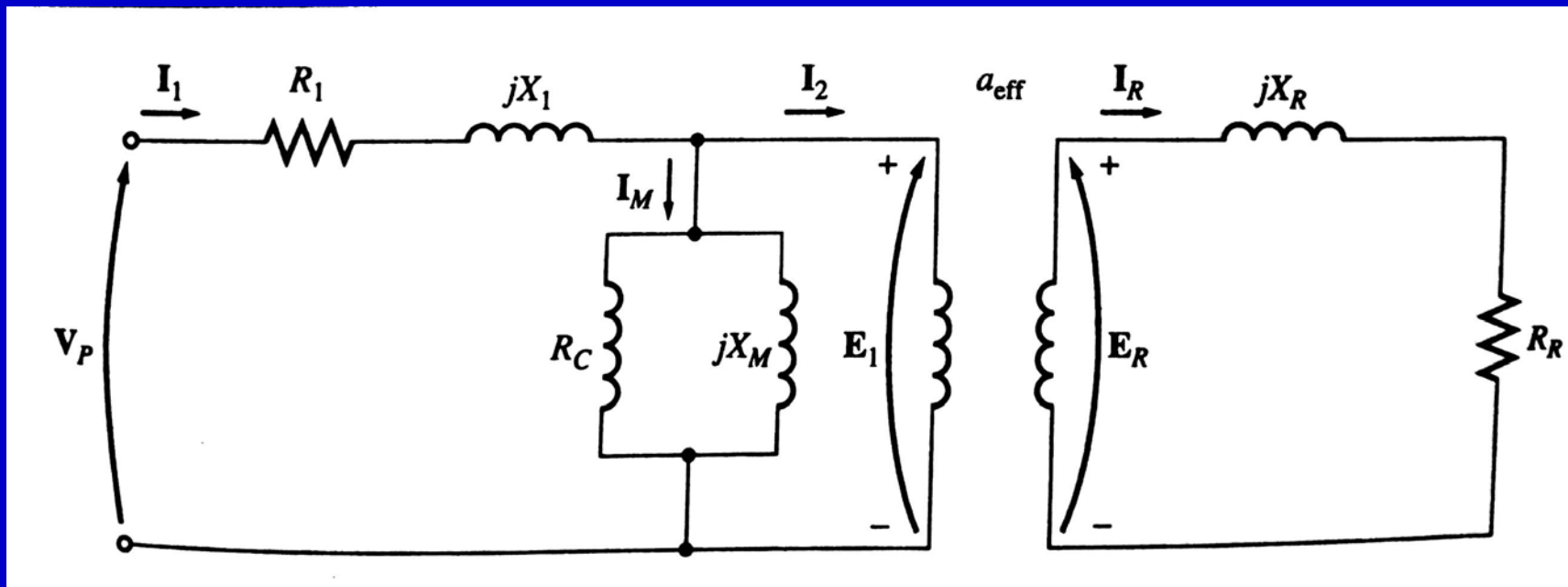


ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Η λειτουργία του κινητήρα βασίζεται σε τάσεις και ρεύματα που παράγονται εξ επαγωγής στο δρομέα και οφείλονται στο μαγνητικό πεδίο του στάτη
- Επειδή ο επαγωγικός κινητήρας λειτουργεί εντελώς όμοια με ένα Μ/Σ, το ισοδύναμο κύκλωμα του κινητήρα θα μοιάζει αρκετά σε αυτό του Μ/Σ
- Ο επαγωγικός κινητήρας ονομάζεται και μηχανή απλής διέγερσης σε αντιδιαστολή με τις σύγχρονες μηχανές που ονομάζονται διπλής διέγερσης
- Επειδή ο επαγωγικός κινητήρας δε διαθέτει ξεχωριστό κύκλωμα διέγερσης, στο ισοδύναμο κύκλωμα του δεν υπάρχει εσωτερική πηγή τάσης όμοια με την εσωτερική τάση Ε_α των σύγχρονων μηχανών

