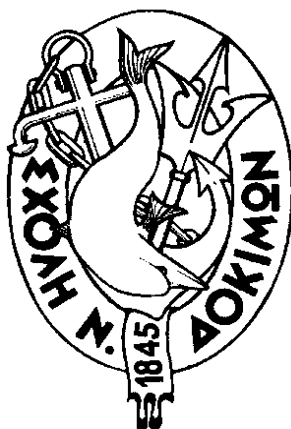


ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

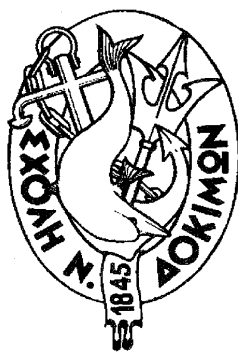
Εργαστηριακά Πειράματα Ηλεκτρικών Μηχανών

Ι.Κ.Χατζηλάου
Αρ. Μαγουλάς, Κ. Φωστιέρης, Μ. Βικάτος
Σ. Πέρρος, Ε. Σακιώτης, Π. Κοντοδιός
Ι. Προυσαλίδης, Η. Γραβάλου



ΕΚΔΟΣΗ 2007

Ακαδ. Έτος 2009 - 2010



**ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ**

**Εργαστηριακά Πειράματα
Ηλεκτρικών Μηχανών**

**Ι.Κ.Χατζηλάου
Αρ. Μαγουλάς, Κ. Φωστιέρης, Μ. Βικάτος
Σ. Πέρρος, Ε. Σακιώτης, Π. Κοντοδιός
Ι. Προυσαλίδης, Η. Γραβάλου**

ΕΚΔΟΣΗ 2007

Εργαστηριακά Πειράματα Ηλεκτρικών Μηχανών

Ι.Κ.Χατζηλάου, Αρ. Μαγουλάς, Σ. Κοφινάς, Κ. Φωστιέρης, Μ. Βικάτος, Σ. Πέρρος, Ε. Σακιώτης, Π. Κοντοδιός, Ι. Προυσαλίδης, Λ. Γραβάλου

Έκδοση ΣΝΔ, 2005

Περιλαμβάνει δέκα εργαστηριακά πειράματα Γου έτους.
Πρόκειται για νεώτερη έκδοση με προσθήκη νέου πειράματος και βελτίωση παλαιότερων.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

1. Συνδεσμολογίες και Λειτουργία Βασικών Τύπων Ηλεκτρικών Μηχανών
2. Σύγχρονες Ηλεκτρικές Μηχανές (Χαρακτηριστικές καμπύλες)
3. Παραλληλισμός Συγχρόνων Γεννητριών
4. Σύγχρονες Ηλεκτρικές Μηχανές (Καμπύλες Διέγερσης, Εκκίνηση / Λειτουργία Σύγχρονου Τριφασικού Κινητήρα
5. Τριφασικοί Επαγωγικοί Κινητήρες (3φασικός επαγωγικό κινητήρας Τυλιγμένου Δρομέα, 3φασικός επαγωγικός Κινητήρας Κλωβού)
6. Γεννήτριες ΣΡ. (Χαρακτηριστικές, Παραλληλισμός)
7. Κινητήρες ΣΡ
8. Μέθοδοι αυτόματης Εκκίνησης Κινητήρων ΣΡ
9. Μονοφασικοί Επαγωγικοί Κινητήρες
10. Κινητήρας Schrage

**Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
ΒΑΣΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ**

- A. Σύγχρονη 3φασική Γεννήτρια**
- B. Σύγχρονος 3φασικός Κινητήρας**
- Γ. 3φασικός Επαγωγικός Κινητήρας Κλωβού**
- Δ. 3φασικός Επαγωγικός Κινητήρας
Τυλιγμένου Δρομέα**
- Ε. Γεννήτρια Σ.Ρ.**
- ΣΤ. Κινητήρας Σ.Ρ.**

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :

Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :

Ημερομηνία Πειράματος :

Σ.Ν.Δ. - ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
ΒΑΣΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ**

- * Στην προετοιμασία του πειράματος αυτού, έχουν κατά
καιρούς συμμετάσχει οι :
- Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
ΑΡ. ΜΑΓΟΥΛΑΣ
Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗΣ

* **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Εγχειρίδιο Πειραμάτων Lab Volt, 1978
2. Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ, “Ηλεκτρικές Μηχανές”, ΣΝΔ 1981

Έκδοση 1999

ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΓΕΝΙΚΑ
2. “ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ” ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΗΛ. ΜΗΧΑΝΩΝ
3. ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ
4. ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΗΛ. ΜΗΧΑΝΩΝ
 - 4.Α Σύγχρονη 3φασική Γεννήτρια
 - 4.Β Σύγχρονος 3φασικός Κινητήρας
 - 4.Γ 3φασικός Επαγωγικός Κινητήρας Κλωβού
 - 4.Δ 3φασικός Επαγωγικός Κινητήρας Τυλιγμένου Δρομέα
 - 4.Ε Γεννήτρια Σ.Ρ.
 - 4.ΣΤ Κινητήρας Σ.Ρ.
5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΓΕΝΙΚΑ

- * Στο ΠΕΙΡΑΜΑ αυτό θα γίνει αναγνώριση Μερών, Εξαρτημάτων και Συνδεσμολογιών των βασικών τύπων Ηλεκτρικών Μηχανών Ε.Ρ. και Σ.Ρ.

Στη συνέχεια οι ηλ. μηχανές θα τεθούν σε λειτουργία και θα γίνουν ορισμένοι βασικοί χειρισμοί (π.χ. αλλαγή στροφών κινητήρων, ρύθμιση τάσεως σε γεννήτρια κλπ.).

- * Στη συνέχεια δίνονται :

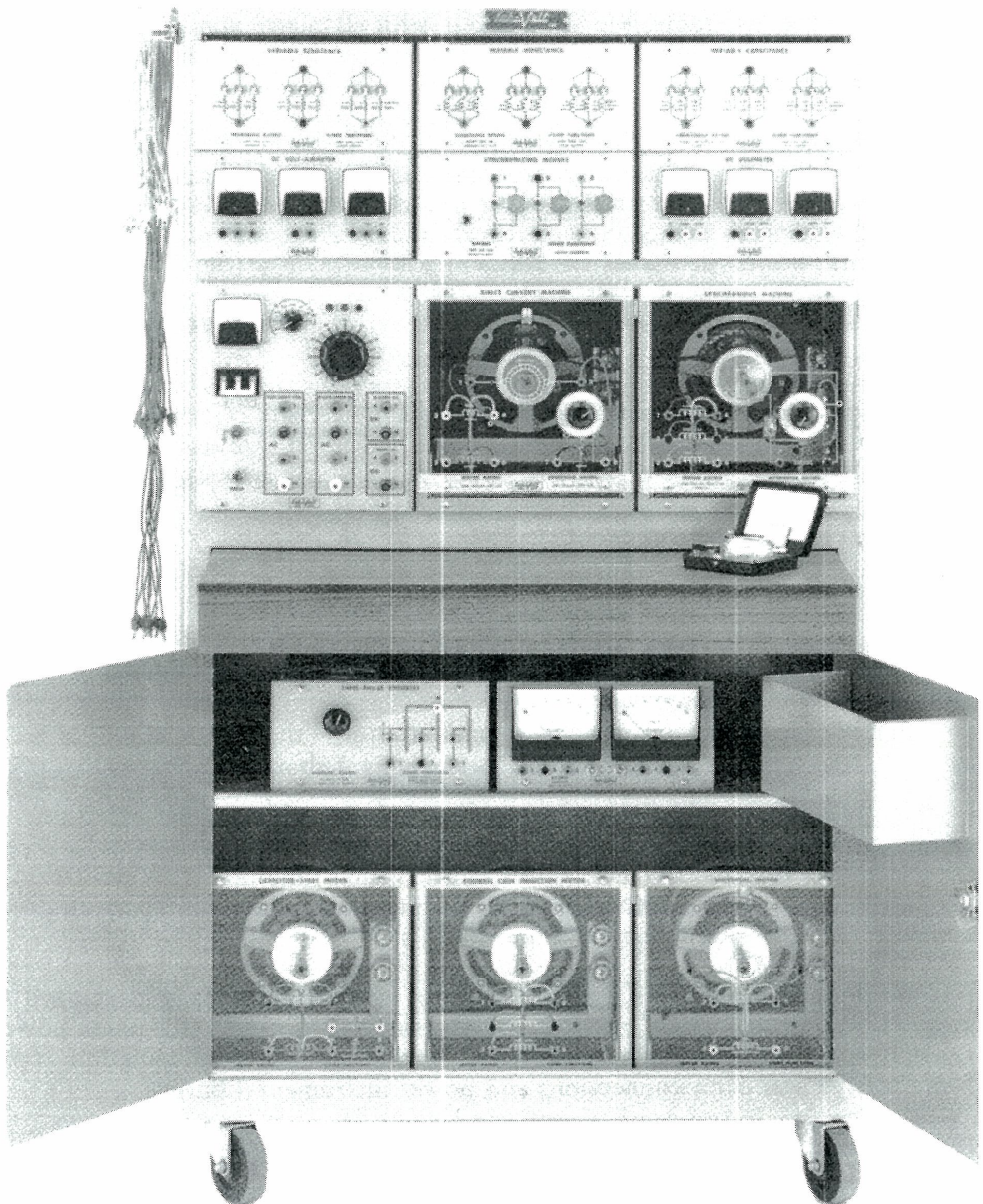
- Μια σύντομη περιγραφή του ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΗΛ. ΙΣΧΥΟΣ (“τροφοδοτικό”) των “ικριωμάτων” Πειραμάτων Ηλ. Μηχανών του Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας ΣΝΔ (σύστημα σύστημα Lab-Volt).
- Μια σύντομη περιγραφή της Αρχής Λειτουργίας του “ΗΛΕΚΤΡΟΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ”, το οποίο χρησιμοποιείται για την επιβολή στους ηλ. κινητήρες “μηχανικού φορτίου” ρυθμιζόμενης “Αντιροπής” (Ταντ).
- Μια σύντομη περιγραφή της Αρχής Λειτουργίας των βασικών τύπων ηλ. μηχανών Ε.Ρ. (“σύγχρονες” και “επαγωγικές”) και Σ.Ρ., οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στο Πείραμα, ορισμένες χαρακτηριστικές παρατηρήσεις καθώς και οι σχετικές συνδεσμολογίες των Πειραμάτων.

- * **ΖΗΤΕΙΤΑΙ να απαντηθούν με συντομία αλλά και με σαφήνεια τα ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ του ΕΛΕΓΧΟΥ ΓΝΩΣΕΩΝ.**

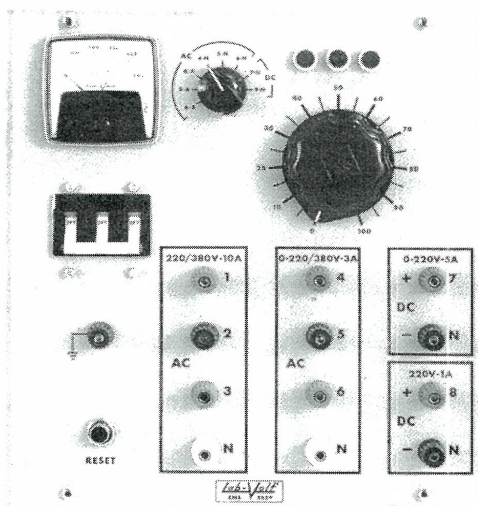
2. ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΗΛ. ΜΗΧΑΝΩΝ

ΤΡΑΠΕΖΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Κάθε τράπεζα εργασίας διαθέτει τροφοδοτικό με έξοδο συνεχούς και εναλλασσόμενης μεταβλητής και σταθερής τάσης, 2 θέσεις για τοποθέτηση ηλεκτρικών μηχανών και θέσεις για τοποθέτηση εξαρτημάτων και οργάνων.



ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΤΑΣΕΩΝ



- a) Terminals 1 and N = $\underline{220} \text{ V } \underline{10} \text{ A } \underline{ac}$
- b) Terminals 2 and N = $\underline{220} \text{ V } \underline{10} \text{ A } \underline{ac}$
- c) Terminals 3 and N = $\underline{220} \text{ V } \underline{10} \text{ A } \underline{ac}$
- d) Terminals 4 and N = $\underline{0-220} \text{ V } \underline{3} \text{ A } \underline{ac}$
- e) Terminals 5 and N = $\underline{0-220} \text{ V } \underline{3} \text{ A } \underline{ac}$
- f) Terminals 6 and N = $\underline{0-220} \text{ V } \underline{3} \text{ A } \underline{ac}$
- g) Terminals 7 and N = $\underline{0-220} \text{ V } \underline{5} \text{ A } \underline{dc}$
- h) Terminals 8 and N = $\underline{220} \text{ V } \underline{1} \text{ A } \underline{dc}$
- i) Terminals 1,2 & 3 = $\underline{380} \text{ V } \underline{10} \text{ A } \underline{ac}$
- J) Terminals 4,5 & 6 = $\underline{0-380} \text{ V } \underline{3} \text{ A } \underline{ac}$

ΚΙΒΩΤΙΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

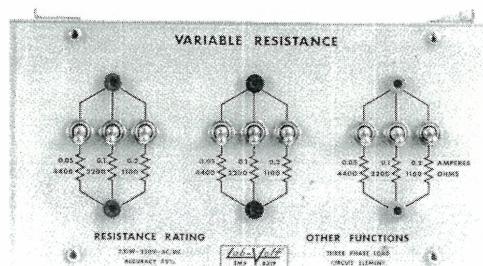
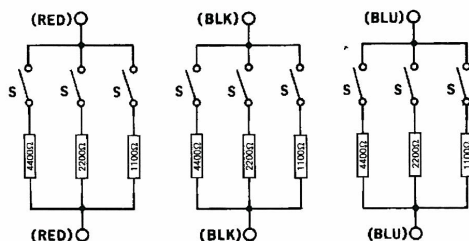
Κάθε κιβώτιο αντιστάσεων αποτελείται από τρεις ομάδες αντιστάσεων, που σημαίνονται με τα χρώματα Ερυθρό, Μαύρο και Κυανούν.

Κάθε ομάδα αποτελείται από τρεις αντιστάσεις με τιμές:
4400 Ω, 2200 Ω και 1100 Ω.

Οι αντιστάσεις είναι αντιστάσεις σύρματος, με ανοχή $\pm 5\%$.

Κάθε αντίσταση μπορεί να τίθεται εντός ή εκτός κυκλώματος μέσω ενός διακόπτη. (Ο διακόπτης στην επάνω θέση είναι κλειστός).

Η τιμή κάθε αντίστασης καθώς και το ρεύμα που διέρχεται από την αντίσταση αν συνδεθεί μόνη της σε πηγή 220V αναγράφεται δίπλα σε κάθε αντίσταση.



Στον πίνακα που ακολουθεί, δίνονται διάφοροι συνδυασμοί αντιστάσεων για να πετύχουμε επιθυμητές τιμές ισοδύναμης αντίστασης.

ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	ΕΡΥΘΡΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΕΙΣΤΟΙ ΔΙΑΚ. (ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ)	ΜΑΥΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΕΙΣΤΟΙ ΔΙΑΚ. (ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΜΕ ΕΡΥΘΡΑ ΠΕΡΙΟΧΗ)	ΚΥΑΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΕΙΣΤΟΙ ΔΙΑΚ. (ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΜΕ ΜΑΥΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ)
4400Ω	4400	None	None
2200Ω	2200	None	None
1100Ω	1100	None	None
1467Ω	4400 & 2200	None	None
880Ω	4400 & 1100	None	None
733Ω	2200 & 1100	None	None
629Ω	4400 & 2200 & 1100	None	None
550Ω	4400	4400 & 2200 & 1100	None
489Ω	2200	4400 & 2200 & 1100	None
440Ω	1100	2200 & 1100	None
400Ω	1100	4400 & 2200 & 1100	None
367Ω	4400 & 1100	4400 & 2200 & 1100	None
338Ω	2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	None
314Ω	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	None
293Ω	4400	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
275Ω	2200	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
259Ω	1100	2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
244Ω	1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
232Ω	4400 & 1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
220Ω	2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
210Ω	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100

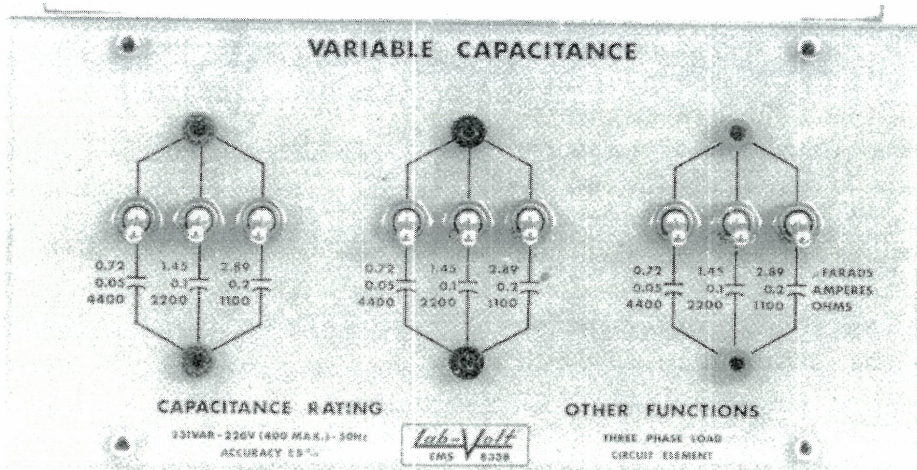
ΚΙΒΩΤΙΑ ΠΥΚΝΩΤΩΝ

Τα κιβώτια πυκνωτών έχουν αντίστοιχη κατασκευή με αυτά των αντιστάσεων.

Οι τιμές των πυκνωτών είναι:

0,72 μF, 1,45 μF και 2,89 μF, με αντίστοιχα χωρητική αντίσταση X_C 0,05 Ω, 0.1 Ω και 0,2Ω.

Δίπλα σε κάθε πυκνωτή αναγράφεται η τιμή του σε μFarads, το ρεύμα που διέρχεται αν συνδεθεί μόνος του σε πηγή 50 Hertz, 220 Volt και η χωρητική αντίσταση στα 50 Hertz.



ΚΙΒΩΤΙΑ ΠΗΝΙΩΝ

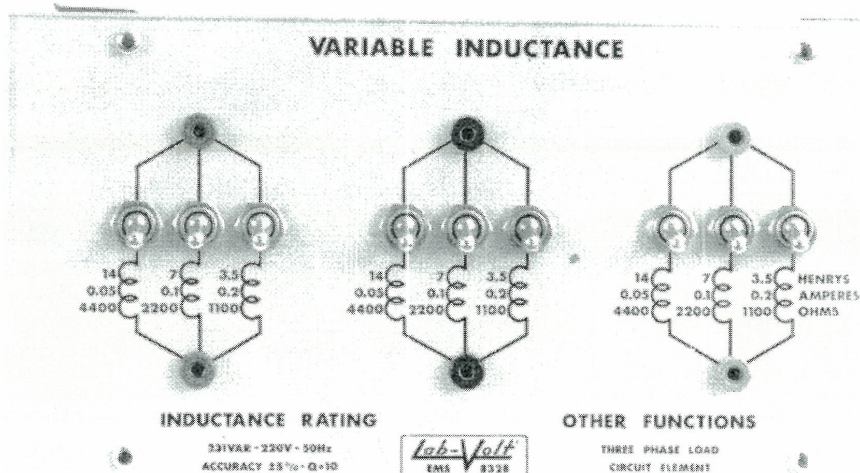
Τα κιβώτια πηνίων έχουν αντίστοιχη κατασκευή με αυτά των αντιστάσεων.

Οι τιμές των πηνίων είναι:

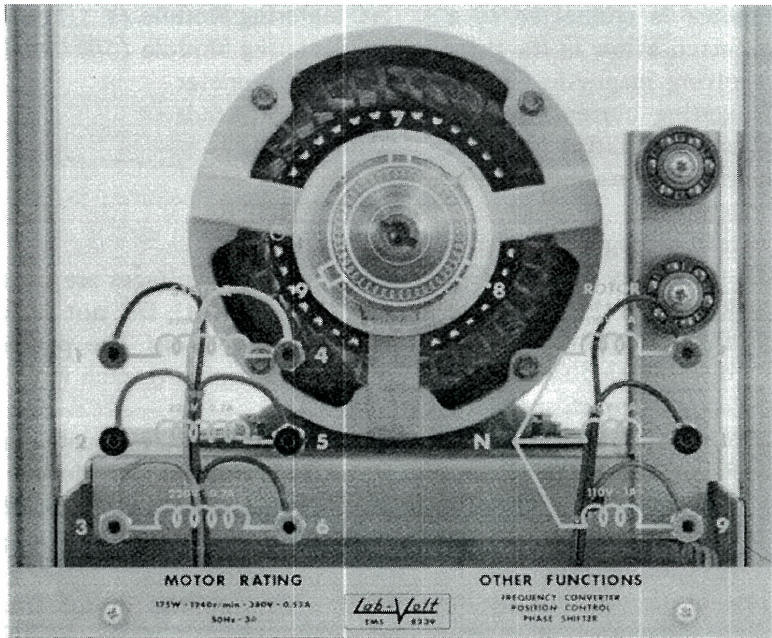
3,5 H, 7 H και 14 H, με αντίστοιχα επαγωγική αντίσταση X_L 0,2 Ω , 0,1 Ω και 0,05 Ω .

Δίπλα σε κάθε πηνίο αναγράφεται η τιμή του σε Henry, το ρεύμα που διέρχεται αν συνδεθεί μόνο του σε πηγή 50 Hertz, 220 Volt και η επαγωγική αντίσταση στα 50 Hertz.

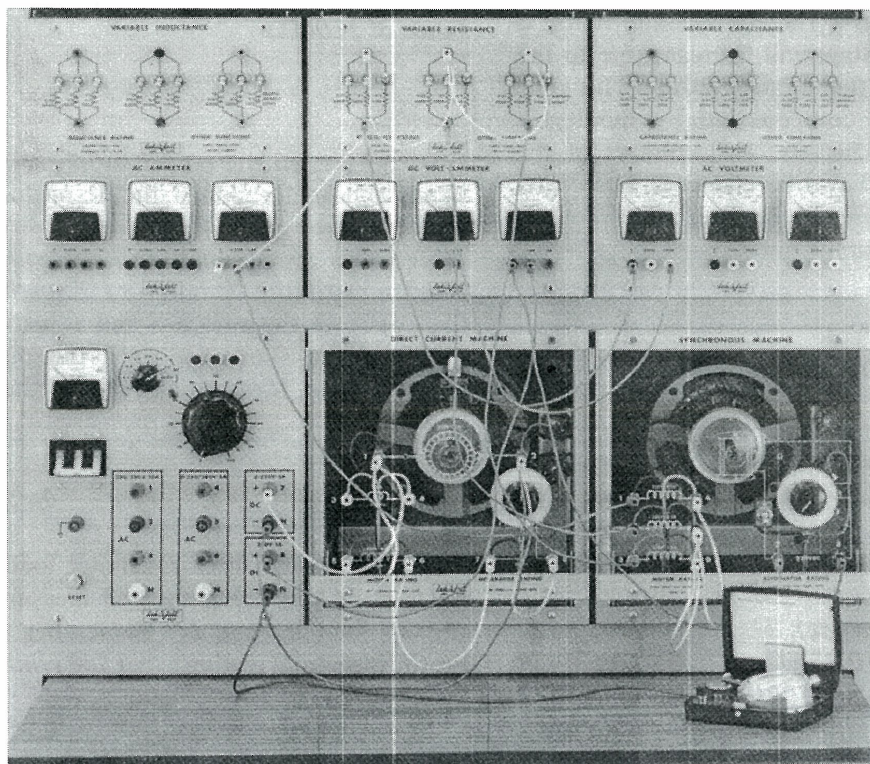
Προσέξτε ότι η επαγωγική αντίσταση των πηνίων, η χωρητική αντίσταση των πυκνωτών και η ωμική αντίσταση των αντιστάσεων είναι αντίστοιχα ίδια. Αυτό βοηθάει στη δημιουργία συνδυασμών.



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ
ΗΛ. ΜΗΧΑΝΗΣ και ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



Επαγωγικός Κινητήρας Τυλιγμένου Δρομέα (Wound rotor induction motor)



Τριφασική Γεννήτρια υπό φορτίο, με κινητήρα συνεχούς σαν κινητήρια μηχανή

3. Το Ηλεκτροδυναμόμετρο

Τό ηλεκτροδυναμόμετρον εἶναι μία συσκευή διὰ τῆς ὁποίας μετῶνται ἐπακριβῶς ἡ ἀναπτυσσομένη ροπή στρέψεως οἷου-δῆποτε τύπου κινητήρος. Ἐν τῇ κυριολεξίᾳ εἶναι μία ηλεκτρικὴ πῆδη (πρένον) εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ἐξασκουμένη ἐπὶ τῆς πῆδης δύναμις, μεταβάλλεται ηλεκτρικῶς ἀντὶ διὰ μηχανικῆς τριβῆς. Τό ηλεκτροδυναμόμετρον διαφέρει τῶν συσκευῶν πεδήσεως διὰ μηχανικῆς τριβῆς κατὰ τό ὅτι εἶναι σταθερότερον καὶ ἡ ρύθμισίς του ἐπιτυγχάνεται δι' ἀπλουστεράς μεθόδου.

Τό ηλεκτροδυναμόμετρον ἀποτελεῖται ἐξ ἑνός σ τ ά τ ο υ καὶ ἑνός δ ρ ο μ έ ω ς βραχυκυκλωμένου τύπου. Ὁ στάτης ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς λοιπὰς ηλεκτρομηχανικὰς συσκευὰς ἔχει τὴν δυνατότητα νὰ περιστρέφεται ἀλλὰ ἡ ἐλευθερία του κίνησις περιορίζεται ὑφ' ἑνός ἐλικοειδοῦς ἐλατηρίου.

Εἰς συνήθη λειτουργίαν ἔντασις ΣΡ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ εὐλιγμα τοῦ στάτου. Ἡ ἔντασις αὕτη δημιουργεῖ ἐν μαγνητικόν πεδίον τό ὁποῖον διέρχεται καί ἐκ τοῦ στάτου καὶ τοῦ δρομέως. Καθὼς ὁ δρομεύς περιστρέφεται, (λόγῳ τοῦ ὅτι εἶναι συνδεδεμένος δι' ἱμάντος μετὰ τοῦ ἀξονος τῆς ὑπὸ μέτρησιν συσκευῆς), ἐπάγεται τάσις εἰς τὴν περιέλιξιν τοῦ δρομέως καὶ τὰ δημιουργούμενα δινορεύματα ἐπενεργοῦν ὁμοῦ μετὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου καὶ ἐξαναγκάζουν τὸν στάτην νὰ περιστραφῇ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν κατὰ τὴν ὁποίαν περιστρέφεται ὁ δρομεύς.

Ἡ περιστροφή τοῦ στάτου περιορίζεται ὑπὸ τοῦ ἐλικοειδοῦς ἐλατηρίου καὶ ἡ γωνία τῆς στροφῆς του ἀναγινώσκεται ἐπὶ κλίμακος ἡ ὁποία εὐρίσκεται προσηρτημένη ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ κέλους τοῦ στάτου.

Τό ηλεκτροδυναμόμετρον ἔχει ρυθμισθεῖ διὰ τὴν μέτρησιν δυνάμεως ροπῆς ἀπὸ 0 ἕως 3 N·m (Newton ἐπὶ μέτρα - m) ἡ ὁποία εἶναι ὑπεραρκετὴ διὰ τὴν μέτρησιν κινητῶν ἱπποδυνάμεως 1/4 hp ἔστω καὶ ἐάν οὗτοι μετῶνται ὑπὸ συνθήκας ὑπερφωρτώσεως.

Ἡ ἰσχὺς ἐξόδου ἑνός κινητήρος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ταχύτητός του καὶ τῆς ἀναπτυσσομένης ροπῆς στρέψεως. Ἡ σχέση αὖ-

τη δίδεται υπό της ακόλουθου εξισώσεως:

$$hp = \frac{(\sigma\tau\rho/\lambda) (lb\cdot f \cdot in) (1.59)}{100.000} = \frac{(\sigma\tau\rho/\lambda) (N \cdot m) (14.1)}{100.000} \quad (1)$$

όπου:

hp = Ίσχύς μετρουμένη εις ίππους

$\sigma\tau\rho/\lambda$ = Ταχύτης περιστροφής εις στροφάς ανά λεπτόν

lb·f·in = Ροπή στρέψεως μετρουμένη εις μονάδας pound - force inches

1.59 & 14.1 = Σταθεραί

N·m = Newton·meters (1 N·m = 8.85 lb·f·in). Ροπή στρέψεως

4.Α. Σύγχρονη 3φασική Γεννήτρια

Οι όροι Γεννήτρια Έναλλασσόμενου Ρεύματος, Σύγχρονος Γεννήτριας, Σύγχρονος Έναλλακτήρ και Έναλλακτήρ χρησιμοποιούνται και έναλλάσσονται συχνά εις την μηχανολογικήν βιβλιογραφίαν. Έπειδή αι σύγχρονοι γεννήτριαι χρησιμοποιούνται κατά πολύ περισσότερον των επαγωγικών γεννητριών, ο όρος Έ ν α λ λ α κ τ ή ρ ως συνήθως χρησιμοποιείται και όπου εις τό παρόν έγχειρίδιον θά χρησιμοποιηθῇ θά ὑπονοῇ μόνον τὰς συγχρόνους γεννητριάς.

Οι έναλλακτήρες είναι ή σημαντικότερα πηγή ήλεκτρικῆς ἐνεργείας. Οι έναλλακτήρες παράγουν μίαν τάσιν ΕΡ (AC) τῆς ὁποίας ή σ υ χ ν ό τ η ς ἐξαρτᾶται ἀπολύτως ἐκ τῆς ταχύτητος περιστροφῆς. Ἡ τ ι μ ῆ τῆς παραγομένης τάσεως ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ταχύτητος, τῆς διεγέρσεως ΣΡ (DC) τοῦ πεδίου, ἀπό τόν συντελεστήν ἰσχύος τοῦ φορτίου και από την ένταση ρεύματος που απορροφᾷ το φορτίο.

Καθὼς αὐξάνει ή διεγέρσις ΣΡ (DC) τοῦ πεδίου τοῦ έναλλακτήρος καί ἐνῶ κατὰ τόν αὐτόν χρόνον ή ταχύτης του πηρεῖται σταθερά, ή μαγνητική ἐπαγωγή καί ή τάσις ἐξόδου αὐξάνουν εὐθέως ἀναλόγως πρὸς τήν έντασιν. Τοιουτοτρόπως διὰ διαδοχικῶν αὐξήσεων τῆς έντάσεως ΣΡ (DC) τῆς διεγέρσεως ἐπιτυγχάνεται ή μαγνητική ἐπαγωγή νά λάβη μίαν μεγάλην τιμήν ή ὁποία εἶναι ἀρκετή ὥστε νά ἐπιφέρῃ κορεσμόν τοῦ σιδήρου τοῦ έναλλακτήρος.

