Σημειώσεις στα Ηλεκτρονικά Κυκλώματα Αρμονικών Ταλαντωτών με Διακριτά Στοιχεία

Γ. Π. ΠΑΤΣΗΣ,
ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

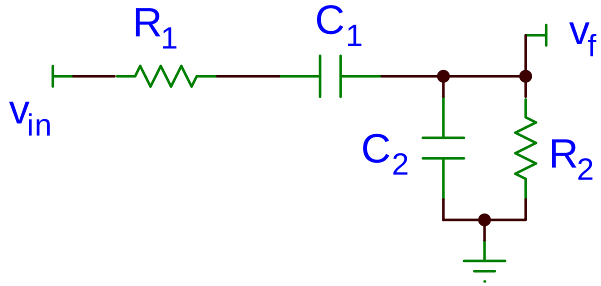
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ιδρυμα
ΑΘΗΝΑΣ

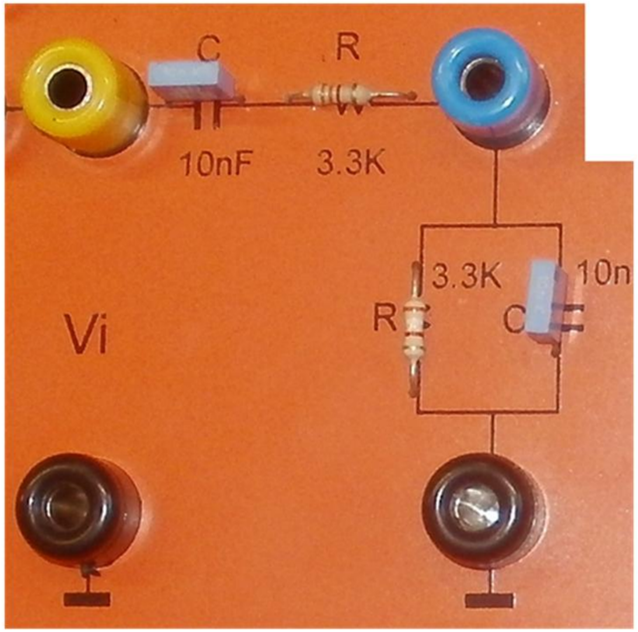
Περιεχόμενα Διάλεξης

- Υπενθύμιση στοιχείων θεωρίας μιγαδικών αριθμών
- Αναλυτικός υπολογισμός συνάρτησης μεταφοράς παθητικού δικτυώματος που περιέχει και δυναμικά στοιχεία
- Σχεδίαση στο Excel μέτρου και φάσης συνάρτησης μεταφοράς
- Εξαγωγή συνάρτησης μεταφοράς στο TINA

Χρησιμοποιήστε το Excel για να σχεδιάσετε το μέτρο και τη φάση της συνάρτησης μεταφοράς. Χρησιμοποιήστε τις τιμές των στοιχείων που φαίνονται στην εργαστηριακή πλακέτα.

$$\beta = \frac{sC_1R_2}{1+s\left(R_1C_1+R_2C_2+C_1R_2\right)+s^2R_1R_2C_1C_2}$$





A	B
C1=	1.00E-08
C2=	1.00E-08
R1=	3.30E+03
R2=	3.30E+03

Κύκλωμα εργαστηριακής πλακέτας

Πολική μορφή μιγαδικού αριθμού

$$x + jy = Ae^{j\theta} = A\angle\theta$$

$$e = 2.718...$$

$$e^{j\theta} = \cos\theta + j\sin\theta$$

$$x + jy = A\cos\theta + jA\sin\theta$$

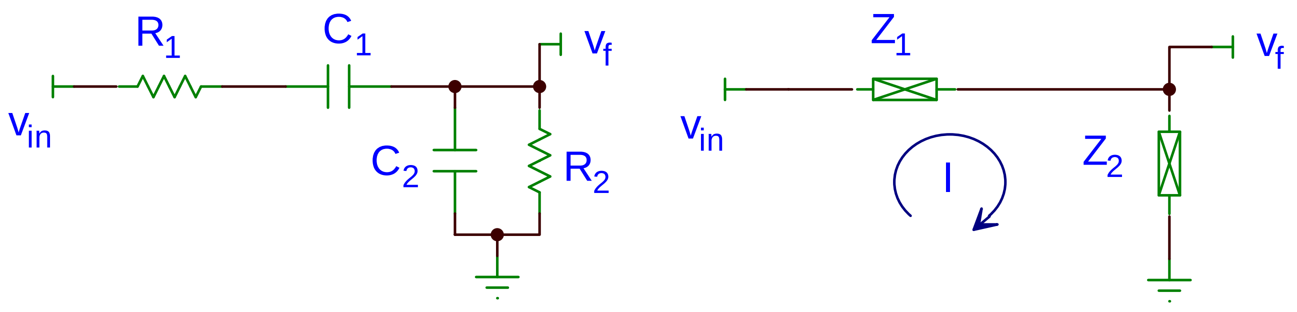
$$x = A\cos\theta, y = A\sin\theta$$

$$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{y}{x} \Leftrightarrow \theta = \tan^{-1}\frac{y}{x}$$

$$A^2 = x^2 + y^2 \Leftrightarrow A = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Για το κύκλωμα του σχήματος να υπολογίσετε:

1) Z_1
2) Z_2
3) V_f
4) $\beta = V_f/V_{in}$



Θεωρήστε στους υπολογισμούς τη μιγαδική συχνότητα s = j ω.

$$Z_1 = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} = \frac{1 + j\omega R_1 C_1}{j\omega C_1} = \frac{1 + sR_1C_1}{sC_1}$$

$$Z_2 = R_2 // \frac{1}{j\omega C_2} = \frac{R_2 \frac{1}{j\omega C_2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} = \frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2} = \frac{R_2}{1 + sR_2C_2}$$

$$s = j\omega$$

$$I = \frac{V_{in}}{Z_1 + Z_2}$$

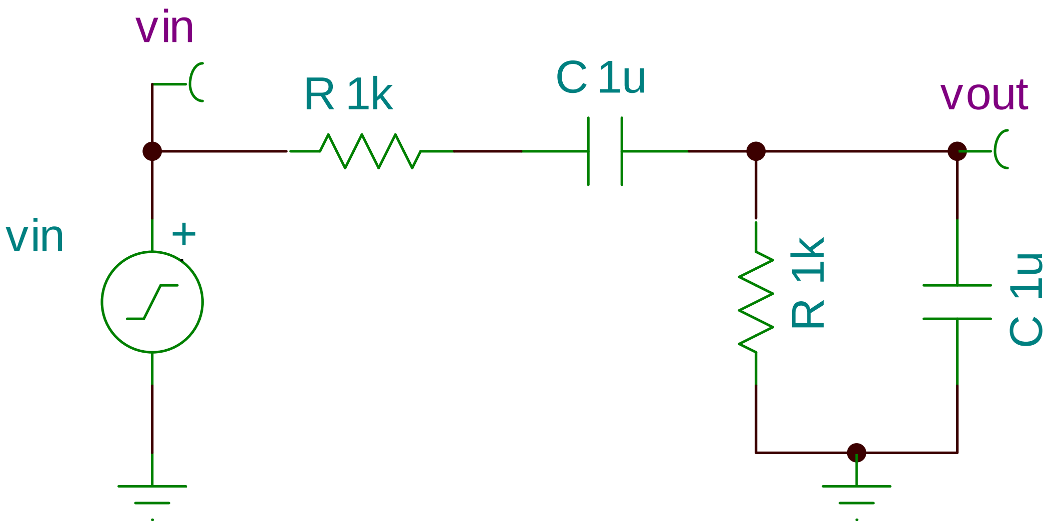
$$V_f = IZ_2 = \frac{V_{in}}{Z_1 + Z_2} Z_2$$

$$\beta = \frac{V_f}{V_{in}} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$\beta = \frac{sC_1R_2}{(1 + sR_1C_1)(1 + sR_2C_2) + sC_1R_2}$$

$$\beta = \frac{sC_1R_2}{1 + s(R_1C_1 + R_2C_2 + C_1R_2) + s^2R_1R_2C_1C_2}$$

Να βρείτε τη συνάρτηση μεταφοράς του επόμενου κυκλώματος με το TINA.

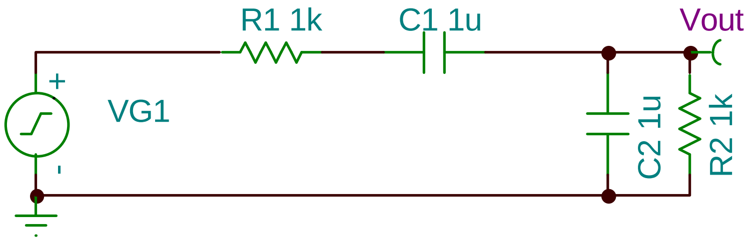


Transfer function:

$$W(s)=\frac{R\cdot C\cdot s}{1+3\cdot R\cdot C\cdot s+R^2\cdot C^2\cdot s^2}$$

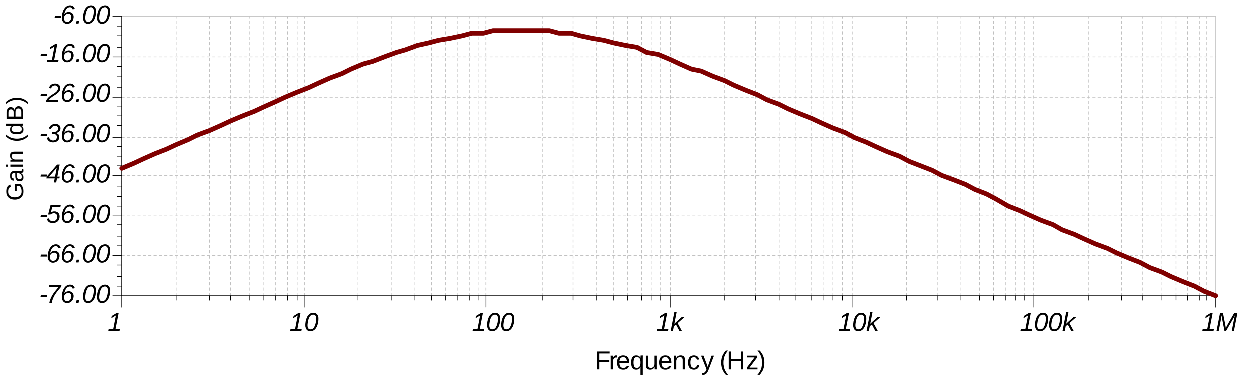
AC result:

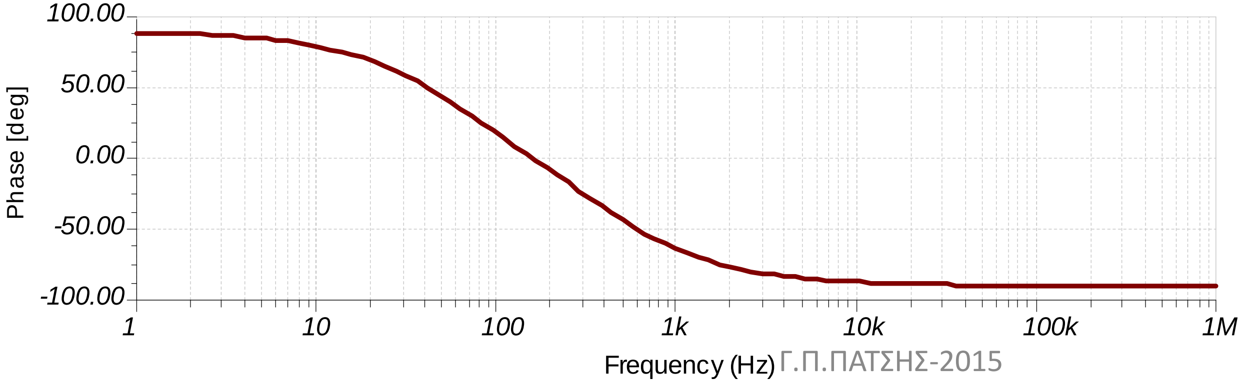
$$V_{out}(t)=V_{G1A}\cdot Abs\left(\frac{R_2\cdot C_1\cdot(j\cdot\omega)}{1+(C_2\cdot R_2+R_2\cdot C_1+C_1\cdot R_1)\cdot(j\cdot\omega)+C_2\cdot R_2\cdot C_1\cdot R_1\cdot(j\cdot\omega)^2}\right)\cdot Cos\left(\omega\cdot t+V_{G1_\phi}+Arc\left(\frac{R_2\cdot C_1\cdot(j\cdot\omega)}{1+(C_2\cdot R_2+R_2\cdot C_1+C_1\cdot R_1)\cdot(j\cdot\omega)+C_2\cdot R_2\cdot C_1\cdot R_1\cdot(j\cdot\omega)^2}\right)\right)$$

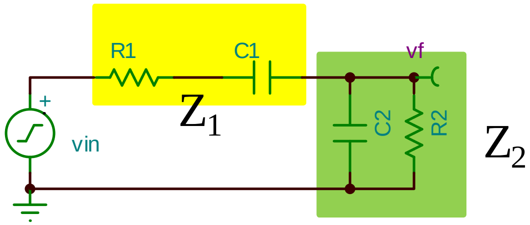


Transfer function:

$$W(s)=\frac{R_2\cdot C_1\cdot s}{1+(C_2\cdot R_2+R_2\cdot C_1+C_1\cdot R_1)\cdot s+C_2\cdot R_2\cdot C_1\cdot R_1\cdot s^2}$$







$$\omega_0 C_1 R_2\left(1-\omega_0{}^2 R_1 R_2 C_1 C_2\right)=0 \Leftrightarrow$$

$$\omega_0=\frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \overset{R_1=R_2=R}{\underset{C_1=C_2=C}{=}} \frac{1}{RC}$$

$$\beta=\frac{sC_1R_1}{1+s\left(R_1C_1+R_2C_2+C_1R_2\right)+s^2R_1R_2C_1C_2}$$

$$\beta\left(\omega_0\right)=\frac{1}{3}$$

$$\beta=\frac{\left\{\begin{array}{l}\omega^2C_1R_2\left(R_1C_1+R_2C_2+C_1R_2\right)+\\ j\omega C_1R_2\left(1-\omega^2R_1R_2C_1C_2\right)\end{array}\right\}}{\left\{\begin{array}{l}\left(1-\omega^2R_1R_2C_1C_2\right)+\\ \omega^2\left(R_1C_1+R_2C_2+C_1R_2\right)^2\end{array}\right\}}$$

$$R_1=R_2=R, C_1=C_2=C \Rightarrow$$

$$\left\{\begin{array}{l}\beta=\dfrac{1}{\sqrt{9-\left(\dfrac{X_C}{R}-\dfrac{R}{X_C}\right)^2}}\\ \phi=\tan^{-1}\dfrac{\dfrac{X_C}{R}-\dfrac{R}{X_C}}{3}\end{array}\right\}$$