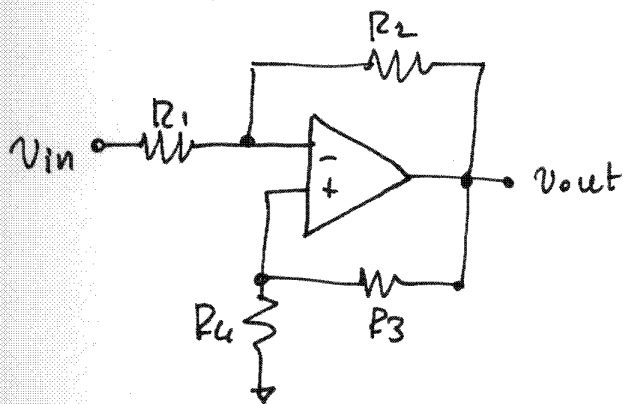


Παραδείγματα κυκλωμάτων με Τελεστική Ενίσχυση

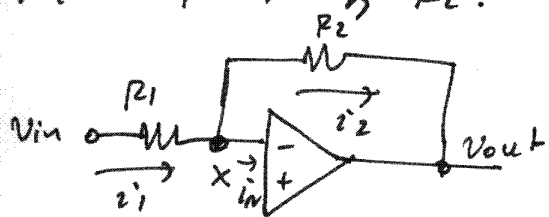
● Για το παρακάτω κύκλωμα υπολογίστε την τάση v_{out} . θεωρήστε τον τελεστικό ενισχυτή ιδανικό.



Αρχικά πρέπει να εκφράσουμε τη τάση στους ακροδέκτες εισόδου του τελεστικού ενισχυτή θεωρώντας των τάση εξόδου v_{out} εισόδου v_{in} και των αντιστάσεων.

- Αναιερέφρουσα είσοδος

Η αναιερέφρουσα είσοδος (v_-) τροφοδοτείται από την τάση εισόδου v_{in} \rightarrow την τάση εξόδου v_{out} μέσω του δικτύου αντίστροφης που αφορά τις $R1$ ή $R2$.



Από τον ΚΚΛ στον κόμβο X:

$$i_i = i_2 + i_N$$

Εφόσον ο τελ. ενισχυτής ιδανικός $i_N \approx 0$

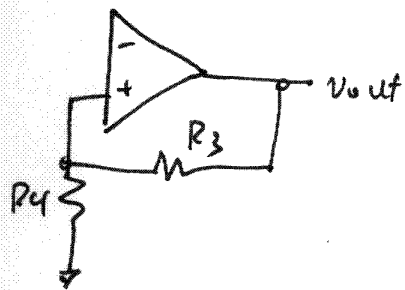
$$\rightarrow i_i = i_2 \quad \text{Έτσι από νόμο του Ohm: } \frac{v_{in} - v_-}{R1} = \frac{v_- - v_{out}}{R2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}\right)v_- = -\left(\frac{1}{R1}v_{in} + \frac{1}{R2}v_{out}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_- = \frac{\frac{1}{R1}}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}}v_{in} + \frac{\frac{1}{R2}}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}}v_{out}$$

Μη ανατρεφόμενη είσοδος

Η μη-ανατρεφόμενη είσοδος (v_+) τροφοδοτείται μόνο μέσω του δικτύου αντιστάσεων που σχηματίζει η R_3 ή R_4 από την είσοδο v_{out} .



Ουσιαστικά οι δύο αντιστάσεις σχηματίζουν ένα διαίρεση τάσης. Οπότε

$$v^+ = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot v_{out}$$

Εφόσον ο τρέφοντα ενισχυτής είναι ιδανικός και το κέρδος του σχεδίου αληθινό τότε εξαιτίας της αρνητικής ανάδρασης η είσοδος (v_-) κυνηγά την (v_+). Στο ζεύγος $v_+ - v_- \approx 0$. Επομένως εξισώνοντας τις δύο τάσεις έχουμε το ε/μς:

$$v^+ = v^- \Rightarrow \frac{R_4}{R_3 + R_4} v_{out} = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \cdot v_{in} + \frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \cdot v_{out}$$

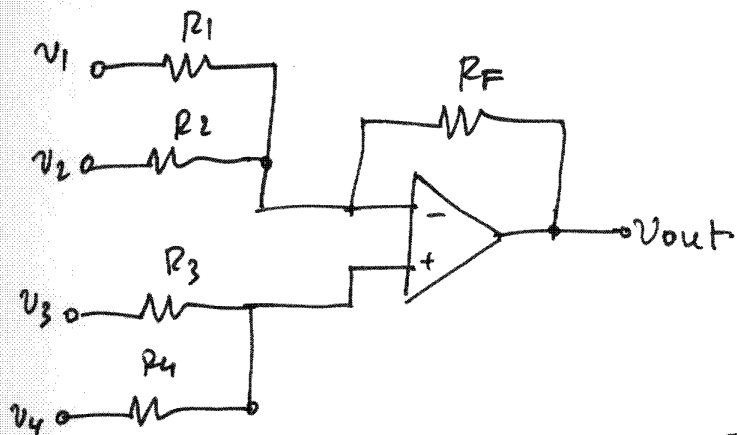
$$\Rightarrow \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4} - \frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \right) v_{out} = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \cdot v_{in}$$

Από όπου μπορούμε να ερρατώμε την v_{out} συναρτήσει της v_{in} .

