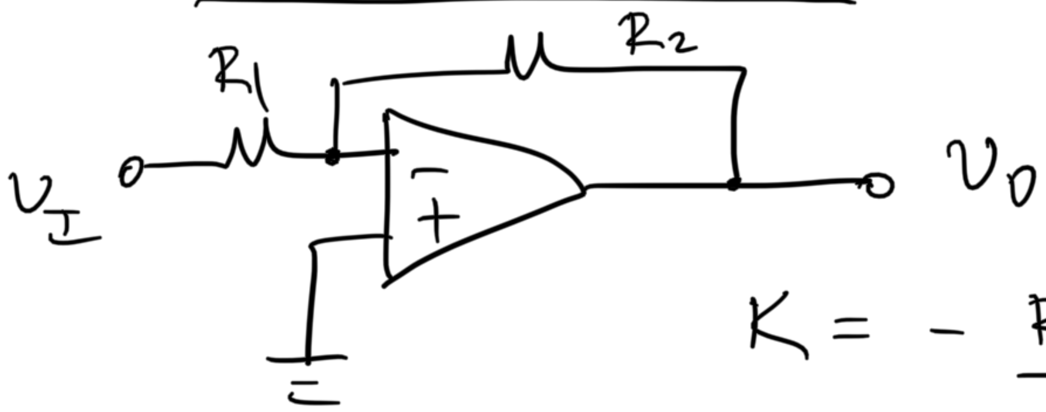
Μάθημα 24/11/21



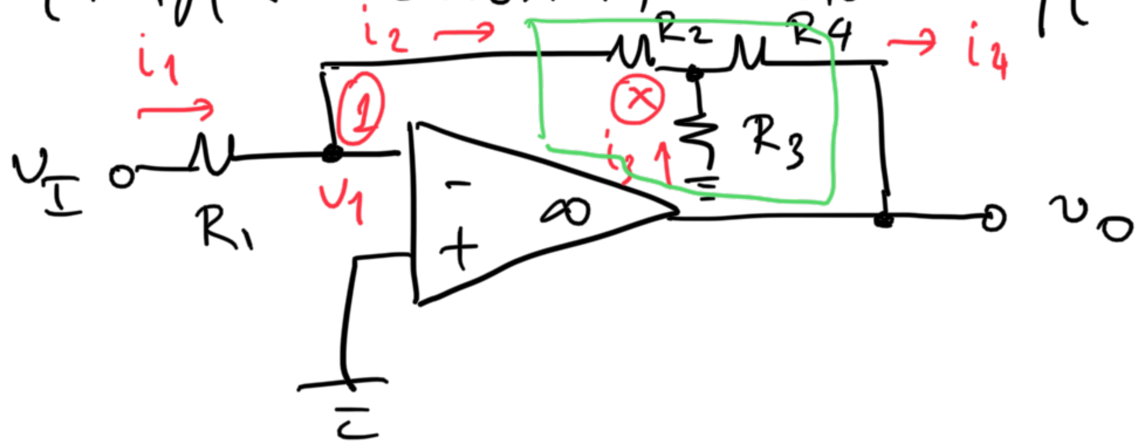
$$K = -\frac{R_2}{R_1}$$

θέλουμε $R_{in} >>$ οπότε

$R_1 >>$ και εάν θέλουμε

$K >>$ αναγκαστικά $R_2 >>>$

Παράδειγμα ενισχυτή κλειστού βρόχου



Προδιαγραφές: κέρδος 100

$R_{in} = 1\,M\Omega$

χωρίς να χρησιμοποιήσω $R > 1\,M\Omega$

$$i_1 = \frac{v_I}{R_1} \qquad (v_1 = 0)$$

$$v_x = v_1 - i_2 R_2 = -\frac{R_2}{R_1} v_I$$

$$(i_1 = i_2)$$

$$i_3 = \frac{-v_x}{R_3} = \frac{R_2}{R_1 R_3} v_I$$

$$i_4 = i_2 + i_3 \qquad (\text{NPK στον κόμβο } x)$$

$$i_4 = \frac{v_I}{R_1} + \frac{R_2}{R_1 R_3} v_I$$

$$v_o = v_x - i_4 R_4$$

$$\boxed{\frac{v_o}{v_I} = -\frac{R_2}{R_1}\left(1 + \frac{R_4}{R_2} + \frac{R_4}{R_3}\right)}$$

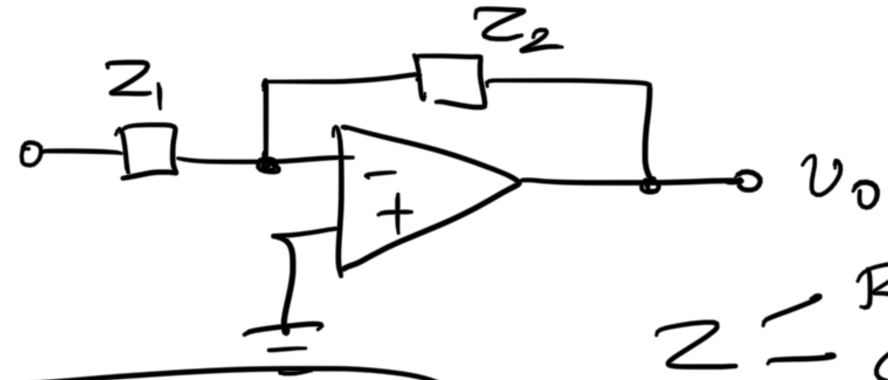
$R_{in} = R_1 \rightarrow$ επιλέγω $R_1 = 1M\Omega$

