

**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

**« ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ »
5^ο ΕΞΑΜΗΝΟ**

8^η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

**ΔΙΔΑΣΚΩΝ
ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ**
Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ Α.Σ.

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

$$e_{\text{ind}} = K \Phi_{\text{max}} \omega_m \sin(\omega_m t)$$

$$\text{όπου } \omega_m = \frac{2\pi n}{60} \quad \text{ή} \quad \omega_{\eta\lambda} = \frac{P}{2} \omega_m$$

$$\text{και } f_m = \frac{n}{60} \quad \text{ή} \quad f_{\eta\lambda} = \frac{n P}{120} \text{ (Hz)}$$

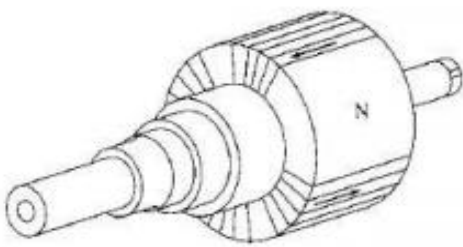
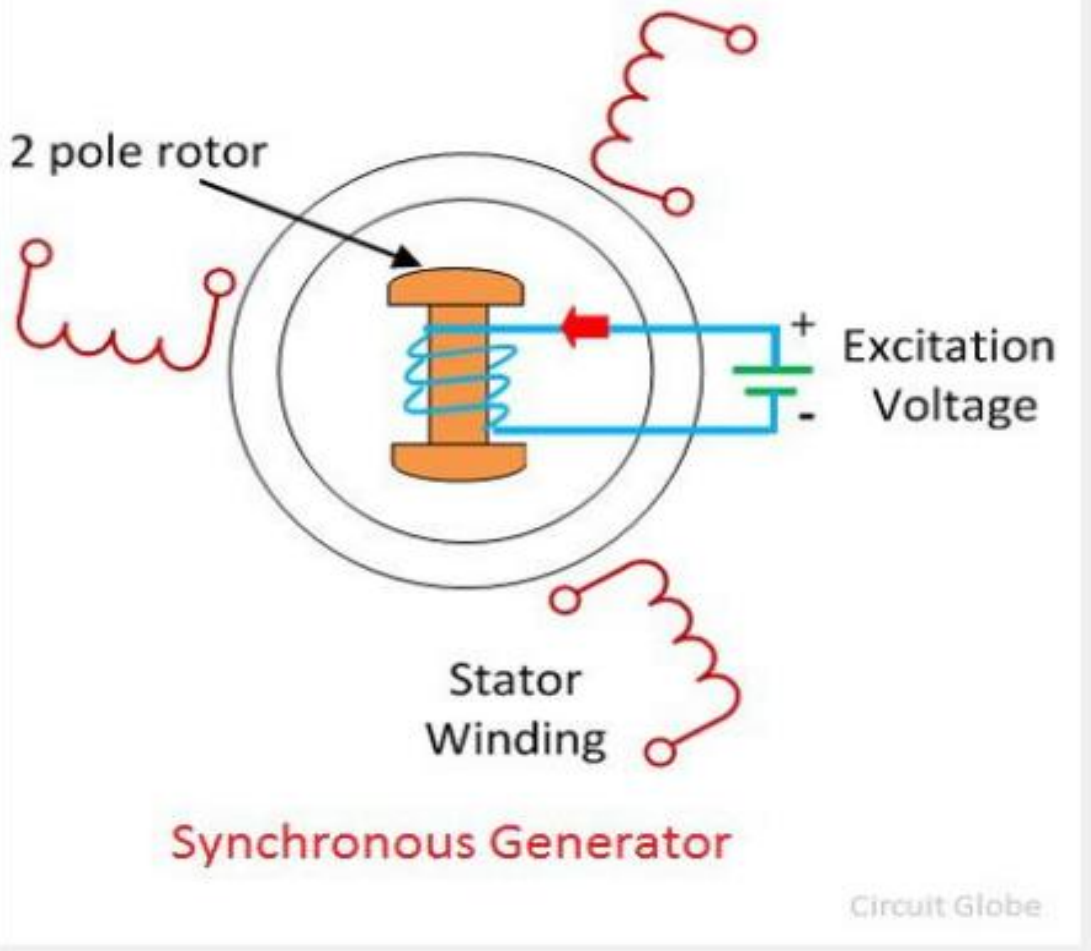
Η επαγόμενη τάση e_{ind} της μηχανής έχει ημιτονοειδή μορφή και εξαρτάται από

- Τη μαγνητική ροή του πεδίου στο εσωτερικό της Φ
- την ταχύτητα περιστροφής ω_m του δρομέα
- μια σταθερά K που εξαρτάται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της μηχανής.

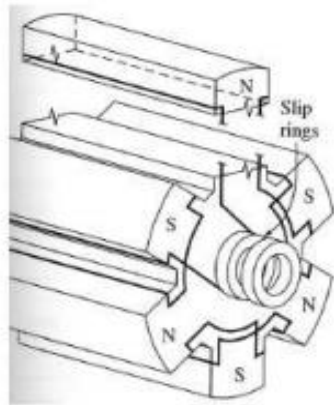
ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

$$\tau_{\text{ind}} = K (B_R \times B_S) = K B_R B_{\text{net}} \sin\delta$$

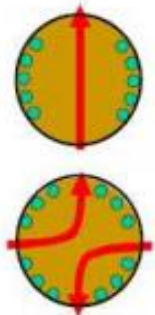
- Η ροπή τ_{ind} της μηχανής εξαρτάται από
- τη δύναμη του μαγνητικού πεδίου του δρομέα B_R
 - τη δύναμη του μαγνητικού πεδίου του στάτη B_S
 - το ημίτονο της μεταξύ τους γωνίας δ
 - μια σταθερά K που εξαρτάται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της μηχανής.



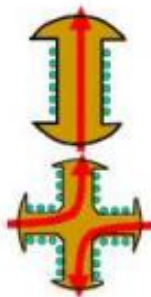
Κολινόρικός δρομέας



Δρομέας εκτόπων πόλων



Δρομείς με 2 και 4 πόλους



ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

α) Επίδραση της μεταβολής του φορτίου

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΑΣΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

$$VR = \frac{V_{nl} - V_{fl}}{V_{fl}} \times 100\% = \frac{E_a - V_{\varphi}}{V_{\varphi}} \times 100\%$$

$VR > 0$ για ωμικό και επαγωγικό φορτίο

$VR < 0$ για χωρητικό φορτίο

β) Επίδραση της μεταβολής της διέγερσης

$$E_a = K \Phi_{\max} \omega_m \sin(\omega_m t)$$

Μεταβάλλεται η εσωτερική τάση E_a της γεννήτριας και η τάση εξόδου V_{φ}

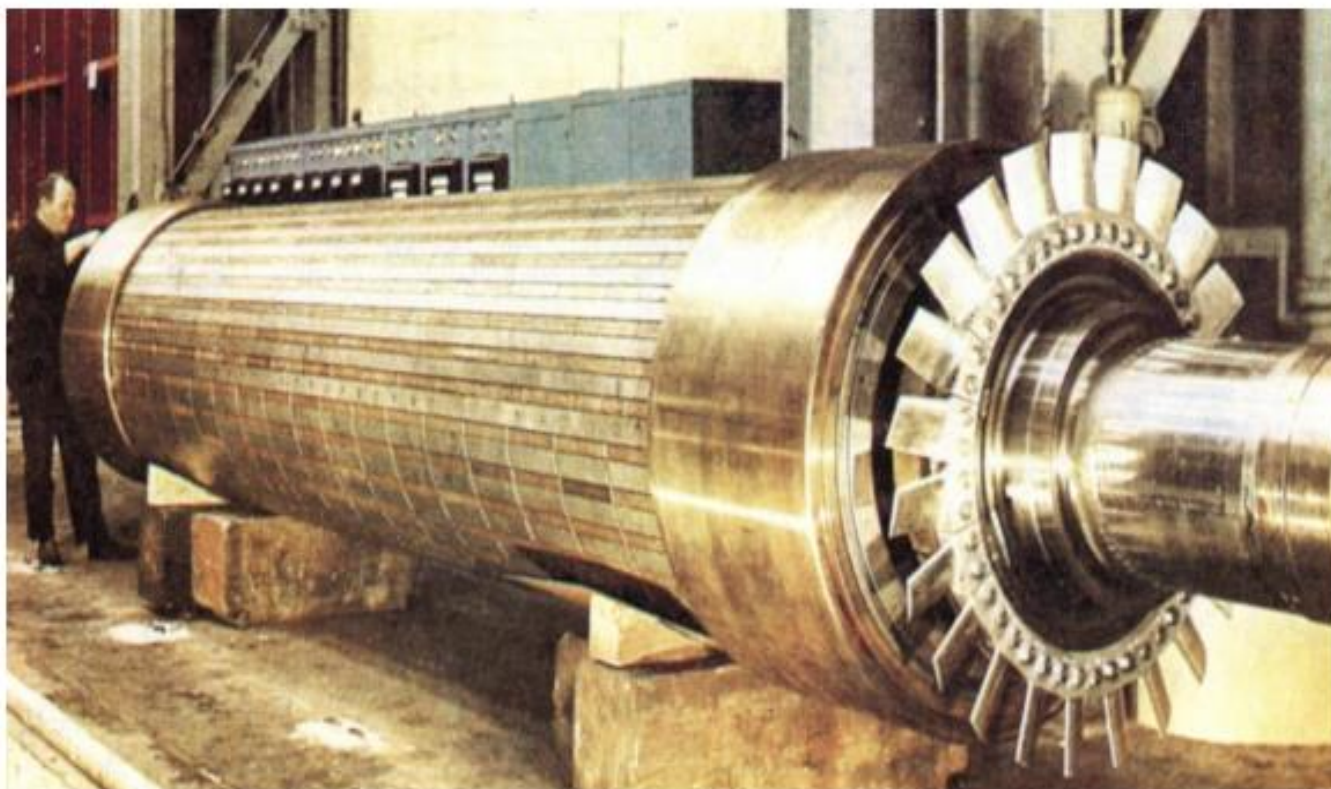
$$V_{\varphi} = E_A - I_A (R_A + j X_S)$$

γ) Επίδραση της μεταβολής της ταχύτητας

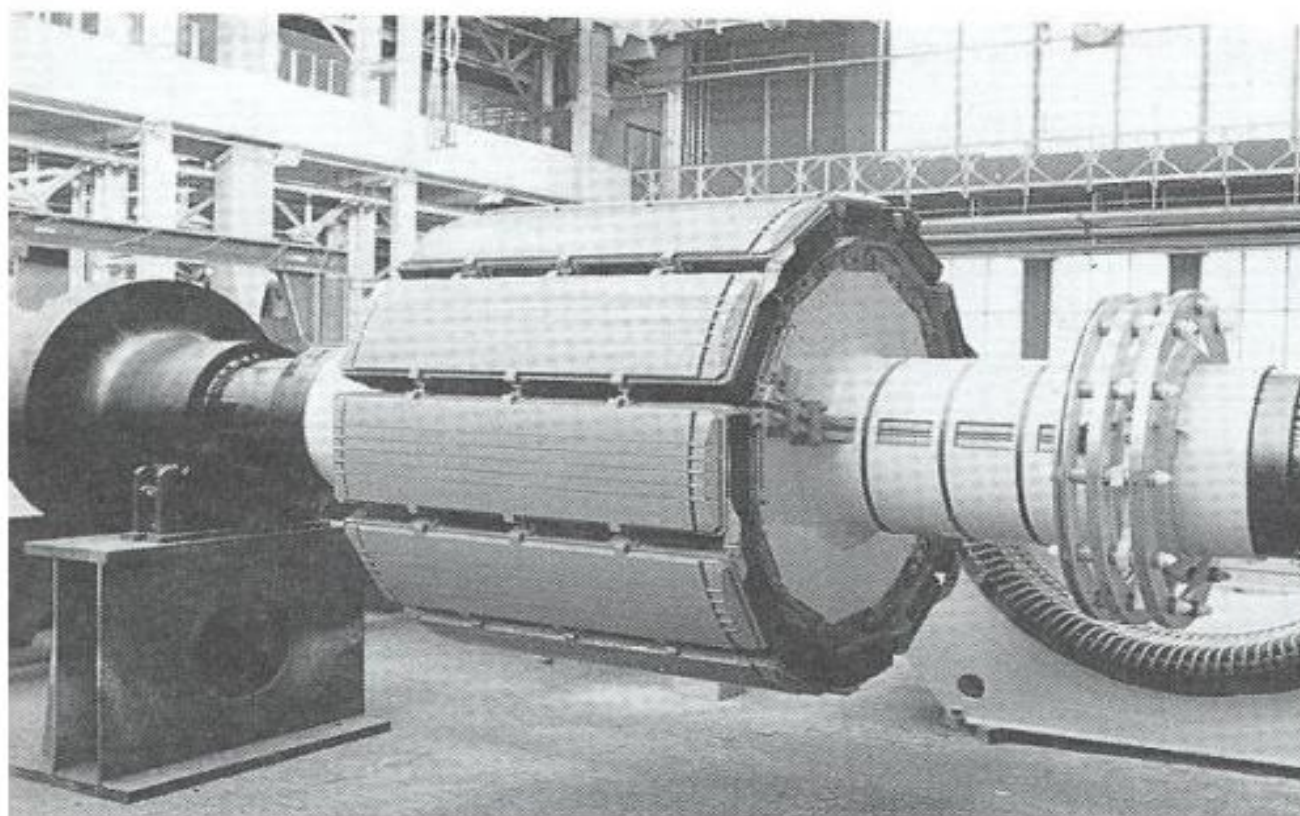
$$E_a = K \Phi_{\max} \omega_m \sin(\omega_m t) \quad f_{\eta\lambda} = \frac{n P}{120} \text{ (Hz)}$$

Μεταβάλλεται η εσωτερική τάση E_a της γεννήτριας, αλλά επίσης μεταβάλλεται και η συχνότητα f παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας.

