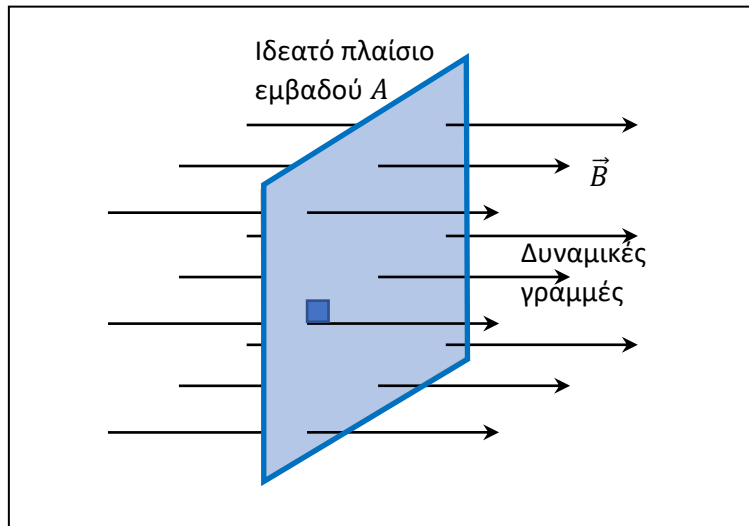


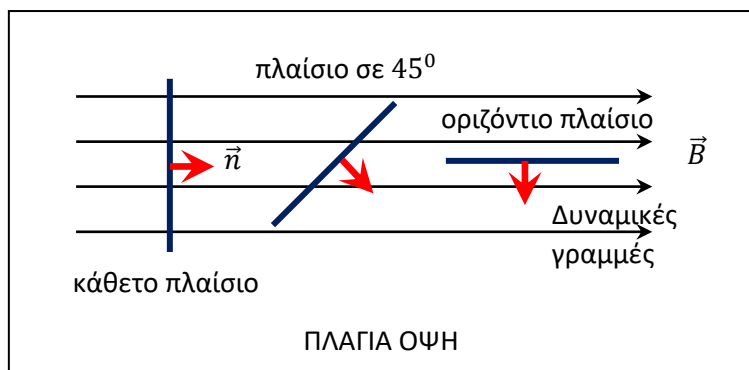
10. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ

Μαγνητική Ροή



$$\Phi = BA$$

Μονάδες *Tesla* επί m^2 γνωστά και ως *Weber*



$$\Phi = BA \cos \theta$$

όπου θ είναι η γωνία μεταξύ του \vec{n} και του πεδίου \vec{B}

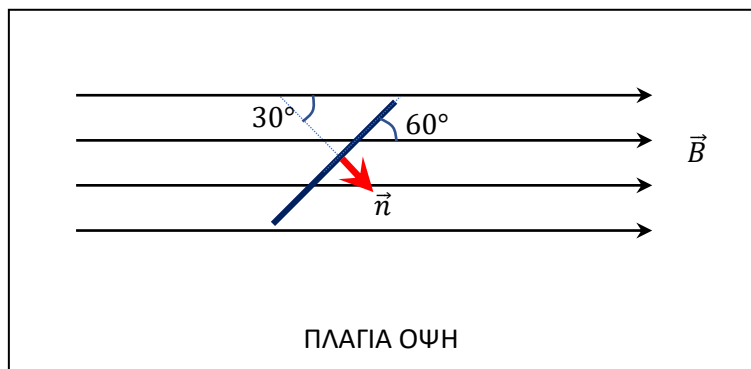
Εάν υπάρχουν N πλαίσια συνδεδεμένα σε σειρά, τότε

$$\Phi = NBA \cos \theta$$

Παράδειγμα 10.1.

Ορθογώνιο πλαίσιο πλάτους 10 cm και ύψους 20 cm σχηματίζει γωνία 60° με το μαγνητικό πεδίο μέτρου 0.3 T. Υπολογίστε την μαγνητική ροή διαμέσου του πλαισίου.

