



Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο TEI Αθήνας



# Ηλεκτροτεχνία – Ηλ. Μηχανές & Εγκαταστάσεις πλοίου (Θ)

## Ενότητα 7: Βασικές αρχές ηλεκτρομαγνητισμού

Δ.Ν. Παγώνης  
Τμήμα Ναυπηγών Μηχανικών ΤΕ

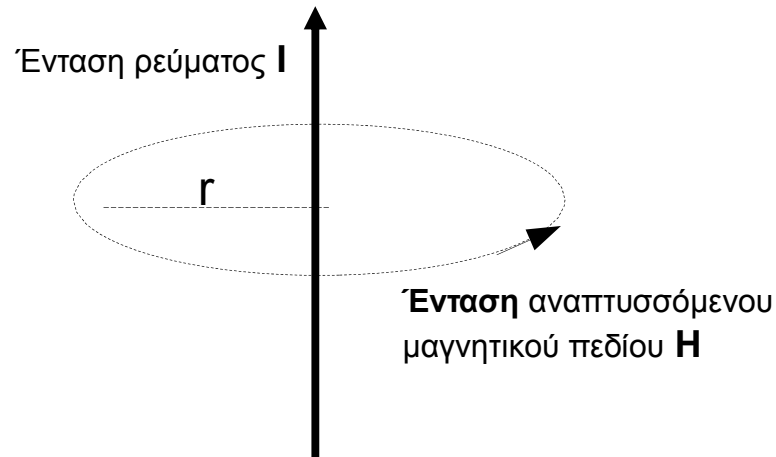


Το περιεχόμενο του μαθήματος διατίθεται με άδεια Creative Commons εκτός και αν αναφέρεται διαφορετικά



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

# Μαγνητικό πεδίο γύρω από ρευματοφόρο αγωγό

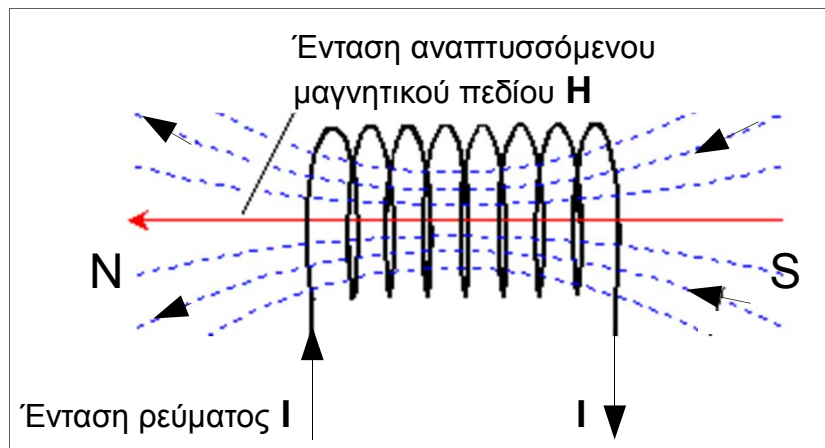


$$H = \frac{I}{2 \times \pi \times r}$$

Φορά του μαγν.  
πεδίου: κανόνας δεξιού  
χεριού

όπου:  $r$  η απόσταση από τον αγωγό  
 $I$  το ρεύμα που τον διαπερνάει

# Μαγνητικό πεδίο ενός πηνίου



N. Ampere:

$$H = \frac{N \times I}{\ell}$$

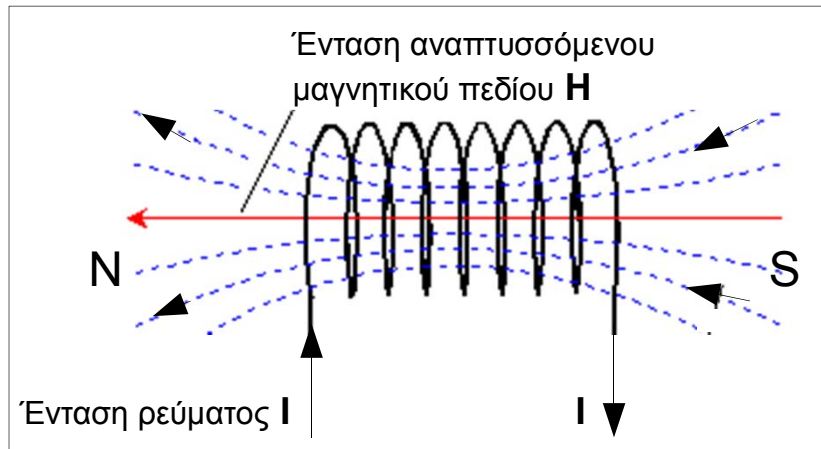
Μαγνητεγερτική  
δύναμη (At)