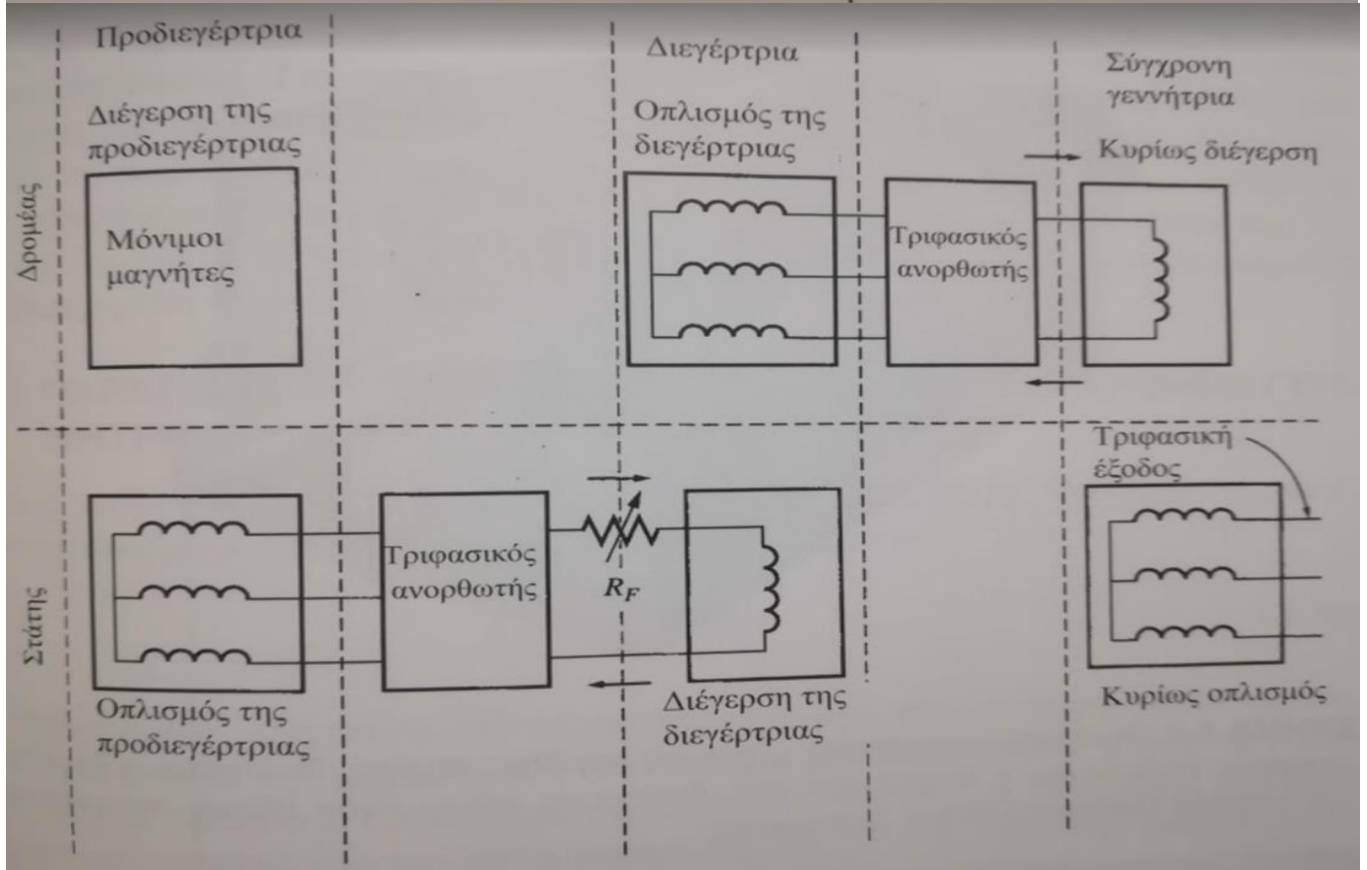
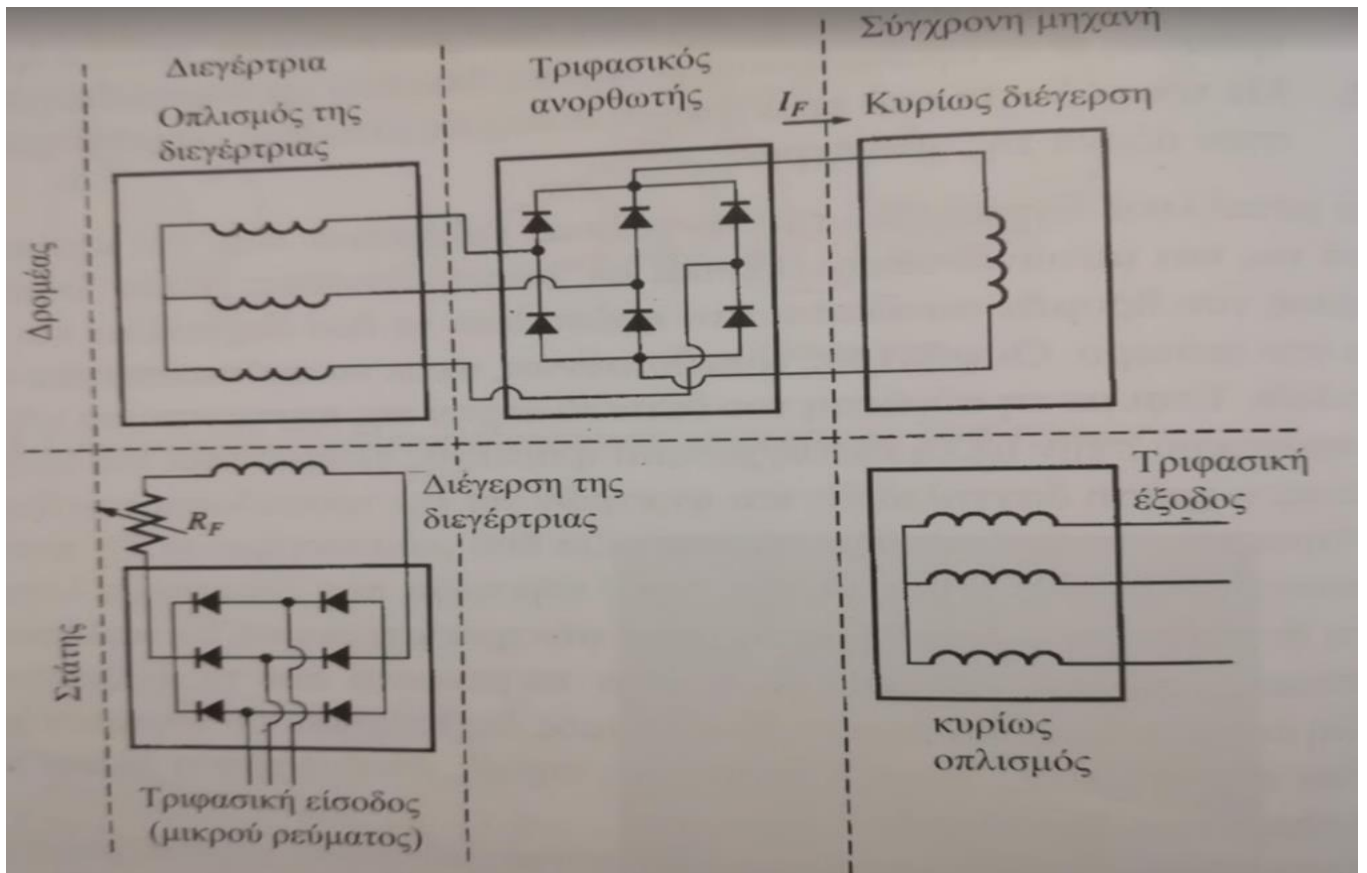




Σύγχρονη μηχανή κυλινδρικού ρότορα



Σύγχρονη μηχανή με προεξέχοντες πόλους



$S = C D^2 l n_s$ Ισχύς γεννήτριας

ΜΟΝΙΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

α) Επίδραση της μεταβολής του φορτίου

$\tau_{load} \uparrow$, $\omega \downarrow$, $\delta \uparrow$, $\tau_{ind} \uparrow$, $\tau_{ind} = \tau_{load}$

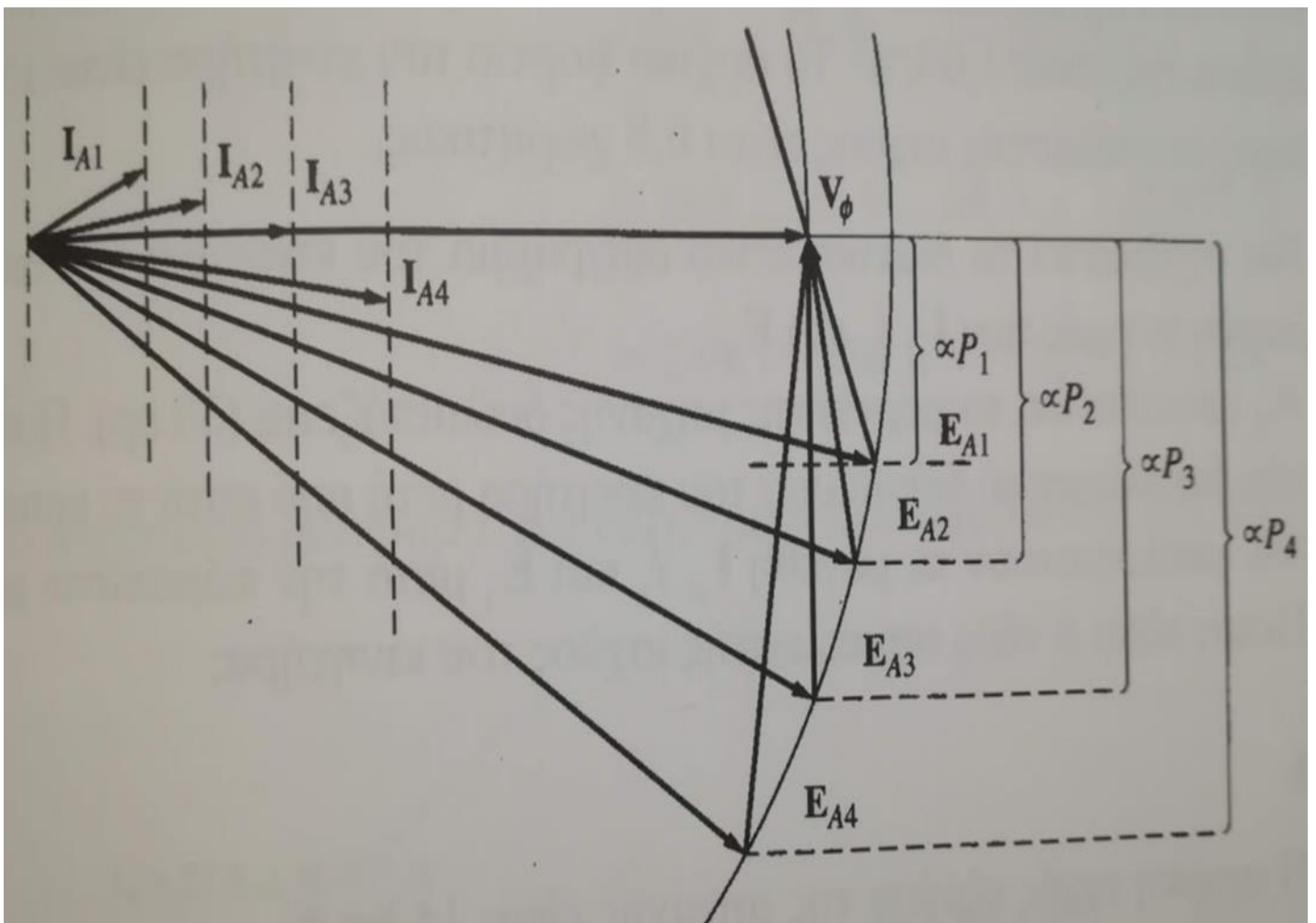
η ταχύτητα ω διατηρείται σταθερή,

η γωνία ισχύος $\delta \uparrow$ μεγαλώνει,

το ρεύμα I_a του οπλισμού μεγαλώνει,

η τάση E_a διατηρείται σταθερή $E_a = k \Phi \omega$,

ο συντελεστής ισχύος θ από χωρητικός μειώνεται και όταν γίνει επαγωγικός αυξάνεται