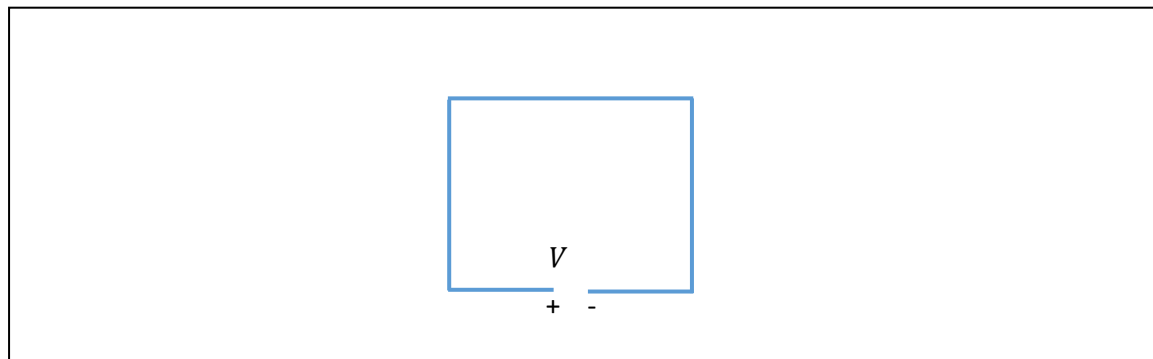
$$\Phi = BA \cos \theta$$



$$\Phi = 0.3 \times 0.1 \times 0.2 \times \cos 30^\circ = 0.00519 \text{ T} \cdot \text{m}^2$$

Ο νόμος του Faraday (νόμος Ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής).

