

ΑΕΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Εργαστήριο Ηλεκτρικών Μηχανών

Διδάσκων: Παλάντζας Παναγιώτης

Ασύγχρονοι κινητήρες

Η εξάπλωση και χρήση των ασύγχρονων κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος είναι καθολική σε όλες σχεδόν τις εφαρμογές, ανεξάρτητα με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις που αυτές μπορεί να παρουσιάζουν.

Η απλή σχετικά κατασκευή των ασύγχρονων μηχανών και ιδιαίτερα των κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα, καθώς επίσης και η συμπεριφορά τους κατά την λειτουργία σε εφαρμογές και περιβάλλοντα με ιδιαίτερες απαιτήσεις, αποτελούν τους βασικούς λόγους για τους οποίους ο ασύγχρονος κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος κέρδισε έδαφος έναντι των υπολοίπων.

Μερικές από τις εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο ο ασύγχρονος κινητήρας είναι οι ακόλουθες: μεταφορικές ταινίες, κοχλίες, πιεστικά συστήματα, μίξερ, γκαραζόπορτες, βιομηχανικοί ανεμιστήρες και εξαεριστήρες, κυκλοφορητές, ανυψωτικά μηχανήματα. εργαλειομηχανές (CNC) και πλήθος άλλων εφαρμογών που είναι δύσκολο κανείς να απαριθμήσει.

Μεταξύ των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει ένας ασύγχρονος κινητήρας, είναι ο μικρός συγκριτικά όγκος του (ο οποίος διαρκώς μειώνεται με την πρόοδο της τεχνολογίας στον τομέα των μαγνητικών υλικών), η αντοχή του σε σκληρές συνθήκες εργασίας, η μεγάλη διάρκεια ζωής του και το χαμηλό σχετικά κόστος συντήρησης και επισκευής του.

Ένας κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα εμφανίζει χαμηλό συντελεστή ισχύος και μεγάλο ρεύμα εκκίνησης. Για την εκκίνηση των κινητήρων απαιτούνται διατάξεις ή κυκλώματα αυτοματισμού, μέσω των οποίων αφενός θα εξασφαλίζεται η ομαλή εκκίνηση του κινητήρα ακόμη και όταν στον άξονα του εφαρμόζεται μηχανικό φορτίο και αφετέρου θα περιορίζονται τα αναπτυσσόμενα ρεύματα κατά το στάδιο της εκκίνησης, ώστε να μην κινδυνεύσει να καταστραφεί ο κινητήρας.

Ειδικότερα στο θέμα της ρύθμισης της ταχύτητας του κινητήρα, οι σύγχρονες εφαρμογές απαιτούν ακριβή αριθμό στροφών, γεγονός που σημαίνει ότι θα πρέπει, αφενός να υπάρχει η δυνατότητα συνεχούς μικρομεταβολής της ταχύτητας και αφετέρου οι αποκλίσεις σε σχέση με την επιθυμητή ταχύτητα να είναι ελάχιστες.

Η θεωρία των ηλεκτρικών μηχανών αποδεικνύει ότι οι στροφές ενός ασύγχρονου επαγωγικού

