

2.2.2:

Παρακάτω παρουσιάζεται και το κύκλωμα και οι αντίστοιχες γραφικές που τη συνοδεύουν:



Και βλέπουμε την έξοδο που προκύπτει για την επαλληλία των δυο εισόδων.

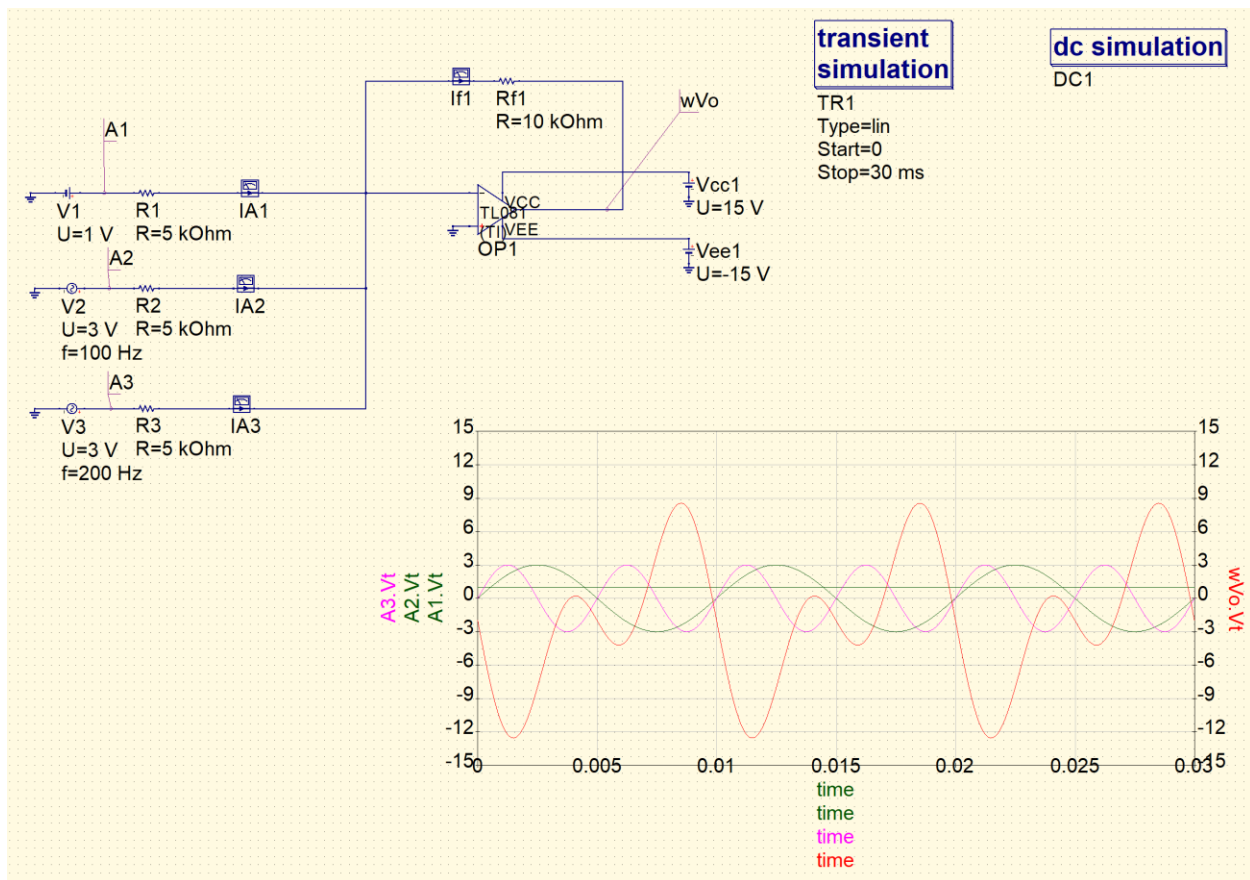
2.3:

2.3.1:

Έχουμε και εδώ συνδεσμολογία αναστρέφοντος ενισχυτή με τρεις εισόδους μια DC και δυο AC, $R1=R2=R3=5k\Omega$, $Rf=10k\Omega$, $V1=1V$, $V2=3V$ με $f=100Hz$ και $V3=3V$ με $f=200Hz$. Συνεπώς τάση εξόδου θα είναι $V_{oi}=-(Rf/Ri)*V_i$ και θα ισχύει η αρχή της επαλληλίας για το σύνολο των εισόδων.

2.3.2:

Παρακάτω παρουσιάζεται και το κύκλωμα και οι αντίστοιχες γραφικές που τη συνοδεύουν:



Και βλέπουμε την έξοδο που προκύπτει για την επαλληλία των εισόδων.

