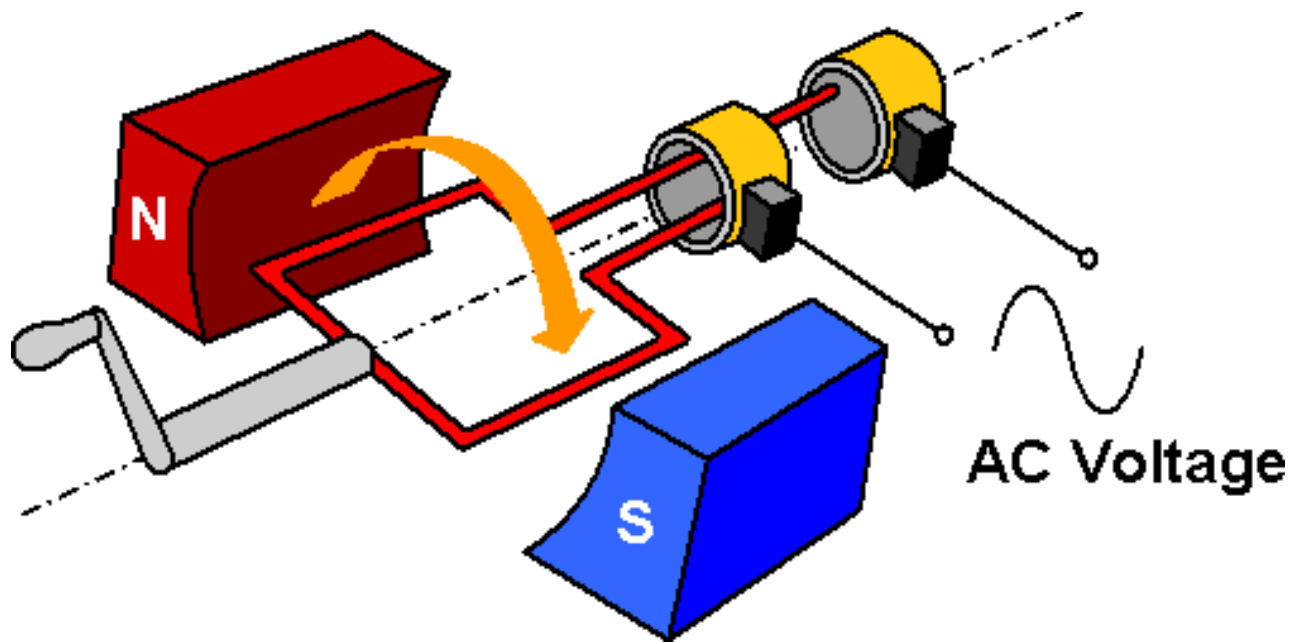


Γεννήτριες Σ. Ρ.

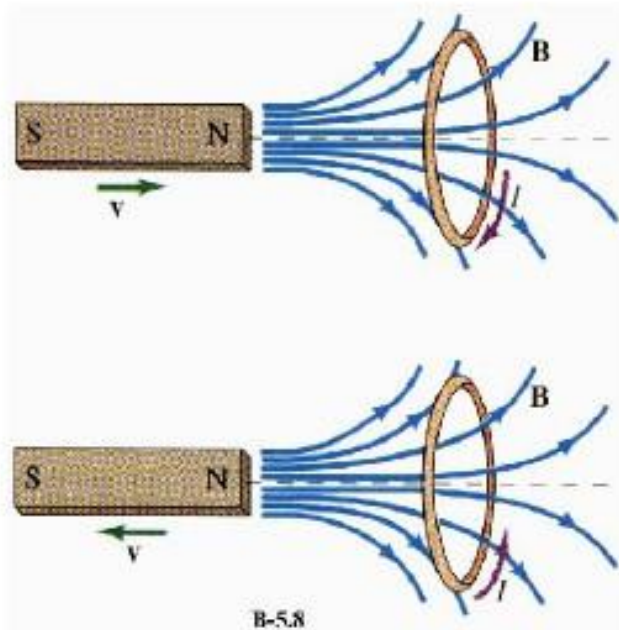


Μαγνητική Επαγωγή

Νόμος του Faraday - Η ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) που επάγεται σε ένα κύκλωμα, είναι ίση με το χρονικό ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής που διέρχεται από την επιφάνεια που ορίζει το κύκλωμα. Η πολικότητα της επαγόμενης τάσης καθορίζεται από τον **κανόνα του Lenz**, ο οποίος αποτελεί συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας.

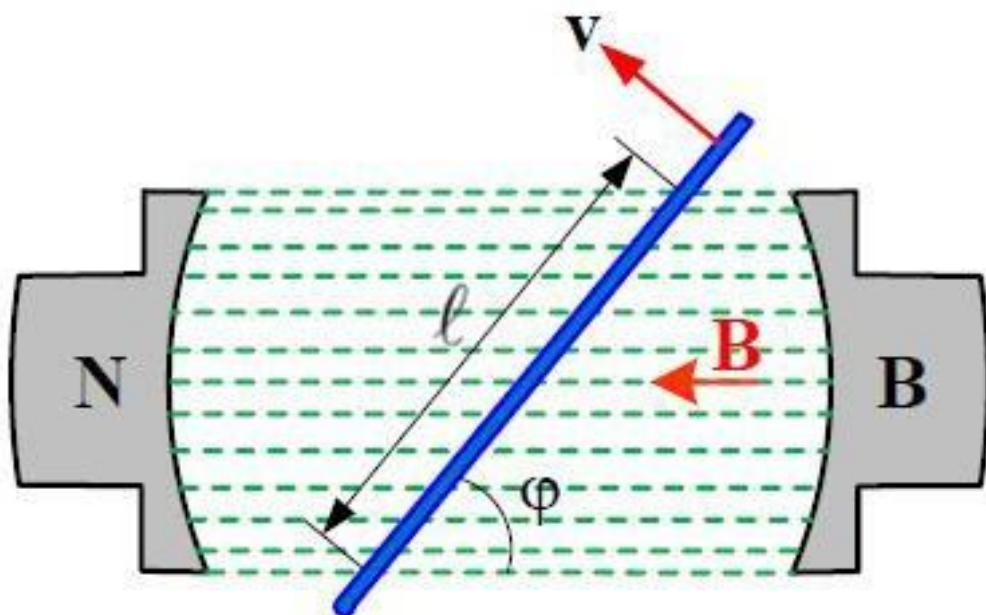
Κανόνας του Lenz - Η πολικότητα της επαγόμενης τάσης είναι τέτοια, ώστε **τα επαγόμενα ρεύματα που δημιουργούνται να αντιτίθενται στο αίτιο που τα προκάλεσε.**

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

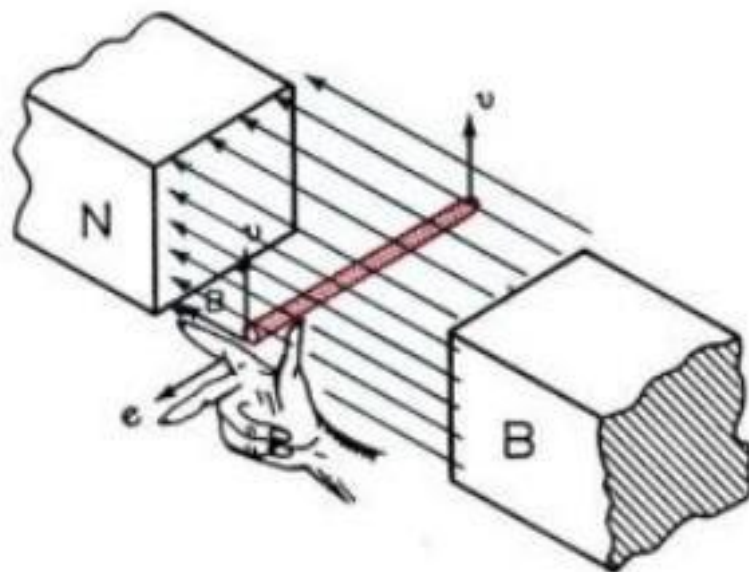


Σύμφωνα με τον **Νόμο του Faraday**, αν μέσα από μια σπείρα ενός πηνίου διέρχεται μαγνητική ροή, τότε στα άκρα της επάγεται **τάση** που είναι ανάλογη προς τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής ως προς το χρόνο:

Λειτουργία γεννήτριας Σ.Ρ.



$$e = B v \ell \sin \varphi$$

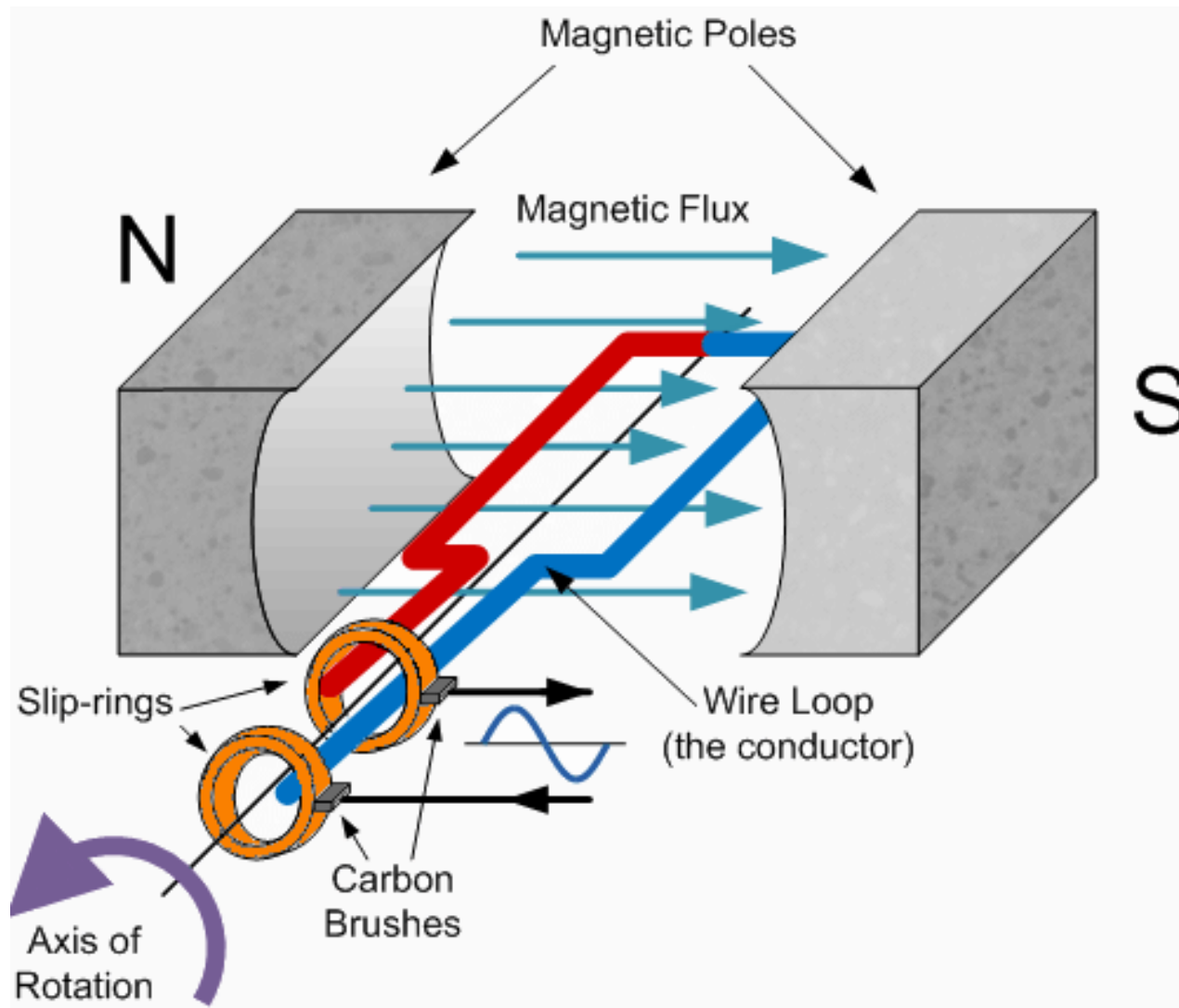


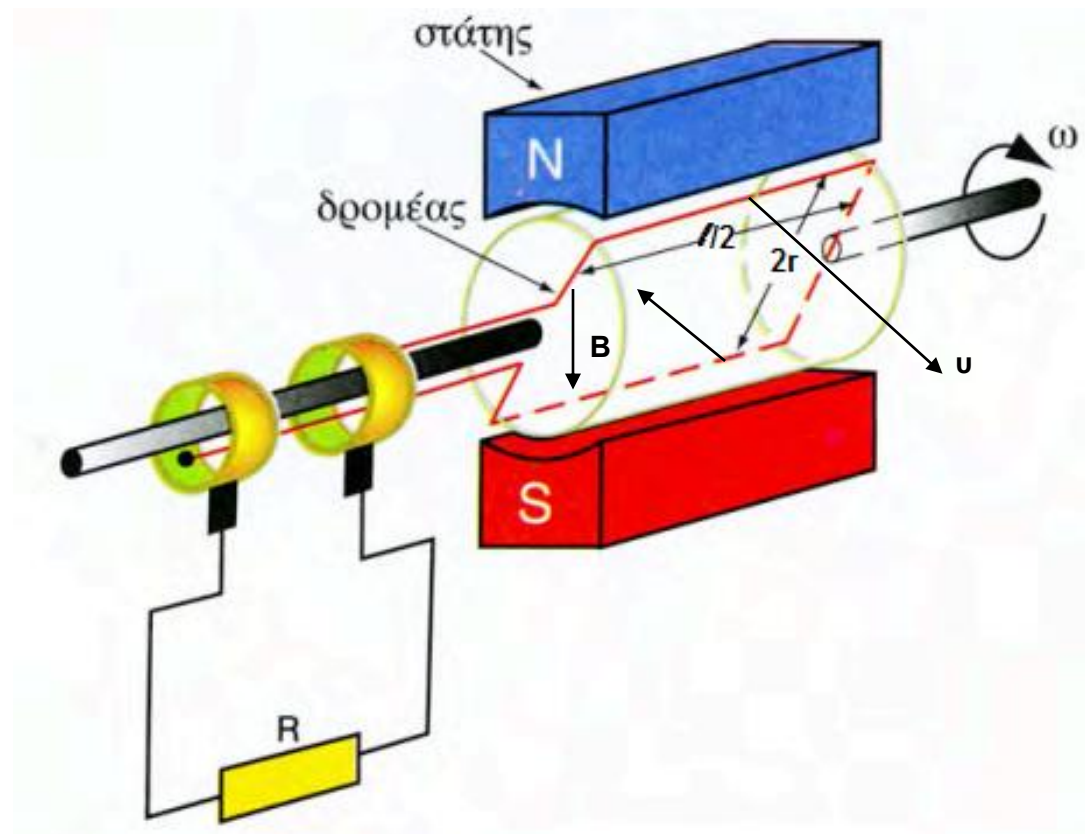
$$E_a = \frac{P_{sw}}{2a60} \Phi n = K_g \Phi n$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$K_g = \frac{P_{sw}}{2a60}$$

Παραγωγή Ε.Ρ.





$$\Phi = BS \sin(\alpha)$$

$$S = \frac{l}{2} * 2r = lr = l \left(\frac{v}{\omega} \right)$$

$$v = \omega r \Rightarrow r = v / \omega$$

Υπολογισμός αναπτυσσόμενης Ηλεκτρεγερτικής Δύναμης ανά σπείρα

Σύμφωνα με τον Νόμο του **Faraday** η επαγόμενη τάση ανά σπείρα και την σχέση της μαγνητικής ροής, ισχύει:

$$\left. \begin{aligned} E &= -\frac{\Delta}{\Delta t} \Phi = -\frac{\Delta}{\Delta t} BS \sin(\alpha) = -BS \frac{d}{dt} \sin(\alpha) = -BS * \omega * [-\eta \mu(\alpha)] \\ \Phi &= BS \sin(\alpha) \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$E = BS * \omega * \eta \mu(\alpha) \quad (1)$$

Όπου η γωνία μεταξύ των διανυσμάτων **B** και **u**, $\alpha = \omega t$

Το εμβαδόν του βρόγχου του πλαισίου είναι :

$$\left. \begin{aligned} S &= \frac{l}{2} * 2r = lr = l \left(\frac{v}{\omega} \right) \\ v &= \omega r \Rightarrow r = v / \omega \end{aligned} \right\} \Rightarrow S = l \left(\frac{v}{\omega} \right) \quad (2)$$

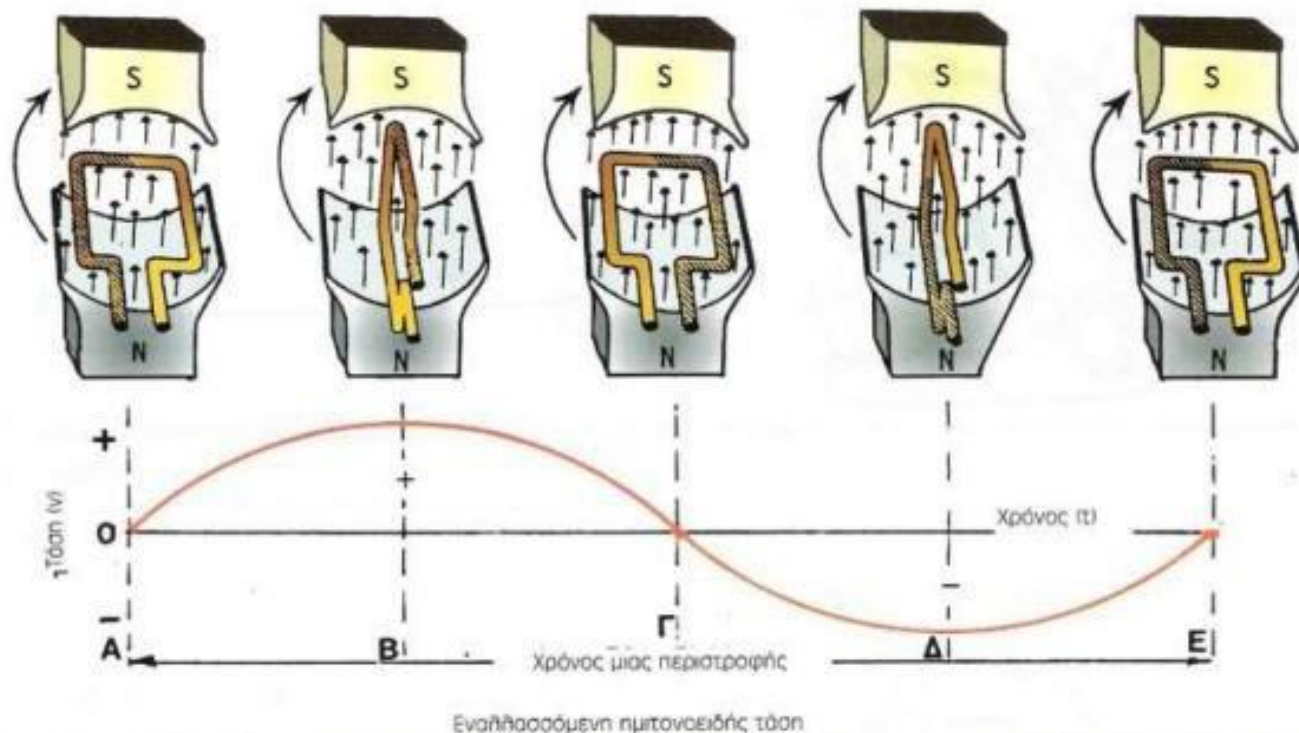
Υπολογισμός αναπτυσσόμενης Ηλεκτρεγερτικής Δύναμης ανά σπείρα

Άρα, (1) και (2):

$$\left. \begin{aligned} E &= BS * \omega * \eta\mu(\alpha) \\ S &= l \left(\frac{v}{\omega} \right) \end{aligned} \right\} \Rightarrow E = B * l \left(\frac{v}{\omega} \right) * \omega * \eta\mu(\alpha) = B * l * v * \eta\mu(\alpha) \Rightarrow$$

$$\boxed{E = B * l * v * \eta\mu(\alpha)}$$

Αρχή Λειτουργίας των Γεννητριών



Η διαφορά, δυναμικού που αναπτύσσεται είναι ανάλογη:

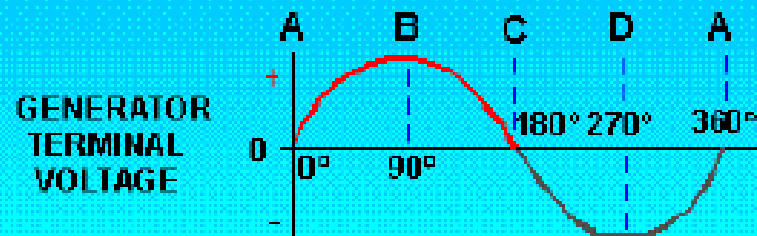
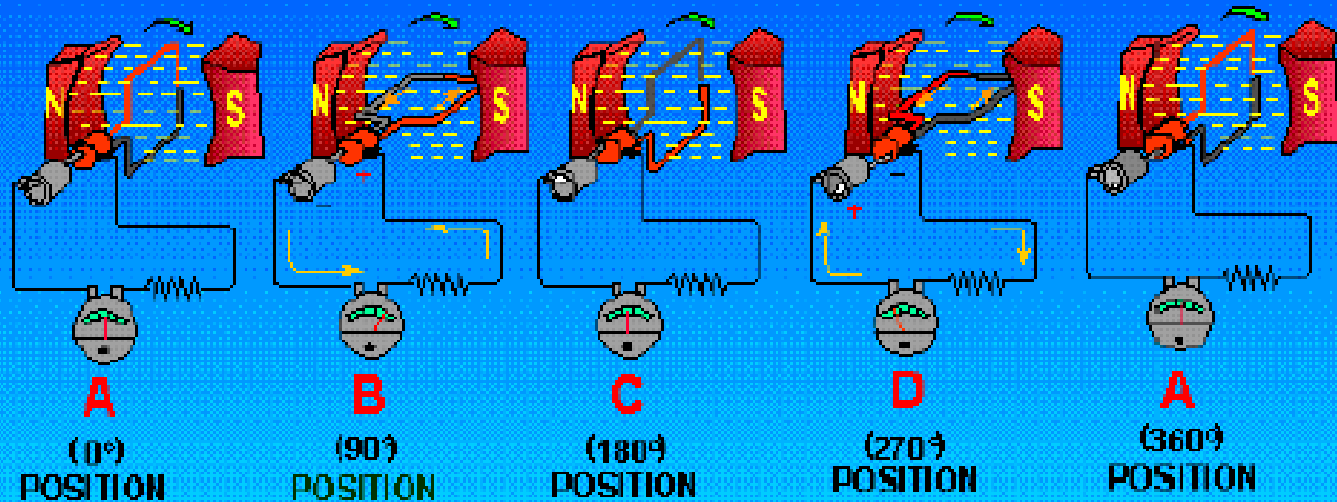
- Της ταχύτητας κίνησης του αγωγού (δηλαδή των στροφών της γεννήτριας).
- Της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

Παραγωγή τάσης

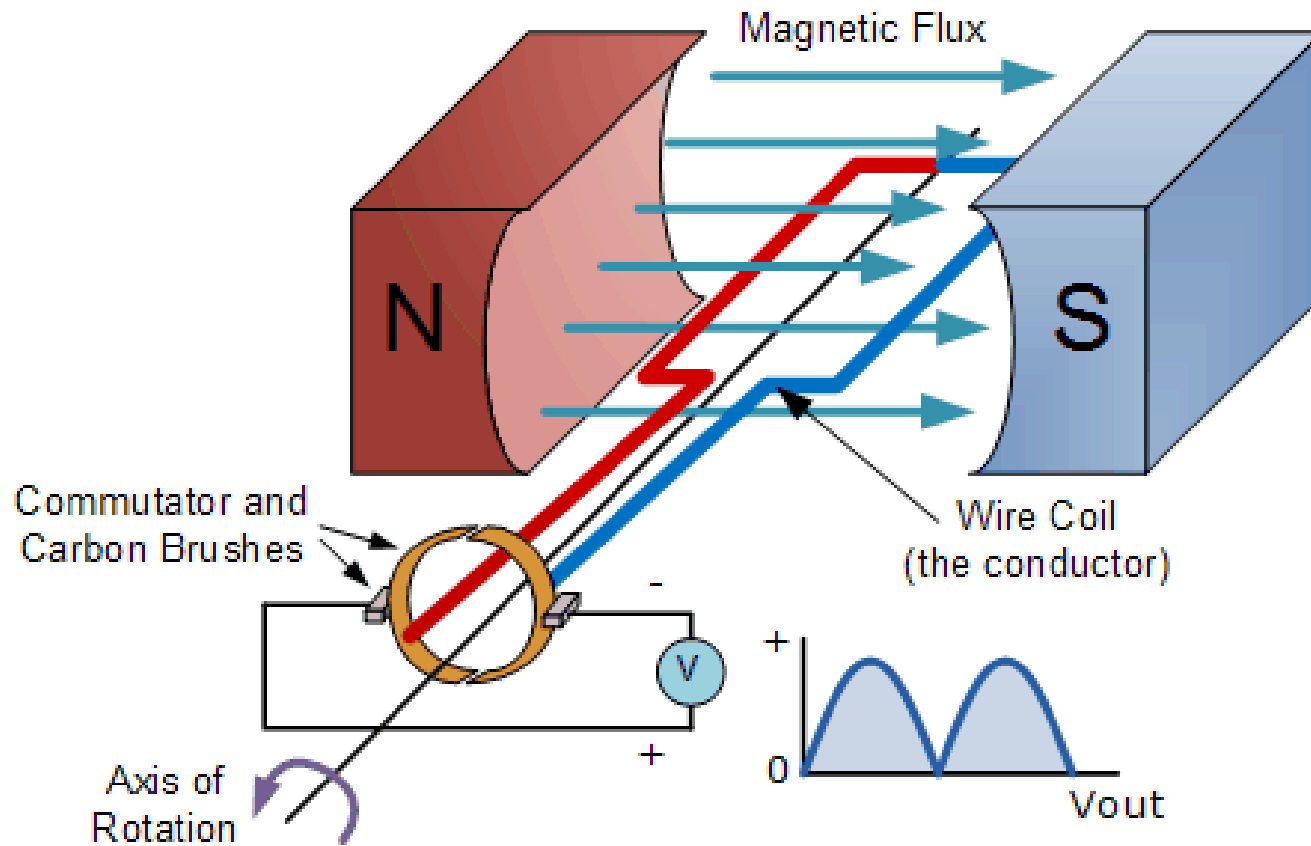
$$E_a = \frac{P_{sw}}{2a60} \Phi n = K_g \Phi n$$

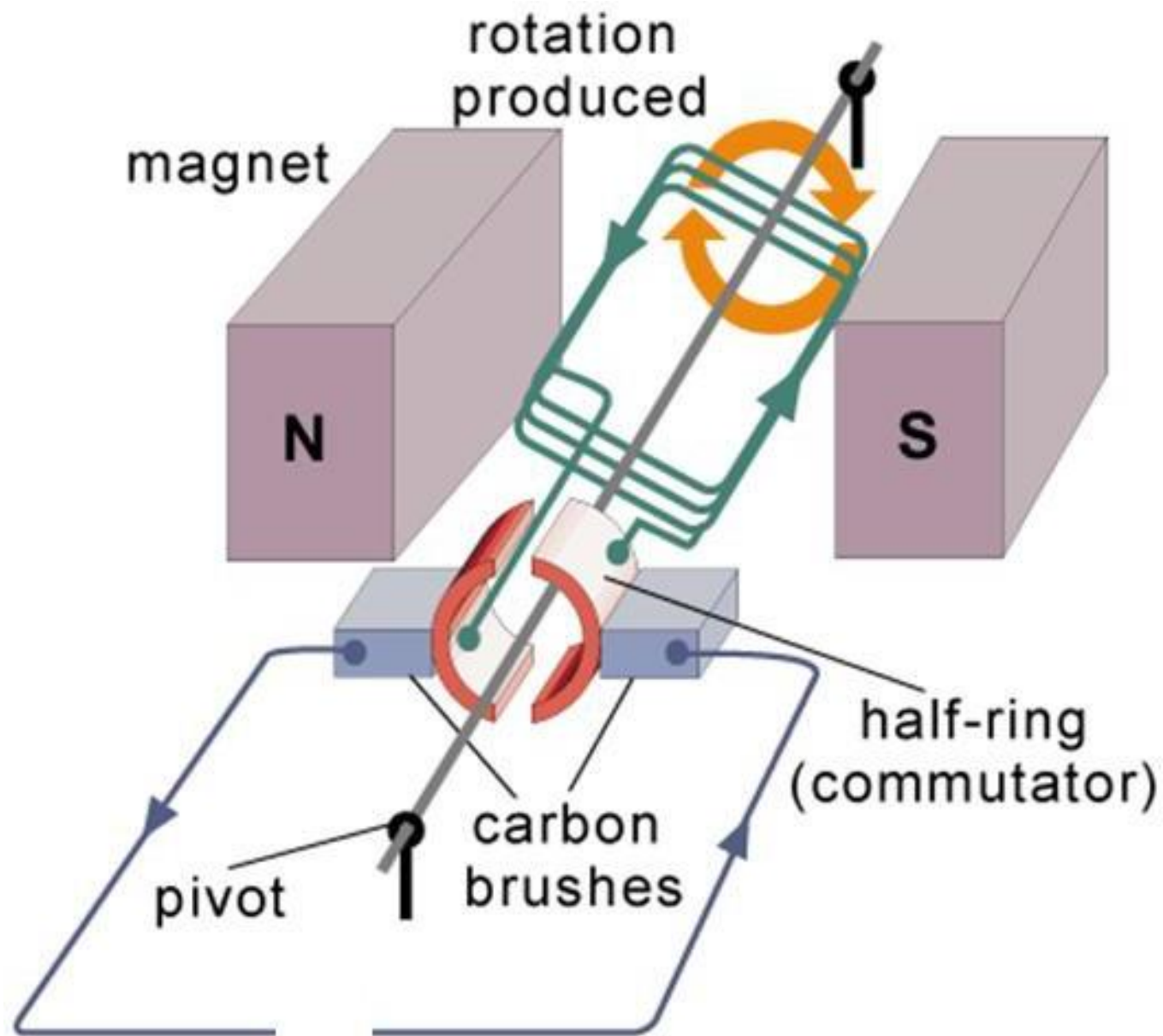
$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

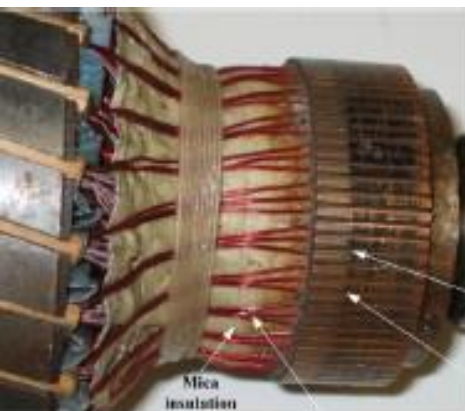
$$K_g = \frac{P_{sw}}{2a60}$$



Παραγωγή ΕΡ.