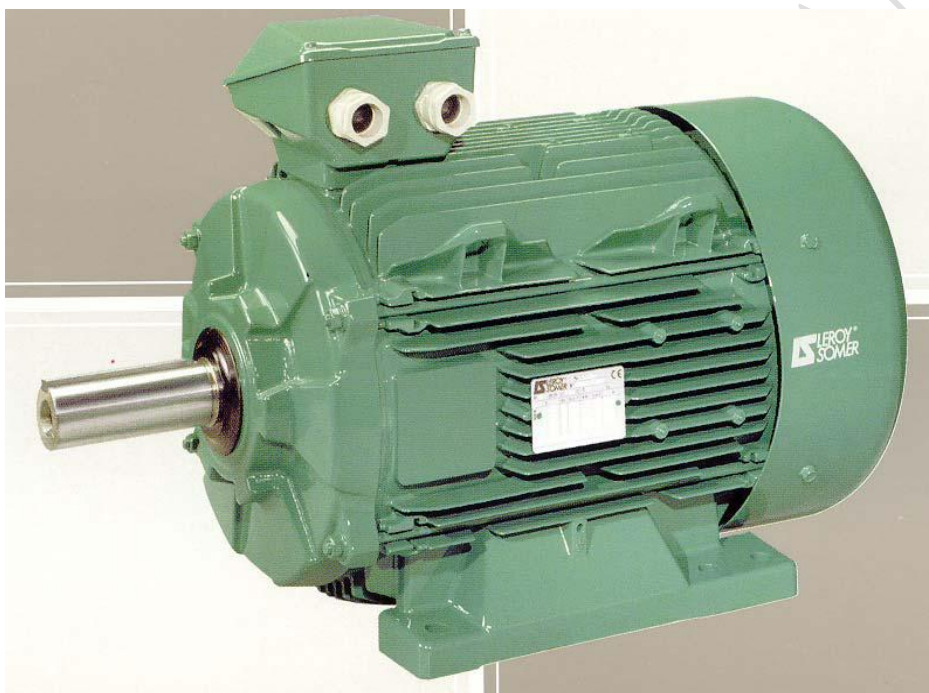
κινητήρα, μεταβάλλονται ανάλογα με την συχνότητα της τάσης με την οποία τροφοδοτείται η μηχανή.

Πάνω σε αυτό το χαρακτηριστικό στηρίζεται η αρχή λειτουργίας των διατάξεων ρύθμισης στροφών που χρησιμοποιούνται σήμερα στις εφαρμογές όπου απαιτείται έλεγχος της ταχύτητας των ασύγχρονων κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος.

Με την χρήση των ρυθμιστών στροφών επιτυγχάνεται ακρίβεια στην ταχύτητα, στοιχείο που είναι απόλυτα απαραίτητο σε εφαρμογές που σχετίζονται με γραμμές παραγωγής, οδήγηση μηχανημάτων κοπής και επεξεργασίας, συστημάτων μεταφοράς και ανύψωσης κ.λ.π.

Ιδιαίτερο ρόλο στην εξέλιξη και την βελτίωση των ρυθμιστών στροφών έπαιξε η τεχνολογική πρόοδος στον τομέα των ηλεκτρονικών ισχύος και ιδιαίτερα η ανάπτυξη των IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistors).

Τριφασικός ασύγχρονος κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα



Τυπική εξωτερική δομή ενός τριφασικού επαγωγικού κινητήρα υψηλής απόδοσης.