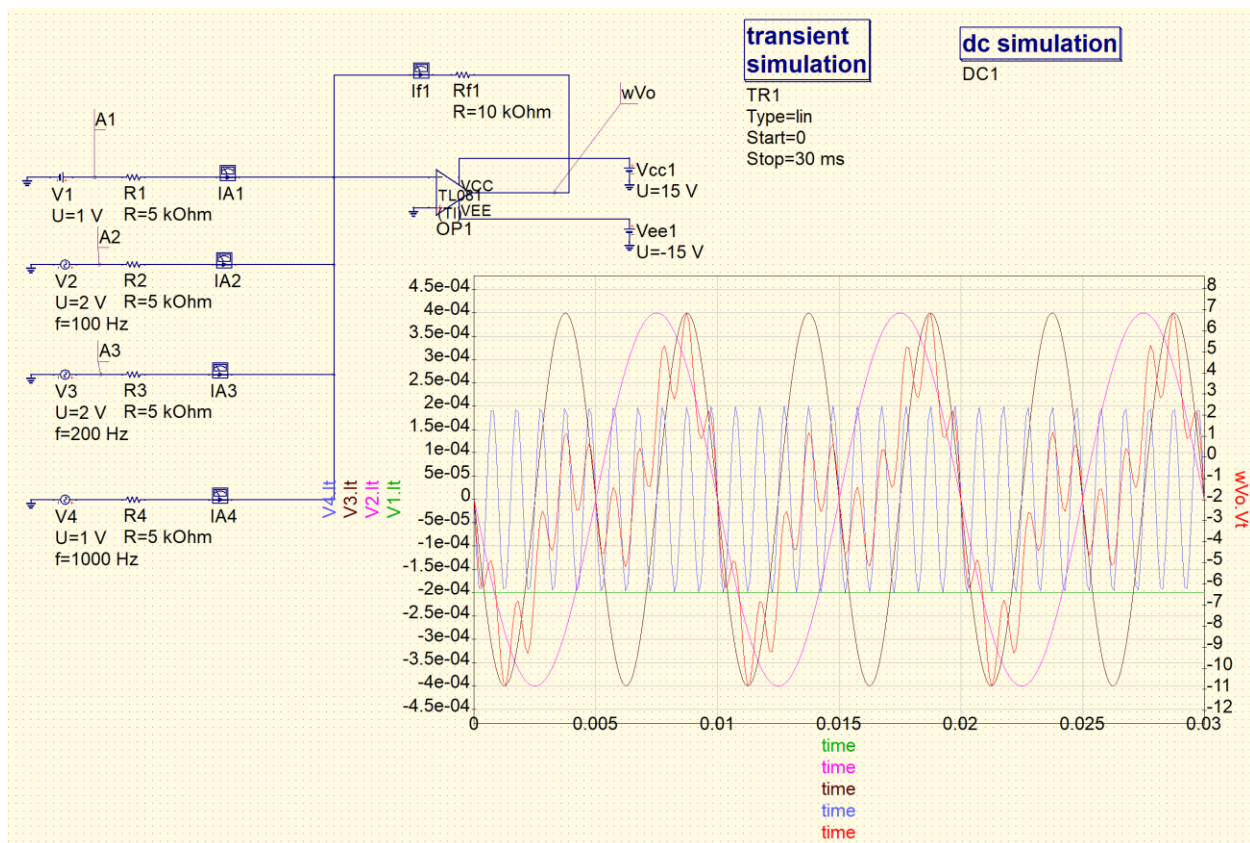
2.4:

2.4.1:

Έχουμε για άλλη μια φορά συνδεσμολογία αναστρέφοντος ενισχυτή με τέσσερις εισόδους μια DC και δυο AC, $R_1=R_2=R_3=R_4=5\text{k}\Omega$, $R_f=10\text{k}\Omega$, $V_1=1\text{V}$, $V_2=2\text{V}$ με $f=100\text{Hz}$, $V_3=2\text{V}$ με $f=200\text{Hz}$ και $V_4=1\text{V}$ με $f=1000\text{Hz}$. Συνεπώς τάση εξόδου θα είναι $V_{oi}=-(R_f/R_i)*V_i$ και θα ισχύει η αρχή της επαλληλίας για το σύνολο των εισόδων.

2.4.2:

Παρακάτω παρουσιάζεται και το κύκλωμα και οι αντίστοιχες γραφικές που τη συνοδεύουν:



Και βλέπουμε την έξοδο που προκύπτει για την επαλληλία των εισόδων την οποία όπως βλέπουμε δεν μπορούμε να την προβλέψουμε με τους θεωρητικούς υπολογισμούς.

