

Τ Α Σ Τ Α Σ Ι Μ Α Κ Υ Μ Α Τ Α

Γράφει ο Ντίνος Νομικός SV1GK

Στα προηγούμενα αναφέραμε ότι, το σύστημα πομποδέκτης-γραμμή μεταφοράς-κεραία, λειτουργεί άριστα εφόσον η σύνθετη αντίσταση της εξόδου του πομποδέκτη μας είναι ίδια με τη σύνθετη αντίσταση της γραμμής μεταφοράς και αυτή ίδια με τη σύνθετη αντίσταση της κεραίας μας.

Αν όμως η γραμμή μεταφοράς έχει διαφορετική αντίσταση, έστω και κατ'ελάχιστον από την κεραία, τότε ένα μέρος της ισχύος που κινείται στη γραμμή μεταφοράς, όταν φτάσει στην κεραία ανακλάται και επιστρέφει πίσω προς τον πομποδέκτη, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία στασίμων κυμάτων.

Για να δούμε λοιπόν λίγο πιο αναλυτικά τι συμβαίνει μέσα στη γραμμή μεταφοράς.

Έστω ότι η γραμμή μεταφοράς μας έχει σύνθετη αντίσταση $Z_{γρ}$ και η κεραία μας στο σημείο τροφοδοσίας της έχει καθαρή ωμική αντίσταση $Z_{κερ}$.

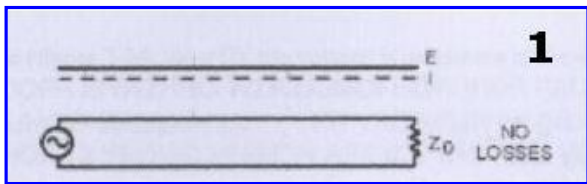
Ορίζουμε σαν λόγο στασίμων κυμάτων - **SWR** (**S**tanding-**W**ave **R**atio) το κλάσμα που έχει αριθμητή την μεγαλύτερη αντίσταση από αυτές τις δύο και παρονομαστή την μικρότερη, δηλαδή, αν $Z_{γρ} > Z_{κερ}$ τότε $SWR = \frac{Z_{γρ}}{Z_{κερ}}$

Ενώ αν :

$Z_{γρ} < Z_{κερ}$ τότε $SWR = \frac{Z_{κερ}}{Z_{γρ}}$ Δημιουργείται λοιπόν ένα κλάσμα που ο αριθμητής

του θα είναι πάντοτε μεγαλύτερος από το παρονομαστή του , πράγμα που σημαίνει ότι το αποτέλεσμα θα είναι ένας καθαρός αριθμός μεγαλύτερος του 1.

Ειδικά στην περίπτωση που $Z_{γρ} = Z_{κερ}$, τότε το παραπάνω κλάσμα θα ισούται με τη μονάδα, δηλαδή μπορούμε να πούμε ότι όταν έχουμε άριστη προσαρμογή τα στάσιμα θα έχουν λόγο **1:1**. Σε αυτή την περίπτωση όλη η ισχύς μεταφέρεται μέσω της γραμμής μεταφοράς στην κεραία.



μεταφοράς είχε μηδενικές απώλειες (Σχήμα 1).

Αν όμως η γραμμή μεταφοράς είχε απώλειες τότε τόσο η τάση όσο και η ένταση θα μειώνονταν ανάλογα με το μήκος της γραμμής μεταφοράς (Σχήμα 2).

Αν τώρα η αντίσταση της

γραμμής μεταφοράς $Z_{γρ}$ είχε διαφο-

ρική τιμή από την αντίσταση της

κεραίας $Z_{κερ}$, τότε κατά μήκος της

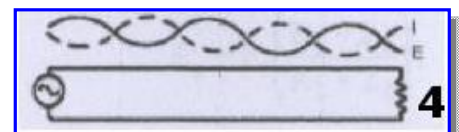
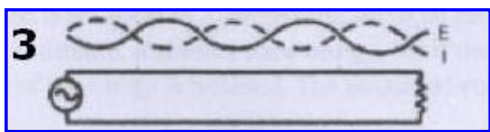
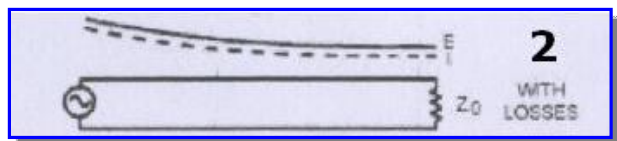
γραμμής μεταφοράς θα παίρναμε

διαφορετικές τιμές τόσο για την τάση όσο και για την ένταση η οποίες θα αυξομειώνονταν

εναλλάξ σχηματίζοντας μία ημιτονοειδή καμπύλη και αν μάλιστα είχαμε $Z_{γρ} > Z_{κερ}$ θα

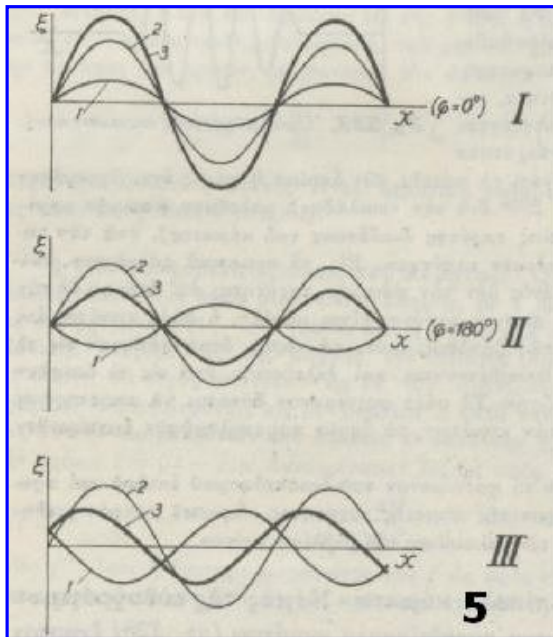
παίρναμε την καμπύλη του (Σχήματος 3) ενώ αν είχαμε $Z_{γρ} < Z_{κερ}$ θα παίρναμε την

καμπύλη του (Σχήματος 4).

