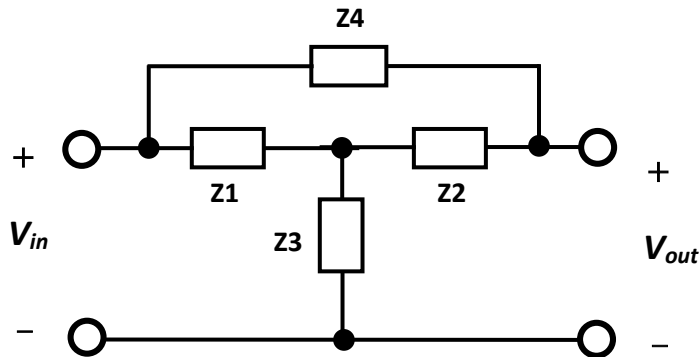


Το πιο κάτω κύκλωμα ονομάζεται **γεφυρωμένος αστέρας** ή **γεφυρωμένο T** (bridged T). Θέλουμε να βρούμε τη συνάρτηση μεταφοράς $V_{out}(s)/V_{in}(s)$.



Η συνάρτηση μεταφοράς είναι ο λόγος δυο μεγεθών (εδώ τάσεων) του κυκλώματος. Προφανώς, αν γράψουμε αρκετές σχέσεις που προκύπτουν από εφαρμογή των νόμων του Kirchhoff και μετά από (σκληρή) αλγεβρική δουλειά θα μπορέσουμε να προσδιορίσουμε τον συγκεκριμένο λόγο. Αν όμως χρησιμοποιήσουμε τις συγκεντρωτικές τεχνικές (κομβικές τάσεις ή βροχικές εντάσεις) που καλύπτουν τους δυο νόμους ταυτόχρονα, θα ωφεληθούμε πολύ.

Στο πλαίσιο αυτό μπορούμε να διευκολυνθούμε ακόμα περισσότερο αν θεωρήσουμε ότι η αφηρημένη «είσοδος» V_{in} μπορεί να αντικατασταθεί από την πηγή που υπονοείται έτσι κι αλλιώς (βλ. γκρίζα πηγή στη μέθοδο με τις βροχικές εντάσεις πιο κάτω).

1^{ος} Τρόπος—Κομβικές τάσεις

$$\frac{V_1 - V_{in}}{Z_1} + \frac{V_1}{Z_3} + \frac{V_1 - V_{out}}{Z_2 + Z_4} = 0 \quad [\text{ΚΟΜΒΟΣ 1}]$$

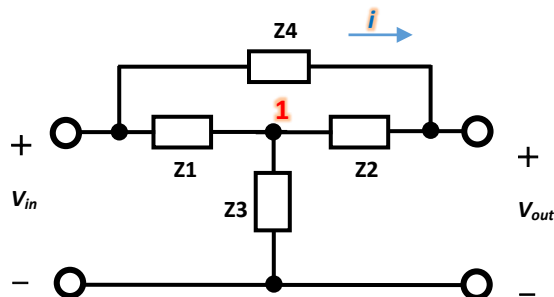
Επίσης

$$V_{out} = V_{in} - Z_4 i$$

$$i = \frac{V_{in} - V_1}{Z_2 + Z_4}$$

Συνδυάζοντας τα παραπάνω:

$$V_1 \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_2 + Z_4} \right) = V_{in} \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2 + Z_4} \right) \Rightarrow V_1 = V_{in} \frac{\left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2 + Z_4} \right)}{\left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_2 + Z_4} \right)}$$



$$V_{out} = V_{in} - Z_4 i = V_{in} - Z_4 \frac{V_{in} - V_1}{Z_2 + Z_4} = V_{in} \left(1 - \frac{1}{Z_2 + Z_4} \right) + \frac{Z_4 V_1}{Z_2 + Z_4}$$

$$= V_{in} \left(1 - \frac{1}{Z_2 + Z_4} + \frac{Z_4}{Z_2 + Z_4} \frac{\left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2 + Z_4} \right)}{\left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_2 + Z_4} \right)} \right)$$

Μετά από απλοποιήσεις παίρνουμε

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{Z_1(Z_2 + Z_3) + Z_3(Z_2 + Z_4)}{Z_3(Z_2 + Z_4) + Z_1(Z_2 + Z_3 + Z_4)}$$

2ος Τρόπος—Βροχικές εντάσεις

$$-V_{in} + Z_1(I_1 - I_2) + Z_3 I_1 = 0 \quad [\text{ΒΡΟΧΟΣ 1}]$$

$$Z_1(I_2 - I_1) + Z_4 I_2 + Z_2 I_2 = 0 \quad [\text{ΒΡΟΧΟΣ 2}]$$

Επίσης

$$V_{out} = Z_2 I_2 + Z_3 I_1$$

Συνδυάζουμε τα παραπάνω βρίσκοντας τα I_1 και I_2 από το σύστημα και αντικαθιστώντας στην τρίτη σχέση πιο πάνω:

$$I_1 = \frac{V_{in}(Z_1 + Z_2 + Z_4)}{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_3 + Z_2 Z_3 + Z_1 Z_4 + Z_3 Z_4} \quad I_2 = \frac{V_{in} Z_1}{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_3 + Z_2 Z_3 + Z_1 Z_4 + Z_3 Z_4}$$

Οπότε μετά από απλοποιήσεις παίρνουμε τελικά

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{Z_1(Z_2 + Z_3) + Z_3(Z_2 + Z_4)}{Z_3(Z_2 + Z_4) + Z_1(Z_2 + Z_3 + Z_4)}$$