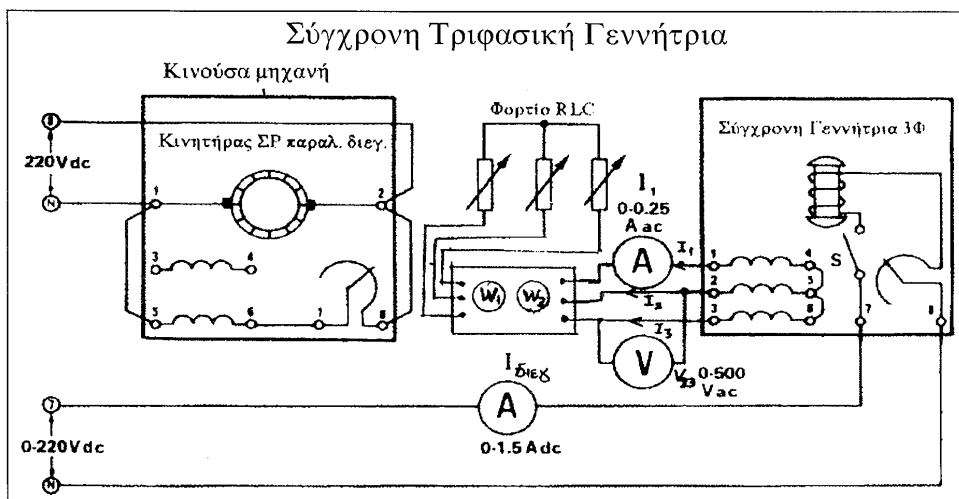
Κορεσμός τοῦ σιδήρου σημαίνει ὅτι πέραν τοῦ σημείου τούτου εις δεδομένην αὐξησιν τῆς έντάσεως τῆς διεγέρσεως ΣΡ (DC) θά ἐπέρχεται ἐλάχιστη αὐξησις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς. Λόγῳ τοῦ ὅτι ή παραγομένη τ ά σ ι ς σχετίζεται ἀμέσως μέ τήν έντασιν τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ή τάσις αὐτή δυνατόν νά χρησιμοποιηθῇ διὰ τήν μέτρησιν τοῦ βαθμοῦ τοῦ κορεσμοῦ.

Αἱ τρεῖς φάσεις τοῦ έναλλακτήρος μηχανικῶς ἀπέχουν μεταξύ των κατὰ ἴσα διαστήματα καί τοιουτοτρόπως αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εις ἐκάστην φάσιν παραγόμεναι τάσεις δέν εἶναι μεταξύ των έν φάσει ἀλλά ὑφίσταται μεταξύ των διαφορά φάσεως. 120 Ἡλεκτρικῶν μοιρῶν.

Ἐάν εἷς έν λειτουργίᾳ έναλλακτήρ κατὰ τήν διάρκειαν τῆς παραγωγῆς τῆς πλήρους ὀνομαστικῆς του τάσεως βραχυκυκλωθῇ ἀποτόμως, ἀρχικῶς εἰς διαρρεῦσουν τό κύκλωμα πολύ μεγάλαι έντάσεις. Ἐν τούτοις ἐάν τό βραχυκύκλωμα διατηρηθῇ αἱ δημιουργηθησόμεναι μεγάλαι έντάσεις βραχυκυκλώσεως μειοῦνται ταχύτατα.

Ἡ τάσις ἐξόδου ἑνὸς ἐναλλακτῆρος ἐξαρτᾶται οὐσιωδῶς ἐκ τῆς συνολικῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς εἰς τὸ διάκενον τοῦ ἄερος. Ὑπὸ κενὴν λειτουργίαν ἡ ἐπαγωγή αὐτὴ δημιουργεῖται καὶ καθορίζεται ἀποκλειστικῶς καὶ μόνον ἐκ τῆς διεγέρσεως ΣΡ (DC) τοῦ πεδίου.

Ἐν τούτοις ὑπὸ συνθήκας φορτίσεως, ἡ ἐπαγωγή τοῦ διακένου καθορίζεται ὑπὸ τῶν ἀμπερελιγμάτων τοῦ δρομέως καὶ τῶν ἀμπερελιγμάτων τοῦ στάτου. Τὰ τελευταῖα εἶναι δυνατόν νὰ υποβοηθοῦν ἢ νὰ ἀντιτίθενται τὴν ΜΕΔ (Μαγνητεγερτικὴν Δύναμιν - MMF) τοῦ δρομέως ἐξαρτουμένου ἐκ τοῦ συντελεστοῦ ἰσχύος τοῦ φορτίου. Προηγούμενοι συντελεσταὶ ἰσχύος υποβοηθοῦν τὸν δρομέα ἐνῶ οἱ ἐπόμενοι συντελεσταὶ ἰσχύος ἀντιτίθενται. Ἐπειδὴ ἡ ΜΕΔ τοῦ στάτου ἐπιδρᾷ σημαντικῶς ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς, ἡ διακύμανσις τῆς τάσεως τῶν ἐναλλακτῆρων εἶναι ἀρκετὰ *μεγάλη* καὶ ἡ ἔντασις ΣΡ (DC) τοῦ πεδίου πρέπει νὰ ρυθμίζεται συνεχῶς ὥστε νὰ τηρῇται σταθερὰ ἡ τάσις ὑπὸ διαφόρους συνθήκας φορτίσεως.



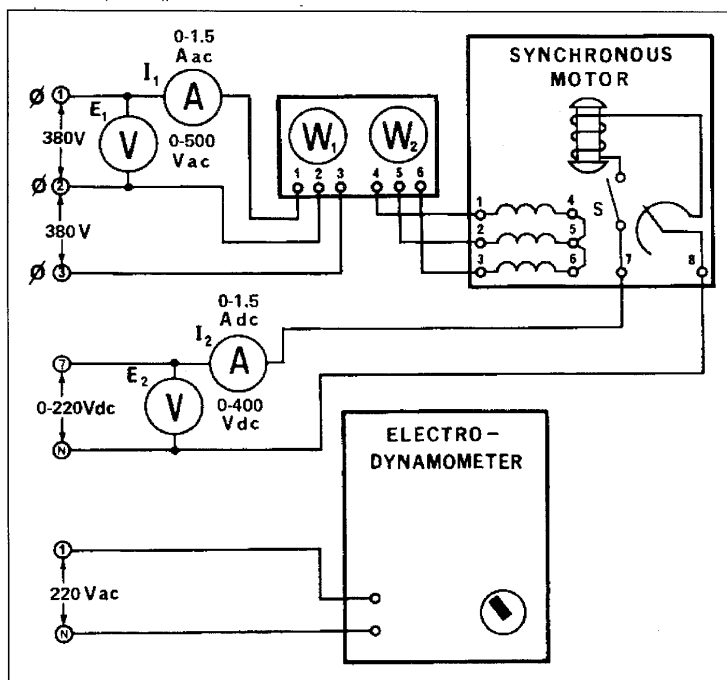
Ἐάν ἡ μία φάσις ἑνὸς τριφασικοῦ ἐναλλακτῆρος ὑπερφορτισθῇ, ἡ τάσις του θὰ ἐλαττωθῇ λόγῳ τῶν πτώσεων IR καὶ $I X_L$ ἐντὸς τῶν τυλιγμάτων τοῦ στάτου. Αὕτῃ ἡ πτώσις τάσεως δέν εἶναι δυνατόν νὰ ἀντισταθμισθῇ διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς ἐντάσεως ΣΡ (DC) τοῦ πεδίου ἐπειδὴ θὰ μεταβληθοῦν καὶ αἱ τάσεις τῶν δύο ἄλλων φάσεων. Ἐπομένως εἶναι οὐσιώδεις νὰ μὴ ἐφαρμόζονται μὴ συμμετρικὰ φορτία εἰς τοὺς τριφασικοὺς ἐναλλακτῆρας.

4.B. Σύγχρονος 3φασικός Κινητήρας

Ο σύγχρονος κινητήρ έχει λάβει τήν ονομασία του εκ του όρου $\Sigma \Upsilon \chi \rho \omicron \varsigma \tau \alpha \chi \acute{\upsilon} \tau \eta \varsigma$, ή οποία είναι ή φυσική ταχύτης του περιστρεφόμενου μαγνητικού πεδίου του στάτου. Ως ήδη έδιδάχθητε ή φυσική αυτή ταχύτης περιστροφής εξαρτάται αύστηρως καί μόνον εκ του αριθμού των ζευγών των πόλων καί της συχνότητος της εφαρμοζομένης ισχύος.

Ως συμβαίνει εις τόν επαγωγικόν κινητήρα καί ο σύγχρονος κινητήρ χρησιμοποιεί τό περιστρεφόμενον μαγνητικόν πεδόν. Αντιθέτως όμως μέ τό τί συμβαίνει εις τόν επαγωγικόν κινητήρα, ή ανάπτυσσόμενη ροπή δέν εξαρτάται εκ των επαγομένων εις τόν δρομέα έντάσεων. Έν συντομίᾳ ή άρχή λειτουργίας του συγχρόνου κινητήρος είναι ή ακόλουθος:

Μία πολυφασική πηγή ισχύος ΕΡ εφαρμόζεται εις τά τυλίγματα του στάτου καί δημιουργείται ένα περιστρεφόμενον μαγνητικόν πεδión. Μία συνεχής έντασις ΣΡ εφαρμόζεται εις τά τυλίγματα του δρομέως καί δημιουργείται ένα σταθερόν μαγνητικόν πεδión. Ο κινητήρ είναι κατασκευασμένος τοιουτοτρόπως ώστε αυτά τά δύο μαγνητικά πεδία νά έπιδρουν τό έν επί του άλλου καί νά άναγκάζουν τόν δρομέα νά περιστρέφεται κατά τήν αύτήν



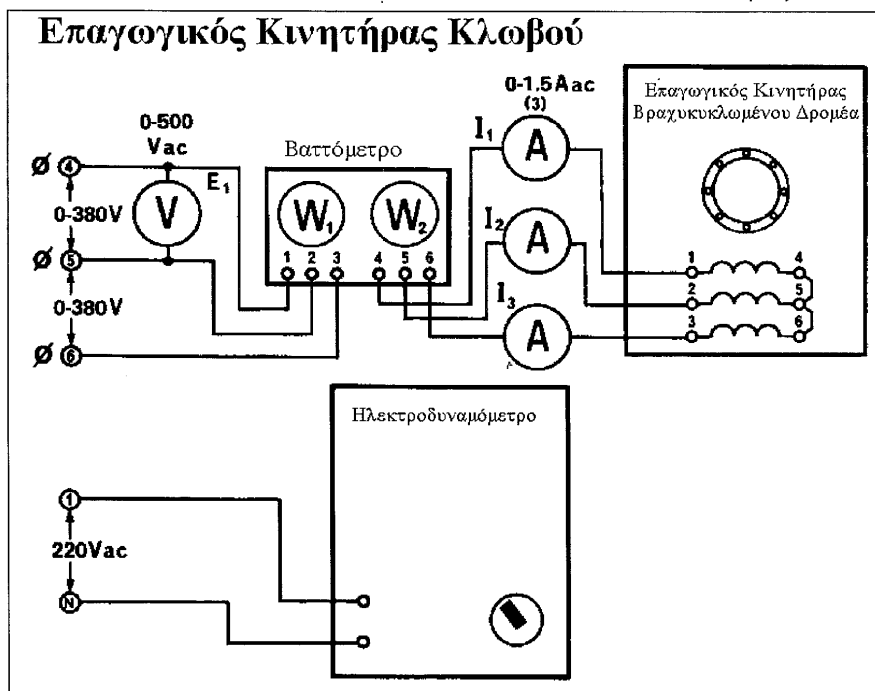
ταχύτητα με την του περιστρεφόμενου μαγνητικού πεδίου. (Αγκίστρωση του δρομέως εις τό περιστρεφόμενον πεδίον). Εάν ένα φορτίον εφαρμοσθῇ ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ δρομέως, ὁ δρομεὺς στιγμιαίως θὰ καθυστερήσῃ ἐναντι τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἀλλὰ θὰ συνεχίσῃ νὰ περιστρέφεται με τὴν αὐτὴν σύγχρονον ταχύτητα.

Ἡ στιγμιαία αὐτὴ καθυστέρησις εἶναι ἀντίστοιχος τῆς συνδέσεως τοῦ δρομέως με τό μαγνητικόν πεδίον δι' ἑνός ἐλαστικοῦ ἱμάντος. Μεγαλύτερα φορτία θὰ ἐπέβαλον τὴν τάνυσιν (τέντωμα) τοῦ ἐλαστικοῦ ἱμάντος καὶ τοιουτοτρόπως ἡ θέσις τοῦ δρομέως θὰ ἔπετο τῆς θέσεως τοῦ πεδίου τοῦ στάτου ἀλλὰ ὁ δρομεὺς θὰ ἐσυνέχιζεν νὰ περιστρέφεται με τὴν ἰδίαν ταχύτητα. Εάν τό φορτίον γίνῃ πολὺ μεγάλον ὁ δρομεὺς θὰ χάσῃ τὸν συγχρονισμόν του με τό περιστρεφόμενον πεδίον (θὰ ἀπαγκιστρωθῇ) καὶ τό ἀποτέλεσμα θὰ εἶναι νὰ μὴν περιστρέφεται πλέον με τὴν ἰδίαν ταχύτητα τοῦ πεδίου. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν λέγομεν ὅτι ὁ κινητὴρ ὑπερφορτώθῃ.

Ὁ σύγχρονος κινητὴρ δέν εἶναι αὐτοεκκινούμενος. Ὁ δρομεὺς ἔχει μεγάλην ἀδράνειαν (εἶναι βαρὺς) καὶ ὅταν ἀκινήτῃ δέν εἶναι δυνατόν νὰ εὐρεθῇ ἀφ' ἑαυτοῦ εἰς μαγνητικόν συγχρονισμόν με τό περιστρεφόμενον μαγνητικόν πεδίον. Διὰ τὸν λόγον αὐτόν ὅλοι οἱ σύγχρονοι κινητῆρες εἶναι ἐφοδιασμένοι δι' ἑνός μηχανισμοῦ ἐκκινήσεως. Ἐνας ἀπλὸς ἐκκινήτης εἶναι ἕνας ἐπιπρόσθετος κινητὴρ ὁ ὅποῖος προσδίδει εἰς τὸν κυρίως κινητῆρα περίπου τὰ 90% τῆς συγχρόνου του ταχύτητος. Ἀκολούθως ὁ κινητὴρ ἐκκινήσεως ἀπόσυνδέεται καὶ ὁ δρομεὺς συγχρονίζεται (ἀγκιστρώνεται) με τό μαγνητικόν πεδίον. Ἡ περισσότερον κοινὴ μέθοδος ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἐκκίνησιν, εἶναι ὁ δρομεὺς νὰ περιλαμβάνῃ ἕνα τύλιγμα κλωβοῦ (βραχυκυκλωμένον τύλιγμα). Τό ἐπαγωγικόν αὐτό τύλιγμα προσδίδει εἰς τὸν δρομέα ἐκ τῆς ἀκινήσεως σχεδόν τὴν σύγχρονον ταχύτητα ὡς συμβαίνει καὶ εἰς τὸν ἐπαγωγικόν κινητῆρα. Ὁ κλωβός (τό βραχυκυκλωμένον τύλιγμα) εἶναι ἐπίσης χρήσιμον καὶ μετὰ τὴν ἀνάπτυξιν ὑπὸ τοῦ κινητῆρος τῆς συγχρόνου ταχύτητος διότι τείνει νὰ ἐξομαλύνῃ τὰς ταλαντώσεις τοῦ κινητῆρος, αἱ ὁποῖαι προκαλοῦνται ἐκ τῶν ἀποτόμων μεταβολῶν τοῦ φορτίου. Ἡ μονὰς EMS 8242 συγχρόνου κινητῆρος/γεννητρίας περιλαμβάνει δρομέα με τύλιγμα κλωβοῦ (βραχυκυκλωμένου τύπου).

4.Γ. 3φασικός Επαγωγικός Κινητήρας Κλωβοῦ

Ὁ ἀπλούστερος καί ὁ περισσότερον χρησιμοποιούμενος τύπος δρομέως εἰς τοὺς ἐπαγωγικοὺς κινητήρας εἶναι ὁ βραχυκυκλωμένος δρομέας (τύπου σκιουροκλωβοῦ - squirrel cage). Ἐκ τοῦ δρομέως τούτου ἔλαβεν καί τὴν ὀνομασίαν τοῦ ὁ ἐπαγωγικός κινητήρ τύπου κλωβοῦ (βραχυκυκλωμένου δρομέως). Ὁ μεταλλικός πυρήν' τοῦ βραχυκυκλωμένου δρομέως ἀποτελεῖται ἐκ πολλῶν ἐλασμάτων τὰ ὁποῖα φέρουν ὀδοντώσεις καί αἱ ὁποῖαι σχηματίζουν αὐλάκας καθ' ὅλον τὸ μήκος τοῦ δρομέως. Ἐντὸς τῶν αὐλάκων τοποθετοῦνται διὰ πίεσεως (πρεσσαριστά) συμπαγεῖς ράβδοι ἐκ χαλκοῦ ἢ ἄλουμινίου. Εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ δρομέως τοποθετοῦνται αἱ στεφάναι βραχυκυκλώσεως ἐπὶ τῶν ὁποίων συγκολλοῦνται αἱ ράβδοι καί τοιουτοτρόπως σχηματίζεται μίᾳ συμπαγῆς κατασκευή. Λόγῳ τοῦ ὅτι ἡ ἀντίστασις τῶν ράβδων βραχυκυκλώσεως εἶναι κατὰ πολὺ μικροτέρα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ πυρήνος δέν ἀπαιτεῖται νά μονωθοῦν ἔναντι τοῦ πυρήνος. Αἱ ράβδοι καί οἱ στέφανοι ὠρισμένων δρομέων κατασκευάζονται διὰ χυτεύσεως ὡς ἓν συμπαγές τεμάχιον καί ἀκολούθως τοῦτο τίθεται περίξ τοῦ πυρήνος. Ἐν τῇ οὐσίᾳ αἱ ράβδοι σχηματίζουν βραχυκυκλωμένας σπείρας αἱ ὁποῖαι διαρρέονται ὑπὸ μεγάλων ἐν-



τάσεων επαγομένων εις τας βραχυκυκλωμένας σπείρας υπό τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ στάτου.

Ὁ δρομεύς τύπου κλωβοῦ (βραχυκυκλωμένος) συγκρινόμενος μέ τόν περίπλοκον δρομέα τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος καί τόν δρομέα τοῦ κινητήρος ΣΡ (DC), εἶναι σχετικῶς ἀπλός. Εἶναι εὐκόλῳ νά κατασκευασθῇ καί οὐσιαστικῶς εἶναι ἀπηλαγμένος ἀνωμαλιῶν κατά τήν λειτουργίαν.

Εἰς τόν ἐπαγωγικόν κινητήρα, μεταξύ τῆς περιμέτρου τοῦ δρομέως καί τοῦ στάτου ὑφίσταται ἕν πολὺ μικρόν διάκενον ἀέρος. Τό εὖρος τοῦ διακένου τούτου εἶναι ὅσον μικρότερον εἶναι κατασκευαστικῶς καί ἀπό μηχανικῆς ἀπόψεως ἐπιτρεπτόν.

Τό μικρότερον διάκενον ἀέρος ἐξασφαλίζει ὅτι ἡ ἐπαγομένη ἤλεκτρομαγνητική ἐνέργεια εἶναι ἡ ἰσχυροτέρα δυνατή.

Ὅταν ὁ στάτης τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος τίθεται υπό ἰσχύν, δημιουργεῖται ἕν περιστρεφόμενον μαγνητικόν πεδίον δι' ἐνός ἐκ τῶν ἤδη διδαχθέντων τρόπων. Καθώς τό πεδίον ἀρχίζει νά περιστρέφεται αἱ μαγνητικάί του γραμμαῖ τέμνουν τας βραχυκυκλωμένας σπείρας τοῦ δρομέως τύπου κλωβοῦ τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος καί δημιουργοῦν ἐντός τῶν σπειρῶν αὐτῶν τάσεις ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἐπειδή αἱ σπείραι αὐταί εἶναι βραχυκυκλωμέναι καί ἔχουν πολὺ μικράν ἀντίστασιν, αἱ ἐξ ἐπαγωγῆς τάσεις δημιουργοῦν μεγάλας ἐντάσεις αἱ ὁποῖαι διαρρέουν τας στεφάνας καί τας ράβδους βραχυκυκλώσεως τοῦ δρομέως. Ἀκολουθῶς αἱ ἐντάσεις αὐταί δημιουργοῦν ἰσχυρά μαγνητικά πεδία. Τά τοπικά αὐτά πεδία τοῦ δρομέως δημιουργοῦν τοὺς ἰδικούς των μαγνητικούς πόλους, οἱ ὁποῖοι ἔλκονται υπό τοῦ περιστρεφομένου πεδίου. Τοιοῦτοτρόπως ὁ δρομεύς περιστρέφεται υπό τοῦ κυρίως πεδίου.

Ἡ ροπή ἐκκινήσεως τοῦ τυπικοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος βραχυκυκλωμένου δρομέως εἶναι μικρά ἐπειδή ἐν ἀκινήσει ὁ δρομεύς ἔχει σχετικῶς μεγάλην ἐπαγωγικὴν ἀεργὸν ἀντίστασιν (X_L) συγκρινομένην μέ τήν ἀντίστασίν του (R). Ὑπὸ τας συνθήκας αὐτάς ἀναμένομεν ὅτι ἡ διὰ τοῦ δρομέως ἐντασις θά ἔπεται τῆς τάσεως τοῦ δρομέως κατὰ 90° . Ἐπομένως λέγομεν ὅτι ὁ συντελεστής ἰσχύος ἐντός τοῦ κυκλώματος εἶναι μικρός. Τοῦτο ση-

μαίνει ότι ο κινητήρ είναι ανίκανος διά φορτίον και δεν δύναται νά ἐξάγῃ πραγματικῶς χρήσιμον ἐνέργειαν ἐκ τῆς πηγῆς ἰσχύος.

Παρά τὴν ἀνικανότητα αὐτὴν, ἀναπτύσσεται ροπή καὶ ὁ κινητήρ ἀρχίζει νά στρέφῃ. Καθὼς ὁ κινητήρ ἀρχίζει νά στρέφῃ, ἡ διαφορά ταχύτητος μεταξὺ τοῦ δρομέως καὶ τοῦ περιστρεφόμενου πεδίου, ἢ ἡ (δι)ολίσθησις, μειοῦται ἐκ τῆς μεγίστης τιμῆς (100%), εἰς μίαν ἐνδιάμεσον τιμὴν π.χ. 50%. Μὲ τὴν μείωσιν τῆς (δι)ολίσθησεως, μειοῦται καὶ ἡ συχνότης τῆς ἐπαγομένης εἰς τὸν δρομέα τάσεως ἐπειδὴ τὸ περιστρεφόμενον πεδὶον τέμνει τοὺς ἀγωγούς τοῦ δρομέως ὑπὸ μειωμένον ρυθμόν. Τοῦτο μὲ τὴν σειρὰν του προκαλεῖ τὴν μείωσιν τῆς ὀλικῆς ἐπαγωγικῆς ἀέργου ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος. Καθὼς μειοῦται ἡ ἐπαγωγικὴ ἀεργὸς ἀντίστασις ἀρχίζει νά αὐξάνῃ ὁ συντελεστὴς ἰσχύος. Αὕτῃ ἡ βελτίωσις ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν αὐξησιν τῆς ροπῆς καὶ ἐν ἀκολουθείᾳ τὴν αὐξησιν τῆς ταχύτητος.

Ὅταν ἡ (δι)ολίσθησις μειωθῇ εἰς μίαν τιμὴν μεταξὺ 2% καὶ 10%, ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος σταθεροποιεῖται. Ἡ σταθεροποίησις αὕτῃ ἐπέρχεται διότι οἰαδήποτε τάσις αὐξήσεως τῆς ταχύτητος τοῦ κινητήρος καὶ τῆς πτώσεως τῆς ὀλίσθησεως κάτω τοῦ 2%, ἐξουδετεροῦται φυσικῶς ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι καθὼς ἡ ταχύτης τοῦ δρομέως πλησιάζει ἐντὸς τοῦ 2% τὴν σύγχρονον ταχύτητα αἱ ἐπιδράσεις τῆς μειωμένης ἐπαγωγῆς ὑπερπηδοῦν τὰς ἐπιδράσεις τῆς προηγηθείσης τάσεως αὐξήσεως τῆς ροπῆς κατὰ τὴν ἐπιτάχυνσιν τοῦ κινητήρος. Τοιοῦτοτρόπως ὁ κινητήρ ἐμφανίζει ἓνα χαρακτηριστικὸν αὐτομάτου ἐλέγχου τῆς ταχύτητος παρόμοιον τοῦ κινητήρος ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως.

4.Δ. Τριφασικός Επαγωγικός Κινητήρας Τυλιγμένου Δρομέα (ή με δακτυλίους)

Μέχρι τουδε έχουν αναπτυχθῇ τὰ περιστρεφόμενα μαγνητικά πεδία τοῦ στάτου τὰ ὁποῖα ἀναπτύσσονται ὑπὸ μονοφασικῆς ἰσχύος. Αἱ ἠλεκτρικαὶ ἐταιρίαι παράγουν συνήθως καὶ δίδουν τριφασικὴν ἰσχύν. Διὰ τὰς οἰκίας ἡ μονοφασικὴ ἰσχύς λαμβάνεται ἐκ τῆς μιᾶς φάσεως τῶν τριφασικῶν γραμμῶν ἰσχύος. Οἱ τριφασικοὶ (πολυφασικοὶ) κινητήρες γενικῶς χρησιμοποιοῦνται ὑπὸ τῶν βιομηχανιῶν, καὶ αἱ ἠλεκτρικαὶ ἐταιρίαι παρέχουν τριφασικὴν ἰσχύν εἰς τὰς βιομηχανίας.

Ἡ δημιουργία περιστρεφομένου πεδίου εἰς τὸν στάτην διὰ τριφασικῆς ἰσχύος πραγματοποιεῖται κατὰ παρόμοιον τρόπον ὥς εἰς τὰ συστήματα τὰ ὁποῖα στηρίζονται εἰς τὰς ἀρχὰς λειτουργίας διαχωριζομένου τυλίγματος (split phase) ἢ δύο φάσεων, (λειτουργίας πυκνωτοῦ). Εἰς τὸ σύστημα τριῶν φάσεων, τὸ περιστρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίων δημιουργεῖται ἐκ τριῶν φάσεων ἀντὶ δύο. Ὄταν ὁ στάτης ἐνός τριφασικοῦ κινητήρος συνδεθῇ μὲ τριφασικὴν πηγὴν ἰσχύος, τὰ τρία τυλίγματα τοῦ στάτου διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος καὶ τοιουτοτρόπως δημιουργεῖται τὸ περιστρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίων. Αἱ τρεῖς αὗται ἐντάσεις διεγέρσεως παρέχουν τὴν ἄεργον ἰσχύν ἐνὰ τὴν δημιουργίαν τοῦ περιστρεφομένου μαγνητικοῦ πεδίου. Ὡσαύτως παρέχουν τὴν ἰσχύν ἢ ὁποῖα καταναλίσκεται ὑπὸ τοῦ κινητήρος λόγῳ τῶν ἀπωλειῶν χαλκοῦ καὶ σιδήρου.

Ἡ ταχύτης τοῦ περιστρεφομένου μαγνητικοῦ πεδίου καθορίζεται ἀποκλειστικῶς ἐκ τῆς συχνότητος τῆς τριφασικῆς πηγῆς ἰσχύος καὶ εἶναι γνωστὴ ὥς ἡ σύγχρονος ταχύτης. Ἡ συχνότης τῶν συστημάτων ἠλεκτρικῆς ἰσχύος διατηρεῖται σταθερά ὑπὸ τῶν ἐταιριῶν ἠλεκτρικῆς ἰσχύος καὶ τοιουτοτρόπως ἡ σύγχρονος ταχύτης τοῦ πεδίου τοῦ στάτου (εἰς στρ/λ) παραμένει σταθερά. (Χρησιμοποιεῖται καὶ διὰ τὴν λειτουργίαν ἠλεκτρικῶν ὥρολογίων).

Ὁ δρομεύς ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ πυρήνος καί τριῶν τυλίγ-
μάτων ἀντί τῶν ἀγωγίων ράβδων τοῦ βραχυκυκλωμένου δρομέως
τύπου κλωβοῦ (squirrel cage rotor). Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν
ἐπάγονται ἐντάσεις εἰς τὰ τυλίγματα ἀκριβῶς ὅπως συμβαίνει
καί εἰς τὰς βραχυκυκλωμένας σπείρας. Ἐν τούτοις, τὸ πλεο-
νέκτημα τῆς χρησιμοποιοῦσας τυλιγμάτων εἶναι ὅτι οἱ ἀγωγοί
τῶν τυλιγμάτων δύνανται νὰ ἐξέλθουν ἐκ τοῦ δρομέως μέσῳ πε-
ριστρεφομένων δακτυλίων (δακτύλιοι ὀλισθήσεως). Τοιοῦτοτρό-
πως εἶναι δυνατόν νὰ ἐλέγχεται ἡ ἀντίστασις καί κατ' ἐπέκτα-
σιν νὰ ἐλέγχονται τὰ ρεύματα πὰ διαρρεύοντα τὰ τυλίγματα τοῦ
δρομέως.

Τὸ περιστρεφόμενον μαγνητικόν πεδίων ἐπάγει ἐναλλασσο-
μένην τάσιν εἰς ἕκαστον τύλιγμα τοῦ δρομέως. Ὅταν ὁ δρο-
μεύς ἀκίνητεῖ, ἡ συχνότης τῆς ἐπαγομένης ἐπὶ τοῦ δρομέως τά-
σεως εἶναι ἡ αὐτὴ μέ τὴν τῆς πηγῆς ἰσχύος. Ἐάν τώρα ὁ δρο-
μεύς περιστραφῇ διὰ κάποιας ἐξωτερικῆς δυνάμεως κατὰ τὴν αὐ-
τὴν διεύθυνσιν τοῦ περιστρεφόμενου μαγνητικοῦ πεδίου, μειώ-
νεται ὁ ρυθμὸς μέ τὸν ὁποῖον τὸ μαγνητικόν πεδίων τέμνει τὰ
τυλίγματα τοῦ δρομέως καί ἐλαττοῦται ἡ ἐπαγομένη τάσις καί ἡ
συχνότης της. Ἐάν ὁ κινητὴρ περιστρέφεται μέ τὴν αὐτὴν τα-
χύτητα καί τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν μέ τὸ περιστρεφόμενον μαγνη-
τικόν πεδίων τότε ἡ ἐπαγομένη τάσις ὡς ἐπίσης καί ἡ συχνότης
της θὰ ἐλαττωθοῦν εἰς τὸ μηδέν. (Ὁ δρομεύς τώρα ἔλαβεν τὴν
σύγχρονον ταχύτητα). Ἀντιστρόφως, ἐάν ὁ δρομεύς περιστρέ-
φεται μέ τὴν σύγχρονον ταχύτητα, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον τοῦ πε-
ριστρεφόμενου πεδίου διεύθυνσιν, ἡ ἐπαγομένη τάσις καί ἡ συ-
χνότης της θὰ εἶναι διπλασία τῆς τιμῆς τὴν ὁποίαν θὰ ἐλάμβαι-
νεν ἐάν ὁ δρομεύς ἦτο ἀκίνητος.