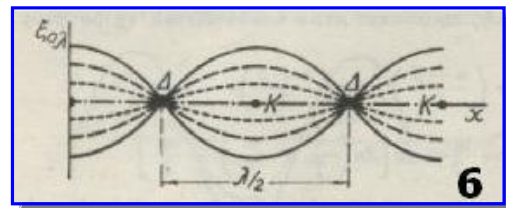


Δυστυχώς όμως η σύνθετη αντίσταση της κεραίας μας είναι συνδυασμός χωρητικής και επαγωγικής αντίστασης (Εμπέδηση Πηνίου-Πυκνωτή) με αποτέλεσμα να είναι πρακτικά αδύνατον τα στάσιμα να γίνουν ακριβώς **1:1**. Πάντα ο λόγος αυτός θα είναι έστω και κατ'ελάχιστον μεγαλύτερος της μονάδας.

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΤΑΣΙΜΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ



Όταν έχουμε δύο κύματα του ίδιου μήκους κύματος και αντίθετης φοράς τότε αυτά συμβάλλουν και δημιουργούν ένα νέο κύμα του ίδιου μήκους κύματος που το πλάτος του ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των πλάτων των δύο αντίθετως κινουμένων κυμάτων. Έτσι λοιπόν αν το κύμα 1 και το κύμα 2 συμβάλλουν δημιουργούν το κύμα 3 του (Σχήματος 5), το οποίο δεν είναι τρέχον κύμα αλλά μία ταλάντωση, γι' αυτό και ονομάζεται στάσιμο κύμα (Σχήμα 6).



Αν μάλιστα σε αυτήν την περίπτωση μετρήσουμε την τάση και την ένταση σε κάθε σημείο της γραμμής μεταφοράς, από το πομπό μέχρι την κεραία, θα δούμε ότι αυτή μεταβάλλεται από μία μέγιστη τιμή σε μία ελάχιστη.

Σε κάποια σημεία η μετρηθείσα τάση θα παίρνει τη μεγαλύτερή της τιμή V_{max} και σε κάποια άλλα σημεία, τα οποία εναλλάσσονται με τα πρώτα θα παίρνει τη μικρότερη της τιμή V_{min} .

Ο λόγος της μεγαλύτερης τιμής της τάσης προς τη μικρότερη ονομάζεται **VSWR** (**V**oltage **S**tanding-**W**ave **R**atio) και ισχύει:
$$VSWR = \frac{V_{max.}}{V_{min}}$$

Το ίδιο ισχύει και για την ένταση. Αν η μεγαλύτερη τιμή της έντασης κατά μήκος της γραμμής μεταφοράς είναι I_{max} και η μικρότερη I_{min} τότε ο λόγος τους ονομάζεται **ISWR** (**C**urrent **S**tanding-**W**ave **R**atio) και ισχύει:
$$ISWR = \frac{I_{max.}}{I_{min}}$$

Αποδεικνύεται ότι **VSWR**= **ISWR**, δηλαδή:

$$\frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{I_{max.}}{I_{min}}$$

Παρατήρηση 1^η: Οι παραπάνω τύποι ισχύουν για τις απόλυτες τιμές των μεγεθών, δηλαδή δεν πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πολικότητα.

Παρατήρηση 2^η: Υπάρχει και **PSWR** (**P**ower **S**tanding-**W**ave **R**atio) που ισούται με το τετράγωνο του **VSWR** και για το οποίο ισχύει ότι
$$PSWR = \frac{P_{max.}}{P_{min}}$$

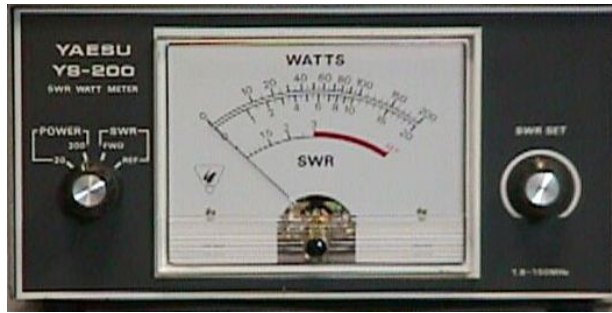
ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΑΣΙΜΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

Το να γνωρίζουμε τί στάσιμα παρουσιάζει η γραμμή μεταφοράς μας είναι πολύ σημαντικό και απαραίτητο και αυτό γιατί τα στάσιμα μας δείχνουν το βαθμό προσαρμογής της γραμμής μεταφοράς με τη κεραία.

Για τη μέτρηση λοιπόν των στασίμων χρησιμοποιούμε ειδικά όργανα που λέγονται γέφυρες στασίμων κυμάτων ή ανακλασίμετρα (παλαιότερη ονομασία).

Υπάρχουν δύο ειδών τέτοιες συσκευές, αυτές που αποτελούνται μόνο από ένα όργανο που διαβάζει ξεχωριστά την ισχύ που οδηγείται προς την κεραία και με διακόπτη την

ανακλώμενη. Αυτά έχουν και μία δεύτερη κλίμακα βαθμονομημένη σε **SWR**. Μια τέτοια συσκευή φαίνεται στο (Σχήμα 7).