Μον. μέτρησης: (At/m)

όπου: **N** ο αριθμός των σπειρών  
 **$\ell$**  το μήκος του πηνίου  
**I** το ρεύμα που το διαπερνάει

# Μαγνητική επαγωγή (magnetic flux density) **B**

- Συνδέεται με την ένταση του μαγνητικού πεδίου **H**:



→  $B = \mu \times H$  Μον. μέτρησης **B**: **Tesla (T)**

όπου:  $\mu$  η μαγνητική διαπερατότητα του υλικού του πυρήνα

$$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$$

Για οποιοδήποτε υλικό, ισχύει:  $\mu = \mu_0 \times \mu_r$

όπου:  $\mu_0$  η μαγνητική διαπερατότητα του κενού ίση με:  $4 \times \pi \times 10^{-7} \text{ Vs/atm}$

$\mu_r$  η σχετική μαγνητική διαπερατότητα του υλικού

# Μαγνητική ροή (magnetic flux) $\Phi$

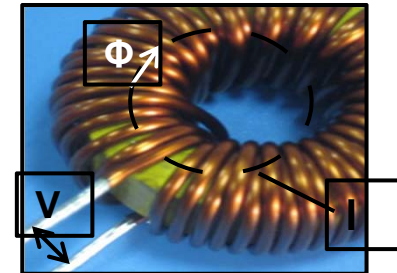
- Εκφράζει το συνολικό αριθμό των μαγν. γραμμών που διαπερνούν μία επιφάνεια  $S$ :

→  $\Phi = \int_S B \times dS = B \times S$  για  $B$  με σταθερό μέτρο και διάνυσμα  
κάθετο σε όλη την επιφάνεια  $S$

Μον. μέτρησης  $\Phi$ : Weber (Wb) ή volt-second (Vs)

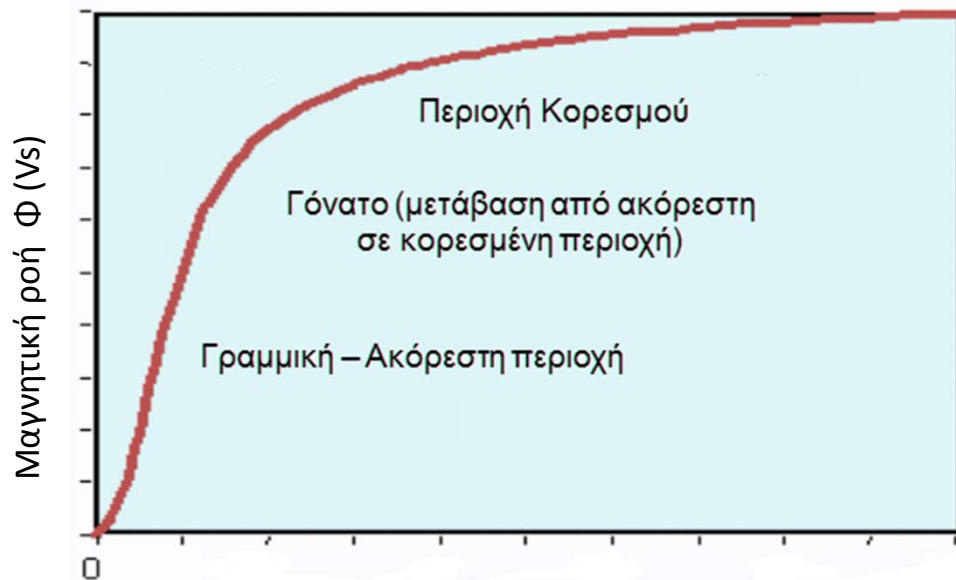
Για τοροειδές πηνίο με διατομή  $S$  και μέσο μήκος  $l$ ,  
ισχύει:

$$\Phi = \mu \times \frac{N \times i \times S}{l}$$



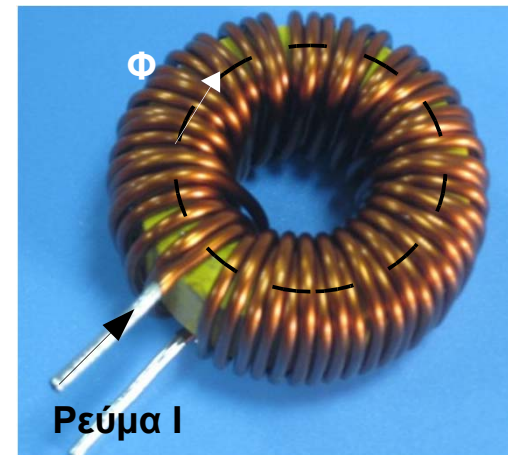
# Καμπύλη μαγνήτισης

- Η μαγνητική διαπερατότητα των σιδηρομαγνητικών υλικών **δεν είναι σταθερή**
- Η καμπύλη της μεταβολής της παραγόμενης μαγνητικής ροής  $\Phi$  συναρτήσει της επιβαλλόμενης μαγνητηργετικής δύναμης ονομάζεται **καμπύλη μαγνήτισης** του σιδηρομαγνητικού υλικού (magnetization curve)



