

# ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΗΕ

Φροντιστήριο 1<sup>ο</sup>

Ασκήσεις 3.1,3.2

# ΑΣΚΗΣΗ 1 (3.1)

Στο διάγραμμα  $R$ - $X$  σχεδιάστε το διάνυσμα μιας γραμμής με σύνθετη αντίσταση  $2.8 + j 5 \Omega$ . Στο ίδιο διάγραμμα δείξτε τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των ηλεκτρονόμων σύνθετης αντίστασης, μιγαδικής αντίστασης και  $mho$ , κάθε ένας από τους οποίους μόλις λειτουργεί για μηδενική αντίσταση βραχυκυκλώματος στο τέλος της γραμμής. Υποθέστε ότι το κέντρο των χαρακτηριστικών λειτουργίας του ηλεκτρονόμου  $mho$  βρίσκεται πάνω στο διάνυσμα σύνθετης αντίστασης της γραμμής (τι σημαίνει;). Υπολογίστε (γεωμετρικά) το μέγιστο τμήμα γραμμής, που κάθε ηλεκτρονόμος μπορεί να προστατέψει, όταν συμβεί ένα βραχυκύκλωμα οπουδήποτε στη γραμμή με αντίσταση τόξου  $1.5+j0 \Omega$ .

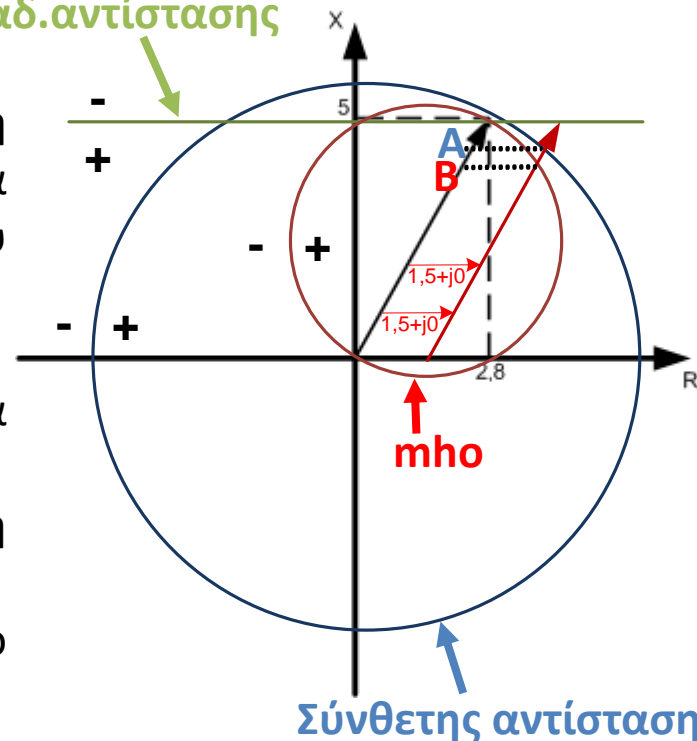
## ΛΥΣΗ

Η αντίσταση τόξου προστιθέμενη στη χαρακτηριστική βραχυκυκλώματος της γραμμής δημιουργεί τη νέα χαρακτηριστική βραχυκυκλώματος της γραμμής που δείχνεται με το κόκκινο βέλος.

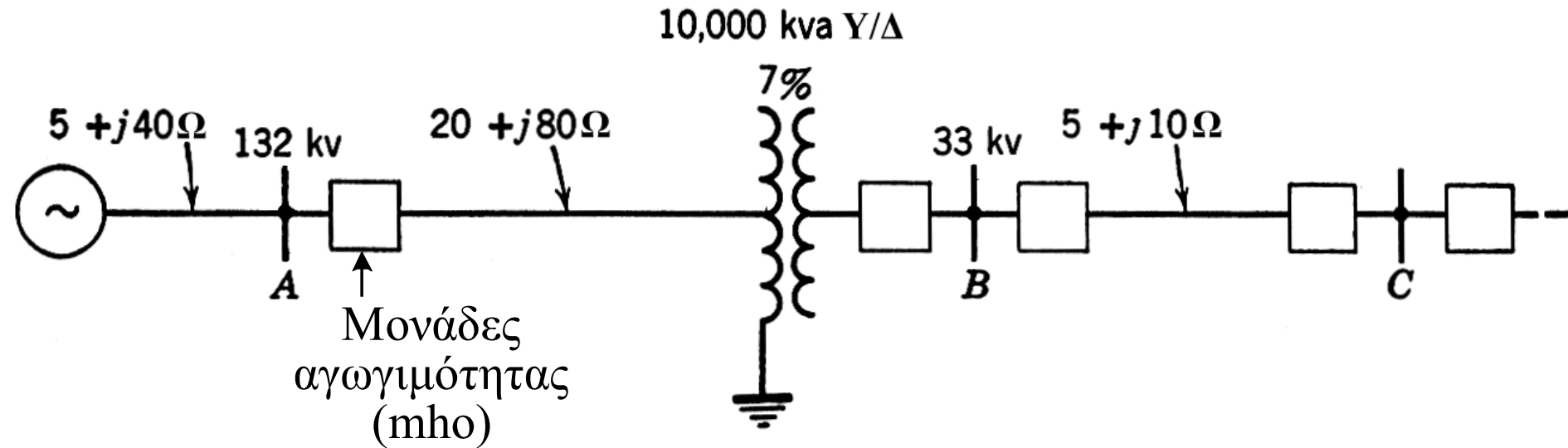
Αυτή η μετατόπιση προκαλεί τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- 1) Ο ηλεκτρονόμος μιγαδικής αντίστασης εξακολουθεί να προστατεύει το σύνολο της γραμμής.
- 2) Ο ηλεκτρονόμος σύνθετης αντίστασης προστατεύει τη γραμμή μέχρι το σημείο **A**.
- 3) Ο ηλεκτρονόμος  $mho$  προστατεύει τη γραμμή μέχρι το σημείο **B**.

Μιγαδ. αντίστασης

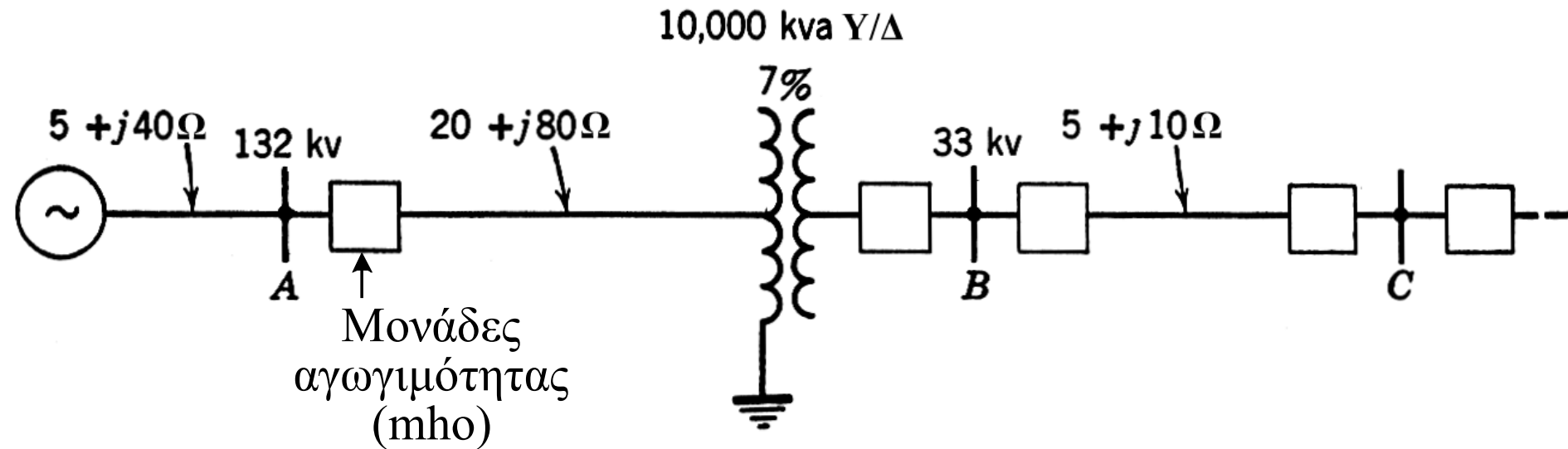


# ΑΣΚΗΣΗ 2 (3.2)



Δίνεται το σύστημα που φαίνεται στο σχήμα, που περιλαμβάνει δυο γραμμές μεταφοράς AB και BC και ηλεκτρονόμους απόστασης τύπου  $mho$  για την προστασία των γραμμών από φασικά βραχυκυκλώματα. Στο διάγραμμα R-X δείξτε ποσοτικά τις χαρακτηριστικές των τριών μονάδων  $mho$  για τον ηλεκτρονόμο που παρέχει πρωτεύουσα προστασία στη γραμμή AB και προστασία υποστήριξης στη γραμμή BC. Υποθέστε ότι τα κέντρα των χαρακτηριστικών των μονάδων  $mho$  βρίσκονται σε ευθεία με κλίση  $60^\circ$  στο διάγραμμα R-X.

# ΑΣΚΗΣΗ 2 (3.2)



Επειδή υπάρχει το πρόβλημα της υπερέκτασης και υποεπέκτασης αυτών των ηλεκτρονόμων η πρακτική που ακολουθείται είναι:

Ζώνη Α' (80-90% γραμμής)

Πρωτεύουσα προστασία για την AB: εδώ επιλέγουμε 90% της AB.

Ζώνη Β' (γραμμή + 20-75% επόμενης γραμμής)

Πρωτεύουσα προστασία για την AB και μέρος της εφεδρικής για την BC. Εδώ επιλέγουμε 40% της BC.

Ζώνη Γ' (γραμμή + 110% επόμενης)

Εφεδρική προστασία στη γραμμή BC.

# ΑΣΚΗΣΗ 2 (3.2)

Υπολογισμός εμπεδήσεων στο επίπεδο τάσης του κυκλώματος που βρίσκεται ο ηλεκτρονόμος (ΥΤ) :

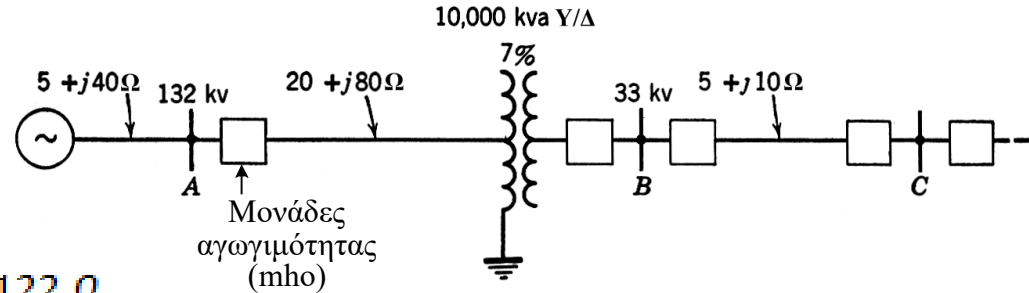
$$Z_b = \frac{V_b^2}{S_b} \Rightarrow Z_b = \frac{132^2 \text{ kV}^2}{10 \text{ MVA}} = 1742,4 \Omega$$

Εμπέδηση Μ/Σ

$$Z_{M/\Sigma} = Z_b Z_{\%} \Rightarrow Z_{M/\Sigma} = j1742,4 \cdot 0,07 \Omega = j122 \Omega$$

Αντίσταση γραμμής BC

$$Z_{BC} = Z_{bc} \left( \frac{V_A}{V_B} \right)^2 \Rightarrow Z_{BC} = (5 + j10) \left( \frac{132}{33} \right)^2 \Omega = 80 + j160 \Omega$$



Υπολογισμός εμπεδήσεων που θα πρέπει να βλέπει ο ηλεκτρονόμος ανά ζώνη :

$$\text{Ζώνη Α' (90\% AB): } Z_A = 0,9 Z_{AB} = 0,9(20 + j80) \Omega = 18 + j72 \Omega = 74 \angle 76^\circ \Omega$$

Βέβαια, η παρουσία της μεγάλης εμπέδησης του Μ/Σ, εξασφαλίζει ότι δεν πρόκειται να έχουμε υπερεπέκταση ακόμα και αν θεωρήσουμε ότι η ζώνη Α' εκτείνεται έως το 100% της γραμμής AB.

$$\begin{aligned} \text{Ζώνη Β' (100\% AB + Μ/Σ + 40\% BC): } Z_B &= 20 + j80 + j122 + 0,4 \cdot (80 + j160) \Omega = 52 + j266 \Omega \\ &= 271 \angle 79^\circ \Omega \end{aligned}$$