Η μεταβαλλόμενη με τον χρόνο μαγνητική ροή => ηλεκτρική τάση

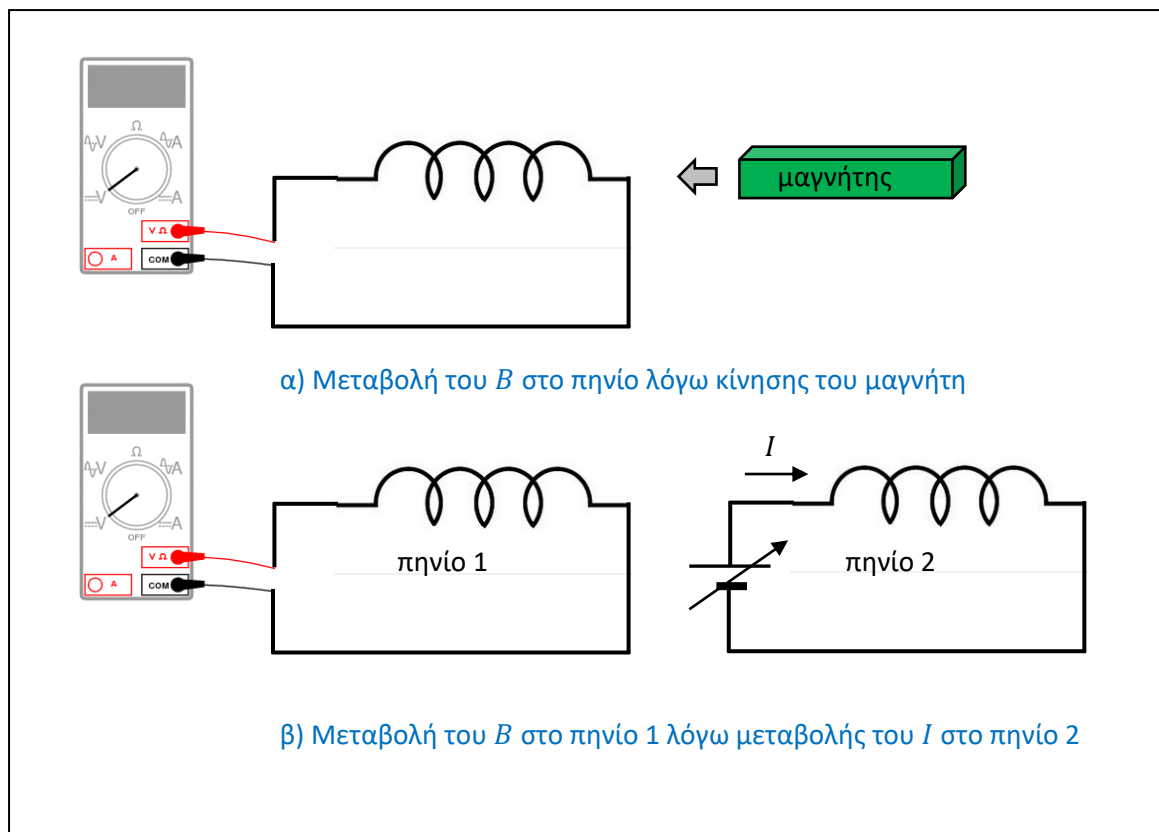


Εάν π.χ. στο παραπάνω πλαίσιο πετύχουμε μεταβαλλόμενη Φ με τον χρόνο, τότε θα αναπτυχθεί μια τάση (γνωστή και ως ΗΕΔ, Ηλεκτρεγερτική Δύναμη) V

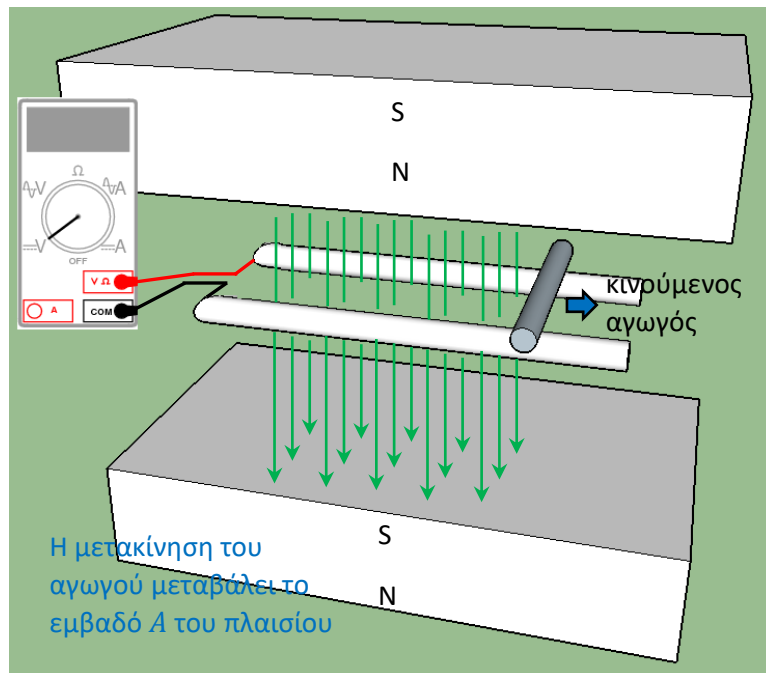
$$\Phi = NBA \cos \theta$$

Για να έχω $\Phi(t)$, μπορώ να έχω $B(t)$ ή $A(t)$ ή $\theta(t)$

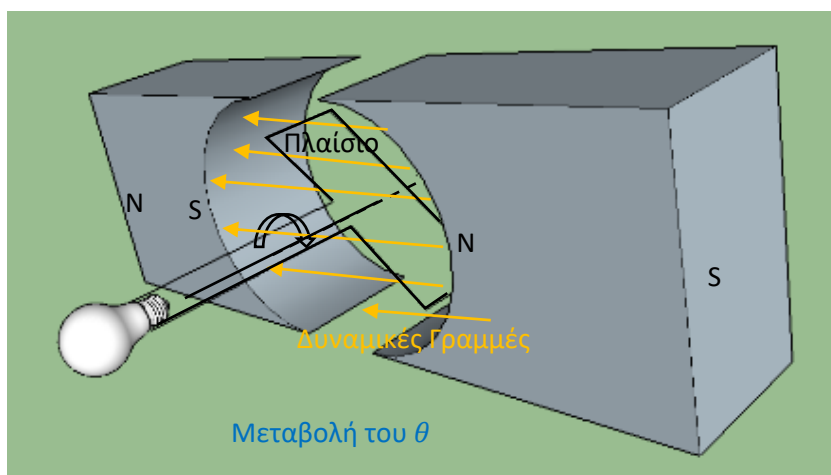
$B(t)$ μεταβαλλόμενο



$A(t)$ μεταβαλλόμενο



$\theta(t)$ μεταβαλλόμενο



$$\Phi = NBA \cos \theta$$

$$|V| = \frac{d\Phi(t)}{dt}$$

Για σταθερό Φ με τον χρόνο, η παράγωγος σταθεράς δίνει 0 και άρα έχουμε μηδενική τάση. Για αυτό πρέπει η Φ να μεταβάλλεται με τον χρόνο για να έχουμε κάποια τάση ΗΕΔ.