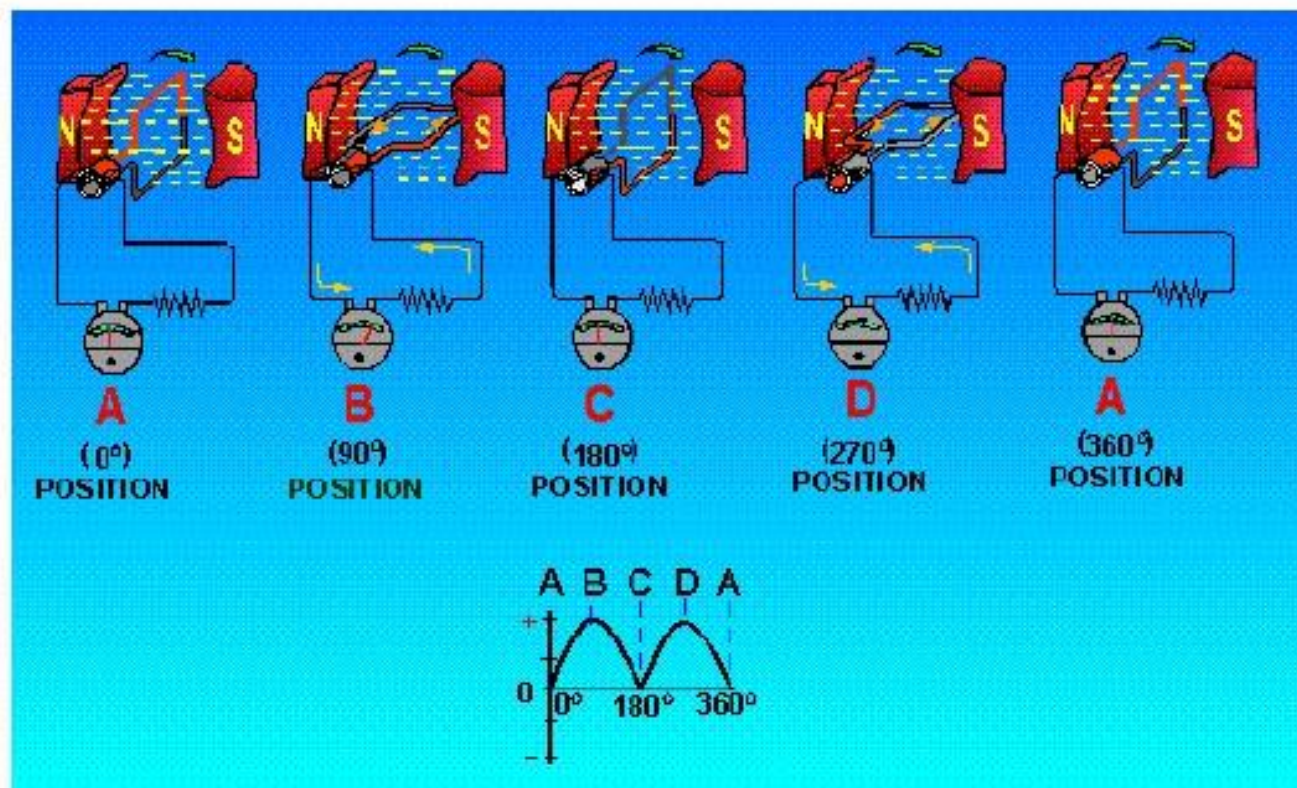


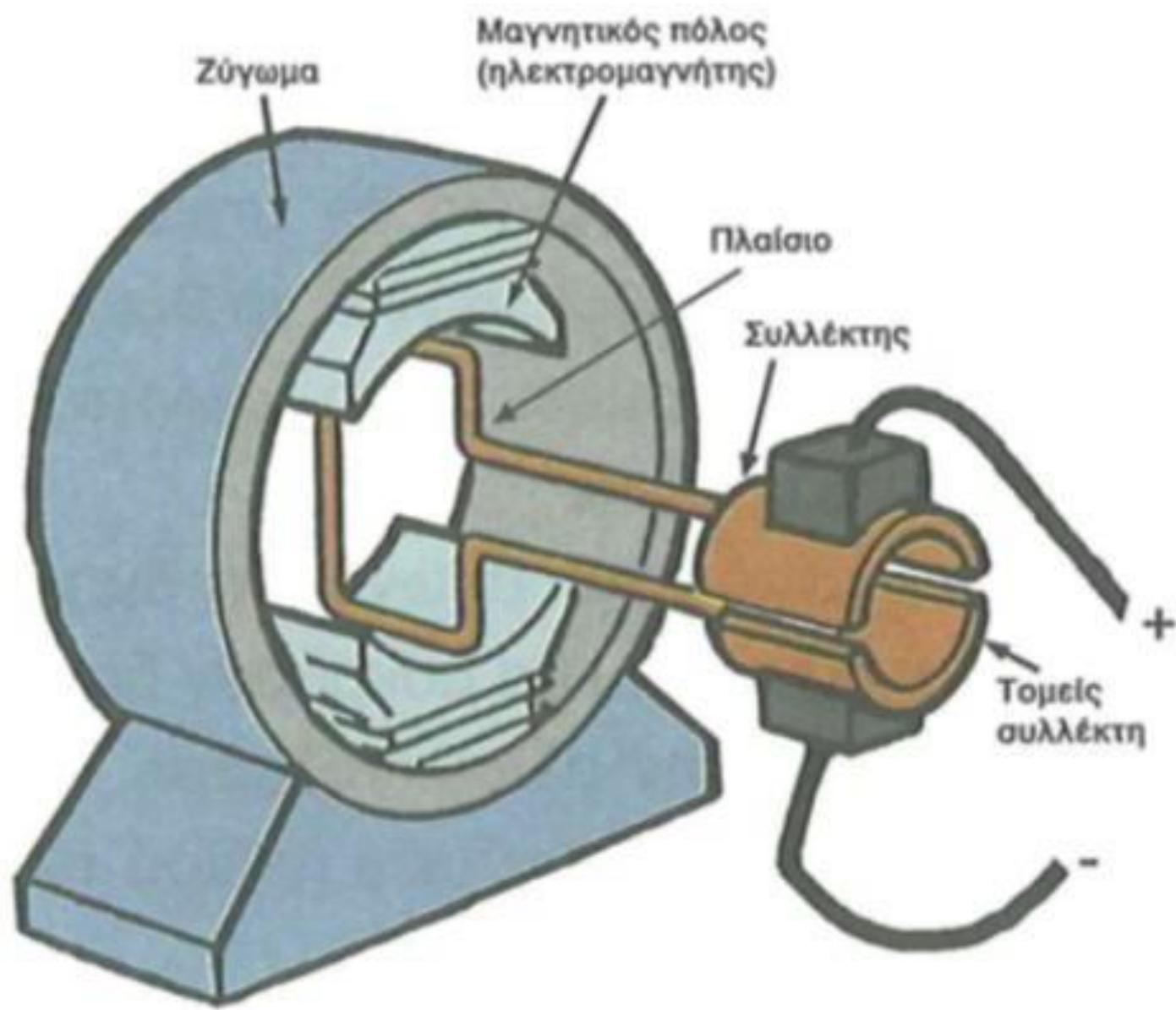


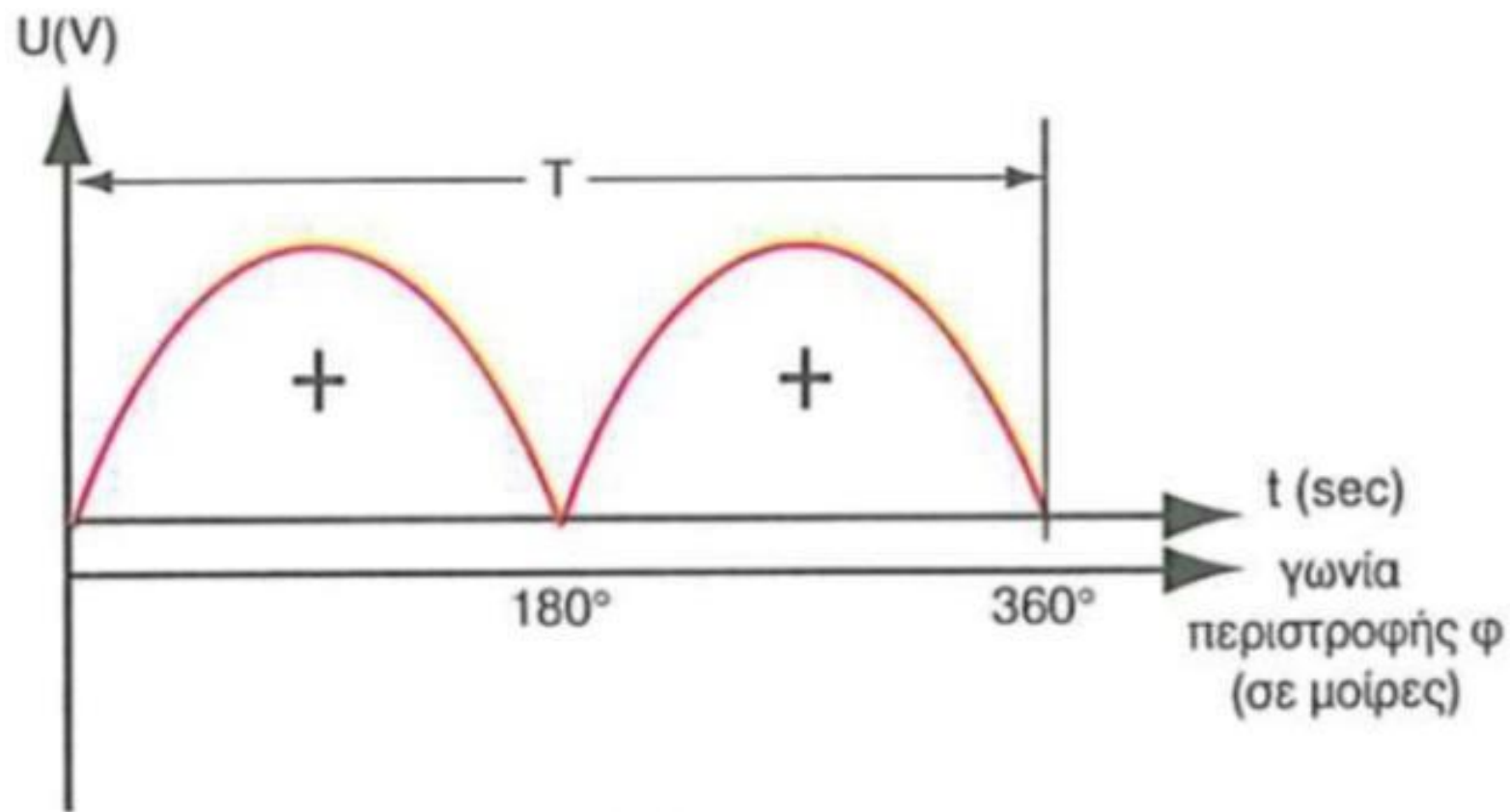
Copper conductors

Mica insulation between segments

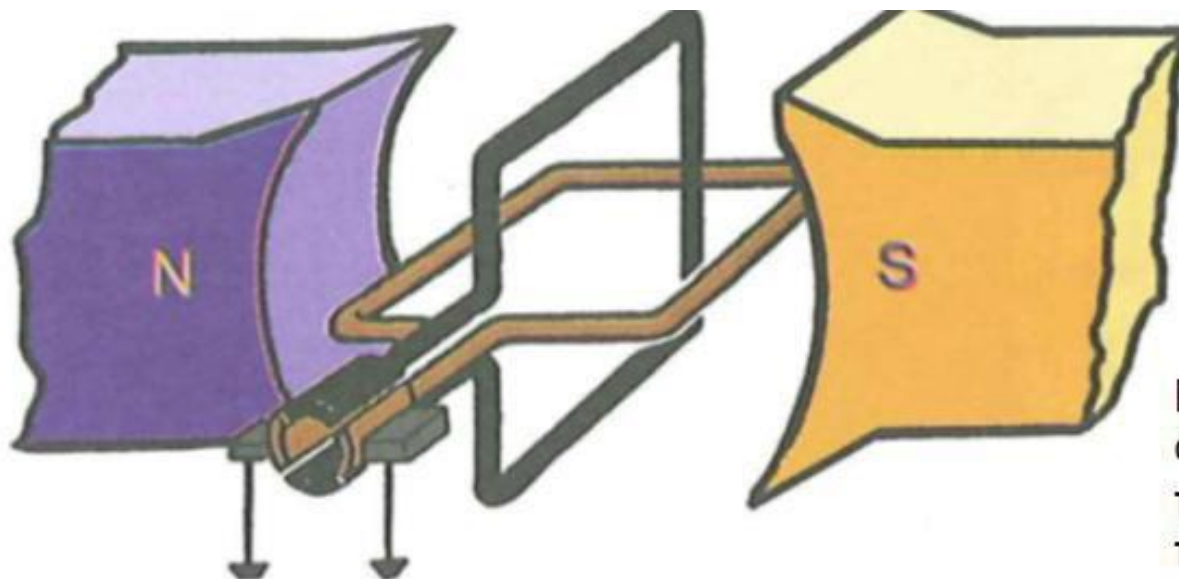
Copper segment



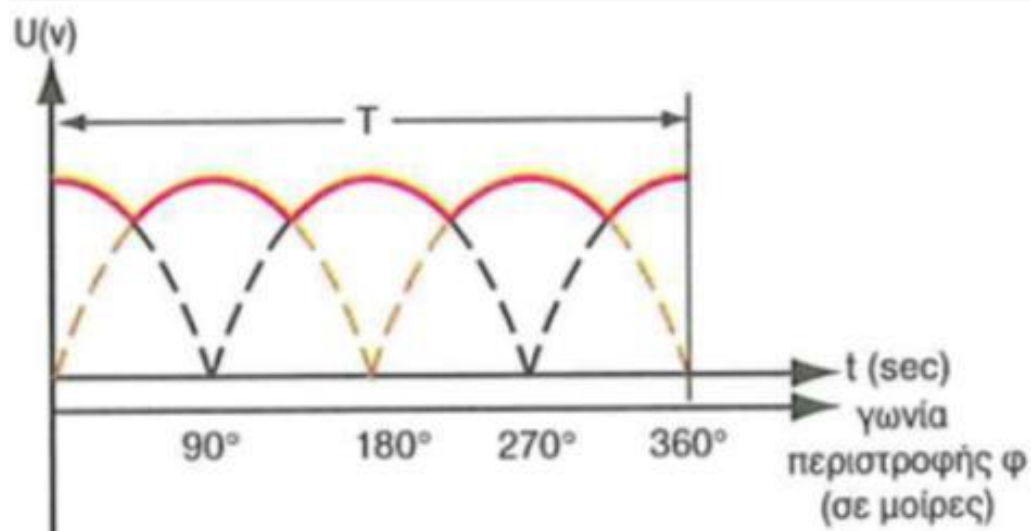


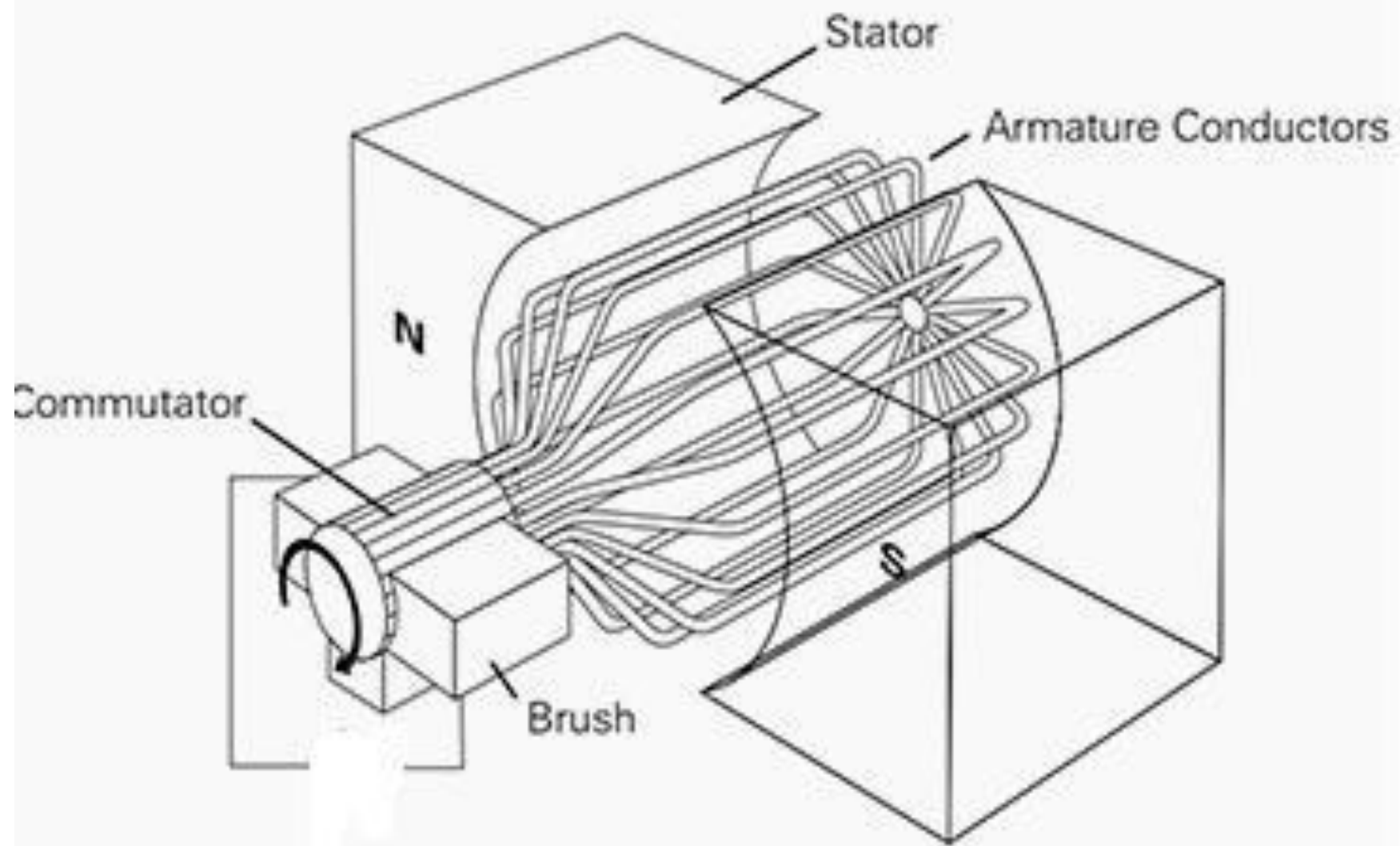


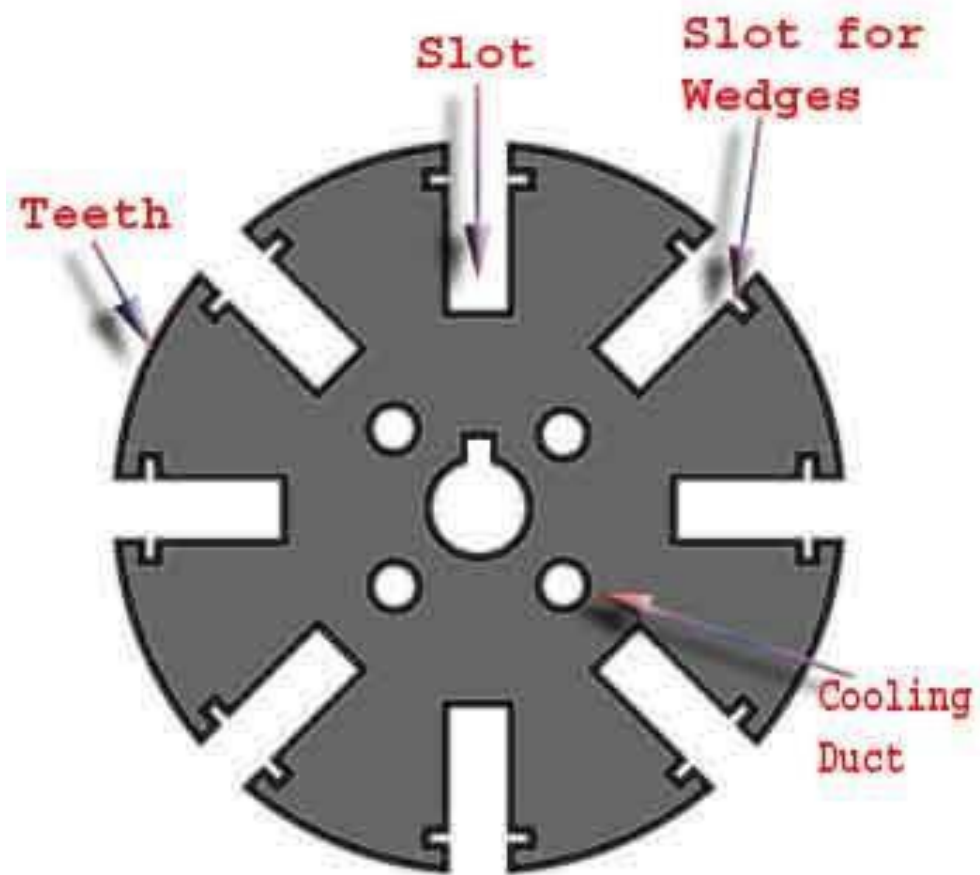
μορφή ανορθωμένου Ε.Ρ. ή συνεχούς ρεύματος

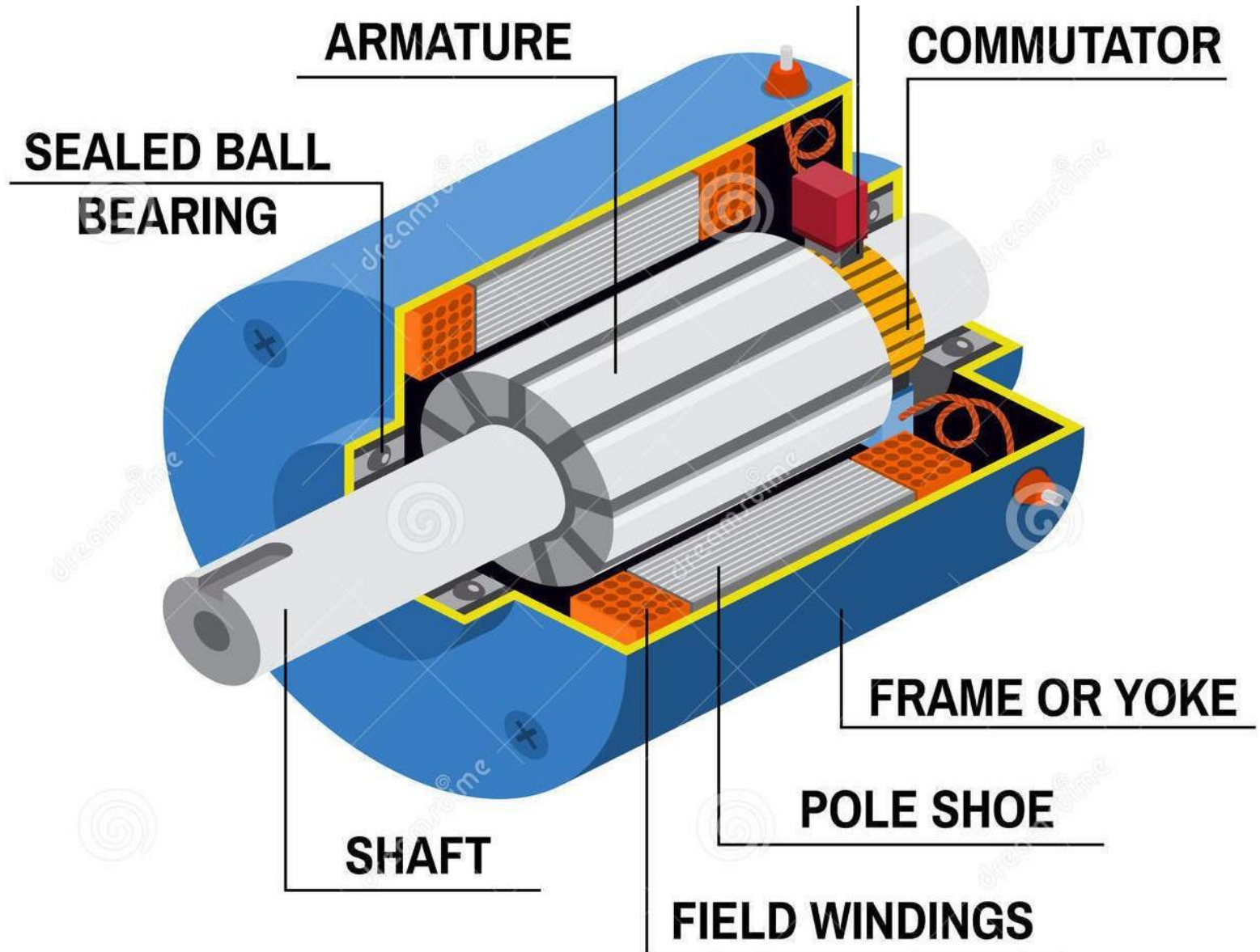


Με τη χρήση πολλών ομάδων περιστρεφόμενων πλαισίων, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους, συνήθως σε σειρά και αντίστοιχων τομέων συλλέκτη, λαμβάνουμε τάση από τη γεννήτρια που πλησιάζει περισσότερο τη συνεχή (έχει μικρότερη κυμάτωση)



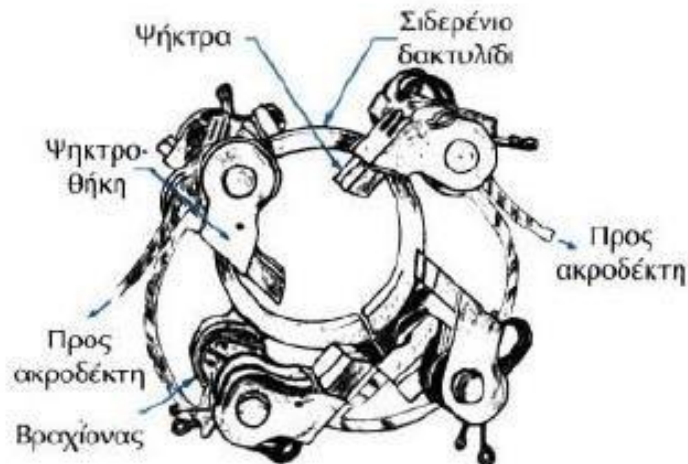
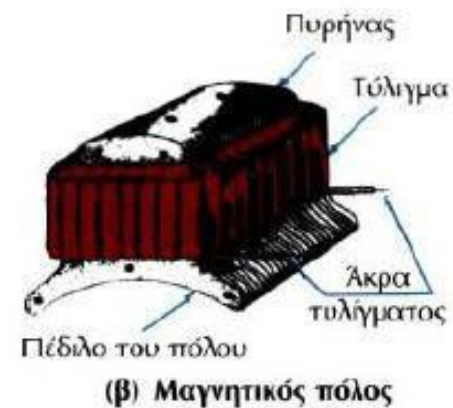
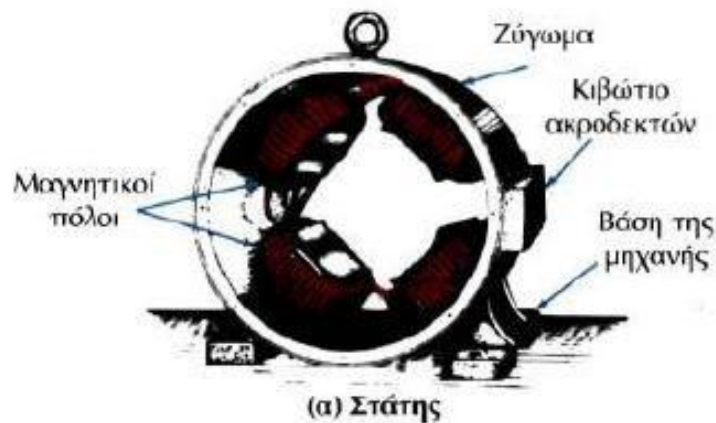
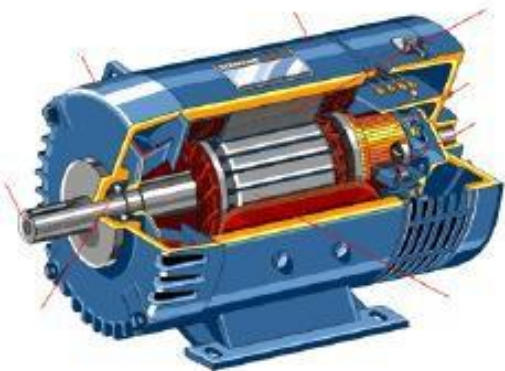




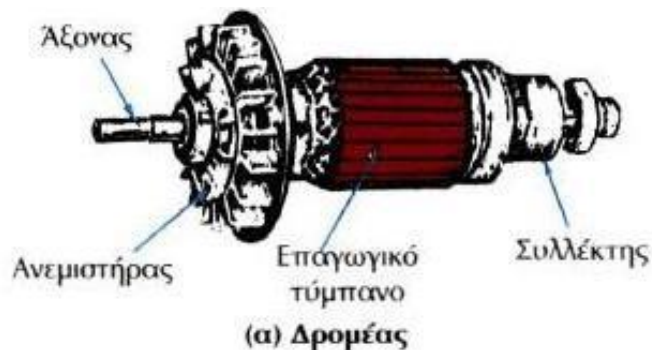
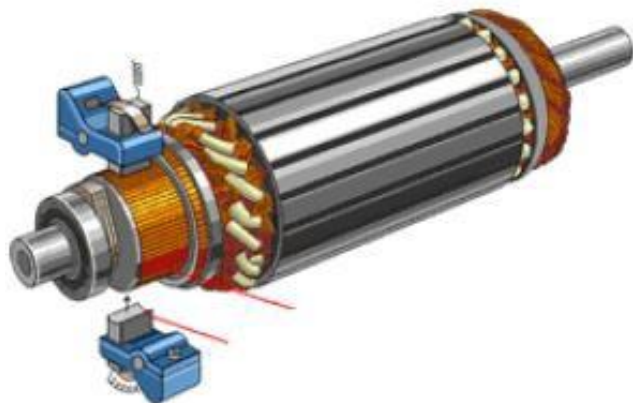


Κατασκευαστικά μέρη ηλεκτρικής μηχανής Σ.Ρ.

