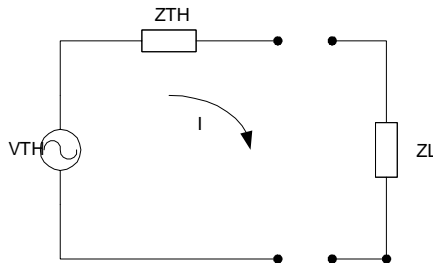


ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΙΣΧΥΟΣ

Όταν συνδέουμε ένα φορτίο σε ένα κύκλωμα που παρέχει στην έξοδό του μια τάση και έχει μια σύνθετη αντίσταση, τότε μεταφέρεται ισχύς από το κύκλωμα στο φορτίο. Η ποσότητα της ισχύος που θα μεταφερθεί και η απόδοση της μεταφοράς εξαρτώνται από την αντίσταση της πηγής και του φορτίου και φυσικά την τάση της πηγής.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα κύκλωμα, το οποίο αντικαθιστούμε με ένα ισοδύναμο κύκλωμα Thevenin με τάση στα άκρα του (V_{TH}) και σύνθετη αντίσταση (Z_{TH}) και συνδέουμε στα άκρα του ένα φορτίο με σύνθετη αντίσταση (Z_L) (σχήμα 1).



Σχήμα 1. Θεωρητικό σχέδιο κυκλώματος για μελέτη της μεταφοράς ισχύος.

Το ρεύμα (I) που διαρρέει το φορτίο (Z_L) θα είναι ίσο με:

$$I = \frac{V_{TH}}{Z_{TH} + Z_L} = \frac{V_{TH}}{(R_{TH} + R_L) + i(X_{TH} + X_L)} \Rightarrow \quad (1)$$

$$\Rightarrow I = \frac{V_{TH}}{\sqrt{(R_{TH} + R_L)^2 + (X_{TH} + X_L)^2}}$$

Η ισχύς (P_L) που προσφέρεται στο φορτίο (R_L) είναι:

$$P_L = I^2 R_L = \frac{V_{TH}^2 R_L}{(R_{TH} + R_L)^2 + (X_{TH} + X_L)^2} \quad (2)$$

Αν υποθέσουμε ότι $X_{TH} = -X_L$ τότε η σχέση (2) που μας δίνει την ισχύ που προσφέρεται στο φορτίο (R_L) γίνεται:

$$P_L = \frac{V_{TH}^2 R_L}{(R_{TH} + R_L)^2} \quad (3)$$

Η σχέση (3) ως συνάρτηση $P_{L(R_L)}$ παρουσιάζει ακρότατα όταν μηδενίζεται η πρώτη παράγωγος, δηλαδή όταν:

$$\begin{aligned} \frac{dP_L}{dR_L} = 0 &\Rightarrow \\ \Rightarrow V_{TH}^2 \left[\frac{(R_{TH} + R_L)^2 - 2R_L(R_{TH} + R_L)}{(R_{TH} + R_L)^4} \right] = 0 &\Rightarrow \quad (4) \\ \Rightarrow R_L = R_{TH} \end{aligned}$$

Το σημείο αυτό είναι μέγιστο όταν η δεύτερη παράγωγος είναι αρνητική. Διερευνώντας τη δεύτερη παράγωγο στο σημείο $R_L = R_{TH}$ βρίσκουμε:

$$\frac{d^2 P_L}{dR_L^2} = -\frac{V_{TH}^2}{8R_{TH}^3} < 0 \quad (5)$$

Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι όταν η αντίσταση φορτίου είναι ίση με την αντίσταση της πηγής τότε έχουμε τη μεγαλύτερη μεταφορά ισχύος από την πηγή προς το φορτίο ή γενικότερα από τη μια βαθμίδα στην άλλη εφόσον η πρώτη έχει το ρόλο πηγής τροφοδοσίας και η δεύτερη το ρόλο φορτίου. Η μέγιστη ισχύ που μεταφέρεται σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση (3) για $R_L = R_{TH}$:

$$P_{L_{\max}} = \frac{V_{TH}^2}{4R_{TH}} \quad (6)$$

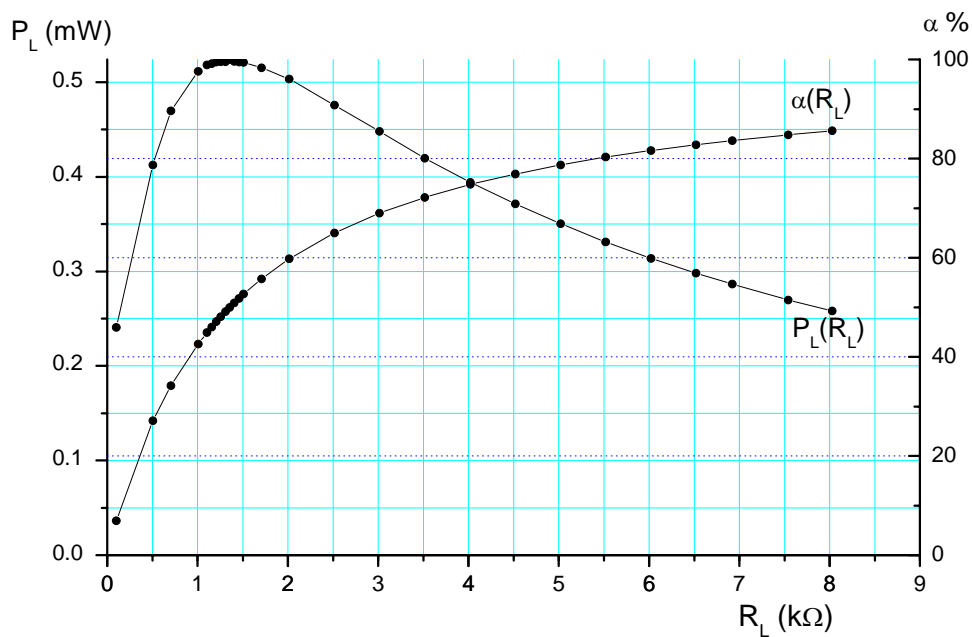
Η απόδοση του συστήματος μεταφοράς δίνεται από το λόγο της ισχύος εξόδου (P_{out}) προς την ισχύ εισόδου (P_{in}), δηλαδή από την ισχύ που λαμβάνει το

φορτίο (P_L) προς την ισχύ που προσφέρει η πηγή (P_{in}), η οποία με την προϋπόθεση ότι ισχύει $X_{TH} = -X_L$, είναι:

$$a = \frac{P_L}{P_{in}} = \frac{I^2 R_L}{V_{TH} I} = \frac{\frac{V_{TH}^2 R_L}{(R_{TH} + R_L)^2}}{\frac{V_{TH}^2}{R_{TH} + R_L}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{R_L}{R_{TH} + R_L} \quad (7)$$

Τη μεταβολή της ισχύος που μεταφέρεται και την απόδοση της μεταφοράς σε σχέση με την αντίσταση φορτίου, μπορούμε να παραστήσουμε γραφικά σε ένα διάγραμμα για καλύτερη παρατήρηση (σχήμα 1).



Σχήμα 1. Μεταβολή της ισχύος που μεταφέρεται και απόδοση μεταφοράς σε σχέση με την αντίσταση φορτίου (πειραματικές μετρήσεις)

Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι οι δύο καμπύλες τέμνονται στο σημείο που η απόδοση βρίσκεται στο 75%. Στο σημείο αυτό η αντίσταση φορτίου είναι

$R_L=4.054k\Omega$, η ισχύς $P_L=0.393mW$ και έχουμε τη βέλτιστη σχέση μεταφερόμενης ισχύος – απόδοσης.

Σε κυκλώματα όπου η διαθέσιμη ισχύς είναι σχετικά περιορισμένη είναι σημαντικό να μεταφέρεται η μέγιστη ισχύς από τη μια βαθμίδα στην άλλη εξ αιτίας του ίδιου του περιορισμού της ισχύος στο κύκλωμα. Τέτοια είναι τα κυκλώματα μεταφοράς πληροφοριών από μια βαθμίδα σε άλλη και γενικά των επικοινωνιών δηλαδή μεταφοράς δεδομένων από αποστολέα σε δέκτη. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει διαθέσιμη ισχύς και υπάρχει και οικονομική σχέση από τη μεταφορά, μας ενδιαφέρει η απόδοση της μεταφοράς, όπως για παράδειγμα στα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Πορλιδάς Δημήτριος