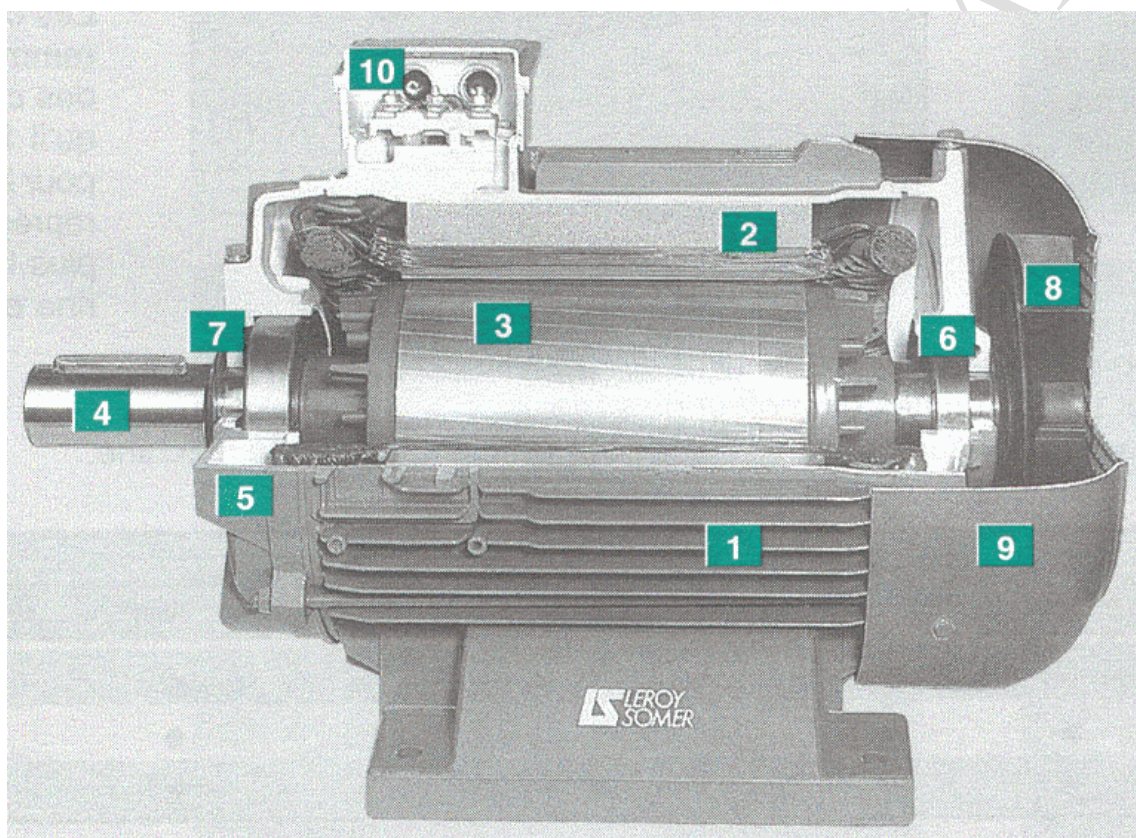
Οι κινητήρες με βραχυκυκλωμένο κλωβό είναι οι πλέον διαδεδομένοι. Ο δρομέας των κινητήρων αυτών αποτελείται από ελάσματα μονωμένα μεταξύ τους, τα οποία προσαρμόζονται στον άξονα. Τα ελάσματα φέρουν οδοντώσεις, οι οποίες σχηματίζουν αυλάκια κατά μήκος του δρομέα. Η γεωμετρική μορφή των αυλακώσεων καθορίζει την ηλεκτρική συμπεριφορά του κινητήρα, δηλαδή τη χαρακτηριστική ταχύτητας-ροπής.

Στα αυλάκια του δρομέα τοποθετούνται ράβδοι από χαλκό ή ορείχαλκο, τα άκρα των οποίων συνδέονται μεταξύ τους με δακτυλίους βραχυκύκλωσης (*shorting rings*). Έτσι, σχηματίζεται το τύλιγμα κλωβού του δρομέα. Στους επαγωγικούς κινητήρες μικρής ισχύος, το τύλιγμα κλωβού κατασκευάζεται με χύτευση αλουμινίου στα αυλάκια του δρομέα. Στην περίπτωση αυτή, οι

δακτύλιοι βραχυκύκλωσης και τα πτερύγια εξαερισμού χυτεύονται μαζί με τους αγωγούς του κλωβού, οι οποίοι δεν είναι μονωμένοι ως προς το σίδηρο του δρομέα.



Είναι φανερό ότι, ο δρομέας του επαγωγικού κινητήρα με βραχυκυκλωμένο κλωβό, δεν συνδέεται ηλεκτρικά με καμιά πηγή. Στο γεγονός αυτό οφείλεται η απλή κατασκευή και η ευρεία χρήση του επαγωγικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου κλωβού.



Διακρίνονται τα παρακάτω μέρη:

1-Πτερύγια ψύξης του στάτη, 2-Ελάσματα του στάτη και το τύλιγμα, 3-Δρομέας, 4-Άξονας, 5-9-Κέλυφος, 6-7- Ρουλεμάν, 8-Ανεμιστήρας, 10-Κιβώτιο ηλεκτρικής σύνδεσης.