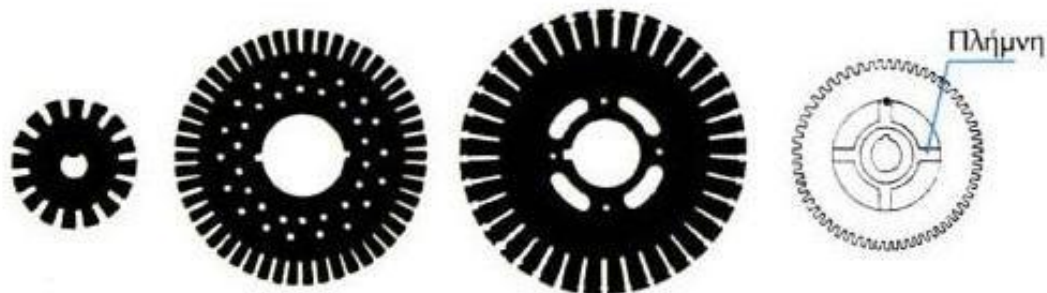
ΣΤΑΤΗΣ



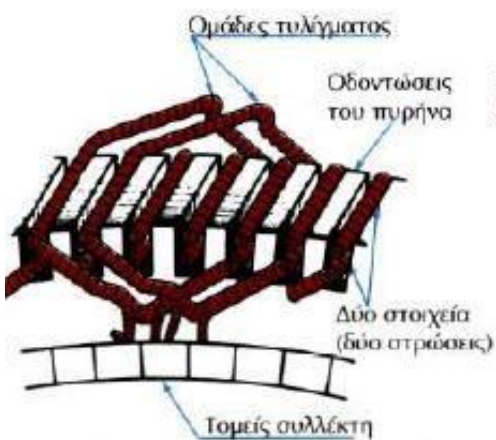
ΔΡΟΜΕΑΣ



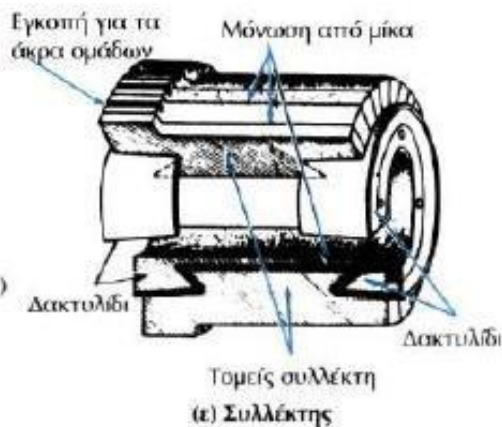
(β) Πυρήνας από επαγωγικό τύμπανο



Μορφές ελασμάτων επαγωγικού τυμπάνου

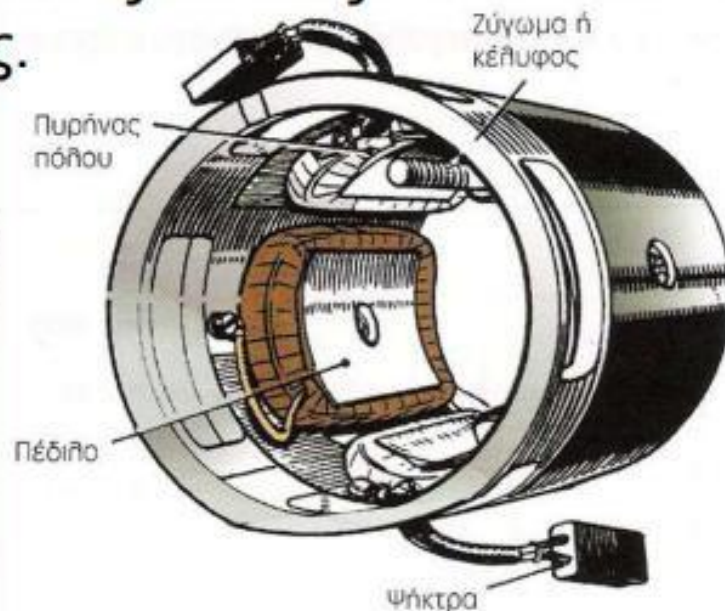
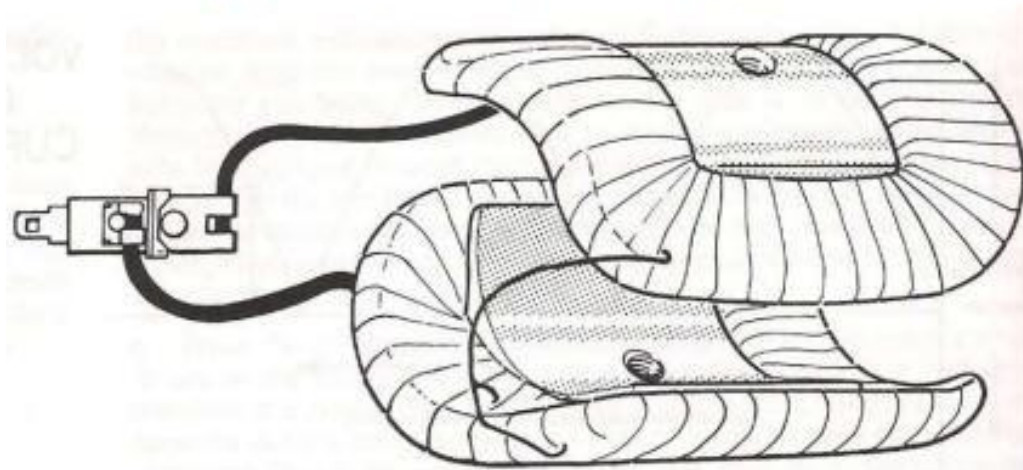


δ) Τοποθέτηση των ομάδων στις οδοντώσεις



Θήκη και μαγνητικοί πόλοι ή Στάτης

- Η θήκη κατασκευάζεται από χάλυβα (μαγνητικό) σε μορφή κοίλου κυλίνδρου. Οι μαγνητικοί πόλοι, που μπορεί να είναι δύο ή τέσσερις ανάλογα με το μέγεθος του δυνάμου, κατασκευάζονται από το ίδιο υλικό όπως η θήκη και είναι στερεωμένοι στο εσωτερικό τοίχωμα της. Γύρω από τους πόλους είναι τυλιγμένες οι περιελίξεις διέγερσης.



DC GENERATOR

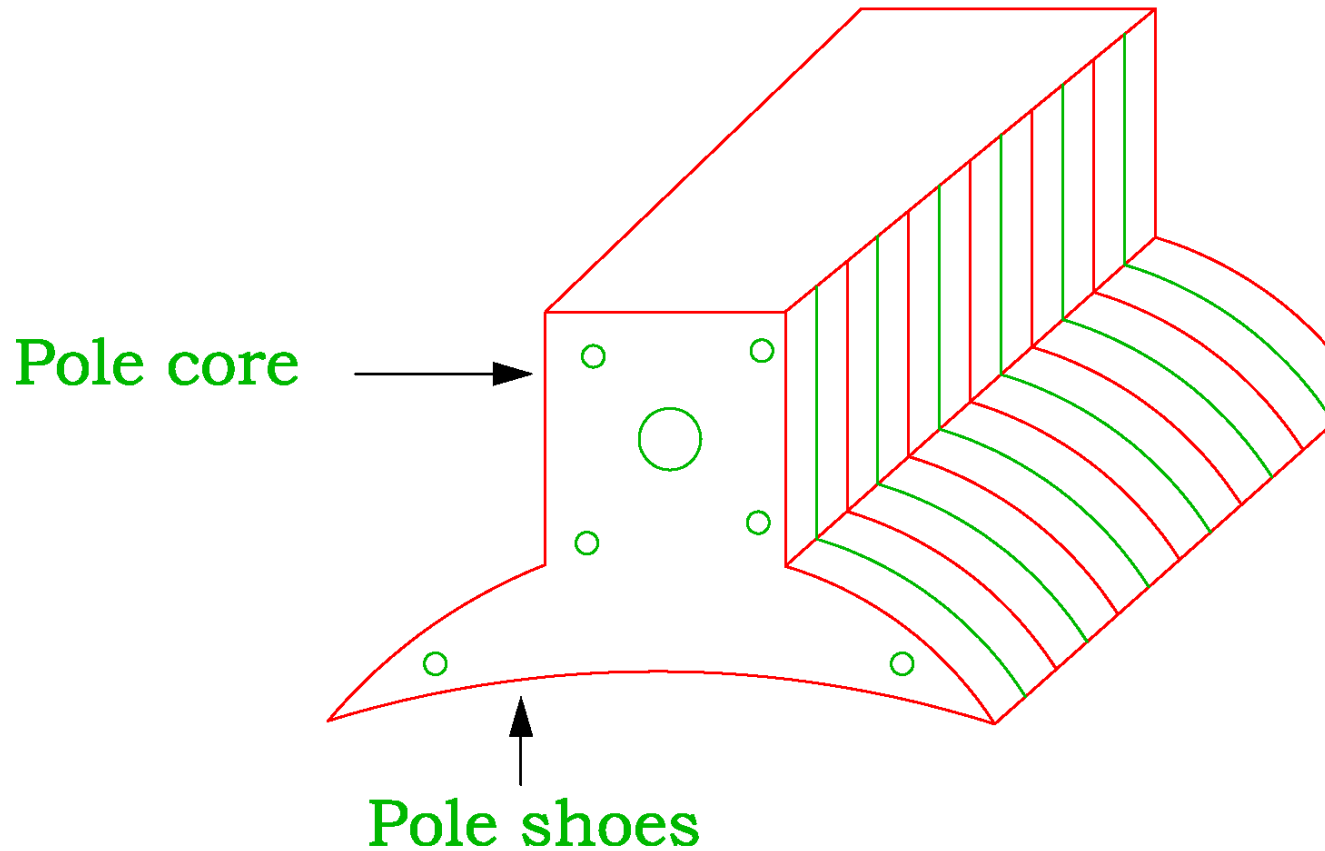
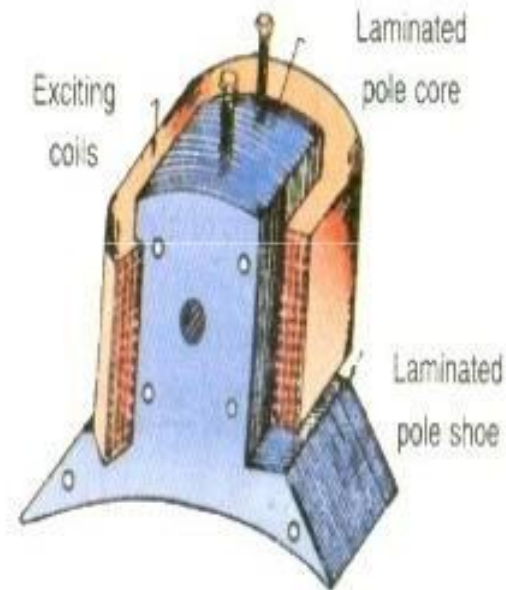


FIG B : POLE AND POLE
SHOES

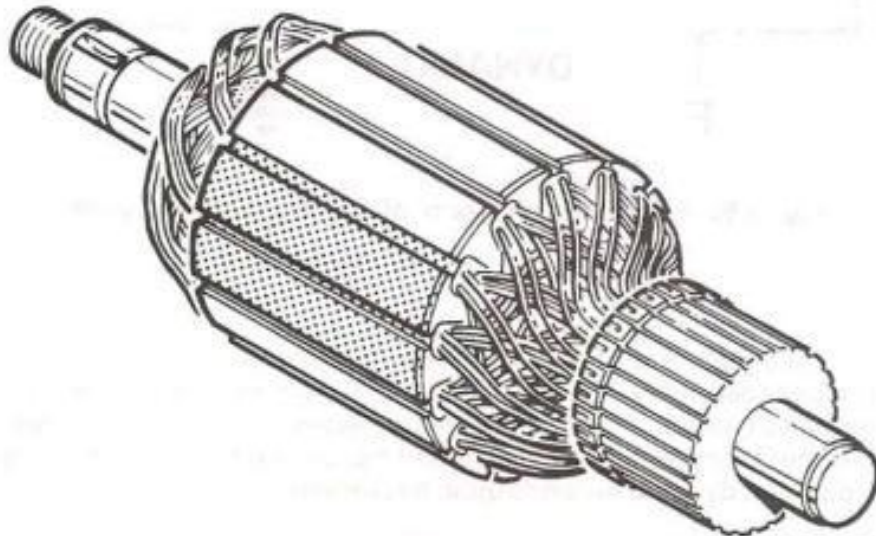
Field winding

- Made with field coils (copper wire) wound over the slots of the pole shoes
- The field windings basically form an electromagnet, that produces field flux



Δρομέας ή Ρότορας ή Επαγωγικό Τύμπανο

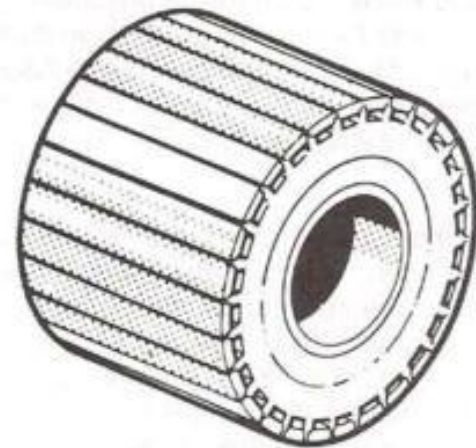
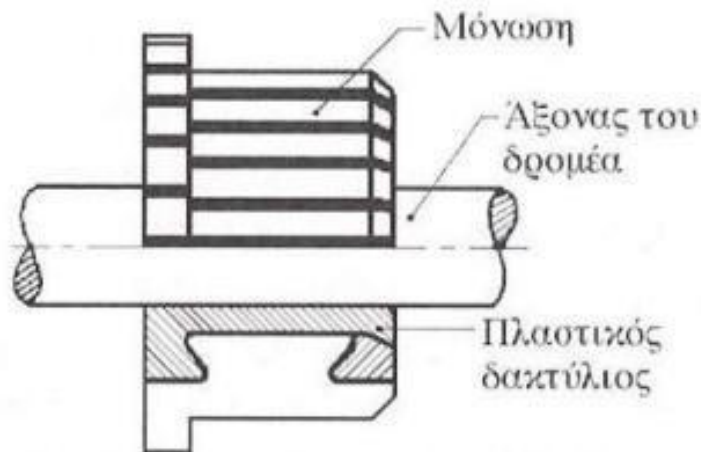
- Ο δρομέας αποτελείται από πολλά χαλύβδινα ελάσματα με περιφερειακές εγκοπές, μονωμένα μεταξύ τους και περασμένα πάνω στον άξονα του, που είναι επίσης μονωμένος.



- Οι εγκοπές όλων μαζί των ελασμάτων σχηματίζουν αυλακώσεις, όπου τοποθετούνται οι αγωγοί που είναι πλήρως μονωμένοι. Το καθένα από τα άκρα των αγωγών καταλήγει σε έναν από τους τομείς του συλλέκτη.

Συλλέκτης

- Αποτελείται από ελάσματα σκληρού χαλκού, που είναι μονωμένα και μεταξύ τους και από τον άξονα του δρομέα,. Είναι συνδεδεμένα με τους αγωγούς του δρομέα και συγκρατούνται από έναν πλαστικό δακτύλιο που παρεμβάλλεται ανάμεσα σ' αυτά και στον άξονα.



βοηθητικά
τυλίγματα

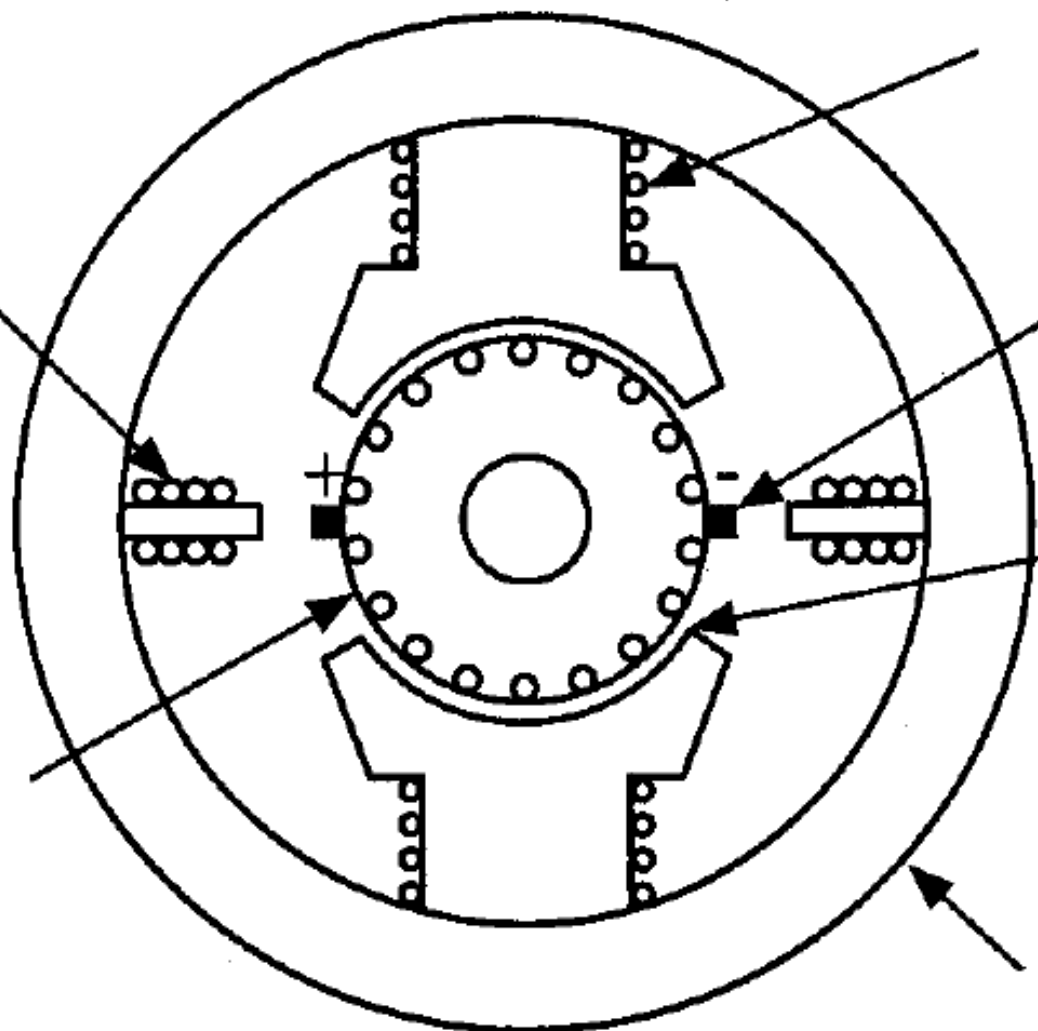
τυλίγματα
στάτη

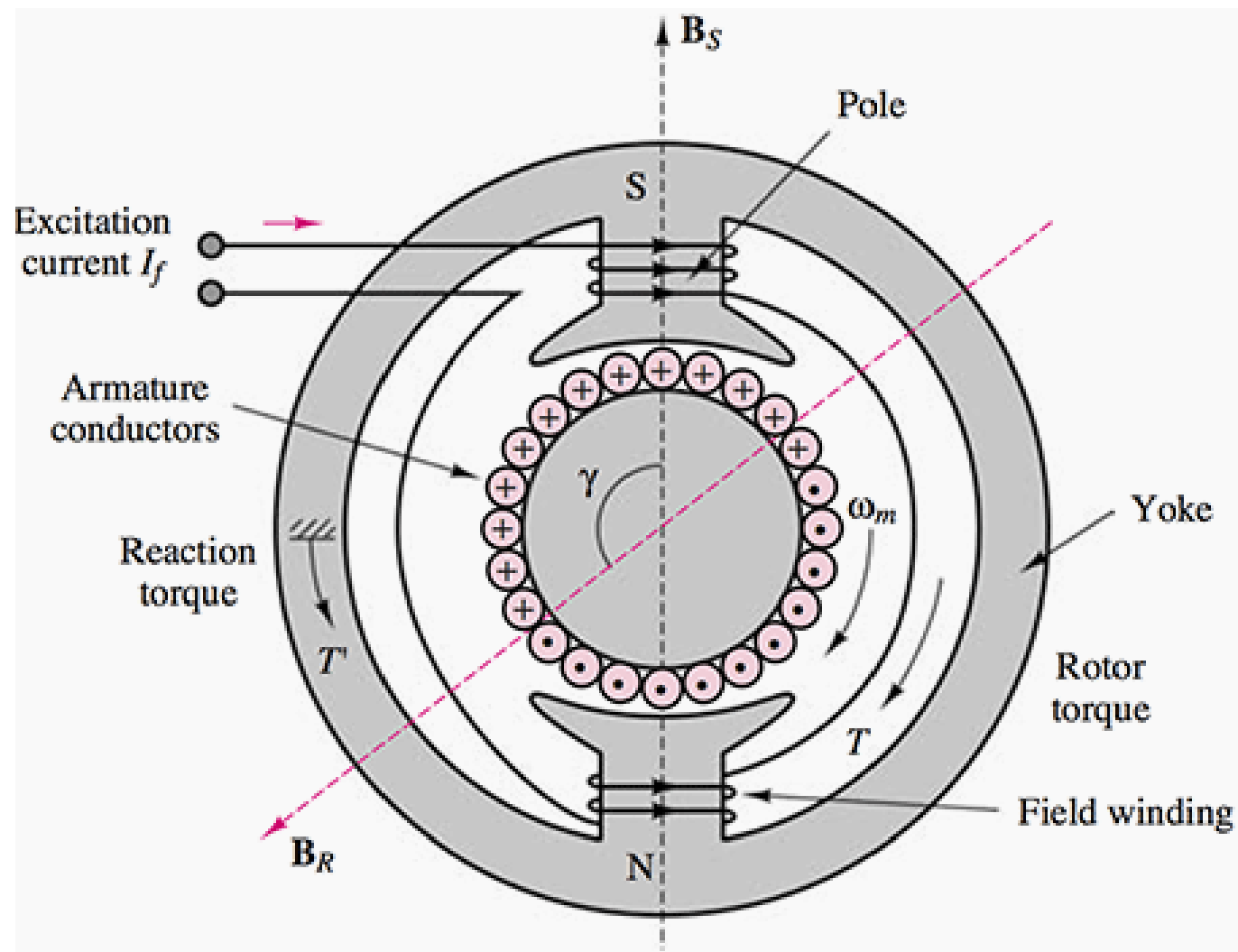
ψήκτρες

διάκενο

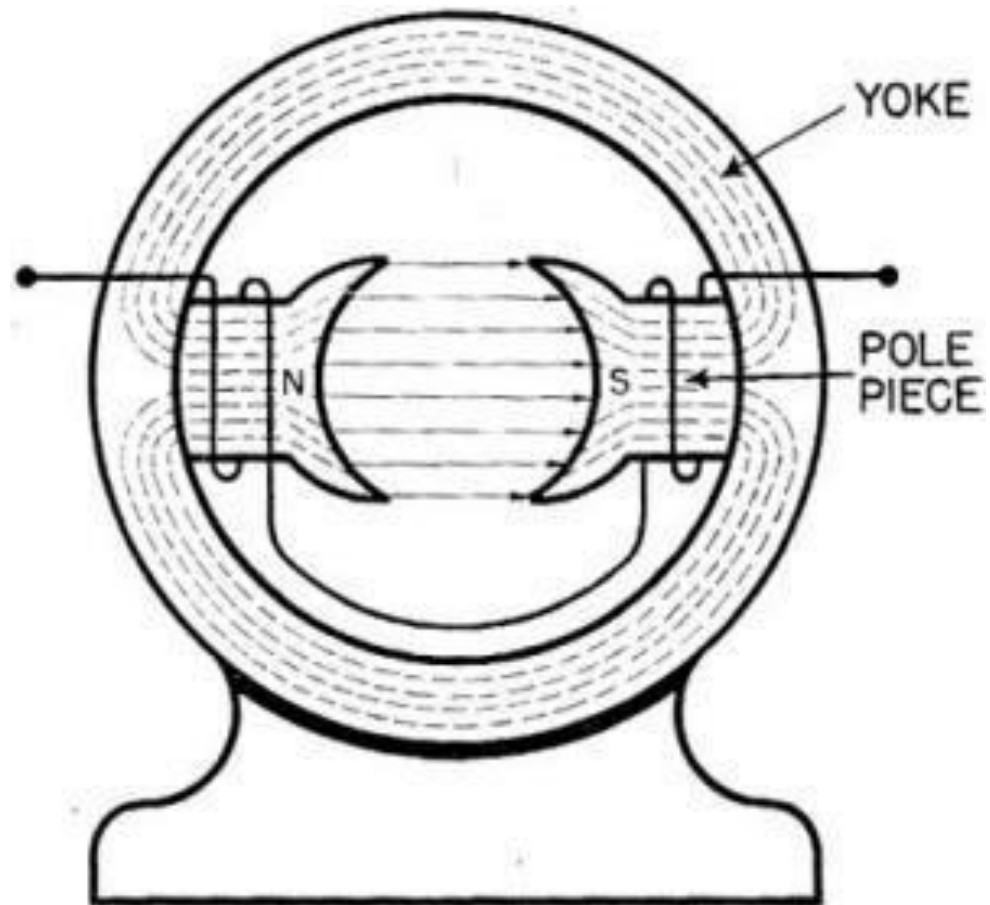
οπλισμός

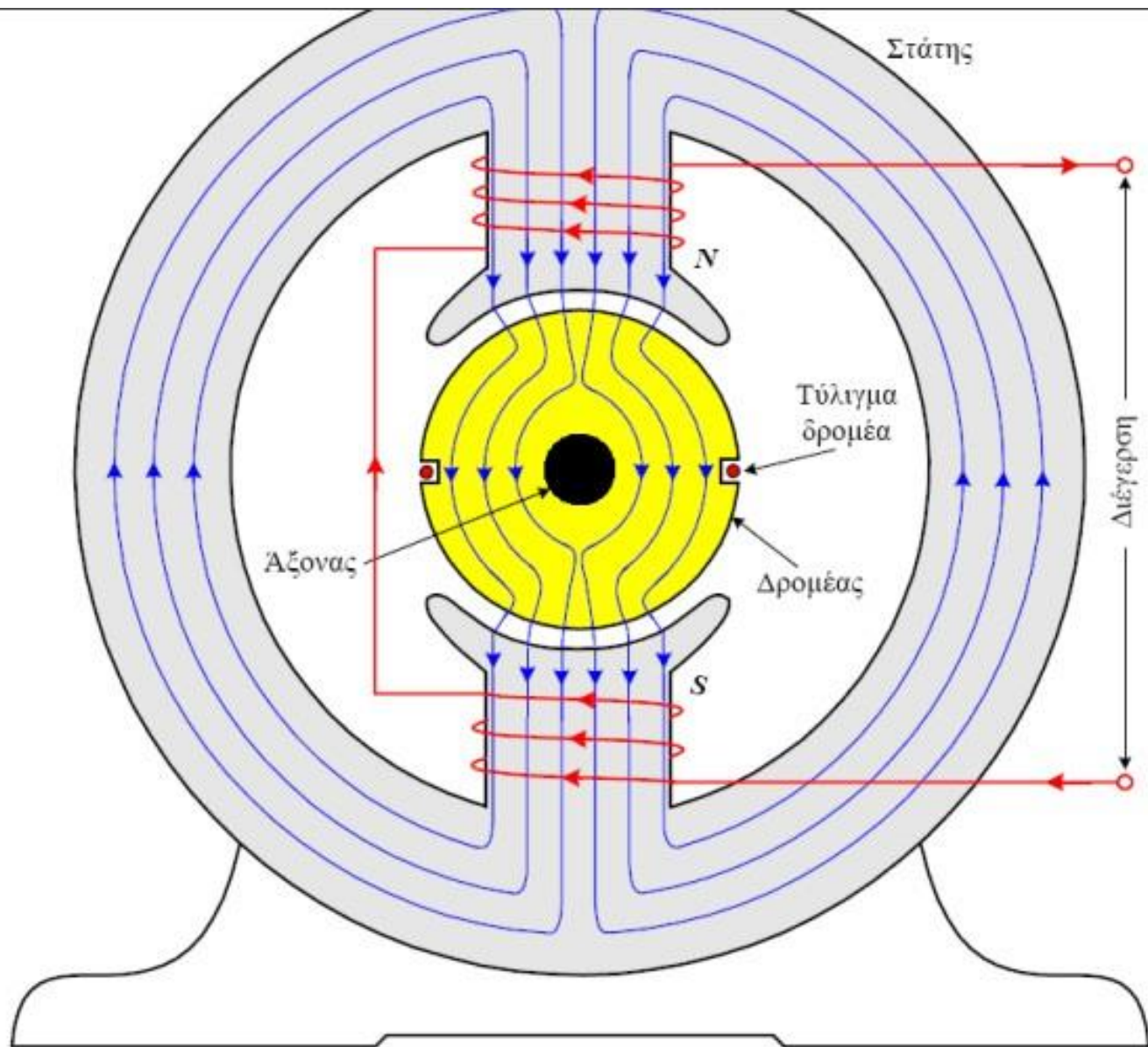
περίβλημα





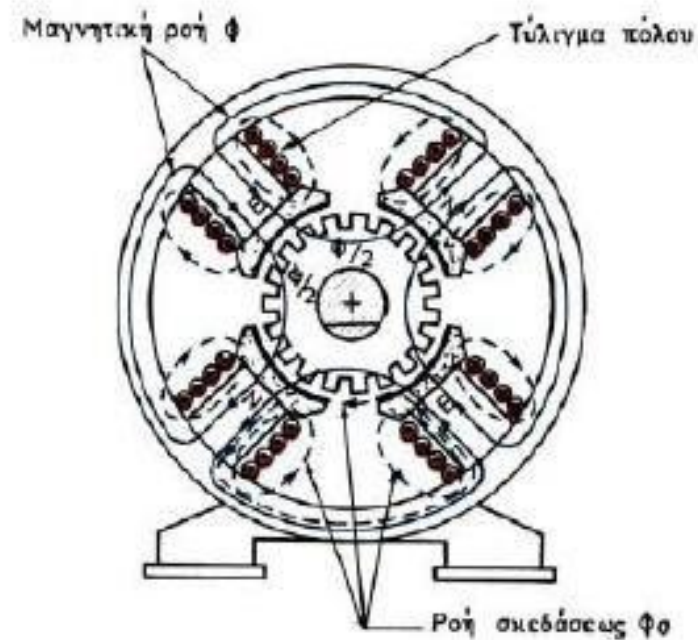
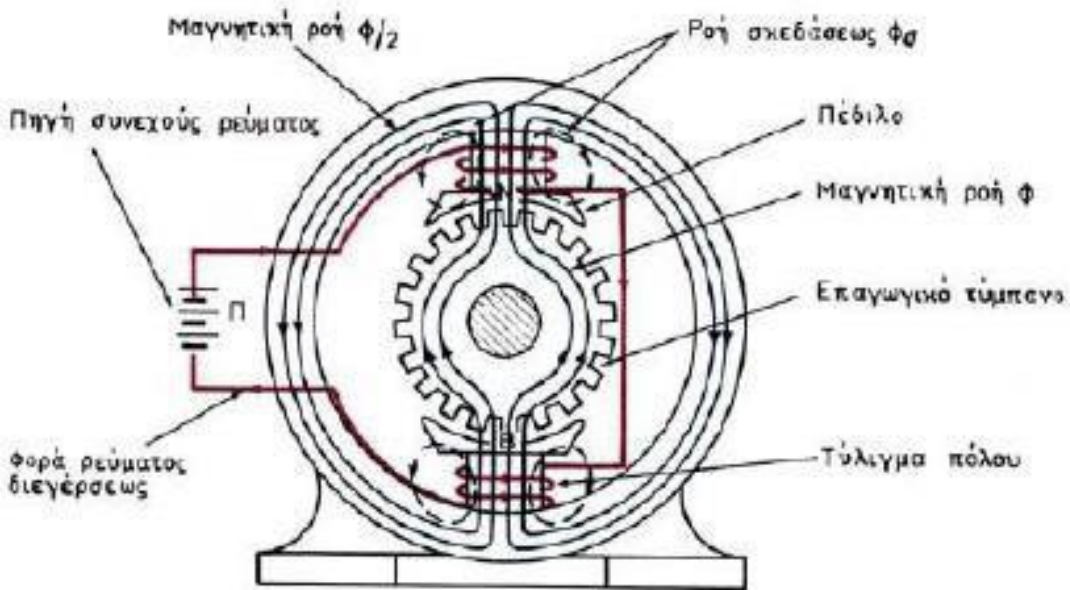
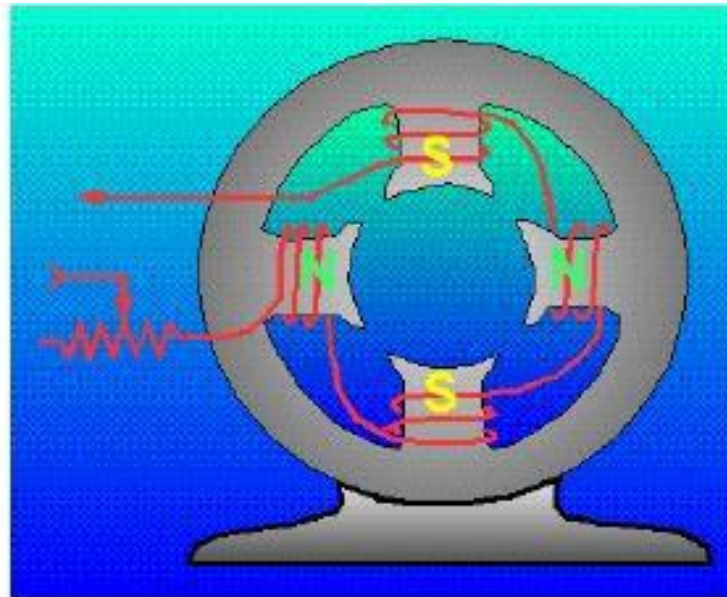
Διπολική Μηχανή





Σχ. 2.2 Δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου στη στοιχειώδη ηλεκτρική μηχανή, όπου διακρίνεται πλήρως ο στάτης. Οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στην επιφάνεια του δρομέα

Διέγερσης μηχανών Σ.Ρ.



