



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Ηλεκτρικές Μηχανές II

Ενότητα 2: Βραχυκυκλώματα στην Σύγχρονη
Μηχανή

Επ. Καθηγήτρια Τζόγια Χ. Καππάτου

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας
Υπολογιστών



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

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



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

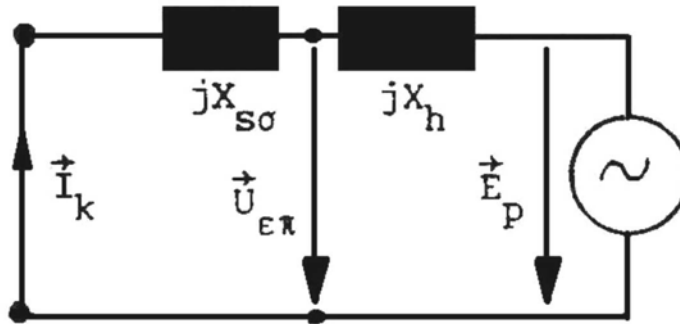
Βραχυκύκλωμα στάτη Σ.Μ.

- Όταν συμβεί ένα βραχυκύκλωμα, στους ακροδέκτες μίας Σ.Μ. μεταξύ των οποίων επικρατεί μια τάση, τότε εμφανίζεται ένα μεταβατικό φαινόμενο, κατά τη διάρκεια του οποίου τα ρεύματα αποκτούν πολύ μεγάλες τιμές.
- Τη μέγιστη τιμή του ρεύματος μετά από ένα απότομο βραχυκύκλωμα μίας Σ.Μ. που είχε ονομαστική τάση στους ακροδέκτες, ονομάζουμε **κρουστικό ρεύμα βραχυκυκλώματος**. Η τιμή αυτή εμφανίζεται όταν το βραχυκύκλωμα γίνει σε μια στιγμή, η οποία είναι η πλέον δυσμενής.
- Μετά από μερικά δευτερόλεπτα η μεταβατική κατάσταση τελειώνει και ακολουθεί η μόνιμη κατάσταση, όπου έχουμε το μόνιμο ρεύμα βραχυκυκλώματος.
- Το κρουστικό ρεύμα βραχυκυκλώματος δημιουργεί μεγάλες ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις, οι οποίες επενεργούν δυσμενώς ιδιαίτερα στις κεφαλές των τυλιγμάτων.

Βραχυκύκλωμα στάτη Σ.Μ. 2

- Η τιμή του ρεύματος βραχυκυκλώματος κάθε φάσης εξαρτάται από την τιμή της τάσης κατά τη στιγμή που γίνεται το βραχυκύκλωμα και από τον αριθμό των φάσεων που βραχυκυκλώνονται.
- Έτσι διακρίνουμε τριπολικό, διπολικό και μονοπολικό βραχυκύκλωμα.
- Το βραχυκύκλωμα χρησιμεύει για τον προσδιορισμό ορισμένων σημαντικών παραμετρικών στοιχείων της μηχανής. Γι' αυτό πολύ συχνά γίνεται ένα σκόπιμο βραχυκύκλωμα και ακολουθούν διάφορες μετρήσεις.
- Στις περιπτώσεις αυτές για να αποφύγουμε το επικίνδυνο κρουστικό ρεύμα, στρέφουμε τη μηχανή με την ονομαστική της ταχύτητα, βραχυκυκλώνουμε τον στάτη και κατόπιν μεταβάλλουμε τη διέγερση από μηδέν μέχρι την ονομαστική της τιμή.

