



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Ηλεκτρικές Μηχανές II

Ενότητα 2: Σύγχρονη Μηχανή με Κυλινδρικό  
Δρομέα 3

Επ. Καθηγήτρια Τζόγια Χ. Καππάτου  
Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας  
Υπολογιστών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



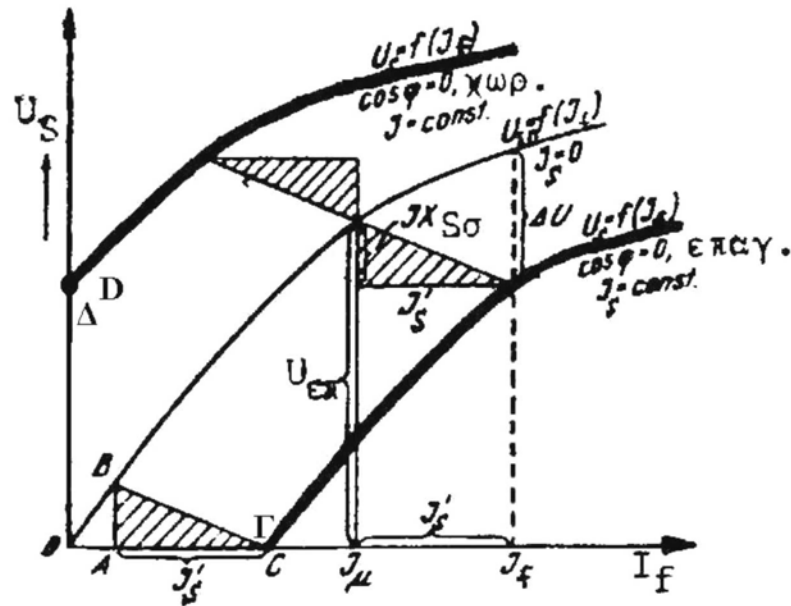
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Χαρακτηριστική αέργου φορτίσεως ( $\cos\phi=0$ )

- Λέγοντας χαρακτηριστική αέργου φορτίσεως εννοούμε την καμπύλη που εκφράζει τη σχέση  $U_S=f(I_f)$  για σταθερό ρεύμα  $I_S$  και  $\cos\phi=0$ .
- Διακρίνουμε χωρητική και επαγωγική άεργο φόρτιση και επομένως έχουμε δύο καμπύλες.



Χαρακτηριστικές αέργου φορτίσεως Σ.Μ. με κυλινδρικό δρομέα

# Χαρακτηριστική αέργου φορτίσεως ( $\cos\phi=0$ ) 2

- **Στην επαγωγική φόρτιση** ο κορεσμός γίνεται πιο έντονος, όταν μεγαλώνει το  $I_f$  λόγω του πεδίου σκεδάσεως του τυλίγματος διεγέρσεως. Για να πάρουμε την ίδια τάση  $U_s$  που διαβάζουμε στο διάγραμμα, χρειαζόμαστε λίγο μεγαλύτερο ρεύμα διεγέρσεως.
- **Στη χωρητική φόρτιση** συμβαίνει το αντίθετο, δηλαδή μέσω της ελάττωσης του ρεύματος διέγερσης υπό σταθερό κύριο μαγνητικό πεδίο επέρχεται ελάττωση της σκέδασης στο τύλιγμα διεγέρσεως. Έτσι μικραίνει λίγο ο κορεσμός και επομένως έχουμε μικρή ελάττωση του αναγκαίου ρεύματος  $I_f$  σε σύγκριση με την τιμή που μας δίνει η χαρακτηριστική.
- Από τη μορφή της χαρακτηριστικής για χωρητική φόρτιση προκύπτει ότι, είναι δυνατόν στους ακροδέκτες μίας Σ.Μ. το χωρητικό ρεύμα να διατηρεί μια τάση, ακόμη και όταν το ρεύμα διέγερσης  $I_f$  είναι μηδέν (σημείο Δ).
- Σε αυτήν τη φόρτιση η Σ.Μ. δεν παράγει άεργο ισχύ και συμπεριφέρεται ακριβώς όπως μία ασύγχρονη μηχανή, η οποία παίρνει το ρεύμα μαγνητίσεως της από το δίκτυο.

# Μέγιστη επιτρεπόμενη χωρητική φόρτιση

- Εάν η τάση στους ακροδέκτες πρέπει να μένει σταθερή, τότε η σύγχρονη μηχανή μπορεί να φορτισθεί μόνο με ένα ορισμένο χωρητικό φορτίο.
- Όταν συμβεί ο σάτης να συνδεθεί με δίκτυο άνευ φορτίου, τότε η κατάσταση αυτή αντιστοιχεί σε χωρητική φόρτιση και είναι δυνατόν να προκληθεί ανύψωση της τάσης, εάν δεν επέμβουμε στη διέγερση.
- Η μεταφορά ισχύος με ένα καλώδιο υψηλής τάσης αποτελεί την κατ' εξοχήν χωρητική φόρτιση, διότι σ' αυτό υπερισχύουν οι χωρητικότητες μεταξύ των αγωγών λόγω των μικρών αποστάσεων.
- Αντίθετα, μια εναέρια γραμμή μεταφοράς αποτελεί κυρίως επαγωγικό φορτίο.

# Σύγχρονος πυκνωτής

- Υπάρχουν σύγχρονες γεννήτριες συνδεδεμένες με τα δίκτυα, οι οποίες παράγουν μόνον άεργο ισχύ. Έτσι οι κινητήριες μηχανές αυτών μπορούν να είναι πολύ μικρής ισχύος, όση είναι αναγκαία για να στρέφεται ο δρομέας με σύγχρονο αριθμό στροφών αντιμετωπίζοντας τις τριβές.
- Για να παρακολουθεί η Σ.Μ. τις διακυμάνσεις της αέργου ισχύος του δικτύου απαιτείται ρύθμιση του ρεύματος διεγέρσεως.
- Επίσης είναι δυνατόν η Σ.Μ. να λειτουργεί ως κινητήρας χωρίς συνδεδεμένο φορτίο στον άξονα, οπότε απορροφά μικρή ενεργό ισχύ μόνο για τις τριβές εδράνων και αντίστασης αέρα και με τη διέγερση να ρυθμίζουμε την προσφερόμενη άεργο ισχύ.
- Ο τρόπος αυτός λειτουργίας χρησιμοποιείται στην πράξη για την προσφορά επαγωγικής ή χωρητικής αέργου ισχύος και τότε η Σ.Μ. ονομάζεται **σύγχρονη μηχανή αέργου ισχύος ή σύγχρονος πυκνωτής**.

# Χαρακτηριστικές Σ.Μ. με κυλινδρικό δρομέα

- Υπάρχουν ακόμη μερικές χαρακτηριστικές, που αφορούν στην κανονική φόρτιση και για το σκοπό αυτό διακρίνουμε δύο περιπτώσεις.
  - a) Η σύγχρονη μηχανή λειτουργεί **μεμονωμένα**, δηλαδή όταν **μόνη της** τροφοδοτεί διάφορους καταναλωτές π.χ. ωμικές αντιστάσεις, ασύγχρονες μηχανές κ.λ.π.
  - b) Η σύγχρονη μηχανή είναι **παραλληλισμένη με ένα δίκτυο σταθερής τάσης και συχνότητας**.



# Μεμονωμένη Λειτουργία



Ισοδύναμο κύκλωμα για τη μεμονωμένη  
φόρτιση μίας Σ.Μ. με κυλινδρικό δρομέα

# Μεμονωμένη Λειτουργία 2

- Τη σχέση  $U_s=f(I_s)$ , για σταθερή διέγερση και για διαφορετικές τιμές της γωνίας  $\phi$ , ονομάζουμε χαρακτηριστική φορτίου.

$$E_p^2 = U_s^2 + (X_d I_s)^2 - 2U_s X_d I_s \cos\left(\frac{3\pi}{2} - \phi\right) \Rightarrow$$

$$\left(\frac{E_p}{X_d}\right)^2 = \left(\frac{U_s}{X_d}\right)^2 + I_s^2 + 2\frac{U_s}{X_d} I_s \sin\phi$$

Για σταθερή διέγερση έχουμε:

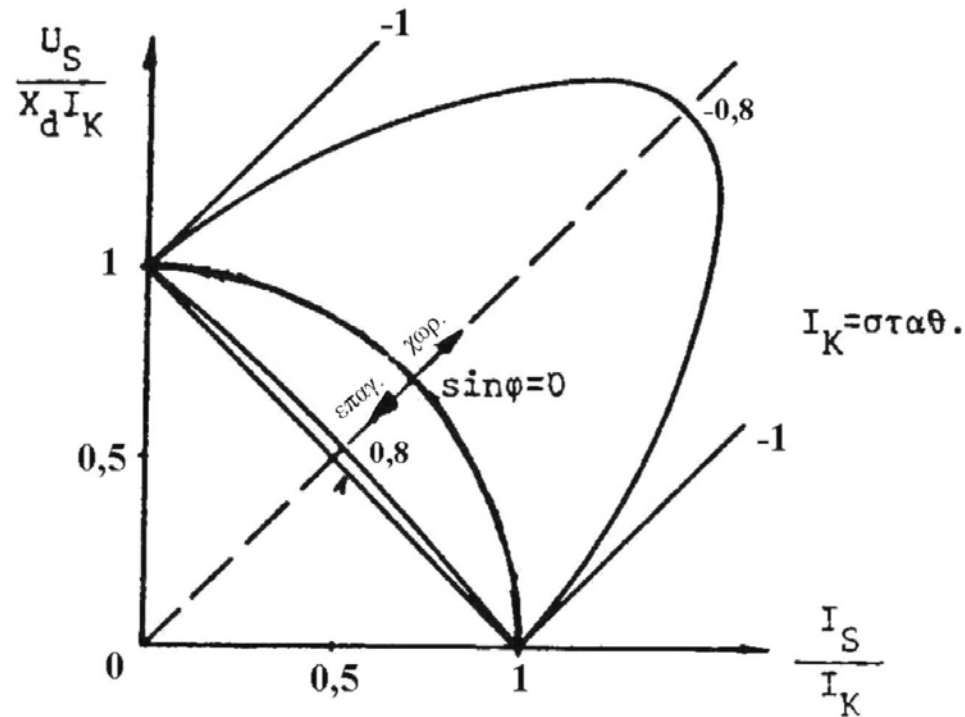
$$I_k = \left(\frac{E_p}{X_d}\right) = const$$

Οπότε:

$$1 = \left(\frac{U_s}{X_d I_k}\right)^2 + \left(\frac{I_s}{I_k}\right)^2 + 2\frac{I_s}{I_k} \frac{U_s}{X_d I_k} \sin\phi$$

Η σχέση αυτή παριστάνει μια έλλειψη.