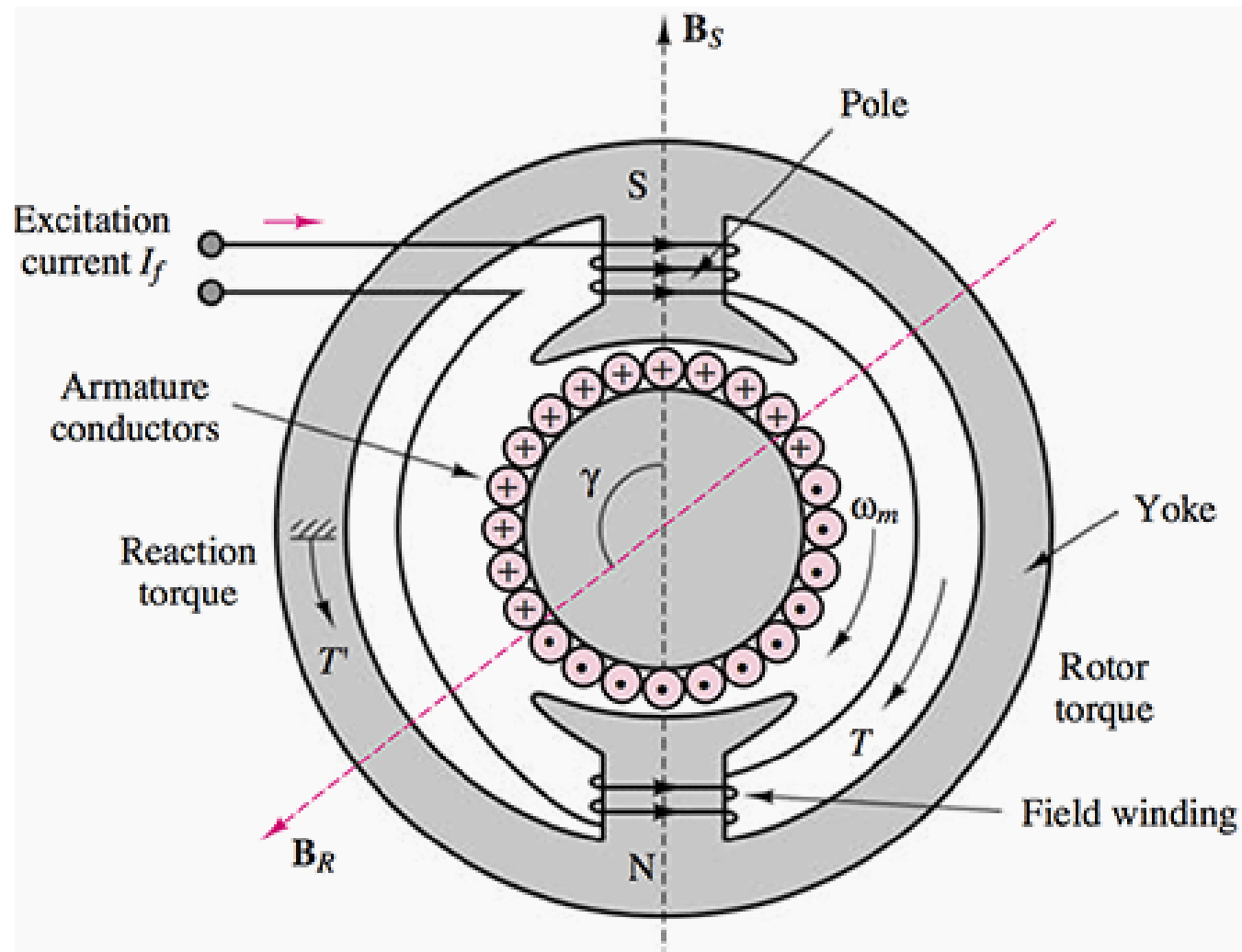
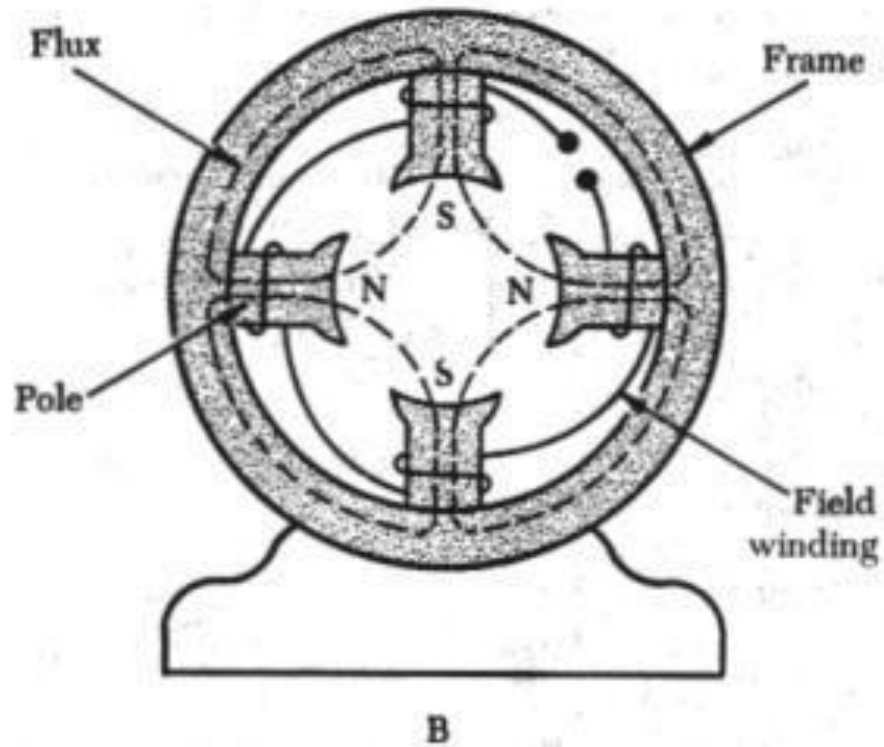
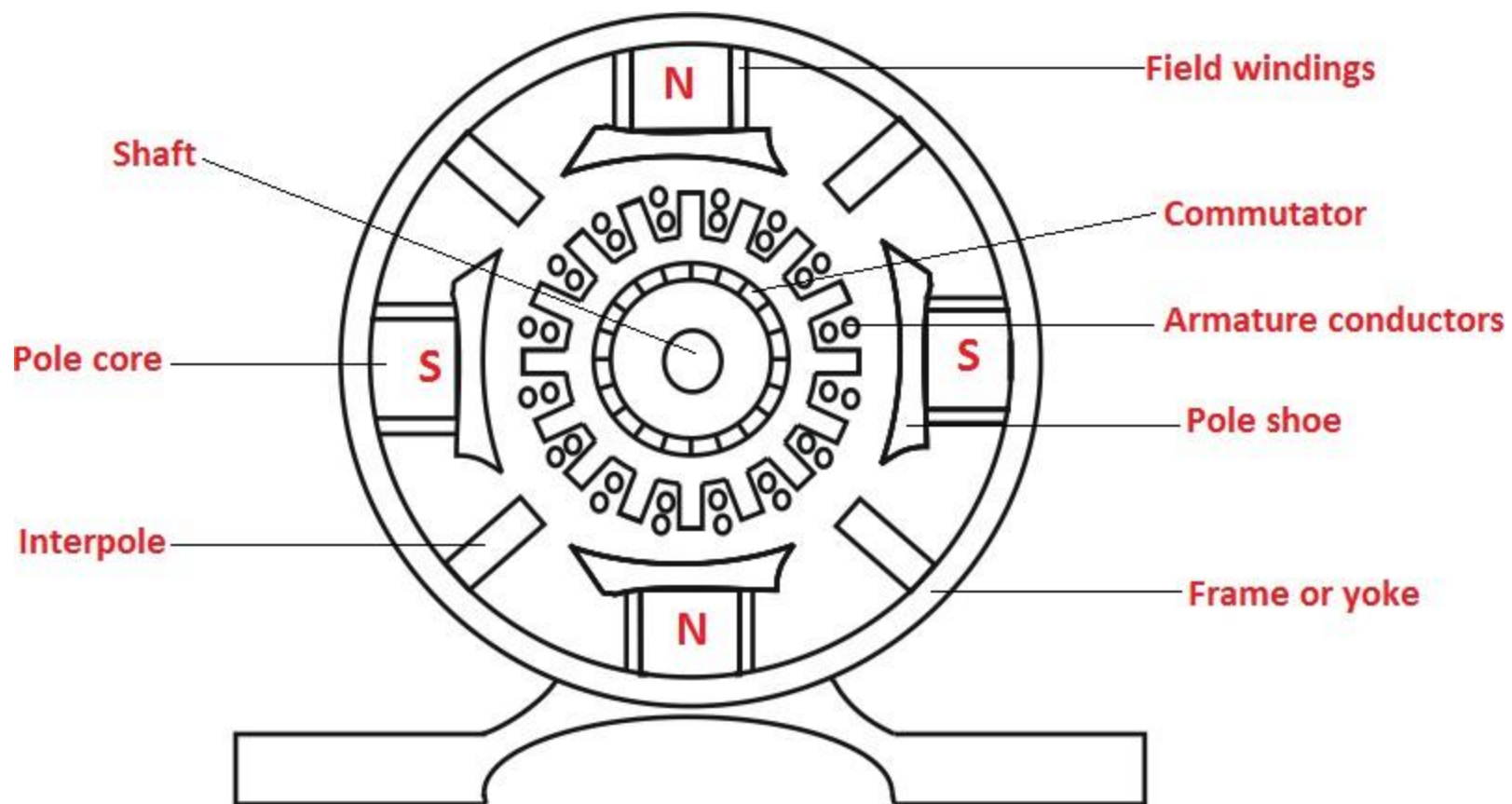


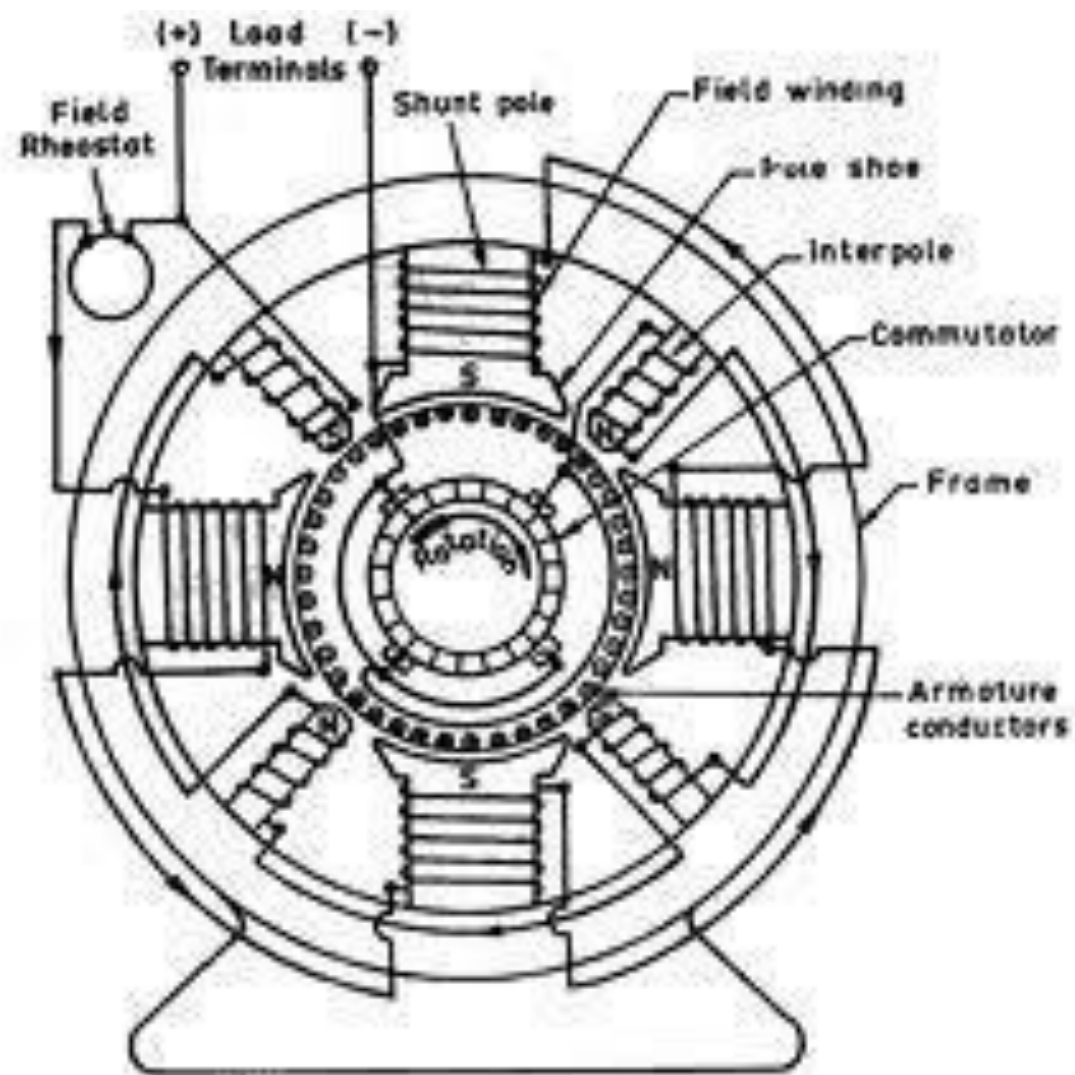


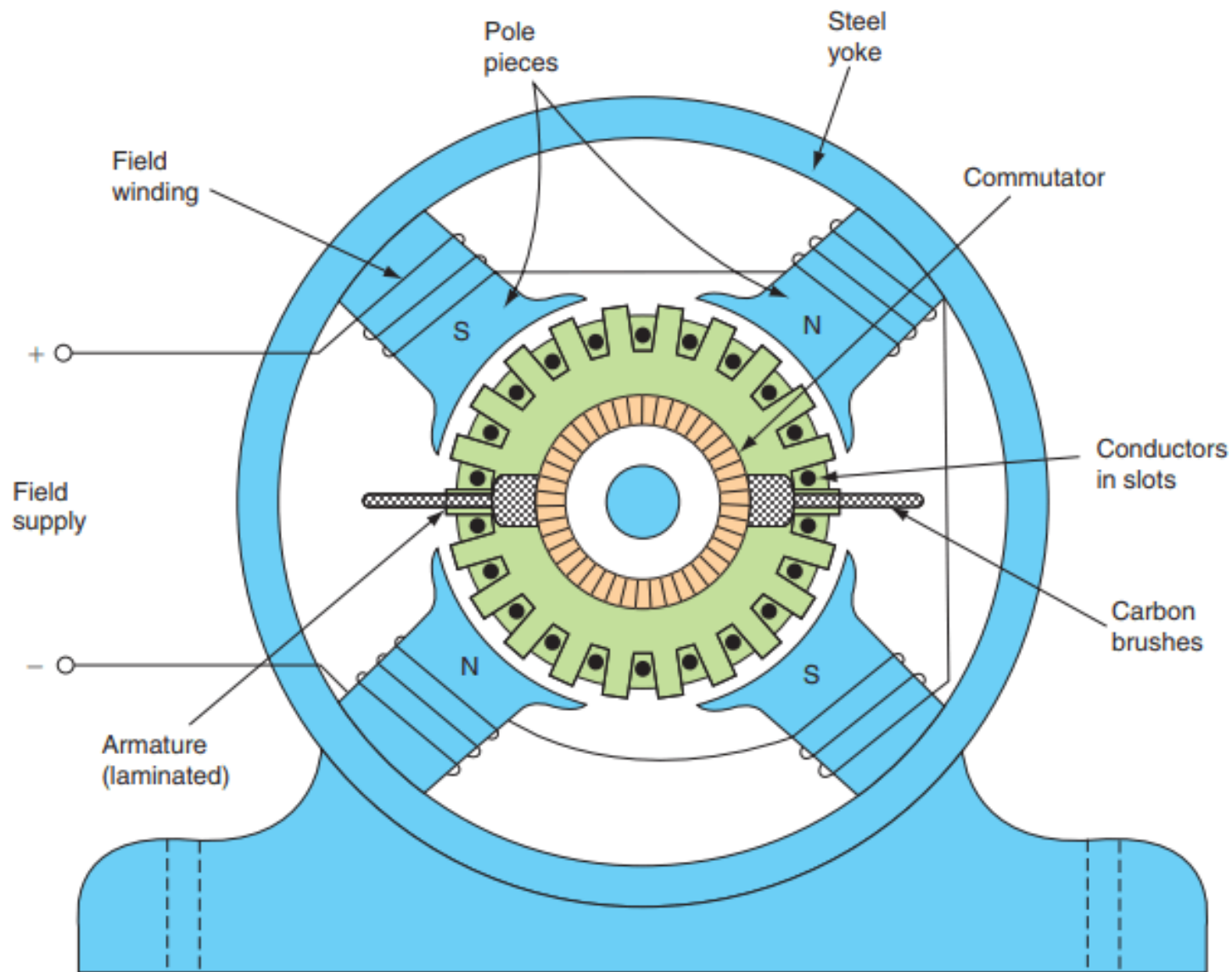
FIG A : CONSTRUCTION OF GENERATOR

Τετραπολική μηχανή

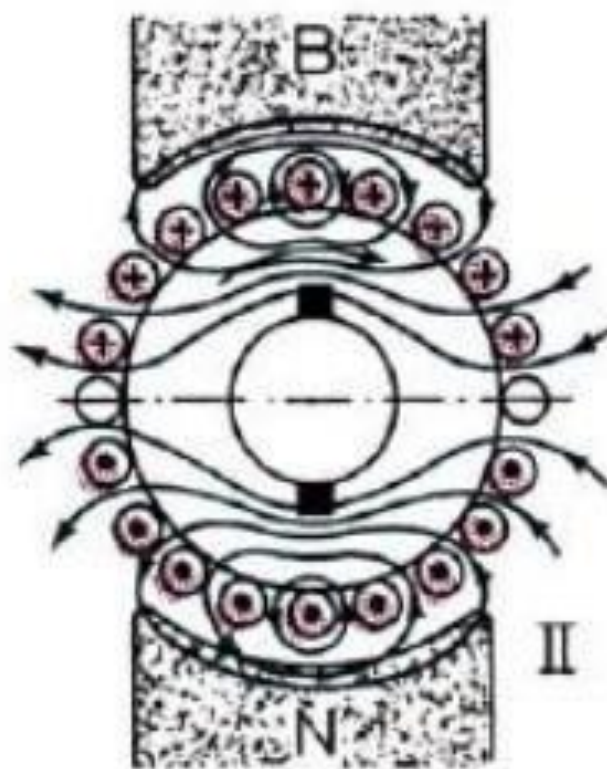
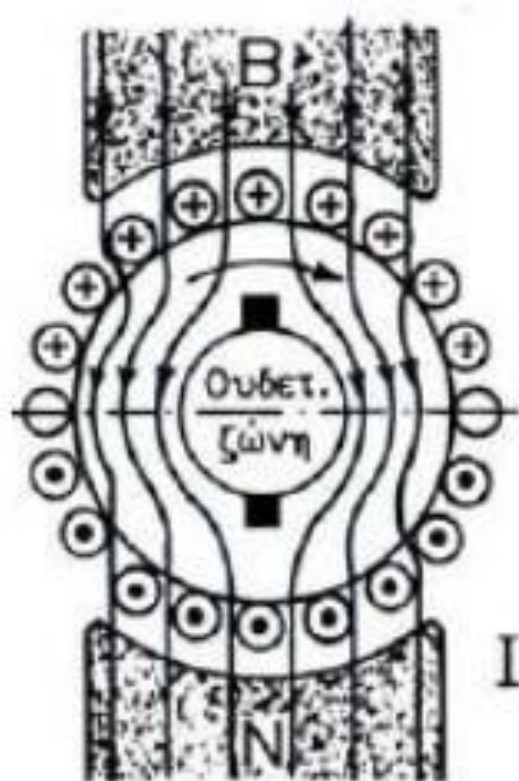


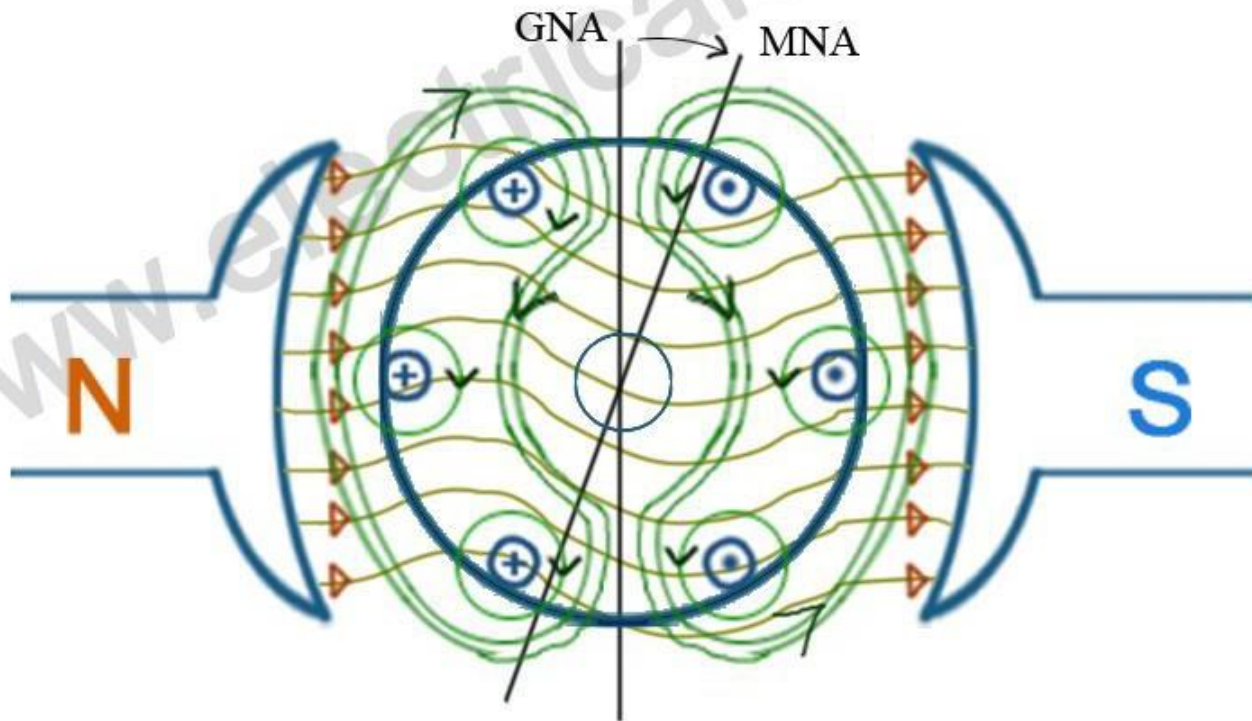
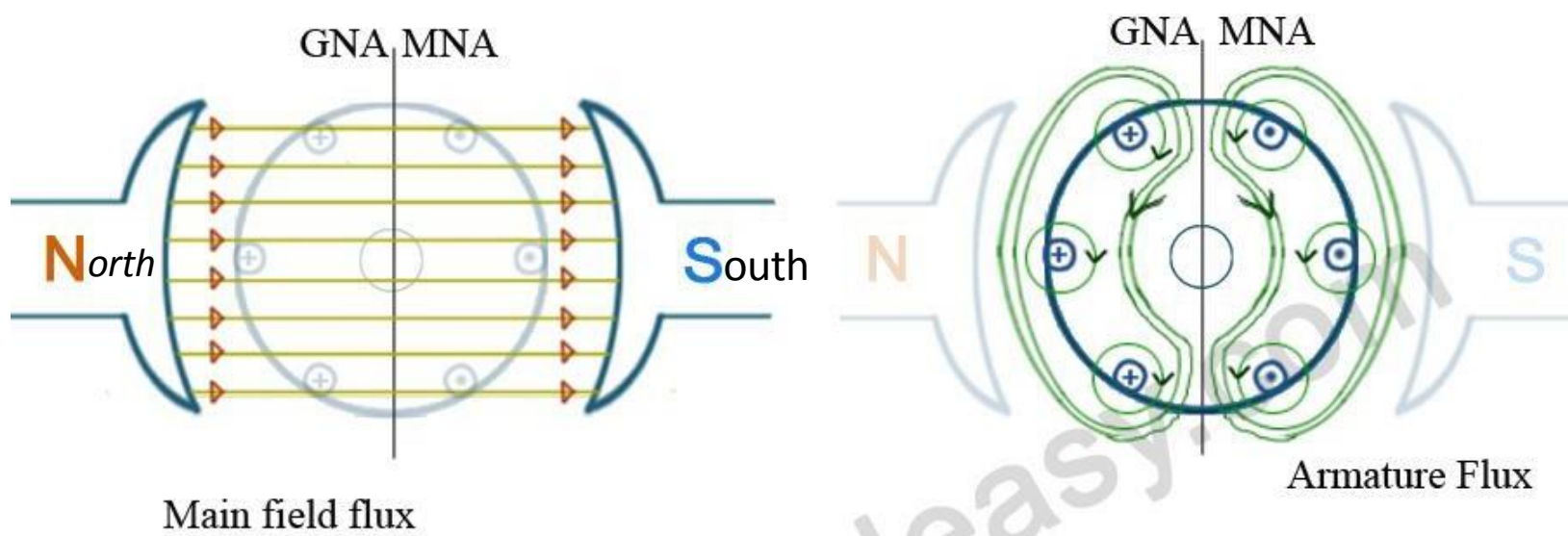