Μόνιμο τριπολικό βραχυκύκλωμα

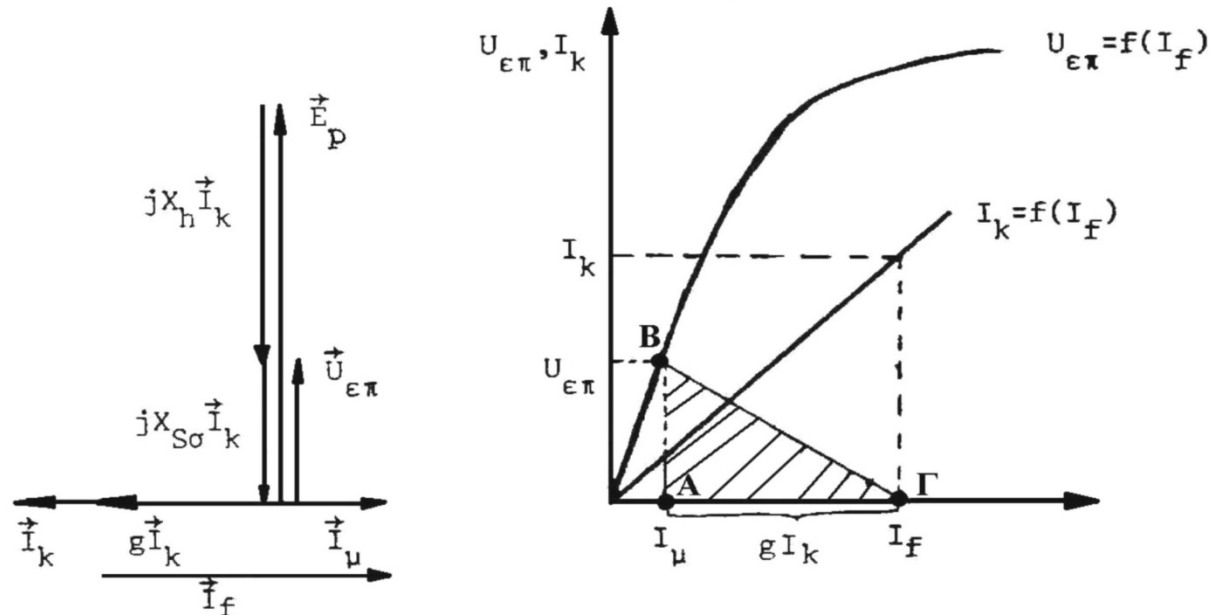


Ισοδύναμο κύκλωμα για το τριπολικό βραχυκύκλωμα Σ.Μ. με κυλινδρικό δρομέα

Το ρεύμα βραχυκυκλώματος προκύπτει από τη σχέση:

$$\vec{I}_k = \frac{\vec{E}_p}{j(X_{S\sigma} + X_h)} = \frac{\vec{E}_p}{jX_d}$$

Μόνιμο τριπολικό βραχυκύκλωμα 2



Διανυσματικό διάγραμμα και χαρακτηριστική για το τριπολικό βραχυκύκλωμα

- Το τρίγωνο AB Γ λέγεται τρίγωνο Potier και χρησιμεύει για τον υπολογισμό της $X_{S\sigma}$, όταν είναι γνωστός ο συντελεστής g ή αντίστροφα.

Αναλογία κενού – Βραχυκυκλώματος

Ένα χαρακτηριστικό μέγεθος για τη λειτουργική συμπεριφορά μίας σύγχρονης μηχανής είναι ο συντελεστής αναλογίας κενού – βραχυκυκλώματος λ .

$$\lambda = \frac{I_{k0}}{I_N}$$

I_{k0} είναι το μόνιμο ρεύμα βραχυκυκλώματος, όταν το ρεύμα διέγερσης είναι ίσο με το ρεύμα διέγερσης εν κενώ I_{f0} , λόγω του οποίου στο στάτη έχουμε ονομαστική τάση. I_N είναι το ονομαστικό ρεύμα του στάτη.