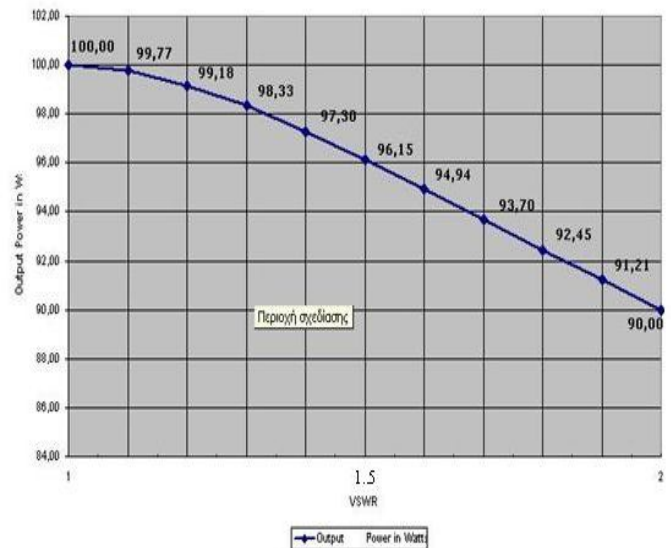


Υπάρχουν όμως και συσκευές που αποτελούνται από διπλά όργανα που μετρούν απευθείας την οδηγούμενη και την ανακλώμενη ισχύ. Στο σημείο μάλιστα που τέμνονται οι βελόνες των δύο οργάνων διαβάζουμε κατευθείαν τα στάσιμα (Σχήμα 8).



Αν είχαμε έναν πομπό 100 Watts εξόδου , τότε από τον (Πίνακα 1 και 2) μπορούμε να δούμε για κάθε τιμή των στασιμών πόσα Watts χάνονται και πόσα φθάνουν στην κεραία μας .

VSWR	Loss in %	Loss in dB	Reflected Power in Watts	Output Power in Watts
1:1	0,000	0,000	0,00	100,00
1,1:1	0,227	0,010	0,23	99,77
1,2:1	0,826	0,036	0,82	99,18
1,3:1	1,701	0,075	1,67	98,33
1,4:1	2,778	0,122	2,70	97,30
1,5:1	4,000	0,177	3,85	96,15
1,6:1	5,325	0,238	5,06	94,94
1,7:1	6,722	0,302	6,30	93,70
1,8:1	8,163	0,370	7,55	92,45
1,9:1	9,631	0,440	8,79	91,21
2:1	11,110	0,512	10,00	90,00
2,2:1	14,060	0,658	12,33	87,67
2,4:1	16,960	0,807	14,50	85,50
2,6:1	19,750	0,956	16,49	83,51
2,8:1	22,440	1,103	18,33	81,67
3:1	25,000	1,249	20,00	80,00
3,5:1	30,880	1,603	23,58	76,42
4:1	36,000	1,938	26,47	73,53
5:1	44,440	2,553	30,77	69,23
6:1	51,020	3,100	33,78	66,22
7:1	56,250	3,590	36,00	64,00
8:1	60,490	4,033	37,69	62,31
9:1	64,000	4,437	39,02	60,98
10:1	66,940	4,807	40,10	59,90



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΤΑΣΙΜΩΝ

Αν P_F είναι η οδηγούμενη ισχύς σε μία γραμμή μεταφοράς και P_R η ανακλώμενη ισχύς , τότε ο τύπος που μας δίνει τα στάσιμα θα είναι:

$$SWR = \frac{\sqrt{P_F} + \sqrt{P_R}}{\sqrt{P_F} - \sqrt{P_R}}$$

Επίσης αν Z_L είναι η σύνθετη αντίσταση της κεραίας και Z_0 η αντίσταση της γραμμής μεταφοράς τότε τα στάσιμα θα δίνονται από τον τύπο:

$$SWR = \frac{1 + \left| \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \right|}{1 - \left| \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \right|}$$

Ας δούμε μερικά παραδείγματα υπολογισμού στασίμων που χρησιμοποιούν τους παραπάνω τύπους.

Παράδειγμα 1°

Σε μία γραμμή μεταφοράς οδηγούνται καθαρά 81 Watts προς την κεραία και έχουμε 9 Watts ανακλώμενη ισχύ, τότε τα στάσιμα που θα παρουσιάζονται στη γραμμή μεταφοράς θα είναι:

$$SWR = \frac{\sqrt{P_F} + \sqrt{P_R}}{\sqrt{P_F} - \sqrt{P_R}} = \frac{\sqrt{81} + \sqrt{9}}{\sqrt{81} - \sqrt{9}} = \frac{9 + 3}{9 - 3} = \frac{12}{6} = 2$$

Παράδειγμα 2°

Μια κεραία έχει σύνθετη αντίσταση 100 Ωμ και εμείς τη τροφοδοτούμε με ένα καλώδιο που έχει χαρακτηριστική αντίσταση 300 Ωμ. Τα στάσιμα τα οποία θα δημιουργηθούν θα είναι:

$$SWR = \frac{1 + \left| \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \right|}{1 - \left| \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \right|} = \frac{1 + \left| \frac{100 - 300}{100 + 300} \right|}{1 - \left| \frac{100 - 300}{100 + 300} \right|} = \frac{1 + \left| \frac{-200}{400} \right|}{1 - \left| \frac{-200}{400} \right|} = \frac{1 + |-0.5|}{1 - |-0.5|} = \frac{1 + 0.5}{1 - 0.5} = \frac{1.5}{0.5} = 3.0$$

ΑΛΗΘΕΙΕΣ ΚΑΙ ΠΛΑΝΕΣ ΠΑΝΩ ΣΤΑ ΣΤΑΣΙΜΑ ΚΥΜΑΤΑ

Από όσα αναφέραμε στα προηγούμενα, πρέπει να γίνει κατανοητό ότι τα στάσιμα δεν μας δείχνουν τίποτε άλλο, παρά μόνο πόσο καλά είναι προσαρμοσμένη η γραμμή μεταφοράς με τη κεραία μας.

Προσέξτε, τα στάσιμα ποτέ δε μας δείχνουν πόσο καλά εκπέμπει η κεραία μας και εδώ είναι που συναντάμε πολλές παρανοήσεις.

1^η Περίπτωση: Πολλοί πιστεύουν ότι όταν έχουν στάσιμα **1:1** τότε η κεραία δουλεύει τέλεια. ΛΑΘΟΣ. Όταν έχουμε στάσιμα **1:1** το μόνο που είναι σίγουρο είναι ότι η γραμμή μεταφοράς έχει τέλεια προσαρμογή με την κεραία και τίποτα παραπάνω. Η κεραία μπορεί να μην εκπέμπει καθόλου, όπως και αν συνδέαμε μία Dummy Load ή να έχουμε τεράστιες απώλειες στη γραμμή μεταφοράς και να μη φτάνει σχεδόν καθόλου ισχύς στην κεραία.

2^η Περίπτωση: Πολλοί στενοχωριούνται και οδύρονται όταν έχουν π.χ. στάσιμα 1,3:1 και προσπαθούν με κάθε τρόπο να τα κατεβάσουν στο 1:1 ή το πολύ στο 1,1:1. Δεν υπάρχει μεγαλύτερη ματαιοπονία από αυτό και τούτο διότι αν ρίξετε μία ματιά στους (πίνακες 1 και 2), θα δείτε ότι όταν έχουμε στάσιμα π.χ. 1,3:1 η ισχύς που χάνεται είναι μόνο 1,67 Watts, δηλαδή ελάχιστη και δεν αξίζει τον κόπο να στενοχωριόμαστε και να κοπιάζουμε να κατέβουν πιο κάτω.

Ο καλύτερος τρόπος σε αυτή τη περίπτωση για να κερδίσετε τη χαμένη απώλεια είναι να αποσυνδέσετε τη γέφυρα SWR, οπότε θα αποφύγετε τις απώλειες που δημιουργούνται από τη συνδεσμολογία της.

3^η Περίπτωση: Αρκετοί πιστεύουν ότι αν έχουν στάσιμα 1,5 - 2:1 θα πρέπει να χαμηλώσουν την ισχύ για να είναι πιο ασφαλής ο πομπός τους και να μην καεί. Αυτό είναι εν μέρει αλήθεια και ίσχυε παλαιότερα όταν οι πομποί χρησιμοποιούσαν λυχνίες και το κύκλωμα εξόδου των είχε συνδεσμολογία πι. Σε αυτό το κύκλωμα εξόδου υπήρχαν δύο μεταβλητοί πυκνωτές Plate και Load που έπρεπε να συντονιστούν γρήγορα για να μην καούν οι λυχνίες εξόδου. Τώρα όμως δεν υπάρχει λόγος ανησυχίας γιατί όλοι σχεδόν οι σύγχρονοι πομποδέκτες είναι εφοδιασμένοι με ένα ειδικό κύκλωμα που όταν τα στάσιμα ξεπεράσουν την τιμή 3:1 αυτόματα προστατεύουν τον πομποδέκτη.

4^η Περίπτωση: Εάν κάποια στιγμή δούμε τα στάσιμα να πέφτουν από μόνα τους αυτό πρέπει να μας ανησυχήσει ιδιαίτερα και όχι να μας χαροποιεί.

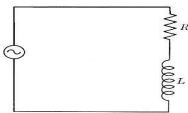
Ποτέ μία κεραία δεν βελτιώνει από μόνη της τις προσαρμογές για να χαμηλώνουν τα στάσιμα. Η πιθανότερη αιτία γι' αυτή την περίπτωση είναι ότι έχουμε μεγάλες απώλειες που μπορεί να προέρχονται από σκουριά στις συνδέσεις ή από υγρασία μέσα στο καλώδιο κτλ. Οι απώλειες αυτές έχουν σαν αποτέλεσμα να μειώνουν την ισχύ και εμείς να βλέπουμε λιγότερα στάσιμα.

Πρέπει λοιπόν η κεραία μας, αν είναι δυνατόν να ελέγχεται συχνά και κυρίως στις συνδέσεις της.

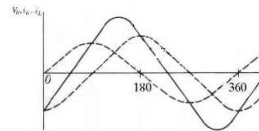
Συνοψίζοντας λοιπόν όλα τα προηγούμενα, συμπεραίνουμε ότι μέσα σε μία γραμμή μεταφοράς δημιουργούνται συγχρόνως δύο είδη απωλειών. Η πρώτη απώλεια προέρχεται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του ίδιου του καλωδίου και η δεύτερη από τα στάσιμα που δημιουργούνται όταν η γραμμή μεταφοράς δεν έχει καλή προσαρμογή με την κεραία μας.

Εμείς, αυτό που πρέπει πάντα να επιδιώκουμε, είναι να κρατάμε αυτές τις απώλειες όσο το δυνατόν πιο χαμηλά ώστε να οδηγείται η κεραία μας με τη μεγαλύτερη δυνατή ισχύ.

ΣΥΝΘΕΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ή ΕΜΠΕΔΗΣΗ;



Γράφει ο Ντίνος Νομικός – SV1GK



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα σημαντικότερα μεγέθη που πρέπει να γνωρίζει κάποιος για την μελέτη μιας κεραίας είναι και η σύνθετη αντίσταση που παρουσιάζει στο σημείο τροφοδοσίας της με την γραμμή μεταφοράς.

Πριν όμως δούμε τι είναι αυτή η σύνθετη αντίσταση και γιατί ονομάζεται έτσι, καλόν είναι να μελετήσουμε πρώτα μερικά μεγέθη που θα μας βοηθήσουν να την κατανοήσουμε καλλίτερα.

Η ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ - CAPACITANCE

Όπως όλοι γνωρίζουμε, ο πυκνωτής δεν είναι τίποτε άλλο παρά ένα σύστημα που αποτελείται από δύο παράλληλους και επίπεδους αγωγούς που βρίσκονται σε μία απόσταση μεταξύ τους.

Οι δύο αυτοί αγωγοί ονομάζονται οπλισμοί του πυκνωτή.

Αν λοιπόν έχουμε έναν πυκνωτή, που είναι συνδεδεμένος σύμφωνα με το κύκλωμα του (Σχήματος 1), τότε τα αρνητικά φορτία $-Q$ της πηγής θα συγκεντρωθούν στην εσωτερική επιφάνεια του οπλισμού A και λόγω της ηλεκτρίσεως εξ επιδράσεως θα δημιουργήσουν την εμφάνιση ίσου φορτίου, αλλά αντιθέτου προσήμου $+Q$, στην επιφάνεια του οπλισμού B που είναι στραμμένη προς τον A.

Έτσι, οι δύο οπλισμοί εμφανίζονται να έχουν ο ένας απέναντι του άλλου ίσα αρνητικά και θετικά φορτία, ενώ συγχρόνως, ανάμεσά τους, δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο.

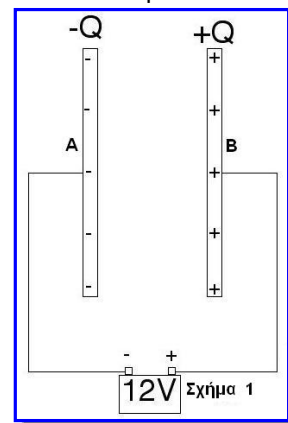
Χωρητικότητα C του συστήματος αυτών των δύο αγωγών, δηλαδή του πυκνωτή, ονομάζουμε το σταθερό πηλίκο του φορτίου Q, που εμφανίζεται στους οπλισμούς του, διά της διαφοράς δυναμικού V που παρουσιάζεται σε αυτούς, δηλαδή: $C = Q/V$.

Η χωρητικότητα ενός πυκνωτή εξαρτάται από το σχήμα των οπλισμών του, από την μεταξύ τους απόσταση και από το υλικό που υπάρχει ανάμεσά τους.

Εννοείται ότι με την συνδεσμολογία του (Σχήματος 1), το κύκλωμα ΔΕΝ διαρρέεται από ρεύμα.

Μονάδα χωρητικότητας είναι το **Farad (F)** και από όλα τα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσιά της, εμείς χρησιμοποιούμε κυρίως το **$1\mu F = 10^{-6} F$** , το **$1nF = 10^{-9} F$** και το **$1pF = 10^{-12} F$** .

Η δε μεταξύ τους σχέση είναι: **$1\mu F = 1000 nF$** και **$1nF = 1000 pF$** .



Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ - RESISTANCE

Όταν λέμε αντίσταση ενός αγωγού , εννοούμε την δυσκολία ή το εμπόδιο που προβάλλει ο αγωγός στην μετακίνηση των φορτίων που κινούνται μέσα σε αυτόν .



Η αντίσταση ενός αγωγού συμβολίζεται με το γράμμα **R** και εξαρτάται από τα γεωμετρικά του στοιχεία (μήκος και διατομή) , από το υλικό του και από την θερμοκρασία του .

Μονάδα αντίστασης είναι το **Ωμ (Ohm)** και από όλες τις πολλαπλάσιες και υποπολλαπλάσιες μονάδες της , εμείς χρησιμοποιούμε το **1ΚΩ = 1000 Ωμ** και το **1ΜΩ = 1000000 Ωμ** , η δε μεταξύ τους σχέση είναι : **1ΜΩ = 1000 ΚΩ** .

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ - ELECTRICAL CONDUCTIVITY

Ενώ η αντίσταση ενός αγωγού μας δείχνει κατά πόσο εμποδίζονται τα φορτία στην μετακίνησή τους μέσα στον αγωγό , η αγωγιμότητα εκφράζει ακριβώς το αντίθετο , δηλαδή την ευκολία με την οποία τα φορτία και κατ' επέκταση το ρεύμα , κινείται μέσα σε αυτόν .

Γι αυτό και η αγωγιμότητα ενός αγωγού εξαρτάται από το μήκος , την διατομή του , το υλικό και την θερμοκρασία του .

Για την ακρίβεια η αγωγιμότητα είναι το αντίστροφο της αντίστασης .

Συμβολίζεται με το γράμμα **G** και ισχύει ότι : **G = 1/R** .

Μονάδα της αγωγιμότητας είναι το **Siemens (S)** . Οι Αγγλοσάξονες όμως συνηθίζουν να χρησιμοποιούν και την μονάδα **mho** που είναι η αντίστροφη γραφή των γραμμάτων της λέξης Ohm (Ωμ) .

	Ηλεκτρική Αγωγιμότητα Siemens/m
Ασήμι	$63,01 \times 10^6$
Χαλκός	$59,06 \times 10^6$
Χρυσός	$45,20 \times 10^6$
Αλουμίνιο	$37,80 \times 10^6$
Νικέλιο	$14,30 \times 10^6$
Σίδηρος	$9,33 \times 10^6$
Χρώμιο	$7,74 \times 10^6$
Θαλασσινό Νερό	5
Πόσιμο Νερό	από 0,0005 μέχρι 0,05

Αν προσέξουμε τον πίνακα με τις αγωγιμότητες διαφόρων υλικών , θα παρατηρήσουμε ότι το ασήμι έχει την μεγαλύτερη αγωγιμότητα από όλα τα μέταλλα , ακολουθεί ο χαλκός , ο χρυσός , το αλουμίνιο κλπ .

Έτσι λοιπόν και αφού δεν μπορούμε να έχουμε μια

ασημένια κεραία , μπορούμε τουλάχιστον στις περιπτώσεις που θέλουμε να πετύχουμε όσον το δυνατόν καλλίτερη αγωγιμότητα να χρησιμοποιήσουμε επάργυρους ή επίχρυσους κονέκτορες . όπως της Amphenol , της Radiodan κλπ. (Φωτογραφίες) .

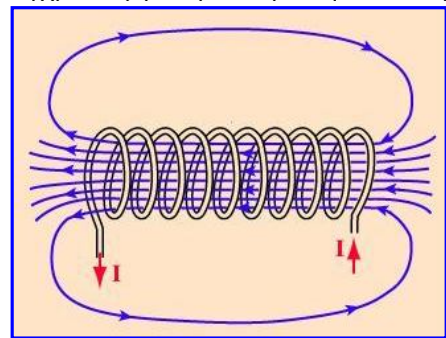


ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ - INDUCTANCE

Είναι γνωστό ότι κάθε αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα σχηματίζει γύρω του μαγνητικό πεδίο .

Αν τώρα ο αγωγός είχε σχήμα πηνίου και συγχρόνως μεταβάλλαμε την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει , θα συνέβαιναν αντίστοιχες μεταβολές και στο μαγνητικό του πεδίο , πράγμα που θα είχε σαν αποτέλεσμα να δημιουργηθεί στα άκρα του μια Ηλεκτρεγερτική Δύναμη (Φωτογραφία) .

Το φαινόμενο αυτό λέγεται αυτεπαγωγή και εξαρτάται από την ταχύτητα μεταβολής της εντάσεως του ρεύματος και από έναν συντελεστή που λέγεται συντελεστής αυτεπαγωγής και εξαρτάται από τον αριθμό και την διάμετρο των σπειρών , καθώς και από το υλικό που υπάρχει στο εσωτερικό του πηνίου .

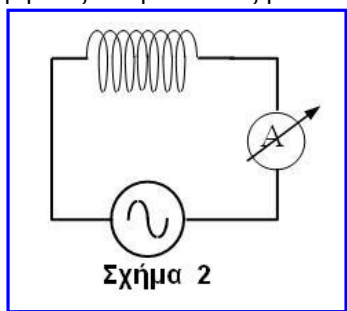


Μονάδα του συντελεστή αυτεπαγωγής **L** είναι το **Henry** .

Στην πράξη όμως χρησιμοποιούμε τα υποπολλαπλάσια της που είναι το **1mH = 1/1000 H** και το **1μH = 1/1000000 H** , η δε μεταξύ τους σχέση είναι : **1mH = 1000μH** .

ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ Ή ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ INDUCTIVE REACTANCE

Έστω ότι στα άκρα ενός ιδανικού πηνίου , δηλαδή ενός πηνίου που έχει συντελεστή αυτεπαγωγής **L** , αλλά δεν παρουσιάζει καθόλου ωμική αντίσταση εφαρμόζουμε μια εναλλασσόμενη τάση **U** (Σχήμα 2) , τότε θα παρατηρήσουμε ότι στο αμπερόμετρο **A** εμφανίζεται μια ένδειξη .



Αν όμως αρχίσουμε να αυξάνουμε την συχνότητα του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο , τότε θα παρατηρήσουμε ότι το αμπερόμετρο θα δείχνει μικρότερη ένδειξη , δηλαδή όσο αυξάνουμε την συχνότητα τόσο μειώνεται το ρεύμα , σαν να υπάρχει δηλαδή μια αντίσταση που να το εμποδίζει .

Αυτό οφείλεται στον νόμο της αυτεπαγωγής .

Το πηνίο δηλαδή , έχει την ιδιότητα να αντιδρά στις μεταβολές του ρεύματος που το διαρρέει , προκαλώντας μια Ηλεκτρεγερτική Δύναμη (ΗΕΔ) που όταν το ρεύμα αυξάνει είναι αντίθετης πολικότητας με την φορά του ρεύματος , ενώ όταν το ρεύμα ελαττώνεται είναι ίδιας φοράς με αυτό .

Αυτό το εμπόδιο λοιπόν που παρουσιάζεται στην διέλευση του εναλλασσομένου ρεύματος μέσα από ένα πηνίο , ονομάζεται «επαγωγική αντίσταση» .

Για την ακρίβεια ονομαζόταν έτσι , γιατί σήμερα η Ελληνική Εταιρεία Ορολογίας (ΕΛΕΤΟ) και η Μόνιμη Ομάδα Τηλεπικοινωνιακής Ορολογίας (ΜΟΤΟ) ,

έχουν πλέον καθιερώσει για την παραπάνω περίπτωση τον όρο επαγωγική αντίδραση .

Διεθνώς συμβολίζεται με το **X_L** και για μονάδα έχει επίσης το **Ωμ** .