Μπορώ να επιλέξω $R_2 = R_4 = 1M\Omega$

οπότε για $\frac{v_o}{v_I} = 100$ προκύπτει

$R_3 = 10.2\ k\Omega$

Γενίκευση: $R \rightarrow Z$



$$Z \begin{cases} R \\ C \\ L \end{cases}$$

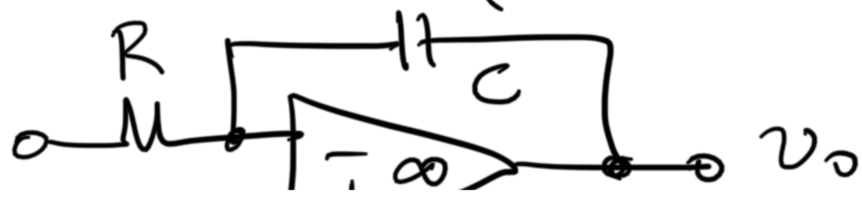
$$\boxed{\frac{v_o}{v_I} = -\frac{Z_2}{Z_1}}$$

(A) Ολοκληρωτής

$Z_1 = R$

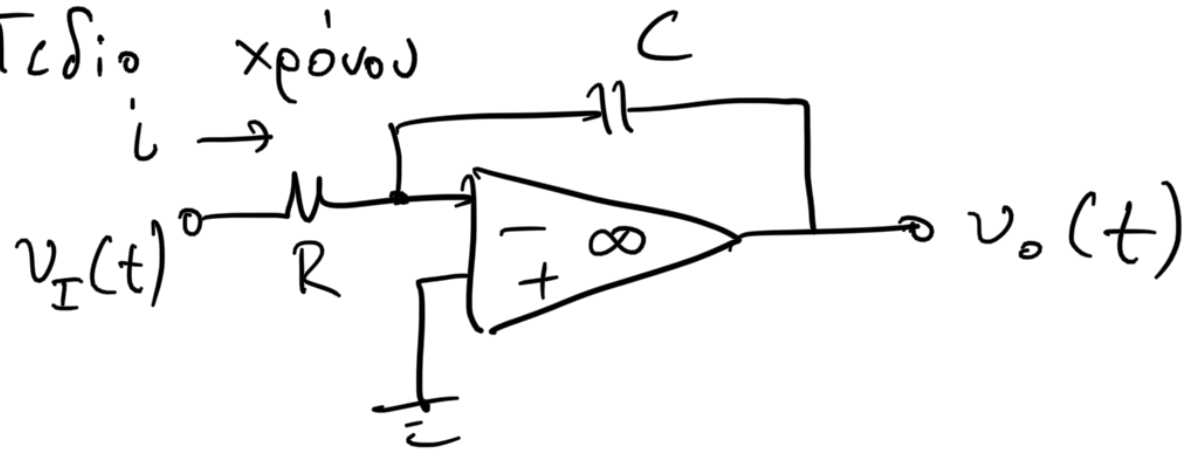
$Z_2 = \frac{1}{sC}$ άρα $\boxed{\frac{v_o}{v_I} = -\frac{1}{sCR}}$

$CR =$ σταθερά χρόνου



Ολοκληρωτής Miller

Πεδίο χρόνου



$$i = \frac{v_I(t)}{R}$$

$$v_o(t) = V_C - \frac{1}{C}\int_0^t i(t')\,dt'$$

αρχική συνθήκη: τυχόν φόρτιση του C τη χρονική στιγμή 0

$$\underline{\underline{v_o(t)}} = V_C - \frac{1}{CR}\int_0^t \underline{\underline{v_I(t')}}\,dt'$$

$$\int \longrightarrow \frac{1}{s}$$

t f

Πεδίο συχνότητας

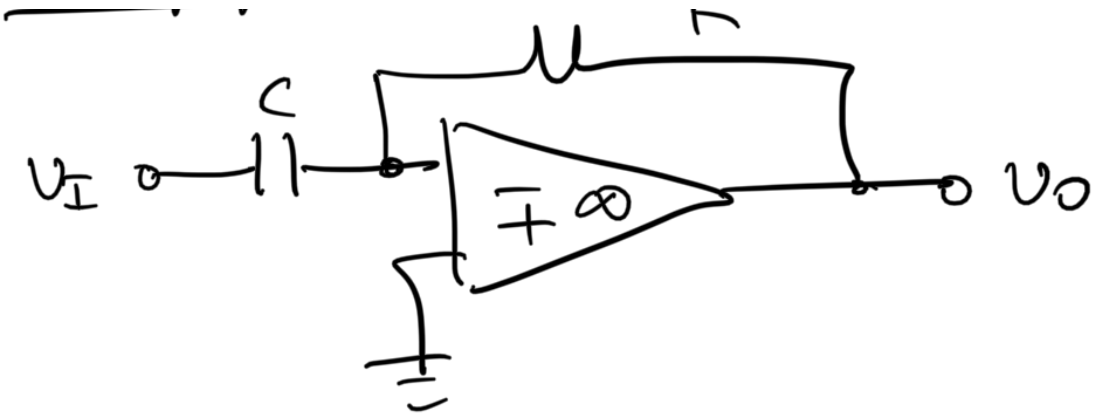
$$\boxed{\frac{V_o}{V_I} = -\frac{1}{sCR}}$$