Αρχή λειτουργίας

Οι επαγωγικοί κινητήρες μοιάζουν με τους μετασχηματιστές. Τα ρεύματα που διαρρέουν τον στάτη (πρωτεύον) δημιουργούν με επαγωγή τάσεις στον δρομέα (δευτερεύον). Σε αντίθεση με

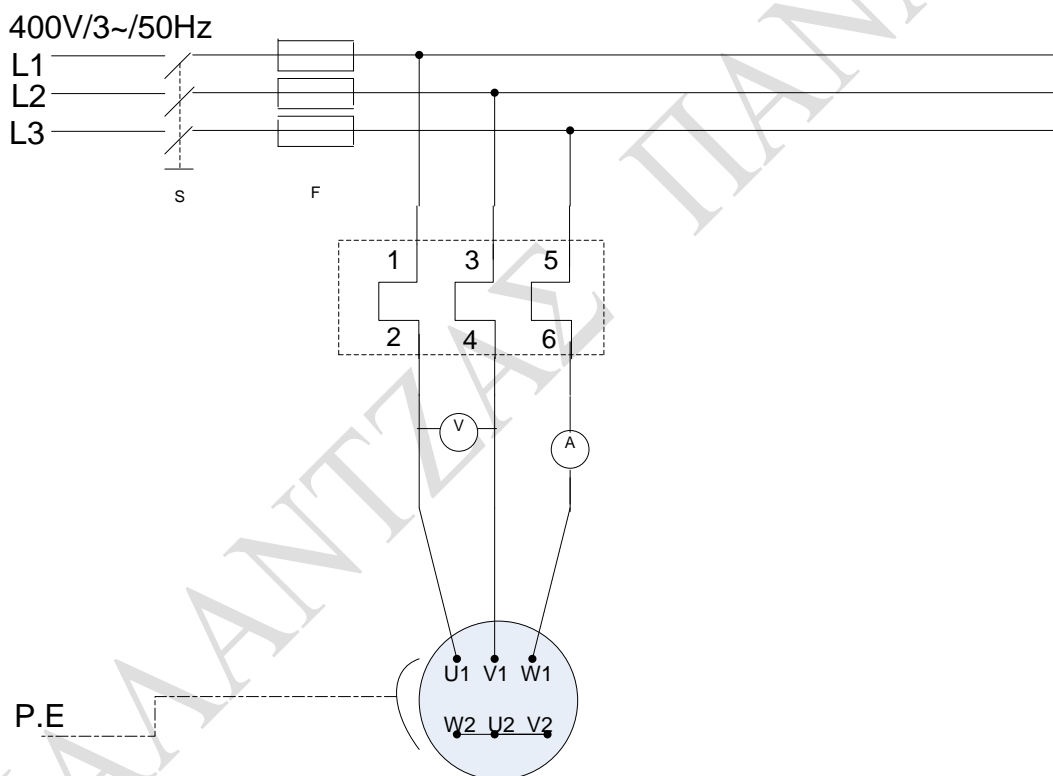
τους μετασχηματιστές, στους επαγωγικούς κινητήρες η μαγνητική ροή δεν διαρρέει μόνο συνεχές σιδηρομαγνητικό υλικό, αλλά διαρρέει και ένα διάκενο αέρα, το διάκενο μεταξύ στάτη και του ρότορα.

Οι τάσεις από επαγωγή δημιουργούν ένα ρεύμα στους αγωγούς του δρομέα όταν αυτός είναι βραχυκυκλωμένος.

Αυτό έχει σαν συνέπεια να έχουμε ρευματοφόρους αγωγούς μέσα σε ένα στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο και κατά συνέπεια δυνάμεις Laplace οι οποίες τείνουν να τους περιστρέψουν.