Ἄν καί κατὰ τὸ παρὸν Ἑργαστηριακὸν Πείραμα ὁ δρομεύς
θὰ περιστραφῇ τῇ βοηθείᾳ ἐξωτερικοῦ κινητήρος, πρέπει νὰ ση-
μειωθῇ ὅτι διὰ συγκεκριμένην ταχύτητα τοῦ δρομέως, ἡ ἐπαγο-
μένη τάσις καί ἡ συχνότης της θὰ εἶναι αἱ αὐταί ὡς ἐάν ὁ δρο-
μεύς περιστρέφετο μόνος του.

Ἐάν βραχυκυκλωθοῦν τὰ τυλίγματα τοῦ δρομέως ἡ ἐπαγομένη τάσις θά δημιουργήσῃ μεγάλας ἐντάσεις αἱ ὁποῖαι θά διαρρέουν τὰ τυλίγματα. Διὰ νά τροφοδοτηθῇ ἡ ἐντασις τοῦ δρομέως πρέπει νά αὐξηθῇ ἡ διὰ τοῦ στάτου ἐντασις εἰς τιμὴν μεγαλύτεραν τῆς συνήθους τιμῆς τῆς ἐντάσεως διεγέρσεως. Ἡ ἰσχὺς ἡ ὁποία καταναλοῦται (VA) ὑπὸ τῶν τυλιγμάτων τοῦ δρομέως (καὶ τοῦ κυκλώματος τούτου) πρέπει νά δοθῇ ὑπὸ τῶν τυλιγμάτων τοῦ στάτου. Ἐπομένως πρέπει νά ἀναμένωμεν τὰ ἀκόλουθα:

α) Ἐν ἀκίνησίᾳ ἢ εἰς μικράν ταχύτητα, αἱ διὰ τοῦ δρομέως καὶ τοῦ στάτου ἐντάσεις ὡς ἐπίσης καὶ ἡ ροπή θά εἶναι μεγάλαι.

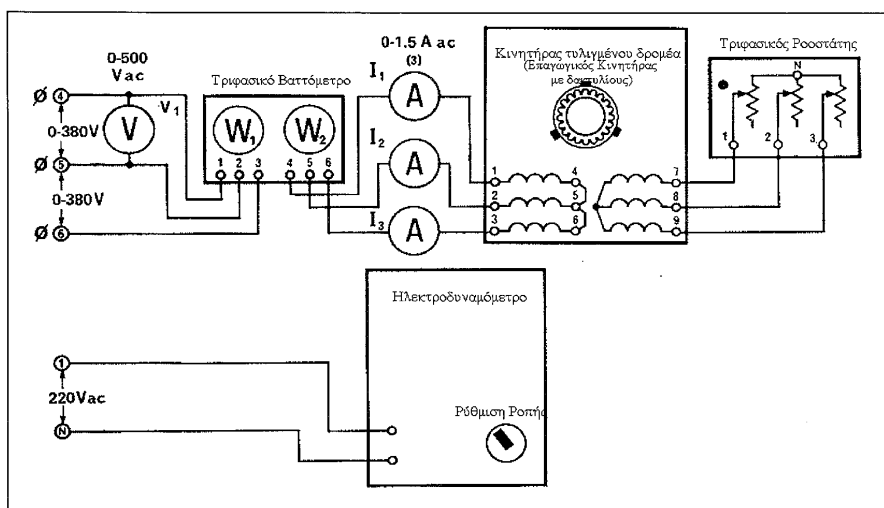
β) Εἰς τὴν σύγχρονον ταχύτητα, ἡ διὰ τοῦ δρομέως ἐντασις καὶ ἡ ροπή θά εἶναι μηδενικαὶ μόνον δέ ὁ στάτης θά διαρρέεται ὑπὸ τῆς ἐντάσεως διεγέρσεως.

γ) Εἰς οἰανδήποτε ἄλλην ταχύτητα αἱ ἐντάσεις καὶ ἡ ἀναπτυσσομένη ροπή θά εὐρίσκονται μεταξὺ τῶν ἀνωτέρω ἀκραίων τιμῶν.

Τὰ τρία ἄκρα τῶν τριφασικῶν τυλιγμάτων τοῦ δρομέως συνδέονται ἐπὶ τριῶν ὀλισθαίνοντων δακτυλίων οἱ ὁποῖοι εἶναι τοποθετημένοι ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ δρομέως. Αἱ ψῆκτραι αἱ ὁποῖαι ἐφάπτονται τῶν δακτυλίων παῖζουσι ἓνα σημαντικὸν ρόλον εἰς τὴν καλυτέραν ἐκμετάλευσιν τοῦ πλεονεκτήματος τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος μετὰ δακτυλίων. Διὰ τῆς συνδέσεως τῶν ψηκτρῶν μέσφ ροοστατῶν, καθίσταται δυνατὴ ἡ ἀνάπτυξις μεγαλύτερας ροπῆς ἐκκινήσεως παρ' ὅτι εἶναι δυνατὴ εἰς τὸν κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέως. Κατὰ τὴν ἐκκίνησιν, ἡ πλήρης ἀντίστασις τῶν ροοστατῶν παραμένει εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ δρομέως καὶ τοιουτοτρόπως παρέχεται ἡ μεγίστη δυνατὴ ροπή ἐκκινήσεως.

Καθὼς ὁ κινητὴρ πλησιάζει τὴν κανονικὴν ταχύτητα λειτουργίας του, ἡ ἀντίστασις τοῦ ροοστάτου βαθμιαίως ἐλαττοῦται μέχρις ὅτου εἰς τὴν μεγίστην ταχύτητα ἀπομακρυνθῇ τελείως ἐκ τοῦ κυκλώματος. Ἄν καὶ ἡ ροπή ἐκκινήσεως τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος μετὰ δακτυλίων εἶναι μεγαλύτερα, οὗτος δὲν εἶναι τόσον ἀποδοτικὸς ὅσον ὁ ἐπαγωγικὸς κινητὴρ βραχυκυκλωμένου δρομέως διότι ἡ ἀντίστασις τῶν τυλιγμάτων του εἶναι πάντοτε μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν τοῦ κινητήρος βραχυκυκλωμένου δρομέως.

Ἐν ἰδιαίτερον χαρακτηριστικόν τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος μετὰ δακτυλίων εἶναι ἡ δυνατότης μεταβολῆς τῆς ταχύτητός του. Διὰ μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ροοστάτου εἶναι δυνατή ἡ μεταβολή τῆς ποσοστιαίας διολισθήσεως καὶ τοιουτοτρόπως ἡ μεταβολή τῆς ταχύτητος. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτάς, ταχύτητες μικρότεραι τῆς πλήρους ταχύτητος λειτουργίας σημαίνουν ὅτι ὁ κινητὴρ λειτουργεῖ με μειωμένην ἀπόδοσιν καὶ ἱπποδύναμιν. Ἐπιπροσθέτως, λόγῳ τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως τοῦ δρομέως ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος εἶναι ἐπιρρεπὴς εἰς μεταβολάς λόγῳ τῶν ἀλλαγῶν τοῦ φορτίου.



4.Ε. Γεννήτρια Σ.Ρ

Αι γεννήτριαι παραλλήλου διεγέρσεως ἔχουν τό μειονέκτημα ὅτι μεταβάλλεται ἡ ἔντασις φορτίου των ἐκ τῆς ἀφόρτου εἰς τὴν ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίαν καί κατὰ συνέπειαν μεταβάλλεται ἡ τάσις τὴν ὁποίαν αὐται τροφοδοτοῦν. Ἡ οὐχί καλὴ διακύμανσις τῆς τάσεως των ὀφείλεται εἰς τρεῖς παράγοντες:

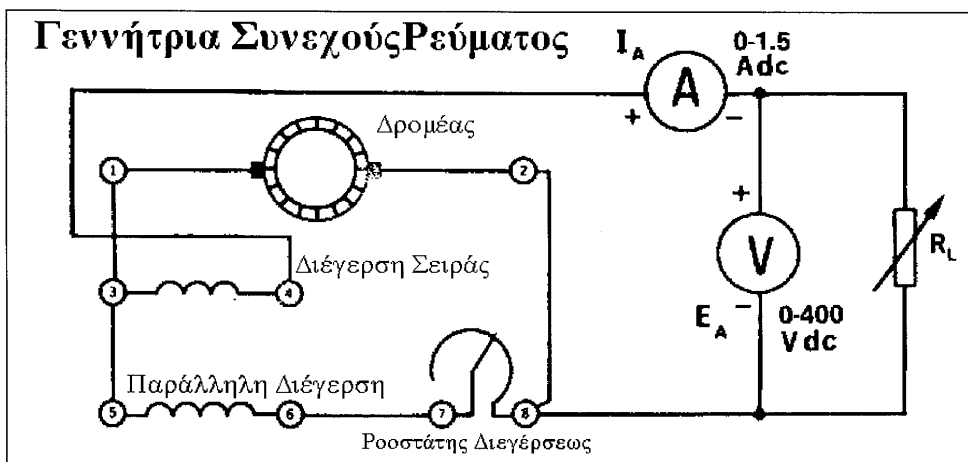
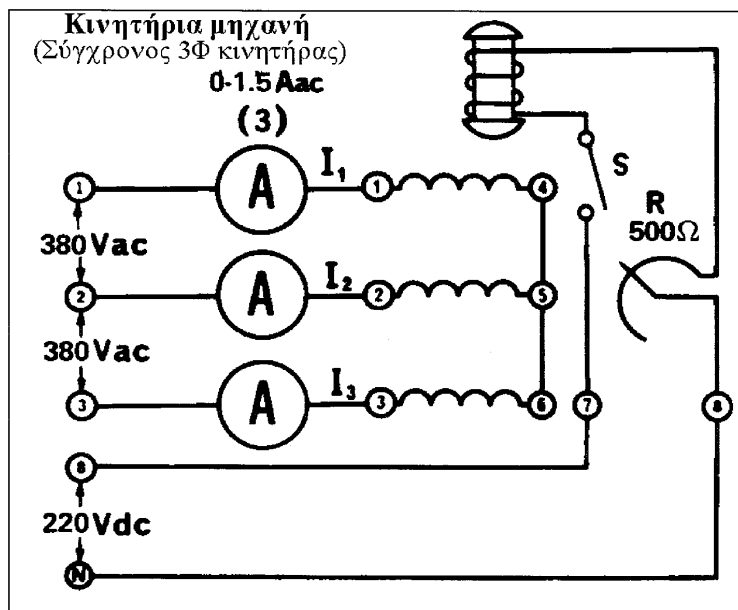
α) Ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐλαττοῦται καθὼς ἡ τάσις τοῦ δρομέως ἐλαττοῦται καί αὕτη ἐλαττώνει περαιτέρω τὴν ἔντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἡ ὁποία ἐν συνεχείᾳ ἐλαττώνει τὴν τάσιν τοῦ δρομέως κ.ο.κ.

β) Ἡ πτώσις τῆς τάσεως τοῦ δρομέως (ἀπώλειαι I^2R) ἐκ τῆς ἀφόρτου εἰς τὴν ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίαν.

γ) Ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος τῆς γεννητρίας εἶναι δυνατόν νά μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ φορτίου. (Τοῦτο συμβαίνει ἰδιαιτέρως ὅταν οἱ κινητήρες εἶναι μηχαναὶ ἐσωτερικῆς καύσεως ἢ ἐπαγωγικοὶ κινητήρες).

Τά δύο τυλίγματα διεγέρσεως (παράλληλον καί σειρᾶς) τῆς συνθέτου γεννητρίας τοποθετοῦνται τοιουτοτρόπως ὥστε τὰ μαγνητικά των πεδία νά ὑποβοηθοῦνται μεταξύ των. Οὕτω, ὅταν ἡ ἔντασις φορτίου αὐξάνει, ἡ διὰ τοῦ παραλλήλου τυλίγματος ἔντασις ἐλαττοῦται καί τοῦτο ἐλαττώνει τὴν ἔντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἀλλά ἐάν ἡ αὐξηθεῖσα ἔντασις φορτίου συνδεθῇ κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε νά διαρρεύσῃ τό τύλιγμα σειρᾶς, θά αὐξηθῇ ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἐάν ἔχωμεν τόν κατάλληλον ἀριθμόν σπειρῶν εἰς τό τύλιγμα σειρᾶς, ἡ αὐξησης τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἀντισταθμίζῃ τὴν ἐλάττωσίν του τὴν ὁποίαν προκαλεῖ τό παράλληλον τύλιγμα. Τό συνδεδιασμένον μαγνητικόν πεδίων θά παραμένῃ σχεδόν ἀμετάβλητον καί θά ὑφίσταται μόνον μικρά ἀλλαγὴ τῆς τάσεως τροφοδοτήσεως ἐκ τῆς ἀφόρτου εἰς τὴν ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίαν.

Εάν τό τυλίγμα σειράς συνδεθῇ τοιουτοτρόπως ὥστε ἡ ἐν-
 τασίς τοῦ δρομέως νά ρέῃ κατὰ τοιαύτην διεύθυνσιν ὥστε νά
 ἀντιτίθεται εἰς τό πεδίον τοῦ παραλλήλου τυλίγματος θά ἔχω-
 μεν μίαν Γεννήτριαν διαφορικῆς συνθέτου διεγέρσεως (diffe-
 rential compound generator). Αὐτός ὁ τύπος τῆς γεννητρίας
 ἔχει οὐχί καλὴν διακύμανσιν ἀλλὰ εἶναι χρήσιμος δι' ἐφαρμογὰς
 ὡς ἠλεκτροσυγκολήσεις καὶ φωτισμοὶ βολταϊκοῦ τόξου εἰς τὰς
 ὁποίας ἡ σταθερά ἐντασις τροφοδοτήσεως εἶναι περισσότερον ἀ-
 παραίτητος τῆς σταθερότητος τῆς τάσεως τροφοδοτήσεως. Ὁ σκο-
 πὸς τοῦ παρόντος Ἐργαστηριακοῦ Πειράματος εἶναι νά δείξῃ αὐ-
 τὰ τὰ κύρια σημεῖα.



4.ΣΤ. Κινητήρας Σ.Ρ

Κινητήρας ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως

Ἡ ταχύτης οἰουδήποτε κινητήρος ΣΡ ἐξαρτᾶται κυρίως ἐκ τῆς τάσεως διὰ τοῦ δρομέως του καί τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητικοῦ του πεδίου.

Εἰς τοὺς κινητήρας παραλλήλου διεγέρσεως, τὰ τυλίγματα τῆς διεγέρσεως καί τοῦ δρομέως εἶναι ἀπ' εὐθείας ἐν παραλλήλῳ (shunt) συνδεδεμένα μετὰ τῶν γραμμῶν παροχῆς ΣΡ. Ἐάν ἡ τάσις τῆς γραμμῆς ΣΡ εἶναι σταθερά τότε καί ἡ διὰ τοῦ δρομέως τάσις καί ἡ ἐντάσις διεγέρσεως θά εἶναι σταθεραί. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτήν, εἶναι φανερόν ὅτι ὁ κινητήρ θά λειτουργῇ ὑπὸ ἀρκετὰ σταθεράν ταχύτηταν.

Ἡ ταχύτης τείνει νά ἐλαττωθῇ ὅταν αὐξάνεται τὸ φορτίον τοῦ κινητήρος. Ἡ πτώσις αὕτη τῆς ταχύτητος ὀφείλεται κυρίως εἰς τὴν ἀντίστασιν τοῦ τυλίγματος τοῦ δρομέως. Κινητήρες παραλλήλου διεγέρσεως τῶν ὁποίων ἡ ἀντίστασις τοῦ τυλίγματος τοῦ δρομέως εἶναι μικρά, λειτουργοῦν σχεδόν ὑπὸ σταθεράν ταχύτητα.

Ὡς συμβαίνει εἰς ὅλα τὰ μηχανήματα μετατροπῆς τῆς ἐνεργείας καί οἱ κινητήρες ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως δέν ἔχουν 100% βαθμὸν ἀποδόσεως. Ἐν ἄλλοις λόγοις δέν μετατρέπουν τὸ σύνολον τῆς παρεχομένης ἡλεκτρικῆς ἰσχύος εἰς μηχανικὴν ἰσχύν. Ἡ διαφορά ἰσχύος μεταξὺ τροφοδοτουμένης καί παρεχομένης ἰσχύος καταναλίσκεται ὑπὸ τοῦ κινητήρος ὑπὸ μορφήν θερμότητος καί συνθέτει τὰς γνωστάς ὡς "ἀ π ὥ λ ε ι α ς" τοῦ μηχανήματος. Αἱ ἀπώλειαι αὗται αὐξάνουν ὅταν αὐξάνει τὸ φορτίον καί τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι νά θερμαίνεται ὁ κινητήρ κατὰ τὴν παραγωγὴν μηχανικοῦ ἔργου.

Κινητήρας ΣΡ διεγέρσεως σειράς

Είδομεν ότι ὁ κινητήρ ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως διατηρεῖ σχεδόν σταθεράν ταχύτητα λόγω τοῦ ὅτι ἡ τάσις τοῦ δρομέως του καί τό μαγνητικόν πεδίον παραμένουν βασικῶς ἀναλλοίωτα ἐκ τῆς ἐν κενῷ λειτουργίας μέχρις καί τῆς ὑπὸ μέγιστον φορτίον λειτουργίας. Ὁ κινητήρ ΣΡ διεγέρσεως σειράς συμπεριφέρεται τελείως διαφορετικά.

Εἰς τόν κινητήρα ΣΡ διεγέρσεως σειράς, τό μαγνητικόν πεδίον δημιουργεῖται ὑπὸ τῆς ἐντάσεως ΣΡ ἡ ὁποία διαρρέει τό τύλιγμα τοῦ δρομέως καί τό ἀποτέλεσμα εἶναι ὅτι τό μαγνητικόν πεδίον εἶναι ἀσθενές ὅταν τό φορτίον τοῦ κινητήρος εἶναι μικρόν (Ἡ περιέλιξις τοῦ δρομέως ἀπορροφᾷ ἐλαχίστην ἐντάσιν). Ὅταν τό φορτίον εἶναι μέγαλον τό μαγνητικόν πεδίον εἶναι ἰσχυρόν. (Ἡ περιέλιξις τοῦ δρομέως ἀπορροφᾷ μεγίστην ἐντάσιν). Ἡ διά τοῦ δρομέως τάσις σχεδόν ἰσοῦται πρός τήν τάσιν τροφοδοτήσεως τῆς γραμμῆς (ὡς ἀκριβῶς συμβαίνει εἰς τόν κινητήρα παραλλήλου διεγέρσεως ἐάν δέν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ἡ μικρά πτώσις τάσεως τῆς διεγέρσεως σειράς). Κατόπιν τούτων εἶναι ἀντιληπτόν ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος διεγέρσεως σειράς καθορίζεται ἀποκλειστικῶς ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ φορτίου. Ἡ ταχύτης εἶναι μικρή ὅταν τά φορτία εἶναι μέγала καί πολύ μεγάλη εἰς ἀφορτον κατάστασιν (ἐν κενῷ λειτουργίαν). Εἶναι γεγονός ὅτι πολλοί κινητήρες διεγέρσεως σειράς ἐάν λειτουργήσουν ἐν κενῷ θά ἀναπτύξουν τέσον μεγάλην ταχύτητα ὥστε νά αὐτοκαταστραφούν. Αἱ μεγάλοι φυγόκεντροι δυνάμεις αἱ ὁποῖαι ἀναπτύσσονται λόγω τῶν μεγάλων ταχυτήτων κατακερματίζουν τόν δρομέα καί συχνά τοῦτο ἔχει καταστροφικά ἀποτελέσματα διά τά πλησίον εὐρισκόμενα ἄτομα καί ἀντικείμενα.

Ἡ ἀναπτυσσομένη εἰς οἰονδήποτε κινητήρα ΣΡ ροπή ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ γινομένου τῆς διά τοῦ δρομέως ἐντάσεως ἐπὶ τήν ἐντάσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἡ σχέσις αὕτη διά τόν κινητήρα ΣΡ διεγέρσεως σειράς σημαίνει ὅτι ἡ ροπή θά εἶναι πολύ μεγάλη.

Τοῦτο συμβαίνει κατὰ τήν διάρκειαν τῶν ἐκκινήσεων. Ἐπομένως οἱ κινητήρες ΣΡ διεγέρσεως σειράς εἶναι κατάλληλοι διά τήν ἐκκίνησην φορτίων μεγάλης ἀδρανείας καί εἶναι ἰδιαιτέρως χρήσιμοι ὡς κινητήρες τῶν ἡλεκτρικῶν λεωφορείων (τρόλλεϋ) σιδηροδρόμων καί ἐφαρμογῶν εἰς τὰς ὁποίας ἀπαιτοῦνται μεγάλοι ἐλκτικοί δυνάμεις (ἀνύψωσις μεγάλων φορτίων, ἡλεκτρική ἔλξις κ.λ.π.).

Κινητήρας ΣΡ συνθέτου διεγέρσεως

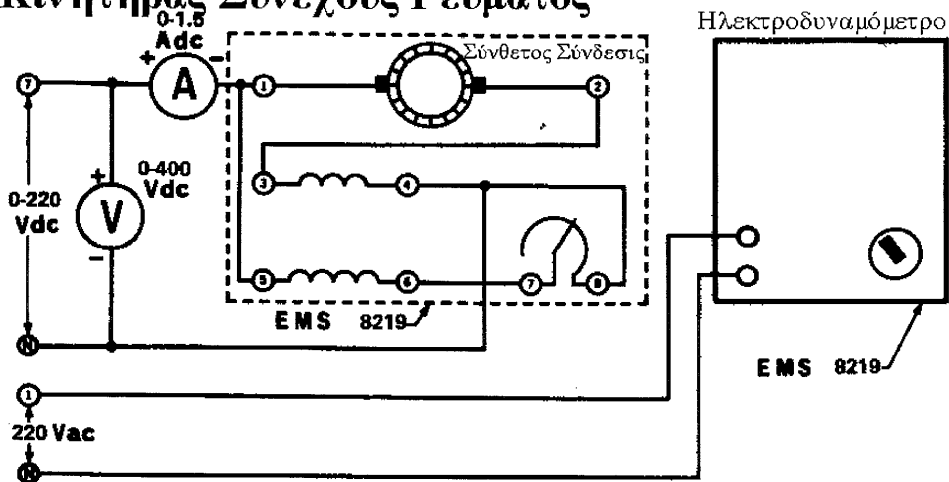
Τό πλεονέκτημα της ανάπτυξεως μεγάλης ροπής υπό τοῦ κινητήρος ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς, κατὰ κάποιον τρόπον ἐξαλείφεται ἐπειδὴ ὁ κινητήρ τείνει νά υπερταχυνθῇ ὅταν τό φορτίον εἶναι μικρόν. Τό μειονέκτημα αὐτό δύναται νά παρακαμφθῇ διὰ τῆς προσθέσεως ἑνός παραλλήλου τυλίγματος τό ὁποῖον συνδέεται τοιουτοτρόπως ὥστε νά ὑποβοηθῇ τό τύλιγμα σειρᾶς. Εἰς τήν πεορίπτωσιν αὐτήν ἔχομεν κινητήρα ἀθροιστικῆς συνθέτου διεγέρσεως (cumulative compound motor). Ἐκ παραλλήλου, εἰς εἰδικάς ἐφαρμογὰς εἰς τὰς ὁποίας χρησιμοποιοῦνται κινητήρες ΣΡ ἐν συνδυασμῷ μέ σφονδύλους ἡ χαρακτηριστική σταθερά ταχύτητος τῶν κινητήρων παραλλήλου διεγέρσεως δέν εἶναι ἀπολύτως κατάλληλη καθ' ὅσον δέν ἐπιτρέπει εἰς τόν σφόνδυλον νά ἀποδόσῃ τήν κινητικὴν του ἐνέργειαν, ὅταν αἱ συνδῆκαι φορτίου ἐπιβάλλουν πτώσιν τῆς ταχύτητος τοῦ κινητήρος. Αὐτό τό εἶδος ἐφαρμογῆς (τό ὁποῖον συναντᾶται εἰς μηχανήματα κοπῆς ἐλασμάτων, τόνρους κ.λ.π.) ἀπαιτεῖ τήν ὑπαρξιν κινητήρος ἔχοντος χαρακτηριστικὴν πτώσιν ταχύτητος τό ὁποῖον σημαίνει ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος μειοῦται σημαντικῶς ὅταν αὐξάνει τό φορτίον. Ὁ κινητήρ ΣΡ ἀθροιστικῆς συνθέτου διεγέρσεως, εἶναι ὁ πλέον κατάλληλος δι' αὐτό τό εἶδος ἐφαρμογῆς.

Ἐπομένως, τό τύλιγμα σειρᾶς δύναται νά συνδεθῇ κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε νά δημιουργῇ ἐν μαγνητικόν πεδίον τό ὁποῖον νά ἀντιτίθεται τοῦ πεδίου τοῦ παραλλήλου τυλίγματος. Διὰ τοῦ τρόπου τούτου συνδέσεως κατασκευάζεται ὁ κινητήρ διαφορικῆς συνθέτου διεγέρσεως (differential compound motor), ὁ ὁποῖος ἔχει λίαν περιορισμένας ἐφαρμογὰς, κυρίως λόγῳ τοῦ ὅτι τείνει νά εἶναι ἀσταθής.

Οὕτω, καθὼς αὐξάνει τό φορτίον, ἡ διὰ τοῦ δρομέως ἐντάσις αὐξάνει, ἡ ὁποία αὐξάνει τήν ἐντάσιν τοῦ τυλίγματος σειρᾶς. Δεδομένου ὅτι τό πεδίον τοῦ τυλίγματος σειρᾶς ἀντιτίθεται εἰς τό πεδίον τοῦ παραλλήλου τυλίγματος, ἡ συνολικὴ ροή ἐλαττοῦται καί τοῦτο ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τήν αὐξήσιν τῆς ταχύτητος. Ἡ αὐξήσις τῆς ταχύτητος, γενικῶς προκαλεῖ περαιτέρω αὐξήσιν τοῦ φορτίου, ἡ ὁποία ἐν συνεχείᾳ αὐξάνει ἀκόμη περισσότερον τήν ταχύτητα καί τοῦτο δύναται νά προκαλέσῃ τήν καταστροφὴν τοῦ κινητήρος.

Οι κινητήρες διαφορικής συνθέτου διεγέρσεως ώρισμένως φοράς κατασκευάζονται, έχοντας μικράς έντάσεως τυλίγματα σειράς, κατασκευή ή όποια, κατά κάποιον τρόπον αντίσταθμίζει τό μειονέκτημα της συνήθους πτώσεως της ταχύτητος των κινητήρων παραλλήλου διεγέρσεως (κατά την φόρτωσίν των), τοιουτοτρόπως δέ άποκτούν σταθεροτέραν ταχύτητα. Οι κινητήρες διαφορικής συνθέτου διεγέρσεως δέν χρησιμοποιούνται συχνά.

Κινητήρας Συνεχούς Ρεύματος



5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

1. Ποια βασική σχέση καθορίζει τη λειτουργία μιας “σύγχρονης” ηλ. μηχανής ;
2. Ένας “σύγχρονος ηλ. κινητήρας έχει ή όχι Ροπή Εκκινήσεως (Τεκ) ;
Εάν όχι, πώς τον “βοηθάμε” να ξεκινήσει ;
3. Πώς μπορούμε να αλλάξουμε τον αριθμό στροφών n [rpm], με τον οποίον στρέφεται ένας “σύγχρονος” ηλ. κινητήρας ;
4. Πώς αλλάζει η φορά περιστροφής ενός “σύγχρονου” ηλ. κινητήρα και πώς ενός “επαγωγικού” ηλ. κινητήρα ;
5. Σε τι βοηθάει η μεταβολή της εξωτερικής 3φασικής ωμικής αντίστασης, η οποία είναι συνδεδεμένη στο τυλίγμα του δρομέα ενός “επαγωγικού” ηλ. κινητήρα “τυλιγμένου δρομέα” ;
6. Πώς αλλάζουμε την τάση που παράγει μια “σύγχρονη” ηλ. γεννήτρια και πώς σε μια ηλ. γεννήτρια Σ.Ρ. ;
7. Γιατί ενδείκνυται να ισοκατανέμουμε τα “ηλ. φορτία” στις 3 φάσεις μιας 3 φασικής “σύγχρονης” ηλ. γεννήτριας ;
8. Ονομάστε και εξηγήστε πολύ σύντομα τις 4 κατηγορίες ηλ. μηχανών Σ.Ρ. από πλευράς συνδεσμολογίας του τυλίγματος διεγέρσεως.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ :

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

**Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ**

**Χαρακτηριστικές Καμπύλες
Σύγχρονης τριφασικής Γεννήτριας**

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :

Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :

Ημερομηνία Πειράματος :

Σ.Ν.Δ. - ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ
ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ
ΤΡΙΦΑΣΙΚΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ**

* Στην προετοιμασία του πειράματος αυτού, έχουν κατά καιρούς συμμετάσχει οι :

Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
ΑΡ. ΜΑΓΟΥΛΑΣ
Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗΣ
Μ. ΒΙΚΑΤΟΣ

* **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Εγχειρίδιο Πειραμάτων Lab Volt, 1978
2. Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ, “Ηλεκτρικές Μηχανές”, ΣΝΔ 1981
3. Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ, “Συμπληρωματικά Κεφάλαια στις Ηλεκτρικές Μηχανές”, Μέρος Ι,
ΣΝΔ 1987

Έκδοση 2000

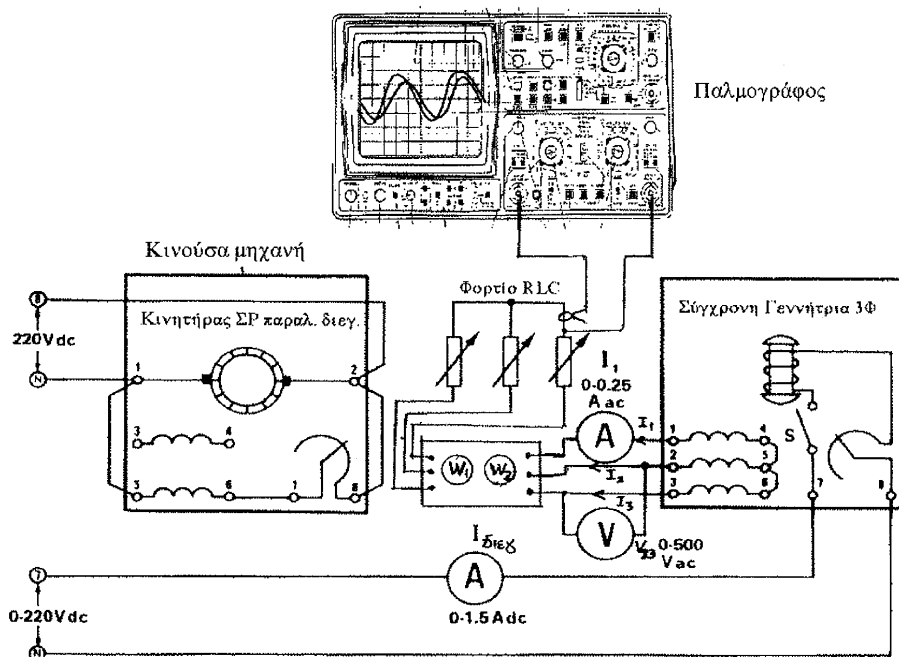
ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΡΙΦΑΣΙΚΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

1. Σκοπός

Μέτρηση/ καταγραφή της στατικής χαρακτηριστικής και της Χαρακτηριστικής Τάσεως (υπό διάφορα φορτία R, L, C) μιας σύγχρονης 3φασικής γεννήτριας

2. Εκτέλεση

Πραγματοποιούμε την συνδεσμολογία του σχήματος.