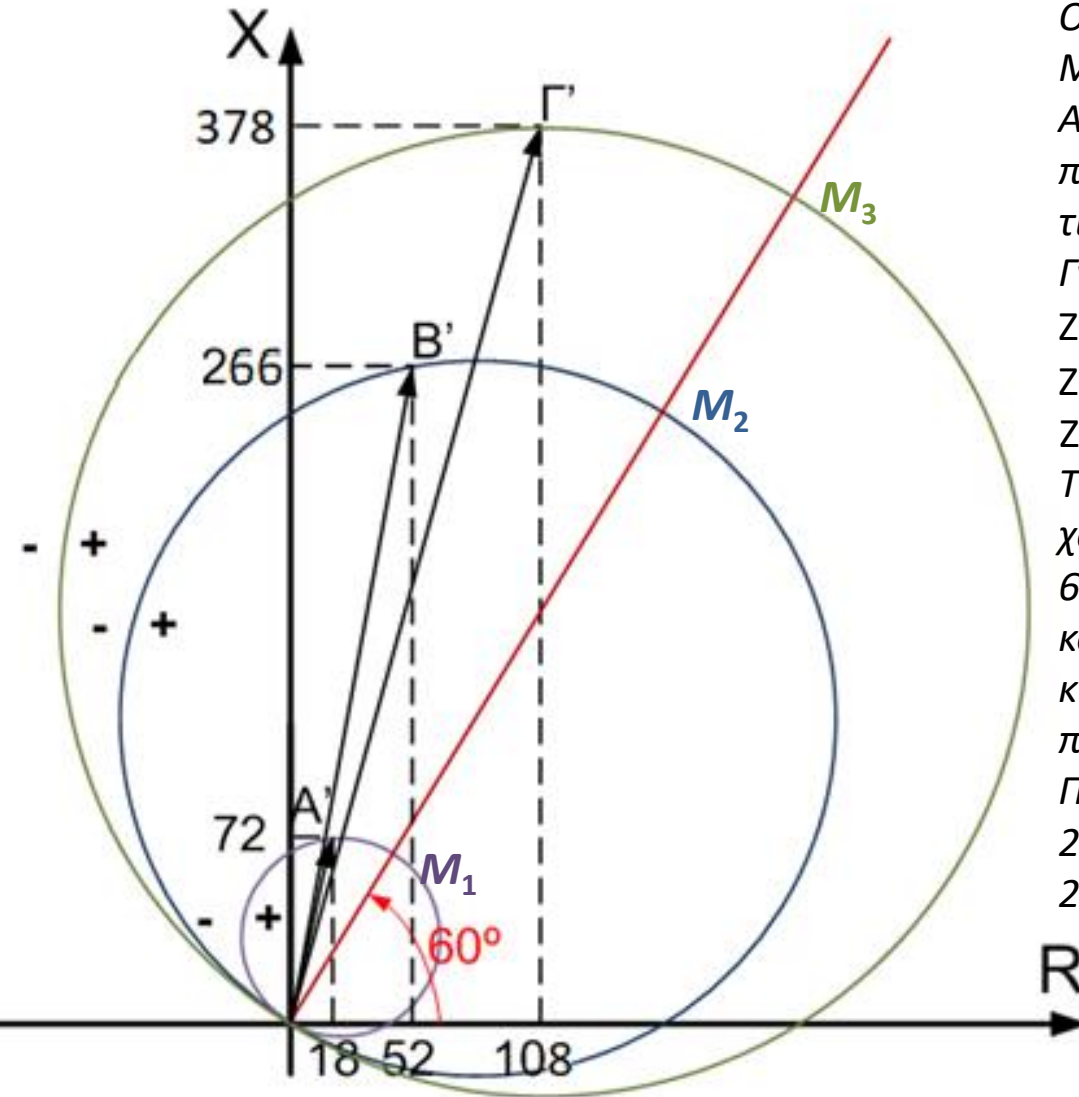
Η ρύθμιση μπορούσε να είναι οποιαδήποτε τιμή από 20% έως 75%.

Ζώνη Γ' (100% AB + Μ/Σ + και 110%BC):

$$Z_T = 20 + j80 + j122 + 80 + j160 + 0,1 \cdot (80 + j160) = 108 + j378 \Omega = 393 \angle 74^\circ \Omega$$

# ΑΣΚΗΣΗ 2 (3.2)

Χαρακτηριστικές των τριών μονάδων mho για τον ηλεκτρονόμο σε διάγραμμα R-X



Οι διάμετροι των κύκλων των χαρακτηριστικών  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  είναι συγγραμμικοί με κλίση  $60^\circ$ .

Αν ήθελα να υπολογίσω τις εμπεδήσεις που θα πρέπει να ρυθμιστούν οι μονάδες, αρκεί να βρω τις διαμέτρους ( $2 \times Z$ ) των αντίστοιχων κύκλων.

Γνωρίζω για κάθε κύκλο τις χορδές  $OA'$ ,  $OB'$ ,  $O\Gamma'$  :

Ζώνη  $A'$  :  $Z_A = 74 \angle 76^\circ \Omega$

Ζώνη  $B'$  :  $Z_B = 271 \angle 79^\circ \Omega$

Ζώνη  $\Gamma'$  :  $Z_T = 393 \angle 74^\circ \Omega$

Τα τρίγωνα που ορίζονται με πλευρές αυτές τις χορδές και τις συγγραμμικές διαμέτρους με κλίση  $60^\circ$  είναι ορθογώνια με  $90^\circ$  στις αντίστοιχες κορυφές  $A'$ ,  $B'$ ,  $\Gamma'$  (ως εγγεγραμμένα τρίγωνα σε κύκλους που έχουν τη διάμετρό τους ως μία πλευρά τους).

Π.χ. για το  $M_1$  θα είναι :

$2Z_1 = d = OA' / \cos(\angle OA' - 60^\circ) \Rightarrow$

$2Z_1 = 74 / \cos(76^\circ - 60^\circ) \Omega = 77 \Omega$



$$Z = \frac{K_1}{K_2} \cos(\theta - \tau)$$