Παράδειγμα 10.3.

Ένα συρμάτινο πλαίσιο εμβαδού $2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ τοποθετείται σε περιοχή που περιέχει μαγνητικό πεδίο $B = 0.65 \text{ T}$. Μέσα σε χρονικό διάστημα 0.003 s , το B αυξάνει γραμμικά σε 1.4 T . Εάν το πλαίσιο περιέχει 20 σπείρες, πόση είναι η επαγόμενη ΗΕΔ;

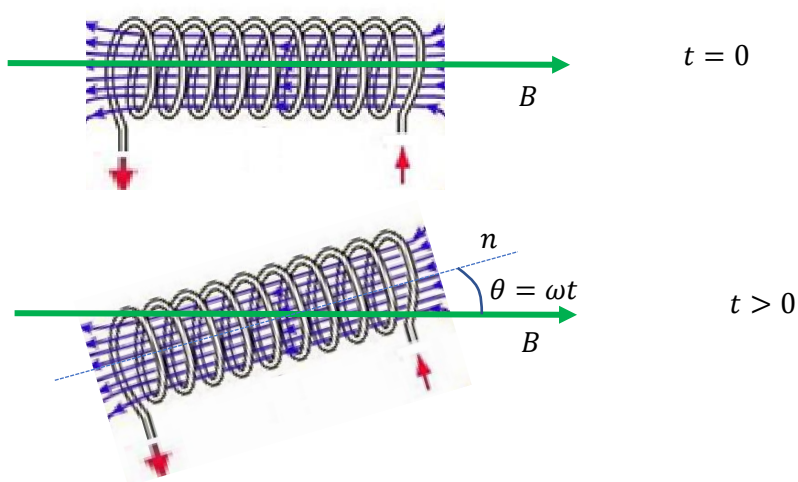
Λύση:

$$|V| = \frac{d\Phi(t)}{dt} = \frac{\Delta\Phi(t)}{\Delta t} = \frac{NA\Delta B(t)}{\Delta t} = NA \frac{B_1 - B_0}{\Delta t} = 20 \times 2 \times 10^{-3} \frac{0.75}{0.003} = 10 \text{ V}$$

Παράδειγμα 10.4.

Ένα πηνίο 100 σπειρών με εμβαδό 0.055 m^2 η καθεμία, τοποθετείται αρχικά με τον άξονά του παράλληλα σε μαγνητικό πεδίο $B = 4 \text{ mT}$. Το πηνίο περιστρέφεται έτσι ώστε η γωνία του άξονά του ως προς το B να μεταβάλλεται γραμμικά με το χρόνο και σε χρόνο 0.3 s έχει σαρώσει 90° . Ποια είναι η επαγόμενη ΗΕΔ σε αυτή τη θέση του πηνίου (θεωρώντας ότι η κίνηση συνεχίζεται και μετά από αυτή τη θέση);

Λύση



$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\frac{\pi}{2}}{0.3} = \frac{\pi}{0.6} \text{ rad/s}$$

$$\Phi = NBA \cos\theta$$

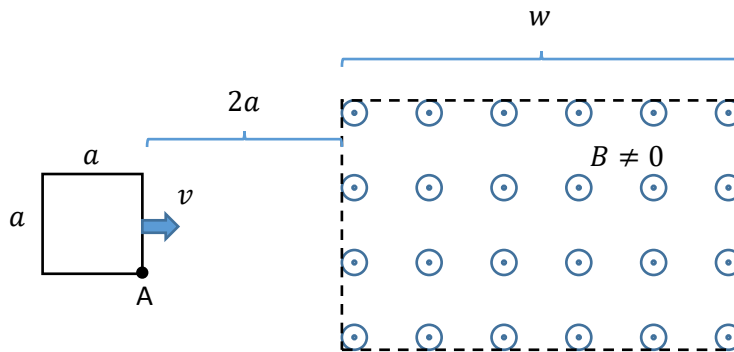
$$|V| = \left| \frac{d\Phi(t)}{dt} \right| = NBA \left| \frac{d\cos(\omega t)}{dt} \right| = \omega NBA \sin\omega t$$

