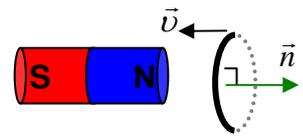
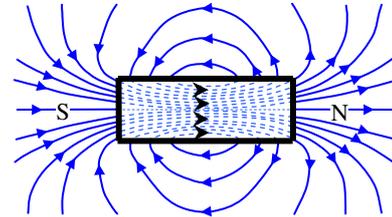


**Ένας δακτύλιος διέρχεται από ένα μαγνήτη**

Ένας δακτύλιος πλησιάζει έναν ακίνητο κυλινδρικό μαγνήτη με το επίπεδό του κάθετο στο μαγνήτη, κινούμενος με σταθερή ταχύτητα και τελικά εξέρχεται από αυτόν όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Ο δακτύλιος έχει λίγο μεγαλύτερη διάμετρο από αυτή του μαγνήτη και ο μαγνήτης δεν είναι πολύ μακρύς ώστε η μαγνητική ροή που διέρχεται από το επίπεδο του δακτυλίου να μεταβάλλεται από θέση σε θέση.



Σχήμα 1.

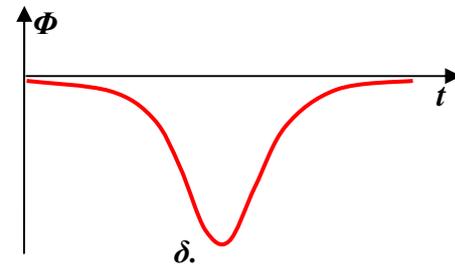
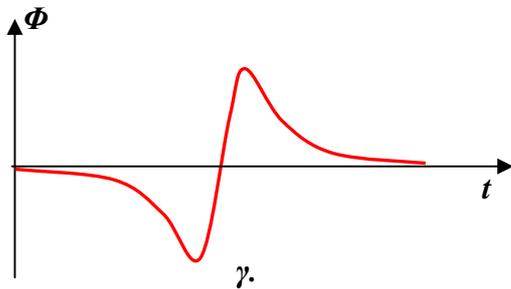
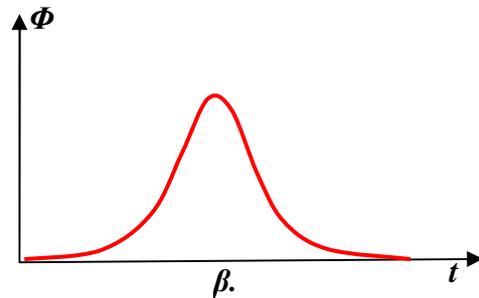
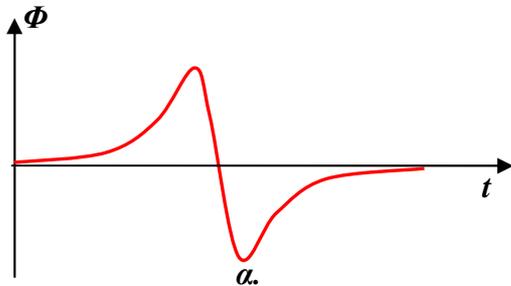


Σχήμα 2.

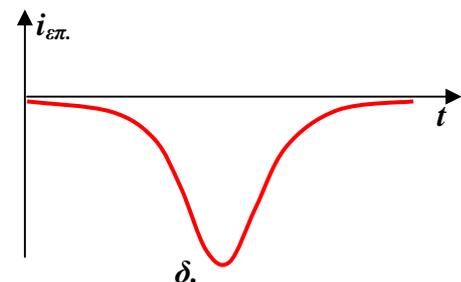
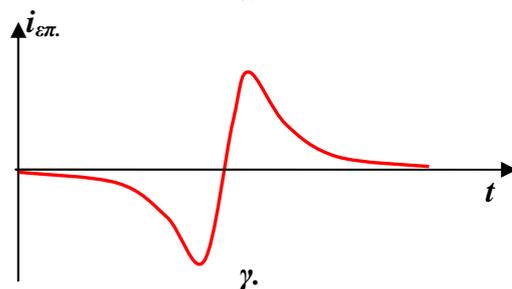
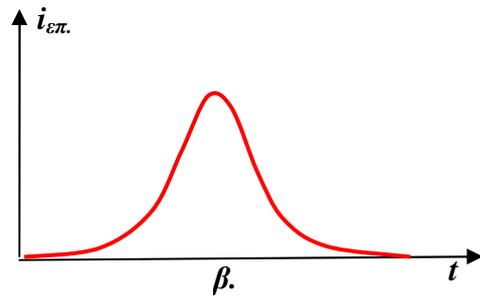
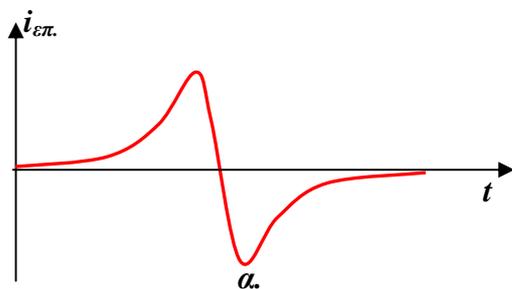
Η φορά της καθέτου στον δακτύλιο φαίνεται στο σχήμα 1. Θεωρείστε θετική φορά για το ρεύμα την ανθρωπολογιακή.

Οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές του μαγνήτη που χρησιμοποιούμε είναι όπως στο σχήμα 2.

**i)** Η γραφική παράσταση της αλγεβρικής τιμής της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το επίπεδο του δακτυλίου συναρτήσει του χρόνου αποτυπώνεται στο σχήμα:



**ii)** Το διάγραμμα του επαγόμενου ρεύματος του δακτυλίου συναρτήσει του χρόνου παριστάνεται στο σχήμα:



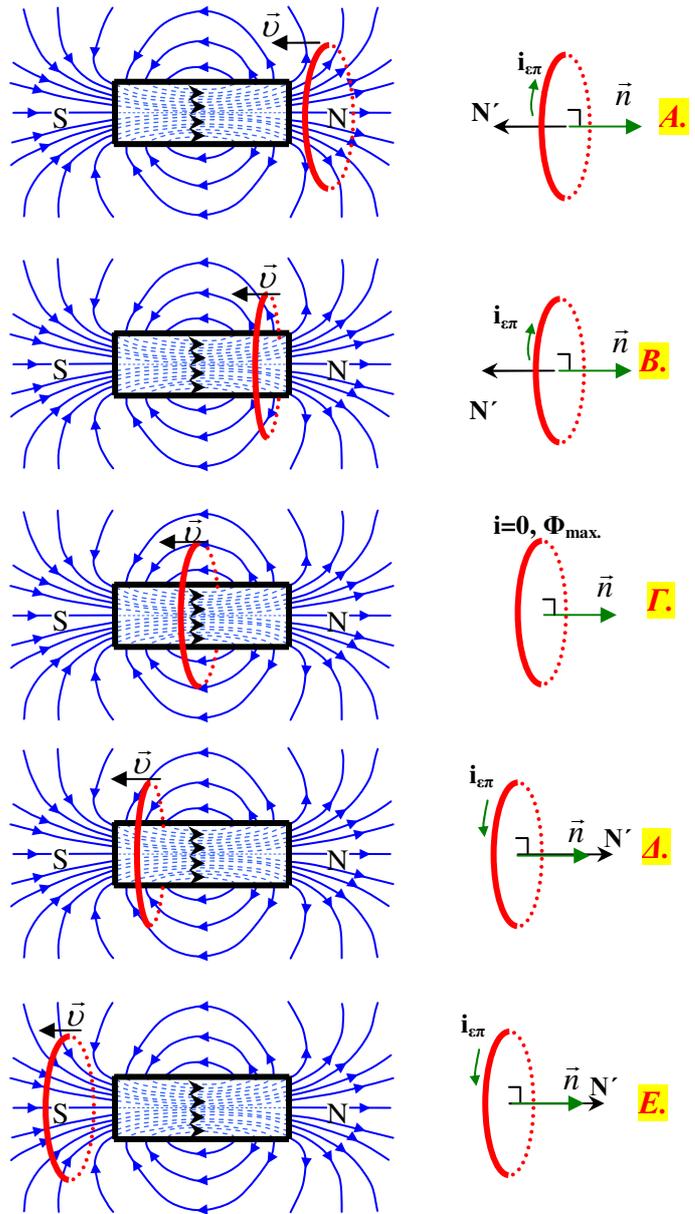
**Απάντηση**

Καθώς ο δακτύλιος πλησιάζει τον μαγνήτη αυξάνεται το πλήθος των δυναμικών γραμμών που περνούν μέσα από τον δακτύλιο με όλο και πιο μεγάλο ρυθμό καθώς πλησιάζει σε περιοχή με όλο και πιο πυκνές μαγνητικές γραμμές. Αυτό γίνεται έως ότου ο δακτύλιος φτάσει στο βόρειο μαγνητικό πόλο του μαγνήτη. Η ροή είναι θετική,  $\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} \cdot \cos(0^\circ)$  και αυξάνεται με αυξανόμενο ρυθμό. Το επαγόμενο ρεύμα σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz θα έχει ωρολογιακή φορά ώστε να αντιστέκεται στην αύξηση της ροής και το μαγνητικό πεδίο του δακτυλίου θα εμφανίσει βόρειο πόλο N' όπως φαίνεται στο **Σχήμα 3Α**.