Ισχύει μάλιστα ότι : **X_L = 2π f L** , όπου **n=3,14** , **f** είναι η συχνότητα σε Hertz και **L** είναι η αυτεπαγωγή του πηνίου σε Henries .

ΧΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ CAPACITIVE REACTANCE

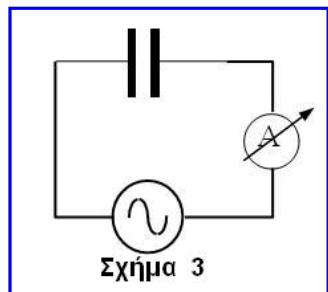
Ας υποθέσουμε ότι έχουμε το κύκλωμα του (Σχήματος 3) και εφαρμόζουμε στους οπλισμούς του πυκνωτή μια εναλλασσόμενη τάση .

Τότε θα παρατηρήσουμε ότι το αμπερόμετρο θα δείξει μια ένδειξη , πράγμα το οποίο σημαίνει ότι δια του κυκλώματος διέρχεται ρεύμα .

Εδώ θα πρέπει να προσέξουμε κάτι :

Η διέλευση του εναλλασσομένου ρεύματος μέσα στο κύκλωμα που περιέχει πυκνωτή , οφείλεται στην παλινδρομική κίνηση των φορτίων στους αγωγούς που συνδέουν τους δύο οπλισμούς του .

ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟΥΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥΣ ΤΟΥ ΠΥΚΝΩΤΗ ΔΕΝ ΓΙΝΕΤΑΙ ΚΑΜΙΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΦΟΡΤΙΩΝ .



Θα παρατηρήσουμε μάλιστα ότι όσο αυξάνουμε την συχνότητα της τάσης **U** , τόσο αυξάνει η ένδειξη του αμπερομέτρου , ενώ όσο μειώνουμε την συχνότητα τόσο μειώνεται και το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα .

Άρα όπως και το πηνίο έτσι και ο πυκνωτής εμφανίζει ένα εμπόδιο στην διέλευση του εναλλασσομένου ρεύματος , το οποίο στην συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται τόσο μεγαλύτερο όσο μειώνεται η συχνότητα .

Το εμπόδιο αυτό ονομάζεται χωρητική αντίδραση , συμβολίζεται με το **X_c** και έχει για μονάδα επίσης το **Ωμ** .

Ίσχύει μάλιστα ότι : $X_c = 1/2\pi f C$, όπου $n=3,14$, f είναι η συχνότητα σε Hertz και C είναι η χωρητικότητα του πυκνωτή σε Farads .

ΣΥΝΘΕΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ή ΕΜΠΕΔΗΣΗ ; I M P E D A N C E

Όταν σε ένα κύκλωμα που διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα υπάρχει αντίσταση μαζί με αυτεπαγωγή ή και χωρητικότητα , τότε η παρουσία των στοιχείων αυτών έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργείται μια δυσκολία στην διέλευση του εναλλασσομένου ρεύματος , η οποία προέρχεται κυρίως από δύο αιτίες , την καθαρά ωμική αντίσταση που υπάρχει στο κύκλωμα και την ολική αντίδραση που εμφανίζεται σε αυτό , η οποία μπορεί να είναι χωρητική ή επαγωγική .

Η ολική λοιπόν αυτή αντίσταση που παρουσιάζει ένα κύκλωμα στην διέλευση του εναλλασσομένου ρεύματος λέγεται σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος (Impedance) και συμβολίζεται διεθνώς με το Z .

Το 1972 όμως , ο Κάισαρ Αλεξόπουλος , Καθηγητής Φυσικής στο Πανεπιστήμιο Αθηνών , αλλάζει τον όρο σύνθετη αντίσταση που χρησιμοποιείτο μέχρι τότε και εισάγει τον όρο εμπέδηση , προσπαθώντας να αποδώσει τον Αγγλικό όρο impedance στα Ελληνικά .

Από τότε μέχρι σήμερα , η χρήση του όρου εμπέδηση γενικεύθηκε , κυρίως με την βοήθεια των σχολικών βιβλίων .

Η αλλαγή όμως αυτή δεν έλυσε το πρόβλημα γιατί δεν επεκτάθηκε και σε άλλες έννοιες , όπως π.χ. η σύνθετη αγωγιμότητα (admittance) .

Η Μόνιμη Ομάδα Τηλεπικοινωνιακής Ορολογίας όμως ασχολήθηκε με το θέμα από το 1994 και επανέφερε τον όρο σύνθετη αντίσταση , που αποδίδει μάλλον ορθότερα την έννοια αυτή .

Η σύνθετη αντίσταση λοιπόν αποτελείται από δύο στοιχεία , ένα πραγματικό , που είναι η καθαρά ωμική αντίσταση R του κυκλώματος και ένα φανταστικό που είναι η αντίδραση X που παρουσιάζει το κύκλωμα κατά την διέλευση του εναλλασσομένου ρεύματος μέσα από αυτό .

Κ Α Ι Λ Ι Γ Α Μ Α Θ Η Μ Α Τ Ι Κ Α

Όπως γνωρίζουμε , στα μαθηματικά υπάρχουν τρία είδη αριθμών :

α) **Οι Πραγματικοί** , δηλαδή όλοι οι ακέραιοι , οι δεκαδικοί , τα κλάσματα , οι θετικοί , οι αρνητικοί κλπ , και που ο καθένας τους έχει την δική του θέση σ' έναν οριζόντιο άξονα xx' .

