ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ
Μικροκυματικά Δίκτυα - Ασκήσεις

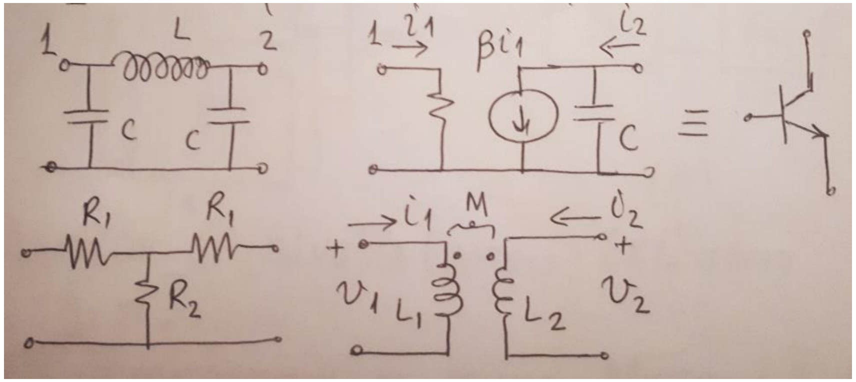
Δήμητρα – Θεοδώρα Κακλαμάνη
Καθηγήτρια ΕΜΠ

Α΄ τύπος

- Δίνεται η δομή του πολύθυρου (τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται) και ζητείται η μήτρα σκέδασής του
- Βρίσκουμε τις σχέσεις μεταξύ συμβατικών τάσεων v και εντάσεων i και στη συνέχεια δουλεύουμε είτε με τις σχέσεις μεταξύ v, i, a, b, είτε με τις σχέσεις μεταξύ των πινάκων $\underline{\overline{S}}$ και $\underline{\overline{Z}}$, $\underline{\overline{Y}}$ του πολύθυρου

Άσκηση 1

Να υπολογιστούν οι μήτρες σκέδασης $\underline{\overline{S}}$ των παρακάτω τεσσάρων δικτυωμάτων:



Σε όλες τις περιπτώσεις, αφού (με κλασσική θεωρία κυκλωμάτων) βρούμε τις σχέσεις μεταξύ συμβατικών εντάσεων i_1, i_2 και τάσεων v_1, v_2, χρησιμοποιούμε τις σχέσεις

$$v_1(z) = \sqrt{2z_0}\big(a_1(z) + b_1(z)\big)\,,\; i_1(z) = \sqrt{2/z_0}\,\big(a_1(z) - b_1(z)\big)$$

$$v_2(z) = \sqrt{2z_0}\big(a_2(z) + b_2(z)\big)\,,\; i_2(z) = \sqrt{2/z_0}\,\big(a_2(z) - b_2(z)\big)$$

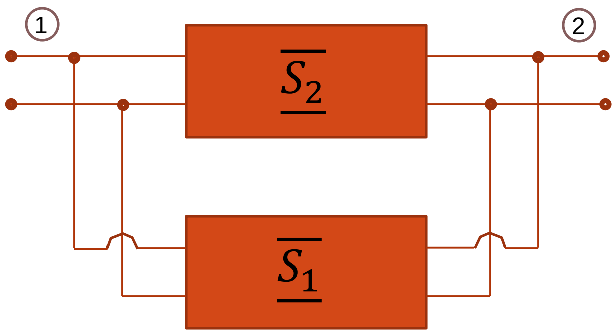
για να προσδιορίσουμε τις σχέσεις $\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}$

Β΄ τύπος

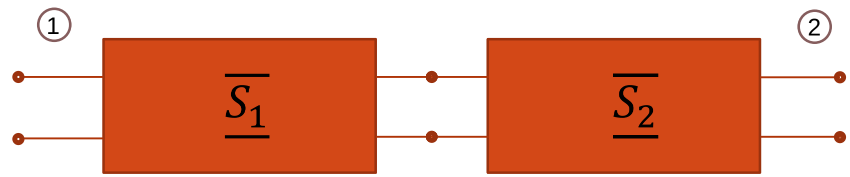
- Δίθυρα σε σειρά ή παράλληλα
- Εκμεταλλευόμαστε το γεγονός ότι στη σύνδεση σε σειρά αθροίζονται οι μήτρες $\underline{\overline{Z}}$, ενώ στην παράλληλη σύνδεση αθροίζονται οι μήτρες $\underline{\overline{Y}}$.

Άσκηση 2

Δίνονται οι μήτρες σκέδασης $\underline{\overline{S_1}}$ και $\underline{\overline{S_2}}$. Να υπολογιστούν οι μήτρες σκέδασης $\underline{\overline{S_{o\lambda}}}$ που αντιστοιχούν στα συνολικά κυκλώματα.



