

Περί σύνθετης αντίστασης και άλλων...δαιμονίων

Κάθε **μη καθαρά ωμικό** φορτίο (όπως μια κεραία που τροφοδοτείται με RF) παρουσιάζει στην είσοδό του μια σύνθετη αντίσταση (impedance, εμπέδηση) που έχει μορφή μιγαδικού αριθμού, δηλαδή $Z=R \pm jX$, όπου R είναι το πραγματικό μέρος (resistance, αντίσταση) και X το φανταστικό (reactance, αντίδραση). Μερικές διευκρινήσεις επάνω σε αυτό:

- Στα μαθηματικά το σύμβολο του φανταστικού είναι το (**i**). Στα ηλεκτρονικά χρησιμοποιούμε το (**j**) για να μην υπάρχει σύγχυση με το ρεύμα.

- Πραγματικό σημαίνει ότι η τάση και το ρεύμα είναι σε φάση και όχι ότι η συνιστώσα αυτή είναι αναγκαστικά ωμικό φορτίο.

- Φανταστικό σημαίνει ότι τάση και ρεύμα βρίσκονται σε διαφορά φάσης 90 μοιρών, θετική σε περίπτωση που το φορτίο είναι επαγωγικό και αρνητική σε περίπτωση που είναι χωρητικό.

- Και οι δυο όροι, R και X είναι συναρτήσεις της συχνότητας.

- «Δεν χρειάζεται να ασχοληθούμε με το φανταστικό μέρος αφού δεν είναι πραγματικό» (μετάφραση από ξένη ιστοσελίδα ραδιοερασιτεχνικού περιεχομένου). Μέγα λάθος. Μπορεί στα μαθηματικά η έννοια του φανταστικού αριθμού να είναι κάπως δυσνόητη, στα ηλεκτρονικά όμως είναι πολύ συγκεκριμένη: **δηλώνει αν το φορτίο μας έχει επαγωγική (+X) ή χωρητική (-X) συμπεριφορά.**

-Τελικά, ποια είναι η «αντίσταση» (εμπέδηση είναι ο σωστός όρος) που «βλέπει» η πηγή μας (ο πομπός στην κεραία για παράδειγμα); Είναι το **μέτρο** του μιγαδικού αριθμού που αντιπροσωπεύει τη σύνθετη αντίσταση της κεραίας, δηλαδή η τετραγωνική ρίζα του (R^2+X^2) .

Παράδειγμα: Μια κεραία μετρήθηκε και παρουσιάζει στο σημείο τροφοδοσίας της σύνθετη αντίσταση $50\Omega + j100\Omega$. Η συνολική εμπέδηση που βλέπει η έξοδος του πομπού είναι 112Ω και η κεραία μας έχει επαγωγική συμπεριφορά. Εδώ είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι μεταφορά ενέργειας (ισχύος) έχουμε **μόνο στο πραγματικό μέρος** της σύνθετης αντίστασης διότι στο φανταστικό μέρος η τάση και το ρεύμα βρίσκονται σε διαφορά φάσης 90° .

Ακούμε (και ενδεχομένως διαβάζουμε) ότι για να έχουμε τη μέγιστη μεταφορά ισχύος από τον πομπό στη κεραία η σύνθετη αντίσταση εξόδου του πομπού θα πρέπει να είναι ίση με τη σύνθετη αντίσταση της κεραίας (ας αγνοήσουμε προς το παρόν τη γραμμή μεταφοράς).

Ακόμα ένα λάθος. Η μέγιστη μεταφορά ενέργειας (ισχύος) επιτυγχάνεται όταν η σύνθετη αντίσταση της πηγής και η σύνθετη αντίσταση του φορτίου αντιπροσωπεύονται από συζυγείς μιγαδικούς αριθμούς, δηλαδή **$R_{πηγής} = R_{φορτίου}$ και $jX_{πηγής} = -jX_{φορτίου}$** . Όταν ισχύει αυτή η συνθήκη τα δυο φανταστικά μέρη μηδενίζονται και στη μεταφορά ενέργειας εμφανίζονται μόνο τα πραγματικά μέρη (στη πράξη η χωρητικότητα ισοφαρίζει την αυτεπαγωγή).

Και γιατί μας ενδιαφέρουν όλα αυτά;

Με αφορμή το παραπάνω, ας δούμε ένα πιο συγκεκριμένο παράδειγμα:

Μετρήσαμε την inverted L κεραία μας στους **3.5 Mhz** και βρήκαμε σύνθετη αντίσταση **$50\Omega + j194\Omega$** . Σύμφωνα με τα προηγούμενα η εμπέδηση της κεραίας (στη συγκεκριμένη συχνότητα) είναι

200Ω. Πως θα την προσαρμόσουμε στην έξοδο του πομπού;

Αν αγνοήσουμε τη γραμμή μεταφοράς το απλοποιημένο κύκλωμα έξοδος πομπού - είσοδος κεραίας περιγράφεται ως εξής:

Γη - ιδανική πηγή ρεύματος - Z εξόδου πομπού - Z εισόδου κεραίας – Γη.

Ενδεχομένως η πρώτη σκέψη είναι να χρησιμοποιήσουμε ένα ένα tuner (αλλιώς δεν θα δουλέψει) και μετά balun (για την ακρίβεια στο συγκεκριμένο παράδειγμα **unun**) 1 : 4.

Ο άλλος τρόπος, απλούστερος και πιο αποδοτικός, είναι να προσθέσουμε σε σειρά με την έξοδο και πριν κεραία έναν πυκνωτή με αντίδραση ίση προς 194Ω δηλαδή 234pF για τη συγκεκριμένη συχνότητα λειτουργίας.