1. Θέσατε σε λειτουργία τον κινητήρα και ρυθμίσατε τις στροφές στις 1500 rpm ακριβώς. Σε όλη την διάρκεια του πειράματος πρέπει οι στροφές να είναι σταθερές **Γιατί;**
2. Καταγράψατε την “Στατική Χαρακτηριστική” (Χακ) της σύγχρονης γεννήτριας, (συμπληρώσατε τον Πίνακα 1, και χαράξατε διάγραμμα $V_{\gamma} (= E)$ συναρτήσει του I_f)
3. Για διάφορες τιμές φορτίου, και I_f σταθερό, συμπληρώσατε τον Πίνακα 2
4. Παρατηρήσατε τις κυματομορφές V, I (στο φορτίο) στον παλμογράφο.
5. Υπολογίσατε την τιμή του συντελεστή ισχύος του φορτίου.
6. Σχεδιάσατε το διάγραμμα μεταβολής της τάσεως της γεννήτριας συναρτήσει του ρεύματος τυμπάνου (για σταθερές στροφές και σταθερό I_f), δηλ. την “Χαρακτηριστική Τάσεως” Το διάγραμμα θα περιλαμβάνει 3 καμπύλες για ωμικό, επαγωγικό και χωρητικό φορτίο με σταθερό $\cos\phi$ σε κάθε περίπτωση.

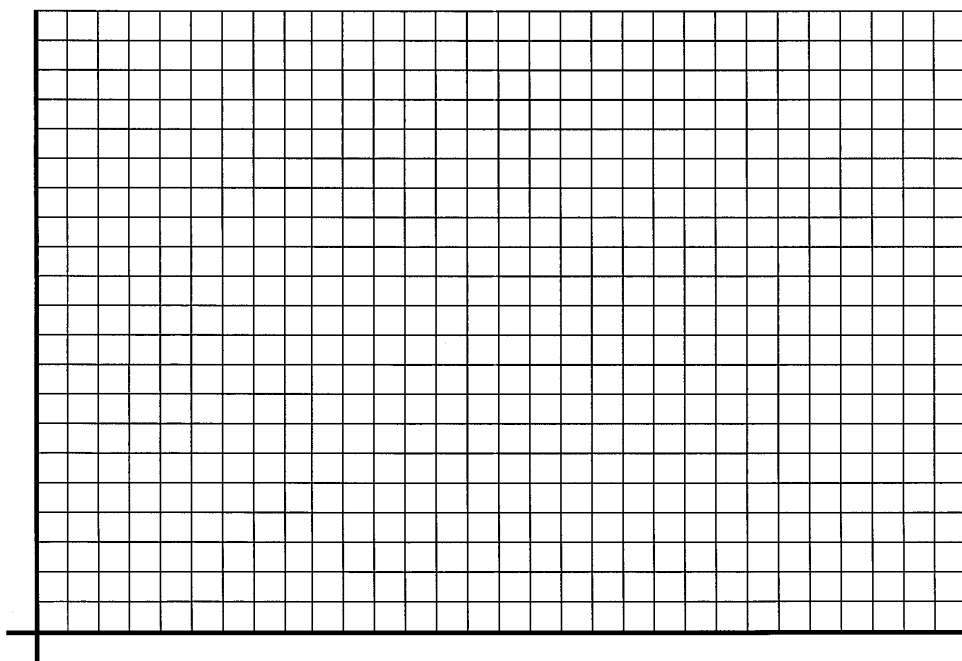
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Τα τριφασικά φορτία να είναι πάντα συμμετρικά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

I_f [A]	$V_{\gamma=E}$ [V]

**Διάγραμμα $V_{\gamma} (=E)$ συναρτήσει του ρεύματος I_f
(Στατική Χαρακτηριστική)**



$$I_f = \dots\dots\dots$$

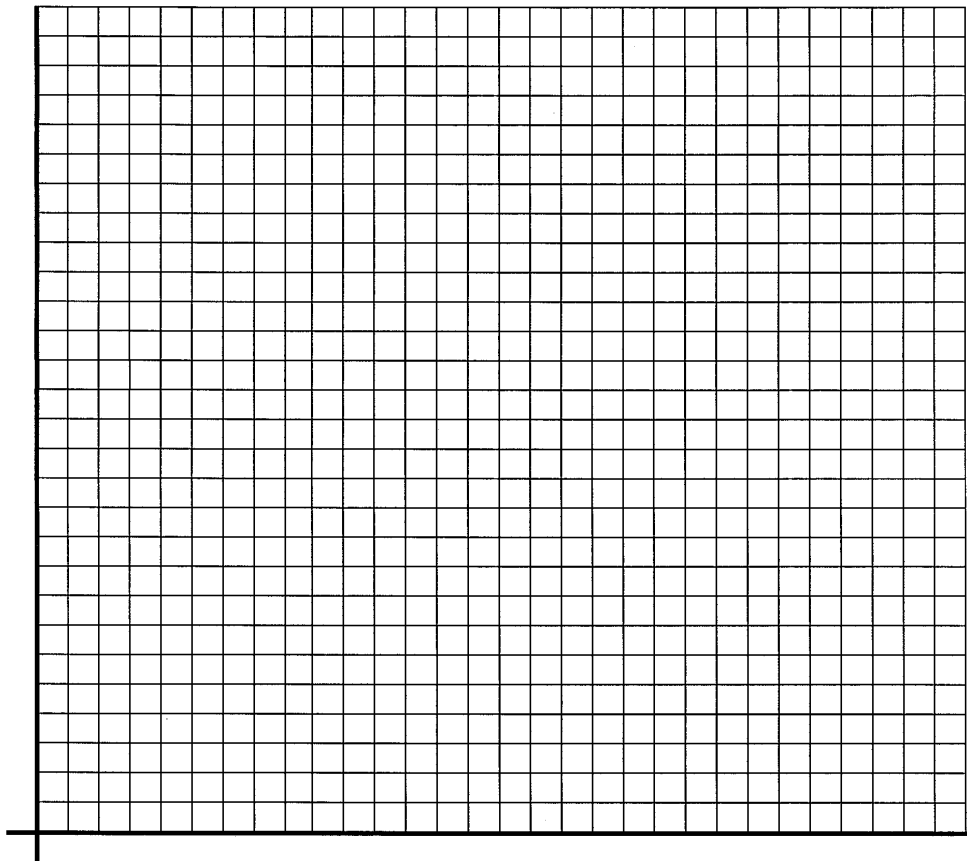
ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Φορτίο (ανά φάση)	$I_1=I_2=I_3$	$V_1=V_2=V_3$	W_1	W_2	P ενεργός	$\cos\phi$
4400 Ω						
2200 Ω						
1467 Ω (4400//2200)						
1100 Ω						
733 Ω (2200//1100)						
4400 Ω σε σειρά με πηνίο 14H						
2200 Ω σε σειρά με πηνίο 7H						
1467 Ω (4400//2200) σε σειρά με πηνίο 4,7 H (14//7)						
1100 Ω σε σειρά με πηνίο 3.5H						
4400 Ω σε σειρά με πυκνωτή 0.72μF						
2200 Ω σε σειρά με πυκνωτή 1.45μF (0.72//1.45)						
1467 Ω (4400//2200) σε σειρά με πυκνωτή 2,17 μF (0,72//1,45)						
1100 Ω σε σειρά με πυκνωτή 2.89 μF						
733 Ω (2200//1100) σε σειρά με πυκνωτή 4.34 μF (1,45//2,89) μF						

Πειραματισθείτε και με άλλες τιμές του συνφ, δικής σας επιλογής

[illegible]

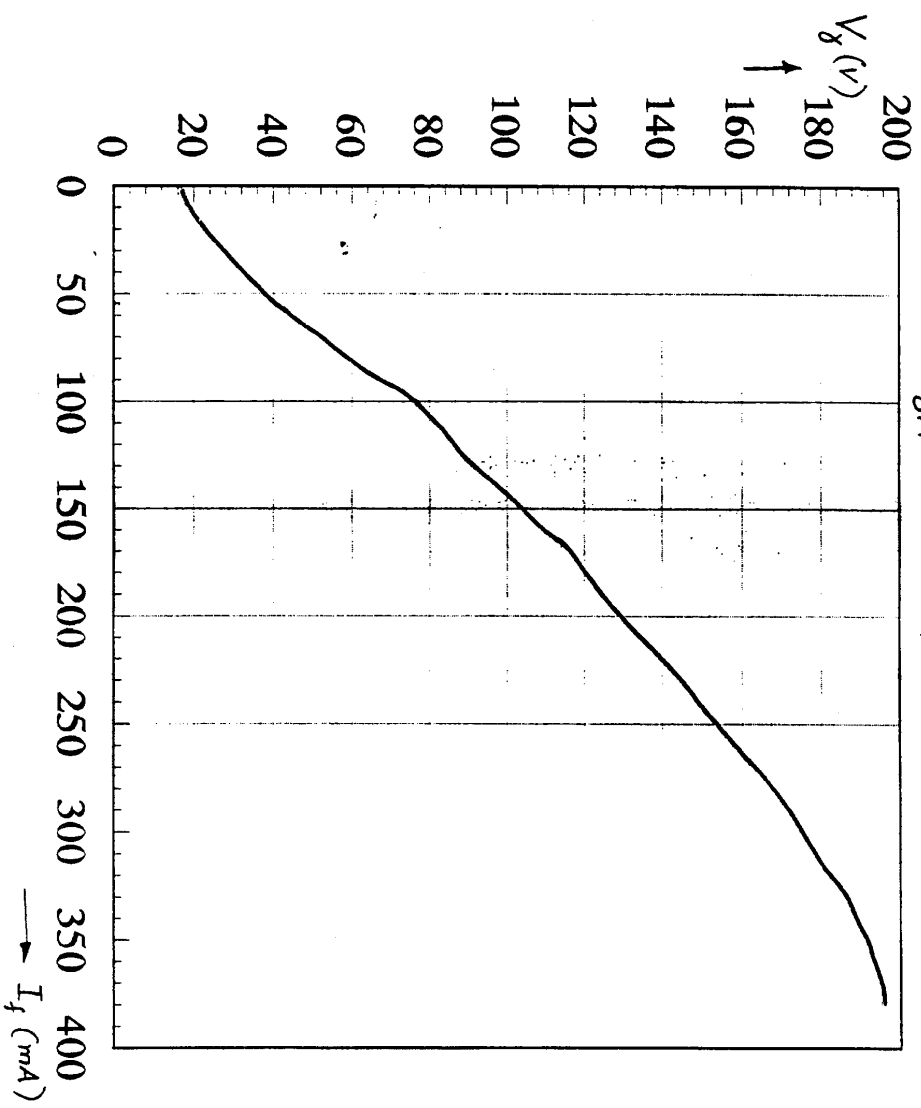
**Διάγραμμα τάσεως V γ γεννήτριας συναρτήσει του ρεύματος τυμπάνου
(Χαρακτηριστική Τάσεως)**



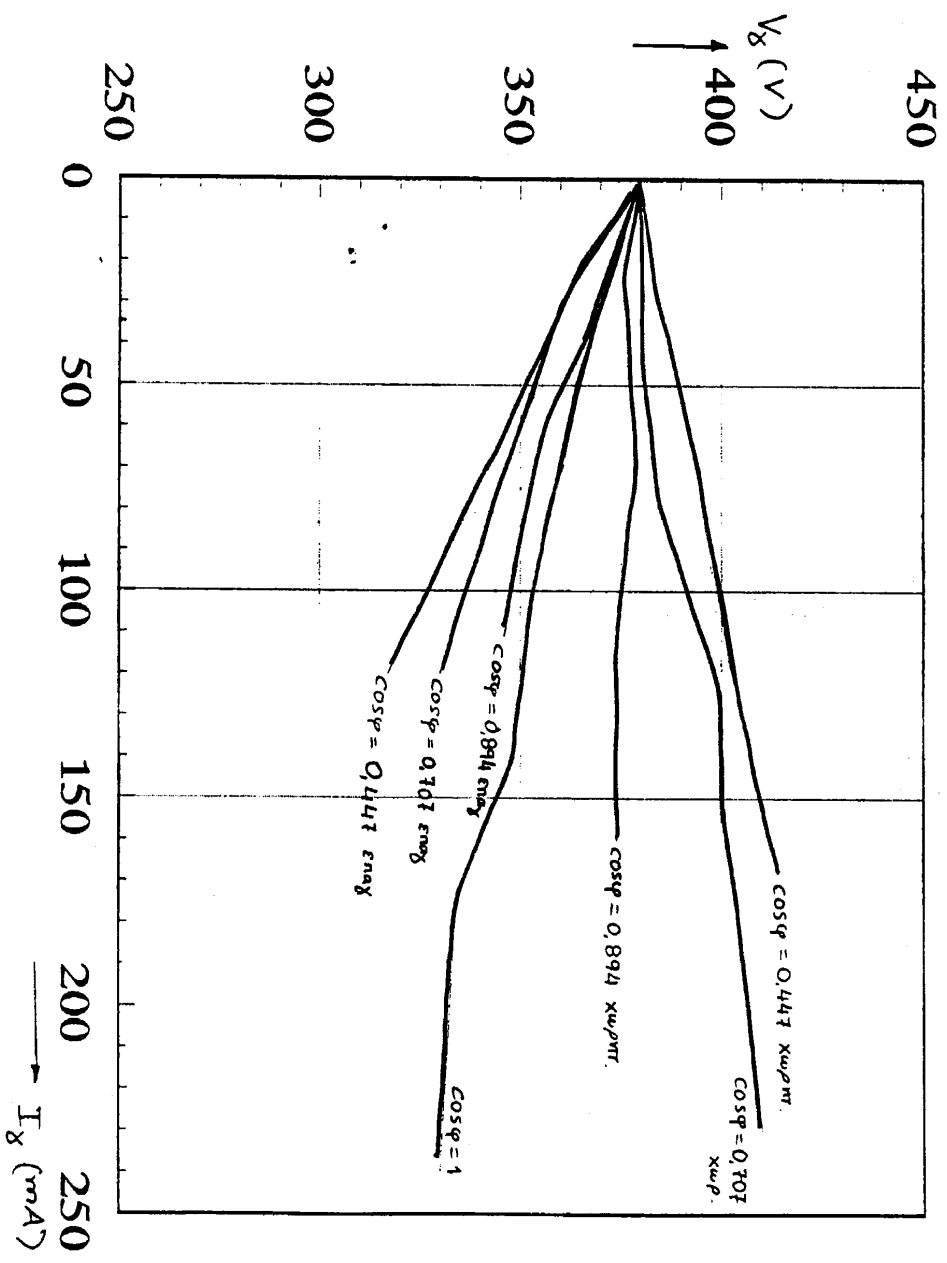
ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

- 1) Σχολιάσατε την μεταβολή της τάσεως στα άκρα της γεννήτριας όταν αυτή φορτίζεται επαγωγικά, ωμικά, χωρητικά

Στατική Χαρακτηριστική
Συγκροτήσεως Λευητόπουλου



Характеристики табиғи ёлғармис җеунтрас



**Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ**

**Παραλληλισμός (“Συγχρονισμός”)
Συγχρόνων τριφασικών Γεννητριών**

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :

Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :

Ημερομηνία Πειράματος :

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**Παραλληλισμός (“Συγχρονισμός”)
Συγχρόνων τριφασικών Γεννητριών**

* Στην προετοιμασία του πειράματος αυτού, έχουν κατά καιρούς συμμετάσχει οι :

Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
ΑΡ. ΜΑΓΟΥΛΑΣ
Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗΣ
Μ. ΒΙΚΑΤΟΣ

* **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Εγχειρίδιο Πειραμάτων Lab Volt, 1978
2. Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ, “Ηλεκτρικές Μηχανές”, ΣΝΔ 1981
3. Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ, “Συμπληρωματικά Κεφάλαια στις Ηλεκτρικές Μηχανές”, Μέρος Ι,
ΣΝΔ 1987

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πείραμα αυτό περιλαμβάνει θέματα παραλληλισμού σύγχρονης τριφασικής γεννήτριας προς ηλεκτρικό δίκτυο, ή και με άλλη παρόμοια γεννήτρια, καθώς και θέματα απόδοσης ισχύος από τη γεννήτρια που παραλληλίσθηκε.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- A. ΔΙΑΔΟΧΗ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ
- B. ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΟΣ ΠΡΟΣ “ΑΠΕΙΡΟ” ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ
 - B1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΥ
 - B2. ΑΠΟΔΟΣΗ ΙΣΧΥΟΣ
 - B3. ΡΥΘΜΙΣΗ ΑΕΡΓΟΥ ΙΣΧΥΟΣ
- Γ. ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΑ ΜΕ ΔΙΚΤΥΟ - ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΠΡΟΣ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΚΟΙΝΟ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ
- Δ. ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ ΔΥΟ ΟΜΟΙΩΝ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΕΝ ΚΕΝΩ ΚΑΙ ΥΠΟ ΦΟΡΤΙΟ

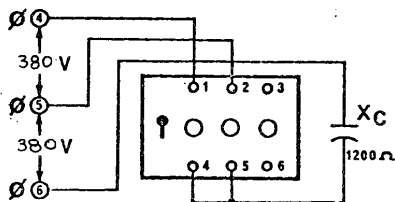
Σημείωση

Το θέμα “Δ” σχετίζεται από πλευράς θεωρίας και με τη λυμένη Άσκηση (4), σελ. 161 στο βιβλίο “Ηλεκτρικές Μηχανές” Ι.Κ.Χατζηλάου

— * —

A, ΔΙΑΔΟΧΗ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ

1) Συνδεσμολογήσατε τὸ κατωτέρω κυκλῶμα.



2) Ρυθμίστε τὴν χωρητικὴ ἀντίσταση X_C στὰ 1200Ω

- Θέσατε ΕΚΤΟΣ τὸν διακόπτη συγχρονισμού
- Τροφοδοτήσατε καὶ ρυθμίσατε ὥστε τὸ βολτομετρὸ AC τῆς παροχῆς ἰσχύος νὰ δείχνει 50 V AC .
- Καθορίσατε τὴν διαδοχὴ τῶν φάσεων με βάση τὴν λαμπρότητα τῶν λυχνιῶν

3) Ἀντιστρέψατε δύο οἰουδήποτε ἀκροδέκτες ἀπὸ τοὺς συνδεδεμένους ἐπὶ τὴν παροχὴ ἰσχύος

- Καθορίσατε ἐκ νέου τὴν διαδοχὴ τῶν φάσεων. Εἶναι ἡ ἴδια;

4) Με χρῆση τῆς μονάδος αὐτεπαγωγῆς ἀντικαταστήσατε τὴν χωρητικότητα με αὐτεπαγωγὴ. Ρυθμίσατε τὴν επαγωγικὴ ἀντίσταση X_L στὰ 1200Ω

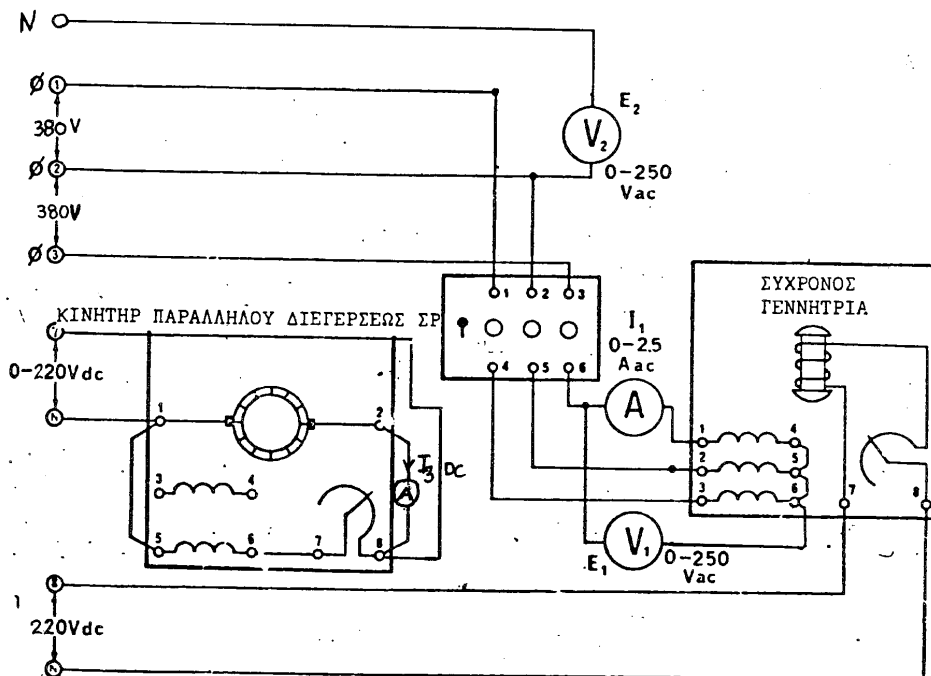
- Καθορίσατε τὴν διαδοχὴ τῶν φάσεων ἔχοντας πηνιὸ ἀντὶ πυκνωτοῦ

- Συγκρίνατε τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐφαρμογῶν 2, 3 καὶ 4

Β ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΟΣ ΠΡΟΣ 'ΑΠΕΙΡΟ' ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Β.1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΥ

1) Συνδεσμολογήσατε το κατωτέρω κύκλωμα :



- Θέσατε τὸν ροοστάτη διεγέρσεως τοῦ κινητήρος DC εἰς τὴν τελείως πρὸς τὰ δεξιά θέση τοῦ (ελάχιστη ἀντίσταση)
- Θέσατε τὸν ροοστάτη διεγέρσεως τοῦ ἐναλλακτῆρος εἰς τὴν τελείως πρὸς τὰ ἀριστερά θέση τοῦ (μέγιστη ἀντίσταση)
- Θέσατε τὸν διακόπτη συγχρονισμοῦ ΕΚΤΟΣ

2) Τροφοδοτήσατε τὸν κινητήρα DC ἔτσι ὥστε ἡ ταχύτης τοῦ νὰ φθάσῃ εἰς 1500 σπ/μῖν περίπου (χρησιμοποιήσατε φορτὸ βροφομετρὸ)

-Μετρήστε και καταχωρήστε την τάση E_2

$$E_2 = \text{-----} \text{ V AC}$$

-Ρυθμίστε την διεύθυνση DC του εναλλακτήρος μέχρις ότου η τάση εφόδου E_1 του εναλλακτήρος να εξισωθεί με την E_2 . Οι τρεις λυχνίες συγχρονισμού πρέπει να αναβοβλίνουν.

3) Ρυθμίστε προσεκτικά την ταχύτητα του κινητήρος DC μέχρις ότου επιτύχετε οι τρεις λυχνίες να αναβοβλίνουν συγχρόνως και σε αργό ρυθμό

— Όταν και οι τρεις λυχνίες βλίνουν τελείως οι τάσεις του εναλλακτήρος και της παροχής ισχύος είναι εν φάσει

— Όταν και οι τρεις λυχνίες αναβουν με την μέγιστη ένταση τους τότε οι τάσεις του εναλλακτήρος και της παροχής ισχύος έχουν διαφορά φάσεως 180° , η κατάσταση αυτή πρέπει πάντοτε να αποφεύγεται

— Ελέγξτε ότι οι δύο τάσεις E_1 και E_2 είναι ίσες. Αν όχι ρυθμίστε ξανά την διεύθυνση DC του εναλλακτήρος.

4) Θέστε εντός των διακόπτη συγχρονισμού (και οι 3 λυχνίες είναι βλιντές) και παρατηρήστε την συμπεριφορά της έντασης I_1 κατά την στιγμή της τοποθέτησής του διακόπτη εντός

— Επαναλάβετε την Εφαρμογή 4) όταν i) οι 3 λυχνίες αναβουν αμυδρώς και ii) οι 3 λυχνίες αναβουν μερικώς.

Παρατηρήστε την συμπεριφορά της έντασης I_1 στις περιπτώσεις i) και ii)

5) Έχοντας τον διακόπτη συγχρονισμού εκτός, ρυθμίστε την διεύθυνση DC του εναλλακτήρος ώστε η τάση E_1 να φτάει τα 208 V. AC.

— Ρυθμίστε την ταχύτητα του κινητήρος ώστε και οι 3 λυχνίες να είναι συγχρονισμένες

Θέστε εντός τών διακόπτη της μονάδας συγχρονισμού όταν και οι 3 λυχνίες ανάβουν αμυδρότατα και παρατηρήσατε την συμπεριφορά της ένταξης I_1 κατά την στιγμή της ενεργοποίησης του διακόπτη και μετά απ' αυτήν

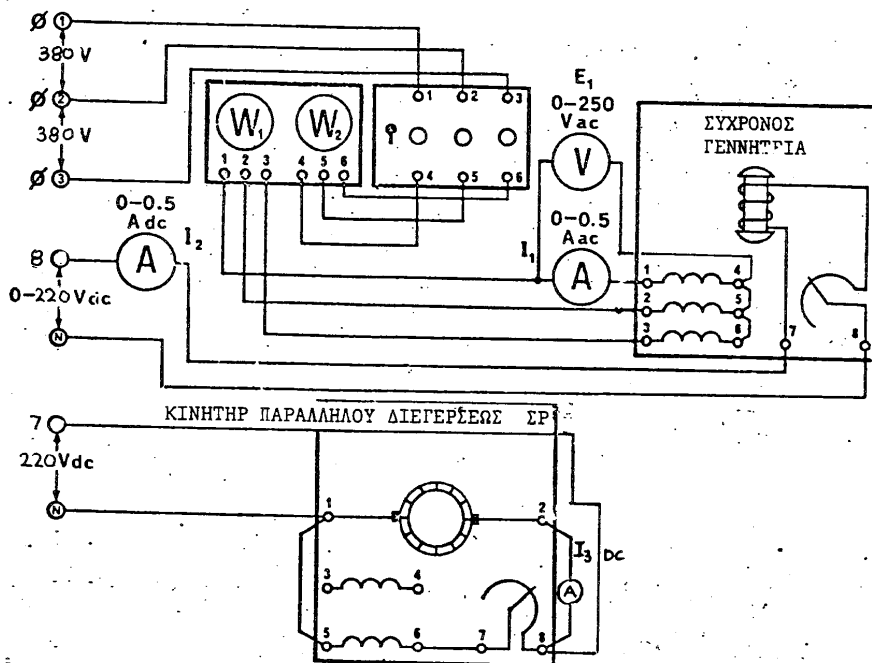
I_1 κατά την ενεργοποίηση: _____

I_1 μετά την ενεργοποίηση: _____

- 6) Αντιτρέψατε την φορά περιστροφής του κινητήρος DC και προσπαθήστε να συγχρονίσετε τών εναλλακτήρα όπως πριν.
Πως μπορεί να επιτευχθεί αυτό;

B.2. ΑΠΟΔΟΣΗ ΙΣΧΥΟΣ

1) Συνδεσμολογήσατε το κυκλώμα του σχήματος



- ΘΕΒΑΤΕ ΤΟΝ ΕΠΙΛΟΓΙΚΟ ΔΙΑΚΟΠΗ ΤΟΥ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟΥ ΤΟΥ ΤΡΑΦΟΔΟΤΙΚΟΥ ΣΕΙ ΔΕΣΗ 7-N
- ΘΕΒΑΤΕ ΤΟΝ ΡΟΟΒΑΤΗ ΔΙΕΧΕΡΕΩΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΟΣ DC ΕΙΣ ΤΗΝ ΤΕΛΕΙΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΔΕΞΙΑ ΔΕΣΗ ΤΟΥ (ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ)
- ΘΕΒΑΤΕ ΤΟΝ ΡΟΟΒΑΤΗ ΔΙΕΧΕΡΕΩΣ ΤΟΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΟΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΤΕΛΕΙΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΔΕΣΗ ΤΟΥ (ΜΕΧΙΣΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ)
- ΘΕΒΑΤΕ ΤΟΝ ΔΙΑΚΟΠΗ ΣΥΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΕΚΤΟΣ

2) Τροφοδοτήσατε τόν κινήτηρα DC ^{με τάση 220 V DC} έτσι ώστε η ταχύτης του να φτάσει εις 1500 στρ/μιν (χρησιμοποιήσατε φορητό στροφόμετρο)

- Ρυθμίζετε την διεύθυνση του εναλλακτήρος ώστε η τάση E_1 να φτάσει τα 208 V AC
- Συγχρονίζετε τον εναλλακτήρα με την γραμμή ισχύος και θεώσατε εντός των διακρίσεων συγχρονισμού
- Ρυθμίζετε προσεκτικά την διεύθυνση DC του εναλλακτήρος και την ταχύτητα του κινητήρος ώστε και τα δύο βατόμετρα να δείχνουν μηδέν watts
Μετρήσατε τις E_1 , I_1 και I_2
 $E_1 = \text{-----}$ $I_1 = \text{-----}$ $I_2 = \text{-----}$
- 3) Αυξήσατε σε αργό ρυθμό την διεύθυνση DC του κινητήρα συνεχώς ^{στα $0,26 \text{ A}$} $\sqrt{\text{μέχρις ότου}}$
 $I_1 = 0,1 \text{ A AC}$. Μετρήσατε τα W_1 , W_2 , E_1 , I_2 και I_{3DC}
 $W_1 = \text{-----}$ $W_2 = \text{-----}$
 $E_1 = \text{-----}$ $I_2 = \text{-----}$ $I_{3DC} = \text{-----}$
 Παρατηρήσατε ότι η άεργος ισχύς παραμένει περίπου μηδενική
- Υπολογίσατε την φαινόμενη και την πραγματική ισχύ που τροφοδοτεί ο εναλλακτήρας. Η αύξηση της διεύθυνσης DC επηρέασε κυρίως την πραγματική ή την άεργο ισχύ που τροφοδοτεί ο εναλλακτήρας;
 Σχεδιάσατε το σχετικό διανυσματικό διάγραμμα

4) Μεταβάλλετε τη δύσχερη τη συχρόνη γεννήτρια και παρατηρήστε ότι οι ενδείξεις W_1 και W_2 των βαττομέτρων αυξομειώνονται ενώ το άθροισμα τους διατηρείται σταθερό

5) Επαναλάβετε την εφαρμογή 2) μέχρις οτου και τα δύο βαττομέτρα να δείξουν μηδενική ισχύ. Μετρήσατε το ρεύμα $I_{3DC} = \text{-----}$
του κινητήρα στο 0,2A

— Μειώσατε την δύσχερη DC $\sqrt{\text{μέχρις οτου } I_1 = 0.15 \text{ A AC}}$. Μετρήσατε τα W_1, W_2
 E_1, I_2 και I_{3DC} .

$$W_1 = \text{-----}$$

$$W_2 = \text{-----}$$

$$E_1 = \text{-----}$$

$$I_2 = \text{-----} \quad I_{3DC} = \text{-----}$$

— Υπολογίσατε την φαινομένη και την πραγματική ισχύ που τροφοδοτεί ο εναλλακτήρας.