Το κέρδος τάσης του κυκλώματος είναι ίσως $\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{R_4}{R_3 + R_4} - \frac{1}{R_2}}$

* Θεωρώντας ότι $v^+ \approx v^-$ είναι να χρησιμοποιήσουμε τη σχέση ότι $v_{out} = a(v^+ - v^-)$ γιατί το κέρδος ανοιχτού βρόχου a παίρνει πολύ μεγάλες τιμές. Έτσι απλοποιούμε την ανάλυση αφού οότως ή άλλως τα αποτελέσματα θα ήταν περίπου τα ίδια αρνητική ανάδρασης δε είναι ανεξάρτητα του a *

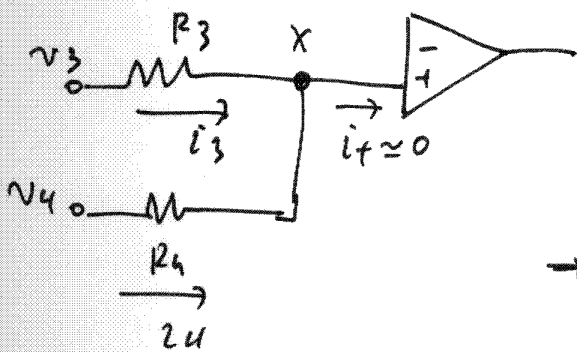
● Βρείτε την v_{out} συναρτήσει των v_1, v_2, v_3 και v_4 .



Αρχικά, όπως και πριν, βρίσκουμε τη τάση στην αναθερφέουσα και στη μη αναθερφέουσα είσοδο του τριβωτικού ενδκυτη.

- Μη αναθερφέουσα είσοδος

Η τάση στον ακροδέκτη (+) εξαρτάται αποκλειστικά από τη v_3 και v_4 .



Από τον KCL στον x προκύπτει ότι:

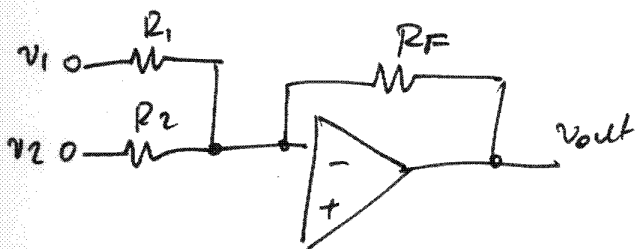
$$i_3 + i_4 = 0 \Rightarrow \frac{v_3 - v_x}{R_3} + \frac{v_4 - v_x}{R_4} = 0$$

$$\rightarrow \frac{1}{R_3} v_3 + \frac{1}{R_4} v_4 = \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) v_x \Rightarrow v_x = v^+$$

$$\Rightarrow v^+ = \frac{\frac{1}{R_3}}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} v_3 + \frac{\frac{1}{R_4}}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} v_4$$

- Αναθερφέουσα είσοδος

Η τάση στον ακροδέκτη (-) είναι συνάρτηση τόσο της επίδρασης της αρνητικής αντίδρασης όσο και των εισόδων v_1, v_2 .



Το κύκλωμα αυτό είναι ο αδρλοετή τάση που παρουσιάζει βήγ υπερώση. Όταν προκύπτει

ότι $v_- =$

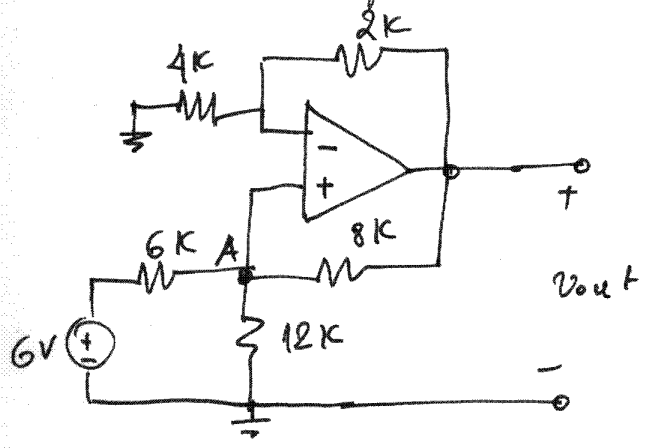
Λόγω του μεγάλου κέρδους του ενισχυτή και της αρνητικής ανατροφάει, η διαφορά δυναμικού μεταξύ των ακροδεκτών v_- v_+ θα είναι σχεδόν 0. Οπότε $v_+ \cong v_-$ ο με την εξίσωση αυτή προκύπτει ότι:

$$\frac{1/R_3}{1/R_3 + 1/R_4} \cdot v_3 + \frac{1/R_4}{1/R_3 + 1/R_4} \cdot v_4 = \frac{1/R_1}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_F} v_1 + \frac{1/R_2}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_F} v_2 + \frac{1/R_F}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_F} v_{out}$$