Μέτρηση των χαρακτηριστικών λειτουργίας ενός τριφασικού επαγωγικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα

Διάγραμμα κυκλώματος σε συνδεσμολογία αστέρα



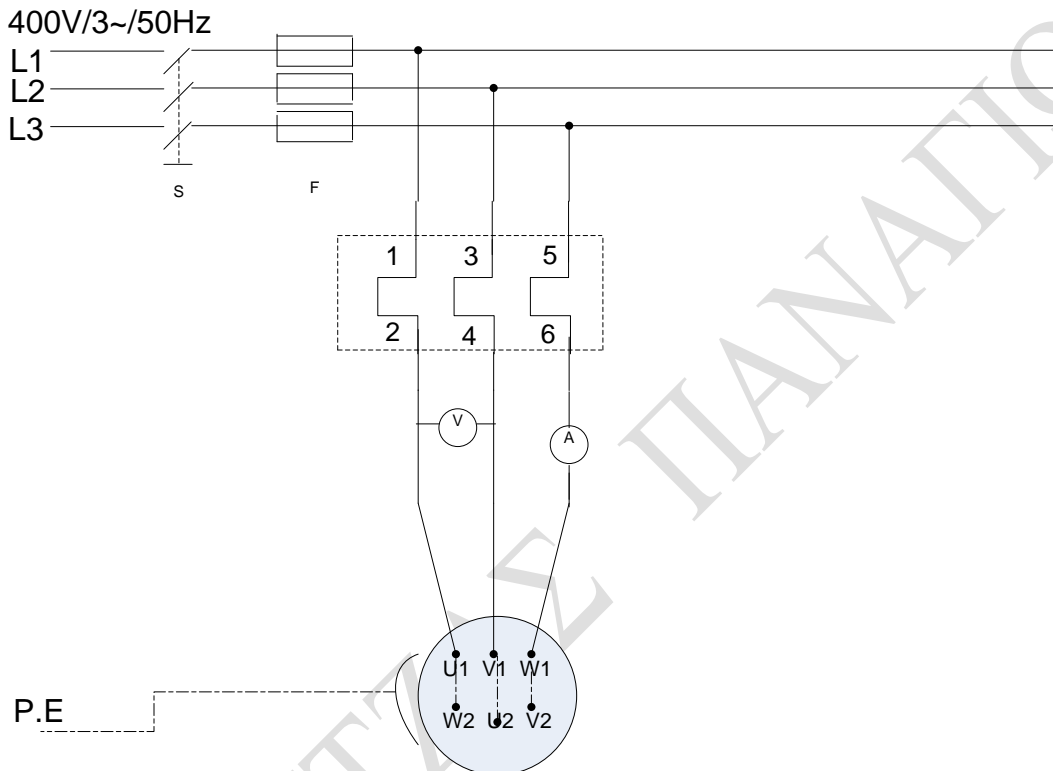
Σύνδεση τυλιγμάτων σε αστέρα

Σημειώστε τις μετρούμενες τιμές στον πίνακα αποτελεσμάτων.

Πίνακας αποτελεσμάτων για συνδεσμολογία Αστέρα

n (rpm)	
U_L (V)	
I_1 (A)	