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

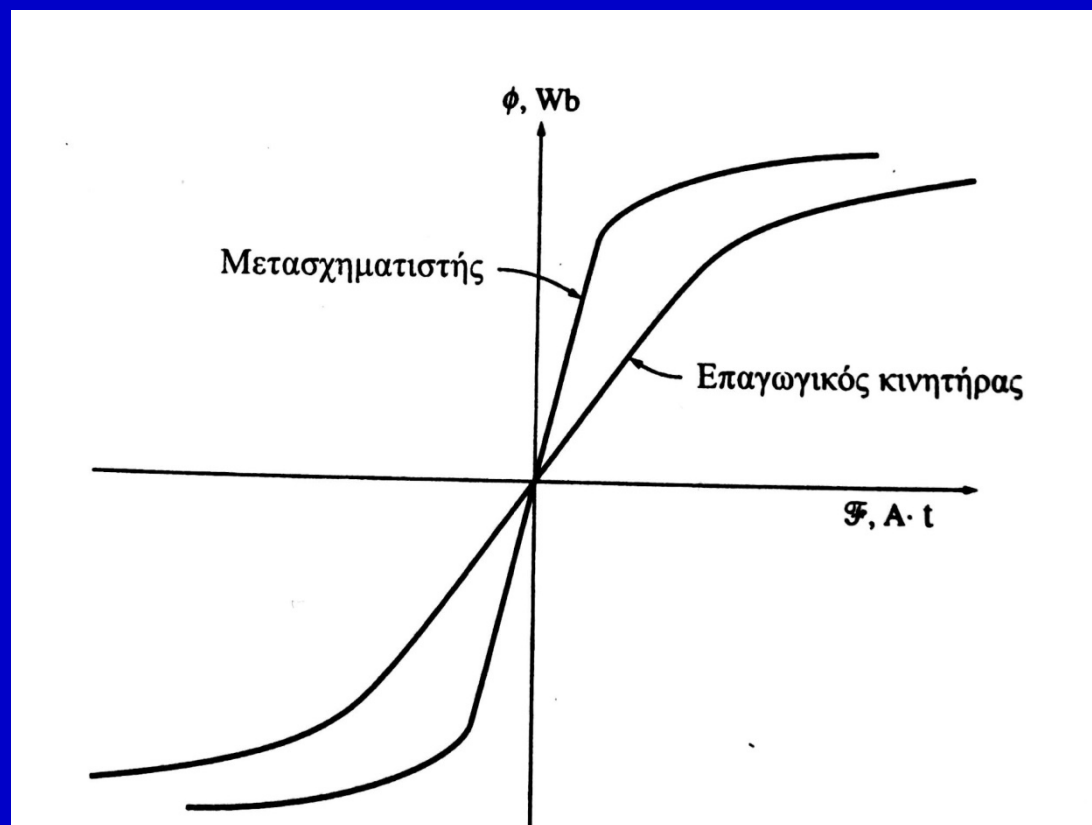
- Το ανά φάση ισοδύναμο κύκλωμα ενός Μ/Σ που περιγράφει τη λειτουργία ενός επαγωγικού κινητήρα είναι:



- Στο 1^ον (τύλιγμα στάση) εμφανίζεται μία αντίσταση και μία αυτεπαγωγή που πρέπει να αντιπροσωπεύονται και στο ισοδύναμο κύκλωμα. Η αντίσταση στο στάτη συμβολίζεται με R_1 και η αντίδραση διαρροής με X_1

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Επίσης όπως σε κάθε Μ/Σ που διαθέτει σιδηρομαγνητικό πυρήνα η μαγνητική ροή στο εσωτερικό της μηχανής εξαρτάται από το ολοκλήρωμα της εφαρμοζόμενης τάσης E_1



ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Η κλίση της καμπύλης μαγνήτισης ενός επαγωγικού κινητήρα είναι πολύ λιγότερο απότομη από αυτή ενός καλά σχεδιασμένου Μ/Σ
- Αυτό συμβαίνει επειδή στη μηχανή υπάρχει κάποιο διάκενο που αυξάνει τη μαγνητική αντίσταση κατά τη διαδρομή της ροής, πράγμα που μειώνει τη σύζευξη μεταξύ 1^{ος} και 2^{ος}
- Όσο μεγαλύτερη μαγνητική αντίσταση παρουσιάζει το διάκενο της μηχανής τόσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα μαγνήτισης που απαιτείται για την εξασφάλιση μιας δεδομένης ροής
- Έτσι η αντίσταση μαγνήτισης X_m θα έχει πολύ μικρότερη τιμή από αυτή ενός συνηθισμένου Μ/Σ