Τυπική καμπύλη μαγνήτισης σιδηρομαγνητικού υλικού

Η λειτουργία των ηλεκτρικών μηχανών είναι κοντά στο "γόνατο" της καμπύλης μαγνήτισης



# Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

- Η **λειτουργία** όλων των ηλεκτρικών μηχανών στηρίζεται στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (ή νόμο του Faraday)
- Σύμφωνα με το νόμο Faraday, η **μεταβολή** στη μαγνητική ροή  $\Phi$ , που διέρχεται από ένα πλαίσιο, οδηγεί στην εμφάνιση τάσης (ηλεκτρεργετική δύναμη  $e$ ) στα άκρα του πλαισίου ανάλογη με το ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής

$$\longrightarrow e = -N \times \frac{d\Phi}{dt}$$

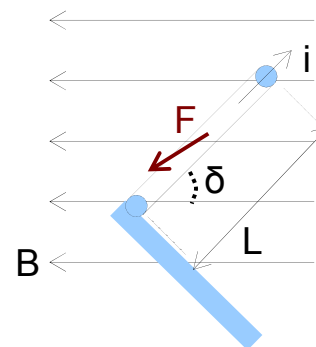
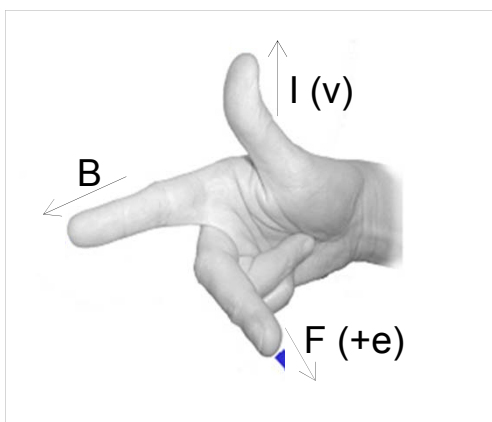
όπου  $N$  ο αριθμός των σπειρών

Ρυθμός μεταβολής μαγνητικής ροής  $\Phi$

Νόμος Lenz (η επαγόμενη τάση αντιτίθεται στο αίτιο που την προκάλεσε)

# Δύναμη Laplace

- Η δύναμη που **ασκείται σε αγωγό** μήκους  $l$  που βρίσκεται εντός μαγνητικού πεδίου  $B$  και διαρρέεται από ρεύμα  $i$
- Μέτρο της αναπτυσσόμενης δύναμης:  $F = i \times l \times B \times \sin\delta$  όπου  $\delta$  η γωνία που σχηματίζει ο αγωγός και η μαγνητική επαγωγή  $B$





# Τέλος Ενότητας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Σημειώματα

# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας, Δ.Ν. Παγώνης 2014.  
Δ.Ν. Παγώνης. «Ηλεκτροτεχνία – Ηλ. Μηχανές & Εγκαταστάσεις πλοίου (Θ).  
Ενότητα 7: Βασικές αρχές ηλεκτρομαγνητισμού». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014.  
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: [ocp.teiath.gr](http://ocp.teiath.gr).

# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό. Οι όροι χρήσης των έργων τρίτων επεξηγούνται στη διαφάνεια «Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων».

Τα έργα για τα οποία έχει ζητηθεί άδεια αναφέρονται στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

# Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων

© Δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, παρά μόνο εάν ζητηθεί εκ νέου άδεια από το δημιουργό.

διαθέσιμο με άδεια CC-BY	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου και η δημιουργία παραγώγων αυτού με απλή αναφορά του δημιουργού.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-SA	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού, και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-ND	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η δημιουργία παραγώγων του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC-SA	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC-ND	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου και η δημιουργία παραγώγων του.
διαθέσιμο με άδεια CC0 Public Domain	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού.
διαθέσιμο ως κοινό κτήμα	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού.
χωρίς σήμανση	Συνήθως δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου.

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Αθήνας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