Διάγραμμα κυκλώματος σε συνδεσμολογία τριγώνου



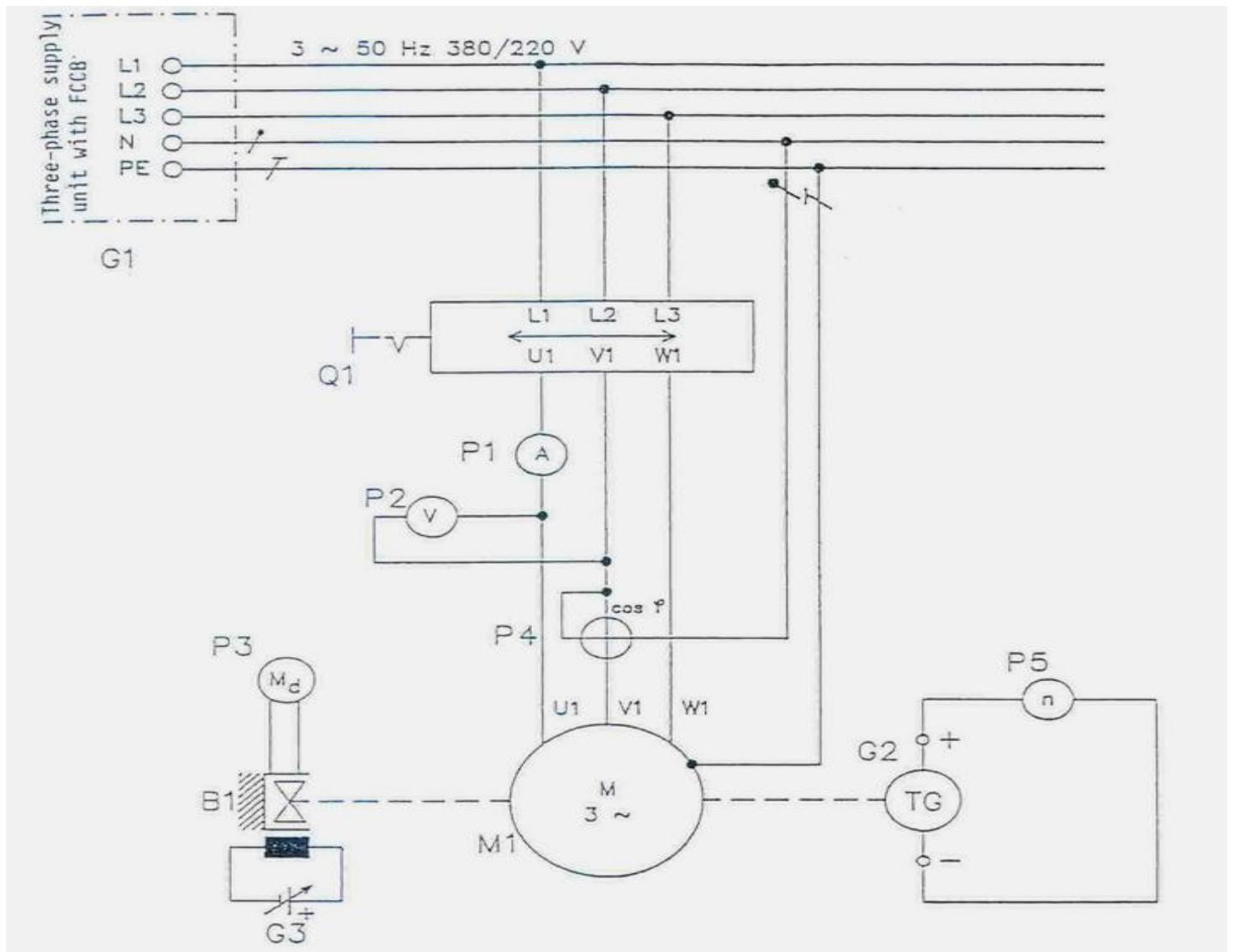
Σύνδεση τυλιγμάτων σε τρίγωνο

Πίνακας αποτελεσμάτων για συνδεσμολογία τριγώνου

n (rpm)	
U_L (V)	
I_1 (A)	

Χάραξη των χαρακτηριστικών φορτίου $n, I, \cos\varphi, \eta\%, s\%, P_1, P_2 = f(T)$

Συναρμολογήστε το κύκλωμα που ακολουθεί και βάλτε τις τιμές στον πίνακα αποτελεσμάτων που ακολουθεί του σχεδιαγράμματος .



T (Nm)	0,5	0,75	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0
n (rpm)							
I (A)							
cosφ							
Pin (W)							
Pout(W)							
η (%)							
S (%)							

$$- \text{Pin} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{\text{Pin}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}$$