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Η εσωτερική τάση στο στάτη της μηχανής E_1 συνδέεται με την τάση του 2^{ος} E_R μέσω ενός ιδανικού Μ/Σ με κάποιον ενεργό λόγο μετασχηματισμού α_{eff}
- Η τάση E_R που παράγεται στο δρομέα της μηχανής παράγει με τη σειρά της κάποιο ρεύμα στο βραχυκυκλωμένο κύκλωμα του δρομέα (2^{ον}) της μηχανής
- Οι σύνθετες αντιστάσεις 1^{ος} και το ρεύμα μαγνήτισης του επαγωγικού κινητήρα είναι σχεδόν όμοια μεγέθη με τα αντίστοιχα στο ισοδύναμο κύκλωμα του Μ/Σ
- Το ισοδύναμο κύκλωμα του επαγωγικού κινητήρα διαφέρει από το ισοδύναμο του 1^{ος} του Μ/Σ στις επιπτώσεις που έχει η μεταβολή της συχνότητας στο δρομέα πάνω στην τάση του δρομέα E_R και στις σύνθετες αντιστάσεις R_R και jX_R

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Όταν στο στάτη ενός επαγωγικού κινητήρα εφαρμοστεί μια τάση, στο δρομέα αναπτύσσεται τάση εξ επαγωγής
- Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η σχετική ταχύτητα μεταξύ των πεδίων του στάτη και του δρομέα τόσο μεγαλύτερη είναι η τάση που αναπτύσσεται στο δρομέα της μηχανής
- Η μεγαλύτερη σχετική κίνηση μεταξύ των 2 πεδίων επιτυγχάνεται όταν ο δρομέας της μηχανής είναι ακίνητος
- Σε αυτή την περίπτωση ο δρομέας ονομάζεται ακινητοποιημένος και η τάση που επάγεται στα τυλίγματα του είναι η μέγιστη δυνατή
- Η ελάχιστη τάση επάγεται στα τυλίγματα του δρομέα όταν αυτός περιστρέφεται με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα περιστροφής του πεδίου του στάτη, όταν δηλαδή δεν υφίσταται σχετική κίνηση

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Για κάθε άλλη ενδιάμεση τιμή της ταχύτητας του δρομέα η επαγόμενη τάση είναι ανάλογη της ολίσθησης
- Έτσι, αν η επαγόμενη τάση στην περίπτωση που ο κινητήρας λειτουργεί με ακινητοποιημένο δρομέα συμβολιστεί με E_{R0} , η τιμή της επαγόμενης τάσης για οποιαδήποτε τιμή της ολίσθησης δίνεται από:

$$E_R = sE_{R0}$$

- Η συχνότητα της επαγόμενης τάσης σε κάθε ολίσθηση δίνεται από:

$$f_r = sf_e$$

- Αυτή η τάση εμφανίζεται στο δρομέα του οποίου η αντίσταση είναι σταθερή και ανεξάρτητη της ολίσθησης

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Αντίθετα, η αντίδραση του δρομέα εξαρτάται με κάποιον πιο πολύπλοκο τρόπο από την ολίσθηση
- Η αντίδραση του δρομέα εξαρτάται από την αυτεπαγωγή του δρομέα και από τη συχνότητα της τάσης και του ρεύματος στο δρομέα