(α)



(β)

Στην περίπτωση (α), υπολογίζουμε τις μήτρες $\underline{\overline{Y_{1,2}}}$ από τις γνωστές μήτρες $\underline{\overline{S_{1,2}}}$ ή από τις σχέσεις $\underline{i_1} = \underline{\overline{Y_1}} \cdot \underline{v}$ και $\underline{i_2} = \underline{\overline{Y_2}} \cdot \underline{v}$ (κοινή τάση), οπότε $\underline{\overline{Y_{o\lambda}}} = \underline{\overline{Y_{1,2}}} + \underline{\overline{Y_{1,2}}}$ και η ζητούμενη $\underline{\overline{S_{o\lambda}}}$ προκύπτει από την $\underline{\overline{Y_{o\lambda}}}$ μέσω των γνωστών σχέσεων.

Παρόμοια εργαζόμαστε για την περίπτωση (β), αλλά με μήτρες $\underline{\overline{Z}}$.

Γ′ τύπος

- Ζητείται η μήτρα $\underline{\overline{S}}$ πολύθυρου, για το οποίο δίνονται κάποιες προδιαγραφές
  - δίθυρο, αμφίδρομο, χωρίς απώλειες
  - τετράθυρο, αμφίδρομο, χωρίς απώλειες, με προσαρμογή σε όλες τις θύρες (κατευθυντικός συζεύκτης)
  - μαγικό ταφ (τετράθυρο)

Άσκηση 3

Να υπολογιστεί η μήτρα $\underline{\overline{S}}$ τρίθυρου, χωρίς απώλειες, μη-αμφίδρομου, με προσαρμογή σε όλες τις θύρες του.

προσαρμογή σε όλες τις θύρες: $\underline{\overline{S}} = \begin{bmatrix} 0 & S_{12} & S_{13} \\ S_{21} & 0 & S_{23} \\ S_{31} & S_{32} & 0 \end{bmatrix}$

μη-αμφίδρομο, χωρίς απώλειες: $\begin{bmatrix} 0 & S_{21}^* & S_{31}^* \\ S_{12}^* & 0 & S_{32}^* \\ S_{13}^* & S_{23}^* & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 & S_{12} & S_{13} \\ S_{21} & 0 & S_{23} \\ S_{31} & S_{32} & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow$

Άσκηση 3 (συνέχεια)

$$|S_{21}|^2 + |S_{31}|^2 = |S_{12}|^2 + |S_{32}|^2 = |S_{13}|^2 + |S_{23}|^2 = 1 \quad \text{και} \quad S_{31}^* S_{32} = S_{21}^* S_{23} = S_{12}^* S_{13} = 0$$

Α' ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ:

Έστω $S_{21} \neq 0 \Rightarrow S_{23} = 0 \Rightarrow |S_{13}| = 1 \Rightarrow S_{12} = 0 \Rightarrow |S_{32}| = 1 \Rightarrow S_{31} = 0 \Rightarrow |S_{21}| = 1$

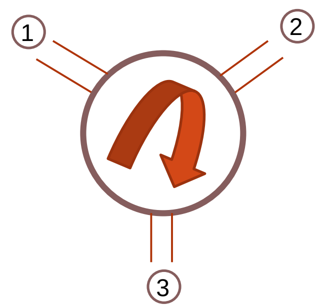
Β' ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ:

Έστω $S_{31} \neq 0 \Rightarrow S_{32} = 0 \Rightarrow |S_{12}| = 1 \Rightarrow S_{13} = 0 \Rightarrow |S_{23}| = 1 \Rightarrow S_{21} = 0 \Rightarrow |S_{31}| = 1$

Για τις παραμέτρους σκέδασης που είναι $|S_{ij}| = 1$ θέτω $S_{ij} = e^{j\varphi_{ij}}$.

Οπότε έχουμε **δύο πιθανές λύσεις** για τη ζητούμενη μήτρα $\underline{\bar{S}}$.

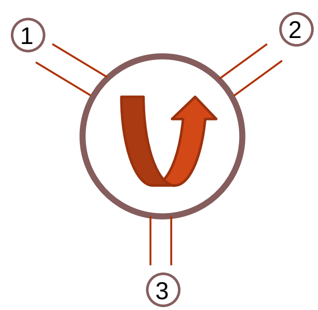
$$\underline{\bar{S}}^{\mathrm{I}} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & e^{j\varphi_{13}} \\ e^{j\varphi_{21}} & 0 & 0 \\ 0 & e^{j\varphi_{32}} & 0 \end{bmatrix}$$



κυκλοφορητής

ή

$$\underline{\bar{S}}^{\mathrm{II}} = \begin{bmatrix} 0 & e^{j\varphi_{12}} & 0 \\ 0 & 0 & e^{j\varphi_{23}} \\ e^{j\varphi_{31}} & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



$$\underline{\bar{S}}^{\mathrm{I}} \cdot \underline{\bar{S}}^{\mathrm{II}} = \underline{\bar{I}}$$