Κατά την χρονική στιγμή $t = 0.3 \text{ s}$

$$|V| = \frac{\pi}{0.6} 100 \cdot \frac{4}{1000} 0.055 \cdot \sin 90^\circ = 0.11 \text{ V}$$

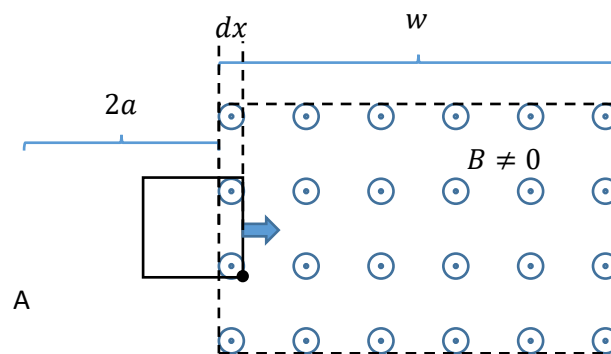
Παράδειγμα:

Στο παρακάτω σχήμα ένα τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο διαστάσεων $a \times a$ εισέρχεται με ταχύτητα v μέσα σε χώρο όπου υπάρχει ομοιογενές μαγνητικό πεδίο μέτρου B και με φορά έξω από την σελίδα. Το μαγνητικό πεδίο εκτείνεται σε μια περιοχή εύρους w κατά μήκος του άξονα x (εκτός της διακεκομμένης γραμμής είναι 0). Εάν στο $t = 0$ η ακμή A του πλαισίου απέχει απόσταση $2a$ από το σύνορο της περιοχής, να γίνει η γραφική παράσταση α) της μαγνητικής ροής που διαπερνάει το πλαίσιο και β) της επαγόμενης τάσης στο πλαίσιο, συναρτήσει του χρόνου.



Λύση: Εάν έχει εισέλθει τμήμα του πλαισίου μήκους dx στην περιοχή όπου $B \neq 0$, τότε