- Αν η αυτεπαγωγή του δρομέα έχει τιμή L_R , η αντίδραση δίνεται από:

$$X_R = \omega_r L_R = 2\pi f_r L_R$$

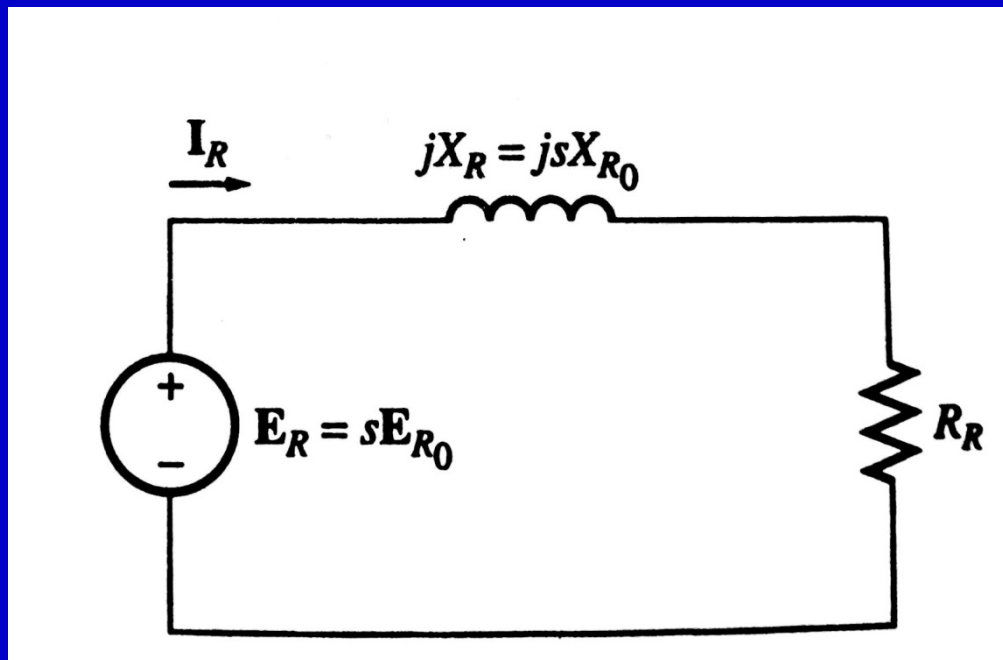
- Επειδή $f_r = sf_e$

$$X_R = 2\pi s f_e L_R = s(2\pi f_e L_R) = sX_{R0}$$

- Με X_{R0} την αντίδραση του ακινητοποιημένου δρομέα

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Το ισοδύναμο κύκλωμα που προκύπτει για το δρομέα της μηχανής είναι:

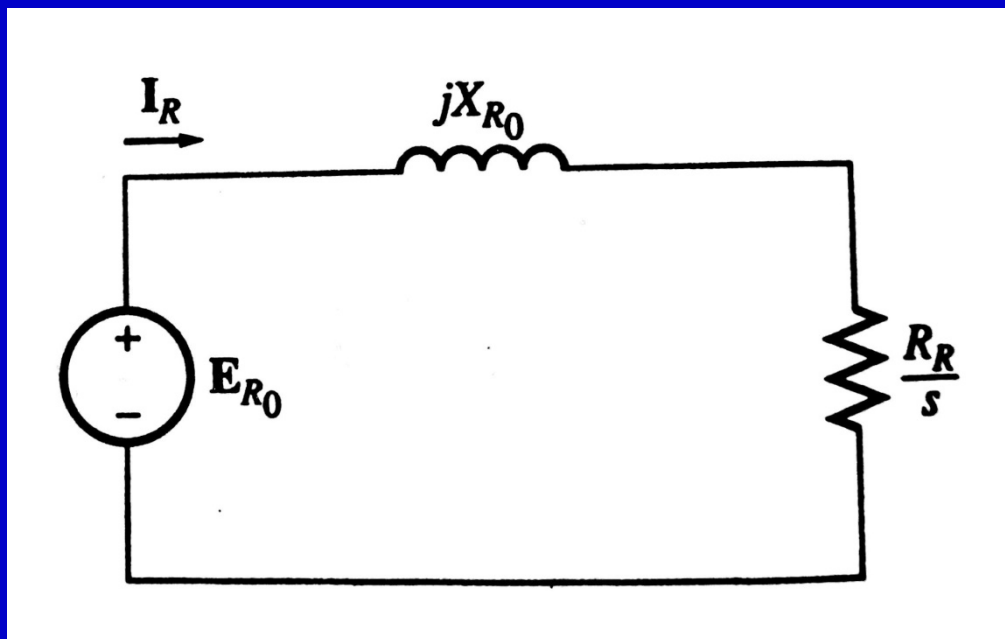


$$I_R = \frac{E_R}{R_R + jX_R} = \frac{sE_{R0}}{R_R + jsX_{R0}} = \frac{E_{R0}}{\frac{R_R}{s} + jX_{R0}}$$