# Μεμονωμένη Λειτουργία 3

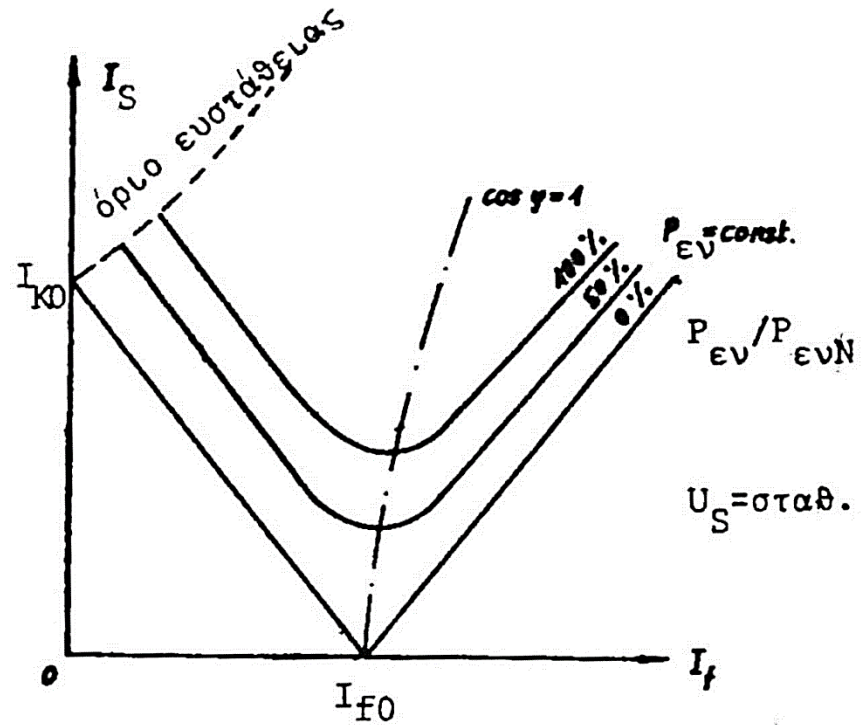


Χαρακτηριστικές φορτίου Σ.Μ. με κυλινδρικό δρομέα

# Παραλληλισμός με Δίκτυο

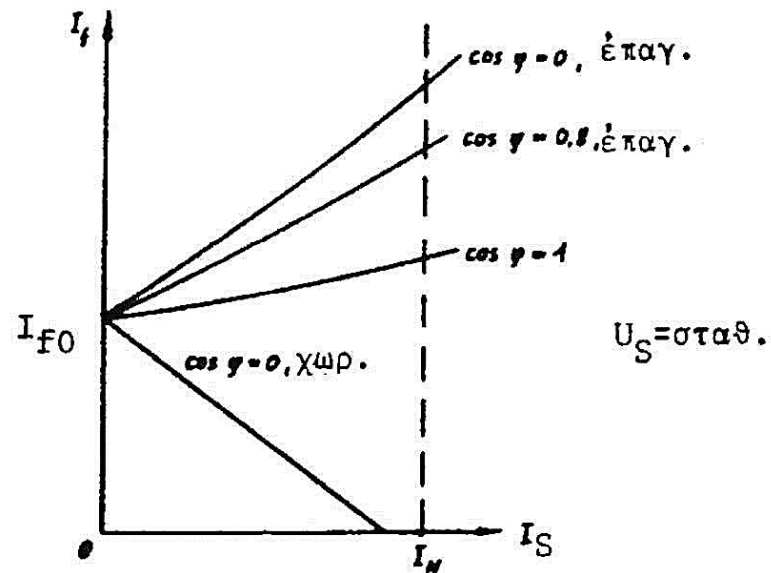
- Για την περίπτωση που η Σ.Μ. είναι παραλληλισμένη με το δίκτυο, ενδιαφέρον έχει η μεταβολή του ρεύματος  $I_S$  του στάτη, όταν μεταβάλλεται το ρεύμα  $I_f$ , ενώ η ενεργός ισχύς παραμένει σταθερή.
- Επίσης μας ενδιαφέρει να γνωρίσουμε τη μεταβολή του ρεύματος  $I_f$  ως συνάρτηση του  $I_S$ , όταν το  $\cos\phi$  παραμένει σταθερό.
- Εάν σχεδιάσουμε τη συνάρτηση  $I_S=f(I_f)$  για  $P_{\varepsilon V}=\text{σταθερό}$  και με παράμετρο το λόγο  $P_{\varepsilon V}/P_{\varepsilon VN}$ , θα πάρουμε τις καμπύλες του σχήματος 2.36, οι οποίες λόγω της μορφής των ονομάζονται **καμπύλες V**.
- Κατά τον τρόπο που πήραμε τις καμπύλες  $I_S=f(I_f)$ , μπορούμε να βρούμε και τις χαρακτηριστικές  $I_f=f(I_S)$ , όταν  $U_S=\text{σταθερό}$  και  $\cos\phi=\text{σταθερό}$ . Οι καμπύλες αυτές ονομάζονται **χαρακτηριστικές ρυθμίσεως**.

# Χαρακτηριστική V



Χαρακτηριστικές V μίας Σ.Μ. με κυλινδρικό δρομέα

# Χαρακτηριστικές ρυθμίσεως



Χαρακτηριστικές ρυθμίσεως Σ.Μ. με κυλινδρικό δρομέα

# Πηγές

Οι πηγές των **Εικόνων, των Σχημάτων και των Διαγραμμάτων είναι:**

[1] Α.Ν. Σαφάκας, «Ηλεκτρικές Μηχανές Α», Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 2009

[2] Α.Ν. Σαφάκας, «Ηλεκτρικές Μηχανές Β», Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 2009

[3] Α.Ν. Σαφάκας, «Δυναμική Ηλεκτρομηχανικών συστημάτων» Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 2008

[4] Τζόγια Χ. Καππάτου, Εξομοιώσεις Ηλεκτρικών Μηχανών σε περιβάλλον Πεπερασμένων Στοιχείων, Εργαστήριο Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας, Η.Μ.Τ.Υ, Πανεπιστήμιο Πατρών.

# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Τζόγια Καππάτου. Τζόγια Καππάτου, «Ηλεκτρικές Μηχανές II». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/EE687/>.



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

# Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