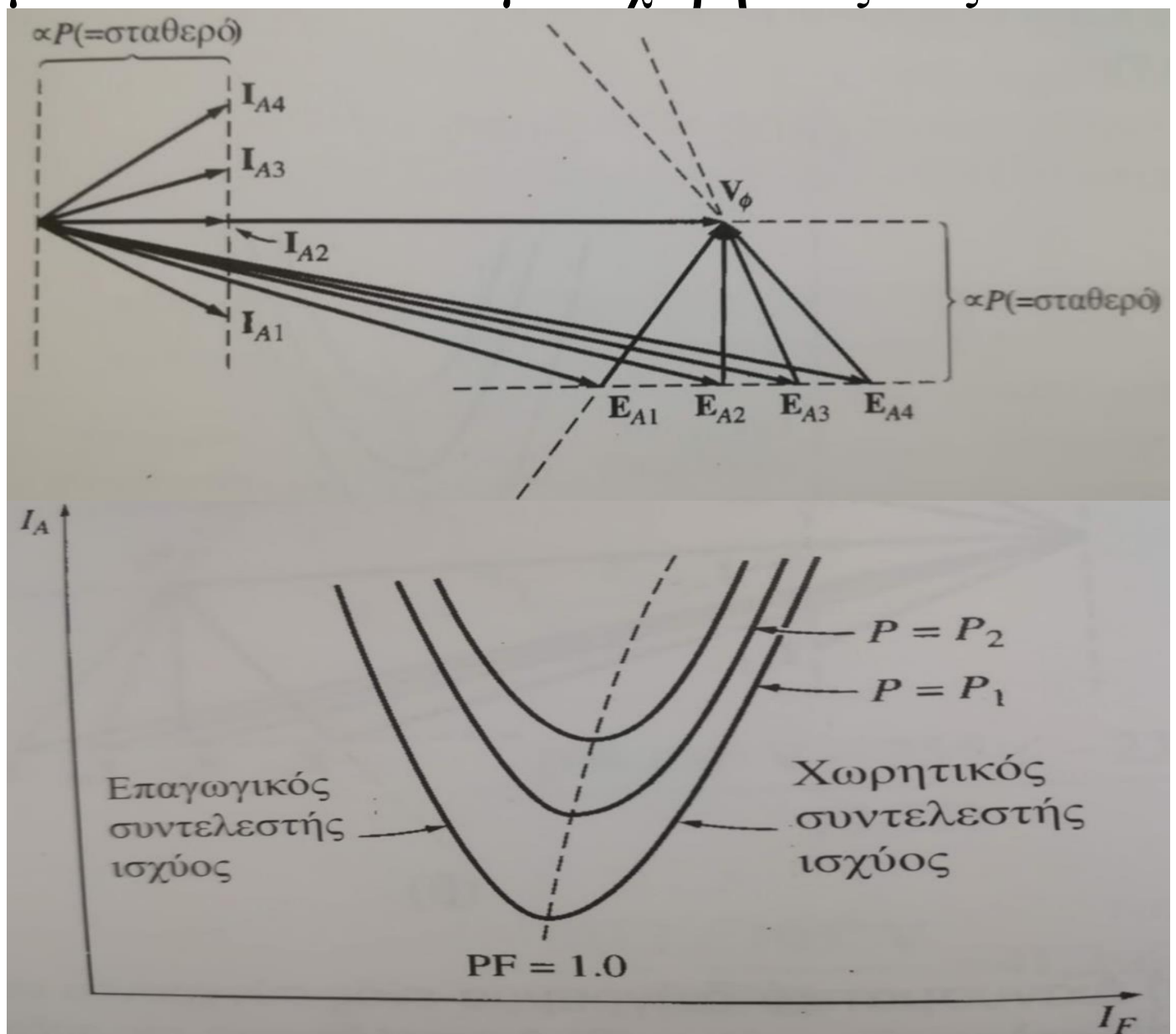
β) Επίδραση της μεταβολής της διέγερσης

$I_f \uparrow$, $E_a \uparrow$, $V_\phi = \text{σταθερή}$, $\omega = \text{σταθερή}$

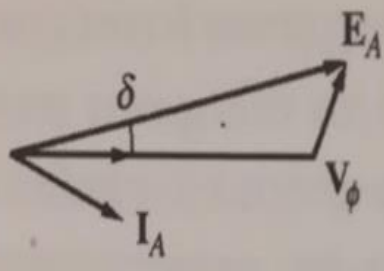
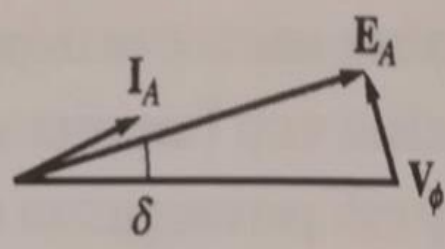
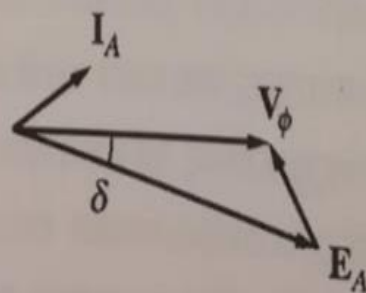
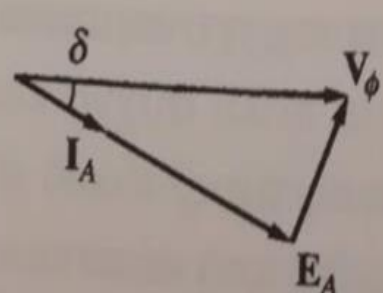
Ισχύς εξόδου P σταθερή, $\tau_{\text{ind}} = \tau_{\text{load}}$

το ρεύμα I_a μειώνεται & στη συνέχεια αυξάνεται

ο συντελεστής ισχύος θ από επαγωγικός
μειώνεται και όταν γίνει χωρητικός αυξάνεται

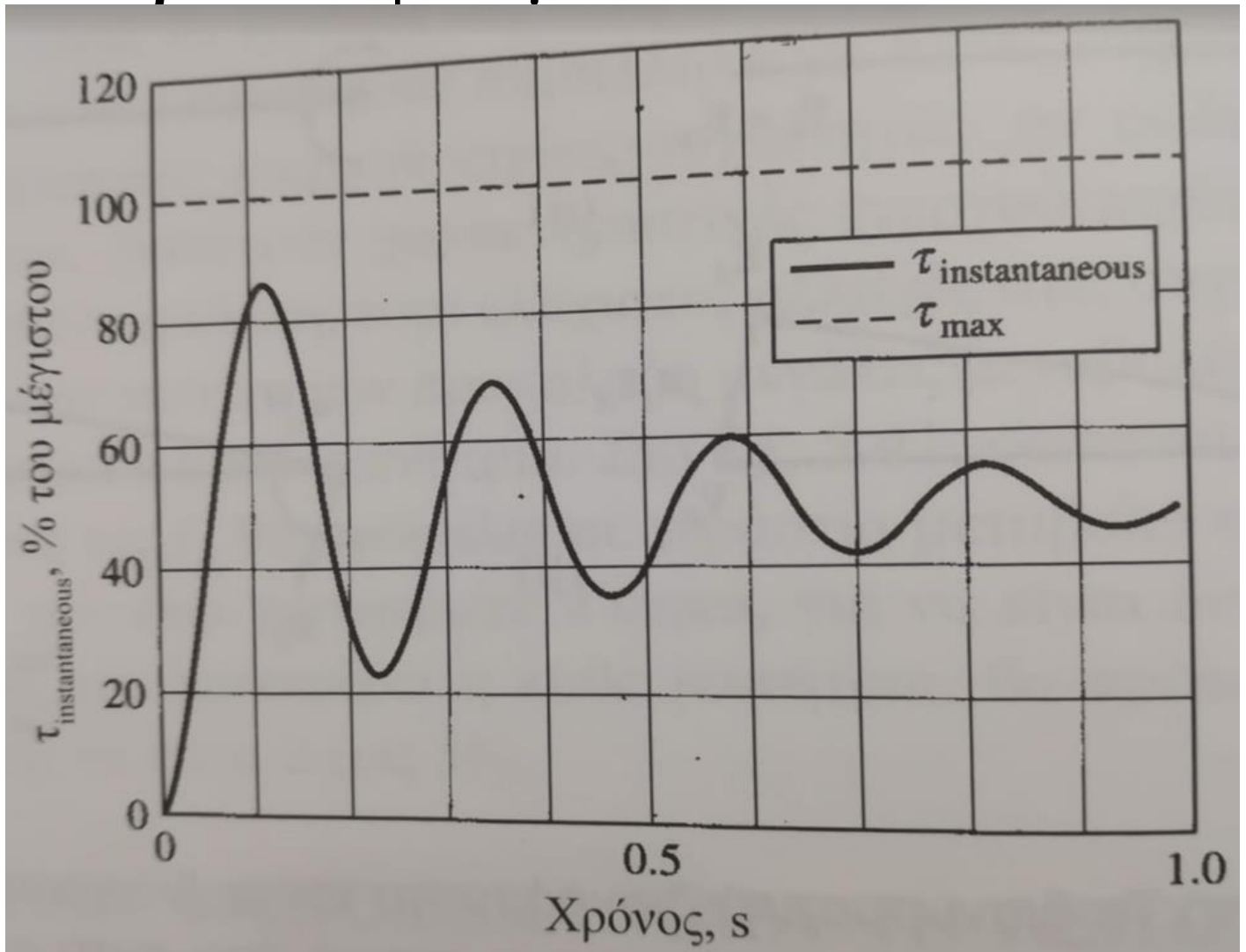


Χαρακτηριστικές καμπύλες V σύγχρονου κινητήρα.

	Παραγωγή άεργης ισχύος Q	$E_A \cos \delta > V_\phi$	Κατανάλωση άεργης ισχύος Q	$E_A \cos \delta < V_\phi$
Παραγωγή ενεργού ισχύος P				
Γεννήτρια				
Η E_A προηγείται της V_ϕ				
Κατανάλωση ενεργού ισχύος				
Κινητήρας				
Η E_A έπεται της V_ϕ				

Διανυσματικά Διαγράμματα που δείχνουν την παραγωγή και την κατανάλωση ενεργού και άεργου ισχύος από σύγχρονες γεννήτριες και κινητήρες.

Μεταβατικά φαινόμενα



$$P = \frac{3 V_{\varphi} E_A \sin \delta}{X_S} \quad \tau_{\text{ind}} = \frac{3 V_{\varphi} E_A \sin \delta}{\omega_m X_S}$$