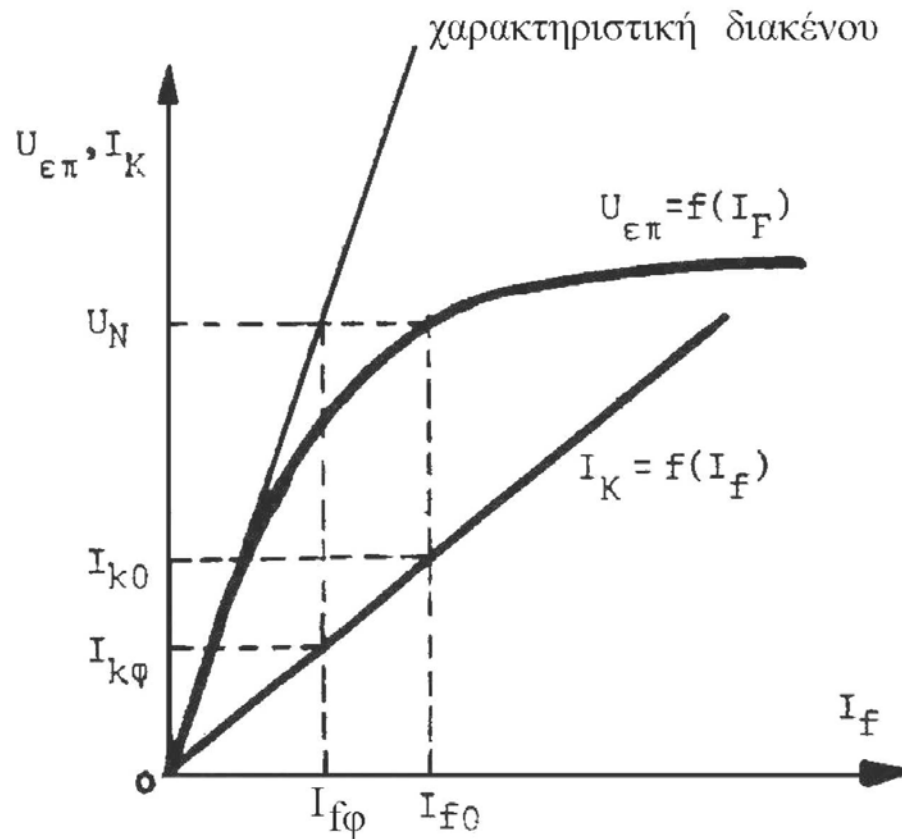
$$X_d = \frac{E_p}{I_k} = \frac{U_N}{I_{k\phi}}$$

**Σύγχρονη επαγωγική αντίσταση
χωρίς κορεσμό**

$$X_{dkop} = \frac{U_N}{I_{k0}}$$

**Σύγχρονη επαγωγική
αντίσταση με κορεσμό**

Αναλογία κενού – Βραχυκυκλώματος 2



Διάγραμμα για τον ορισμό του λ

Αναλογία κενού – Βραχυκυκλώματος 3

$$x_d = X_d \frac{I_N}{U_N}$$

Σχετική σύγχρονη επαγωγική αντίσταση χωρίς κορεσμό

$$x_{d\text{κορ}} = X_{d\text{κορ}} \frac{I_N}{U_N}$$

$$x_{d\text{κορ}} = \frac{I_N}{I_{k0}}$$

Σχετική σύγχρονη επαγωγική αντίσταση με κορεσμό

$$\lambda = \frac{1}{x_{d\text{κορ}}}$$

Σ.Μ. με κυλινδρικό δρομέα: $\lambda = 0,5 \dots 0,7$

Σ.Μ. με εκτύπους πόλους: $\lambda = 0,8 \dots 1,4$

Κρουστικό βραχυκύκλωμα

- Το κρουστικό ρεύμα βραχυκυκλώματος καθορίζεται από τις επαγωγικές αντιστάσεις σκέδασης του στάτη, του τυλίγματος διεγέρσεως και του τυλίγματος απόσβεσης.
- Επίσης εξαρτάται από τον αριθμό των βραχυκυκλωμένων φάσεων.
- Το κρουστικό ρεύμα προκαλεί μεγάλες ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις κυρίως στις κεφαλές των τυλιγμάτων, οι οποίες είναι δυνατόν να υποστούν βλάβες. Επίσης προκαλεί μεγάλη ροπή, η οποία επιδρά επί της βάσης στήριξης.
- Σύμφωνα με το γερμανικό κανονισμό VDE 0530, τμήμα 1/1.66 § 41, η μέγιστη τιμή του ρεύματος βραχυκυκλώσεως μίας Σ.Μ. με διέγερση τέτοια ώστε εν κενώ να έχουμε ονομαστική τάση στο στάτη, κατά το τριπολικό βραχυκύκλωμα πρέπει να ικανοποιεί τη σχέση :

$$i_{kmax} \leq 15\sqrt{2}I_N = 21.21I_N$$

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



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης