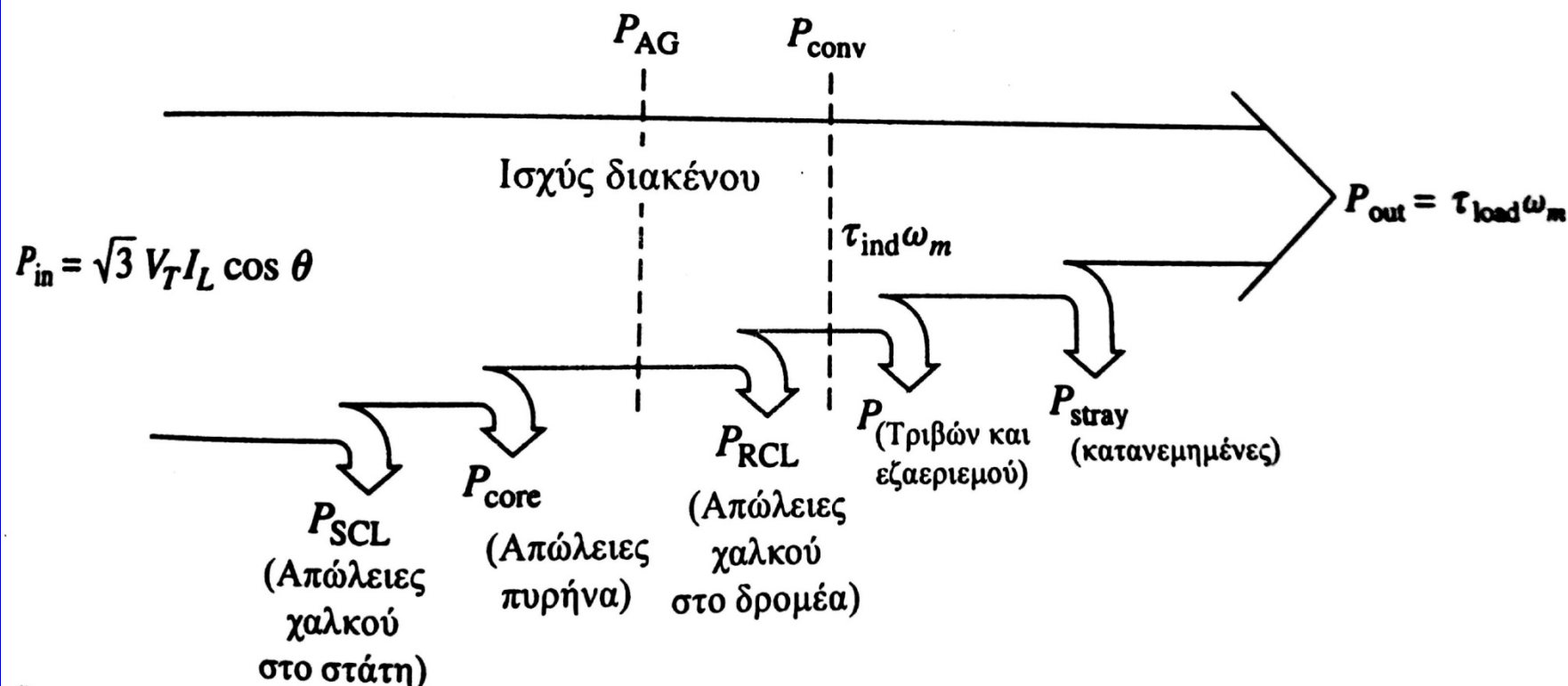


ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Η είσοδος ενός επαγωγικού κινητήρα είναι κάποιο 3-φασικό σύστημα τάσεων και ρευμάτων. Σε ένα κανονικό Μ/Σ η ηλεκτρική ισχύς εξόδου είναι η ισχύς στο 2^{ον} τύλιγμα
- Στον επαγωγικό κινητήρα το 2^{ον} τύλιγμα (δρομέας) είναι βραχυκυκλωμένο και έτσι δεν εμφανίζεται ηλεκτρική ισχύς στην έξοδο της μηχανής
- Αντίθετα η ισχύς εξόδου του κινητήρα είναι μηχανική
- Η σχέση ανάμεσα στην ηλεκτρική ισχύ εισόδου και στη μηχανική ισχύ εξόδου ενός επαγωγικού κινητήρα παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Το πρώτο είδος απωλειών που υπολογίζεται στον κινητήρα είναι οι ωμικές απώλειες στο στάτη (απώλειες χαλκού στο στάτη)
- Κατόπιν κάποιο ποσό ισχύος χάνεται με τη μορφή απωλειών υστέρησης και απωλειών λόγω δινορρευμάτων στο στάτη
- Η ισχύς που απομένει μεταφέρεται στο δρομέα της μηχανής περνώντας από το διάκενο που υπάρχει μεταξύ τους
- Αυτή η ισχύς ονομάζεται ισχύς διακένου
- Ένα μέρος της ισχύος που μεταφέρεται στο δρομέα χάνεται σε αυτόν με τη μορφή ωμικών απωλειών ενώ η ισχύς που απομένει μετατρέπεται από ηλεκτρική σε μηχανική
- Από αυτή αφιαρούνται οι απώλειες τριβών και εξαερισμού και οι κατανεμημένες απώλειες

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

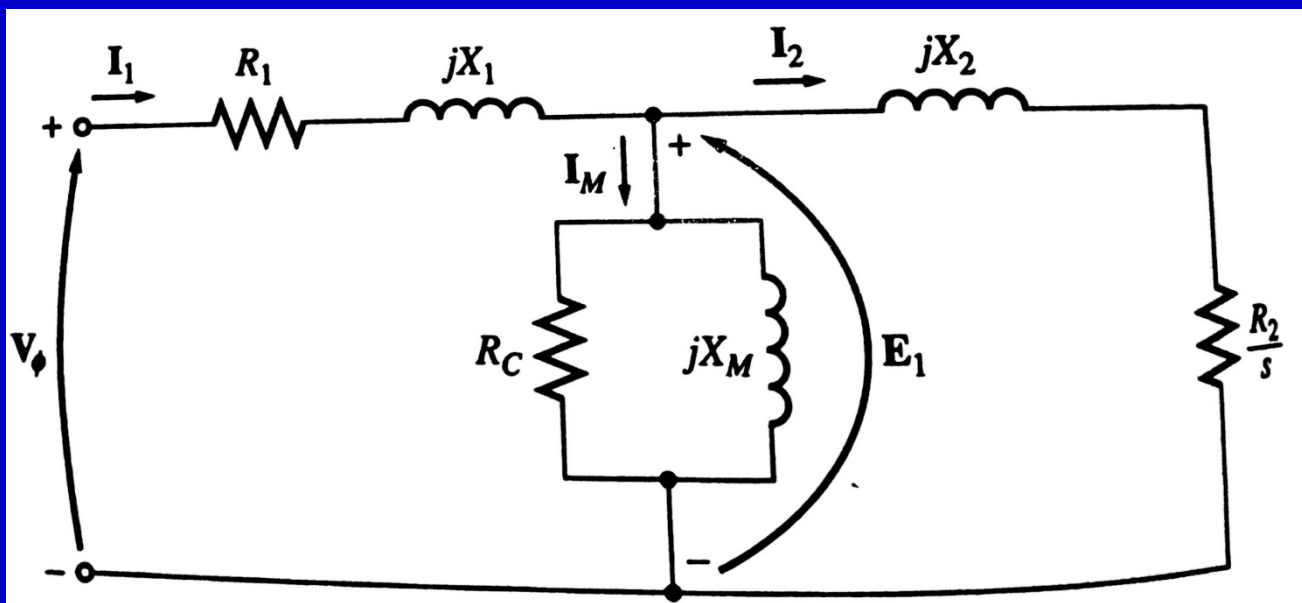
- Οι απώλειες πυρήνα δεν εμφανίζονται πάντα στο σημείο του διαγράμματος που φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα
- Η φύση των απωλειών πυρήνα κάνει κάπως αυθαίρετη την επιλογή του σημείου στο οποίο πρόκειται να ληφθούν υπόψη
- Στην πραγματικότητα οι απώλειες πυρήνα ενός επαγωγικού κινητήρα προέρχονται κατά ένα μέρος από το κύκλωμα του στάτη και κατά ένα μέρος από αυτό του δρομέα
- Επειδή ο κινητήρας συνήθως περιστρέφεται με ταχύτητα που είναι πολύ κοντά στη σύγχρονη, η σχετική ταχύτητα των μαγνητικών πεδίων είναι πολύ μικρή και έτσι οι απώλειες πυρήνα στο δρομέα είναι πολύ μικρές σε σχέση με τις αντίστοιχες στο στάτη

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα, τόσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες τριβών, εξαερισμού και οι κατανεμημένες απώλειες
- Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του κινητήρα τόσο λιγότερες είναι οι απώλειες πυρήνα
- Αυτές οι παραπάνω κατηγορίες απωλειών συνήθως προστίθενται μεταξύ τους και ονομάζονται απώλειες περιστροφής
- Οι συνολικές απώλειες περιστροφής ενός επαγωγικού κινητήρα συνήθως θεωρούνται σταθερές καθώς μεταβάλλεται η ταχύτητα, αφού οι επιμέρους απώλειες μεταβάλλονται σε αντίθετη κατεύθυνση

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Με βάση το ανά φάση ισοδύναμο κύκλωμα ενός επαγωγικού κινητήρα προκύπτουν οι εξισώσεις για την ισχύ και τη ροπή που διέπουν τη λειτουργία του



$$I_1 = \frac{V_\phi}{Z_{eq}}$$

$$Z_{eq} = R_1 + jX_1 + \frac{1}{G_C - jB_M + \frac{1}{R_2/s + jX_2}}$$

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Οι απώλειες χαλκού στις 3 φάσεις του στάτη είναι:

$$P_{SCL} = 3I_1^2 R_1$$

- Οι απώλειες πυρήνα δίνονται από τη σχέση:

$$P_{core} = 3E_1^2 G_C$$

- Έτσι η ισχύς διακένου υπολογίζεται ως εξής:

$$P_{AG} = P_{in} - P_{SCL} - P_{core}$$

- Στο κύκλωμα του δρομέα το μοναδικό στοιχείο του κυκλώματος όπου μπορεί να καταναλώνεται η ισχύς διακένου είναι η αντίσταση R_2/s . Έτσι η ισχύς διακένου δίνεται από τη σχέση:

$$P_{AG} = 3I_2^2 \frac{R_2}{s}$$

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Οι ωμικές απώλειες στο κύκλωμα του δρομέα δίνονται από την εξίσωση:

$$P_{SCL} = 3I_R^2 R_R$$

- Επειδή η ισχύς στις 2 πλευρές ενός ιδανικού Μ/Σ είναι πάντα η ίδια, οι απώλειες χαλκού στο δρομέα εκφράζονται επίσης από τη σχέση:

$$P_{RCL} = 3I_2^2 R_2$$

- Με την αφαίρεση των απωλειών χαλκού στο στάτη, των απωλειών πυρήνα και των απωλειών χαλκού στο δρομέα από την ισχύ εισόδου του κινητήρα, η ισχύς που απομένει μετατρέπεται από ηλεκτρική σε μηχανική
- Αυτή η ισχύς που μερικές φορές ονομάζεται αναπτυσσόμενη μηχανική ισχύς δίνεται από τη σχέση:

$$P_{conv} = P_{AG} - P_{RCL} = 3I_2^2 \frac{R_2}{s} - 3I_2^2 R_2 = 3I_2^2 R_2 \left(\frac{1}{s} - 1 \right)$$

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Τελικά φαίνεται ότι οι απώλειες χαλκού στο δρομέα είναι ίσες με το γινόμενο της ισχύος διακένου επί την ολίσθηση

$$P_{RCL} = sP_{AG}$$

- Συνεπώς, όσο μικρότερη είναι η ολίσθηση τόσο μικρότερη είναι η τιμή των απωλειών στο δρομέα της μηχανής
- Στην περίπτωση που ο κινητήρας δεν περιστρέφεται η ολίσθηση είναι $s=1$ και η ισχύς διακένου καταναλώνεται εξ ολοκλήρου στο κύκλωμα του δρομέα
- Το γεγονός εξηγείται ως εξής: αφού ο κινητήρας δεν περιστρέφεται η ισχύς εξόδου του θα πρέπει να είναι μηδενική

$$P_{out} = \tau_{load} \omega_m$$

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Μία ακόμη σχέση μεταξύ της ισχύος διακένου και της ισχύος που μετατρέπεται από ηλεκτρική σε μηχανική μορφή εξάγεται από τη σχέση:

$$P_{conv} = P_{AG} - P_{RCL} = P_{AG} - sP_{AG} = (1-s)P_{AG}$$

- Τελικά αν οι απώλειες τριβής, εξαερισμού και οι κατανεμημένες απώλειες είναι γνωστές, η ισχύς εξόδου του κινητήρα θα είναι:

$$P_{out} = P_{conv} - P_{F\&W} - P_{misc}$$

- Η επαγόμενη ροπή T_{ind} στο εσωτερικό της μηχανής έχει οριστεί ως η ροπή εκείνη που παράγεται κατά τη μετατροπή της ηλεκτρικής ισχύος σε μηχανική

- Αυτή η ροπή διαφέρει από τη ροπή που είναι πραγματικά αξιοποιήσιμη στην έξοδο του κινητήρα κατά τις ροπές τριβών και εξαερισμού. Η επαγόμενη ροπή θα είναι:

$$T_{ind} = \frac{P_{conv}}{\omega_m}$$

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Η επαγόμενη ροπή ενός επαγωγικού κινητήρα εκφράζεται και με κάποιον διαφορετικό τρόπο

$$\tau_{ind} = \frac{(1-s)P_{AG}}{(1-s)\omega_{sync}} = \frac{P_{AG}}{\omega_{sync}}$$

- Αυτή η τελευταία εξίσωση είναι πολύ χρήσιμη επειδή εκφράζει την επαγόμενη ροπή σε άμεση σχέση με την ισχύ διακένου και τη σύγχρονη ταχύτητα η οποία δεν μεταβάλλεται. Έτσι η τ_{ind} υπολογίζεται αν είναι γνωστή η P_{AG}

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Ένα μέρος της ισχύος που μεταφέρεται μέσω του διακένου του επαγωγικού κινητήρα καταναλώνεται στις απώλειες χαλκού στο δρομέα, ενώ το υπόλοιπο μέρος μετατρέπεται σε μηχανική ισχύ που κινεί τον άξονα της μηχανής
- Είναι δυνατός ο διαχωρισμός των 2 τμημάτων της ισχύος διακένου και η αντιστοίχιση τους σε ξεχωριστά στοιχεία του ισοδύναμου κυκλώματος
- Η παρακάτω εξίσωση εκφράζει τη συνολική ισχύ διακένου ενός επαγωγικού κινητήρα

$$P_{AG} = 3I_2^2 \frac{R_2}{s}$$

- Η παρακάτω εξίσωση δίνει τις πραγματικές απώλειες στο δρομέα της μηχανής

$$P_{RCL} = 3I_2^2 R_2$$

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Η ισχύς διακένου είναι ίση με την ισχύ που θα καταναλωνόταν από μία αντίσταση R_2/s ενώ οι απώλειες χαλκού στο δρομέα είναι ίσες με την ισχύ που θα καταναλωνόταν σε μία αντίσταση R_2
- Η διαφορά τους είναι η ισχύς P_{conv} η οποία με τη σειρά της είναι ίση με την ισχύ που καταναλώνεται στην αντίσταση

$$R_{conv} = \frac{R_2}{s} - R_2 = R_2 \left(\frac{1}{s} - 1 \right)$$

ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΣΤΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