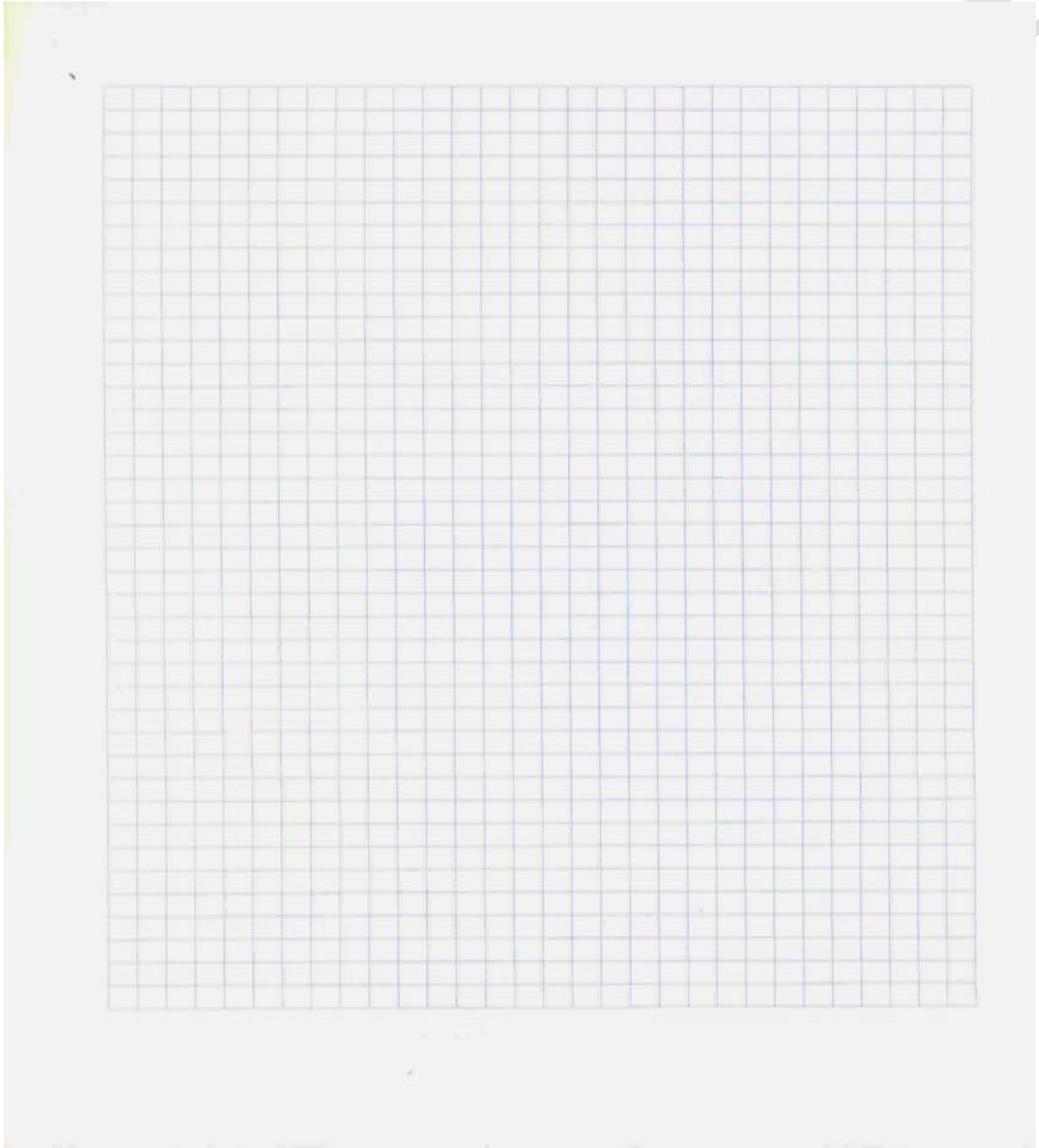
$$- \text{Pin} = 3 \cdot P1$$

- $P_{out} = \frac{T \cdot n}{9,55}$
- $\eta (\%) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100$
- $s (\%) = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100$
- $n_s = \frac{120 \cdot f}{p}$ (rpm)

Χρησιμοποιώντας τις τιμές του πίνακα αποτελεσμάτων σχεδιάστε στο παρακάτω διάγραμμα τις καμπύλες του τριφασικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Να χαραχθούν οι παρακάτω γραφικές παραστάσεις και να εξαχθούν συμπεράσματα :

- $n = f (T)$
- $I = f (T)$
- $P_{in} = f (T)$
- $P_{out} = f (T)$
- $\cos \varphi = f (T)$
- $\eta (\%) = f (T)$
- $s (\%) = f (T)$



ΠΑΛΑΝΤΖΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