

ΣΧΟΛΗ. Ν. ΔΟΚΙΜΩΝ

ΜΑΘΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ και ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

**ΜΕΡΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ, ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ - ΚΙΝΗΤΗΡΑ**

Δρ. Α. Μαγουλάς

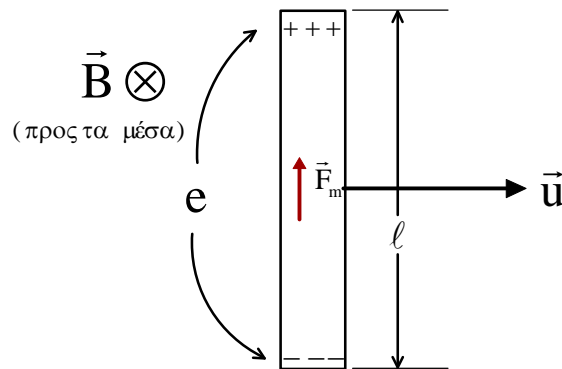
Μάρτιος 2015

Σγόλια – παρατηρήσεις σχετικά με λειτουργία ηλεκτρικής γεννήτριας και ηλεκτρικού κινητήρα

Είναι καλά γνωστές, και από το Λύκειο ακόμα, οι δύο βασικές σχέσεις:

α) Αγωγή ράβδος, μήκους ℓ , κινούμενη με σταθερή ταχύτητα \vec{u} , κάθετα σε πεδίο με μαγνητική επαγωγή \vec{B} , αναπτύσσει στα άκρα της ΗΕΔ e , όπου:

$$e = B \ell u$$



Ερώτηση:

- Γιατί το (+) της e είναι στο άνω άκρο;

Απ: Από τη σχέση $\vec{F}_m = q(\vec{u} \times \vec{B})$ προκύπτει η φορά της μαγνητικής δύναμης \vec{F}_m , για **θετικά** ελεύθερα φορτία της ράβδου.

$$\vec{F}_m = q(\vec{u} \times \vec{B}) \quad \text{δηλ.}$$

\hat{z}
αποτέλεσμα

\hat{x}
1^ο διάνυσμα

\hat{y}
2^ο διάνυσμα

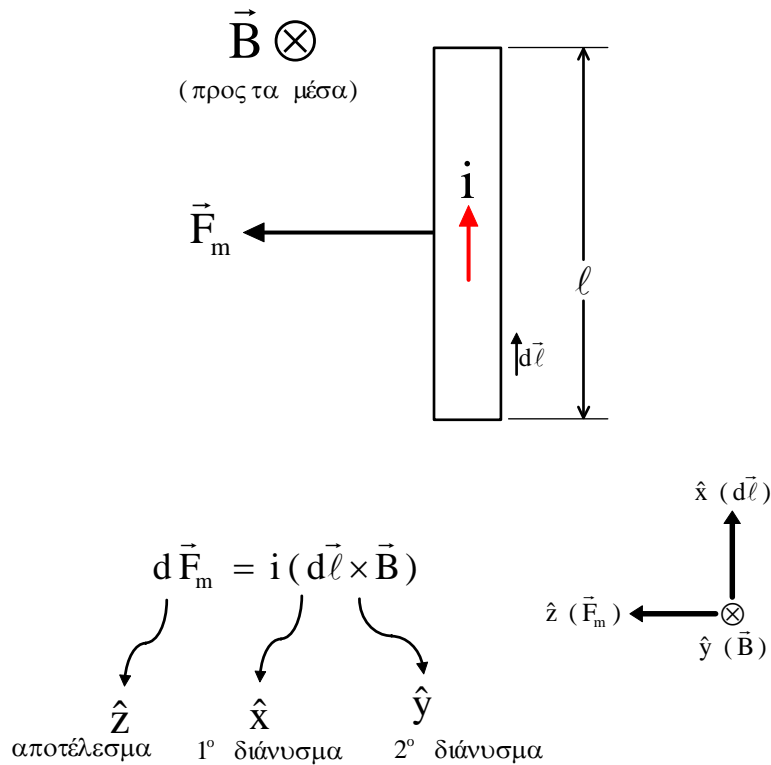
Επομένως συσσωρεύονται θετικά φορτία προς το άνω άκρο της ράβδου.

