

Σημειώσεις στα Ηλεκτρονικά
Κυκλώματα Αρμονικών
Ταλαντωτών με Διακριτά Στοιχεία

Γ. Π. ΠΑΤΣΗΣ,
ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
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

Μιγαδικοί αριθμοί

$$j2 + j3 - j6 - j8 =$$

$$j2(-j3)(j4)(-j6) =$$

$$\frac{1}{j0.25} =$$

$$\frac{j100}{j8} =$$

Καρτεσιανή μορφή μιγαδικού αριθμού

$$(6.21 + j3.24) + (4.13 - j9.47) =$$

$$\begin{vmatrix} 4 + j3 & -j2 \\ -j2 & 5 - j6 \end{vmatrix} =$$

$$(7.34 - j1.29) - (5.62 + j8.92) =$$

$$\begin{vmatrix} 4 + j6 & -j4 & -2 \\ -j4 & 6 + j10 & -3 \\ -2 & -3 & 2 + j1 \end{vmatrix} =$$

$$(-24 + j12) - (-36 - j16) - (17 - j24) =$$

$$\begin{vmatrix} 4 + j6 & -j4 & -2 \\ -j4 & 6 + j10 & -3 \\ -2 & -3 & 2 + j1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 4 + j6 & -j4 \\ -j4 & 6 + j10 \\ -2 & -3 \end{vmatrix} =$$

$$(4 + j2)(3 + j4) =$$

$$(6 + j2)(3 - j5)(2 - j3) =$$

$$\frac{1}{0.2 + j0.5} =$$

$$\frac{14 + j5}{4 - j1} =$$

Πολική μορφή μιγαδικού αριθμού

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

$$e = 2.718\dots$$

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

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

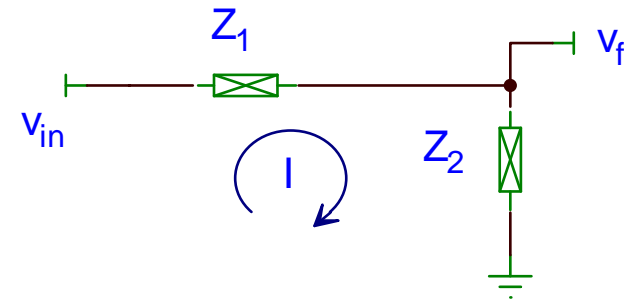
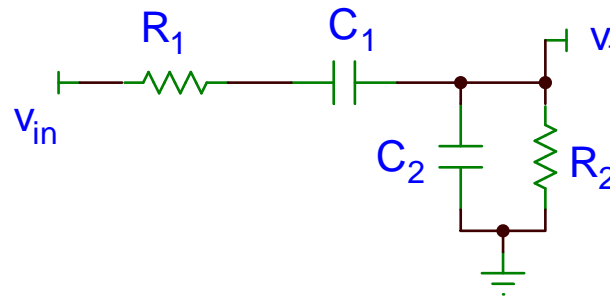
$$x = A\cos\theta, y = A\sin\theta$$

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

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

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 $s = j\omega$.

$$Z_1 = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} = \frac{1 + j\omega R_1 C_1}{j\omega C_1} = \frac{1 + sR_1 C_1}{sC_1}$$

$$Z_2 = R_2 // \frac{1}{j\omega C_2} = \frac{R_2 \frac{1}{j\omega C_2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} = \frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2} = \frac{R_2}{1 + sR_2 C_2}$$

$$s = j\omega$$

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

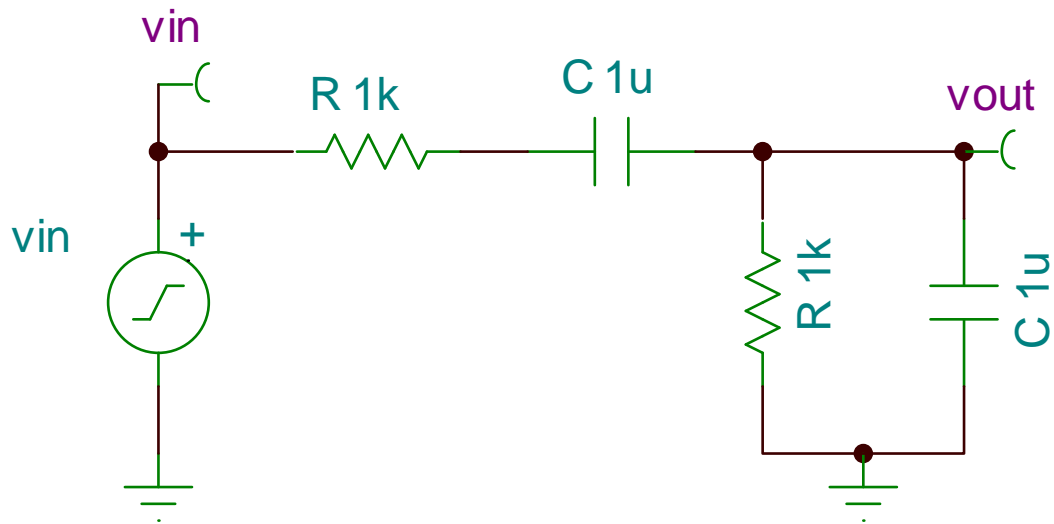
$$V_f = IZ_2 = \frac{V_{in}}{Z_1 + Z_2} Z_2$$

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

$$\beta = \frac{sC_1 R_2}{(1 + sR_1 C_1)(1 + sR_2 C_2) + sC_1 R_2}$$

$$\beta = \frac{sC_1 R_2}{1 + s(R_1 C_1 + R_2 C_2 + C_1 R_2) + s^2 R_1 R_2 C_1 C_2}$$

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

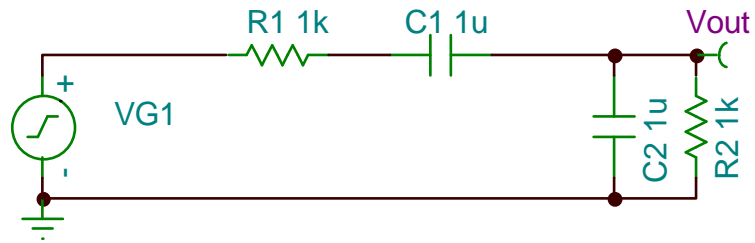


Transfer function:

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

AC result:

$$V_{out}(t) = V_{G1A} \cdot \text{Abs} \left(\frac{R_2 \cdot C_1 \cdot (j \cdot \omega)}{1 + (C_2 \cdot R_2 + R_2 \cdot C_1 + C_1 \cdot R_1) \cdot (j \cdot \omega) + C_2 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot R_1 \cdot (j \cdot \omega)^2} \right) \cdot \text{Cos}(\omega \cdot t + V_{G1\phi} + \text{Arc} \left(\frac{R_2 \cdot C_1 \cdot (j \cdot \omega)}{1 + (C_2 \cdot R_2 + R_2 \cdot C_1 + C_1 \cdot R_1) \cdot (j \cdot \omega) + C_2 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot R_1 \cdot (j \cdot \omega)^2} \right))$$



Transfer function:

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