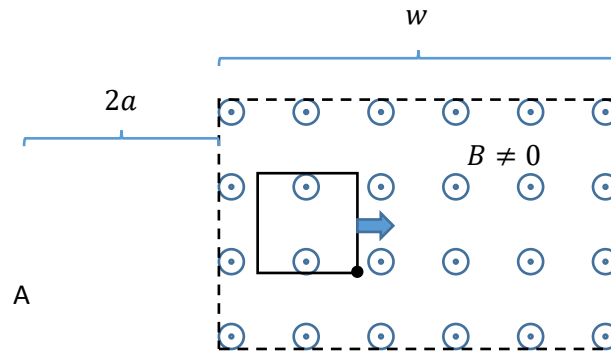
$$\Phi = BdA = Badx$$



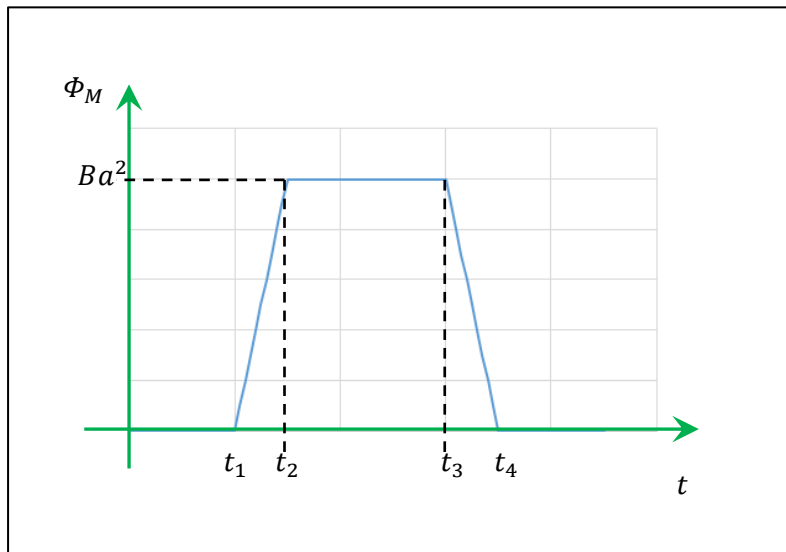
$$|V| = \left| \frac{d\Phi(t)}{dt} \right| = Ba \frac{dx}{dt} = Bav$$

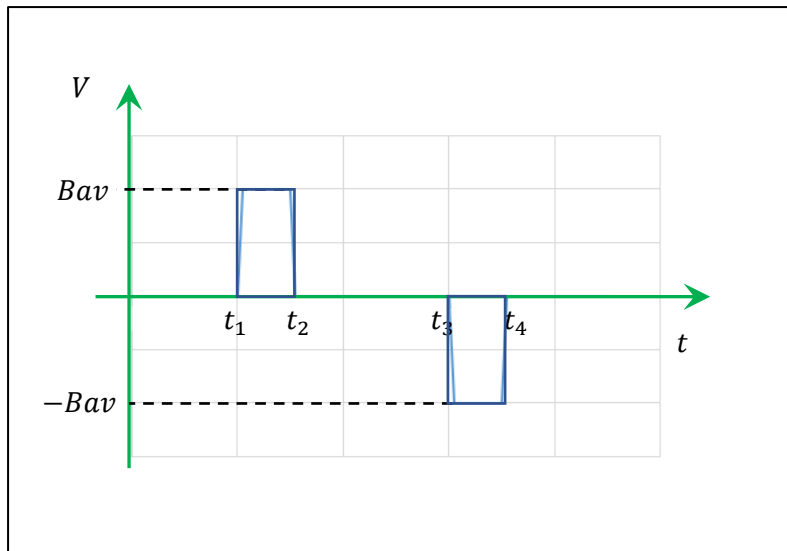
Εάν έχει εισέλθει πλήρως το πλαίσιο στην περιοχή όπου $B \neq 0$, τότε

$$\Phi = BA = Ba^2$$



$$|V| = \left| \frac{d\Phi(t)}{dt} \right| = 0$$





ΜΕΧΡΙ ΕΔΩ ΠΡΟΟΔΟΣ 4 η οποία ξεκινάει είτε αργότερα σήμερα, είτε αύριο το πρωί

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

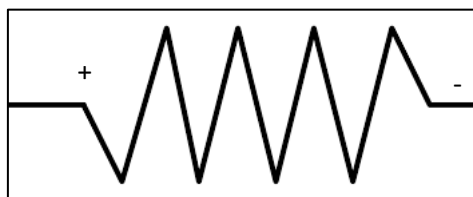
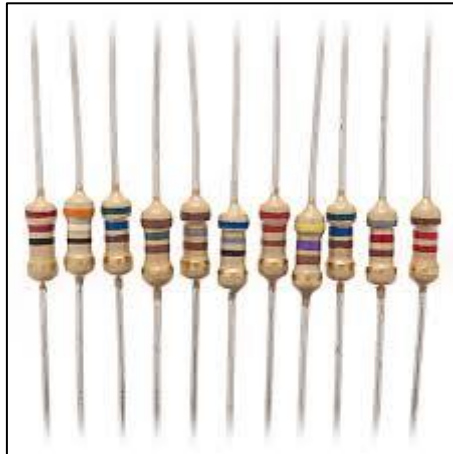
Ηλεκτρική αντίσταση.

Πυκνωτή

Πηνίο

Πηγή Α. Συνεχής Β. Εναλλασσόμενη

Ηλεκτρική αντίσταση.