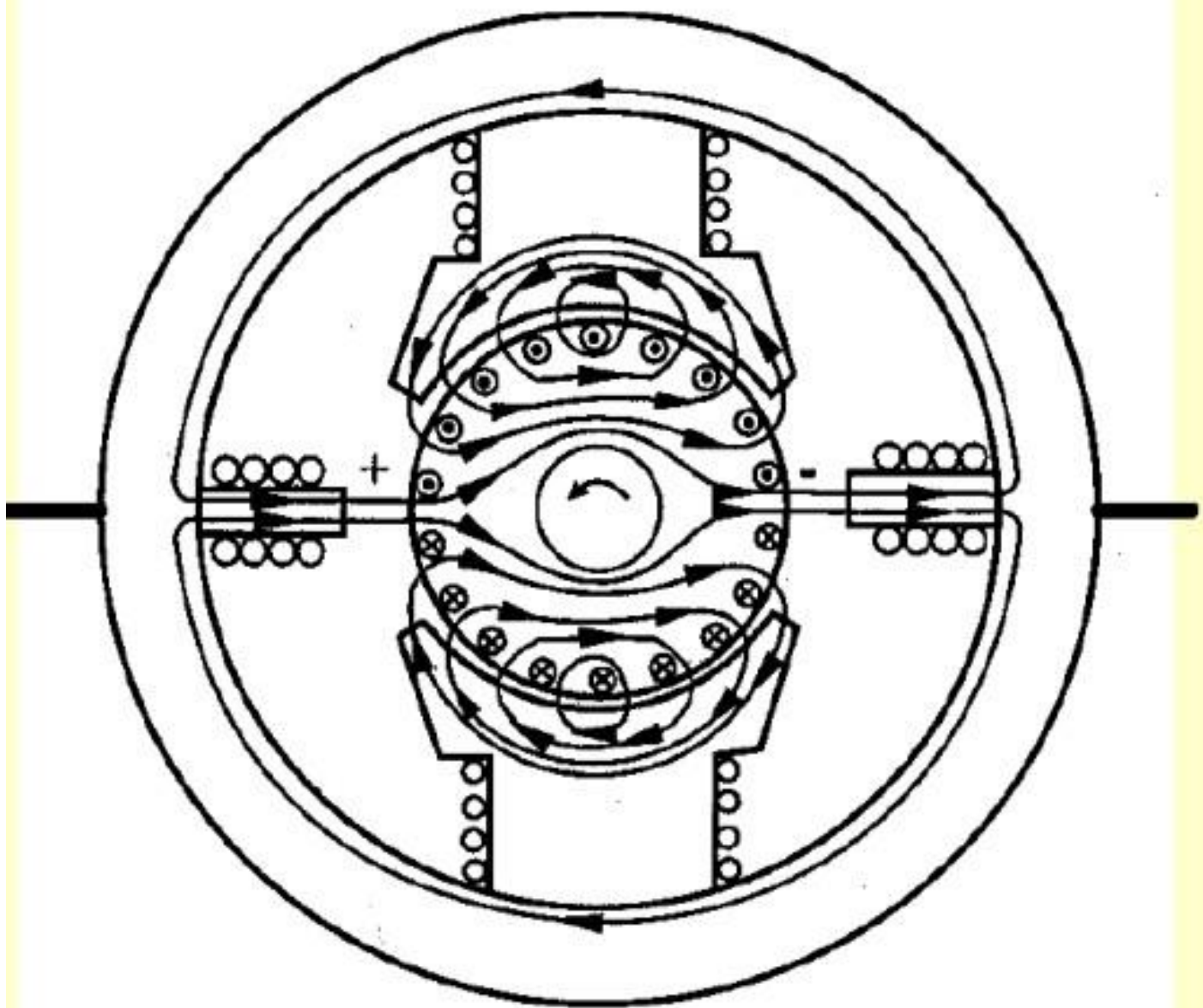




Αντίδραση του τυλίγματος τυμπάνου

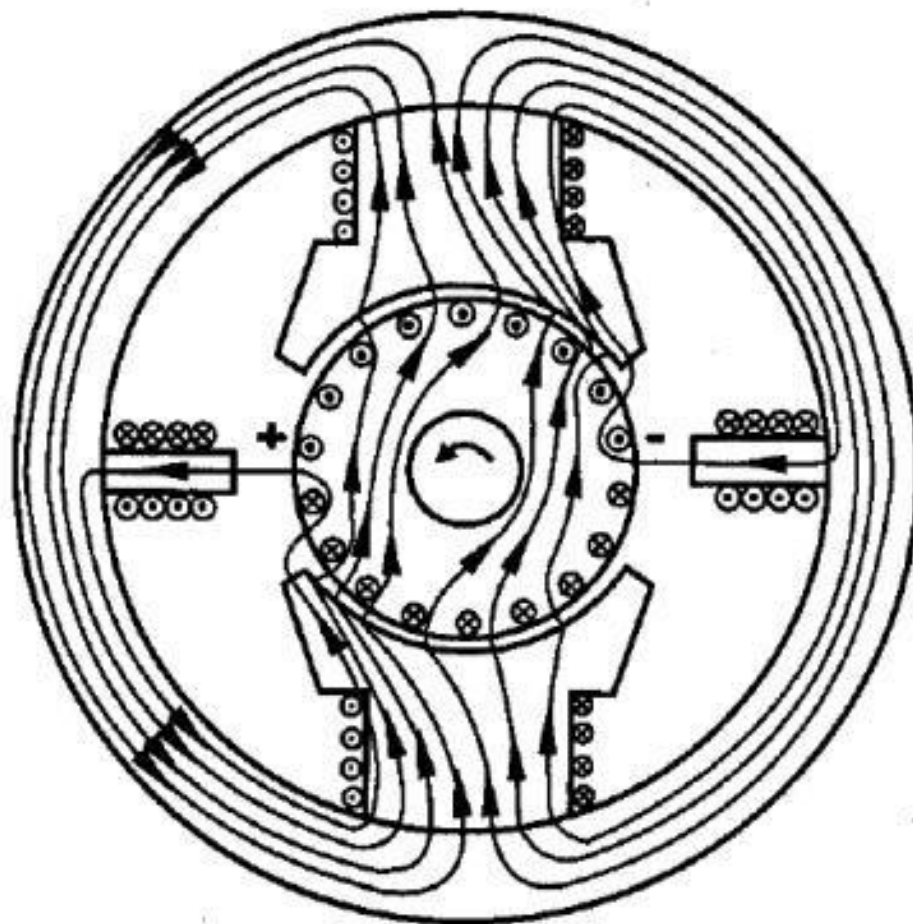


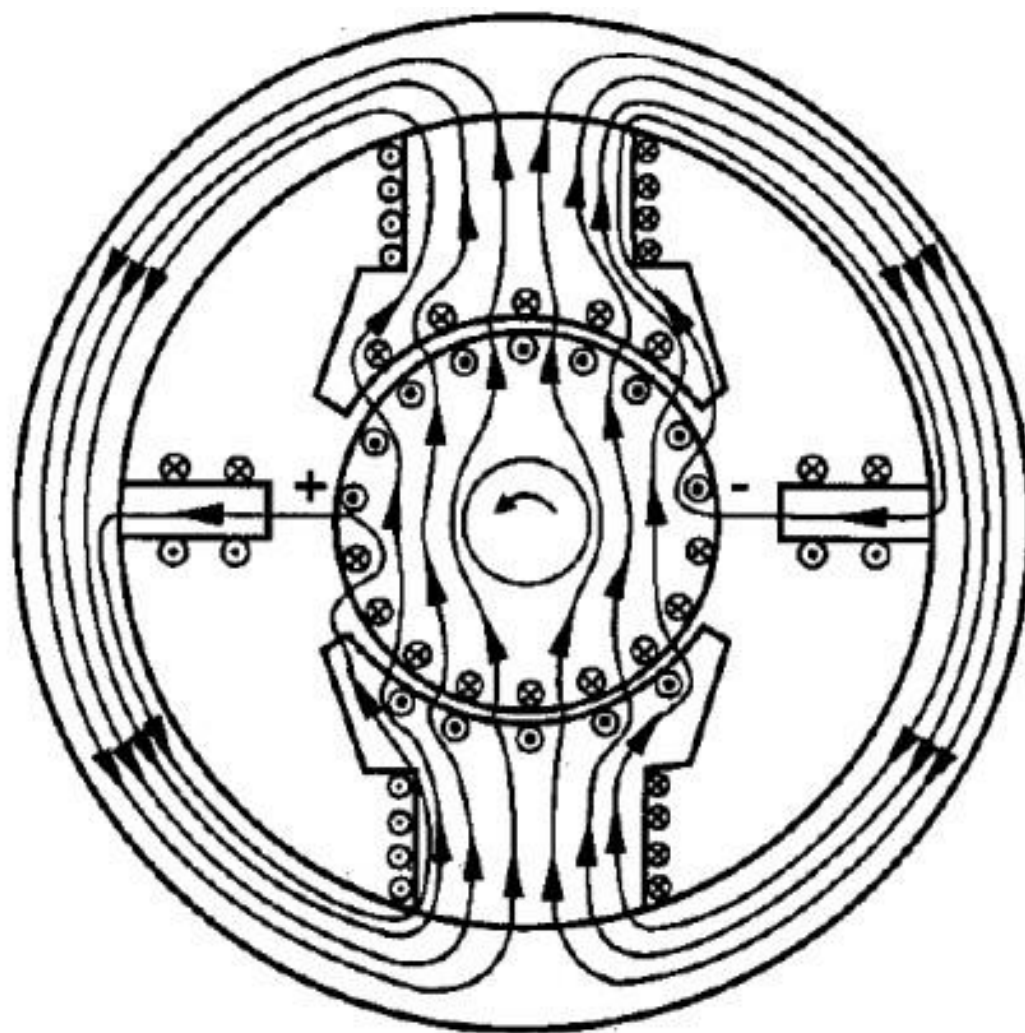




Σχήμα 3. Πεδίο του επαγωγικού τυμπάνου

Αντίδραση του οπλισμού (armature reaction): Παραμορφώνει το πεδίο του στάτη και προκαλεί τη μετατόπιση του ουδέτερου μαγνητικού επιπέδου και την εξασθένιση του πεδίου του στάτη.



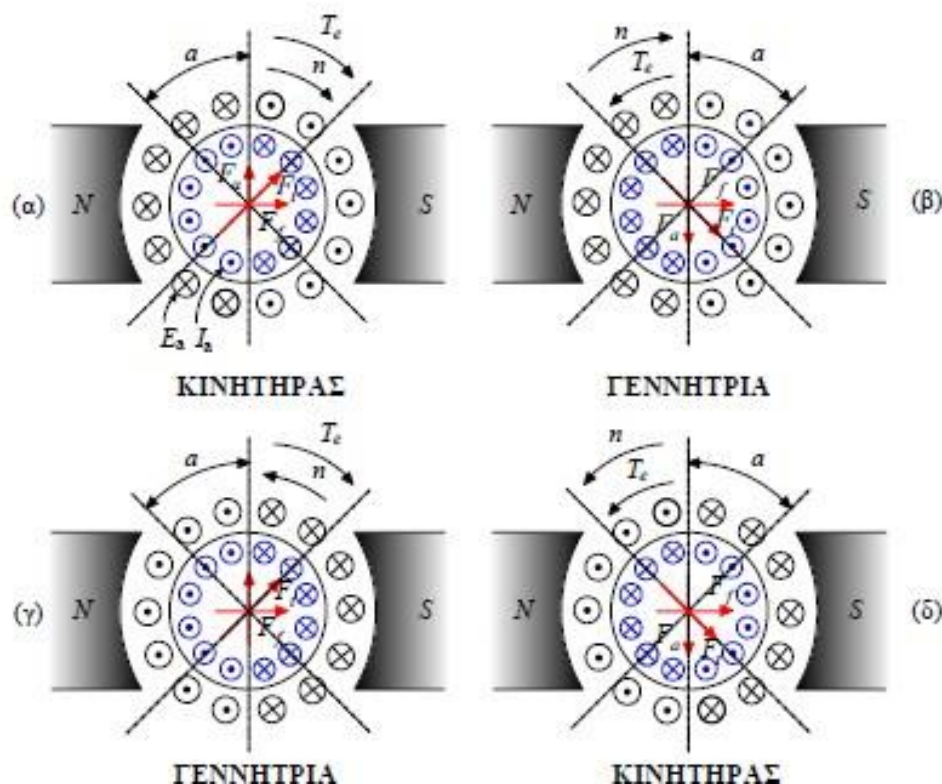


Σχήμα 5. Αντιστάθμιση. Εξαλείφει τα αποτελέσματα της αντίδρασης του επαγωγικού τυμπανου

Αντίδραση επαγωγικού τύμπανου

Η **δράση του μαγνητικού πεδίου του τυλίγματος τυμπάνου**, η οποία είναι ανάλογη του φορτίου (και κατ' επέκταση του ρεύματος τυμπάνου) της μηχανής, έχει σαν αποτέλεσμα την **παραμόρφωση του μαγνητικού πεδίου της κύριας διέγερσης**.

- η **μετακίνηση της ουδέτερης ζώνης** και
- η **μείωση της μαγνητικής ροής στο διάκενο της μηχανής**

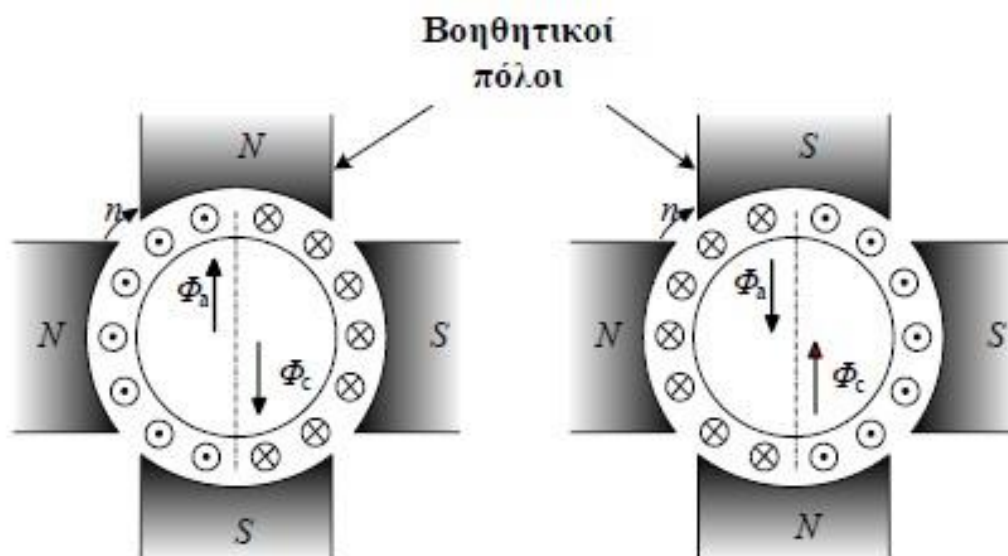


Το φαινόμενο αυτό γίνεται εντονότερο στο **κέντρο της απόστασης** μεταξύ δυο διαδοχικών πόλων, δηλαδή εκεί που η **μαγνητική αντίσταση παρουσιάζει τη μέγιστη τιμή της**.

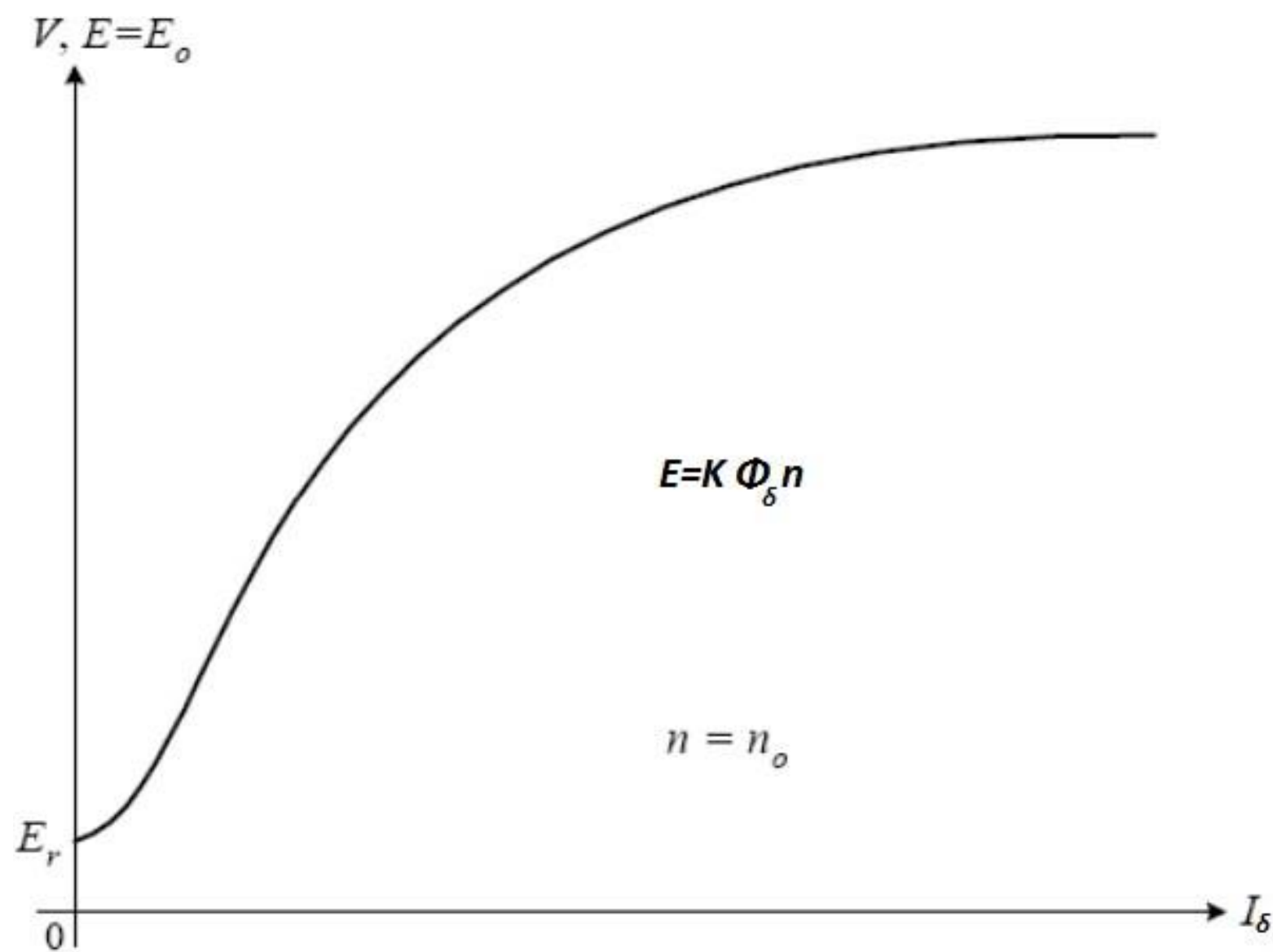
Όταν οι αγωγοί του τυλίγματος τυμπάνου διέρχονται από την ουδέτερη ζώνη, η ταχύτητά τους είναι παράλληλη με τις δυναμικές γραμμές του συνιστάμενου πεδίου, με αποτέλεσμα **η επαγόμενη τάση στα άκρα τους στη συγκεκριμένη περιοχή του χώρου να είναι μηδενική**.

Τυλίγματα βοηθητικών πόλων

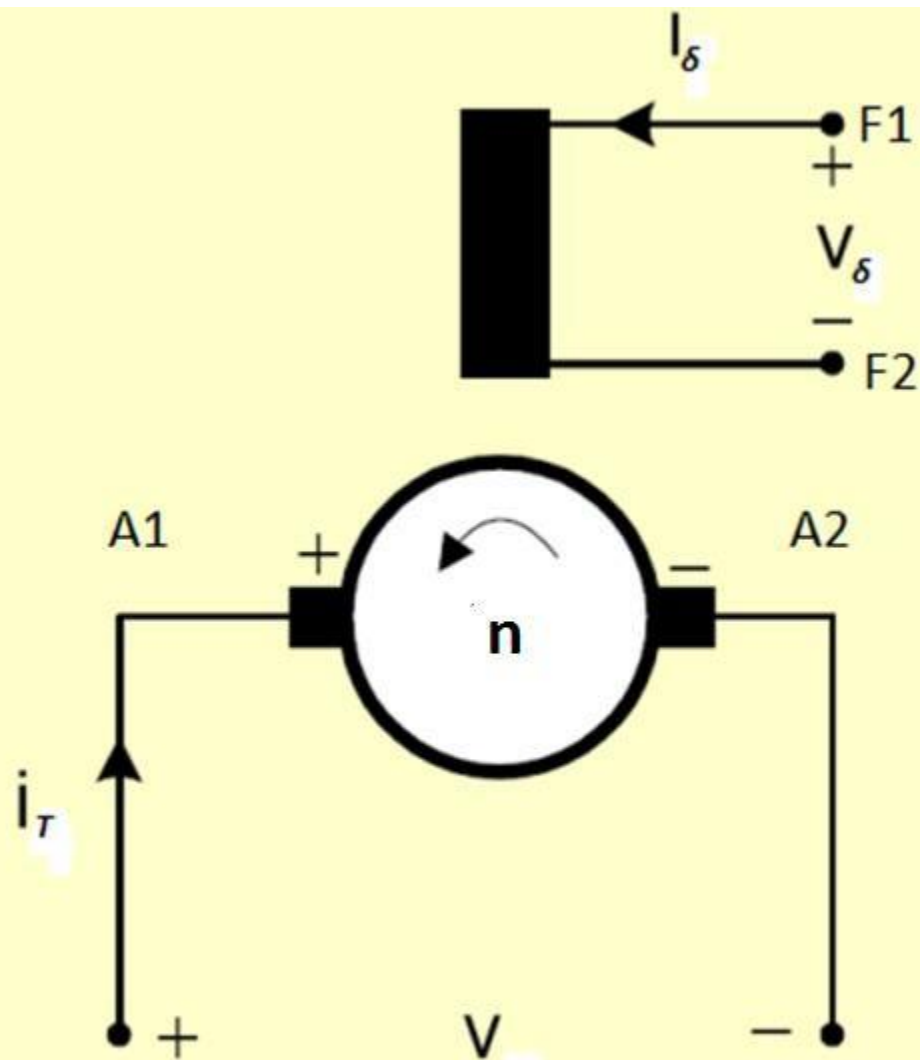
Οι βοηθητικοί πόλοι ή εσωτερικοί πόλοι, τοποθετούνται ενδιάμεσα στους κύριους πόλους και διαρρέονται από το ρεύμα του τυλίγματος τυμπάνου.



Για **λειτουργία γεννήτριας**, τα τυλίγματα των βοηθητικών πόλων συνδέονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε κατά τη φορά περιστροφής του τυμπάνου μετά από κάθε βόρειο κύριο πόλο να υπάρχει ένας νότιος βοηθητικός πόλος και αντίθετα στην περίπτωση του κινητήρα.

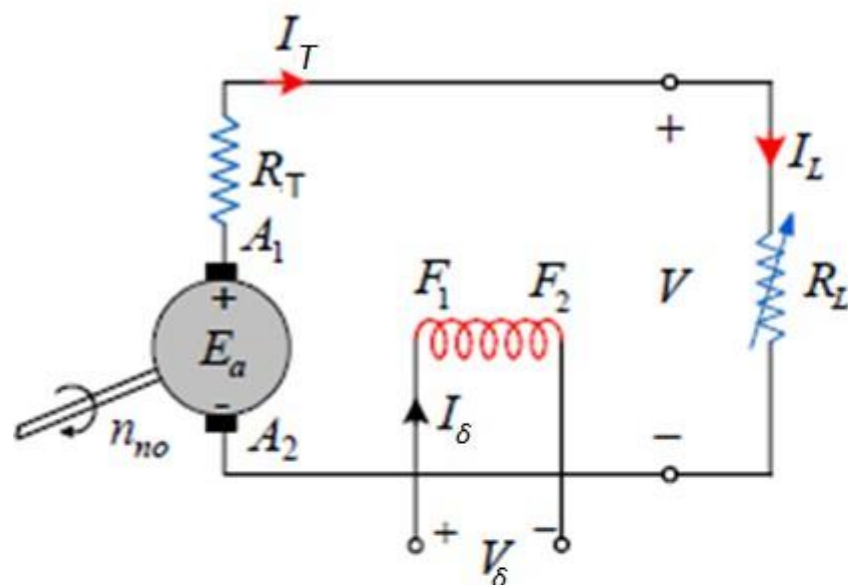


Χαρακτηριστική κενού των μηχανών συνεχούς ρεύματος, στην ταχύτητα n_0



Ξένη διέγερση

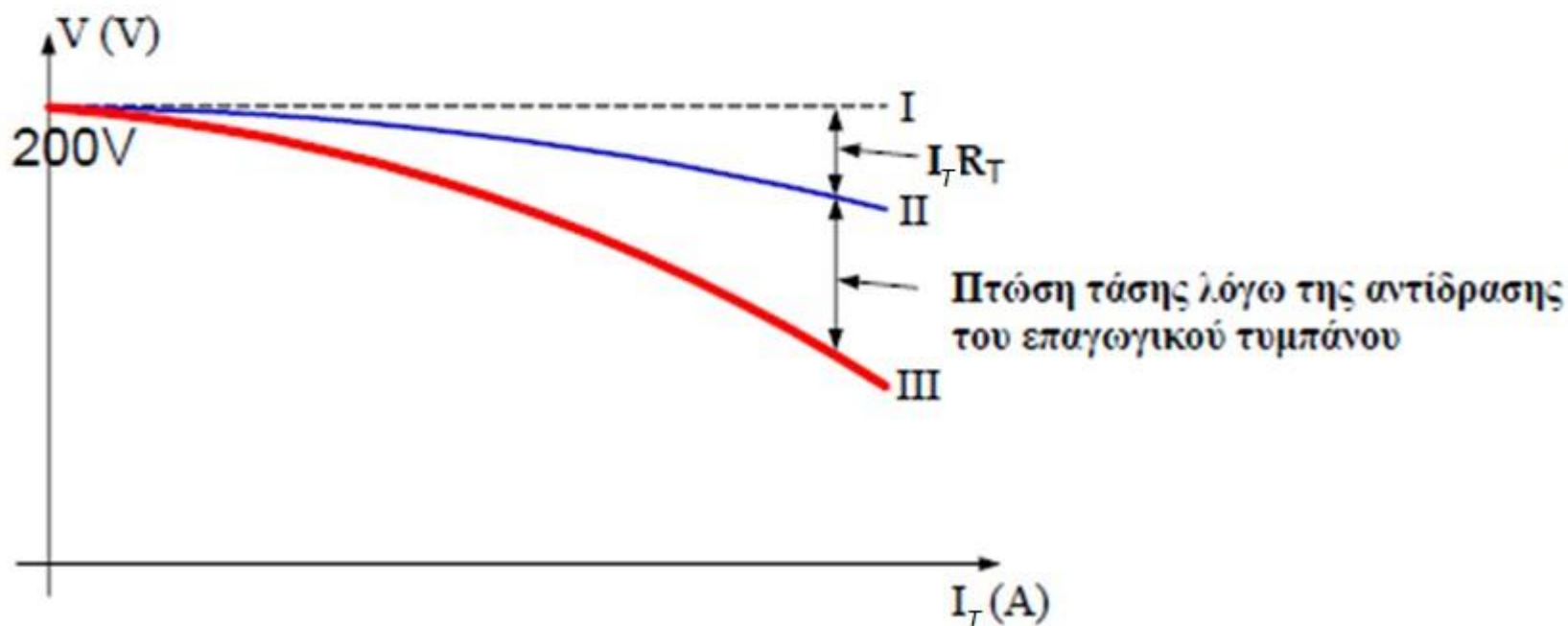
Γεννήτρια ξένης διέγερσης υπό φορτίο

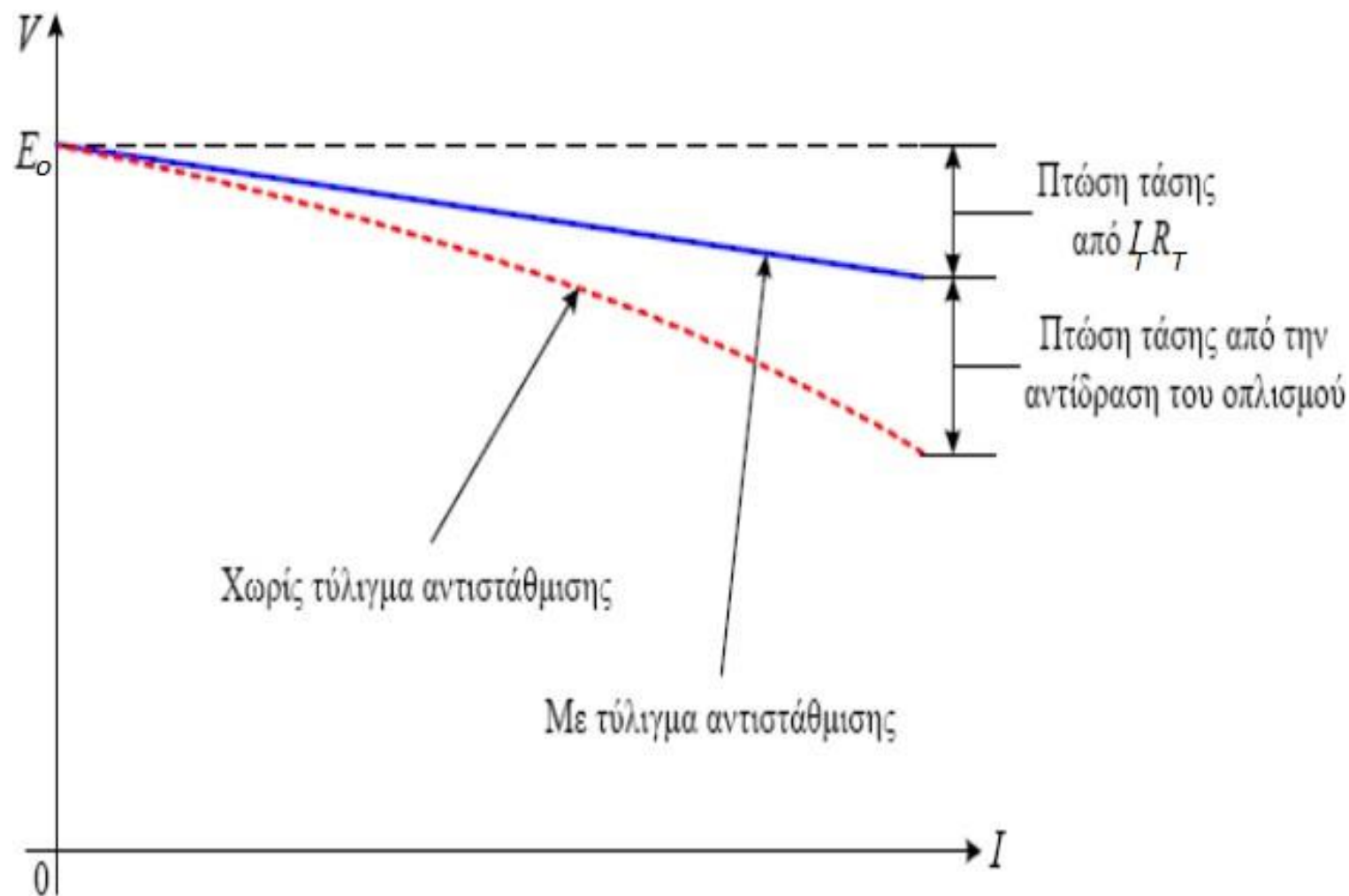


$$V = E_a - I_T R_T$$

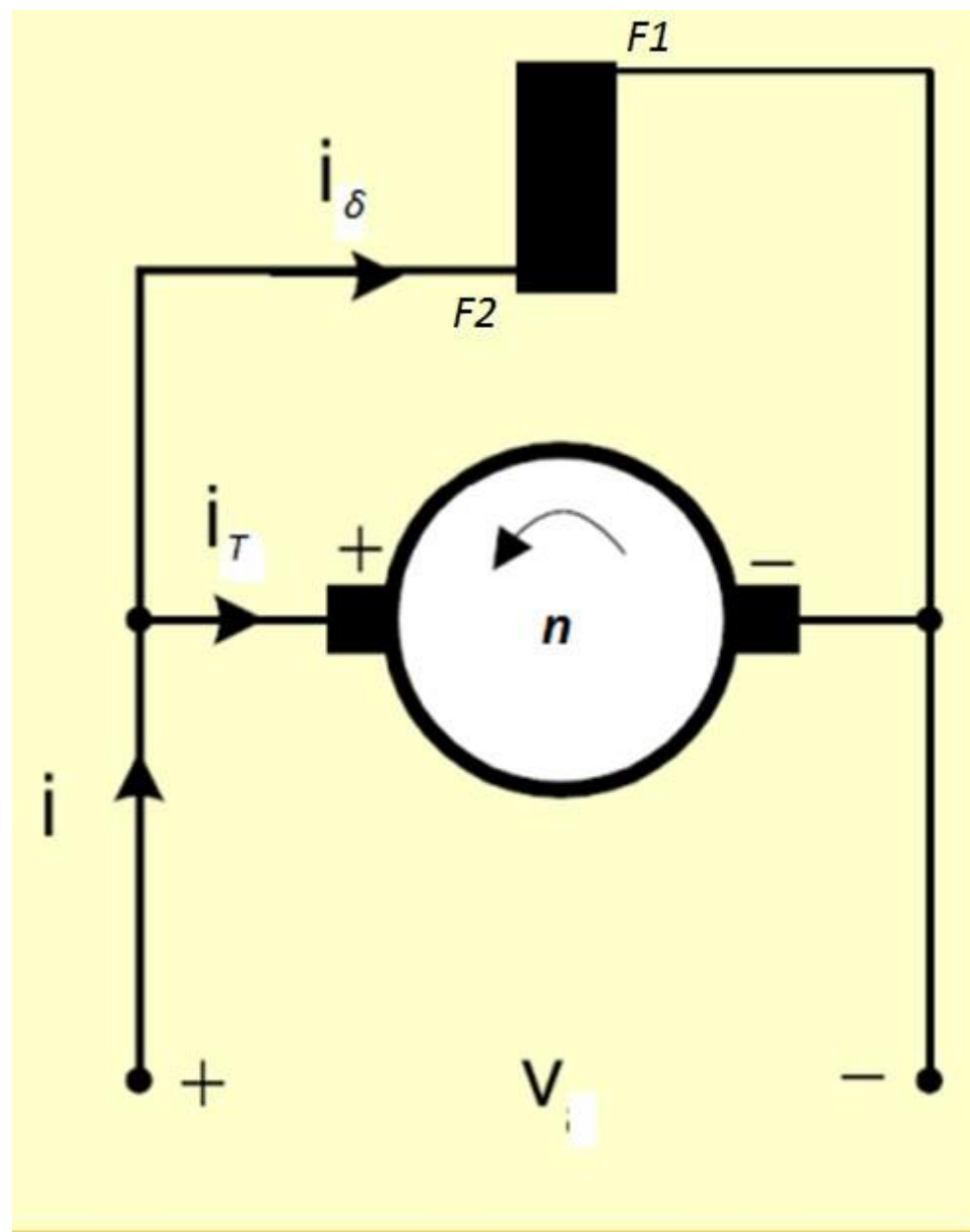
$$V = I_T R_L$$

$$I_T = I_L$$





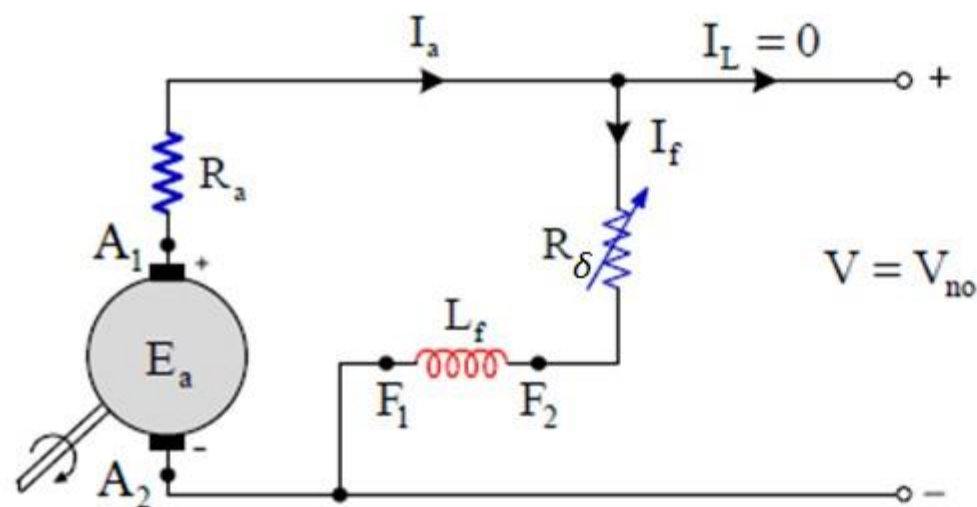
Χαρακτηριστική φορτίου της γεννήτριας με ανεξάρτητη διέγερση



Παράλληλη διέγερση

Γεννήτρια παράλληλης διέγερσης

Σε αντίθεση με τη γεννήτρια ξένης διέγερσης, στη γεννήτρια παράλληλης διέγερσης το τύλιγμα της διέγερσης διακλάδωσης δεν τροφοδοτείται από εξωτερική πηγή τάσης αλλά συνδέεται **παράλληλα** με το **τύλιγμα τυμπάνου**



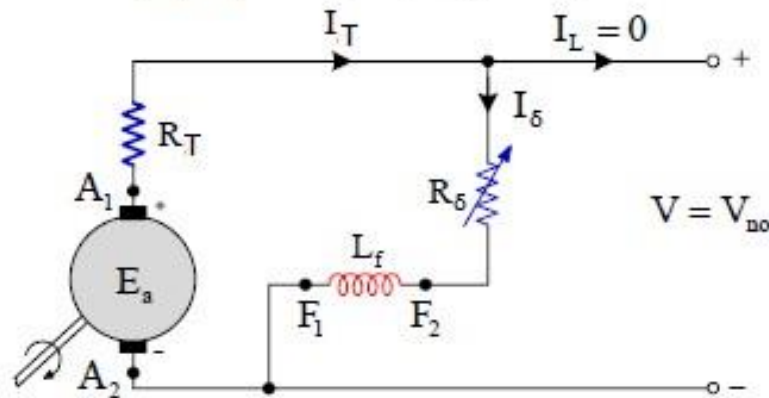
$$I_T = I_\delta$$

$$E_a = V + I_T R_T$$

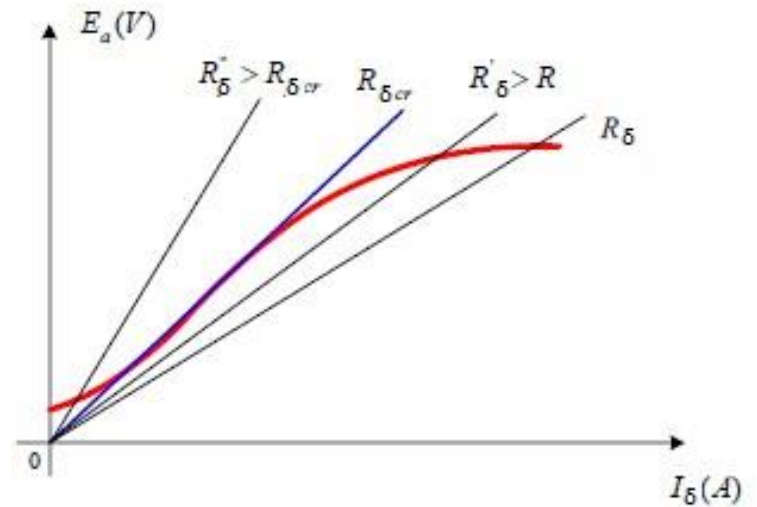
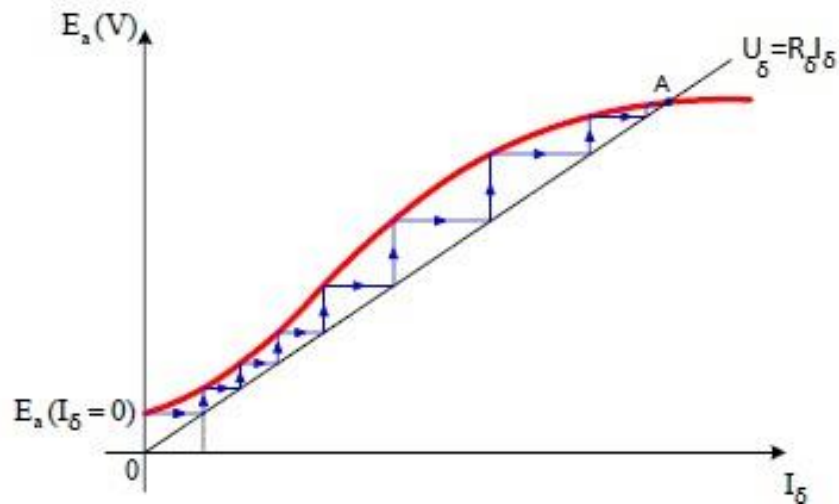
$$V = I_\delta R_\delta$$

Αυτοδιέγερση γεννήτριας παράλληλης διέγερσης

Η διαδικασία της ανάπτυξης της τάσης στους ακροδέκτες της μηχανής, βασίζεται στον **παραμένοντα μαγνητισμό του σιδηρομαγνητικού κυκλώματος** της μηχανής. Η συγκεκριμένη μέθοδος διέγερσης, είναι γνωστή ως **αυτοδιέγερση**. Συνήθως ισχύει περίπου ότι

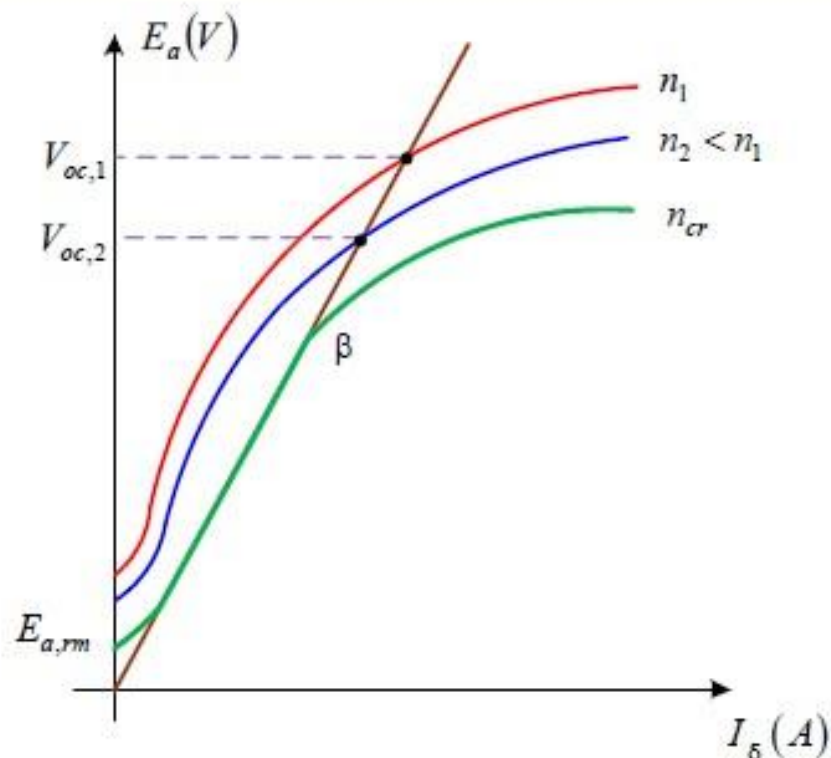


$$\Phi(I_f = 0) = (2 \div 5) \Phi_n$$

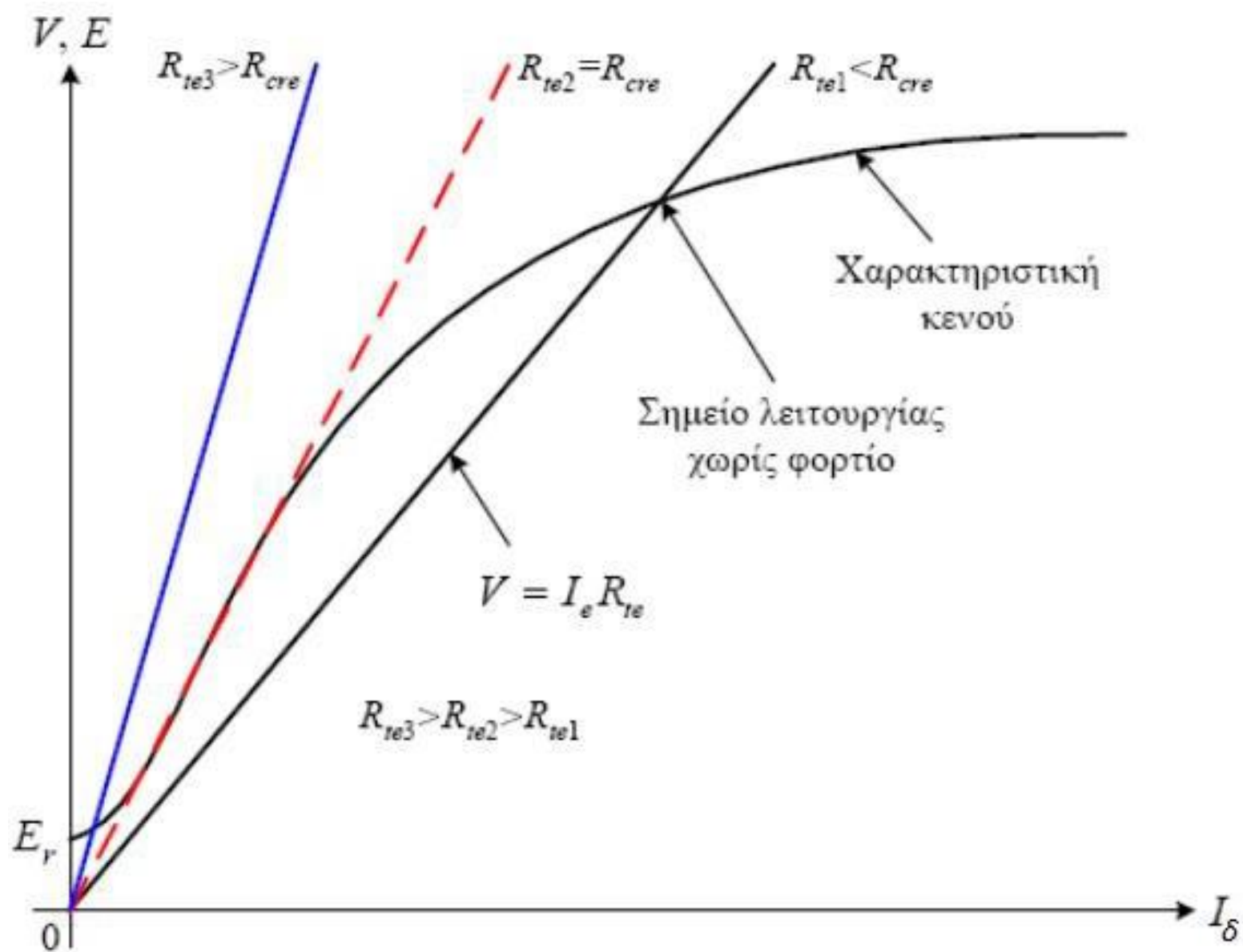


Επίδραση της μεταβολής των στροφών στην αυτοδιέγερση

Η ωμική αντίσταση του κλάδου διέγερσης είναι **σταθερή** και μεταβάλλονται οι **στροφές της μηχανής**

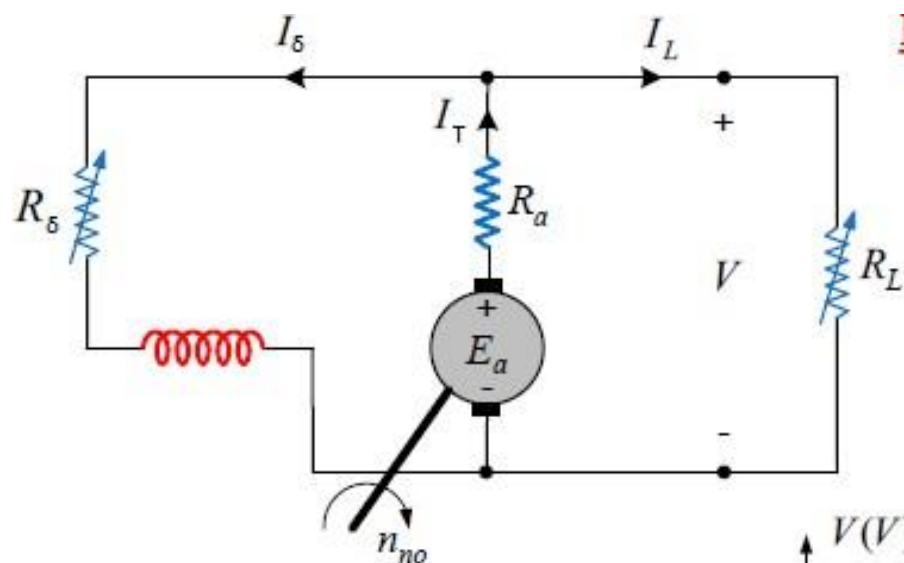


Ελαττώνοντας τις στροφές της μηχανής, ελαττώνεται και η επαγόμενη ΗΕΔ και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση προς τα κάτω της καμπύλης μαγνήτισης.



Αυτοδιέγερση της γεννήτριας παράλληλης διέγερσης με $R_{te} = R_{te1}$

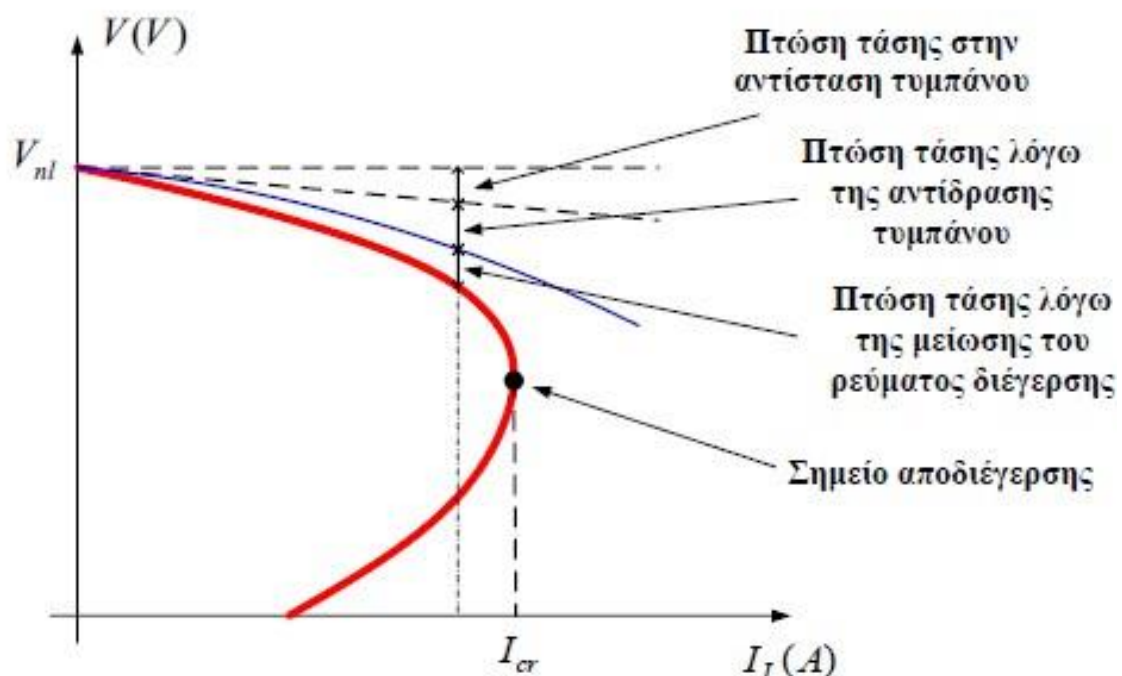
Γεννήτρια παράλληλης διέγερσης υπό φορτίο

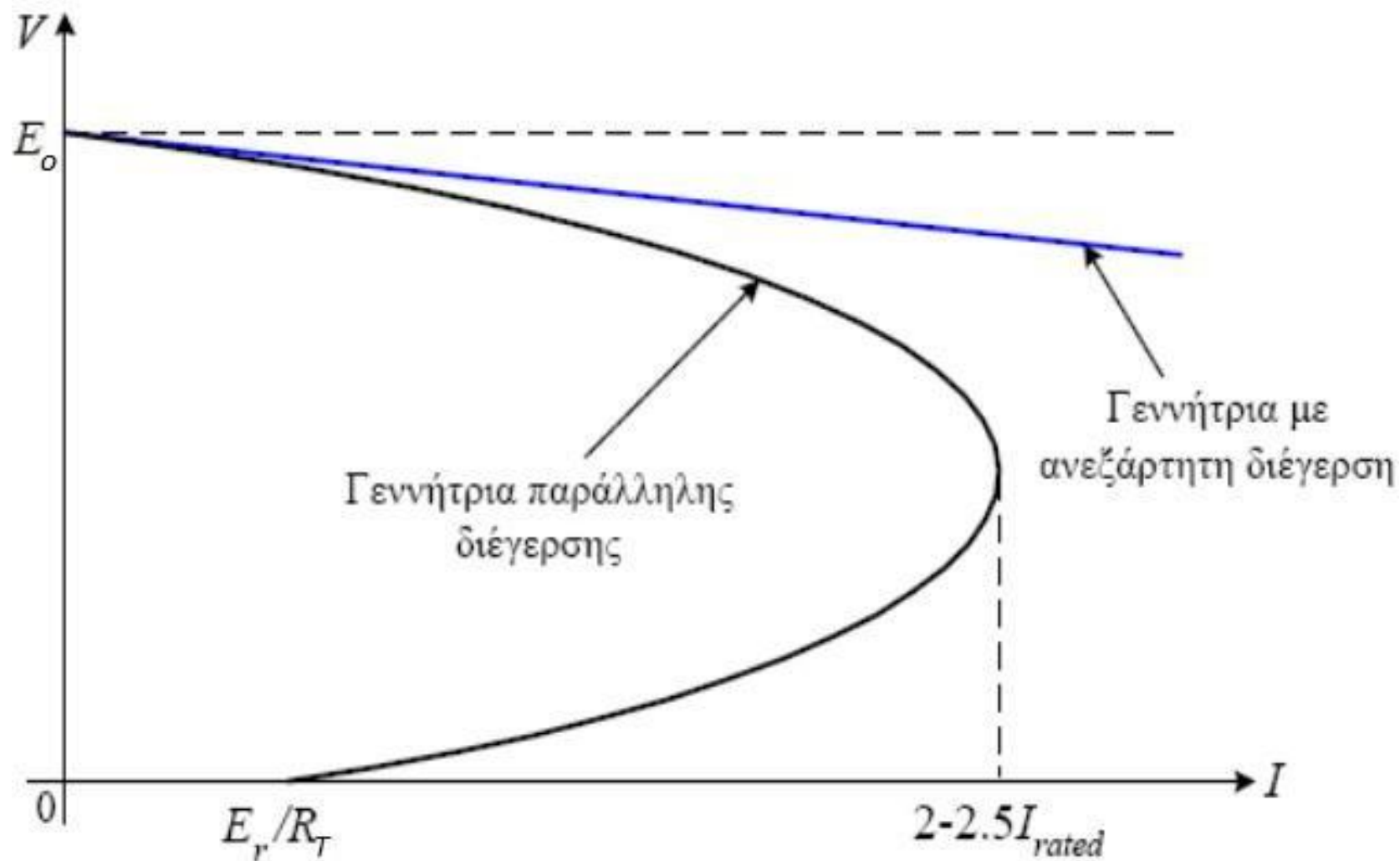


$$E_a = V + I_T R_a$$

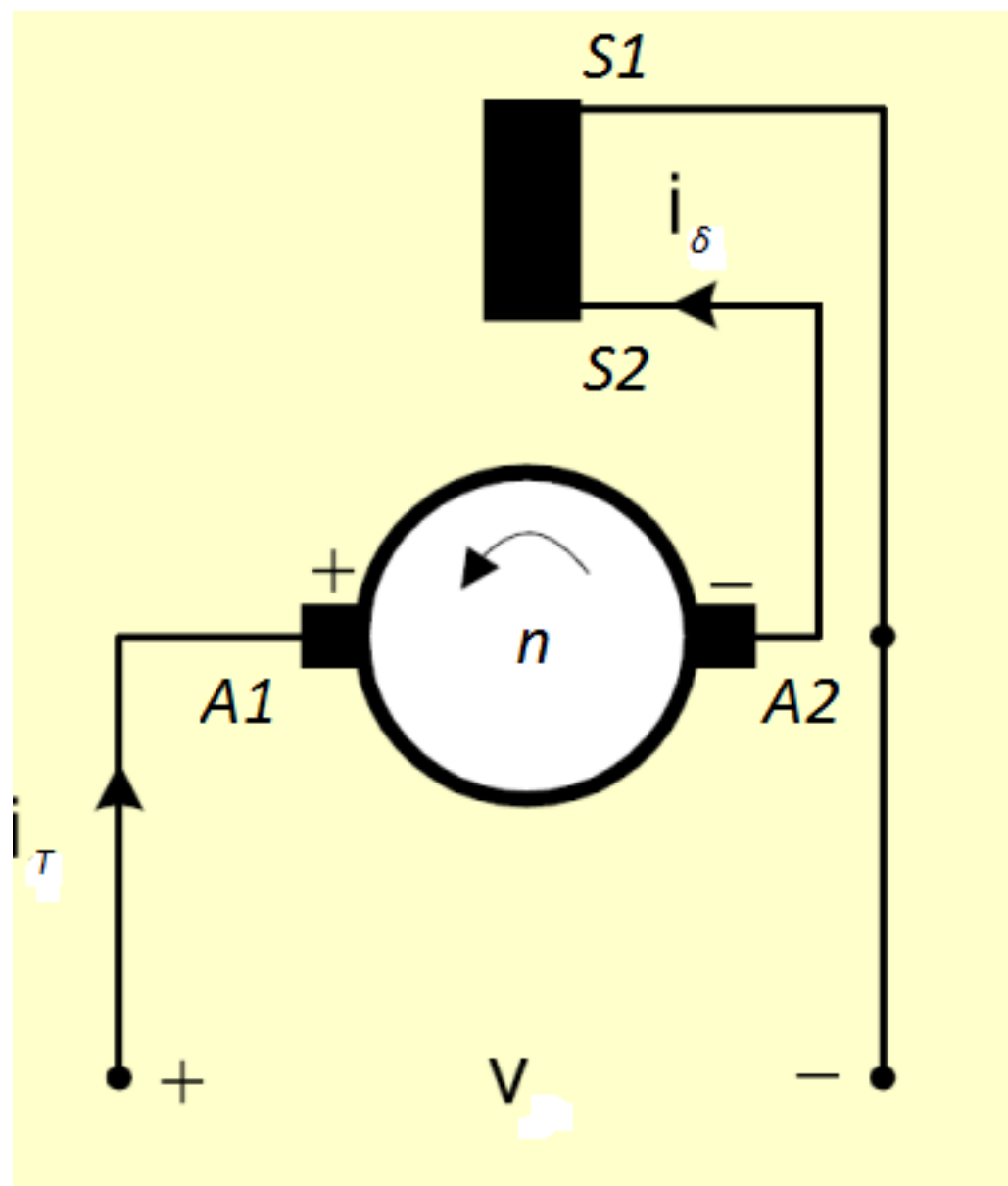
$$V = I_L R_L$$

$$I_T = I_L + I_\delta$$





Χαρακτηριστική φορτίου της γεννήτριας παράλληλης διέγερσης

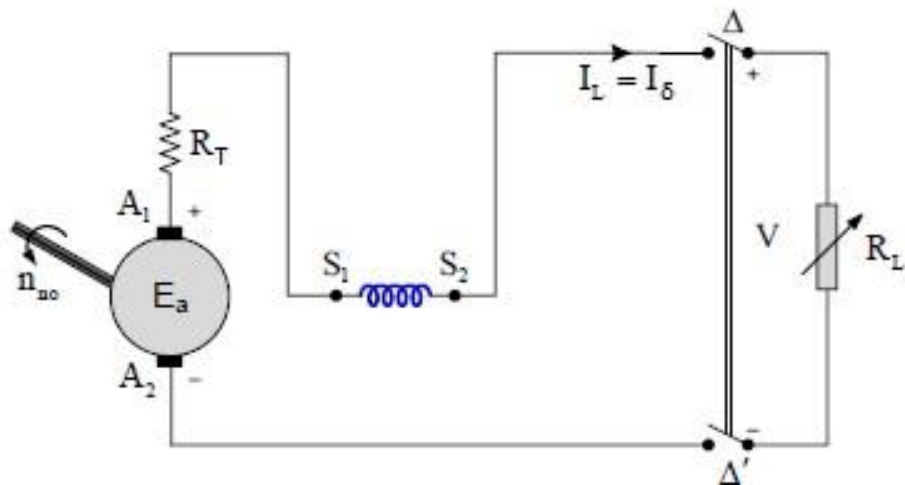


Διέγερση σειράς

Γεννήτρια Σ.Ρ. διέγερσης σειράς υπό φορτίο

Στη γεννήτρια διέγερση σειράς, το **τύλιγμα διέγερσης συνδέεται σε σειρά με το τύλιγμα τυμπάνου**.