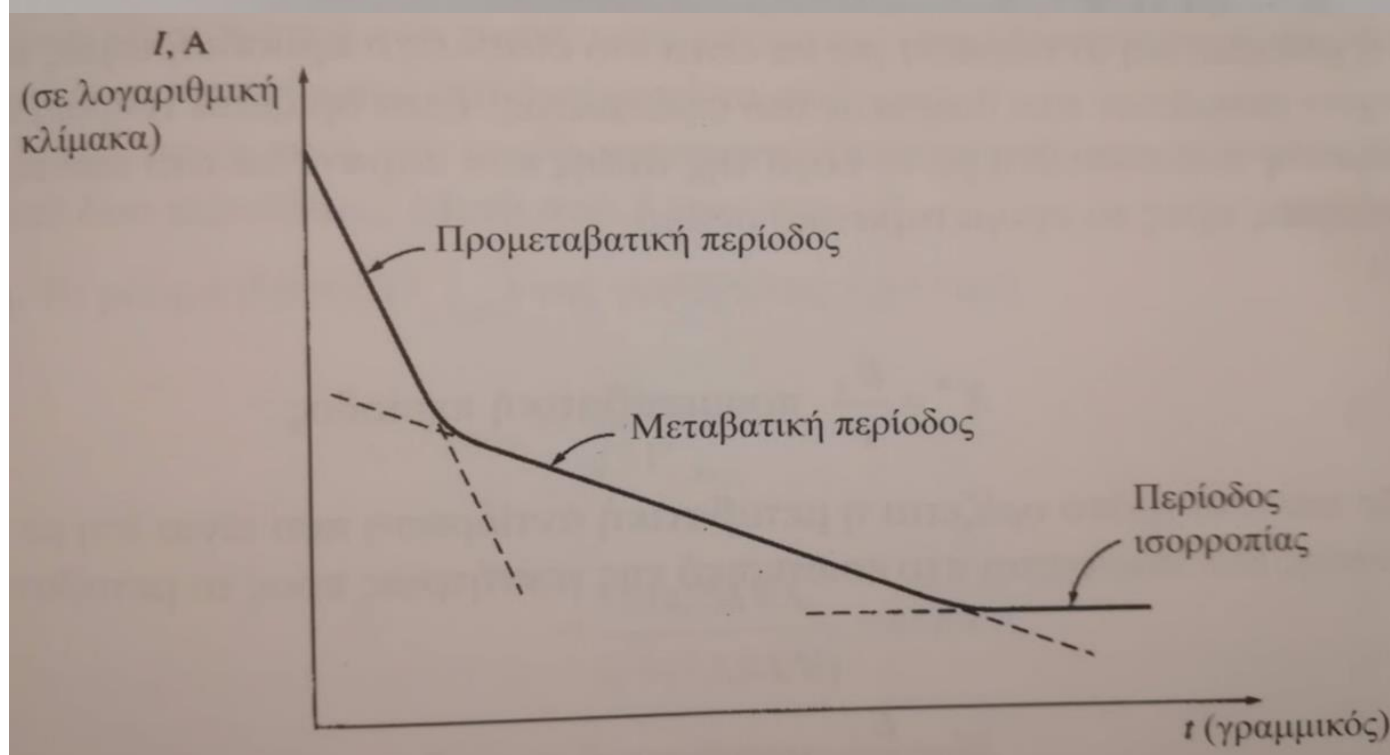
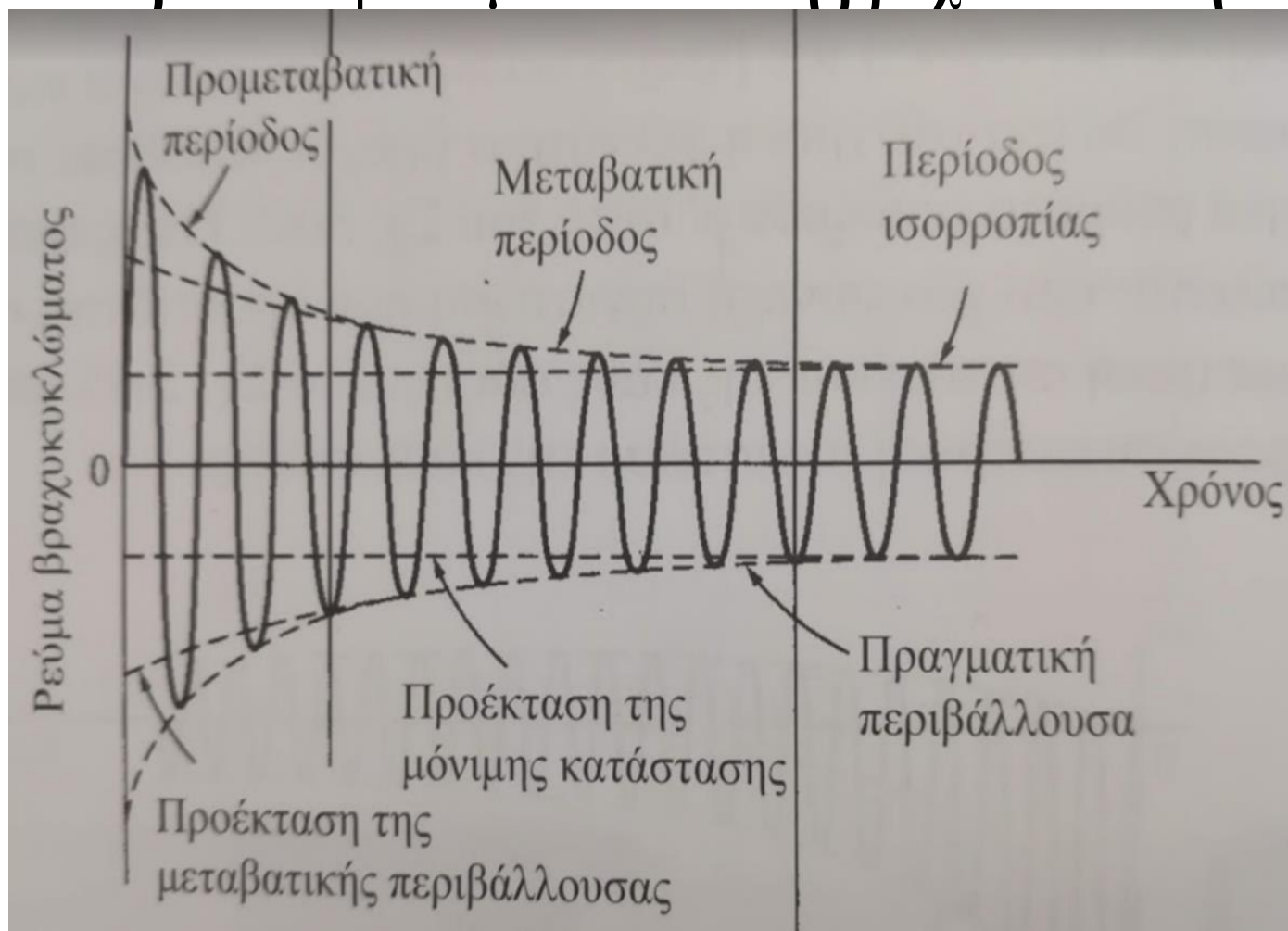
$$P_{\text{επ}} = P_{\alpha\xi} - P_{\eta\lambda} = \omega_m J a_m = M a_m = \frac{2}{P} M \frac{d^2 \delta}{d^2 t}$$

J = ροπή αδράνειας (Kg m^2)

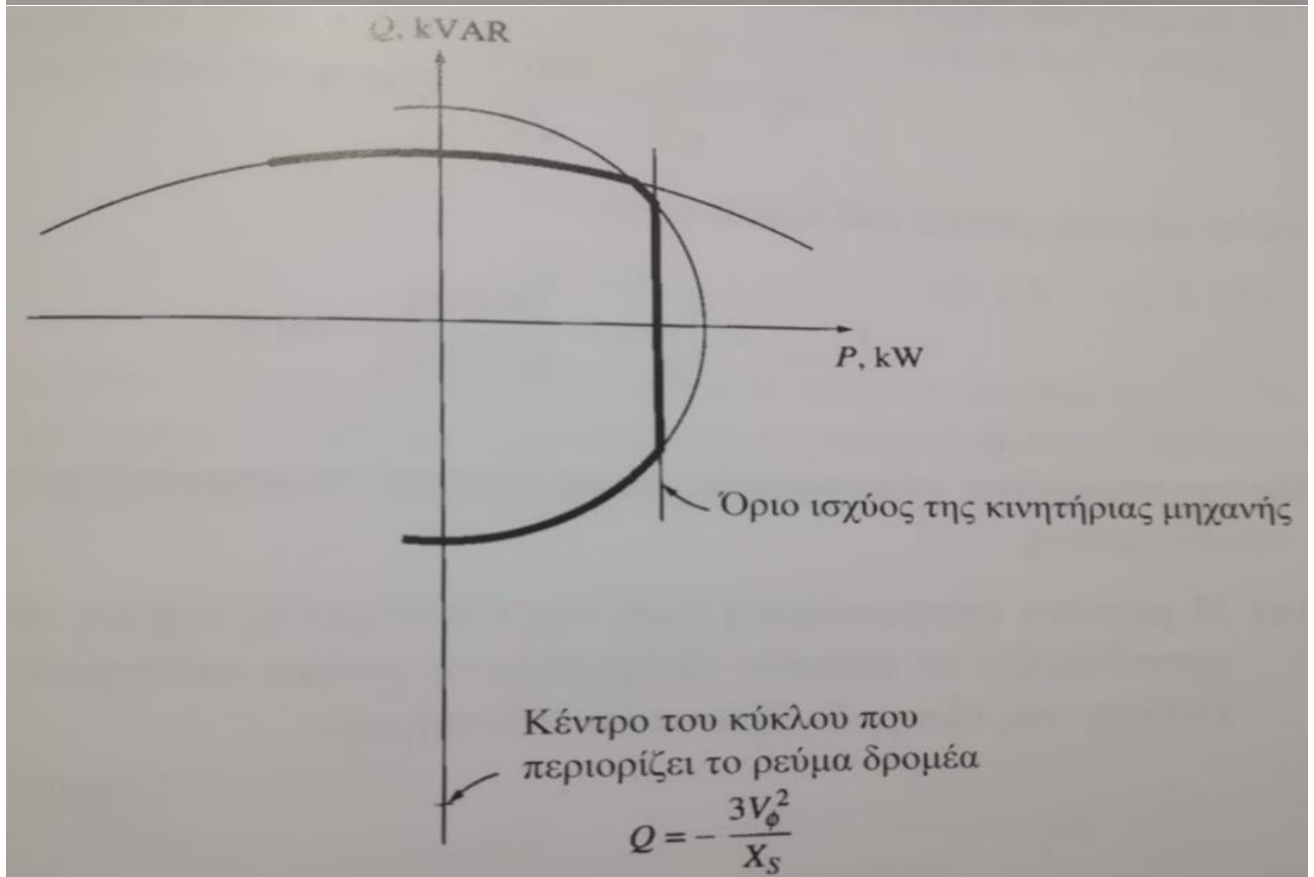
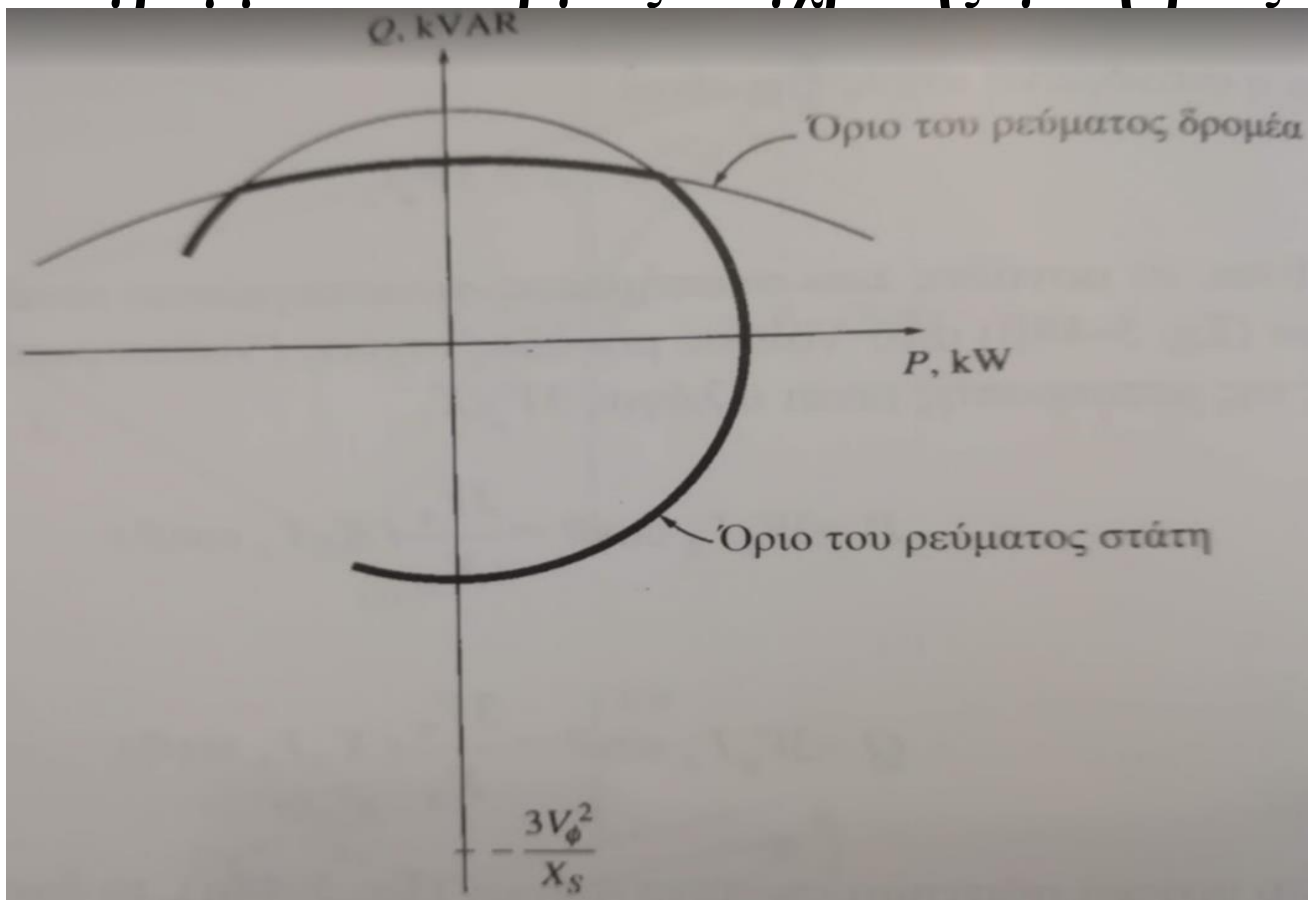
a_m = κυκλική επιτάχυνση (rad/sec^2)

$M = J \omega_m$ γωνιακή ροπή (Joule sec / rad)

Μεταβατικά φαινόμενα κατά τη βραχυκύκλωση

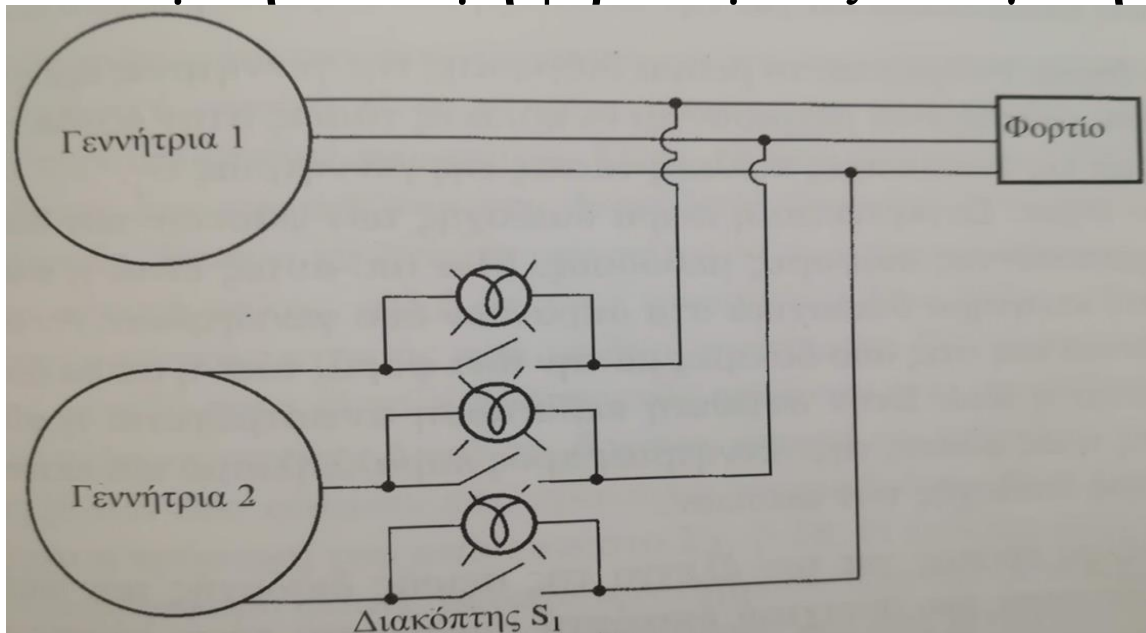


Διάγραμμα λειτουργίας σύγχρονης γενήτριας



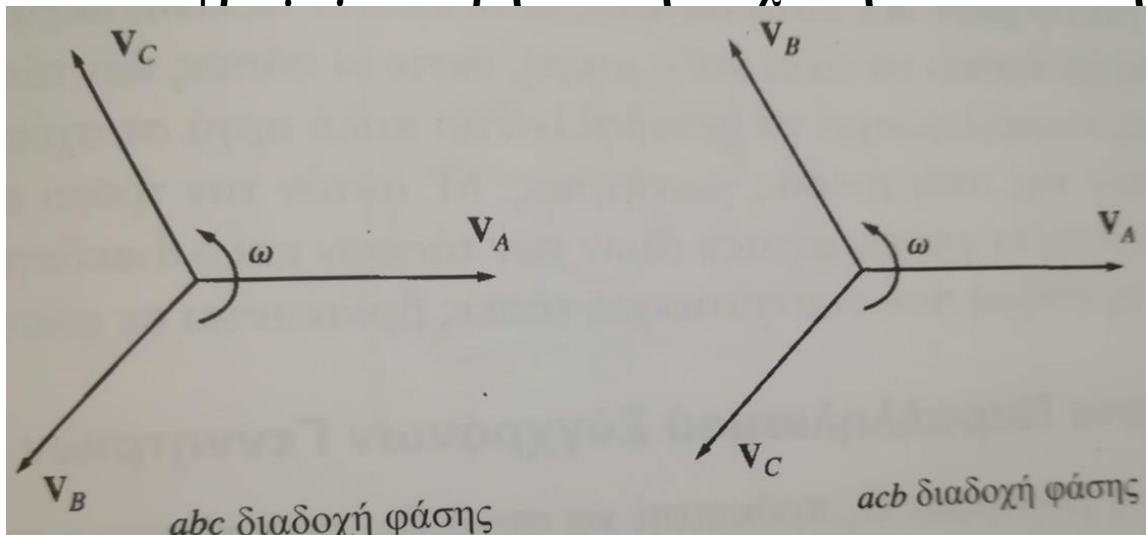
ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Αύξηση μεγέθους φορτίου.
2. Αξιοπιστία συστήματος.
3. Προληπτική συντήρηση.
4. Οικονομική κατανομή φορτίου μεταξύ των γεννητριών.



ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ

1. Ενεργές τιμές πολικών τάσεων να είναι ίσες.
2. Η σειρά διαδοχής των φάσεων να είναι η ίδια.
3. Οι φάσεις των τάσεων να είναι ίσες.
4. Η συχνότητα της γεννήτριας που πρόκειται να συνδεθεί να είναι ελαφρά μεγαλύτερη από την συχνότητα του συστήματος

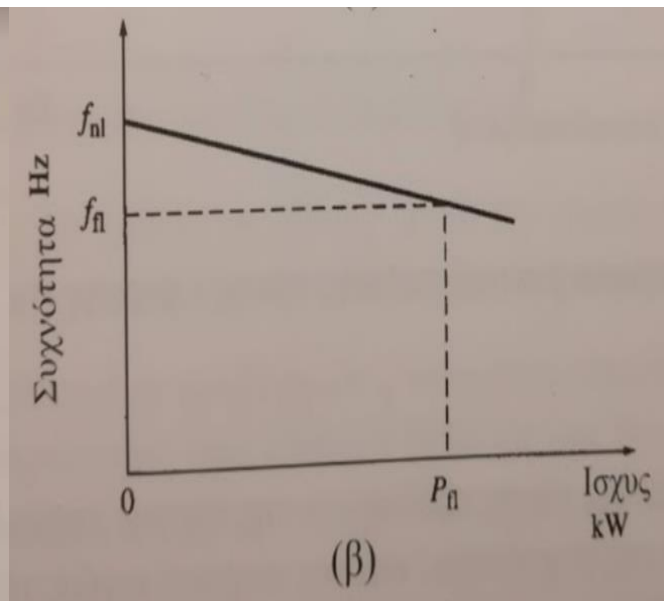
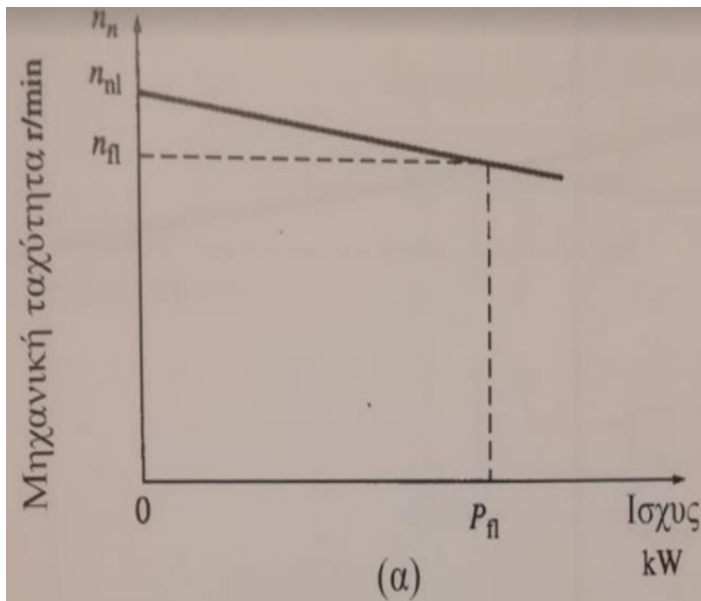


$$VR = \frac{V_{nl} - V_{fl}}{V_{fl}} \times 100\% \quad SD = \frac{n_{nl} - n_{fl}}{n_{fl}} \times 100\%$$

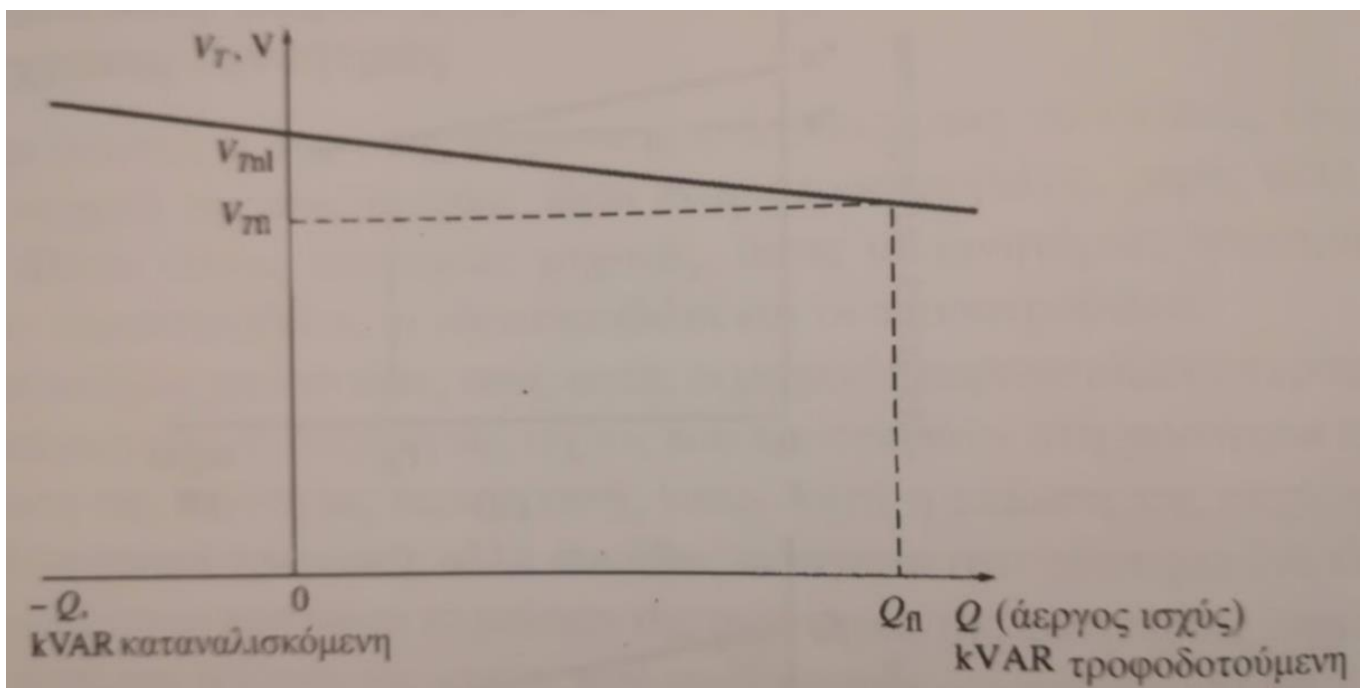
$$f_{\eta\lambda} = \frac{n P}{120} \quad (\text{Hz})$$

$$P = s_p (f_{nl} - f_{sys})$$

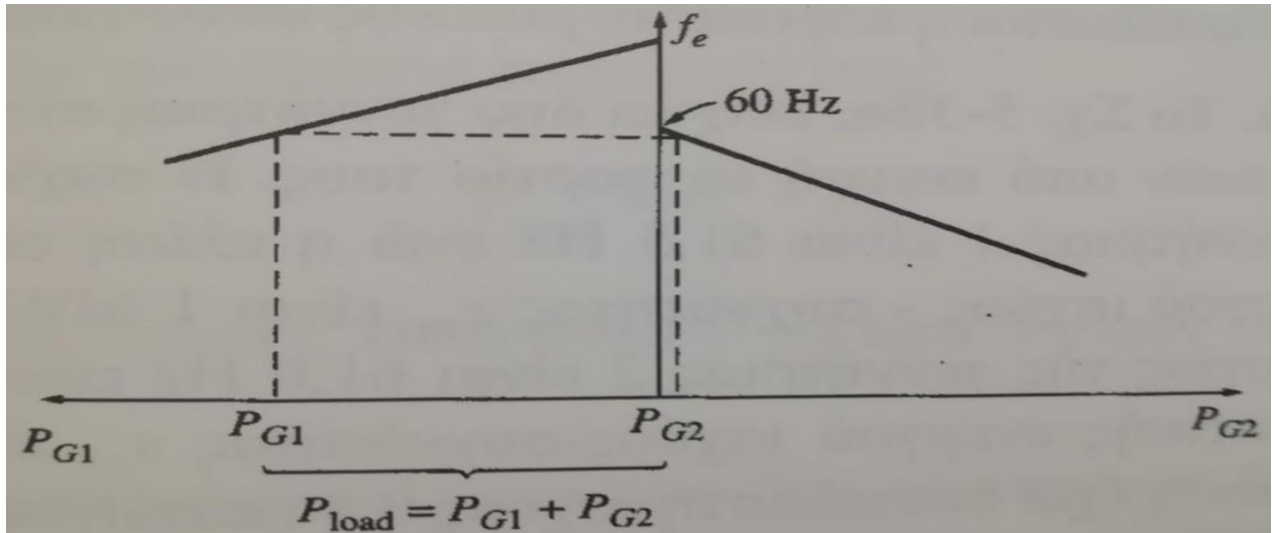
$$Q = s_q (V_{nl} - V_T)$$



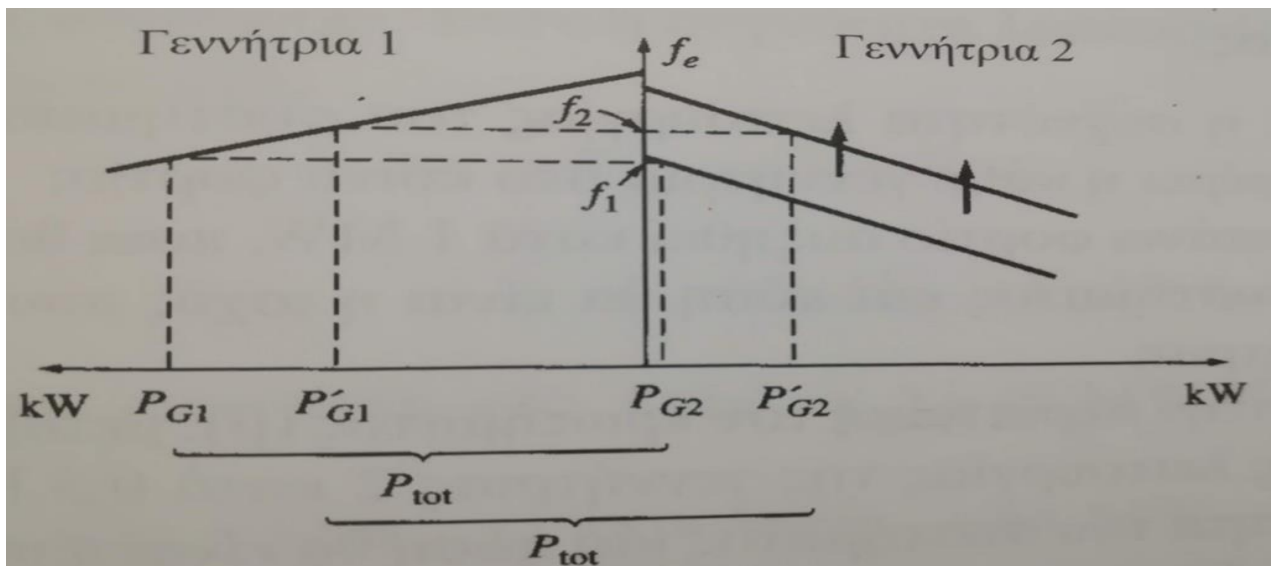
Χαρακτηριστική ταχύτητας – ισχύος και συχνότητας – ισχύος



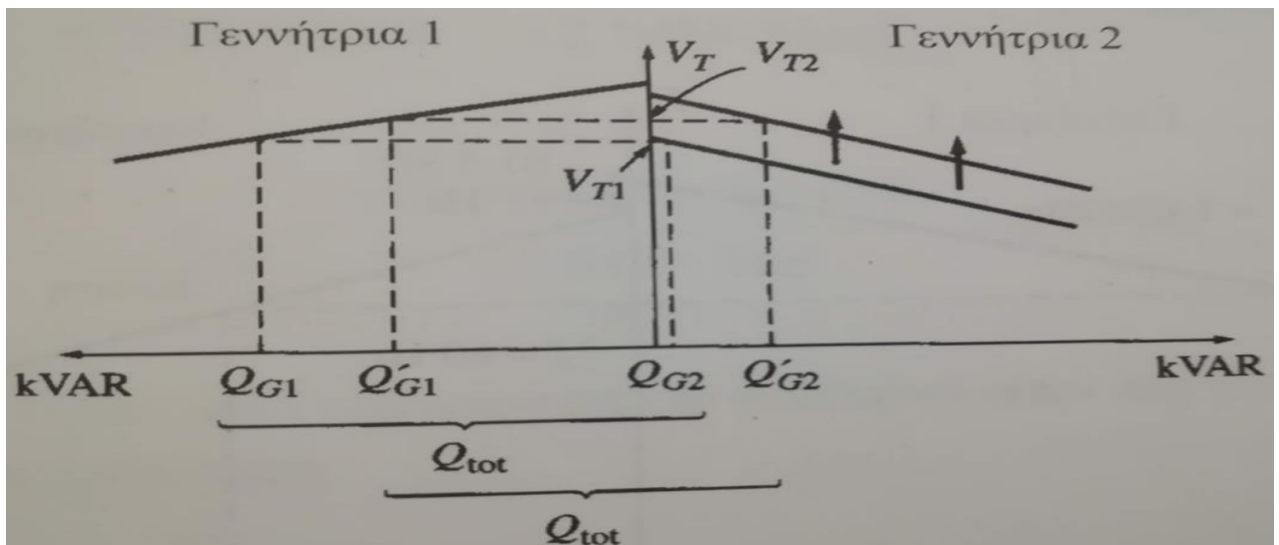
Χαρακτηριστική πολικής τάσης – άεργης ισχύος



Διάγραμμα συχνότητας – ισχύος κατά την σύνδεση της G2

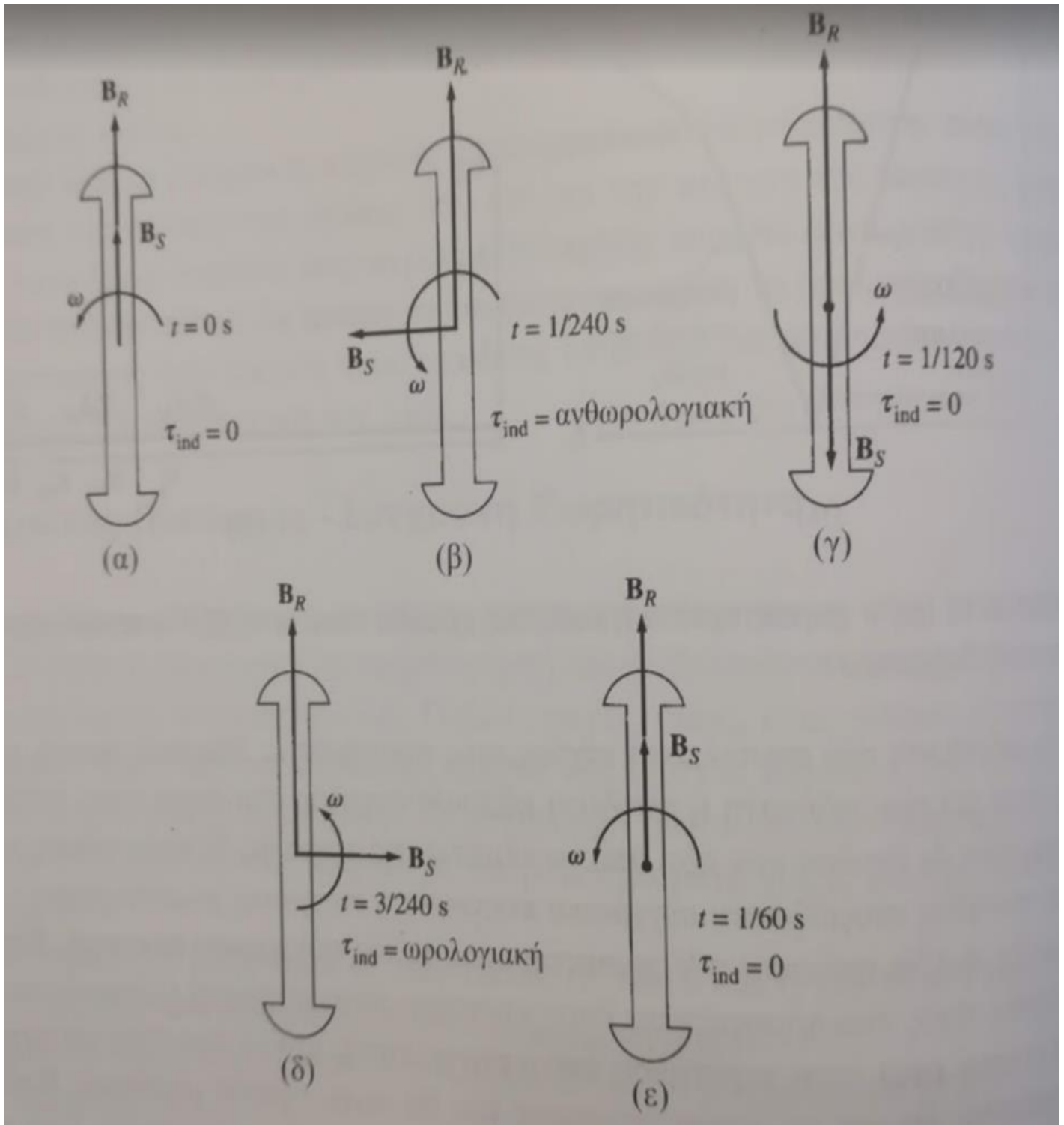


Αύξηση της συχνότητας αφόρτιστης λειτουργίας της G2



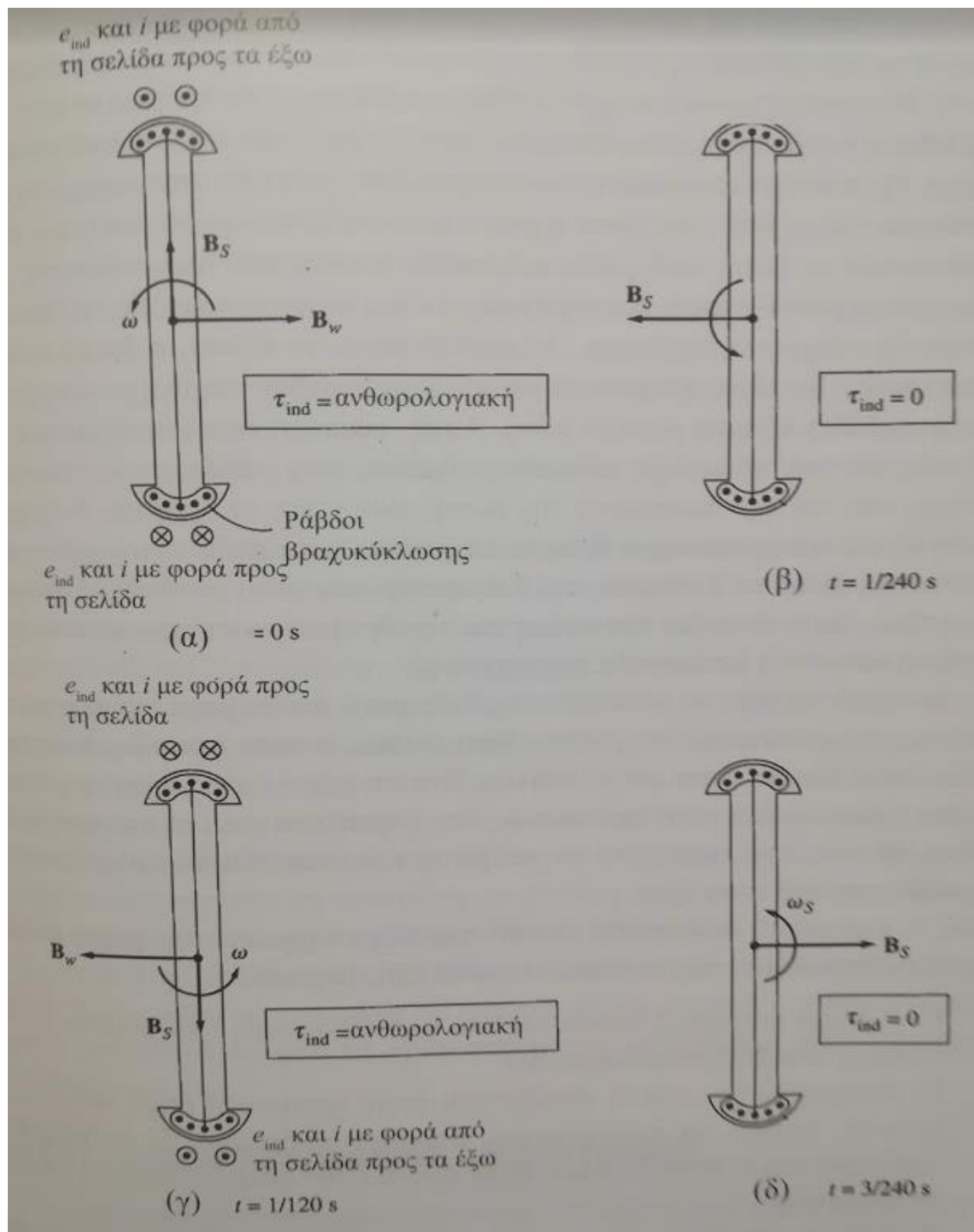
Αύξηση του ρεύματος διέγερσης της γεννήτριας G2

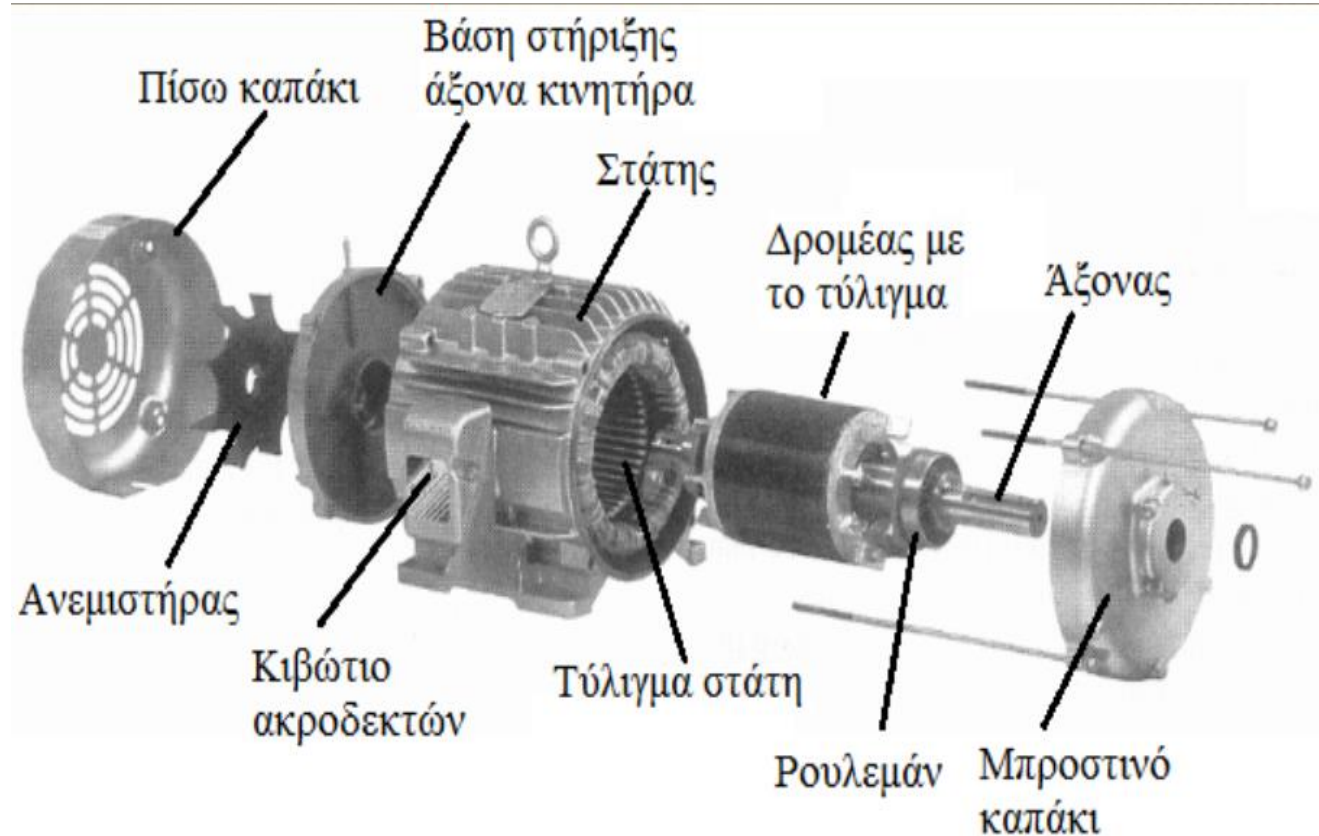
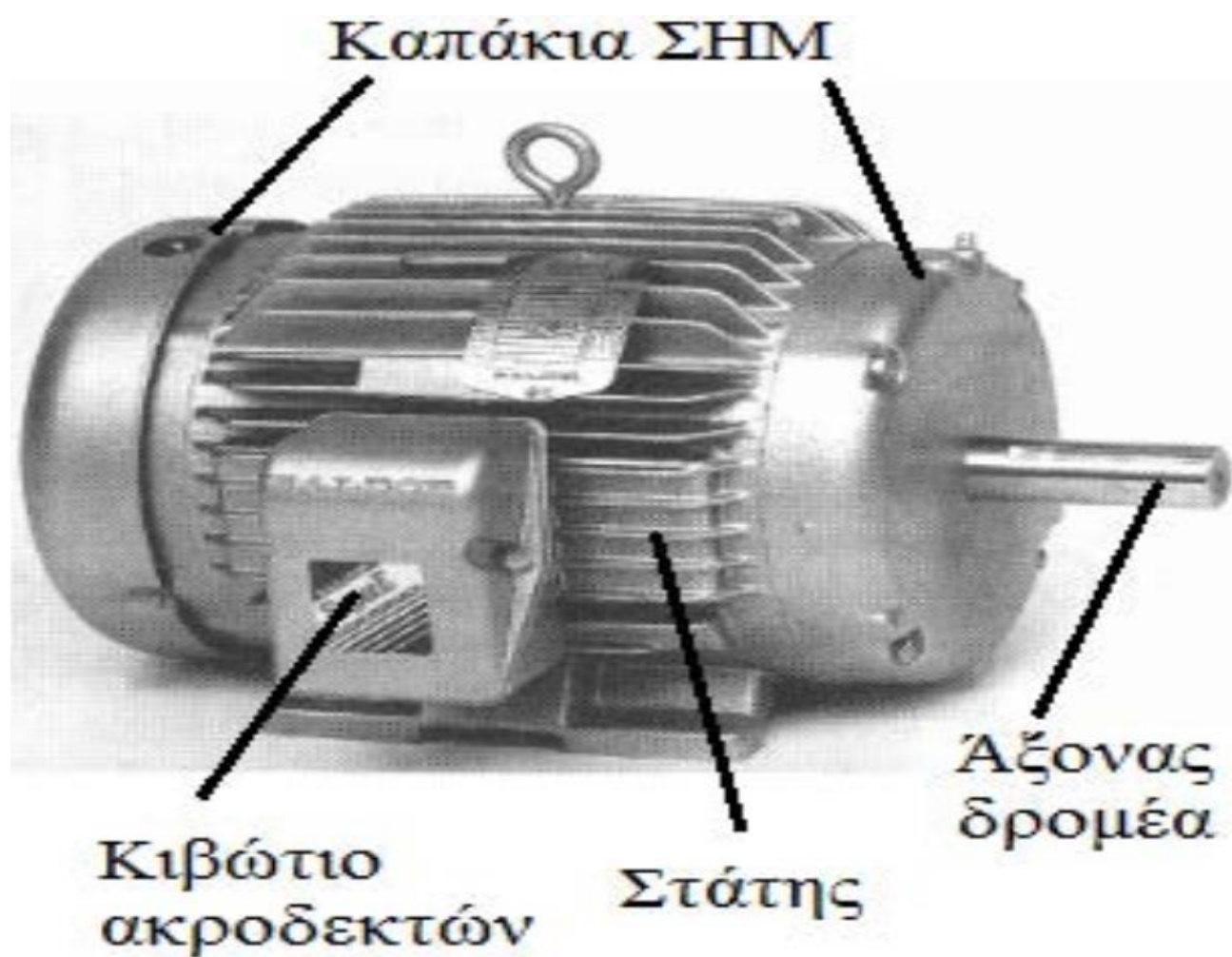
ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

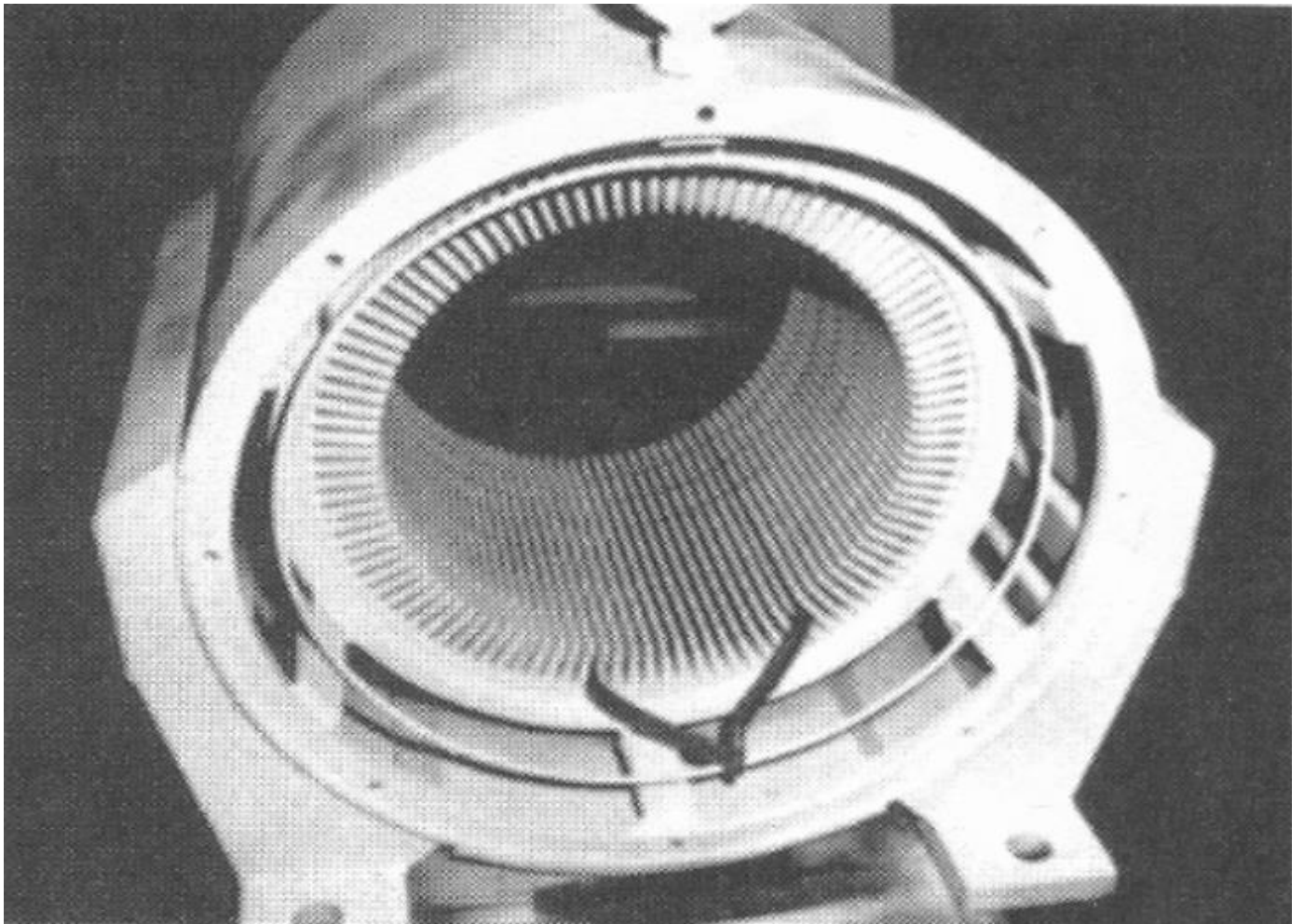
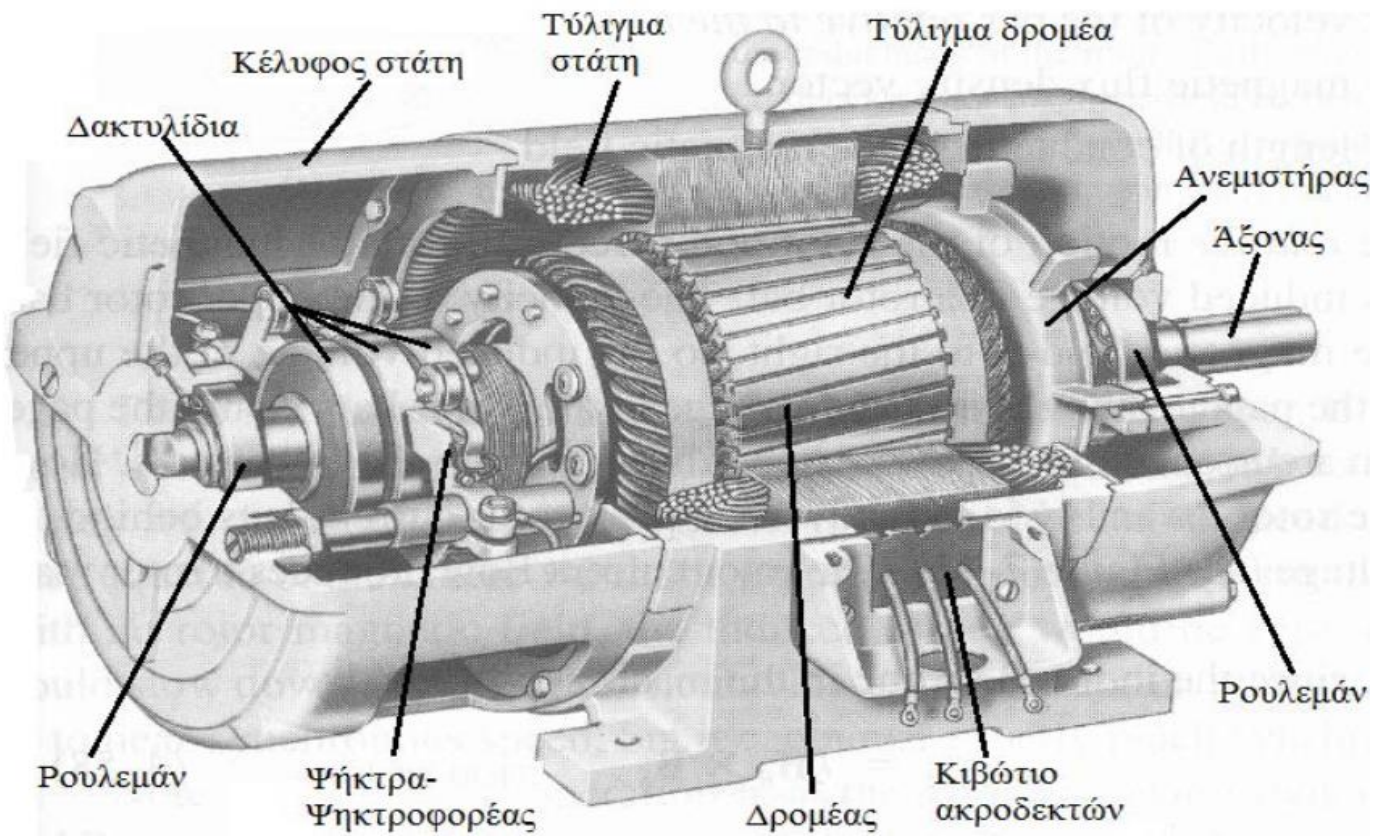