β) **Οι Φανταστικοί** , που εμπεριέχουν το γράμμα i (το i προέρχεται από το αρχικό γράμμα της λέξης *imaginaire* και έχει την ιδιότητα $i^2=-1$) και έχει ο καθένας τους την δική του θέση σ' έναν άξονα $\psi\psi'$, που είναι κάθετος στον άξονα xx' στο σημείο 0 .

γ) **Οι Μιγαδικοί** , που εμπεριέχουν και πραγματικό και φανταστικό μέρος , δηλαδή είναι της μορφής $z=a+bi$ (Το πραγματικό με το φανταστικό μέρος δεν προστίθενται ποτέ) .

Κάθε μιγαδικός αριθμός έχει την δική του συγκεκριμένη θέση στο επίπεδο που ορίζεται από τους δύο παραπάνω ορθογώνιους άξονες , xx' και $\psi\psi'$.

Ένας τέτοιος μιγαδικός αριθμός λοιπόν είναι και η σύνθετη αντίσταση , που για πραγματικό μέρος έχει την ωμική αντίσταση R και για φανταστικό έχει την αντίδραση X .

Για να μη συγχέεται όμως ο αριθμός i με την ένταση του ρεύματος που έχει τον ίδιο συμβολισμό i , γι' αυτό ειδικά στα Ηλεκτρονικά , αντί του φανταστικού αριθμού i , χρησιμοποιείται ο συμβολισμός j .

Έτσι λοιπόν η σύνθετη αντίσταση ενός κυκλώματος , αγωγού κλπ , θα συμβολίζεται ως : $Z = R+jX$ και σαν μιγαδικός αριθμός θα έχει μέτρο :

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1°

Έστω ότι έχουμε ένα κύκλωμα που παρουσιάζει σύνθετη αντίσταση $Z=4+j5$, αυτό σημαίνει ότι παρουσιάζει ωμική αντίσταση 4 Ωμ και αντίδραση 5 Ωμ .

Ας θεωρήσουμε ότι έχουμε ένα σύστημα ορθογωνίων αξόνων .

Τότε αν στον οριζόντιο θετικό ημιάξονα τοποθετήσουμε τις τιμές της αντίστασης R και στον κατακόρυφο θετικό ημιάξονα τις τιμές της επαγωγικής αντίδρασης $+jX_L$, ενώ στον αντίστοιχο αρνητικό ημιάξονα τις τιμές της χωρητικής αντίδρασης $-jX_C$, θα πάρουμε το (Σχήμα 4) .

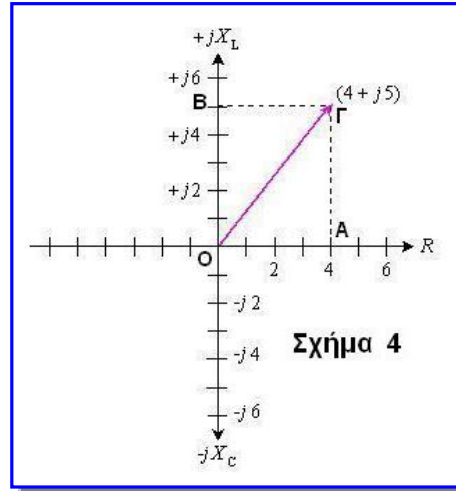
Η επαγωγική αντίδραση έχει πάντα θετικό πρόσημο , ενώ η χωρητική αντίδραση έχει πάντα αρνητικό .

Η σύνθετη αντίσταση θα είναι το τμήμα ΟΓ .

Αν πάρουμε το Πυθαγόρειο Θεώρημα στο τρίγωνο ΟΑΓ , θα έχουμε :

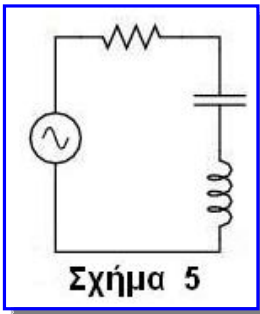
$$(ΟΓ)^2 = (ΟΑ)^2 + (ΑΓ)^2 = 4^2 + 5^2 = 16 + 25 = 41 , \text{ δηλαδή } (ΟΓ) = \sqrt{41} = 6,4 .$$

Άρα η $Z=6,4$ Ωμ .



Από τους παραπάνω τύπους καταλαβαίνει κανείς ότι η σύνθετη αντίσταση ενός κυκλώματος θα είναι πάντα μεγαλύτερη ή ίση από την καθαρά ωμική αντίσταση που αυτό θα παρουσιάζει .

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2°



Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα κύκλωμα που διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα συχνότητας f , στο οποίο είναι συνδεδεμένα εν σειρά μια ωμική αντίσταση $R=30$ Ωμ , ένας πυκνωτής που παρουσιάζει σ' αυτήν την συχνότητα χωρητική αντίδραση $X_C=100$ Ωμ και ένα πηνίο που στην ίδια συχνότητα παρουσιάζει επαγωγική αντίδραση $X_L=60$ Ωμ (Σχήμα 5) .

Τότε η σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος θα είναι :

$$Z_{ολ} = R - jX_C + jX_L = 30 - j100 + j60 = 30 - j40 .$$

Αυτό σημαίνει ότι το παραπάνω κύκλωμα είναι ισοδύναμο με ένα κύκλωμα που περιέχει εν σειρά μια ωμική αντίσταση $R=30$ Ωμ και έναν πυκνωτή που παρουσιάζει χωρητική αντίδραση 40 Ωμ , στην συχνότητα f .

Τότε το μέτρο της σύνθετης αντίστασης θα είναι :

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = \sqrt{900 + 1600} = \sqrt{2500} = 50$$

Άρα η σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος θα είναι 50 Ωμ .