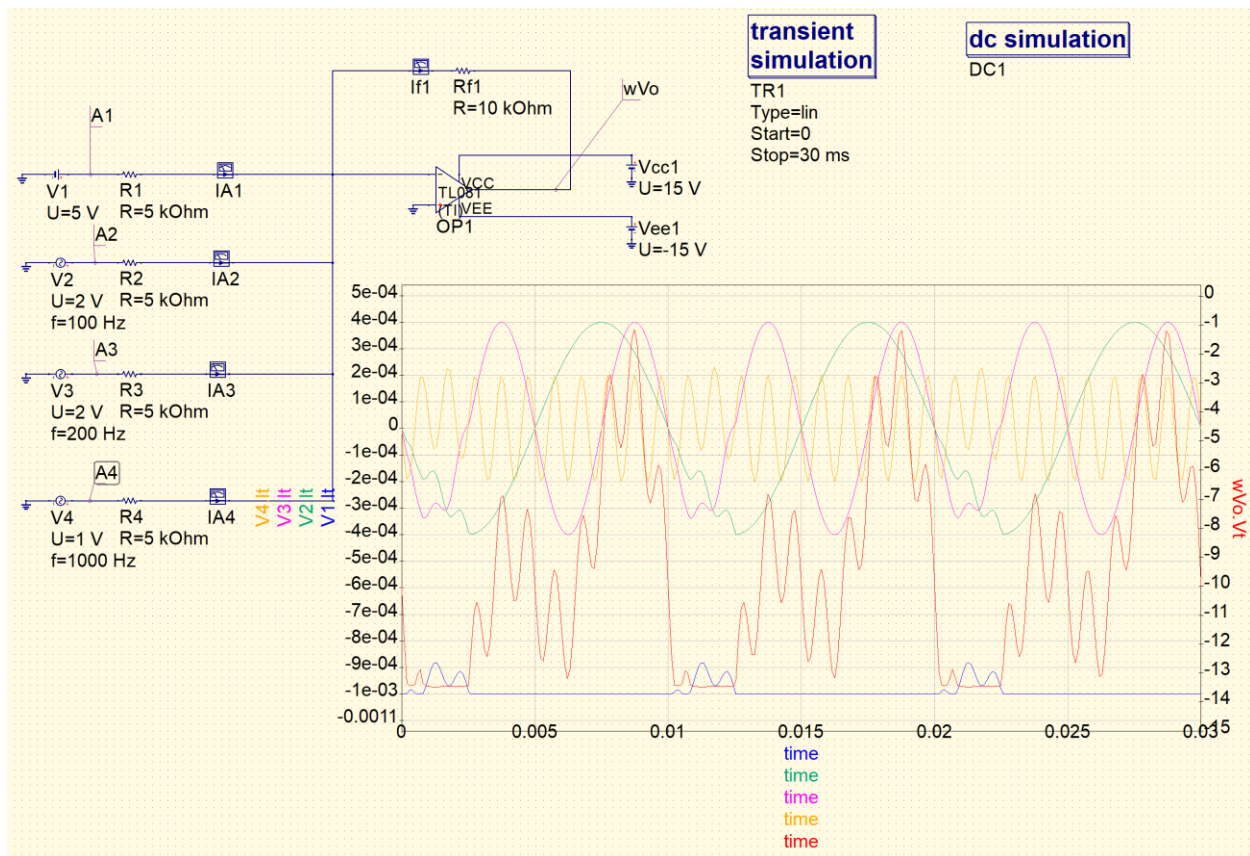
2.5:

2.5.1:

Έχουμε τέλος συνδεσμολογία αναστρέφοντος ενισχυτή με τέσσερις εισόδους, $R1=R2=R3=R4=5\text{k}\Omega$, $R_f=10\text{k}\Omega$, $V1=5\text{V}$, $V2=2\text{V}$ με $f=100\text{Hz}$, $V3=2\text{V}$ με $f=200\text{Hz}$ και $V4=1\text{V}$ και $f=100\text{Hz}$, όπου εδώ συναντάμε το φαινόμενο του ψαλιδισμού καθώς η τάση εξόδου υπερβαίνει το όριο των $\pm 15\text{V}$ που είναι η τάση κόρου, ο ΤΕ παύει να λειτουργεί γραμμικά και η έξοδός του παραμένει στην τάση κόρου. Η τάση εξόδου θα είναι $V_{oi}=-(R_f/R_i) \cdot V_i$ και θα ισχύει η αρχή της επαλληλίας για το σύνολο των εισόδων. Άρα στην προσομοίωση περιμένουμε στην έξοδο ψαλιδισμό του σήματος.

2.5.2:

Παρακάτω παρουσιάζεται και το κύκλωμα και οι αντίστοιχες γραφικές που τη συνοδεύουν:



Και βλέπουμε την έξοδο που προκύπτει για την επαλληλία των εισόδων την οποία όπως βλέπουμε δεν μπορούμε να την προβλέψουμε με τους θεωρητικούς υπολογισμούς. Επίσης φαίνεται ο ψαλιδισμός που περιμέναμε από τον θεωρητικό υπολογισμό.

Συνεπώς, βλέπουμε ότι τόσο μόνο με τους θεωρητικούς υπολογισμούς δεν μπορούμε να γνωρίζουμε ακριβώς την τελική έξοδο σε όλες τις περιπτώσεις, λόγω της αρχής της επαλληλίας εισόδων DC και AC με διαφορετικά πλάτη, όσο και το ότι οι θεωρητικοί μας υπολογισμοί συμφωνούν με τις προσομοιώσεις που πραγματοποιήσαμε στο πρόγραμμα Qucs.