Καθώς ο δακτύλιος πλησιάζει το μέσο του μαγνήτη αυξάνεται το πλήθος των δυναμικών γραμμών, αλλά οι δυναμικές γραμμές στο εξωτερικό του μαγνήτη αραιώνουν, ενώ επιπλέον υπάρχουν και κάποιες που δείχνουν προς την αντίθετη κατεύθυνση δηλ. εξέρχονται από το επίπεδο του δακτυλίου. Σε αυτό το στάδιο η ροή αυξάνεται με μειούμενο ρυθμό. Η ροή είναι θετική,  $\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} \cdot \cos(0^\circ)$  και το επαγόμενο ρεύμα θα έχει ωρολογιακή φορά ώστε να αντιστέκεται στην αύξηση της ροής όπως φαίνεται στο **Σχήμα 3Β**.

Όταν ο δακτύλιος φτάσει στο μέσο του μαγνήτη η μαγνητική ροή είναι μέγιστη και ως εκ τούτου το επαγόμενο ρεύμα είναι μηδέν, **Σχήμα 3Γ**.

Κατόπιν καθώς ο δακτύλιος περνά το μέσο του μαγνήτη πλησιάζοντας το άλλο άκρο (νότιο πόλο), μειώνεται η μαγνητική του ροή διότι μειώνονται οι δυναμικές γραμμές που διέρχονται μέσα από τον δακτύλιο, καθώς αυξάνεται ο αριθμός των δυναμικών γραμμών με τον οποίο εξέρχονται από τον δακτύλιο και μάλιστα με αυξανόμενο ρυθμό, παραμένοντας όμως η ροή θετική,  $\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} \cdot \cos(0^\circ)$ . Ο ρυθμός μείωσης της ροής αυξάνεται καθώς ο μαγνήτης πλησιάζει τον άλλο πόλο που οι μαγνητικές γραμμές πυκνώνουν. Το επαγόμενο ρεύμα σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz θα έχει τέτοια φορά ώστε να αντιστέκεται στην μείωση της ροής και έτσι θα αλλάξει η φορά του ρεύματος (ανθωρολογιακή) και το μαγνητικό πεδίο του δακτυλίου θα εμφανίσει βόρειο πόλο N' όπως φαίνεται στο **Σχήμα 3Α**.

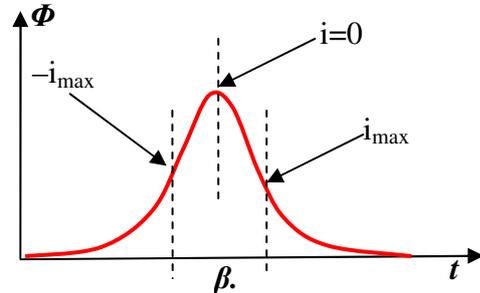


**Σχήμα. 3**

Τέλος από τη στιγμή που ο δακτύλιος φτάσει στο νότιο μαγνητικό πόλο του μαγνήτη και μετά, η ροή μειώνεται με μειούμενο ρυθμό καθώς η ένταση του μαγνητικού ελαττώνεται και οι μαγνητικές γραμμές αραιώνουν, έως ότου η ροή μηδενιστεί όταν ο δακτύλιος απομακρυνθεί μακριά, **Σχήμα 3E**.

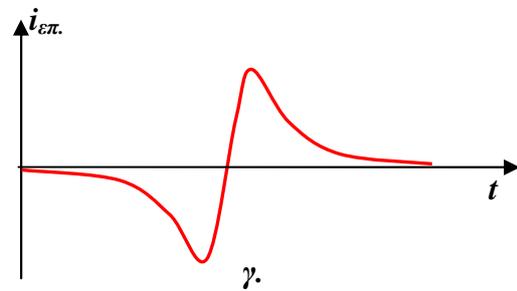
Έτσι με βάση τα παραπάνω το διάγραμμα της μαγνητικής ροής συναρτήσει του χρόνου είναι το  $\beta$ .

$$i \rightarrow \beta.$$



και το διάγραμμα του επαγωγικού ρεύματος είναι το  $\gamma$  δεδομένου ότι αρχικά με τη θεωρούμενη θετική φορά το ρεύμα είναι αρνητικό.

$$i\dot{\phantom{i}} \rightarrow \gamma.$$



Τα διαγράμματα είναι συμμετρικά καθώς ο δακτύλιος κινείται με σταθερή ταχύτητα.

X. Αγριόδημας  
[chagriodimas@yahoo.gr](mailto:chagriodimas@yahoo.gr)  
[chagriodimas@gmail.com](mailto:chagriodimas@gmail.com)