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

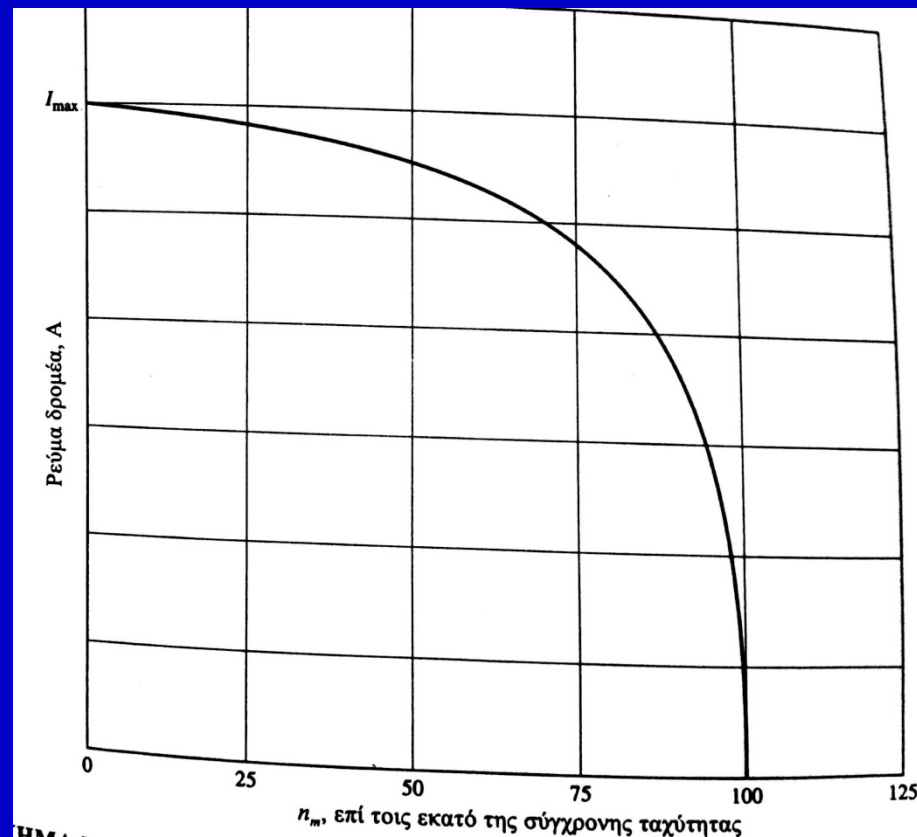
- Η προηγούμενη εξίσωση δείχνει ότι όλα τα αποτελέσματα της μεταβολής στην ταχύτητα του δρομέα είναι δυνατό να εκφραστούν με μία μεταβλητή σύνθετη αντίσταση που τροφοδοτείται από μία πηγή σταθερής τάσης E_{R0}
- Σύμφωνα με τη θεώρηση αυτή η ισοδύναμη σύνθετη αντίσταση του δρομέα θα είναι:

$$Z_{R,eq} = \frac{R_R}{s} + jX_{R0}$$



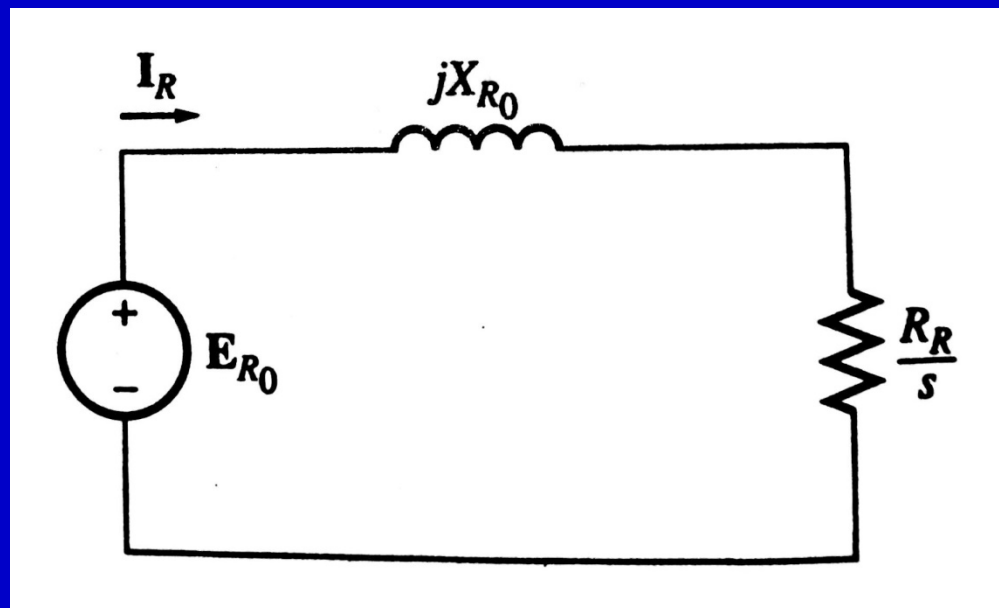
ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Για πολύ μικρές τιμές της ολίσθησης το ωμικό μέρος είναι $R_R/s \gg X_{R0}$ οπότε η αντίσταση υπερισχύει και το ρεύμα μεταβάλλεται γραμμικά με την ολίσθηση. Αντίθετα για μεγάλες τιμές της ολίσθησης η X_{R0} είναι πολύ μεγαλύτερη από την R_R/s ενώ το ρεύμα προσεγγίζει μία σταθερή τιμή καθώς η τιμή της ολίσθησης γίνεται πολύ μεγάλη



ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Στο τελικό ανά φάση ισοδύναμο κύκλωμα του επαγωγικού κινητήρα είναι απαραίτητη η μεταφορά του τμήματος του δρομέα στο επίπεδο τάσης του στάτη
- Μετά και από αυτή τη μεταφορά το ισοδύναμο κύκλωμα είναι πλήρες
- Στη σύνθετη αντίσταση του δρομέα έχουν περιληφθεί όλες οι μεταβολές της ταχύτητας



ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Στον κανονικό Μ/Σ οι τάσεις, τα ρεύματα και οι σύνθετες αντιδράσεις του 2^{ος} μεταφέρονται στο 1^{ον} με τη βοήθεια του λόγου μετασχηματισμού

$$V_P = V'_S = aV_S$$

$$I_P = I'_S = \frac{I_S}{a}$$

$$Z'_S = a^2 Z_S$$

- Τα τονούμενα μεγέθη είναι οι τιμές που αναφέρονται στο 1^{ον}
- Ακριβώς οι ίδιες εξισώσεις μετασχηματισμού χρησιμοποιούνται και για το κύκλωμα του δρομέα στον επαγωγικό κινητήρα
- Αν ο ενεργός λόγος μετασχηματισμού ενός επαγωγικού κινητήρα είναι a_{eff} , η μετασχηματισμένη τάση του δρομέα είναι

$$E_1 = E'_R = a_{eff} E_{R0}$$

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Το ρεύμα του δρομέα γίνεται

$$I_2 = \frac{I_R}{a_{eff}}$$

- Και η σύνθετη αντίσταση

$$Z_2 = \alpha_{eff}^2 \left(\frac{R_R}{s} + jX_{R0} \right)$$

- Με τους παρακάτω ορισμούς

$$R_2 = a_{eff}^2 R_R$$

$$X_2 = a_{eff}^2 X_{R0}$$

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

- Το τελικό ανά φάση ισοδύναμο κύκλωμα είναι