$$C \rightarrow \frac{1}{sC}$$ ← χωρητική αντίδραση

$$L \rightarrow sL$$ → επαγωγική αντίδραση

D

Παραγώγιση

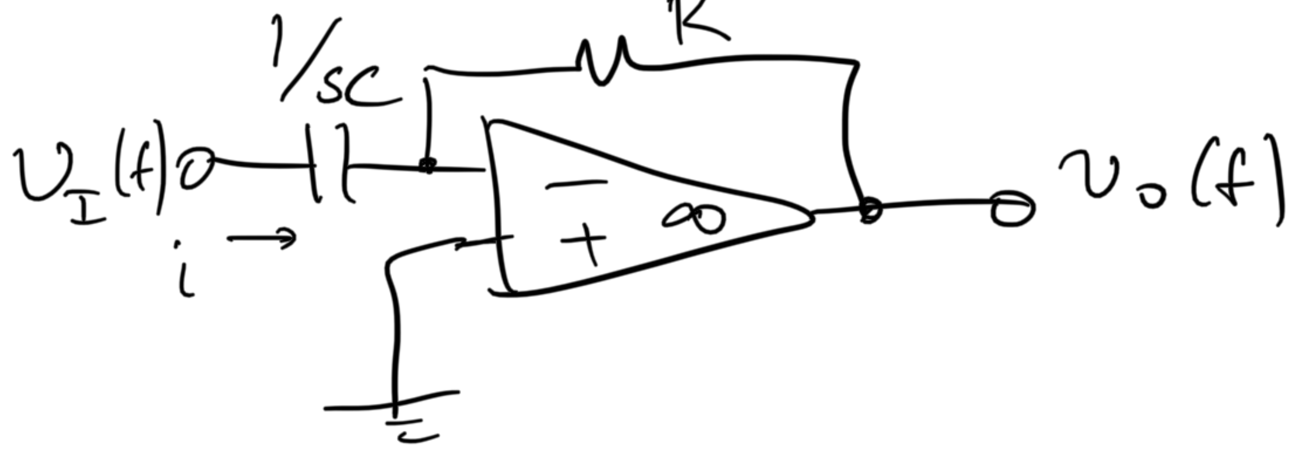


$$v_o(t) = -CR\,\frac{d v_I(t)}{dt} \qquad \text{(medio t)}$$

$$\boxed{\frac{v_o}{v_I} = -sCR} \qquad \text{(medio f)}$$

$s \rightarrow$ Τελεστής παραγώγισης στο πεδίο της συχνότητας

Υπολογισμός της συνάρτησης μεταφοράς στο πεδίο της συχνότητας κατευθείαν

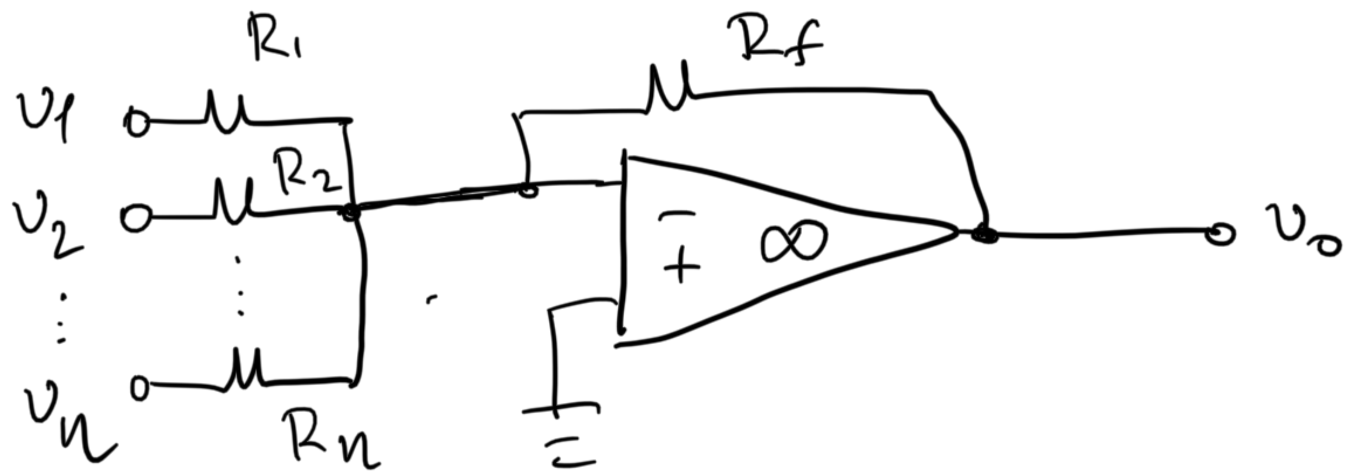


$$i = \frac{v_I(f)}{1/sC}$$

$$v_o(f) = -iR$$

$$\boxed{\frac{v_o}{v_I} = -sCR}$$

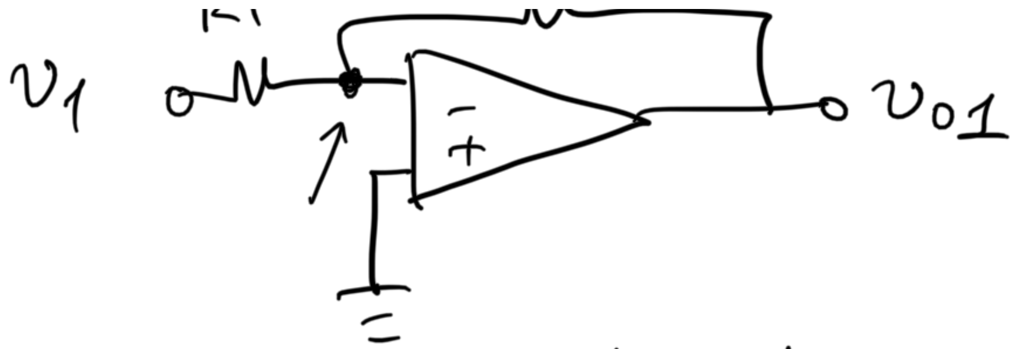
Αθροιστής με βάρη



(α) Το κύκλωμα είναι γραμμικό

(β) Άρα εφαρμόζω την αρχή της υπέρθεσης

(1) $v_1 \neq 0$, $v_i = 0$ $i=(2, \ldots n)$



κατ' ουσία γη οπότε

~~0V~~  ~~0V (κατ' ουσία γη)~~

$$\boxed{v_{o1} = -\frac{R_f}{R_1}\cdot v_1}$$

(2) $v_2 \neq 0$ και $v_1 = 0$ και $v_i = 0$
$(i = (3, \dots n))$

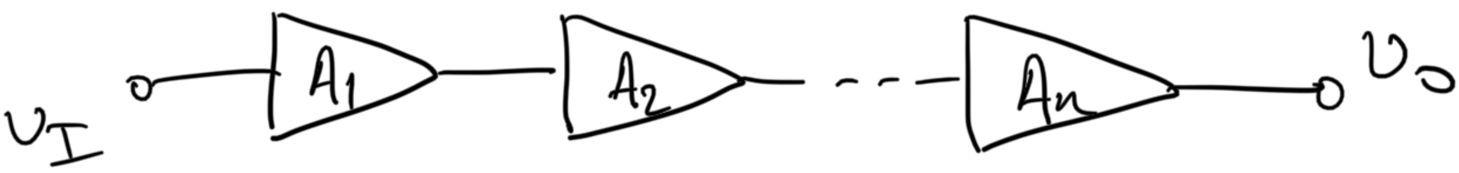
⋮

(n) $v_n \neq 0$ $\boxed{v_{on} = -\frac{R_f}{R_n} v_n}$

Εφαρμόζω υπέρθεση:

$$v_o = -\left(\frac{R_f}{R_1} v_1 + \frac{R_f}{R_2} v_2 + \dots \frac{R_f}{R_n} v_n\right)$$

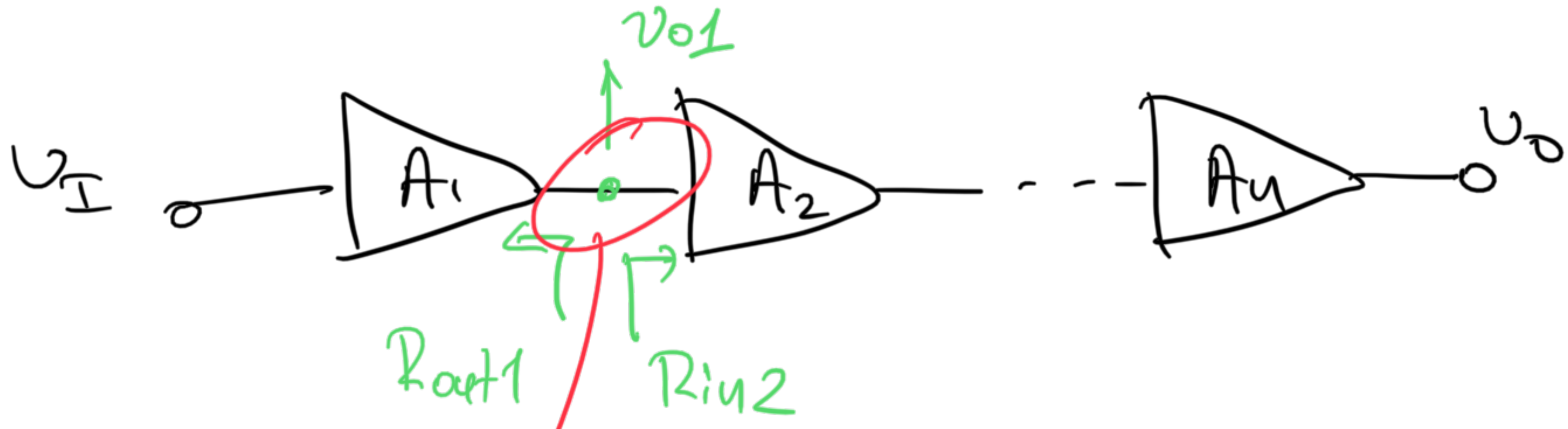
Άλλες εφαρμογές ΤΕ



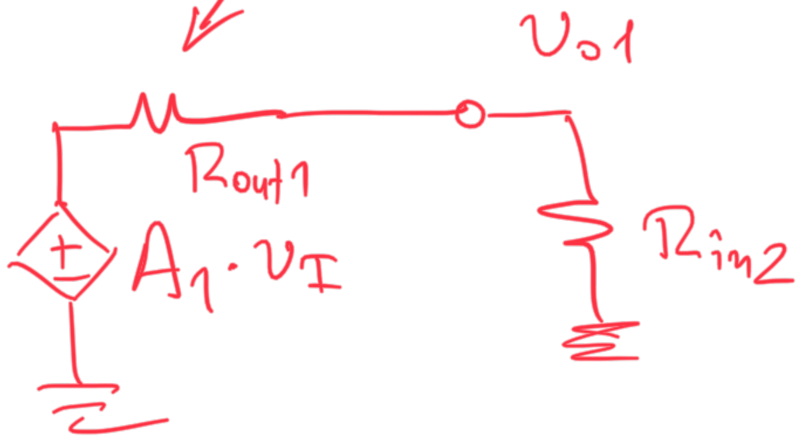
$$v_o = (A_1 \cdot A_2 \cdot \dots A_n)\, v_I$$

αγνοούνται αντιστάσεις εισόδου/εξόδου
(δηλ. $R_{in} \to \infty$, $R_{out} \to 0$)

Η πραγματικότητα:



$$v_{o1} = A_1 \cdot v_I \frac{R_{in2}}{R_{in2}+R_{out1}}$$

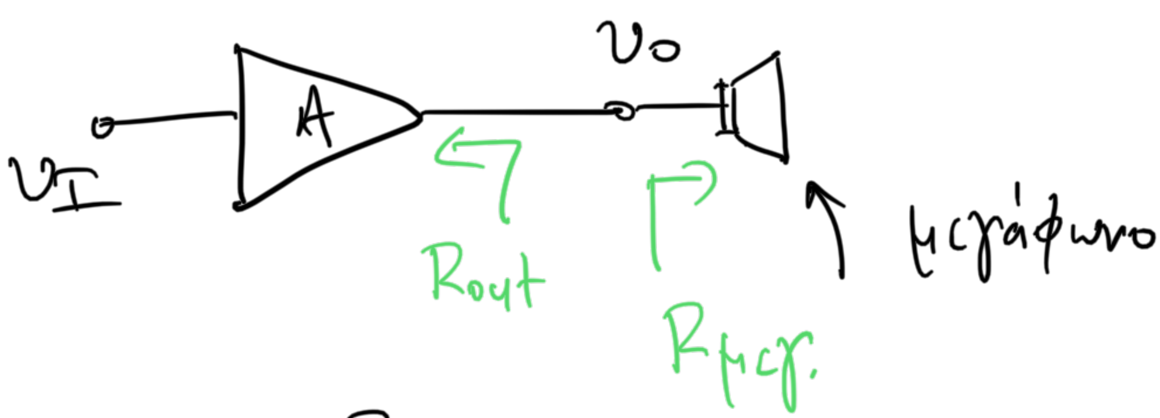


$$v_{o1} \neq A_1 \cdot v_I$$

λόγω διαιρέτη τάσης

Ακραίο παράδειγμα:

οδηγώ μεγάφωνο με απλό ΤΕ
(π.χ. 741)

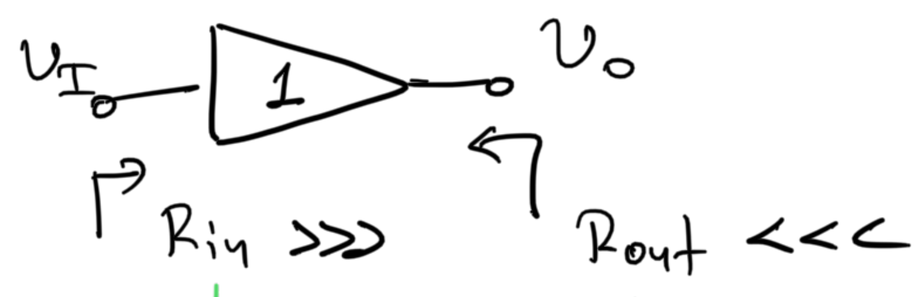


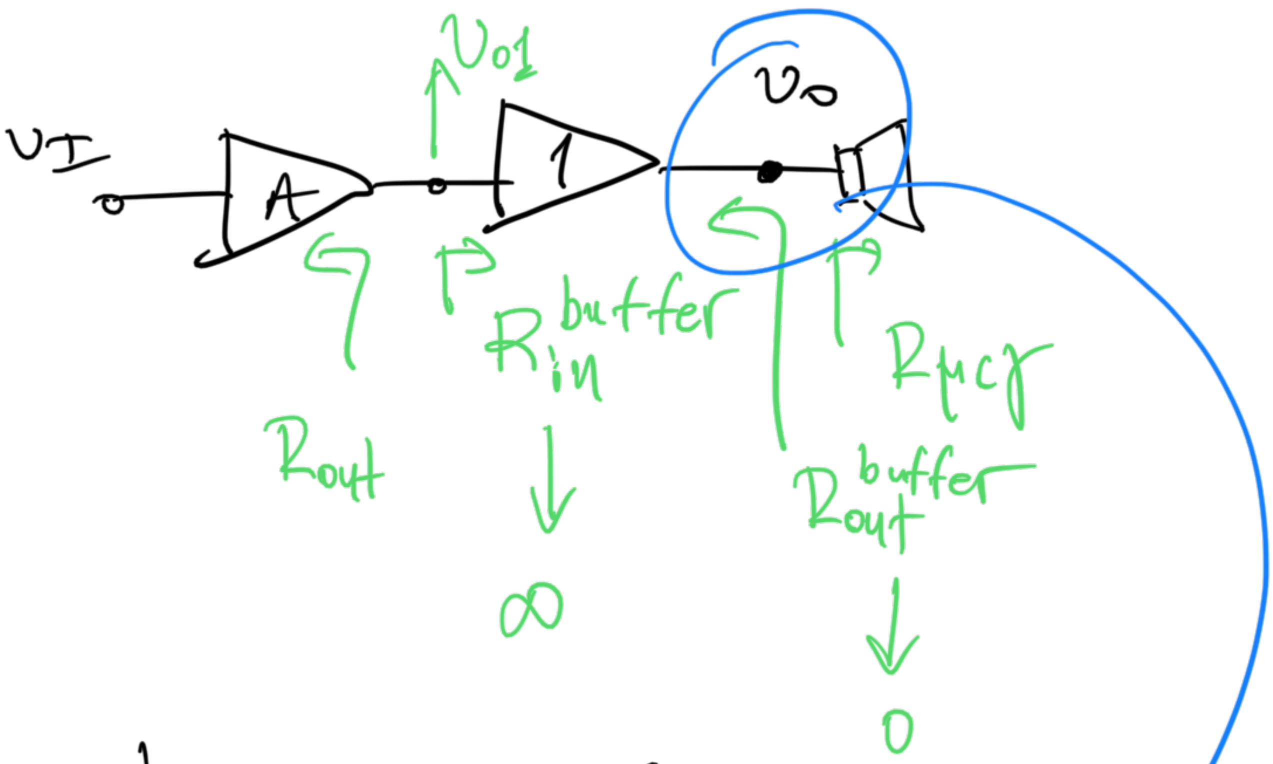
Έστω: $R_{μεγ} = 4\Omega$

$R_{out} = 100\Omega$

$$\boxed{v_o = A \cdot v_I \cdot \frac{4}{104}}$$

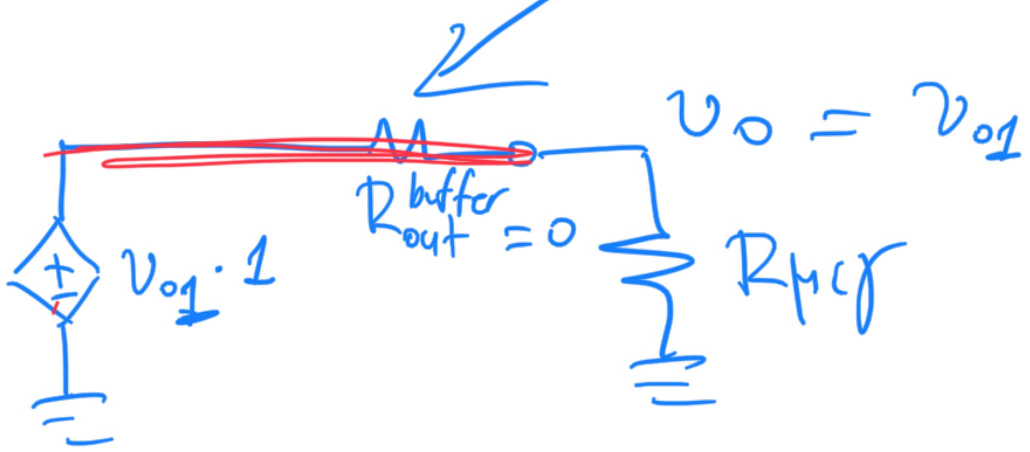
Buffer (απομονωτής)