- Ο εναλλακτήρας συμπεριφέρεται ως γεννήτρια ή ως κινητήρας;

1) Με τις διεγέρσεις του κινητήρα και του εναλλακτήρα επαναφέρατε την πραγματική ισχύ στο μηδέν και το ρεύμα I_1 του εναλλακτήρα στο μηδέν.

- Αυξήσατε σε αργό ρυθμό την διεγερση DC του εναλλακτήρος μέχρι ότου $I_1 = 0,15 \text{ A AC}$. Μετρήσατε τα W_1, W_2, E_1, Q, I_2 και I_{3DC}

$W_1 = \text{-----}$

$W_2 = \text{-----}$

$Q = \text{-----}$

$E_1 = \text{-----}$

$I_2 = \text{-----}$

$I_{3DC} = \text{-----}$

- Υπολογίσατε την φαινόμενη και την άεργο ισχύ που τροφοδοτεί ο εναλλακτήρας. Η αύξηση της διεγερσεως DC επηρέαζε κυρίως την πραγματική ή την άεργο ισχύ που τροφοδοτεί ο εναλλακτήρας;

2) Επαναλάβετε την εφαρμογή 2) μέχρις ότου και τα δύο βατομετρα να δείξουν μηδενική ισχύ.

— Μειώσατε την τάση DC ^{του εναλλακτηρα} μέχρις ότου $I_1 = 0.1 \text{ A AC}$. Μετρήσατε τα W_1, W_2
 E_1, Q, I_2 και I_{3DC}

$$W_1 = \text{-----}$$

$$W_2 = \text{-----}$$

$$Q = \text{-----}$$

$$E_1 = \text{-----}$$

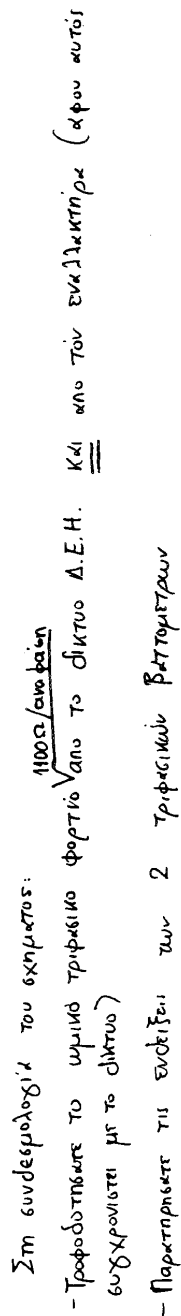
$$I_2 = \text{-----}$$

$$I_{3DC} = \text{-----}$$

— Υπολογίσατε την φαινομένη και την πραγματική ισχύ που τροφοδοτεί ο εναλλακτηρας.

Σχεδιάστε το σχετικό διανυσματικό διάγραμμα

-10-



Στη συνδεσμολογία του σχήματος:

- Τροφοδοτήσατε το ωριμό
60ΧΧρονιστεί με το δικτυο)

— Παρατηρήσεις τις ενδείξεις των 2 τριφασικών βολτομετρών

- 1) Αμέσως μετά τον παραλληλισμό συνδέεται το τριφασικό ωμικό φορτίο 1100Ω ανα φάση.

Μετρήσατε τα μεχέδια:

$$W_{1 \text{ ΔΙΚΤΥΟΥ}} = \text{-----}$$

$$W_{2 \text{ ΔΙΚΤΥΟΥ}} = \text{-----}$$

$$I_{\text{ΔΙΚΤΥΟΥ}} = \text{-----}$$

$$W_{1 \text{ ΕΝΑΛ.}} = \text{-----}$$

$$W_{2 \text{ ΕΝΑΛ.}} = \text{-----}$$

$$I_1 = \text{-----}$$

$$I_{3\phi c} = \text{-----}$$

- 2) Ρυθμίζοντας τη διεξέρση του κινητήρα ισοκατανείματε το φορτίο στο δίκτυο και στον εναλλακτήρα. Μετρήσατε τα μεχέδια.

$$W_{1 \text{ ΔΙΚΤΥΟΥ}} = \text{-----}$$

$$W_{2 \text{ ΔΙΚΤΥΟΥ}} = \text{-----}$$

$$I_{\text{ΔΙΚΤΥΟΥ}} = \text{-----}$$

$$W_{1 \text{ ΕΝΑΛ.}} = \text{-----}$$

$$W_{2 \text{ ΕΝΑΛ.}} = \text{-----}$$

$$I_1 = \text{-----}$$

$$I_{3\phi c} = \text{-----}$$

Δ. ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ ΔΥΟ ΟΜΟΙΩΝ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΕΝ ΚΕΝΩ ΚΑΙ ΥΠΟ ΦΟΡΤΙΟ

1. Σκοπός

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι η εκμάθηση του τρόπου παραλληλισμού δύο συγχρόνων γεννητριών, και η μελέτη των φαινομένων που παρουσιάζονται όταν, ενώ είναι συγχρονισμένες μεταβαλλονται οι τάσεις διεγέρσεως και οι στροφές τους.

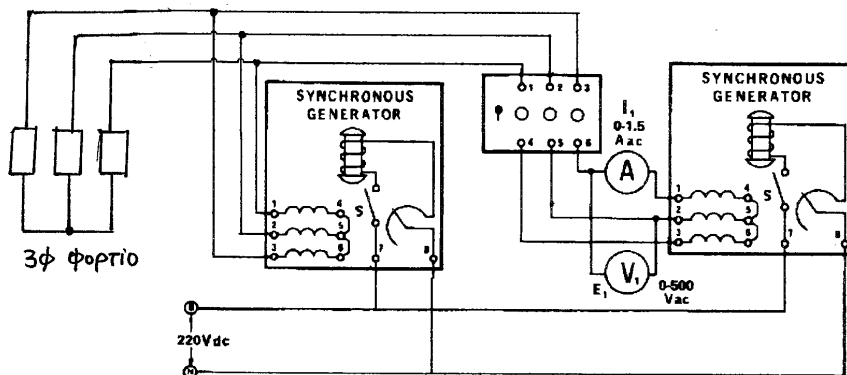
2. Αντικείμενα μελέτης

Διαδοχή φάσεων
Διανυσματικό διάγραμμα τάσεως ρεύματος
Πραγματική ισχύς
Αεργος ισχύς

3. Εκτέλεση

Συνδεσμολογία Πειράματος.

Για την πραγματοποίηση του πειράματος δύο τριφασικές γεννήτριες θα παραλληλισθούν και θα τροφοδοτήσουν ηλεκτρικό φορτίο. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι απαραίτητες συνδέσεις. Να σημειωθεί ότι οι γεννήτριες κινούνται από ηλεκτρικούς κινητήρες συνεχούς ρεύματος οι οποίοι παραλείπονται στο σχήμα για απλούστευση. Παρακάτω με τον όρο "ζεύγος" θα εννοούμε το σύστημα κινητήρα-γεννήτριας.



α.) Μετά την εκκίνηση και την παροχή διεγέρσεως και στις δύο γεννήτριες ρυθμίσατε τις στροφές τους στις 1500 Σ.Α.Λ. Τάση τροφοδοσίας κινητήρων DC 220 V.

β) Ρυθμίστε την διέγερση των γεννητριών ώστε να παράγεται ολική τάση 200 V

γ) Συγχρονίστε και παραλληλίστε τις γεννήτριες χωρίς να συνδεθεί το φορτίο

δ) Αυξήστε τις στροφές του ενός ζεύγους και παρατηρήστε ότι:

-Οι σύγχρονες μηχανές παραμένουν συγχρονισμένες και αυξάνονται οι στροφές και των δύο ζευγών.

Αυξάνεται το μέτρο του ρεύματος και των δύο συγχρόνων μηχανών από 0 έως 0.1 A και συγκεκριμένα η μηχανή που επιταχύνθηκε προσφέρει πραγματική ισχύ $W_1+W_2=35\text{ W}$ στην άλλη μηχανή που ακολουθεί και η οποία έγινε κινητήρας.

Η ένδειξη φαίνεται στα βαττόμετρα πραγματικής ισχύος

-Αυξάνεται το Σ.Ρ. του κινητήρα του ζεύγους που επιταχύνθηκε ενώ μειώνεται (ή και αντιστρέφεται) το Σ.Ρ. του κινητήρα του άλλου ζεύγους

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

ε) Αυξήστε την διέγερση της μιας γεννήτριας στα 0.35 A περίπου και παρατηρήστε ότι:

- Οι σύγχρονες μηχανές παραμένουν συγχρονισμένες ενώ αυξάνεται η τάση και των δύο μηχανών στα 220 V

Αυξάνεται το μέτρο του ρεύματος και των δύο συγχρόνων μηχανών από 0 στα 0.09 A περίπου.

- Η πραγματική ισχύς των γεννητριών παραμένει σχεδόν σταθερή στα 10 W ενώ η άεργος αυξάνεται στα 8 VAR παρεχόμενη από την γεννήτρια που αυξήθηκε η διέγερσή της προς την άλλη γεννήτρια

- Το Σ.Ρ. στους κινητήρες των γεννητριών δεν μεταβάλλεται σημαντικά (περίπου 0.25 A) Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

στ) Συνδέσατε το τριφασικό ωμικό φορτίο ($1100\ \Omega$ // $2200\ \Omega$ // $4400\ \Omega$) ανα φάση

- Ισοκατανείματε την ισχύ μεταξύ των δύο συγχρόνων γεννητριών.
- Αυξήσατε την τάση της μιάς γεννήτριας χωρίς να μεταβληθεί η άεργος ισχύς
Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

1) Πώς διαπιστώνεται η ορθή διαδοχή φάσεων κατά τον παραλληλισμό δυο συγχρόνων γεννητριών;

2) Τι επιτυγχάνουμε αυξάνοντας τις στροφές της μιάς σύγχρονης γεννήτριας;

3) Τι επιτυγχάνουμε αυξάνοντας την διέγερση της μιας σύγχρονης γεννήτριας;

**Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ**

**Καμπύλες Διέγερσης (Καμπύλες “V”)
και Εκκίνηση/Λειτουργία
Σύγχρονου τριφασικού Κινητήρα**

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :

Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :

Ημερομηνία Πειράματος :

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**Καμπύλες Διέγερσης (Καμπύλες “V”)
και Εκκίνηση/Λειτουργία
Σύγχρονου τριφασικού Κινητήρα**

* Στην προετοιμασία του πειράματος αυτού, έχουν κατά καιρούς συμμετάσχει οι :

Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
ΑΡ. ΜΑΓΟΥΛΑΣ
Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗΣ
Μ. ΒΙΚΑΤΟΣ

* **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Εγχειρίδιο Πειραμάτων Lab Volt, 1978
2. Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ, “Ηλεκτρικές Μηχανές”, ΣΝΔ 1981
3. Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ, “Συμπληρωματικά Κεφάλαια στις Ηλεκτρικές Μηχανές”, Μέρος Ι, ΣΝΔ 1987

Έκδοση 2000

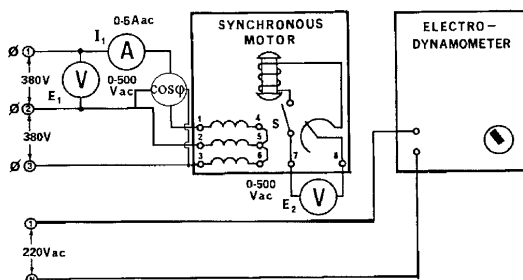
ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

1. Σκοπός

Μελέτη σύγχρονου κινητήρα κατά την εκκίνηση, παρατήρηση της ευστάθειας στροφών σε αλλαγή φορτίου και χάραξη καμπυλών "V". Παράλληλα θα γίνει περιγραφή και χρήση του "Ηλεκτροδυναμόμετρου".

2. Εκτέλεση

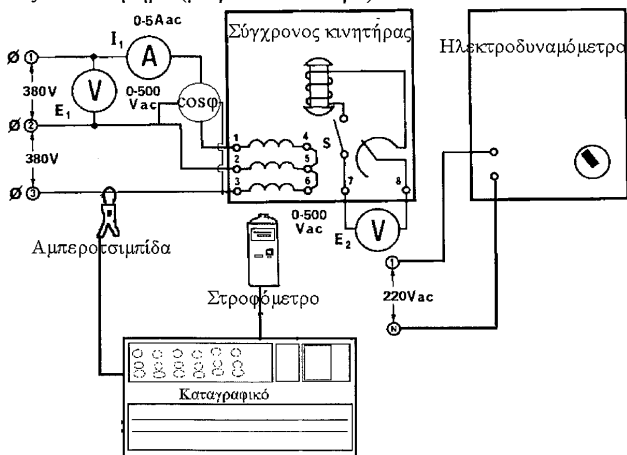
α. Συνδεσμολογία Πειράματος.



β. Ηλεκτροδυναμόμετρο (βλεπε συννημένες σημειώσεις)

γ. Εκκίνηση κινητήρα, παρατήρηση $I(t)$, $n(t)$ - (μεταβολή ρεύματος -στροφών)

- γ1) Εκκινήσατε τον κινητήρα μέσω του VARIAC και παρατηρήσατε το ρεύμα όταν ο κινητήρας λειτουργεί πλησίον της ταχύτητας συγχρονισμού. Παρατηρήσατε τον χαρακτηριστικό ήχο (διακρότημα). Παρατηρήσατε το αμπερόμετρο του κινητήρα (αυξομειώνεται)
- γ2) Συνδέσατε την τάση διεγέρσεως του κινητήρα και παρατηρήσατε την συμπεριφορά του ρεύματος του κινητήρα (μικρό και σταθερό)



Συνδεσμολογία για γ και β.

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας

δ. Ευστάθεια στροφών σε αλλαγή φορτίου.

- δ1) Αυξήσατε το φορτίο στο Ηλεκτροδυναμόμετρο. Παρατηρήσατε το ρεύμα του κινητήρα
- δ2) Παρατηρήσατε την μεταβολή της πραγματικής ισχύος του κινητήρα στο βαττόμετρο
- δ3) Παρατηρήσατε την σταθερότητα της αέργου ισχύος στον ενδείκτη $\cos\phi$

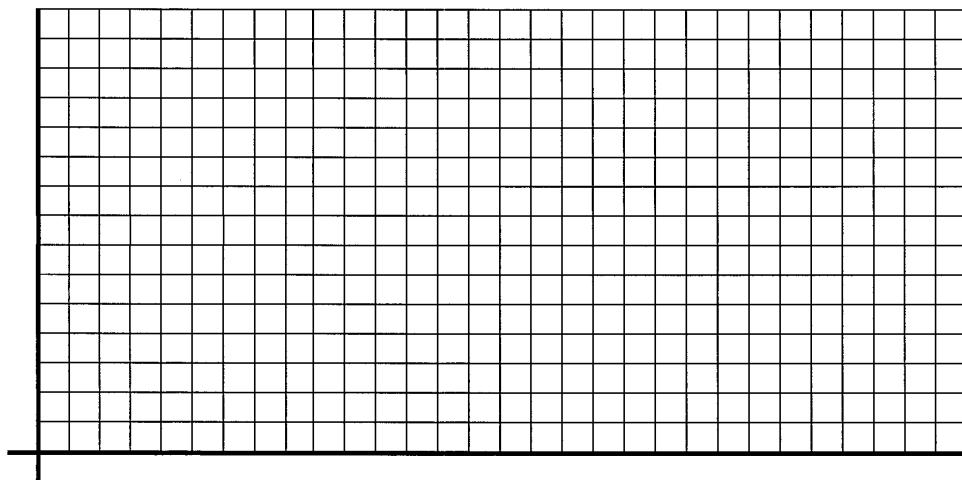
Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας

ε. Καμπύλες "V" (I_a , I_f).

- ε1) Για σταθερή ροπή T [Nm], μεταβάλλετε την διέγερση του κινητήρα και παρατηρήσατε την μεταβολή του ρεύματος του κινητήρα
- ε2) Παρατηρήσατε την σταθερότητα της πραγματικής ισχύος και την μεταβολή της αέργου στον ενδείκτη $\cos\phi$
- ε3) Προσδιορίσατε το ρεύμα διεγέρσεως για το ελάχιστο ρεύμα του κινητήρα. Παρατηρήσατε ότι για την τιμή αυτή η αέργος ισχύς είναι μηδενική

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας

If	Ia	Cosφ



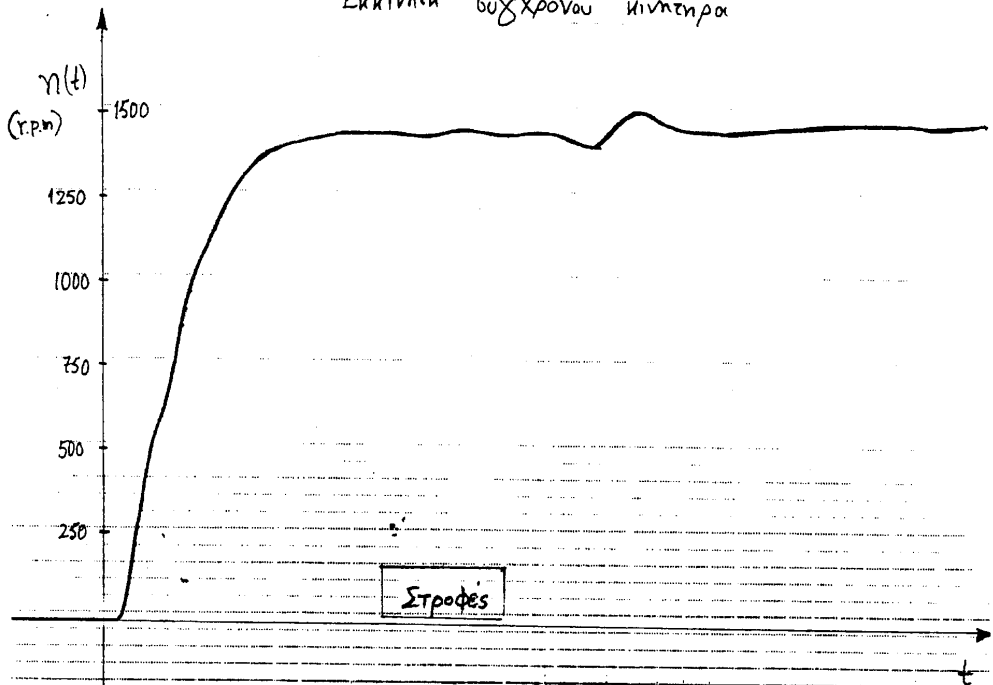
στ. Αποσυγχρονισμός

στ1) Αυξήσατε βαθμιαία το ρεύμα διεγέρσεως του ηλεκτροδυναμομέτρου μέχρι να αποσυγχρονιστεί ο κινητήρας

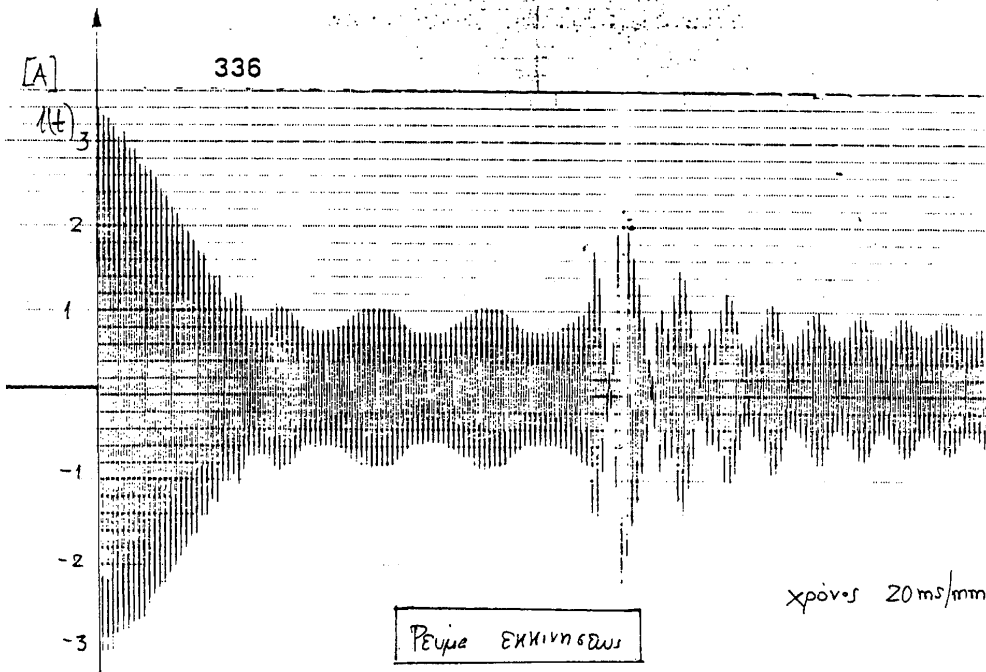
στ2) Παρατηρήσατε την συμπεριφορά του ρεύματος του κινητήρα προ και μετά τον αποσυγχρονισμό