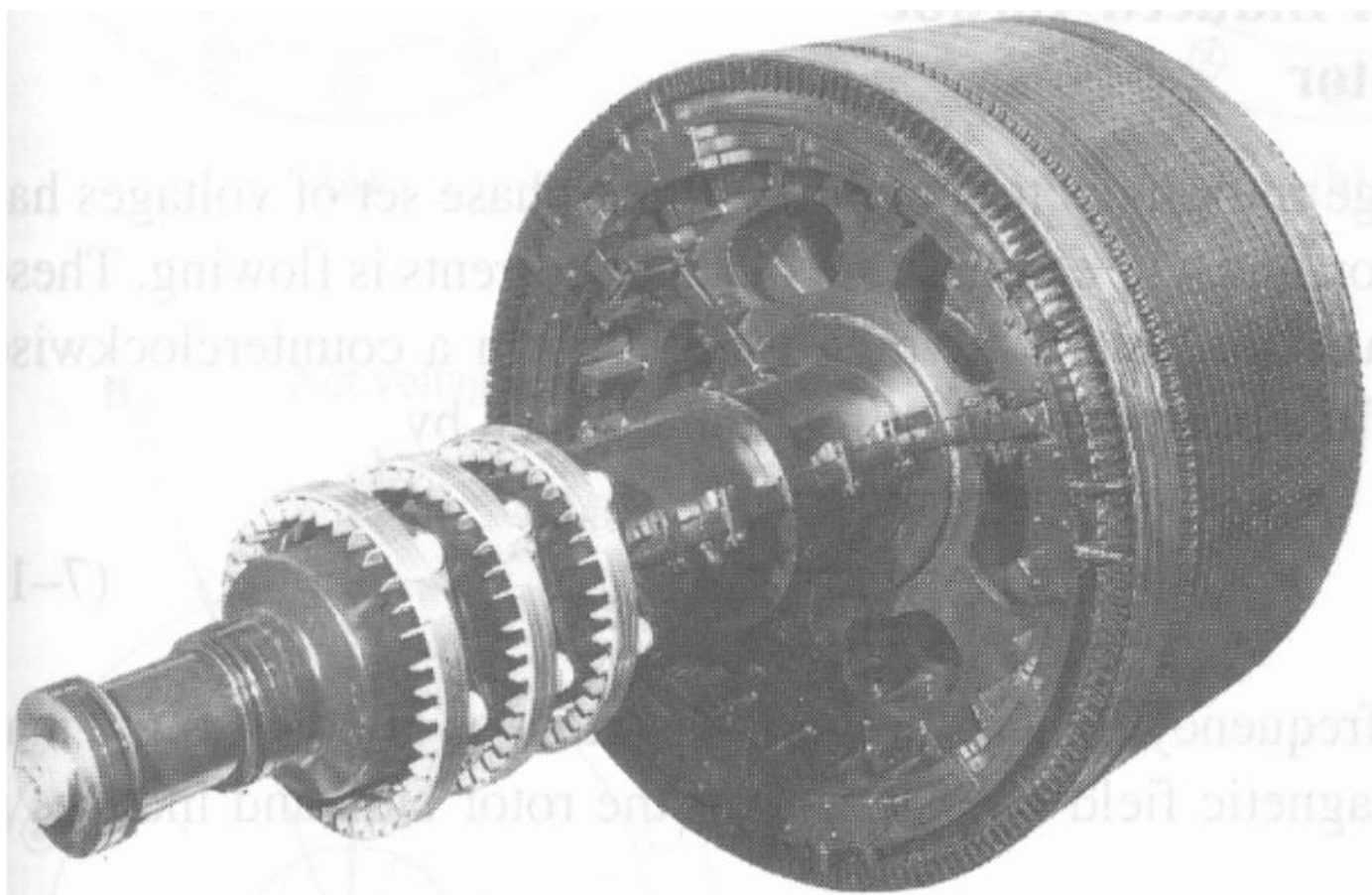
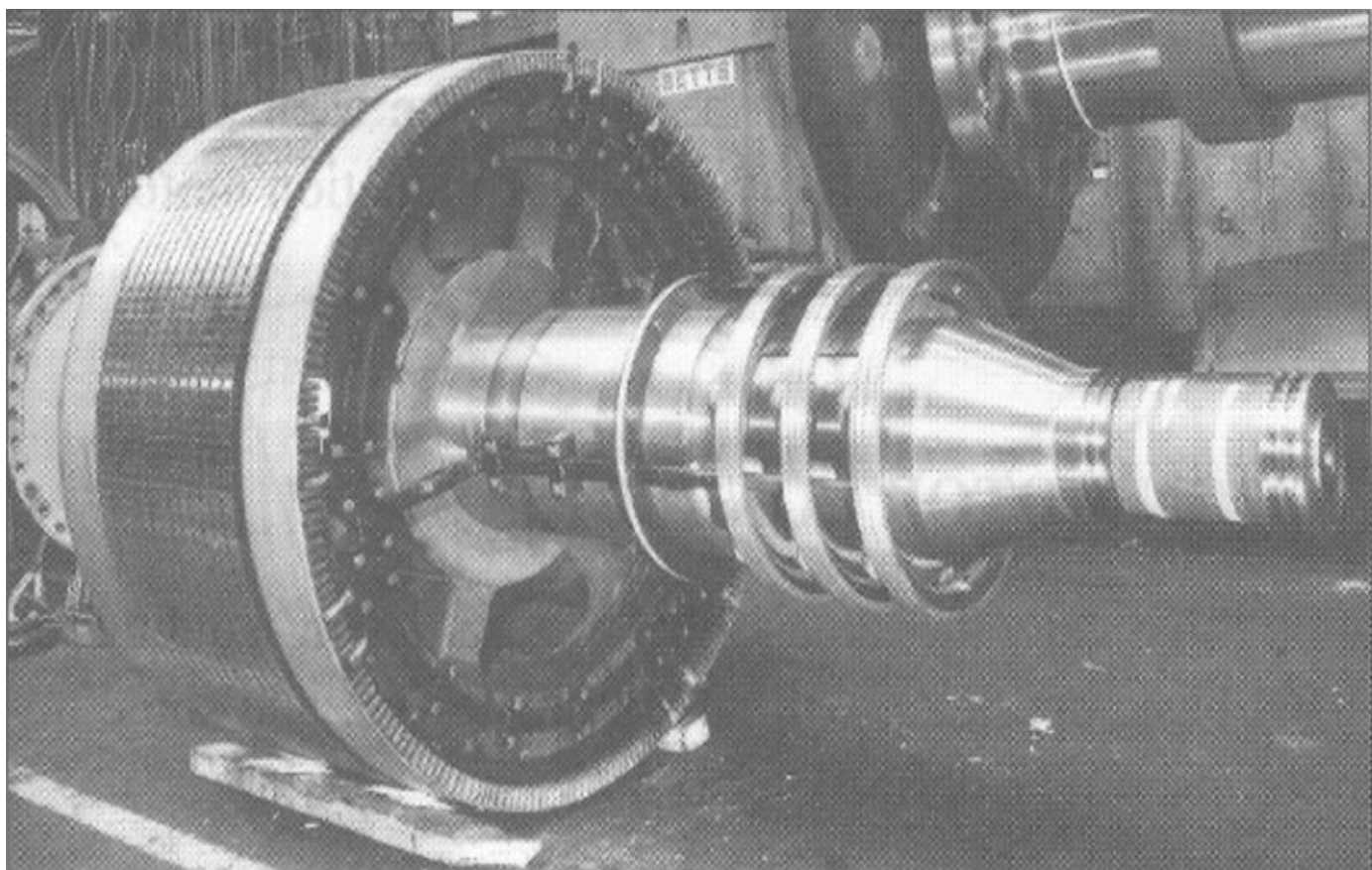
1. Με μεταβολή της συχνότητας
2. Με εξωτερική κινητήρια μηχανή
3. Με τυλίγματα απόσβεσης

Λειτουργία τυλιγμάτων απόσβεσης

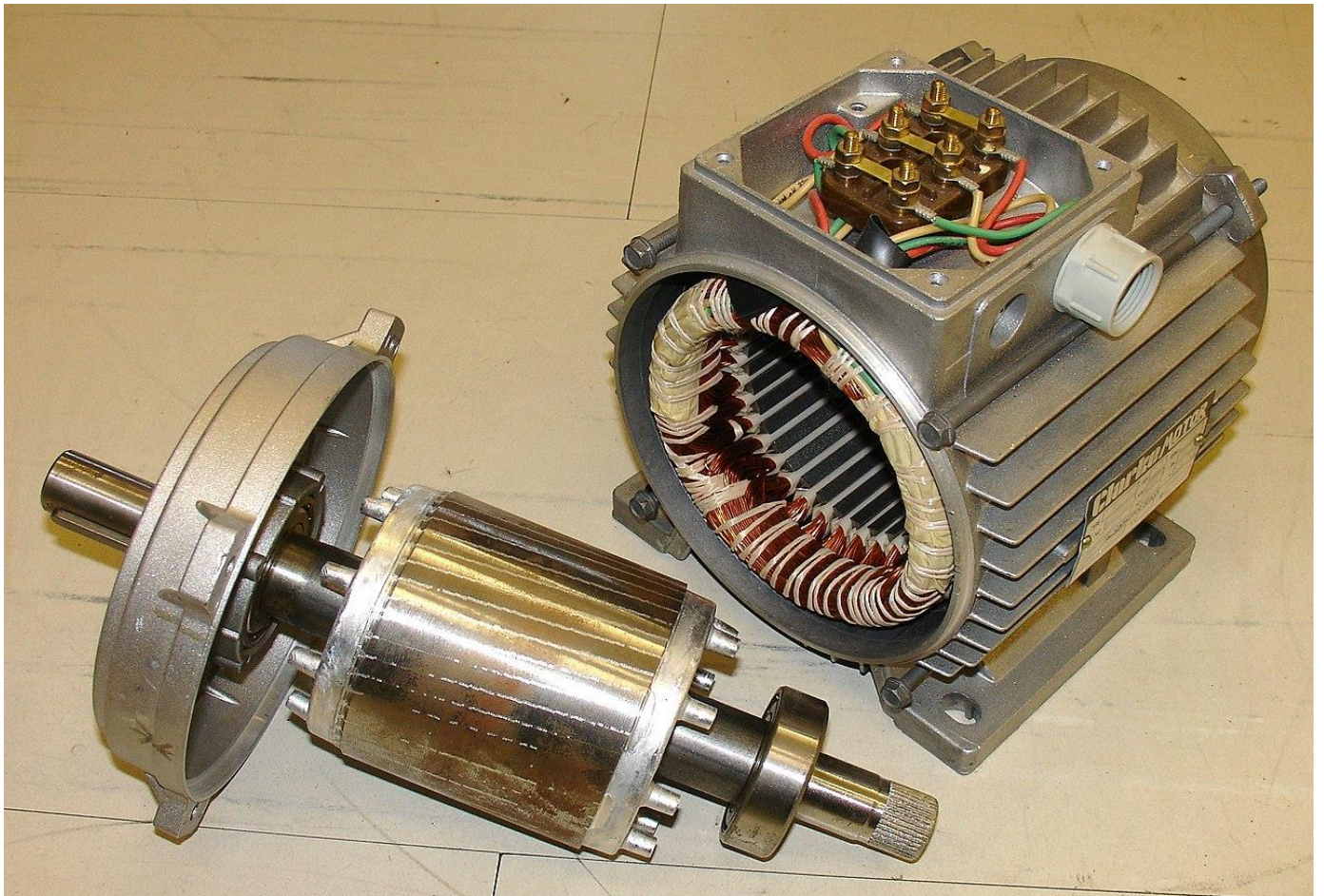








Δρομέας με δαχτυλίδια (περιελιγμένος δρομέας)



Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Σύγχρονη ταχύτητα πεδίου στάτη B_s $n_{\text{sync}} = \frac{120 f_e}{P}$

Ταχύτητα ολίσθησης $n_{\text{slip}} = n_{\text{sync}} - n_m$

όπου n_m η μηχανική ταχύτητα του άξονα της μηχανής

ολίσθηση $s = \frac{n_{\text{slip}}}{n_{\text{sync}}} (\times 100\%)$

ή $s = \frac{n_{\text{sync}} - n_m}{n_{\text{sync}}} (\times 100\%)$ $s = \frac{\omega_{\text{sync}} - \omega_m}{\omega_{\text{sync}}} (\times 100\%)$

$n_m = (1 - s) n_{\text{sync}}$ ή $\omega_m = (1 - s) \omega_{\text{sync}}$

όταν ο δρομέας περιστρέφεται με την σύγχρονη ταχύτητα

$n_m = n_{\text{sync}}$, $s = 0$, $fr = 0$

όταν ο δρομέας είναι ακινητοποιημένος

$n_m = 0$, $s = 1$, $fr = fe$

$fr = s fe$ ή $fr = \frac{P}{120} (n_{\text{sync}} - n_m)$