Σε αντίθεση με τις μηχανές ξένης και παράλληλης διέγερσης, οι γεννήτριες διέγερσης σειράς χαρακτηρίζονται από **τη μεταβλητότητα της τάσης ακροδεκτών**. Η επαγόμενη τάση είναι συνάρτηση του ρεύματος φορτίου, καθ' όσον το τύλιγμα διέγερσης των μηχανών της κατηγορίας αυτής, συνδέεται σε σειρά με το τύλιγμα τύμπανου.



$$E_a = V + I_T (R_T + R_s)$$

$$I_\delta = I_T = I_L$$

$$V = I_T R_L = I_L R_L$$

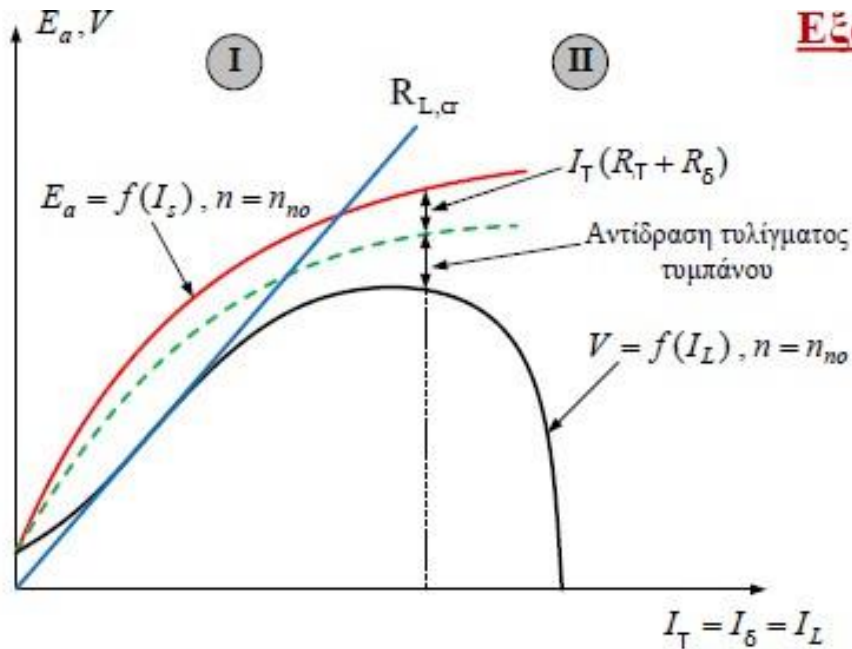
Εξωτερική χαρακτηριστική $V=f(I_L)$

Μαγνητική χαρακτηριστικής

$$E_a = f(I_\delta) = f(I_L) \quad , \quad I_\delta = I_L$$

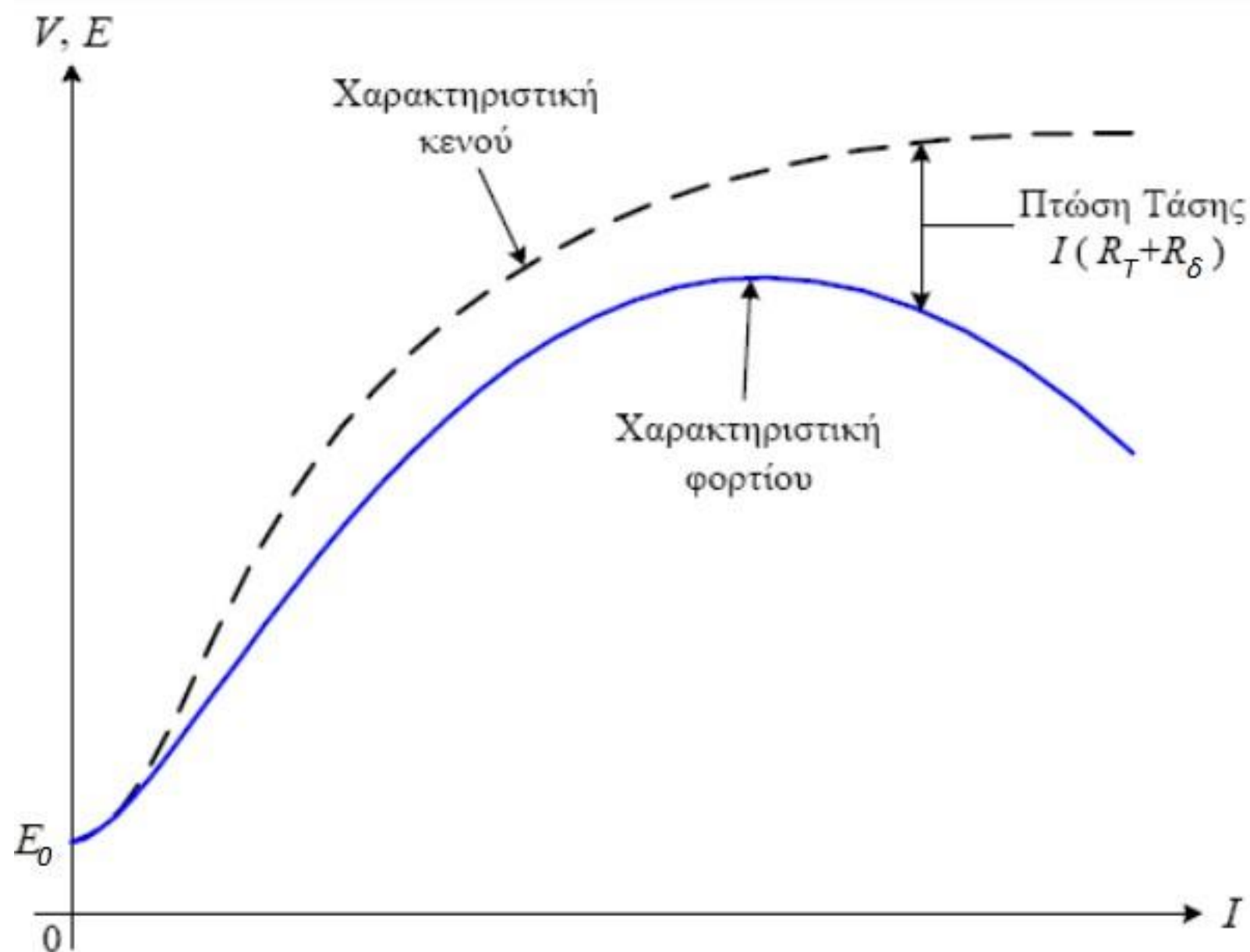
Εσωτερική χαρακτηριστική (διακεκομμένη).

Κρίσιμη αντίσταση $R_{L,cr}$: Οριακή τιμή για την αυτοδιέγερση της μηχανής.

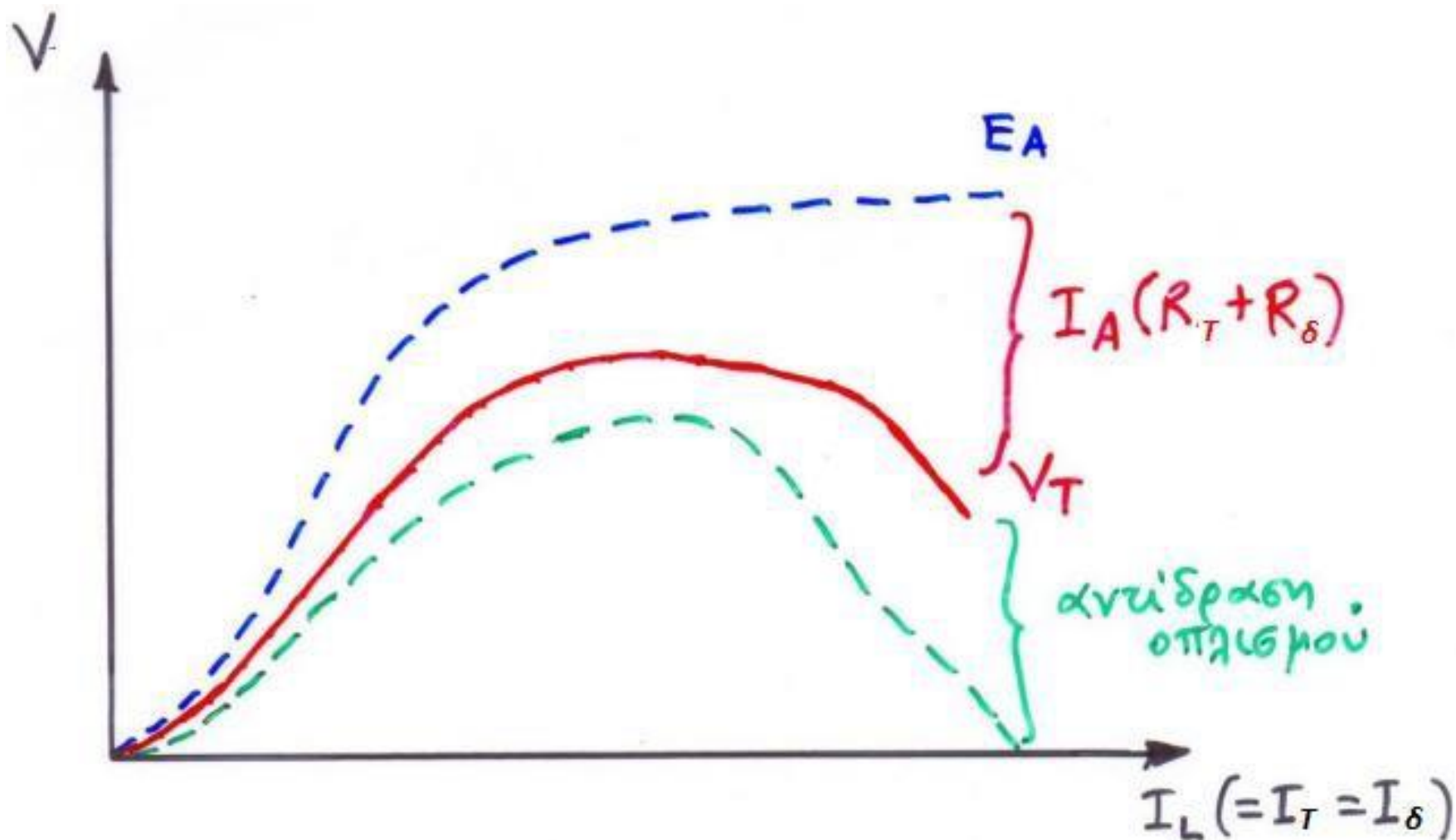


Περιοχή I: Η αύξηση της επαγόμενης Η.Ε.Δ. E_a με την αύξηση του ρεύματος στο φορτίο, είναι μεγαλύτερη από την αύξηση στην πτώση τάσης στη σε σειρά ωμική αντίσταση με αποτέλεσμα τη συνεχή αύξηση της τάσης ακροδεκτών. Καθώς η τιμή της E_a πλησιάζει στην περιοχή του κορεσμού, γίνεται ολοένα και πιο σταθερή.

Περιοχή II: Περαιτέρω αύξηση του ρεύματος του φορτίου, έχει σαν αποτέλεσμα τη δραστική μείωση της τάσης στο φορτίο, διότι στη συγκεκριμένη περιοχή η μεταβολή στην E_a είναι σχεδόν μηδενική, ενώ η πτώση τάσης στην ωμική αντίσταση εξακολουθεί να αυξάνει. Η γεννήτρια Σ.Ρ. διέγερσης σειράς, παρουσιάζει **έντονη διακύμανση της τάσης ακροδεκτών**.

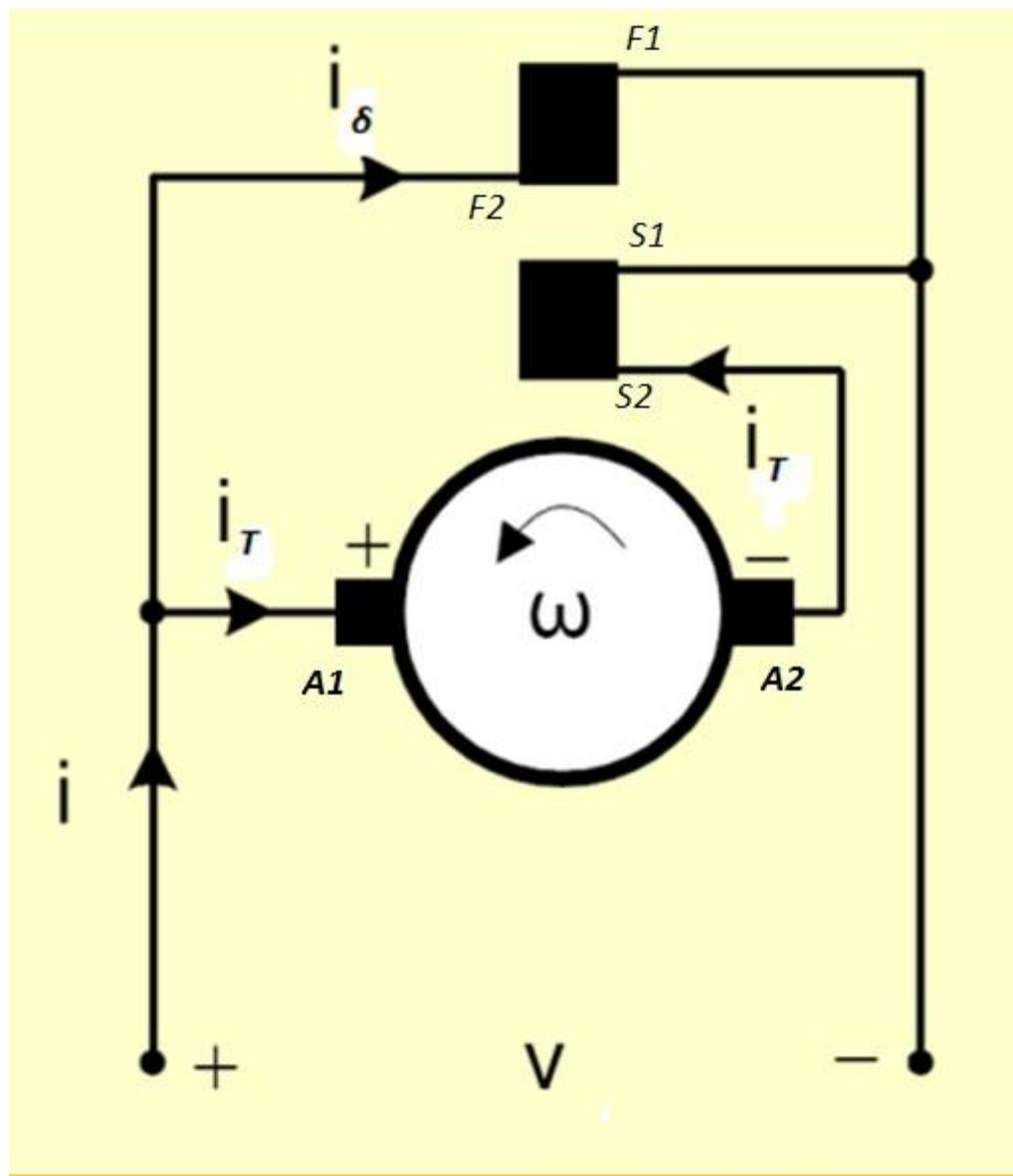


Χαρακτηριστική φορτίου της γεννήτριας με διέγερση σειράς



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

α) Γεννήτριας Σ.Ρ. με διέγερση σειράς

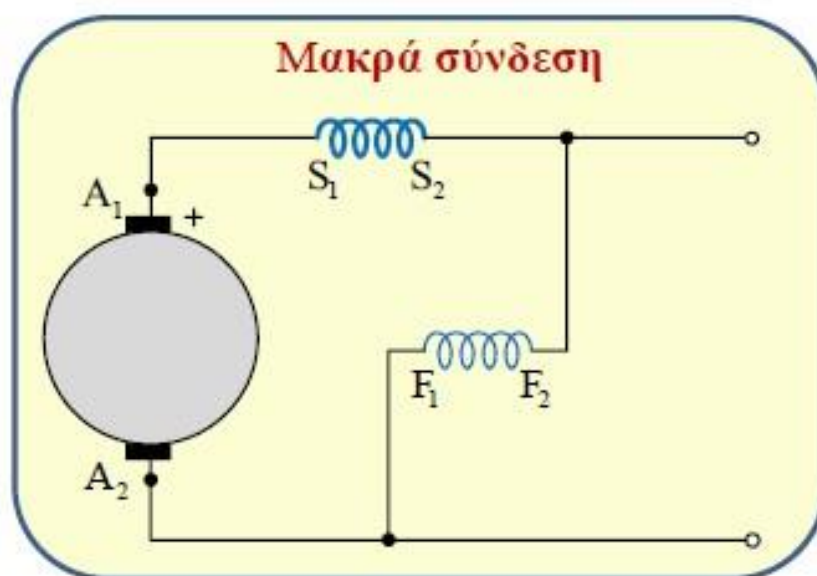
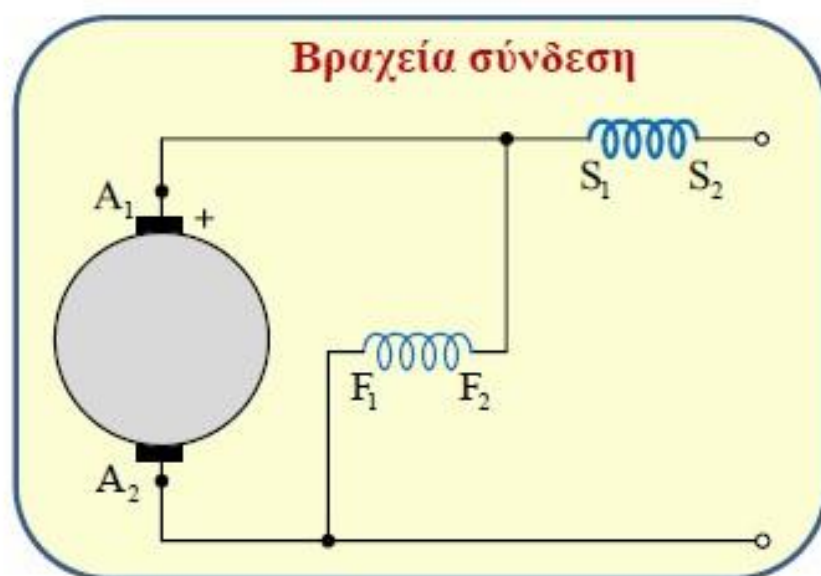


Σύνθετη διέγερση

Γεννήτριας Σ.Ρ. σύνθετης διέγερσης

Είναι εφοδιασμένες με ένα **τύλιγμα κύριας διέγερσης** το οποίο **συνδέεται παράλληλα με τους ακροδέκτες του τυλίγματος τύμπανου**. Επιπλέον διαθέτουν ένα **επιπρόσθετο τύλιγμα διέγερσης**, το οποίο **συνδέεται σε σειρά με το τύλιγμα τύμπανου** και το φορτίο (**τύλιγμα διέγερσης σειράς**), έχει πολύ λιγότερες σπείρες από το αντίστοιχο τύλιγμα της παράλληλης διέγερσης και αποτελείται από αγωγούς αρκετά μεγάλης διαμέτρου, καθ' όσον από αυτό διέρχεται σχεδόν όλη η ένταση του τυλίγματος τύμπανου της γεννήτριας.

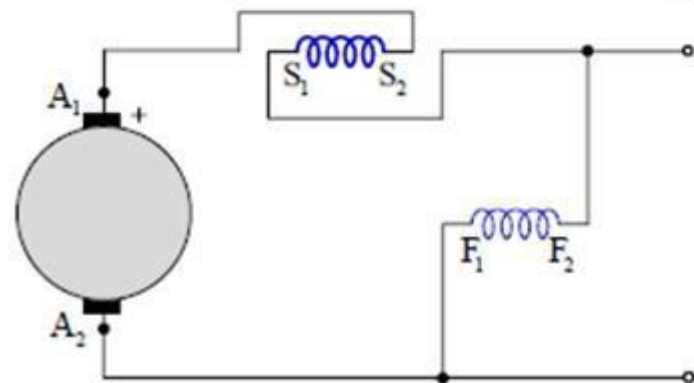
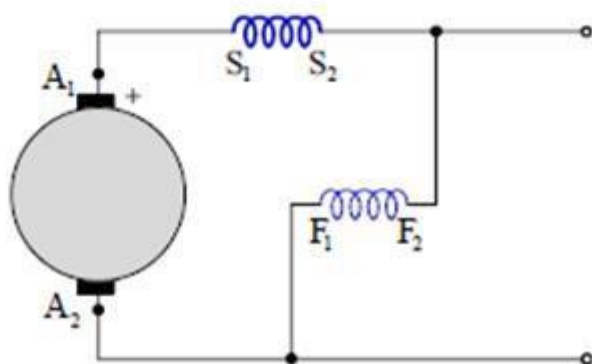
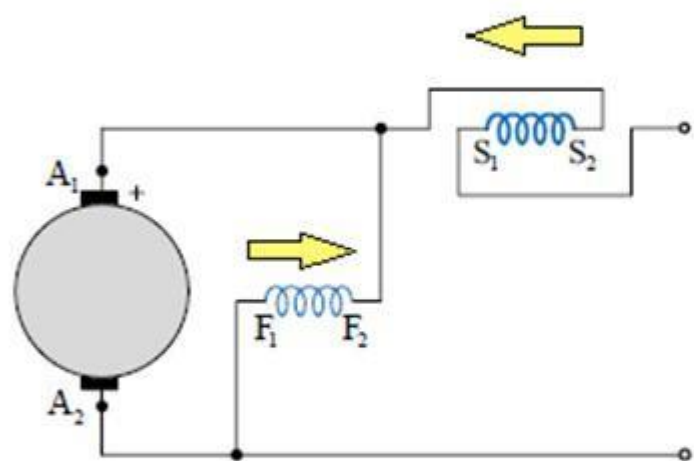
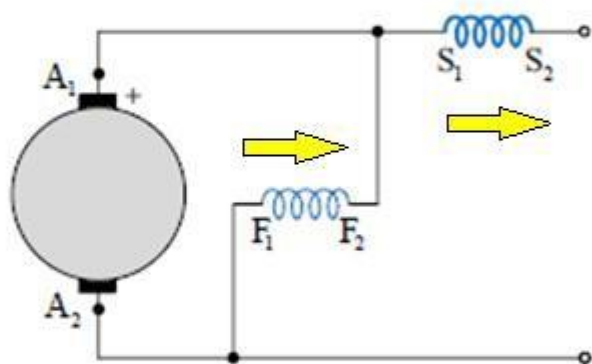
Ανάλογα με το εάν το **τύλιγμα παράλληλης διέγερσης** συνδέεται **πιο κοντά με το τύλιγμα τυμπάνου σε σχέση με το τύλιγμα διέγερσης σειράς**, διακρίνουμε δύο διαφορετικές συνδεσμολογίες στη γεννήτρια σύνθετης διέγερσης.



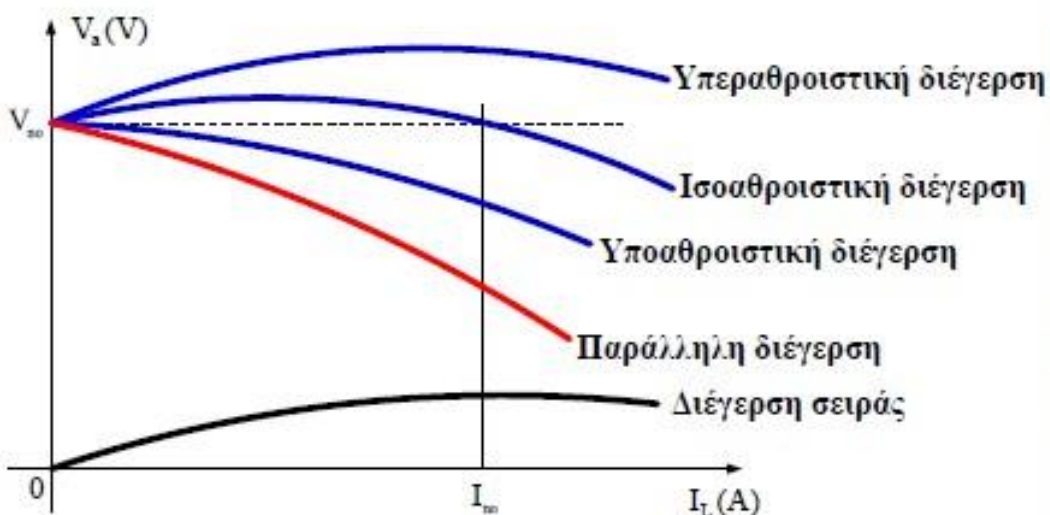
Γεννήτριας Σ.Ρ. σύνθετης διέγερσης

Ανάλογα με τις συνδέσεις των επιμέρους τυλιγμάτων διέγερσης, τα μαγνητικά πεδία που δημιουργούν, μπορούν να δρουν μεταξύ τους **αθροιστικά** ή **αφαιρετικά**. Δηλαδή, οι αντίστοιχες μαγνητεγερτικές δυνάμεις των τυλιγμάτων να **προστίθενται** ή να **αφαιρούνται**. Στις περιπτώσεις αυτές, η γεννήτρια χαρακτηρίζεται ως:

- **Αθροιστικής** ή **Προσθετικής σύνδεσης** και
- **Διαφορικής** ή **Αφαιρετικής σύνδεσης**



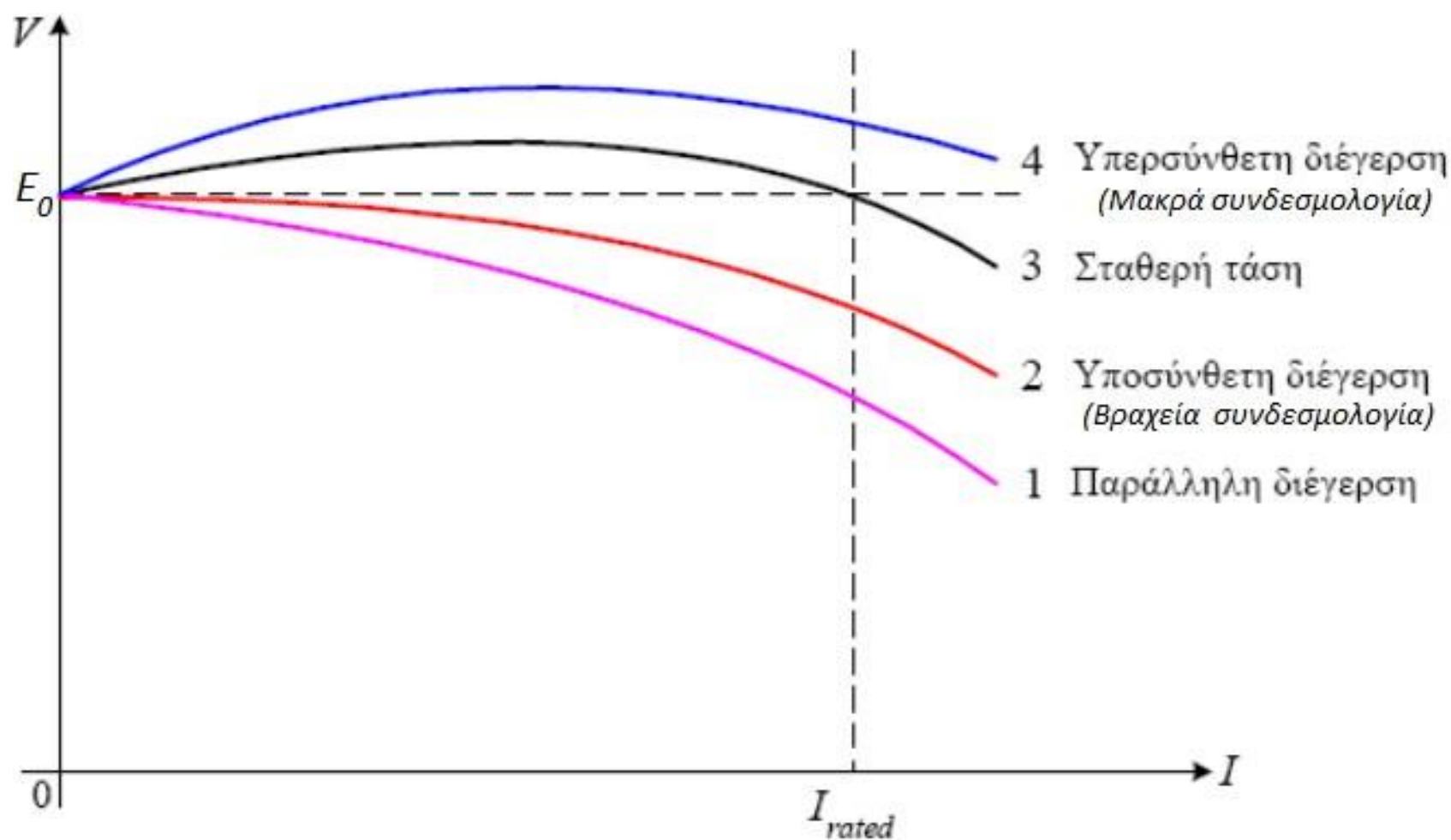
Γεννήτρια σύνθετης διέγερσης – Ενισχυτική διάταξη



Υπερσύνθετη η Υπεραθροιστική διέγερση: Η τάση ακροδεκτών στο πλήρες φορτίο είναι μεγαλύτερη της αντίστοιχης κενής λειτουργίας. Το μαγνητικό πεδίο του τυλίγματος διέγερσης σειράς είναι αρκετά ισχυρό, με αποτέλεσμα η τάση ακροδεκτών με την αύξηση του ρεύματος στο φορτίο δεν εμφανίζει βύθιση αλλά ανύψωση. Η συγκεκριμένη συνδεσμολογία, χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις εκείνες που το φορτίο βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από τη γεννήτρια, για να αντισταθμίζει την πτώση τάσης στις αντιστάσεις της γραμμής μεταφοράς.

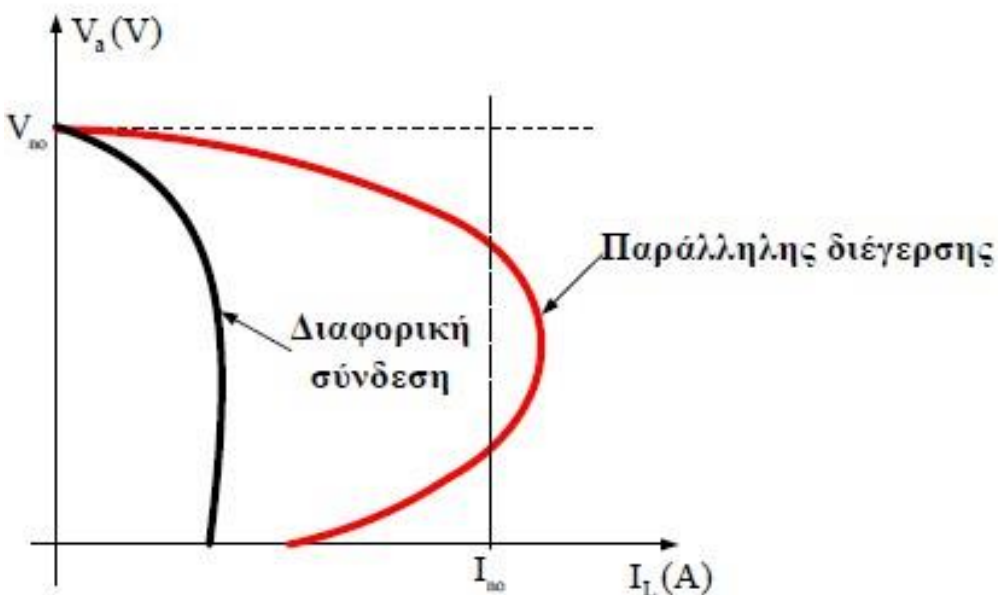
Υποσύνθετη η Υποαθροιστική διέγερση: Το μαγνητικό πεδίο του τυλίγματος διέγερσης σειράς είναι αρκετά ασθενές, οπωσδήποτε όμως λόγω της αθροιστικής σύνδεσης, η πτώση τάσης για συγκεκριμένες συνθήκες φόρτισης και ταχύτητα περιστροφής είναι μικρότερη από ότι στην περίπτωση της παράλληλης διέγερσης.