β) Αγωγή ράβδος, μήκους ℓ , κινούμενη ή ακίνητη, διαρρεόμενη από σταθερό (συνεχές) ρεύμα i και τοποθετημένη κάθετα σε πεδίο με μαγνητική επαγωγή \vec{B} , δέχεται μαγνητική δύναμη \vec{F}_m με μέτρο:

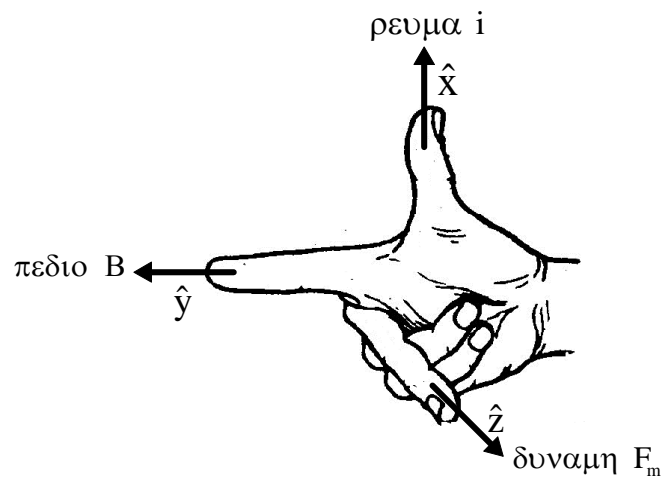
$$F_m = B \ell i$$

- Η φορά της F_m πως καθορίζεται;

Από τη σχέση για την στοιχειώδη δύναμη, $d\vec{F}_m = i (d\vec{\ell} \times \vec{B})$, όπου το $d\vec{\ell}$ έχει την φορά του ρεύματος i . Άρα:



Χρήσιμος είναι εδώ και ο κανόνας του «δεξιού χεριού»



Συνοψίζουμε:

Οι σχέσεις

$$e = B \ell u \quad \text{και} \quad F_m = B \ell i$$

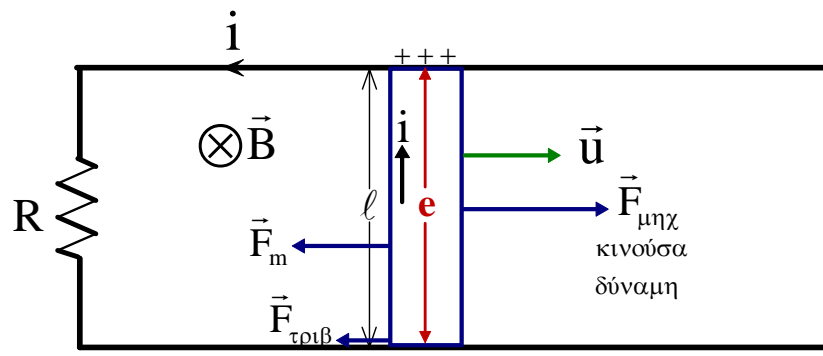
συνυπάρχουν κατά την λειτουργία

α) Γεννήτριας υπό φορτίο

β) Κινητήρα που δίνει μηχανικό έργο

Τα παρακάτω σχήματα είναι διαφωτιστικά

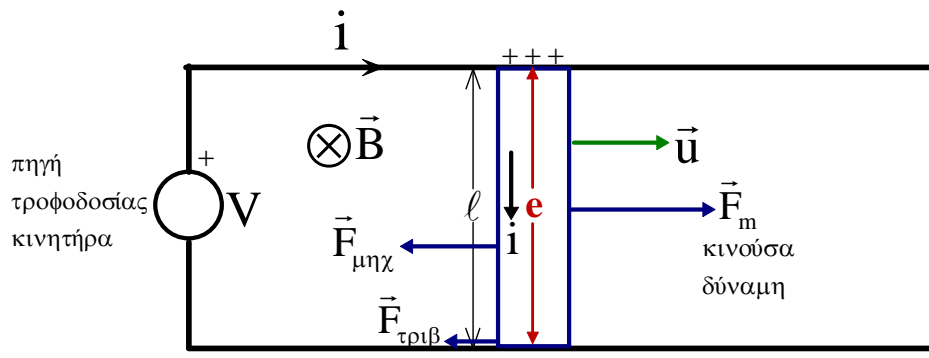
α) Γεννήτρια υπό φορτίο



Προφανώς ισχύουν:

$$e = B \ell u \quad \text{και} \quad F_m = B \ell i$$

β) Κινητήρας που δίνει μηχανικό έργο



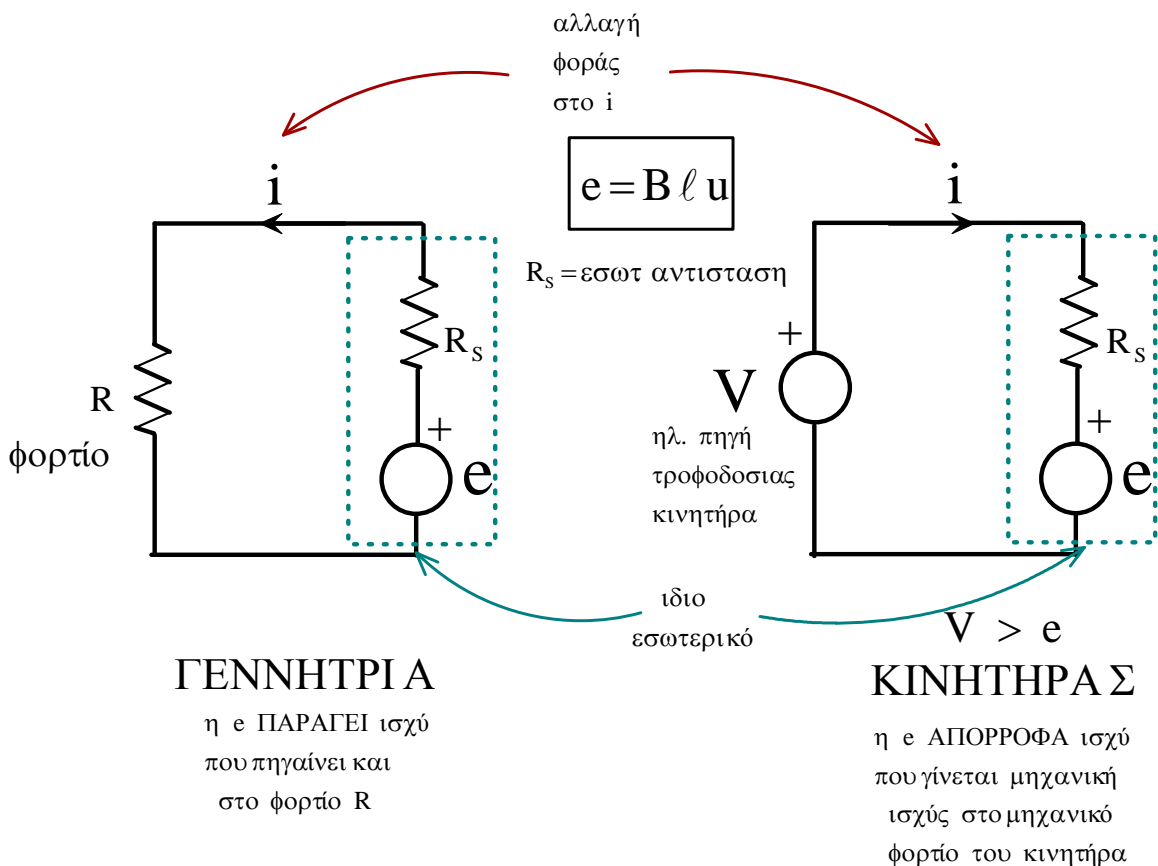
και πάλι ισχύουν:

$$e = B \ell u \quad \text{και} \quad F_m = B \ell i$$

Προσέξτε τις διαφορές !

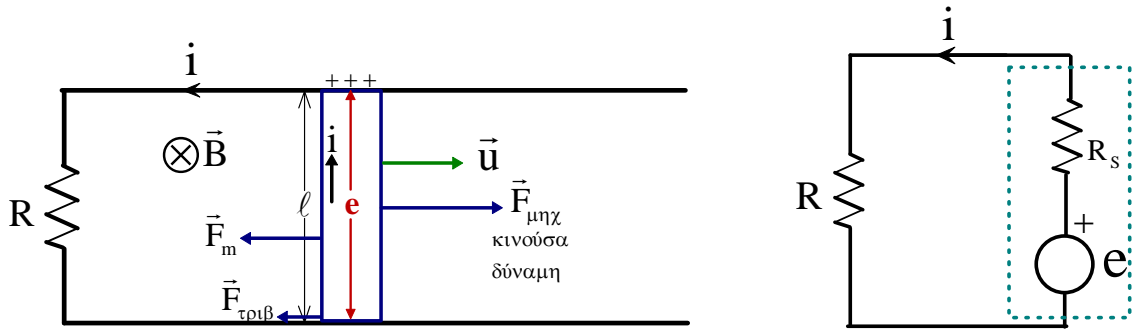
- Μεταξύ γεννήτριας (υπό φορτίο) και κινητήρα υπάρχει αλλαγή (αντιστροφή) στη φορά του ρεύματος i
- Αυτό σημαίνει αντιστροφή στη φορά της δύναμης \vec{F}_m (μαγνητική δύναμη Lorentz)
- Στη γεννήτρια η κινούσα δύναμη είναι η $\vec{F}_{\mu\eta\chi}$ (παράγει έργο) ενώ η \vec{F}_m αντιτίθεται στην κίνηση (καταναλώνει έργο)
- Στον κινητήρα ισχύουν τα αντίθετα ακριβώς: κινούσα δύναμη είναι η \vec{F}_m (παράγει έργο) ενώ η $\vec{F}_{\mu\eta\chi}$ καταναλώνει έργο.
- Η αναπτυσσόμενη ΗΕΔ: $e = B \ell u$ παραμένει η ίδια και στις δύο περιπτώσεις και εφ' όσον 1) Δεν αλλάζει η φορά του B και 2) Δεν αλλάζει η φορά του u , η ΗΕΔ αυτή δεν αλλάζει πολικότητα
- Στη γεννήτρια η ΗΕΔ e είναι η πηγή που τροφοδοτεί το φορτίο R με ηλεκτρική ενέργεια
- Στον κινητήρα η ΗΕΔ e είναι μια πηγή που αντιτίθεται στην εξωτερική πηγή τροφοδοσίας V (γι' αυτό και λέγεται αντί - ΗΕΔ). Προφανώς η πηγή V υπερνικά την e (δείτε τη φορά του ρεύματος i) ώστε να έχουμε λειτουργία κινητήρα.

Προσέξτε τα παρακάτω σχήματα



Παρακάτω θα υπολογίσουμε τα ισοζύγια ισχύος

α) Γεννήτρια υπό φορτίο



Ισχύει:

$$\vec{F}_{μηχ} = -\vec{F}_m - \vec{F}_{τριβης}$$

μηχανική κινούσα δύναμη
μαγνητική δύναμη αντίθετη στην κινούσα
δύναμη τριβής

Δίνεται (από τον εξωτ. κόσμο) μηχανική ισχύς: $P_{μηχ} = F_{μηχ} u$

Απορροφάται μηχανική ισχύς:

$$\begin{aligned}
 P_{απορρ.} &= F_m u + F_{τριβης} u = \\
 &= (B \ell i) u + F_{τριβης} u = \\
 &= (B \ell u) i + F_{τριβης} u = \\
 &= e \cdot i + F_{τριβης} u
 \end{aligned}$$

Προφανώς
Άρα

$$P_{μηχ} = P_{απορρ.}$$

$$F_{μηχ} \cdot u = e \cdot i + F_{τριβης} \cdot u$$

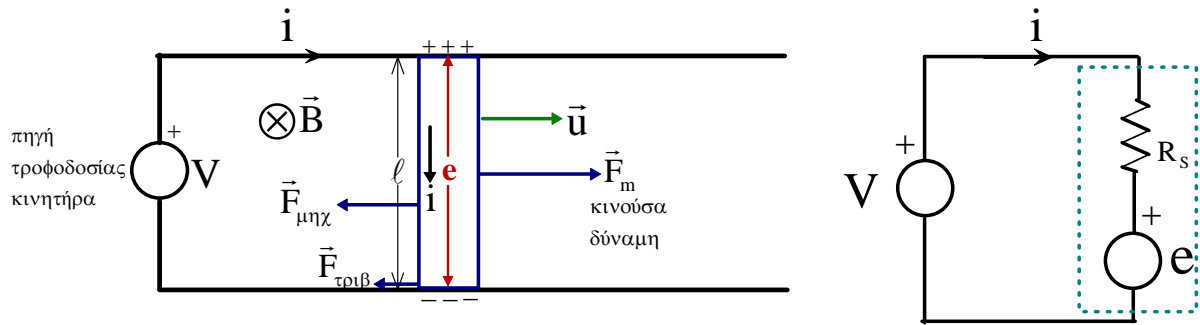
προσφερομ ε ν η μηχανικη ισχύς
ηλεκτρικη ισχύς που δινει η γεννητρια
ισχύς που χανεται λογω τριβων

και προφανώς ισχύει:

$$e \cdot i = i^2 R_s + i^2 R$$

όπου $i^2 R_s$: ωμικές απώλειες στην εσωτερική αντίσταση της γεννήτριας

$i^2 R$: ωφέλιμη ηλεκτρική ισχύς στο φορτίο R

β) Κινητήρας που δίνει μηχανικό έργο

Ισχύει:

$$\vec{F}_m = -\vec{F}_{μηχ} - \vec{F}_{τριβης}$$

μαγνητική
κινούσα
δυναμη
μηχανική
δυναμη
αντίθετη
στην κινούσα
δυναμη
τριβης

Δίνεται (από τον εξωτ. κόσμο) ηλεκτρική ισχύς: $P_{ηλ} = V \cdot i$

Απορροφάται ηλεκτρική ισχύς:

$$\begin{aligned}
 P_{απορρ.} &= e \cdot i + i^2 R_S = \\
 &= (B \ell u) i + i^2 R_S = \\
 &= (B \ell i) u + i^2 R_S = \\
 &= F_m \cdot u + i^2 R_S
 \end{aligned}$$

Προφανώς

$$P_{ηλ} = P_{απορρ.}$$

Άρα

$$V \cdot i = F_m \cdot u + i^2 \cdot R_S$$

προσφερομ ε ν η
ηλεκτρική
ισχύς
μηχανική
ισχύς
που δίνει
ο κινητήρας
ωμικές
απωλείες
στην εσωτερική
αντίσταση

και προφανώς ισχύει:

$$F_m \cdot u = F_{μηχ} \cdot u + F_{τριβης} \cdot u$$

όπου: $F_{μηχ} \cdot u$: ωφέλιμη μηχανική ισχύς που δίνει ο κινητήρας

$F_{τριβης} \cdot u$: ισχύς που χάνεται λόγω τριβών