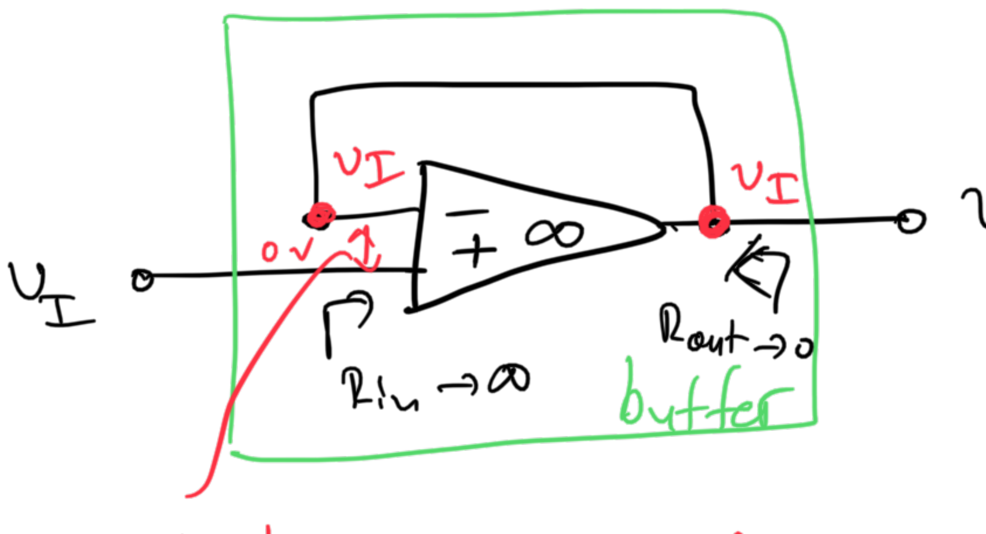


οπότε: $v_{o1} = v_I \cdot A$

και $v_o = v_I \cdot A \cdot 1$



Υλοποίηση buffer με χρήση Τ.Ε.

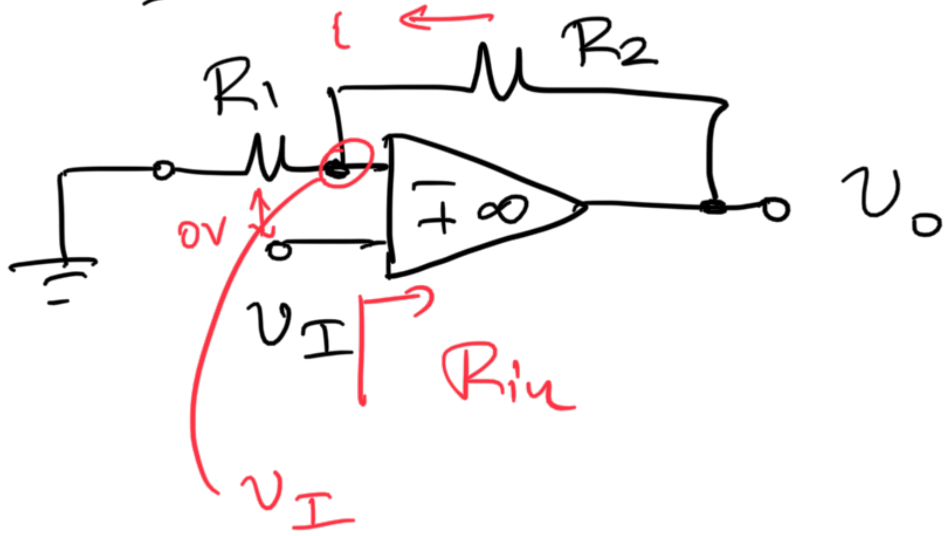


$\boxed{v_o = v_I}$

και ουσία βραχυκύκλωμα

Λειτουργία buffer

Μη αναστρέφων ενισχυτής



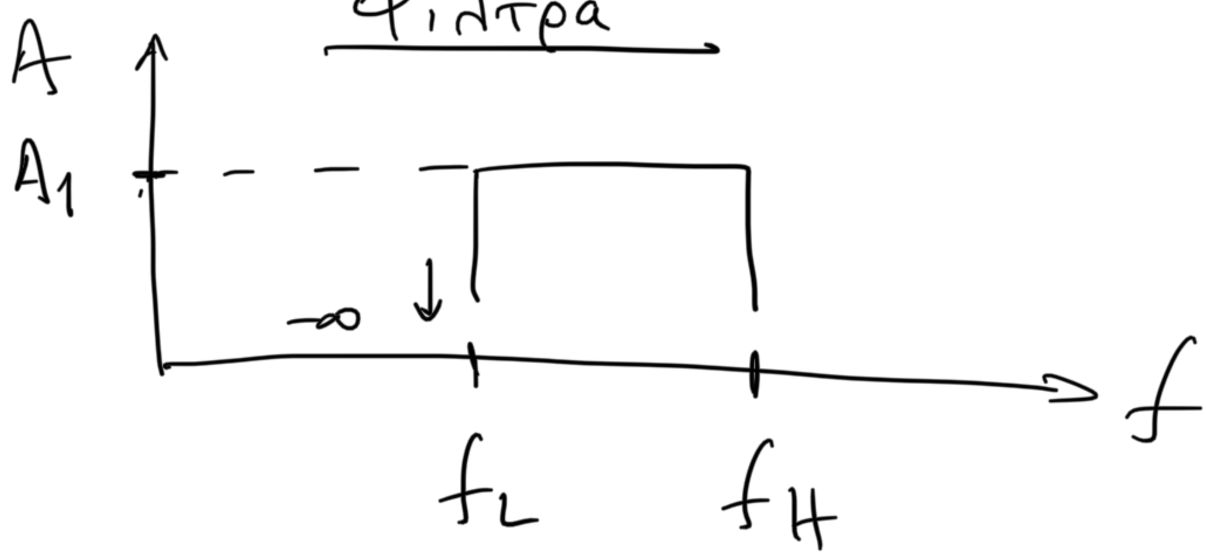
$$v_O = \frac{v_I}{R_1} R_2 + v_I \Rightarrow$$

$$\boxed{\frac{v_O}{v_I} = 1 + \frac{R_2}{R_1}}$$

Rin του αναστρέφοντος ενισχυτή ταυτίζεται με την Rin του Τ.Ε.