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας

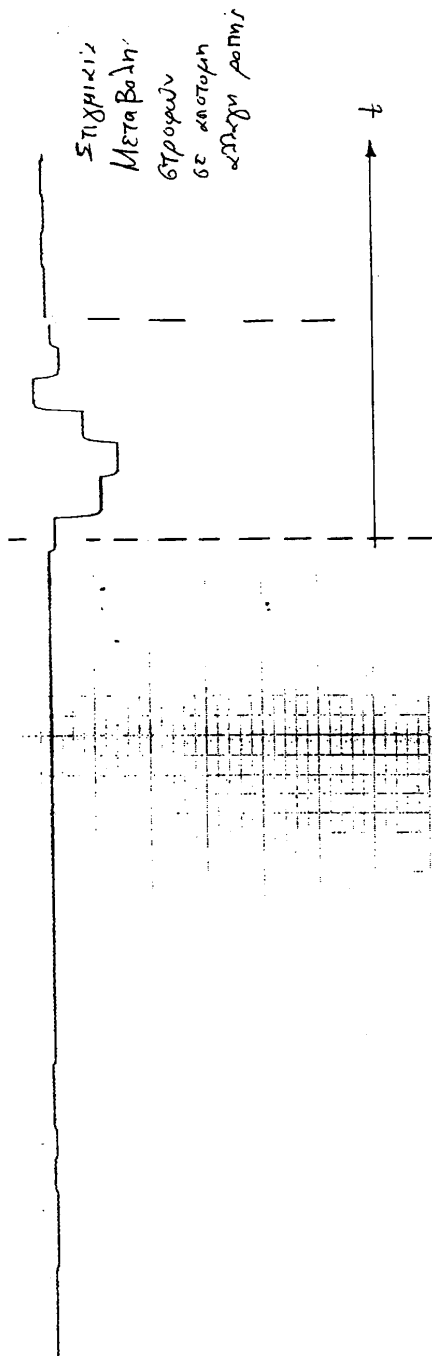
Εκκίνηση βυθ χρόνου κίνησης



χρόνος 20 ms/mm



χρόνος 20 ms/mm



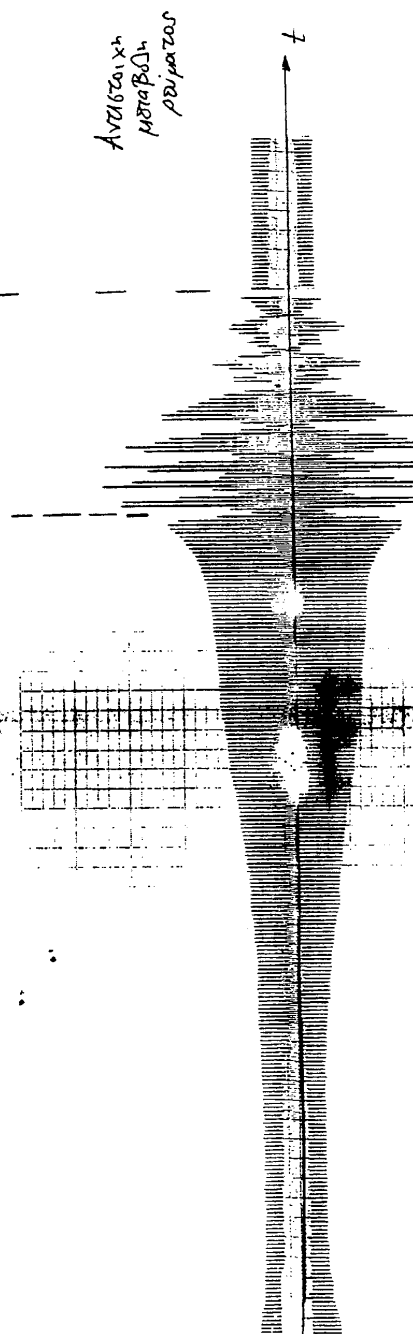
3/18

MT-9500 MULTI-TASK RECORDER

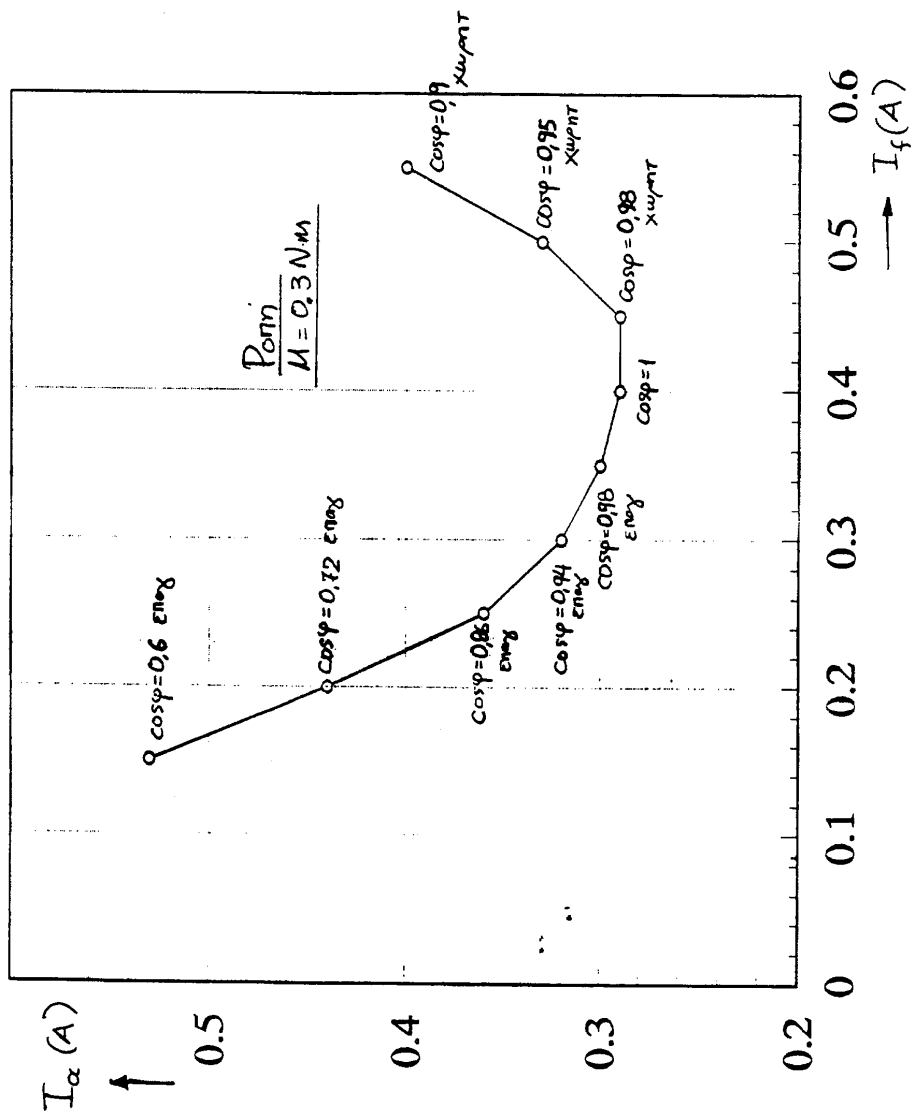
MT-9500 Multi-Task Recorder

CH 1 #2

CH 1 #2

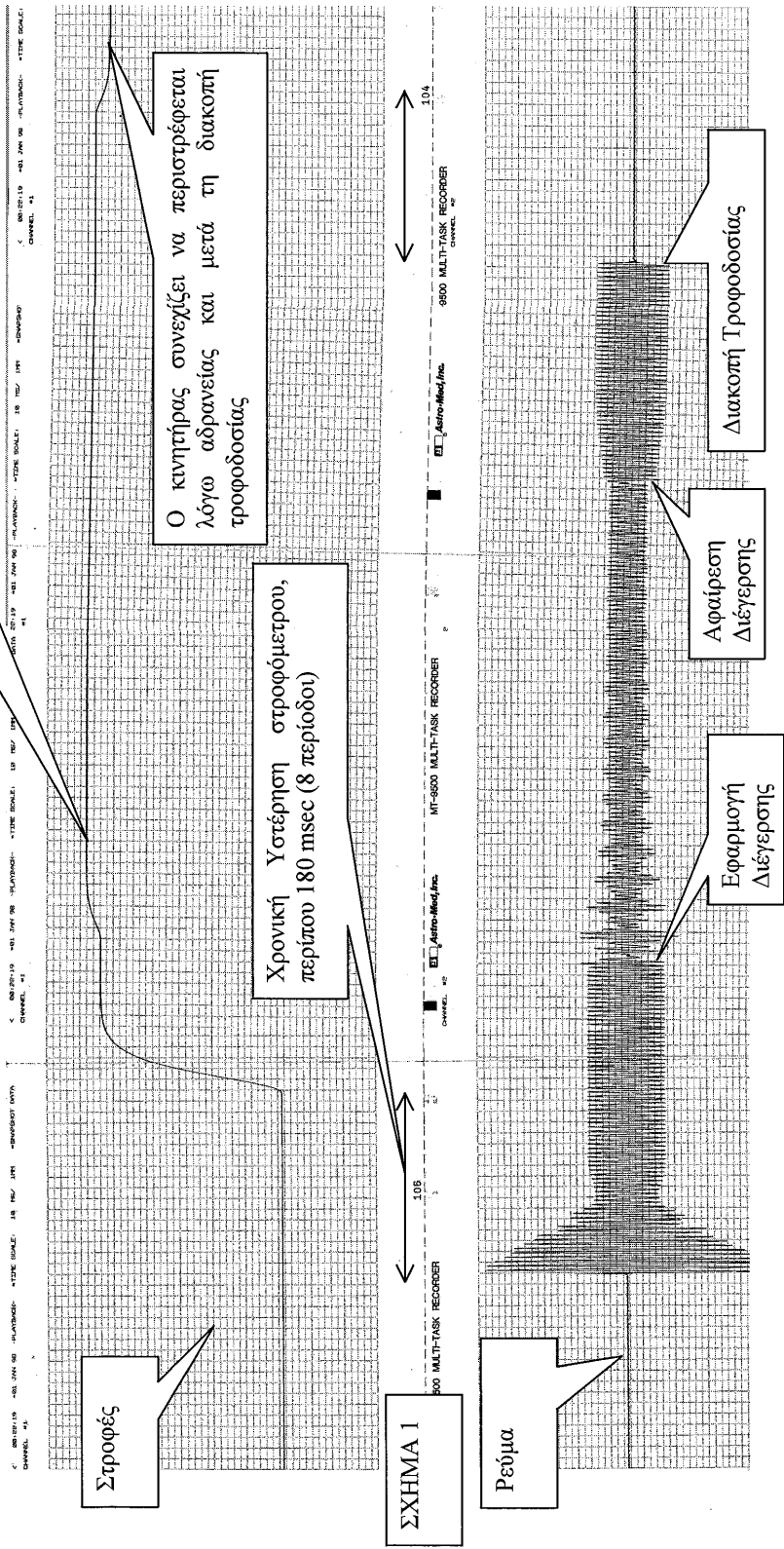


Καμπύλη "V", Σχέσεων Κίνησης



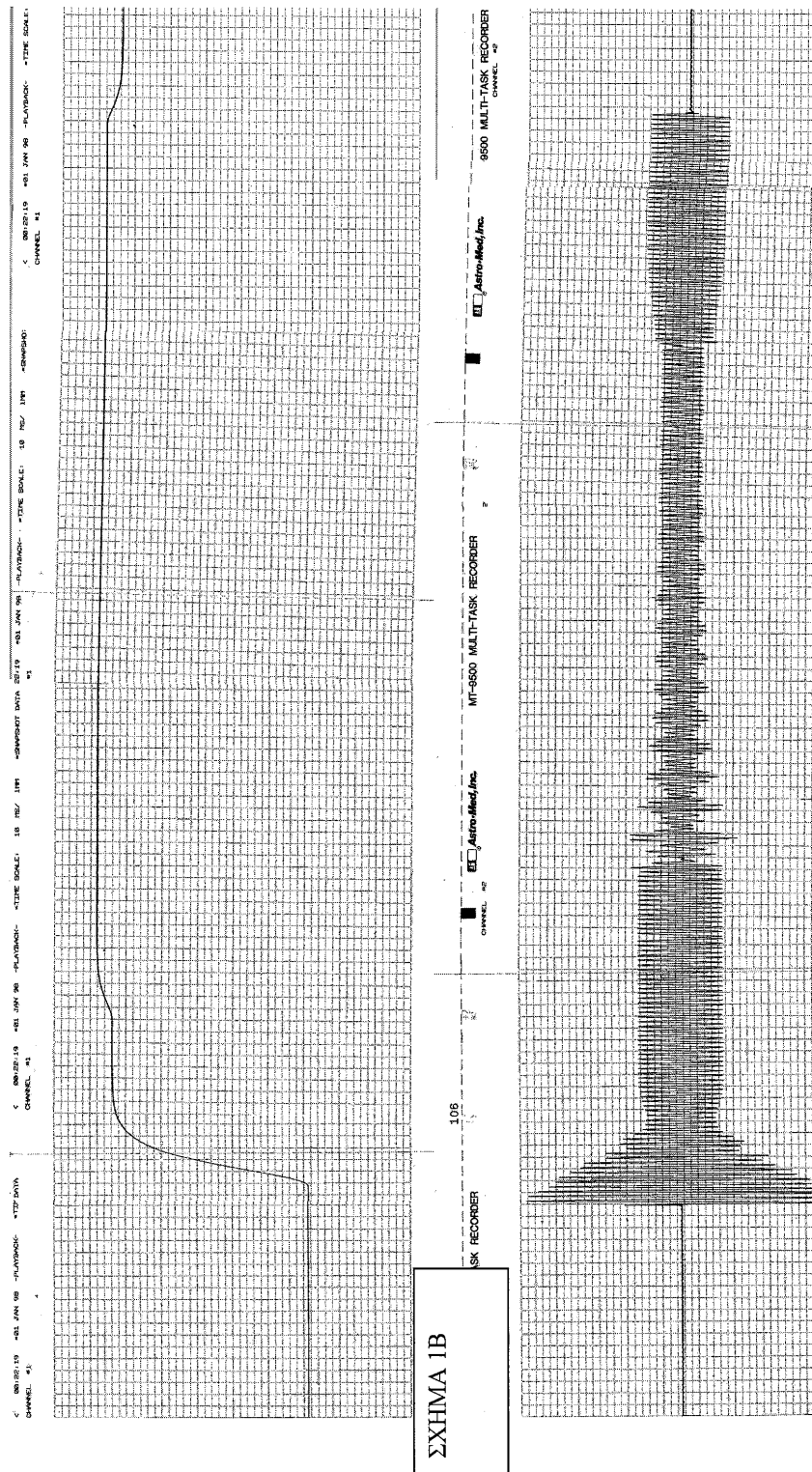
Καμπύλη Εκκίνησης Σύγχρονου Κινητήρα

Σύγχρονες Στροφές

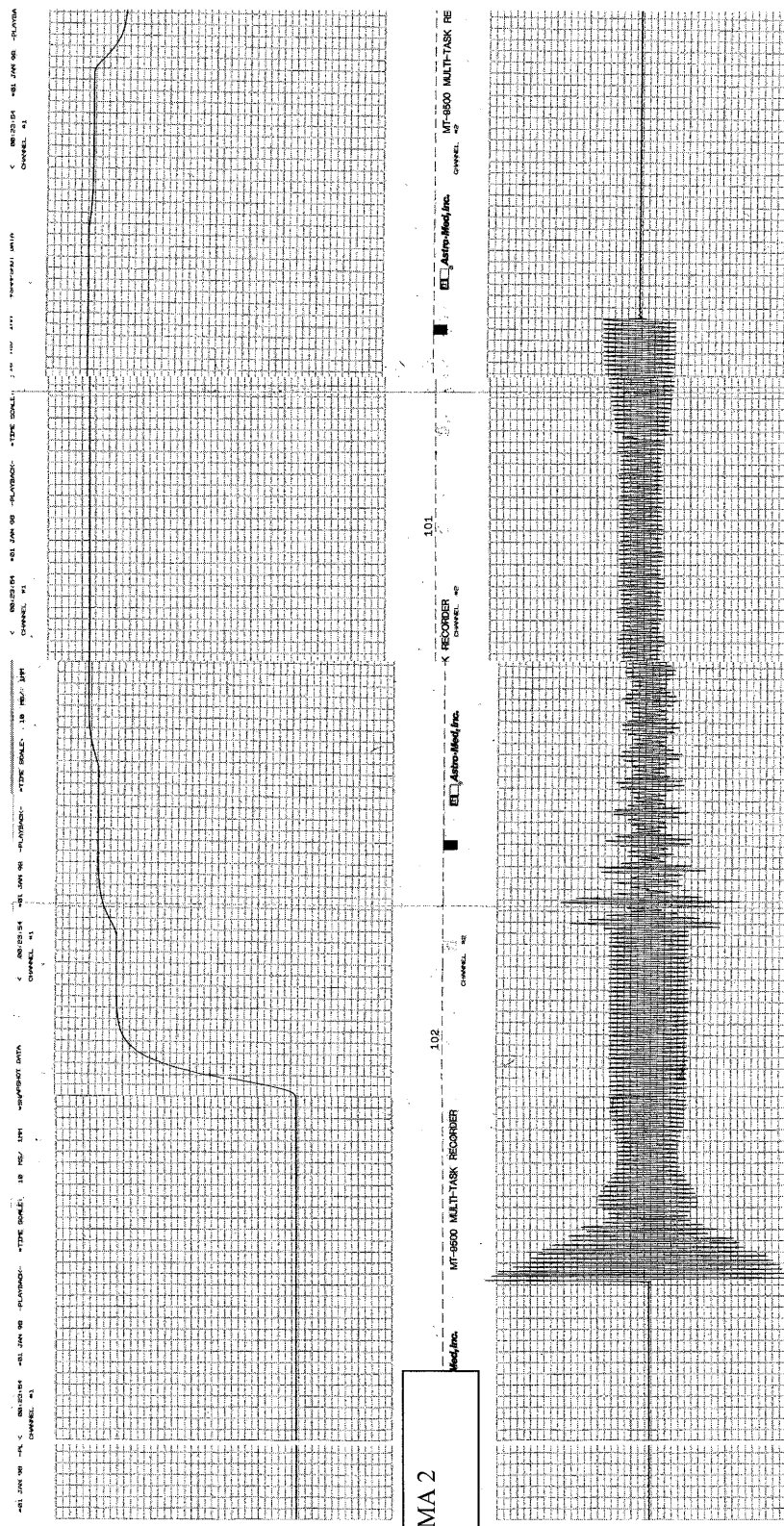


Στο σχήμα παρατηρούμε το ρεύμα εκκίνησης Σύγχρονου τριφασικού κινητήρα και τις στροφές εκκίνησης. Η καθυστέρηση (υστέρηση) που φαίνεται στις στροφές οφείλεται στον τρόπο λειτουργίας του ψηφιακού στροφομέτρου. Το επόμενο σχήμα έχει τροποποιηθεί (επεξεργασία εικόνας) ώστε να φαίνεται σωστά.

Τροποποιημένη έκδοση Σχήματος 1. (Η τροποποίηση έγινε με επεξεργασία της εικόνας). Μας δείχνει πως θα ήταν το Σχήμα 1, αν το στροφόμετρο δεν παρουςίαζε την καθυστέρηση αυτή.



Στο σχήμα 2 φαίνεται μια άλλη καμπύλη που καταγράφηκε κατά τη διάρκεια του πειράματος. Σημειώστε ότι το σχήμα δεν έχει τροποποιηθεί και φαίνεται η υστέρηση του στροφόμετρου.



ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

1) Πως επιτυγχάνεται η εκκίνηση ενός σύγχρονου κινητήρα;

2) Πότε η συμπεριφορά ενός σύγχρονου κινητήρα είναι επαγωγική και πότε χωρητική;

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

—*—

ΗΛΕΚΤΡΟΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ

Τό ηλεκτροδυναμόμετρον εἶναι μία συσκευή διά τῆς ὁποίας μετῶνται ἐπακριβῶς ἡ ἀναπτυσσομένη ροπή στρέψεως οἷου-δήποτε τύπου κινητήρος. Ἐν τῇ κυριολεξίᾳ εἶναι μία ἡλεκτρικὴ πῆδη (πρένον) εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ἐξασκουμένη ἐπὶ τῆς πῆδης δύναμις, μεταβάλλεται ἡλεκτρικῶς ἀντὶ διὰ μηχανικῆς τριβῆς. Τό ηλεκτροδυναμόμετρον διαφέρει τῶν συσκευῶν πεδήσεως διὰ μηχανικῆς τριβῆς κατὰ τό ὅτι εἶναι σταθερότερον καί ἡ ρύθμισις του ἐπιτυγχάνεται δι' ἀπλουστερας μεθόδου.

Τό ηλεκτροδυναμόμετρον ἀποτελεῖται ἐξ ἑνός σ τ ά τ ο υ καί ἑνός δ ρ ο μ έ ω ς βραχυκυκλωμένου τύπου. Ὁ στάτης ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς λοιπὰς ἡλεκτρομηχανικὰς συσκευὰς ἔχει τὴν δυνατότητα νά περιστρέφεται ἀλλὰ ἡ ἐλευθερία του κίνησις περιορίζεται ὑφ' ἑνός ἐλικοειδοῦς ἐλατηρίου.

Εἰς συνήθη λειτουργίαν ἔντασις ΣΡ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ ἰύλιγμα τοῦ στάτου. Ἡ ἔντασις αὕτη δημιουργεῖ ἐν μαγνητικόν πεδίων τό ὁποῖον διέρχεται καί ἐκ τοῦ στάτου καί τοῦ δρομέως. Καθὼς ὁ δρομεύς περιστρέφεται, (λόγῳ τοῦ ὅτι εἶναι συνδεδεμένος δι' ἱμάντος μετὰ τοῦ ἀξονος τῆς ὑπὸ μέτρησιν συσκευῆς), ἐπάγεται τάσις εἰς τὴν περιέλιξιν τοῦ δρομέως καί τὰ δημιουργούμενα δινορεύματα ἐπενεργοῦν ὁμοῦ μετὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου καί ἐξαναγκάζουν τὸν στάτην νά περιστραφῇ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν κατὰ τὴν ὁποίαν περιστρέφεται ὁ δρομεύς.

Ἡ περιστροφή τοῦ στάτου περιορίζεται ὑπὸ τοῦ ἐλικοειδοῦς ἐλατηρίου καί ἡ γωνία τῆς στρωφῆς του ἀναγινώσκεται ἐπὶ κλίμακος ἡ ὁποία εὐρίσκεται προσηρτημένη ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ κέλους τοῦ στάτου.

Τό ηλεκτροδυναμόμετρον ἔχει ρυθμισθεῖ διὰ τὴν μέτρησιν δυνάμεως ροπῆς ἀπὸ 0 ἕως 3 N·m (Newton ἐπὶ μέτρα - m) ἡ ὁποία εἶναι ὑπεραρκετὴ διὰ τὴν μέτρησιν κινητῶν ἱπποδυνάμεως 1/4 hp ἔστω καί ἐάν οὗτοι μετῶνται ὑπὸ συνθήκας ὑπερφορτώσεως.

Ἡ ἰσχὺς ἐξόδου ἑνός κινητήρος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ταχύτητός του καί τῆς ἀναπτυσσομένης ροπῆς στρέψεως. Ἡ σχέσις αὗ-

τη δίδεται υπό της ακόλουθου εξισώσεως:

$$hp = \frac{(\sigma\tau\rho/\lambda) (lb\cdot f \cdot in) (1.59)}{100.000} = \frac{(\sigma\tau\rho/\lambda) (N \cdot m) (14.1)}{100.000} \quad (1)$$

όπου:

hp = Ίσχύς μετρουμένη εις ίππους

$\sigma\tau\rho/\lambda$ = Ταχύτης περιστροφής εις στροφάς ανά λεπτόν

lb·f·in = Ροπή στρέψεως μετρουμένη εις μονάδας pound - force inches

1.59 & 14.1 = Σταθεραί

N·m = Newton·meters (1 N·m 8.85 lb·f·in). Ροπή στρέψεως

ΗΙΟΚΙ 3404

Ψηφιακό Στροφομέτρο

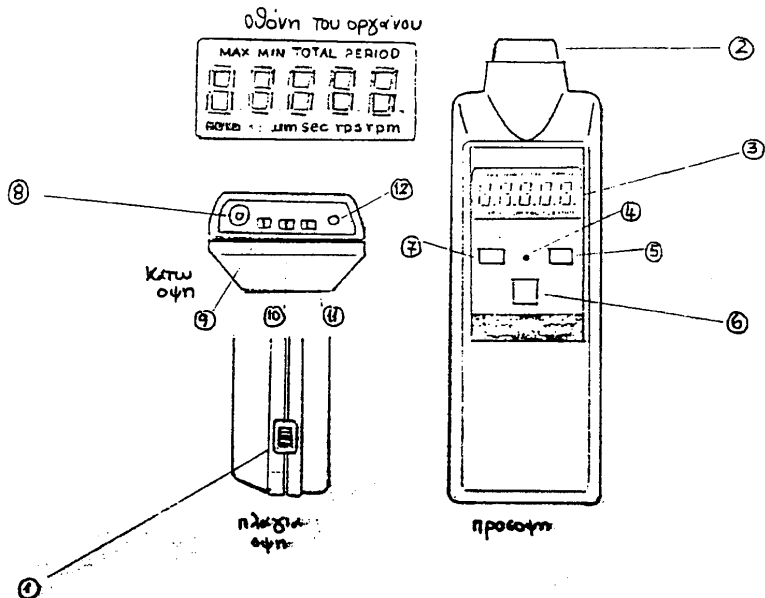
Περιγραφή - Οδηγίες χρήσεως

Το ΗΙΟΚΙ 3404 είναι ένα ψηφιακό όργανο μέτρησης στροφών και έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί χωρίς να έρχεται σε μηχανική επαφή με τον άξονα της μηχανής της οποίας μετρά τις στροφές. Η λειτουργία του βασίζεται σε φωτοηλεκτρική μέθοδο, δηλ. το όργανο εκπέμπει μια δέσμη φωτός η οποία ανακλάται από μία ειδική επιφάνεια, διαστάσεων $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ περίπου. Η ανακλαστική επιφάνεια αυτή τοποθετείται υπο μορφή αυτοκόλλητης ταινίας σε οποιοδήποτε σημείο του άξονα της μηχανής που μετράμε. Από τις διαδοχικές ανακλάσεις του φωτός, που ανιχνεύονται από κατάλληλο φωτοκύτταρο που διαθέτει το όργανο, είναι δυνατόν να γίνει μέτρηση των στροφών.

Βασικές προδιαγραφές

- Ψηφιακή ένδειξη σε οδόνι υφρών κρυστάλλων $4\frac{1}{2}$ ψηφίων
- Περιοχή μέτρησης: 30 - 99.990 r.p.m ή 0.5 - 1600 r.p.s.
- Δυνατότητες μέτρησης: ολικού αριθμού στροφών, μεγίστης και ελάχιστης τιμής καθώς και περιόδου περιστροφής
- Διάστημα δειγματοληψίας: 0.7 ~ 2.0 sec (αργός ρυθμός δειγματοληψίας)
0.12 ~ 0.5 sec (ταχύς ρυθμός δειγματοληψίας)
- Παροχή αναλογικής εξόδου για τροφοδότηση καταγραφικού οργάνου. Η τάση αυτή κυμαίνεται στα όρια 3 - 1000 mV. Συνήθως η αναλογία είναι 0.1 mV/r.p.m. (π.χ. μια ένδειξη 1.500 r.p.m. μεταφράζεται σε τάση 150 mV)

Περιγραφή του οργάνου - κομβία χειρισμού



- ① Διακόπτης ON-OFF
- ② Παράθυρο Φωτοηλεκτρικής ανίχνευσης
- ③ Οθόνη LCD
- ④ Λευκή LED (ανάβει όταν ανιχνευθεί ανακλώμενο φως)
- ⑤ Επιλογέας λειτουργίας (mode)
- ⑥ Διακόπτης συγκράτησης ενδείξεως (hold)
- ⑦ Διακόπτης μηδενισμού ενδείξεως (Reset)
- ⑧ Εισόδος εξωτερικής τροφοδοσίας (6V-300mA)
- ⑨ Επιλογέας αργού ή ταχείου ρυθμού σταχματοληψίας (fast-slow)
- ⑩ Επιλογέας μονάδων γ.ρ.μ ή γ.ρ.σ.
- ⑪ Επιλογέας ορίων ταχύς/εστιασμού αναλογικής εξόδου
- ⑫ Αναλογική εξόδος

ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟ ASTROMED MT- 9500

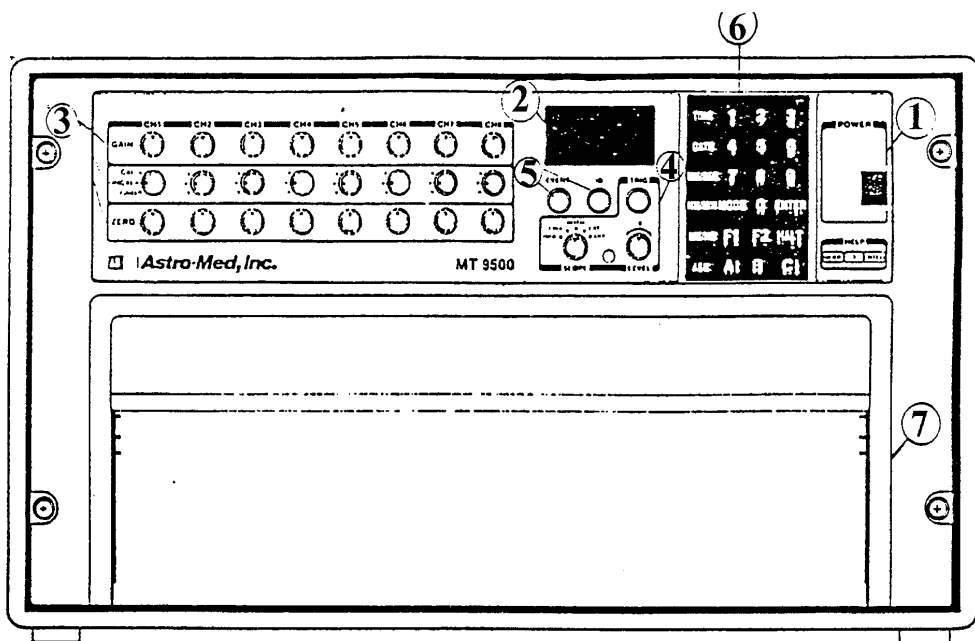
Η συσκευή **ASTROMED** είναι ένα καταγραφικό όργανο που χρησιμεύει για την καταγραφή μεταβατικών μη περιοδικών φαινομένων, καθώς έχει τη δυνατότητα καταγραφής σημάτων εξαιρετικά ταχέων ή πολύ αργών και μάλιστα με μεγάλο εύρος τιμών. Συγκεκριμένα η συσκευή:

- διαθέτει οκτώ (8) κανάλια καταγραφής από τα οποία τα τέσσερα (4) έχουν αυξημένα περιθώρια ρυθμίσεως. Ο χρήστης ορίζει αρχικά, πόσα και ποια κανάλια θα ενεργοποιήσει. Η έναρξη καταγραφής (σκανδαλισμός) είναι ή αυτόματη ή ορίζεται από το χρήστη.
- διαθέτει ικανή μονάδα προσωρινής μνήμης (RAM), έτσι ώστε να μπορεί να αποθηκεύει μεγάλα τμήματα των καταγραφομένων σημάτων, σύμφωνα με τον προγραμματισμό που ορίζει ο χρήστης. Έτσι μπορεί να αποκόπτει τμήματα του σήματος, να καθυστερεί την καταγραφή των σημάτων κλπ.
- μπορεί να καταγράφει φαινόμενα διάρκειας μερικών μικροδευτερολέπτων ή πολλών ημερών. Εάν τα φαινόμενα είναι εξαιρετικά ταχέα, οπότε δεν είναι δυνατόν η γραφίδα να ακολουθεί την ταχύτητα μεταβολής του ηλεκτρικού σήματος, ενδείκνυται η καταγραφή να γίνεται πρώτα στη μνήμη και στη συνέχεια να εκτυπώνεται ή να στέλνεται στον υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία.
- μετρά σήματα τάσεως (άρα όλα τα καταγραφόμενα σήματα πρέπει να μετατρέπονται μέσω καταλλήλων μορφοτροπέων σε σήματα τάσεως) μεγέθους από 1 mV έως 10V.
- μπορεί να καταγράφει φαινόμενα στο χαρτί ή να τα στέλνει σε μονάδα μνήμης υπολογιστή. Η ταχύτητα καταγραφής μπορεί να μεταβάλλεται. Στην περίπτωση καταγραφής στο χαρτί, ο χρήστης μπορεί να ορίσει τα καταγραφόμενα σήματα να επικαλύπτονται, ώστε π.χ. να μπορεί να συμπεράνει τι συμβαίνει σε δεδομένη χρονική στιγμή. Στην περίπτωση αυτή οπότε ο χρήστης θελήσει, μπορεί να ζητήσει τη διάκριση των σημάτων μέσω καταγραφομένων ενδείξεων. Είναι δυνατόν χρονικές στιγμές με ιδιαίτερο ενδιαφέρον να σημειώνονται στο χαρτί.
- μπορεί να προγραμματίζεται είτε μέσω ενσωματωμένου πληκτρολογίου είτε μέσω υπολογιστή με τη βοήθεια GPIB πρωτοκόλλου επικοινωνίας.

1. ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΟΨΗ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

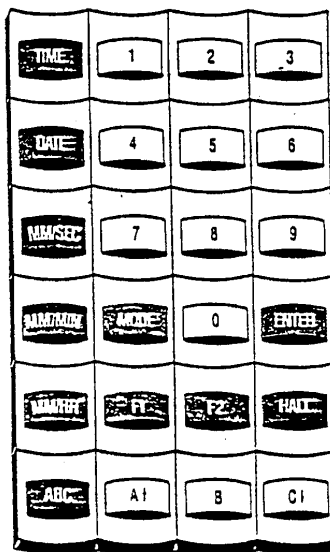
Η εμπρόσθια όψη της συσκευής είναι όπως στο Σχήμα 1, αποτελείται δε από τα εξής επιμέρους τμήματα:

- Διακόπτης λειτουργίας
- Ενδεικτική οθόνη λειτουργίας (LED)
- Κομβία ρυθμίσεως σήματος (ZERO, GAIN, CAL/UNCAL/GND)
- Κομβία ρυθμίσεως σκανδαλισμού (TRIG, SLOPE, LEVEL)
- Κομβία EVENT και ID
- Πληκτρολόγιο εισαγωγής δεδομένων (Σχήμα 2)
- Τμήμα χαρτιού



- ① Διακόπτης λειτουργίας
- ② Ενδεικτική οθόνη λειτουργίας (LED)
- ③ Κομβία ρυθμίσεως σήματος (ZERO, GAIN, CAL/UNCAL/GND)
- ④ Κομβία ρυθμίσεως σκανδαλισμού (TRIG, SLOPE, LEVEL)
- ⑤ Κομβία EVENT και ID
- ⑥ Πληκτρολόγιο εισαγωγής δεδομένων (Σχήμα 2)
- ⑦ Τμήμα χαρτιού

Σχήμα 1. Εμπρόσθια όψη συσκευής



ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

Στον πίνακα που ακολουθεί, δίνονται διάφοροι συνδυασμοί αντιστάσεων των εργαστηριακών μονάδων της LabVolt του Εργαστηρίου ΣΝΔ, για να πετύχουμε επιθυμητές τιμές ισοδύναμης αντίστασης.

ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	ΕΡΥΘΡΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΛΕΙΣΤΟΙ ΔΙΑΚ. (ΠΑΡΑΔΕΗΛΑ)	ΜΑΥΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΛΕΙΣΤΟΙ ΔΙΑΚ. (ΠΑΡΑΔΕΗΛΑ ΜΕ ΕΡΥΘΡΑ ΠΕΡΙΟΧΗ)	ΚΥΑΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΛΕΙΣΤΟΙ ΔΙΑΚ. (ΠΑΡΑΔΕΗΛΑ ΜΕ ΜΑΥΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ)
4400Ω	4400	None	None
2200Ω	2200	None	None
1100Ω	1100	None	None
1467Ω	4400 & 2200	None	None
880Ω	4400 & 1100	None	None
733Ω	2200 & 1100	None	None
629Ω	4400 & 2200 & 1100	None	None
550Ω	4400	4400 & 2200 & 1100	None
489Ω	2200	4400 & 2200 & 1100	None
440Ω	1100	2200 & 1100	None
400Ω	1100	4400 & 2200 & 1100	None
367Ω	4400 & 1100	4400 & 2200 & 1100	None
338Ω	2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	None
314Ω	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	None
293Ω	4400	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
275Ω	2200	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
259Ω	1100	2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
244Ω	1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
232Ω	4400 & 1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
220Ω	2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
210Ω	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

**Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**3 ΦΑΣΙΚΟΙ
ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ**

1. 3φασικός επαγωγικός κινητήρας τυλιγμένου δρομέα
2. 3φασικός Επαγωγικός Κινητήρας Κλωβού

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :

Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :

Ημερομηνία Πειράματος :

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

3 ΦΑΣΙΚΟΙ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

*** Στην προετοιμασία του πειράματος αυτού, έχουν κατά
καιρούς συμμετάσχει οι :**

**Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
ΑΡ. ΜΑΓΟΥΛΑΣ
Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗΣ
Μ. ΒΙΚΑΤΟΣ**

*** ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Εγχειρίδιο Πειραμάτων Lab Volt, 1978
2. Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ, “Ηλεκτρικές Μηχανές”, ΣΝΔ 1981

Ε Π Α Γ Ω Γ Ι Κ Ο Ι Κ Ι Ν Η Τ Η Ρ Ε Σ

* Οι Ν. Δόκιμοι θα χωρισθούν σε **3 ομάδες** και η κάθε ομάδα θα εκτελέσσει διαδοχικά ένα από τα παρακάτω **3 Πειράματα** σχετικά με τους **Επαγωγικούς Κινητήρες**.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1 : " 3-φασικός Επαγ. Κινητήρας Τυλιγμένου Δρομέα "

- α. Συνδεσμολογία Κινητήρα και Οργάνων Μετρήσεως και Καταγραφής.
- β. Μεταβατικό Φαινόμενο Εκκίνησης - Ρεύμα Εκκινήσεως
- γ. Μεταβατικό Φαινόμενο κατά την αλλαγή του ανθιστάμενου μηχανικού φορτίου.
- δ. Καμπύλες Ροπής-Στροφών [$T(n)$] για διάφορες τιμές της εξωτερικά συνδεδεμένης στο τυλίγμα του δρομέα 3-φασικής ωμικής αντίστασης R .

(Συνημμένα δίνονται συνοπτικές οδηγίες, πίνακες κ.λ.π. για την εκτέλεση του Πειράματος, καθώς και λίγο κείμενο περί της λειτουργίας του εν λόγω κινητήρα από τα εγχειρίδια των "ικριωμάτων πειραμάτων ηλ. μηχανών" της Lab-Volt του Εργαστηρίου της έδρας Ηλ/χνίας.

Σχετική ύλη από το Βιβλίο (*) σελ. 167-181, 183, 186-188, 221-227 (Ασκ.(5))

ΠΕΙΡΑΜΑ 2 : " 3-φασικός Επαγ. Κινητήρας Κλωβού "

- α. Συνδεσμολογία Κινητήρα και Οργάνων Μετρήσεως.
- β. Αλλαγή Φοράς Περιστροφής.
- γ. Μέτρηση του Σ.Ι. ($\cos\phi$) με τον οποίο λειτουργεί ο κινητήρας σε διάφορες καταστάσεις φορτίου.
- δ. Καμπύλες Ροπής-Στροφών [$T(n)$] για διάφορες τιμές της Τάσεως Τροφοδοσίας V του 3-φασικού τυλίγματος του στάτη.