οπότε $v_{out} = \left(\frac{G_3}{G_3 + G_4} v_3 + \frac{G_4}{G_3 + G_4} v_4 - \frac{G_1}{G_1 + G_2 + G_F} v_1 - \frac{G_2}{G_1 + G_2 + G_F} v_2 \right) \cdot \frac{G_1 + G_2 + G_F}{G_F}$

όπου $G_1 = \frac{1}{R_1}$

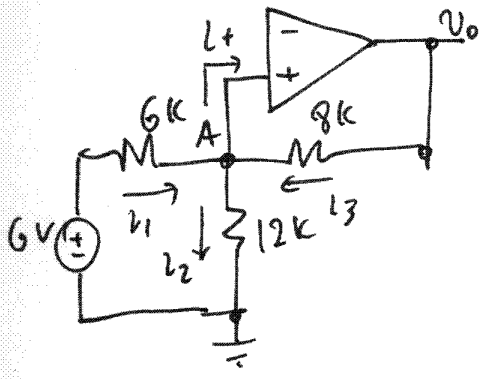
● Βρείτε την τάση v_{out} για το παρακάτω κύκλωμα.



- Μη αναστρέφουσα είσοδος

Από τον KCL στον κόμβο A: $i_1 + i_3 = i_2 + i_4$

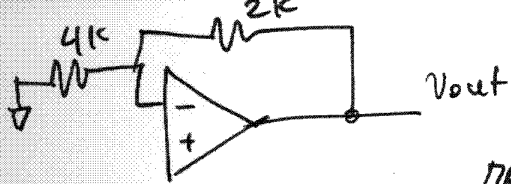
$$\frac{6 - v_A}{6k} + \frac{v_0 - v_A}{8} = \frac{v_A}{12} + 0$$



Έτσι προκύπτει ότι $v_0 = 3v_A - 8 \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_A = v_+ = \frac{v_0 + 8}{3}$$

- Αναστρέφουσα είσοδος

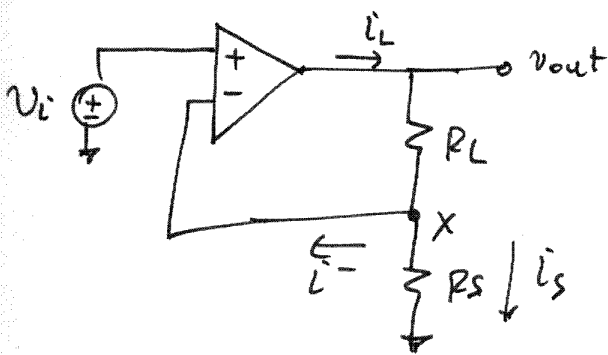


Λογω του διακριτού γκόντ εφέδον $i_N = 0$
 προκύπτει ότι $v_- = \frac{4}{4+2} v_{out} = \frac{2}{3} v_a$

Επομένως εξαιτίας του $v^+ \cong v^-$ προκύπτει ότι.

$$\frac{2}{3} v_{out} = \frac{1}{3} (v_{out} + 8) \Rightarrow \boxed{v_{out} = 8 \text{ Volt}}$$

• Υπολογίστε το ρεύμα i_L



Από την τοπολογία του κυκλώματος έχουμε:

$$v^+ = v_i$$

$$v^- = \frac{R_S}{R_S + R_L} \cdot v_{out}$$

Εξέτι εξισώσεως το v^+ με το v^- προκύπτει ότι $v_i = \frac{R_S}{R_S + R_L} \cdot v_{out}$

$$\Rightarrow v_{out} = \frac{R_S + R_L}{R_S} \cdot v_{in}$$

Από τον ΚCL στον κόμβο X προκύπτει ότι εφέδον $i_- = 0$ (τελεωμική ενίσχυση ιδανική) τότε $i_L = i_S$. Εξέτι $i_L = \frac{v_{out}}{R_S + R_L} \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_{out} = i_L \cdot (R_S + R_L)$$

Εξισώσεως τις 2 σχέσεις $i_L (R_S + R_L) = \frac{R_S + R_L}{R_S} \cdot v_{in} \Rightarrow$

$$\rightarrow \boxed{i_L = \frac{v_i}{R_S}}$$

Με άλλα λόγια το ρεύμα που διαρρέει την R_S είναι ανεξάρτητο από αυτήν. Το κεντρικά δεν μπορεί ως πηγή ρεύματος.