Επίπεδη σύζευξη η ισοαθροιστική διέγερση: Η τάση ακροδεκτών της μηχανής στο πλήρες φορτίο είναι ίση με την εν κενώ τιμή. Η χαρακτηριστική σε αυτή τη περίπτωση, τείνει να προσεγγίσει τη συμπεριφορά μιας ιδανικής πηγής τάσης. Ο βαθμός της σύζευξης μεταξύ των δύο πεδίων, καθορίζεται παρεμβάλλοντας μια ρυθμιστική αντίσταση χαμηλής τιμής παράλληλα με το τύλιγμα σειράς και ελέγχοντας έτσι την ένταση του.



Χαρακτηριστικές φορτίου της γεννήτριας με αθροιστική σύνθετη διέγερση, ανάλογα με την επίδραση του τυλίγματος σειράς

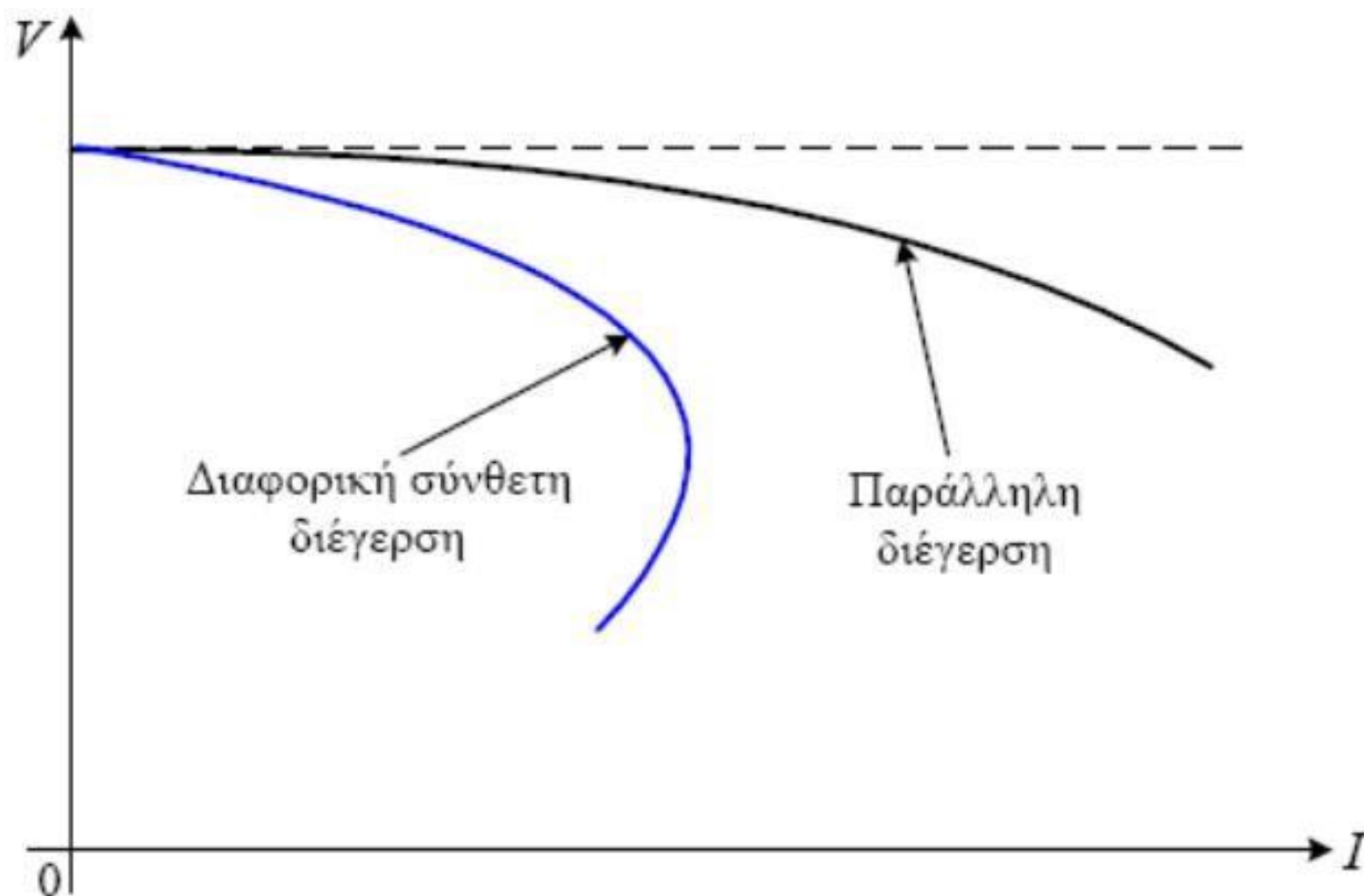
Γεννήτρια σύνθετης διέγερσης – Διαφορική σύνδεση



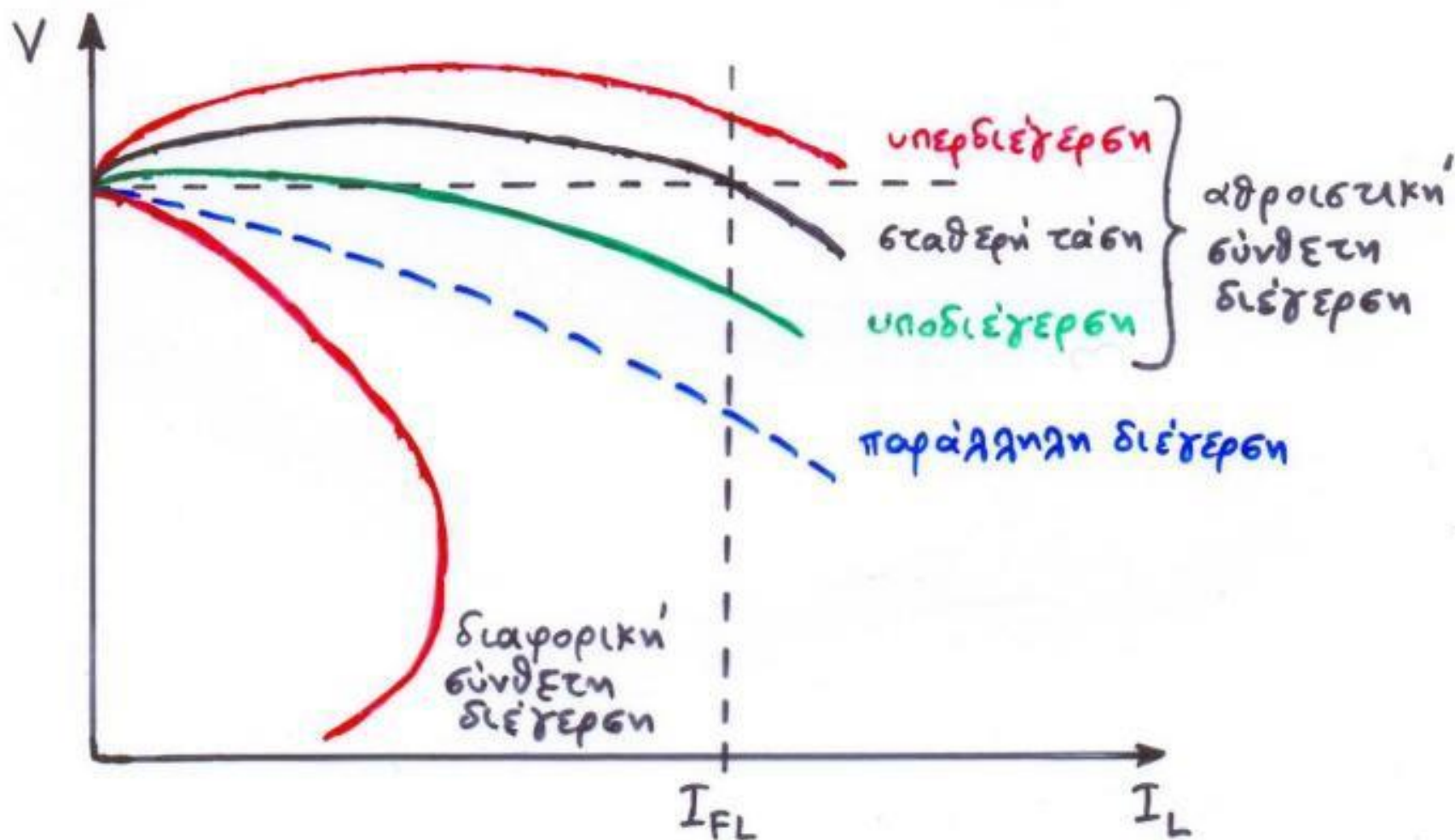
Εάν η φορά του ρεύματος μέσω του τυλίγματος διέγερσης σειράς **αντιστραφεί**, **αλλάζοντας** τις συνδέσεις των ακροδεκτών του τυλίγματος αυτού, η δράση της Μ.Ε.Δ. του τυλίγματος σειράς γίνεται **αντίθετη** της αντίστοιχης της Μ.Ε.Δ. του τυλίγματος της κύριας διέγερσης. Αλλά η Μ.Ε.Δ. του παράλληλου τυλίγματος είναι **αρκετά** **μεγαλύτερη** του τυλίγματος σειράς, με αποτέλεσμα η απομαγνητίζουσα επίδραση του να μπορεί να θεωρηθεί ως μια **ισοδύναμη** **μεγαλύτερη** επίδραση της αντίδρασης του τυλίγματος τύμπανου μιας γεννήτριας παράλληλης διέγερσης

Η εξωτερική χαρακτηριστική μιας γεννήτριας σύνθετης διέγερσης διαφορικής σύνδεσης, είναι όμοια με εκείνη της παράλληλης διέγερσης αλλά με **μεγαλύτερη** πτώση τάσης για συγκεκριμένη φόρτιση.

Χρήση: Σε εφαρμογές όπου μια υπερφόρτιση ή βραχυκύκλωμα παρά τις έντονες μεταβολές της τάσης, **περιορίζει** το ρεύμα στο φορτίο σε μια **ασφαλή** τιμή.

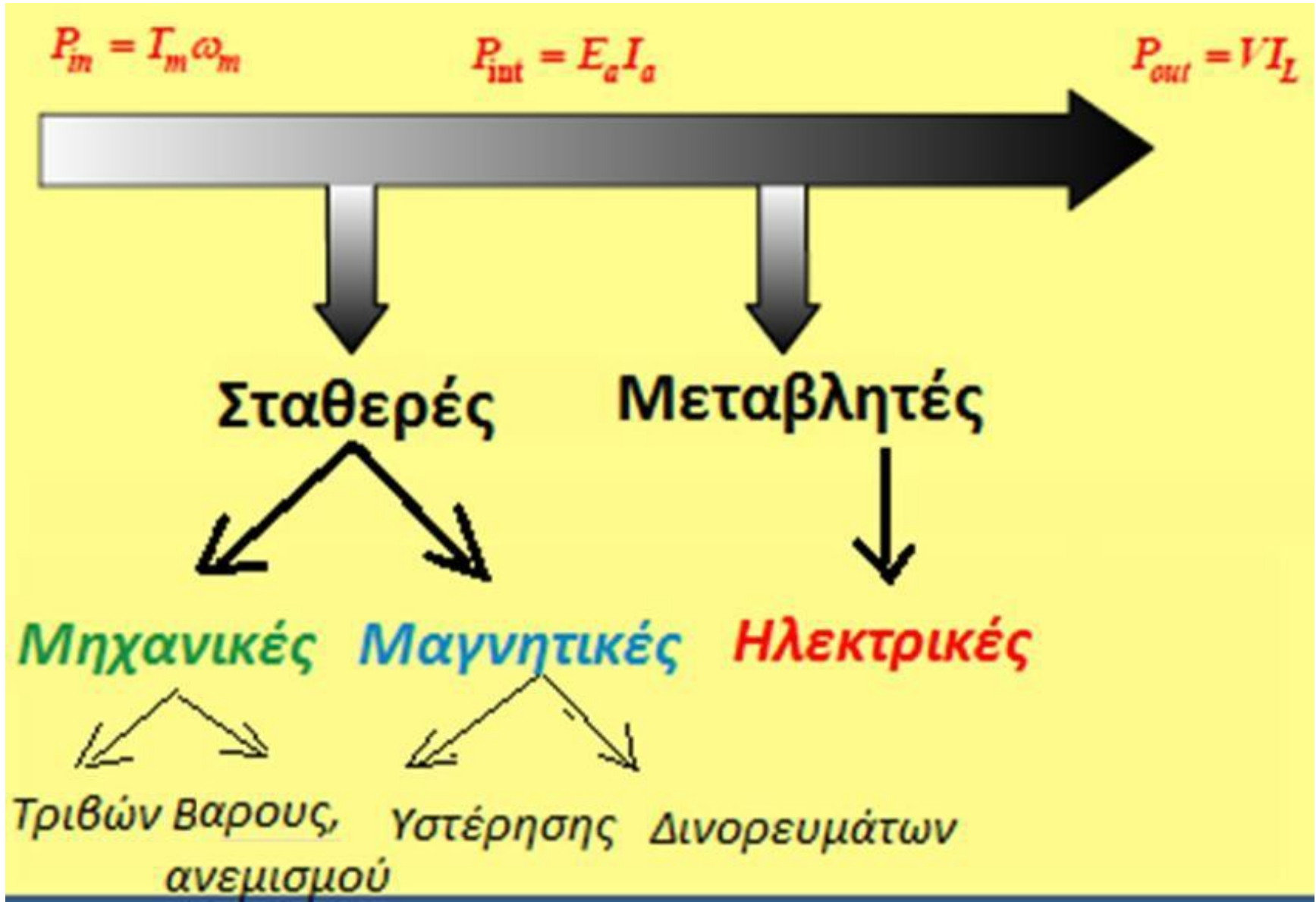


Χαρακτηριστική φορτίου της γεννήτριας με διαφορική σύνθετη διέγερση



Γεννήτριας Σ.Ρ. με σύνθετη διεγερση

Απώλειες



Απώλειες

Απώλειες ισχύος

- Ηλεκτρικές απώλειες
- Μηχανικές απώλειες
- Μαγνητικές απώλειες

✚ Ηλεκτρικές απώλειες, (Απώλειες χαλκού) ,
δηλαδή απώλειες στις **ωμικές αντιστάσεις** των
διαφόρων τυλιγμάτων

Ένα μικρό ποσοστό των ηλεκτρικών απωλειών,
αντιστοιχεί στις απώλειες των **ψηκτρών**.

Απώλειες

✦ Μηχανικές απώλειες:

- **Απώλειες τριβών:** Κυρίως στα έδρανα (ρουλεμάν) του άξονα, καθώς επίσης και σε ένα μικρό ποσοστό στις τριβές μεταξύ του συστήματος συλλέκτη-ψηκτρών.
- **Απώλειες ανεμισμού.** Προκαλούνται από τη πτερωτή στον άξονα της μηχανής.
Οι **απώλειες τριβών** και **ανεμισμού**, είναι ανάλογες της ταχύτητας του άξονα περιστροφής

✦ Μαγνητικές απώλειες (Απώλειες Σιδήρου): Μαγνητικής υστέρησης και δινορρευσμάτων, το άθροισμά τους αποτελεί τις λεγόμενες απώλειες του πυρήνα.

Η θεώρηση των **μηχανικών απωλειών** και των **απωλειών πυρήνα** σε έναν κοινό όρο, γνωστό ως **απώλειες περιστροφής**

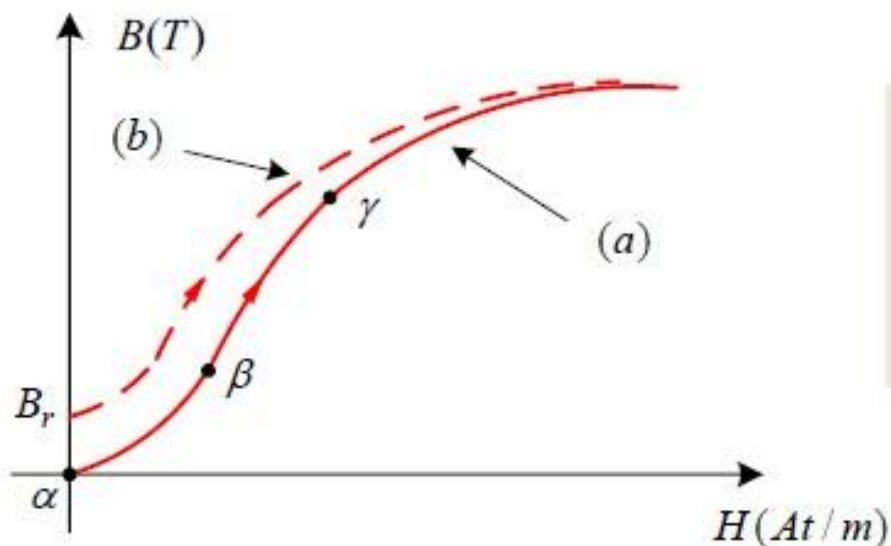
Σιδηρομαγνητικά υλικά

Με τη χρήση τους, μπορούμε να πετύχουμε **μεγάλες πυκνότητες μαγνητικής ροής**, με σχετικά χαμηλά επίπεδα τιμών μαγνητεγερτικών δυνάμεων.

Επιπρόσθετα, μαγνητικά υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο να περιορίσουν και να οδηγήσουν τη μαγνητική ροή σε καθορισμένα "μονοπάτια".

Τα σιδηρομαγνητικά υλικά, συνίστανται από σίδηρο και κράματα σιδήρου με κοβάλτιο, νικέλιο, αλουμίνιο, και άλλα μέταλλα.

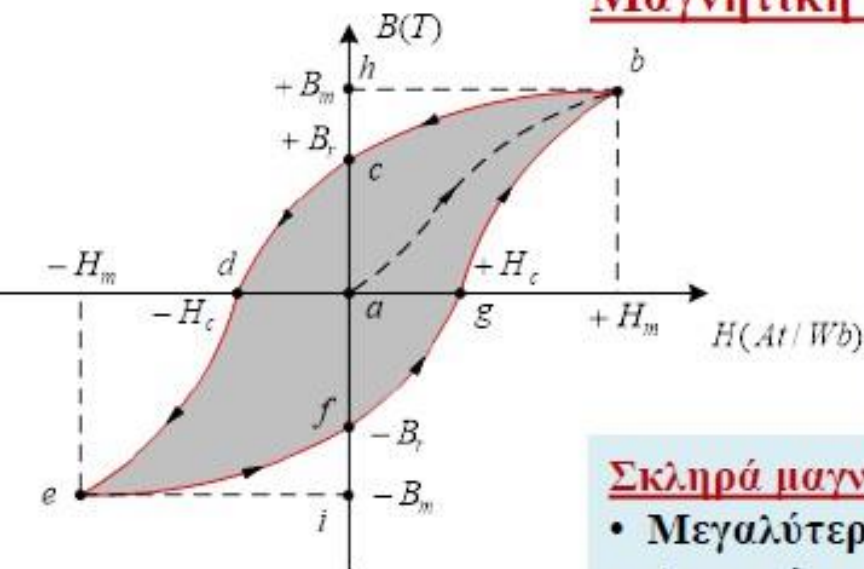
Καμπύλη μαγνήτισης $B = f(H)$



Στα σιδηρομαγνητικά υλικά, η σχέση $B = f(H)$ εμφανίζει έντονη μη γραμμικότητα και αυτό οφείλεται σε δύο λόγους,

- στον κορεσμό και
- στη μαγνητική υστέρηση

Μαγνητική υστέρηση



Η μαγνήτιση ενός υλικού δεν εξαρτάται μόνο από την ένταση του μαγνητικού πεδίου, αλλά και από το πρόσφατο ιστορικό μαγνήτισης του υλικού. Συνεπώς η καμπύλη μαγνήτισης ενός σιδηρομαγνητικού υλικού δεν είναι μοναδική. Η κλειστή καμπύλη, είναι γνωστή ως **βρόχος υστέρησης**.

Σκληρά μαγνητικά υλικά (Μεγάλο εμβαδόν ο βρόχος υστέρησης)

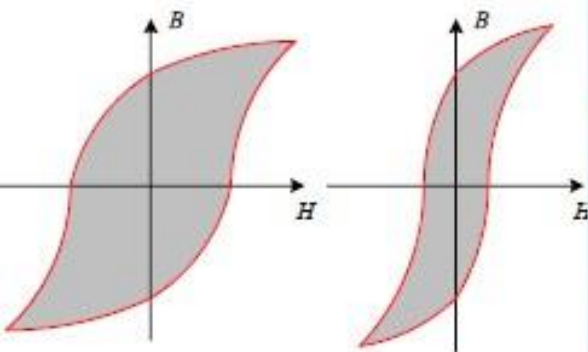
- Μεγαλύτερη παραμένουσα μαγνήτιση
- Απαιτούν μεγαλύτερη τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου για την πλήρη απομαγνήτιση τους

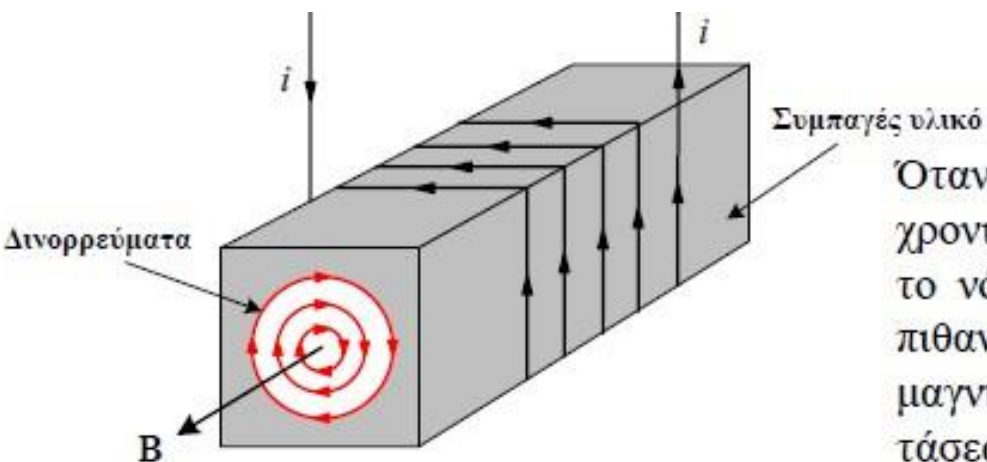
Χρήση: Για την κατασκευή μόνιμων μαγνητών.

Μαλακά μαγνητικά υλικά, (Μικρότερο εμβαδόν του βρόχου υστέρησης)

- Μικρή παραμένουσα μαγνήτιση
- Απαιτούν μικρότερες εντάσεις απομαγνήτισης.
- Οι απώλειες μαγνητικής υστέρησης είναι μικρότερες.

Χρήση: Για την κατασκευή των ηλεκτρικών μηχανών (κινητήρες, γεννήτριες) και των μετασχηματιστών, δηλαδή εφαρμογών που απαιτούν εναλλασσόμενα μαγνητικά πεδία.





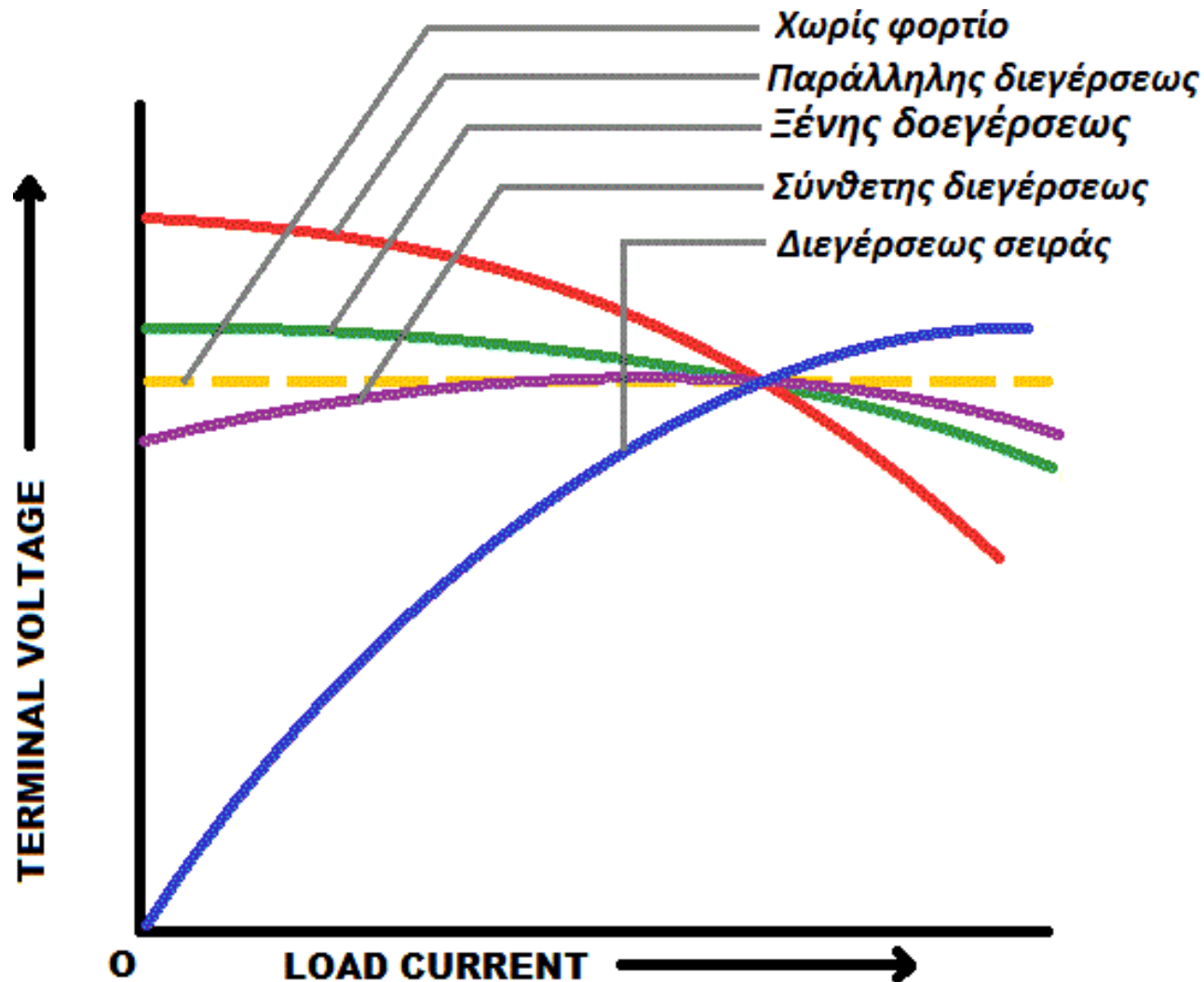
Απώλειες δινορρευσμάτων

Όταν ένα σιδηρομαγνητικό υλικό υπόκειται σε χρονικά μεταβαλλόμενη μαγνητική ροή, σύμφωνα με το νόμο του Faraday **επάγονται τάσεις** σε όλα τα πιθανά κλειστά μονοπάτια που περικλείουν τη μαγνητική ροή. Αποτέλεσμα των επαγόμενων τάσεων, είναι η **δημιουργία ρευμάτων** στα αντίστοιχα κλειστά μονοπάτια.

Τα ρεύματα αυτά είναι γνωστά ως **δινορρεύματα**. Τα δινορρεύματα με τη σειρά τους, δημιουργούν μαγνητική ροή η οποία τείνει να αντιδράσει στο αίτιο που τα δημιουργήσε, δηλαδή στη μαγνητική ροή του πεδίου. Για την αντιστάθμιση της απομαγνητίζουσας επίδρασης, θα πρέπει να **αυξηθεί η μαγνητεγερτική δύναμη του τυλίγματος**. Η ροή των δινορρευσμάτων εντός του σιδηρομαγνητικού υλικού, προκαλεί τις λεγόμενες **απώλειες δινορρευσμάτων**, όπου ένα μέρος της ενέργειας του πεδίου μετατρέπεται σε θερμότητα, στις ωμικές αντιστάσεις των βρόχων που διατρέχουν τα ρεύματα.

Για την **ελαχιστοποίηση των απωλειών** αυτών, το σιδηρομαγνητικό υλικό δεν γίνεται συμπαγές αλλά κατασκευάζεται από **μονωμένα ελάσματα** πάχους συνήθως από 0.35mm έως 0.70mm, **αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο την αντίσταση στη ροή των δινορρευσμάτων** και περιορίζοντας το μήκος των βρόχων. Επιπλέον, **κατάλληλη πρόσμιξη του σιδηρομαγνητικού υλικού με πυρίτιο**, έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση της ειδικής αντίστασης** και τον **περιορισμό του μεγέθους των δινορρευσμάτων**.

Χαρακτηριστικές Τάσης-φορτίο



PERFORMANCE CURVES OF DC GENERATORS

Παραλληλισμός γεννητριών Σ.Ρ.

- ✓ Λόγους καλύτερης απόδοσης
- ✓ Λόγους συντήρησης και αποκατάστασης βλαβών
- ✓ Όταν η ζητούμενη ισχύς (φορτία), είναι μεγαλύτερη από την ονομαστική ισχύ της πρώτης γεννήτριας

Συνθήκες παραλληλισμού

- Να έχουν ίδιες πολικές τάσεις
- Να έχουν παρόμοιες χαρακτηριστικές λειτουργίας υπό φορτίο ($V = f(I_L) \Rightarrow$ Η τάση εν κενώ της υπό ένταξη γεννήτριας, θα πρέπει να είναι ακριβώς ίση με την τάση φορτίου (τάση ζυγών) του ήδη λειτουργούντος συστήματος.
- Η σύνδεση των δύο πηγών, πρέπει να γίνει με την ίδια πολικότητα