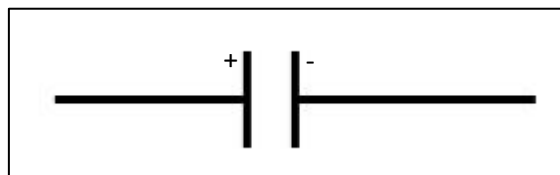


V_R : διαφορά δυναμικού στα άκρα της αντίστασης, I : ρεύμα που τη διαρρέει (από + στο -)

$$V_R = IR$$

Πυκνωτής.

Χωρητικότητα C σε Farad = Coulomb/Volt



V_C : διαφορά δυναμικού στα άκρα του πυκνωτή, q : φορτίο (στον + οπλισμό)

$$V_C = \frac{q}{C}$$

Θέλω να αλλάξω το q σε I

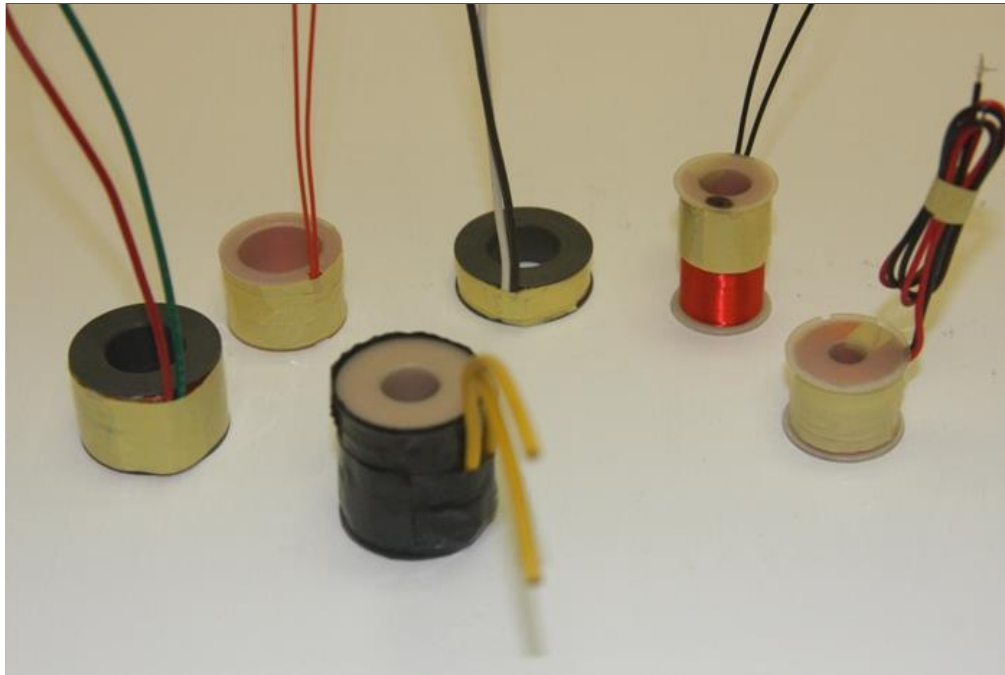
$$I = \frac{dq}{dt}$$

Παραγωγίζω την παραπάνω σχέση

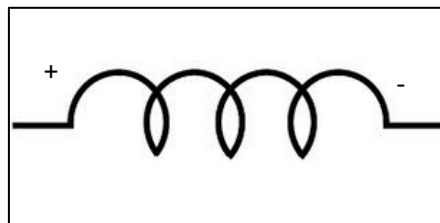
$$\frac{dV_C}{dt} = \pm \frac{1}{C} I$$

\pm αντιστοιχεί σε φόρτιση (ρεύμα πηγαίνει προς τον + οπλισμό του πυκνωτή) και σε εκφόρτιση (ρεύμα απομακρύνεται από + οπλισμό του πυκνωτή)

Πηνίο



<http://www.indcoils.com>



L : αυτεπαγωγή (έχει να κάνει με τη γεωμετρία του πηνίου) σε μονάδες Henry
 V_L : διαφορά δυναμικού στα άκρα του πηνίου, I : ρεύμα που τη διαρρέει (από + στο -)

$$V_L = L \frac{dI}{dt}$$