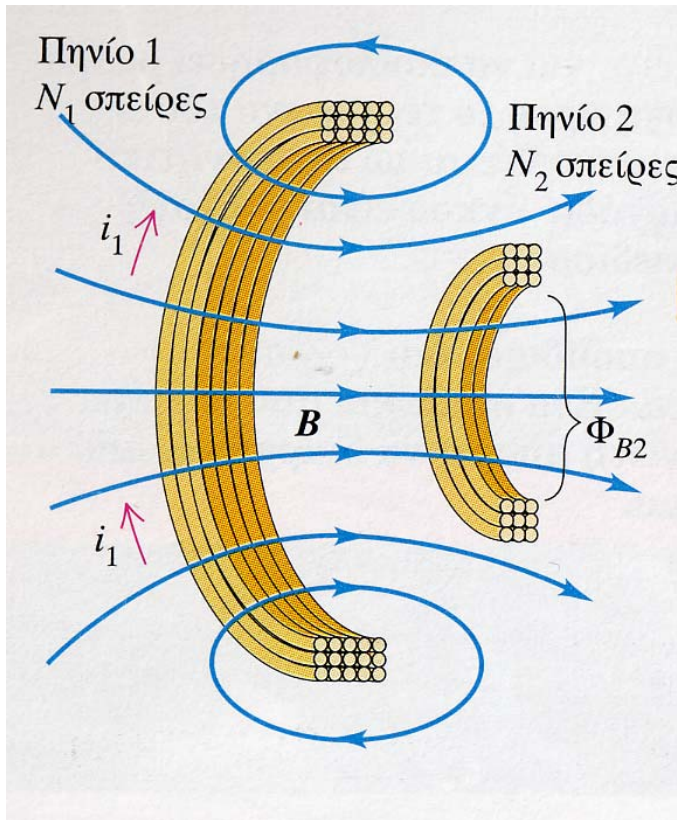


1. Αμοιβαία Επαγωγή

Αν η ηλεκτρεγερτική δύναμη που επάγεται σε κύκλωμα οφείλεται σε μεταβολή της μαγνητικής ροής από μεταβαλλόμενο ρεύμα σε ένα δεύτερο κύκλωμα έχουμε:

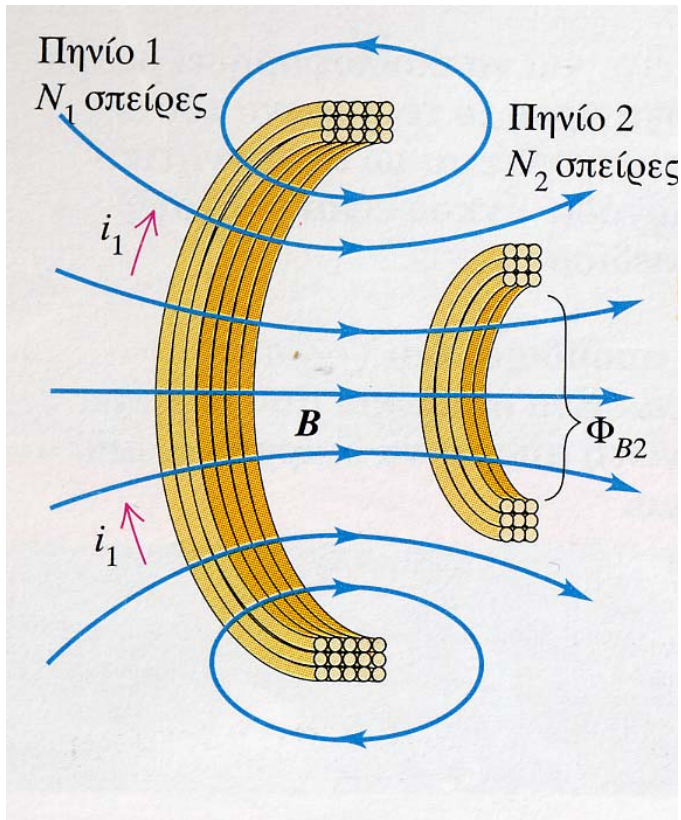


$$E_2 = -N_2 \frac{d\Phi_{B2}}{dt} \Rightarrow E_2 = -M_{21} \frac{di_1}{dt}$$

$$N_2 \Phi_{B2} = M_{21} i_1 \Rightarrow M_{21} = \frac{N_2 \Phi_{B2}}{i_1}$$

Η σταθερά M_{21} ονομάζεται **αμοιβαία επαγωγή** και εξαρτάται από την γεωμετρία των δύο πηνίων και τις μαγνητικές ιδιότητες του υλικού.

Οι σταθερές M_{21} και M_{12} είναι ίσες και επομένως:



$$E_2 = -M \frac{di_1}{dt}$$

$$E_1 = -M \frac{di_2}{dt}$$

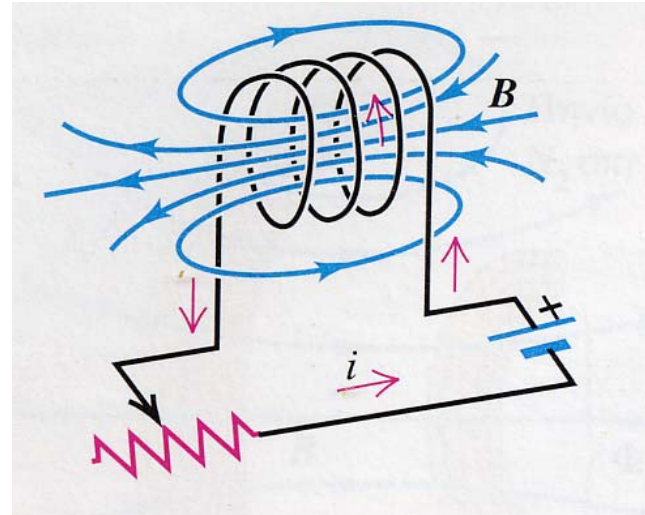
Η μονάδα αμοιβαίας επαγωγής είναι το Henry (1H).

2. Αυτεπαγωγή και Πηνία

Αν η ηλεκτρεγερτική δύναμη, που επάγεται σε κύκλωμα, οφείλεται σε μεταβολή της μαγνητικής ροής από μεταβαλλόμενο ρεύμα στο ίδιο έχουμε:

$$E = -N \frac{d\Phi_B}{dt} \Rightarrow E = -L \frac{di}{dt}$$

$$N\Phi_B = Li \Rightarrow L = \frac{N\Phi_B}{i}$$



Η σταθερά L ονομάζεται **αυτεπαγωγή** και εξαρτάται από το μέγεθος, την μορφή, τον αριθμό των σπειρών του κυκλώματος και τις μαγνητικές ιδιότητες του υλικού που υπάρχει στον χώρο. Ένα τμήμα κυκλώματος που έχει σχεδιαστεί να έχει ορισμένη αυτεπαγωγή ονομάζεται **πηνίο**.

3. Ενέργεια Μαγνητικού Πεδίου

• Ένα μεταβαλλόμενο ρεύμα σε πηνίο δημιουργεί ΗΕΔ μεταξύ των ακροδεκτών του. Η πηγή που παρέχει το ρεύμα, όσο το ρεύμα μεταβάλλεται, πρέπει να έχει στα άκρα της ίση και αντίθετη τάση V_{ab} , και παρέχει ενέργεια στο πηνίο.

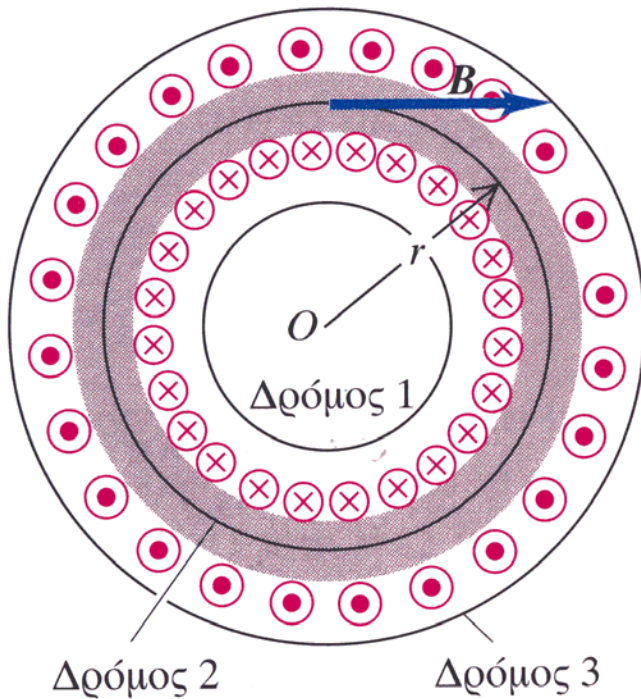
$$V_{ab} = L \frac{di}{dt} \Rightarrow P = V_{ab} i = Li \frac{di}{dt}$$

$$dU = P dt = L i di \Rightarrow U = L \int_0^I i di \Rightarrow$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

Η ενέργεια αυτή αποθηκεύεται στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου και παρέχεται στο κύκλωμα όταν το ρεύμα ελαττώνεται από $I \rightarrow 0$.

- Το ιδανικό δακτυλιοειδές πηνίο περιορίζει το μαγνητικό του πεδίο εντός του πυρήνα του. Υποθέτοντας ότι το εμβαδό της διατομής A είναι μικρό ώστε το μαγνητικό πεδίο να είναι ομογενές σε όλη την έκτασή της έχουμε:



$$B = \mu_0 n I = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r} \Rightarrow$$

$$\Phi_B = B A = \frac{\mu_0 N I A}{2\pi r} \Rightarrow$$

$$L = \frac{N \Phi_B}{I} = \frac{\mu_0 N^2 A}{2\pi r}$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \frac{\mu_0 N^2 A}{2\pi r} I^2$$

$$u = \frac{U}{V} = \frac{U}{2\pi r A} = \frac{1}{2} \mu_0 \frac{N^2 I^2}{(2\pi r)^2} \Rightarrow u = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

Όταν μέσα στο πηνίο υπάρχει υλικό με σταθερή διαπερατότητα η ενέργεια ανά μονάδα όγκου του μαγνητικού πεδίου είναι:

$$u = \frac{B^2}{2\mu}$$

Η παραπάνω εξίσωση δίνει την **πυκνότητα ενέργειας** για οποιοδήποτε μαγνητικό πεδίο σε υλικό σταθερής διαπερατότητας.