άρα $R_{in} \to \infty$

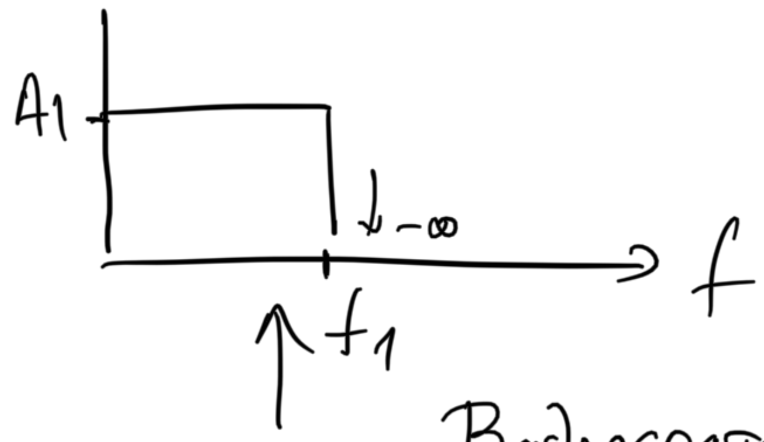
Φίλτρα



Το φίλτρο αφήνει να περάσουν σήματα στη ζώνη $[f_L, f_H]$ κ τα κόβει οποιουδήποτε αλλού

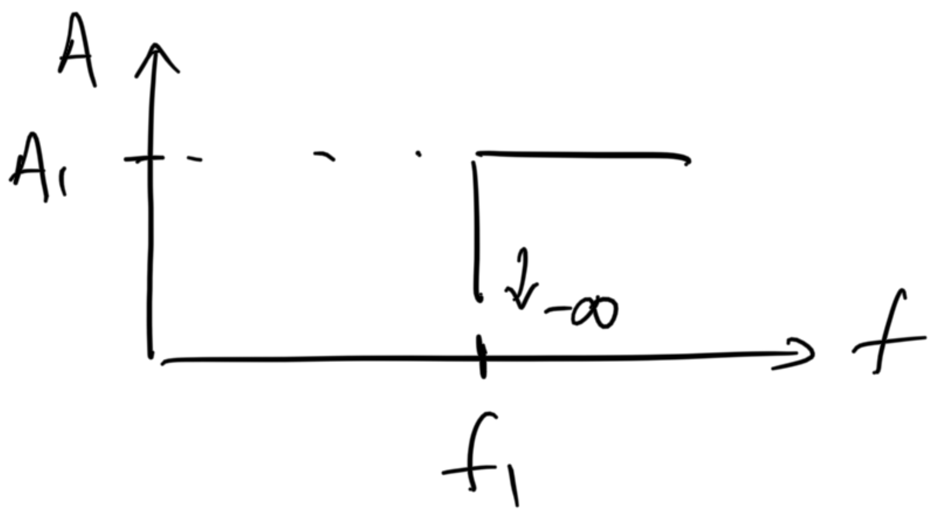
Ζωνοπερατό φίλτρο
bandpass filter – BP

Άλλα είδη φίλτρων



Βαθυπερατό φίλτρο
lowpass filter – LP

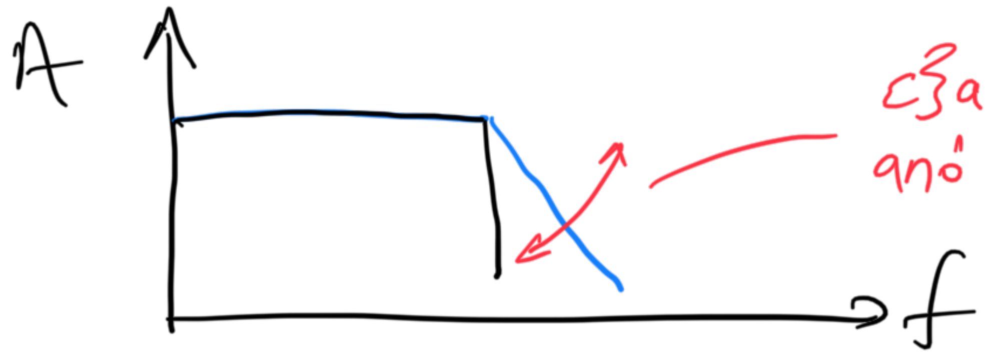
$0 < f \leq f_1$ σήμα περνάει
$f > f_1$ " κόβεται



Υψιπερατό φίλτρο
highpass filter – HP

$f < f_1$ κόβεται
$f \geq f_1$ περνάει

Πραγματικό π.χ. βαθυπερατό φίλτρο



εξαρτάται από το βαθμό του φίλτρου