(Συνημμένα δίνονται συνοπτικές οδηγίες, πίνακες κ.λ.π. για την εκτέλεση του Πειράματος, καθώς και λίγο κείμενο περί της λειτουργίας του εν λόγω κινητήρα από τα εγχειρίδια των "ικριωμάτων πειραμάτων ηλ. μηχανών" της Lab-Volt του Εργαστηρίου της έδρας Ηλ/χνίας.

Σχετική ύλη από το Βιβλίο (*) σελ. 167-181, 184-186, 190)

— * —

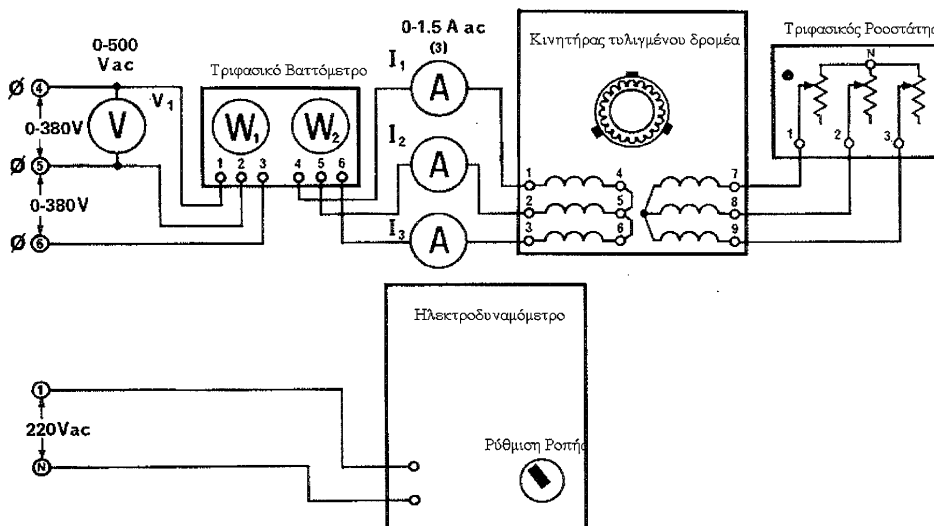
1. ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΤΥΛΙΓΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΕΑ

α. Σκοπός

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι η μελέτη επαγωγικού κινητήρα τυλιγμένου δρομέα, (κινητήρα με δακτυλίους - wound rotor induction motor), χάραξη διαγράμματος ροπής-στροφών.

β. Εκτέλεση

Πραγματοποιούμε την συνδεσμολογία του σχήματος.



1. Θέτουμε σε λειτουργία τον κινητήρα. Παρατηρούμε την φορά περιστροφής.
2. **Σταματάμε** τον κινητήρα, και αντιμεταθέτοντας δύο τυχούσες φάσεις της τάσεως τροφοδοσίας, αντιστρέφουμε την φορά περιστροφής.
3. **Σταματάμε** ξανά τον κινήρα και επαναφέρουμε την σωστή φορά περιστροφής.
4. Να διαπιστωθεί ότι με σταθερή ροπή αντιστάσεως του ηλεκτροδυναμομέτρου, όταν αλλάζουμε την τιμή του Τριφασικού Ροοστάτη αλλάζουν οι στροφές του κινητήρα.
5. Επιλέγουμε σταθερή τάση τροφοδοσίας 380V/220V και για τιμές τριφασικού ροοστάτη, 50 ohm, 40 ohm και 20ohm (τις μετράμε με ωμόμετρο), συμπληρώνουμε τους παρακάτω πίνακες. Υπολογίστε την ενεργό ισχύ και το συντελεστή ισχύος
6. Σχεδιάσατε το διάγραμμα στροφών-ροπής για τις τρεις διαφορετικές αντιστάσεις (R), (στο ίδιο διάγραμμα).

R=50 ohm, E₁=380Volt

Ροπή (Nm)	I ₁ (A)=I ₂ (A)=I ₃ (A)	W ₁ (W)	W ₂ (W)	P ενεργός	Στροφές (RPM)	cosφ
0.1						
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						

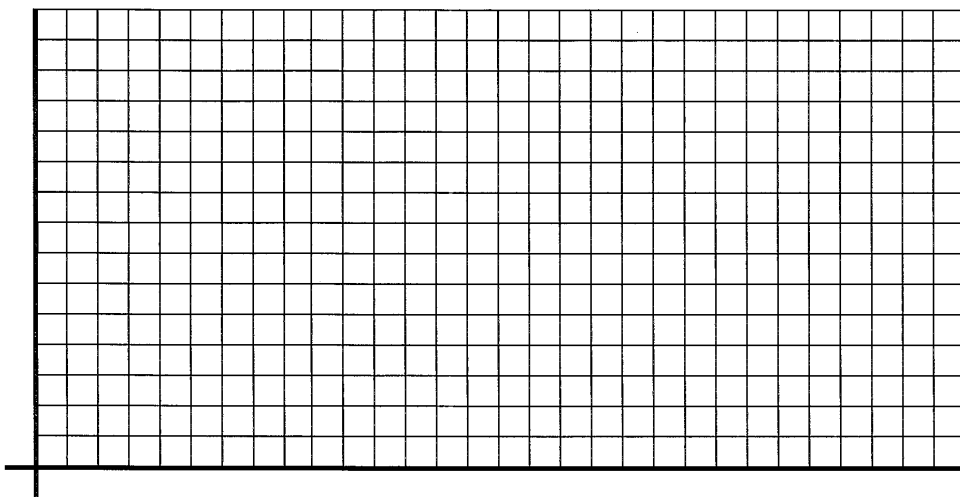
R=40 ohm, E₁=380Volt

Ροπή (Nm)	I ₁ (A)=I ₂ (A)=I ₃ (A)	W ₁ (W)	W ₂ (W)	P ενεργός	Στροφές (RPM)	cosφ
0.2						
0.4						
0.6						
0.8						
1.0						
1.2						

R=20 ohm, E₁=380Volt

Ροπή (Nm)	I ₁ (A)=I ₂ (A)=I ₃ (A)	W ₁ (W)	W ₂ (W)	P ενεργός	Στροφές (RPM)	cosφ
0,20	0,39	100	-10	90	1390	
0,40	0,4	120	0	120	1330	
0,60	0,43	135	15	150	1260	
0,80	0,48	150	30	180	1200	
1,00	0,5	165	50	215	1130	
1,20	0,5	190	65	255	1060	
1,40	0,6	215	90	305	970	

Διάγραμμα Ροπής - Στροφών με παράμετρο την τιμή της αντίστασης (R) ρυθμίσεως του ρεύματος δρομέα



6. Επιλέγουμε σταθερή αντίσταση $R=20\ \Omega$, και για τιμές της τάσεως τροφοδοσίας 320V και 260V συμπληρώνουμε τους παρακάτω πίνακες. Υπολογίστε την ενεργό ισχύ και το συντελεστή ισχύος
7. Σχεδιάσατε το διάγραμμα στροφών-ροπής για τις τρεις διαφορετικές τιμές της τάσεως τροφοδοσίας (380, 320 και 260 Volt), στο ίδιο διάγραμμα.

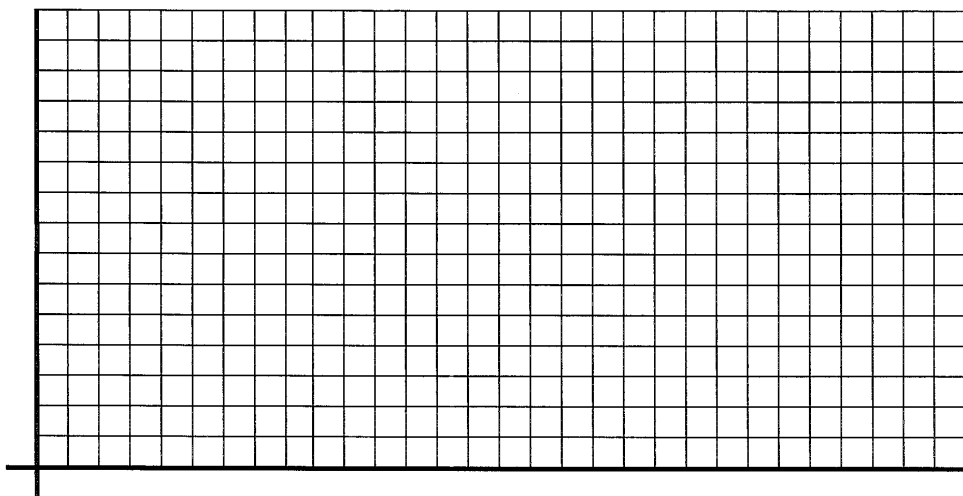
$R=20\ \Omega$, $E_1=320\text{V}$

Ροπή (Nm)	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	W_1 (W)	W_2 (W)	P ενεργός	Στροφές (RPM)	cosφ
0								
0.2								
0.4								
0.6								
0.8								
1.0								

$R=20\ \Omega$, $E_1=260\text{V}$

Ροπή (Nm)	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	W_1 (W)	W_2 (W)	P ενεργός	Στροφές (RPM)	cosφ
0								
0.2								
0.4								
0.6								
0.7								

Διάγραμμα Ροπής - Στροφών με παράμετρο την τιμή της τάσεως τροφοδοσίας E_1

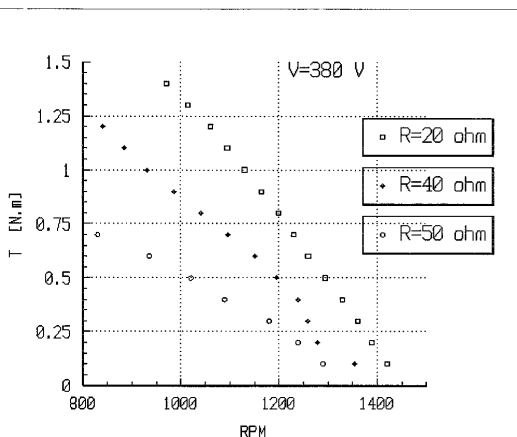


3- φασικός Επαγ. Κινητήρας Τυλιγμένου Δρομέα

E= 380 Volts R= 50 ohm					
ΡΟΗ	I1=I2=I3	W1	W2	Περεργός	RPM
0,10	0,385	100	-25	75	1290
0,20	0,39	110	-15	95	1240
0,30	0,4	115	-10	105	1180
0,40	0,41	125	-5	120	1090
0,50	0,41	130	10	140	1020
0,60	0,42	140	10	150	940
0,70	0,46	150	20	170	830

E= 380 Volts R= 40 ohm					
ΡΟΗ	I1=I2=I3	W1	W2	Περεργός	RPM
0,20	0,39	105	-15	90	1280
0,40	0,4	125	0	125	1240
0,60	0,43	140	15	155	1150
0,80	0,48	155	30	185	1040
1,00	0,5	175	50	225	930
1,20	0,5	190	70	260	840

E= 380 Volts R= 20 ohm					
ΡΟΗ	I1=I2=I3	W1	W2	Περεργός	RPM
0,20	0,39	100	-10	90	1390
0,40	0,4	120	0	120	1330
0,60	0,43	135	15	150	1260
0,80	0,48	150	30	180	1200
1,00	0,5	165	50	215	1130
1,20	0,5	190	65	255	1060
1,40	0,6	215	90	305	970

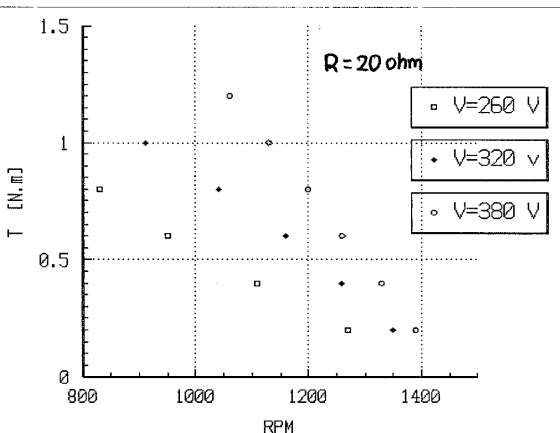


Καμπύλες η(T) για διάφορες τιμές της εξωτερική συνδεδεμένης στο τύλιγμα του δρομέα 3-φασικής αντίστασης R

E= 380 Volts R= 20 ohm					
ΡΟΗ	I1=I2=I3	W1	W2	Περεργός	RPM
0,20	0,39	100	-10	90	1390
0,40	0,4	120	0	120	1330
0,60	0,43	135	15	150	1260
0,80	0,48	150	30	180	1200
1,00	0,5	165	50	215	1130
1,20	0,5	190	65	255	1060
1,40	0,6	215	90	305	970

E= 320 Volts R= 20 ohm					
ΡΟΗ	I1=I2=I3	W1	W2	Περεργός	RPM
0,20	0,31	75	-5	70	1350
0,40	0,35	95	10	105	1260
0,60	0,4	110	25	135	1160
0,80	0,46	130	50	180	1040
1,00	0,55	150	65	215	910
1,20					
1,40					

E= 260 Volts R= 20 ohm					
ΡΟΗ	I1=I2=I3	W1	W2	Περεργός	RPM
0,20	0,28	60	5	65	1270
0,40	0,36	80	10	90	1110
0,60	0,42	100	40	140	950
0,80	0,48	115	50	165	830
1,00					
1,20					
1,40					



Καμπύλες η(T) για διάφορες τιμές της τάσεως τροφοδοσίας.

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

R=50 ohm, $E_1=380\text{V}$ olt

Ροπή (Nm)	$I_1 (A)=I_2 (A)=I_3 (A)$	$W_1 (W)$	$W_2 (W)$	P ενεργός	Στροφές (RPM)	cosφ
0.1						
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						

R=40 ohm, $E_1=380\text{V}$ olt

Ροπή (Nm)	$I_1 (A)=I_2 (A)=I_3(A)$	$W_1 (W)$	$W_2 (W)$	P ενεργός	Στροφές (RPM)	cosφ
0.2						
0.4						
0.6						
0.8						
1.0						
1.2						

R=20 ohm, $E_1=380\text{V}$ olt

Ροπή (Nm)	$I_1 (A)=I_2 (A)=I_3(A)$	$W_1 (W)$	$W_2 (W)$	P ενεργός	Στροφές (RPM)	cosφ
0,20	0,39	100	-10	90	1390	
0,40	0,4	120	0	120	1330	
0,60	0,43	135	15	150	1260	
0,80	0,48	150	30	180	1200	
1,00	0,5	165	50	215	1130	
1,20	0,5	190	65	255	1060	
1,40	0,6	215	90	305	970	

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

R=20 ohm, E₁=320Volt

Ροπή (Nm)	I ₁ (A)	I ₂ (A)	I ₃ (A)	W ₁ (W)	W ₂ (W)	P ενεργός	Στροφές (RPM)	cosφ
0								
0.2								
0.4								
0.6								
0.8								
1.0								

R=20 ohm, E₁=260Volt

Ροπή (Nm)	I ₁ (A)	I ₂ (A)	I ₃ (A)	W ₁ (W)	W ₂ (W)	P ενεργός	Στροφές (RPM)	cosφ
0								
0.2								
0.4								
0.6								
0.7								

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Ἐξέτασις κατασκευῆς τριφασικοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος τυλιγμένου δοομέως (μετά δακτυλίων).
2. Κατανόησις τῶν ὄρων: "έντασις διεγέρσεως", "σύγχρονος ταχύτης" καί "διολίσθησις" χρησιμοποιουμένων εἰς τοὺς τριφασικοὺς ἐπαγωγικοὺς κινητήρας.
3. Παρατήρησις τῶν ἐπιδράσεων τῶν μεταβολῶν τῆς ἐπαγομένης τάσεως εἰς τὸν δοομέα ἐπὶ τοῦ περιστρεφομένου πεδίου καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ δοομέως.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Μέχρι τοῦδε ἔχουν ἀναπτυχθῇ τὰ περιστρεφόμενα μαγνητικά πεδία τοῦ στάτου τὰ ὅποια ἀναπτύσσονται ὑπὸ μονοφασικῆς ἰσχύος. Αἱ ἠλεκτρικαὶ ἐταιρίαι παράγουν συνήθως καὶ δίδουν τριφασικὴν ἰσχύν. Διὰ τὰς οἰκίας ἡ μονοφασικὴ ἰσχύς λαμβάνεται ἐκ τῆς μιᾶς φάσεως τῶν τριφασικῶν γραμμῶν ἰσχύος. Οἱ τριφασικοὶ (πολυφασικοί) κινητήρες γενικῶς χρησιμοποιοῦνται ὑπὸ τῶν βιομηχανιῶν, καὶ αἱ ἠλεκτρικαὶ ἐταιρίαι παρέχουν τριφασικὴν ἰσχύν εἰς τὰς βιομηχανίας.

Ἡ δημιουργία περιστρεφομένου πεδίου εἰς τὸν στάτην διὰ τριφασικῆς ἰσχύος πραγματοποιεῖται κατὰ παρόμοιον τρόπον ὥς εἰς τὰ συστήματα τὰ ὅποια στηρίζονται εἰς τὰς ἀρχὰς λειτουργίας διαχωριζομένου τυλίγματος (split phase) ἢ δύο φάσεων, (λειτουργίας πυκνωτοῦ). Εἰς τὸ σύστημα τριῶν φάσεων, τὸ περιστρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίων δημιουργεῖται ἐκ τριῶν φάσεων ἀντὶ δύο. Ὅταν ὁ στάτης ἐνός τριφασικοῦ κινητήρος συνδεθῇ μὲ τριφασικὴν πηγὴν ἰσχύος, τὰ τρία τυλίγματα τοῦ στάτου διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος καὶ τοιουτοτρόπως δημιουργεῖται τὸ περιστρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίων. Αἱ τρεῖς αὐταὶ έντάσεις διεγέρσεως παρέχουν τὴν ἀεργον ἰσχύν δυνά τὴν δημιουργίαν τοῦ περιστρεφομένου μαγνητικοῦ πεδίου. Ὡσαύτως παρέχουν τὴν ἰσχύν ἡ ὁποία καταναλίσκεται ὑπὸ τοῦ κινητήρος λόγῳ τῶν ἀπωλειῶν χαλκοῦ καὶ σιδήρου.

Ἡ ταχύτης τοῦ περιστρεφομένου μαγνητικοῦ πεδίου καθορίζεται ἀποκλειστικῶς ἐκ τῆς συχνότητος τῆς τριφασικῆς πηγῆς ἰσχύος καὶ εἶναι γνωστὴ ὥς ἡ σύγχρονος ταχύτης. Ἡ συχνότης τῶν συστημάτων ἠλεκτρικῆς ἰσχύος διατηρεῖται σταθερά ὑπὸ τῶν ἐταιριῶν ἠλεκτρικῆς ἰσχύος καὶ τοιουτοτρόπως ἡ σύγχρονος ταχύτης τοῦ πεδίου τοῦ στάτου (εἰς στρ/λ) παραμένει σταθερά. (Χρησιμοποιεῖται καὶ διὰ τὴν λειτουργίαν ἠλεκτρικῶν ὥρολογίων).

Ὁ δρομεύς ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ πυρῆνος καί τριῶν τυλιγμάτων ἀντί τῶν ἀγωγίων ράβδων τοῦ βραχυκυκλωμένου δρομέως τύπου κλωβοῦ (squirrel cage rotor). Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἐπάγονται ἐντάσεις εἰς τὰ τυλίγματα ἀκριβῶς ὅπως συμβαίνει καί εἰς τὰς βραχυκυκλωμένας σπείρας. Ἐν τούτοις, τὸ πλεονέκτημα τῆς χρησιμοποιοῦσας τυλιγμάτων εἶναι ὅτι οἱ ἀγωγοὶ τῶν τυλιγμάτων δύνανται νὰ ἐξέλθουν ἐκ τοῦ δρομέως μέσῳ περιστρεφόμενων δακτυλίων (δακτύλιοι ὀλισθήσεως). Τοιουτοτρόπως εἶναι δυνατόν νὰ ἐλέγχεται ἡ ἀντίστασις καί κατ' ἐπέκτασιν νὰ ἐλέγχονται τὰ ρεύματα τὰ διαρρεύοντα τὰ τυλίγματα τοῦ δρομέως.

Τὸ περιστρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον ἐπάγει ἐναλλασσομένην τάσιν εἰς ἕκαστον τυλίγμα τοῦ δρομέως. Ὄταν ὁ δρομεύς ἀκίνητεῖ, ἡ συχνότης τῆς ἐπαγομένης ἐπὶ τοῦ δρομέως τάσεως εἶναι ἡ αὐτὴ μέ τὴν τῆς πηγῆς ἰσχύος. Ἐάν τώρα ὁ δρομεύς περιστραφῇ διὰ κάποιας ἐξωτερικῆς δυνάμεως κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν τοῦ περιστρεφόμενου μαγνητικοῦ πεδίου, μειώνεται ὁ ρυθμὸς μέ τὸν ὁποῖον τὸ μαγνητικὸν πεδίον τέμνει τὰ τυλίγματα τοῦ δρομέως καί ἐλαττοῦται ἡ ἐπαγομένη τάσις καί ἡ συχνότης τῆς. Ἐάν ὁ κινητὴρ περιστρέφεται μέ τὴν αὐτὴν ταχύτητα καί τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν μέ τὸ περιστρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον τότε ἡ ἐπαγομένη τάσις ὡς ἐπίσης καί ἡ συχνότης τῆς θά ἐλαττωθῶν εἰς τὸ μηδέν. (Ὁ δρομεύς τώρα ἔλαβεν τὴν σύγχρονον ταχύτητα). Ἀντιστρόφως, ἐάν ὁ δρομεύς περιστρέφεται μέ τὴν σύγχρονον ταχύτητα, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον τοῦ περιστρεφόμενου πεδίου διεύθυνσιν, ἡ ἐπαγομένη τάσις καί ἡ συχνότης τῆς θά εἶναι διπλασία τῆς τιμῆς τὴν ὁποίαν θά ἐλάμβανεν ἐάν ὁ δρομεύς ἦτο ἀκίνητος.

Ἄν καί κατὰ τὸ παρὸν Ἐργαστηριακὸν Πείραμα ὁ δρομεύς θά περιστραφῇ τῇ βοηθείᾳ ἐξωτερικοῦ κινητῆρος, πρέπει νὰ σημειωθῇ ὅτι διὰ συγκεκριμένην ταχύτητα τοῦ δρομέως, ἡ ἐπαγομένη τάσις καί ἡ συχνότης τῆς θά εἶναι αἱ αὐταί ὡς ἐάν ὁ δρομεύς περιστρέφετο μόνος του.

1. Καθορισμός χαρακτηριστικών έκκινήσεως επαγωγικού κινητήρος δρομέως (μετά δακτυλίων).
2. Παρατήρησις τῶν διὰ τοῦ δρομέως καί τοῦ στάτου ἐντάσεων διὰ ταχύτητος τοῦ κινητήρος.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Εἰς τό προηγούμενον Ἐργαστηριακόν Πείραμα εἶδομεν ὅτι ἐμφανίζεται μία ὑπολογίσιμος τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ἀνοικτοῦ κυκλώματος τῶν τυλιγμάτων τοῦ δρομέως καί ὅτι αὕτη ἡ τάσις μεταβάλλεται γραμμικῶς ἐν σχέσει μέ τήν μεταβολήν τῆς διολίσθησεως τοῦ κινητήρος εἰς στρ/λ καί μηδενίζεται ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ δρομέως ἐξισωθῇ μέ τήν σύγχρονον ταχύτητα.

Ἐάν βραχυκυκλωθοῦν τὰ τυλίγματα τοῦ δρομέως ἡ ἐπαγομένη τάσις θά δημιουργήσῃ μεγάλας ἐντάσεις αἱ ὁποῖαι θά διαρρέουν τὰ τυλίγματα. Διὰ νά τροφοδοτηθῇ ἡ ἐντασις τοῦ δρομέως πρέπει νά αὐξηθῇ ἡ διὰ τοῦ στάτου ἐντασις εἰς τιμὴν μεγαλύτεραν τῆς συνήθους τιμῆς τῆς ἐντάσεως διεγέρσεως. Ἡ ἰσχύς ἡ ὁποία καταναλοῦται (VA) ὑπὸ τῶν τυλιγμάτων τοῦ δρομέως (καί τοῦ κυκλώματος τούτου) πρέπει νά δοθῇ ὑπὸ τῶν τυλιγμάτων τοῦ στάτου. Ἐπομένως πρέπει νά ἀναμένωμεν τὰ ἀκόλουθα:

α) Ἐν ἀκίνησίᾳ ἢ εἰς μικράν ταχύτητα, αἱ διὰ τοῦ δρομέως καί τοῦ στάτου ἐντάσεις ὡς ἐπίσης καί ἡ ροπή θά εἶναι μεγάλαι.

β) Εἰς τήν σύγχρονον ταχύτητα, ἡ διὰ τοῦ δρομέως ἐντασις καί ἡ ροπή θά εἶναι μηδενικαί μόνον δέ ὁ στάτης θά διαρρέεται ὑπὸ τῆς ἐντάσεως διεγέρσεως.

γ) Εἰς οἰανδήποτε ἄλλην ταχύτητα αἱ ἐντάσεις καί ἡ ἀναπτυσσομένη ροπή θά εὐρίσκονται μεταξὺ τῶν ἀνωτέρω ἀκραίων τιμῶν.

1. Παρατήρησις τῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος μετὰ δακτυλίων ὑπὸ συνθήκας κενῆς καὶ πλήρους φορτίου λειτουργίας.
2. Παρατήρησις τοῦ ἐλέγχου ταχύτητος διὰ τῆς χρήσεως ἐξωτερικῆς μεταβλητῆς ἀντιστάσεως.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Τὰ τρία ἄκρα τῶν τριφασικῶν τυλιγμάτων τοῦ δρομέως συνδέονται ἐπὶ τριῶν ὀλισθαινόντων δακτυλίων οἱ ὅποιοι εἶναι τοποθετημένοι ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ δρομέως. Αἱ ψῆκτραι αἱ ὁποῖαι ἐφάπτονται τῶν δακτυλίων παῖζουν ἓνα σημαντικόν ρόλον εἰς τὴν καλυτέραν ἐκμετάλευσιν τοῦ πλεονεκτήματος τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος μετὰ δακτυλίων. Διὰ τῆς συνδέσεως τῶν ψηκτρῶν μέσῳ ροοστατῶν, καθίσταται δυνατὴ ἡ ἀνάπτυξις μεγαλύτερας ροπῆς ἐκκινήσεως παρ' ὅτι εἶναι δυνατὴ εἰς τὸν κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέως. Κατὰ τὴν ἐκκίνησιν, ἡ πλήρης ἀντίστασις τῶν ροοστατῶν παραμένει εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ δρομέως καὶ τοιουτοτρόπως παρέχεται ἡ μεγίστη δυνατὴ ροπὴ ἐκκινήσεως.

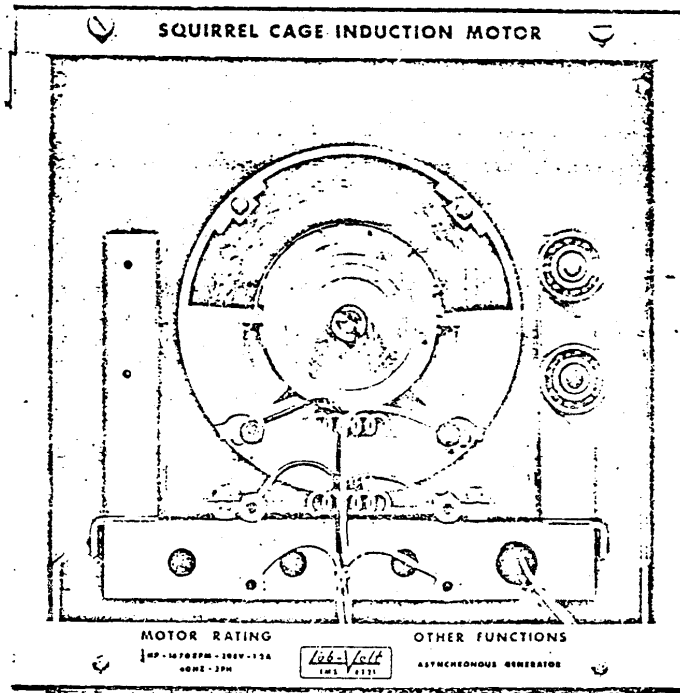
Καθὼς ὁ κινητὴρ πλησιάζει τὴν κανονικὴν ταχύτητα λειτουργίας του, ἡ ἀντίστασις τοῦ ροοστάτου βαθμιαίως ἐλαττοῦται μέχρις ὅτου εἰς τὴν μεγίστην ταχύτητα ἀπομακρυνθῇ τελείως ἐκ τοῦ κυκλώματος. Ἄν καὶ ἡ ροπὴ ἐκκινήσεως τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος μετὰ δακτυλίων εἶναι μεγαλύτερα, οὗτος δὲν εἶναι τόσο ἀποδοτικὸς ὅσον ὁ ἐπαγωγικὸς κινητὴρ βραχυκυκλωμένου δρομέως διότι ἡ ἀντίστασις τῶν τυλιγμάτων του εἶναι πάντοτε μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν τοῦ κινητήρος βραχυκυκλωμένου δρομέως.

Ἐν ἰδιαίτερον χαρακτηριστικόν τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος μετὰ δακτυλίων εἶναι ἡ δυνατότης μεταβολῆς τῆς ταχύτητός του. Διὰ μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ροοστάτου εἶναι δυνατὴ ἡ μεταβολὴ τῆς ποσοστιαίας διολισθήσεως καὶ τοιουτοτρόπως ἡ μεταβολὴ τῆς ταχύτητος. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτάς, ταχύτητες μικρότεραι τῆς πλήρους ταχύτητος λειτουργίας σημαίνουν ὅτι ὁ κινητὴρ λειτουργεῖ μέ μειομένην ἀπόδοσιν καὶ ἱπποδύναμιν. Ἐπιπροσθέτως, λόγῳ τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως τοῦ δρομέως ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος εἶναι ἐπιρρεπὴς εἰς μεταβολὰς λόγῳ τῶν ἀλλαγῶν τοῦ φορτίου.

2. 3-ΦΑΣΙΚΟΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΚΛΩΒΟΥ

Ο ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡ
ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΕΩΣ
(ΤΥΠΟΥ ΚΑΒΟΥ)

(THE SQUIRREL CAGE
INDUCTION MOTOR)



ANTIKEIMENON

1. Ἐξέτασις τῆς κατασκευῆς τοῦ τριφασικοῦ κινητῆρος βραχυκυκλωμένου δρομέως.
2. Καθορισμός τῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ ὑπό κενὴν λειτουργίαν καί λειτουργίαν πλήρους φορτίου.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Ὁ ἀπλούστερος καί ὁ περισσότερον χρησιμοποιούμενος τύπος δρομέως εἰς τοὺς ἐπαγωγικούς κινητῆρας εἶναι ὁ βραχυκυκλωμένος δρομεύς (τύπου σκιουροκλωβοῦ - squirrel cage). Ἐκ τοῦ δρομέως τούτου ἔλαβεν καί τὴν ὀνομασίαν τοῦ ὁ ἐπαγωγικός κινητῆρ τύπου κλωβοῦ (βραχυκυκλωμένου δρομέως). Ὁ μεταλλικός πυρὴν τοῦ βραχυκυκλωμένου δρομέως ἀποτελεῖται ἐκ πολλῶν ἐλασμάτων τὰ ὁποῖα φέρουν ὀδοντώσεις καί αἱ ὁποῖαι σχηματίζουν αὐλάκας καθ' ὅλον τὸ μήκος τοῦ δρομέως. Ἐντὸς τῶν αὐλάκων τοποθετοῦνται διὰ πιέσεως (πρεσσαριστά) συμπαγεῖς ράβδοι ἐκ χαλκοῦ ἢ ἀλουμινίου. Εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ δρομέως τοποθετοῦνται αἱ στεφάναι βραχυκυκλώσεως ἐπὶ τῶν ὁποίων συγκολλοῦνται αἱ ράβδοι καί τοιουτοτρόπως σχηματίζεται μία συμπαγὴς κατασκευή. Λόγῳ τοῦ ὅτι ἡ ἀντίστασις τῶν ράβδων βραχυκυκλώσεως εἶναι κατὰ πολὺ μικροτέρα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ πυρῆνος δέν ἀπαιτεῖται νά μονωθοῦν ἔναντι τοῦ πυρῆνος. Αἱ ράβδοι καί οἱ στέφανοι ὠρισμένων δρομέων κατασκευάζονται διὰ χυτεύσεως ὡς ἓν συμπαγὲς τεμάχιον καί ἀκολούθως τοῦτο τίθεται πέριξ τοῦ πυρῆνος. Ἐν τῇ οὐσίᾳ αἱ ράβδοι σχηματίζουν βραχυκυκλωμένας σπεῖρας αἱ ὁποῖαι διαρρέονται ὑπὸ μεγάλων ἐντάσεων ἐπαγομένων εἰς τὰς βραχυκυκλωμένας σπεῖρας ὑπὸ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ στάτου.

Ὁ δρομεύς τύπου κλωβοῦ (βραχυκυκλωμένος) συγκρινόμενος μέ τὸν περίπλοκον δρομέα τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητῆρος καί τὸν δρομέα τοῦ κινητῆρος ΣΡ (DC), εἶναι σχετικῶς ἀπλός. Εἶναι εὐκόλον νά κατασκευασθῇ καί οὐσιαστικῶς εἶναι ἀπηλαγμένος ἀνωμαλιῶν κατὰ τὴν λειτουργίαν.

Εἰς τὸν ἐπαγωγικόν κινητῆρα, μεταξὺ τῆς περιμέτρου τοῦ δρομέως καί τοῦ στάτου ὑφίσταται ἓν πολὺ μικρόν διάκενον ἀέρος. Τό εὖρος τοῦ διακένου τούτου εἶναι ὅσον μικρότερον εἶναι κατασκευαστικῶς καί ἀπὸ μηχανικῆς ἀπόψεως ἐπιτρεπτόν.

Τό μικρότερον διάκενον ἀέρος ἐξασφαλίζει ὅτι ἡ ἐπαγομένη ἠλεκτρομαγνητικὴ ἐνέργεια εἶναι ἡ ἰσχυροτέρα δυνατή.

Όταν ο στάτης του επαγωγικού κινητήρος τίθεται υπό ισχύ, δημιουργείται εν περιστρεφόμενον μαγνητικόν πεδίον δι' ενός εκ των ήδη διδαχθέντων τρόπων. Καθώς τό πεδίον αρχίζει νά περιστρέφεται αἱ μαγνητικαί του γραμμαί τέμνουν τὰς βραχυκυκλωμένας σπείρας τοῦ δρομέως τύπου κλωβοῦ τοῦ επαγωγικοῦ κινητήρος καί δημιουργοῦν ἐντός τῶν σπειρῶν αὐτῶν τάσεις ἐξ επαγωγῆς. Ἐπειδή αἱ σπείραι αὐταί εἶναι βραχυκυκλωμέναι καί ἔχουν πολύ μικράν ἀντίστασιν, αἱ ἐξ επαγωγῆς τάσεις δημιουργοῦν μεγάλας ἐντάσεις αἱ ὁποῖαι διαρρέουν τὰς στεφάνας καί τὰς ράβδους βραχυκυκλώσεως τοῦ δρομέως. Ἀκολουθῶς αἱ ἐντάσεις αὐταί δημιουργοῦν ἰσχυρά μαγνητικά πεδία. Τά τοπικά αὐτά πεδία τοῦ δρομέως δημιουργοῦν τοὺς ἰδικούς των μαγνητικούς πόλους, οἱ ὁποῖοι ἔλκονται ὑπό τοῦ περιστρεφομένου πεδίου. Τοιουτοτρόπως ὁ δρομεύς περιστρέφεται ὑπό τοῦ κυρίως πεδίου.

Ἡ ροπή ἐκκινήσεως τοῦ τυπικοῦ επαγωγικοῦ κινητήρος βραχυκυκλωμένου δρομέως εἶναι μικρά ἐπειδή ἐν ἀκίνησίᾳ ὁ δρομεύς ἔχει σχετικῶς μεγάλην επαγωγικὴν ἄεργον ἀντίστασιν (X_L) συγκρινομένην μέ τήν ἀντίστασίν του (R). Ὑπό τὰς συνθήκας αὐτάς ἀναμένομεν ὅτι ἡ διὰ τοῦ δρομέως ἐντασις θά ἔπεται τῆς τάσεως τοῦ δρομέως κατὰ 90° . Ἐπομένως λέγομεν ὅτι ὁ συντελεστῆς ἰσχύος ἐντός τοῦ κυκλώματος εἶναι μικρός. Τοῦτο σημαίνει ὅτι ὁ κινητήρ εἶναι ἀνίκανος διὰ φορτίον καί δέν δύναται νά ἐξάγῃ πραγματικῶς χρήσιμον ἐνέργειαν ἐκ τῆς πηγῆς ἰσχύος.

Παρά τήν ἀνικανότητα αὐτήν, ἀναπτύσσεται ροπή καί ὁ κινητήρ ἀρχίζει νά στρέφῃ. Καθώς ὁ κινητήρ ἀρχίζει νά στρέφῃ, ἡ διαφορά ταχύτητος μεταξύ τοῦ δρομέως καί τοῦ περιστρεφομένου πεδίου, ἢ ἡ διολίσθησις, μειοῦται ἐκ τῆς μεγίστης τιμῆς (100%), εἰς μίαν ἐνδιάμεσον τιμήν π.χ. 50%. Μέ τήν μείωσιν τῆς διολισθήσεως, μειοῦται καί ἡ συχνότης τῆς ἐπαγομένης εἰς τόν δρομέα τάσεως ἐπειδή τό περιστρεφόμενον πεδίον τέμνει τοὺς ἀγωγούς τοῦ δρομέως ὑπό μειωμένον ρυθμόν. Τοῦτο μέ τήν σειρὰν του προκαλεῖ τήν μείωσιν τῆς ὀλικῆς επαγωγικῆς ἀέργου ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος. Καθώς μειοῦται ἡ επαγωγικὴ ἀεργος ἀντίστασις ἀρχίζει νά αὐξάνῃ ὁ συντελεστῆς ἰσχύος. Αὕτῃ ἡ βελτίωσις ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τήν αὐξησιν τῆς ροπῆς καί ἐν ἀκολουθείᾳ τήν αὐξησιν τῆς ταχύτητος.

Όταν η διολίσθησις μειωθῇ εἰς μίαν τιμὴν μεταξύ 2% καὶ 10%, ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος σταθεροποιεῖται. Ἡ σταθεροποίησις αὐτὴ ἐπέρχεται διότι οἰαδήποτε τάσις αὐξήσεως τῆς ταχύτητος τοῦ κινητήρος καὶ τῆς πτώσεως τῆς ὀλισθήσεως κάτω τοῦ 2%, ἐξουδετεροῦται φυσικῶς ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι καθὼς ἡ ταχύτης τοῦ δρομέως πλησιάζει ἐντὸς τοῦ 2% τὴν σύγχρονον ταχύτητα αἱ ἐπιδράσεις τῆς μειωμένης ἐπαγωγῆς ὑπερπηδοῦν τὰς ἐπιδράσεις τῆς προηγηθείσης τάσεως αὐξήσεως τῆς ροπῆς κατὰ τὴν ἐπιτάχυνσιν τοῦ κινητήρος. Τοιουτοτρόπως ὁ κινητὴρ ἐμφανίζει ἓνα χαρακτηριστικὸν αὐτομάτου ἐλέγχου τῆς ταχύτητος παρόμοιον τοῦ κινητήρος ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως.

1. Ἐξετάσατε τὴν κατασκευὴν τῆς Μονάδος EMS 8222 Ἐπαγωγικοῦ Κινητήρος Βραχυκυκλωμένου Δρομέως. Παρατηρήσατε ἰδιαιτέρως τὸν κινητῆρα τοὺς ἀκροδέκτας συνδέσεως καὶ τὴν συνδεσμολογίαν.

2. α) Ἀναγνωρίσατε τὰ τυλίγματα τοῦ στάτου. Παρατηρήσατε ὅτι ἀποτελοῦνται ἐκ πολλῶν σπειρῶν μικρὰς διαμέτρου ἀγωγῶ ἰσομερῶς κατανεμημένων πέριξ τοῦ στάτου. (Τὰ τυλίγματα τοῦ στάτου εἶναι παρόμοια μέ τὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος μετὰ δακτυλίων).

β) Ἀναγνωρίσατε τὸν ἀνεμιστῆρα ψήξεως.

γ) Ἀναγνωρίσατε τὰς στεφάνας βραχυκυκλώσεως τοῦ δρομέως.

δ) Παρατηρήσατε τὸ διάκενόν ἀέρος μεταξύ τοῦ στάτου καὶ τοῦ δρομέως.

ε) Ὑπάρχει οἰαδήποτε ἠλεκτρικὴ σύνδεσις μεταξύ τοῦ δρομέως καὶ οἰουδήποτε τμήματος τοῦ κινητήρος; _____

3. Βλέποντας τὴν πρόσοψιν τῆς μονάδος:

α) Τὰ τρία κεχωρισμένα τυλίγματα τοῦ στάτου συνδέονται μέ τοὺς ἀκροδέκτας _____ καὶ _____, _____ καὶ _____, _____ καὶ _____.

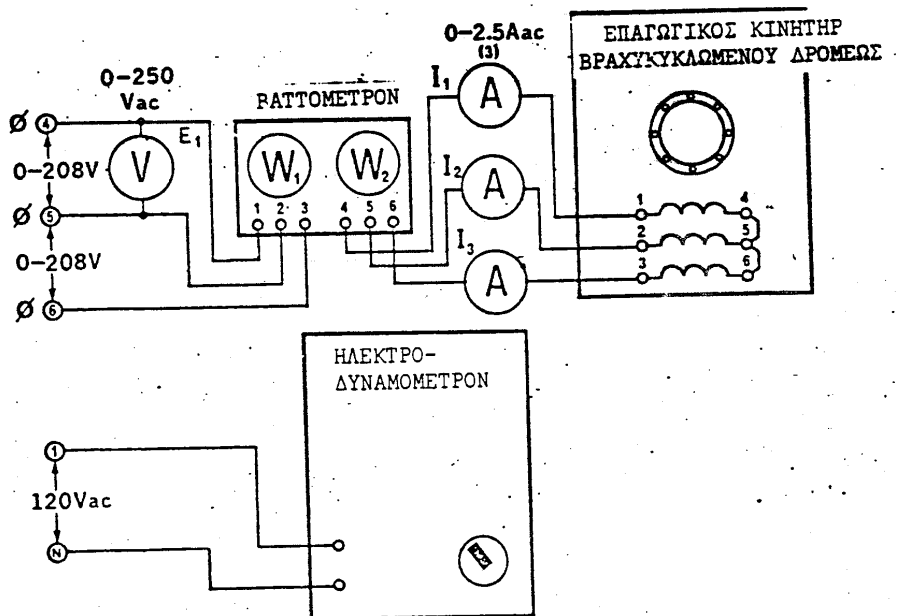
β) Ποία είναι η ονομαστική ένταση των τυλιγμάτων του στάτου;

γ) Ποία είναι η ονομαστική τάσις των τυλιγμάτων του στάτου;

δ) Ποία είναι η ονομαστική ταχύτης και η ιπποδύναμις του κινητήρος

στροφ/λ = _____

hp = _____



4. Διά τῶν Μονάδων EMS Ἐπαγωγικοῦ Κινητῆρος Βραχυκυκλωμένου Δρομέως, Ἡλεκτροδυναμομέτρου, Τριφασικοῦ Βαττομέτρου, Παροχῆς Ἴσχύος καὶ Μετρήσεων ac, συνδέσατε τὸ κύκλωμα τοῦ Σχ. 52-1. Μὴ συνδέσετε τώρα τὸν κινητῆρα μὲ τὸ ἠλεκτροδυναμόμετρον διὰ τοῦ συνδετικοῦ ἱμάντος. Παρατηρήσατε ὅτι τὰ τυλίγματα τοῦ στάτου εἶναι συνδεδεμένα κατ' ἀστέρα καὶ μέσφ τοῦ βαττομέτρου εἶναι συνδεδεμένα μὲ τοὺς ἀκροδέκτας 4, 5 καὶ 6 τῆς τριφασικῆς μεταβλητῆς ἐξόδου τῆς παροχῆς ἰσχύος.

5. α) Τροφοδοτήσατε καὶ ρυθμίσατε τὴν τάσιν E_1 εἰς τὰ 208V ac. Ὁ κινητῆρ πρέπει νά λειτουργῇ.

β) Μετρήσατε καὶ καταχωρήσατε εἰς τὸν Πίνακα 52-1 τὰς τρεῖς ἐντάσεις γραμμῆς, τὰς ἐνδείξεις τῶν δύο βαττομέτρων καὶ τὴν ταχύτητα τοῦ κινητῆρος.

γ) Μηδενίσατε τὴν τάσιν καὶ διακόψατε τὴν τροφοδότησιν.

ΡΟΠΗ : (lb-ft-in)	I_1 (amps)	I_2 (amps)	I_3 (amps)	W_1 (watts)	W_2 (watts)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (r/min)
0						
3						
6						
9						
12						

Πίναξ 52-1

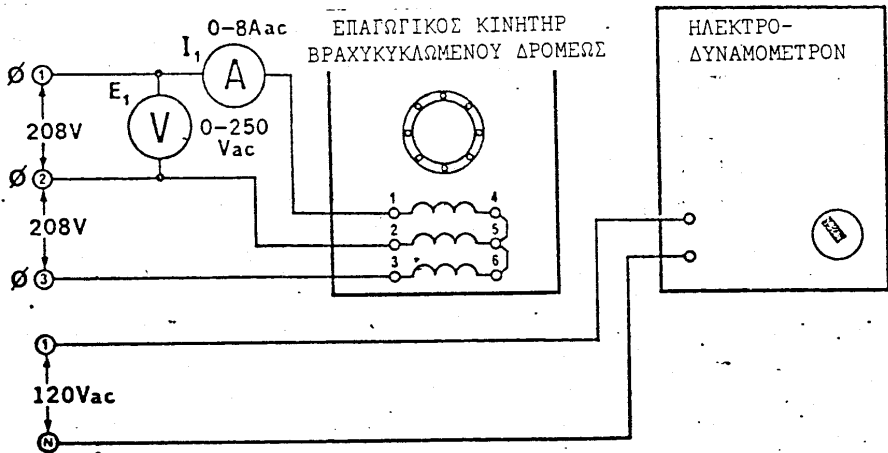
6. α) Συνδέσατε διὰ τοῦ ἱμάντος τὸν κινητῆρα μὲ τὸ ἠλεκτροδυναμόμετρον.

β) Θέσατε τὸ κομβίον ἐλέγχου τοῦ δυναμομέτρου εἰς τὴν τελείωσιν πρὸς τὰ ἀριστερά θέσιν του (ΑΦΩ).

γ) Ἐπαναλάβετε τὴν Ἐφαρμογὴν 5 δι' ἐκάστην ἀναγραφομένην εἰς τὸν Πίνακα 52-1 τιμὴν ροπῆς. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς

λήψεως τῶν μετρήσεων ἡ τάσις τροφοδοτήσεως νά παραμείνῃ ἀκριβῶς εἰς τὰ 208 V ac.

δ) Μηδενίσατε τὴν τάσιν καὶ διακόψατε τὴν τροφοδότησιν.



Σχ. 52-2

7. α) Συνδέσατε τὸ κύκλωμα τοῦ Σχ. 52-2. Παρατηρήσατε ὅτι τώρα χρησιμοποιοῦνται οἱ ἀκροδέκται 1, 2 καὶ 3 τῆς σταθερᾶς τριφασικῆς ἐξόδου τῆς παροχῆς ἰσχύος.

β) Θέσατε τὸ κομβίον ἐλέγχου τοῦ δυναμομέτρου τελείως δεξιὰ - ΦΩ (Ἐπιβολή εἰς τὸν κινητῆρα μεγίστου φορτίου ἐκκινήσεως).

8. α) Τροφοδοτήσατε καὶ εἰς ταχύ ρυθμὸν μετρήσατε τὰ E_1 , I_1 καὶ τὴν ἀναπτυχθεῖσαν ροπὴν ἐκκινήσεως. Διακόψατε τὴν τροφοδότησιν.

$$E_1 = \text{_____ V ac,}$$

$$\text{ροπή ἐκκινήσεως} = \text{_____ N.m}$$

β) Ὑπολογίσατε τὴν φαινομένην ἰσχύν τοῦ κινητῆρος εἰς τὴν ροπὴν ἐκκινήσεως

$$\text{φαινομένη ἰσχύς} = \text{_____ VA}$$

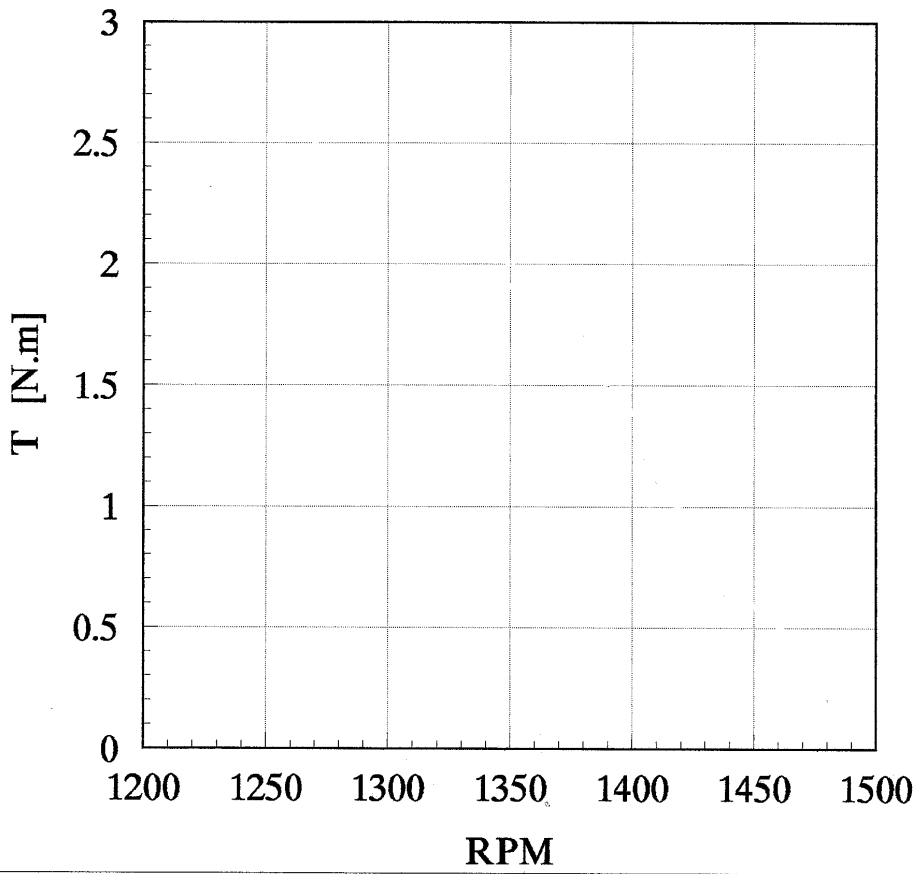
Μέτρηση και καταγραφή των μεγεθών n [RPM], T [N. m] και $\cos\phi$ για διάφορες τάσεις τροφοδοσίας

V₁=.....

[illegible]

V₂=.....

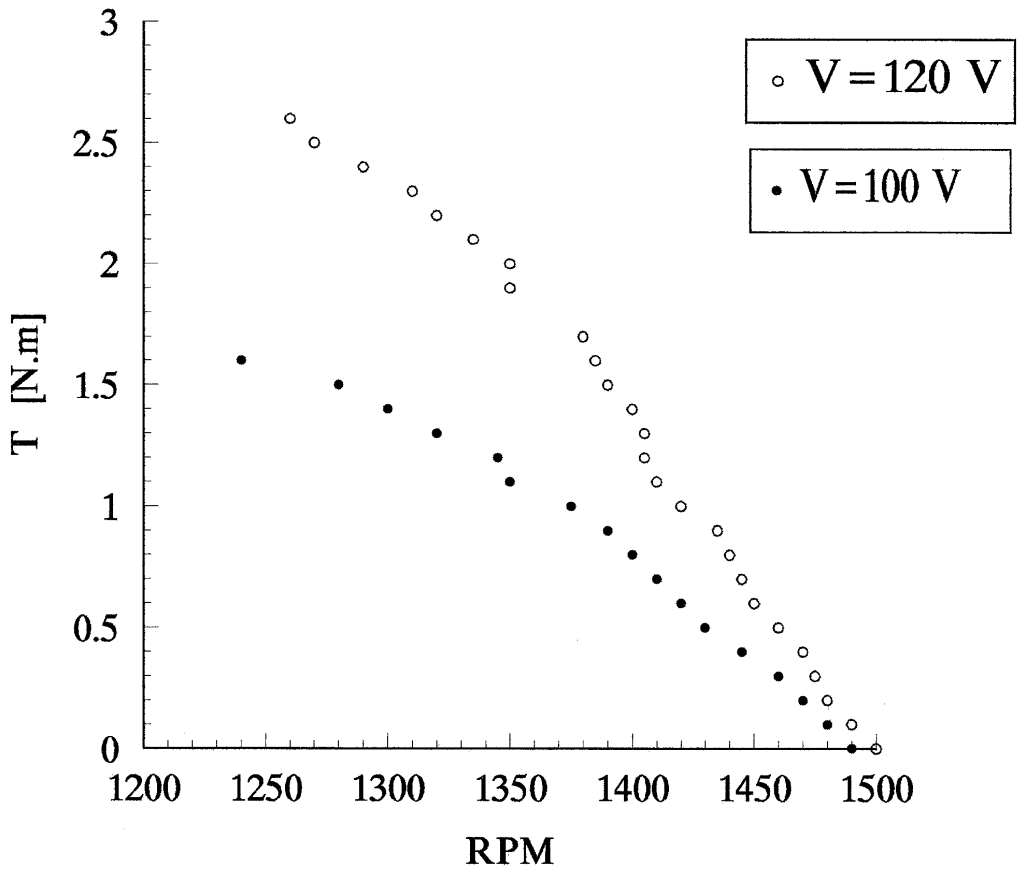
[illegible]



ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

1) Αναφέρατε συνοπτικά τους τρόπους με τους οποίους επιτυγχάνεται η εκκίνηση ενός επαγωγικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα.

2) Αναφέρατε βασικά πεδία εφαρμογών του επαγωγικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα.



Καμπύλες ροπής-στροφών κινητήρα βραχυκυκλωμένου
δραμέα για 2 διαφορετικές τάσεις τροφοδοσίας

V₁=.....

[illegible]

V₂=.....

[illegible]

7-1

Σ.Ν.Δ. ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

“ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ”

2. Εκκίνηση 3φασικού Επαγωγικού Κινητήρα Κλωβού με εκκινήτη “Αστέρα-Τριγώνου” ελεγχόμενη από ηλεκτρονόμους.
(Πληροφορίες για το Πείραμα βλ. στα συνημμένα :
 - α. “Laboratory Experiment No. 12, WYE-DELTA STARTING OF A 3Φ INDUCTION MOTOR” από το Εγχειρίδιο Πειραμάτων Lab Volt. :
Wildi / De Vito, “CONTROL OF INDUSTRIAL MOTORS”).
 - β. 2 σελίδες (Διάγραμμα συνδεσμολογίας των ηλεκτρονόμων και Καταγραφές ρεύματος και στροφών, από Α. Φαράσσογλου)
 - γ. 1 σελίδα (Λογικό διάγραμμα λειτουργίας της όλης διάταξης, από Π. Κοντοδιό)



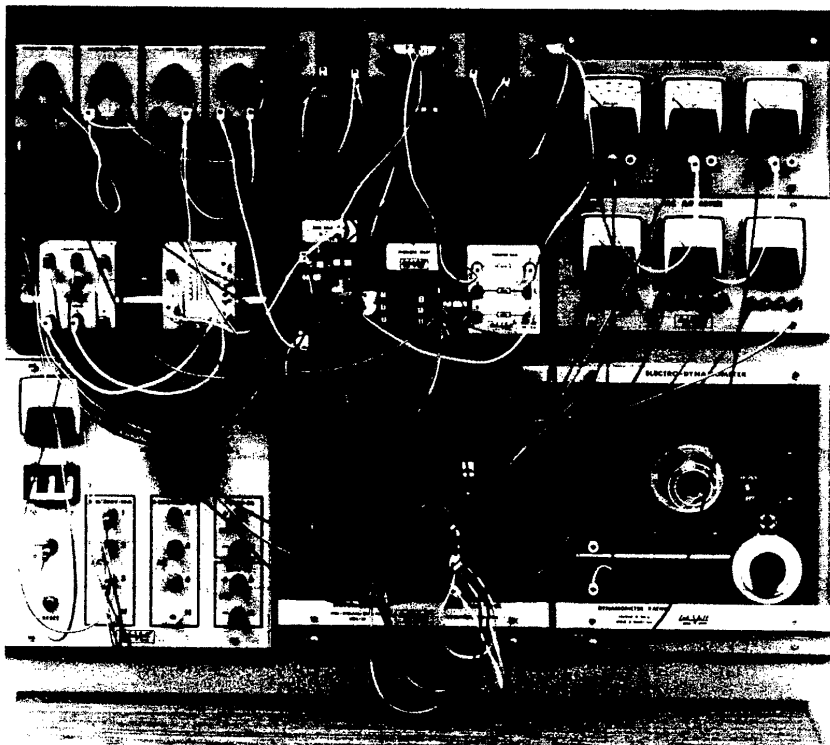
Wildi / De Vito

"CONTROL OF INDUSTRIAL MOTORS"

Lab-Volt

LABORATORY
EXPERIMENT
NO. 12

WYE-DELTA STARTING OF
A 3 ϕ INDUCTION MOTOR



OBJECT

1. To learn the principle of wye-delta starting.
2. To construct a wye-delta starter.
3. To compare the characteristics of the wye-delta starter with primary-resistor and auto-transformer starters.

DISCUSSION

Another method of reducing starting current and starting torque is by *wye-delta* starting. When a three phase squirrel-cage motor is designed to operate *normally* with the stator winding *delta* connected, the voltage per winding (phase) is equal to the line voltage. If, therefore, the winding is *wye* connected by external means when starting, the phase voltage will be reduced to $E_L/\sqrt{3}$, i.e., to 58 percent of the line voltage. This is another *reduced voltage* starting method which can be employed when both ends of each stator winding are brought out and made available for switching. Elementary wye-delta starter connections are shown in Fig. 12-1. The three stator windings of the squirrel-cage motor are represented by T1-T4, T2-T5, and T3-T6. Three contactors, S, R, and M are shown. Contactors S and R are used to connect the stator windings in either wye or delta configurations. The motor is then connected to a 220V 3 ϕ source by line contactor M.

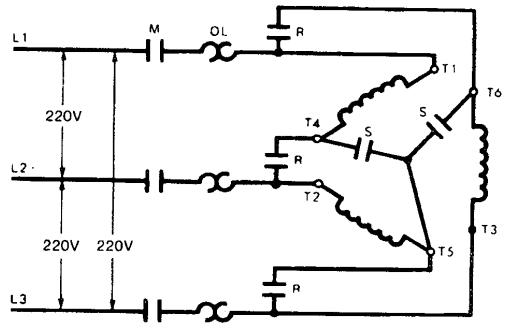


Fig. 12-1

A simplified schematic diagram showing how this is accomplished is given in Fig. 12-2 (a). With the pressing of a *start* button, two S contacts close to wye connect the three stator windings after which the three line contacts (M) close. The motor thus *starts* under conditions that are equivalent to a line voltage of $0.58E_L$. After a time interval determined by the adjustment of a timing relay,

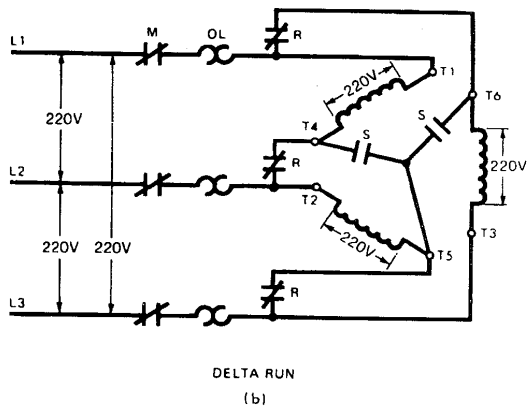
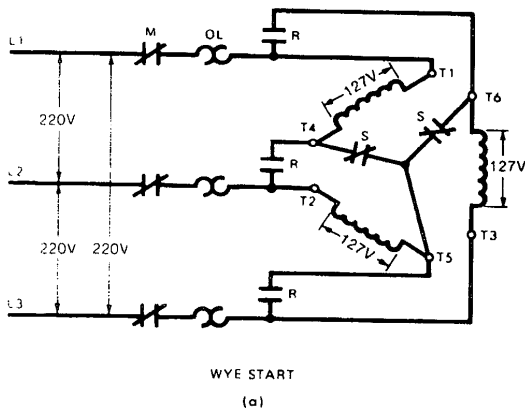


Fig. 12-2

the *S* contacts open and the *R* contacts close. With the three corners of the *delta* now connected to the power line, the motor proceeds to *run* normally at rated voltage as shown in Fig. 12-2 (b). An important advantage of this reduced-voltage starting scheme is that no accessory equipment such as resistors, reactors, or transformers is needed.

The starting current and starting torque are lowered considerably by this *wye-delta* method of motor acceleration. The motor develops 33% of full voltage starting torque and draws 33% of normal starting current from the line.

A schematic diagram of a *wye-delta* control circuit connected to the three winding phases of a squirrel-cage motor is shown in Fig. 12-3. As explained before, its operation depends upon first closing the *S* and *M* contacts, permitting the motor to accelerate to nearly full speed, and then opening the *S* and *M* contacts before the *R* contacts are allowed to close. It is imperative that the control

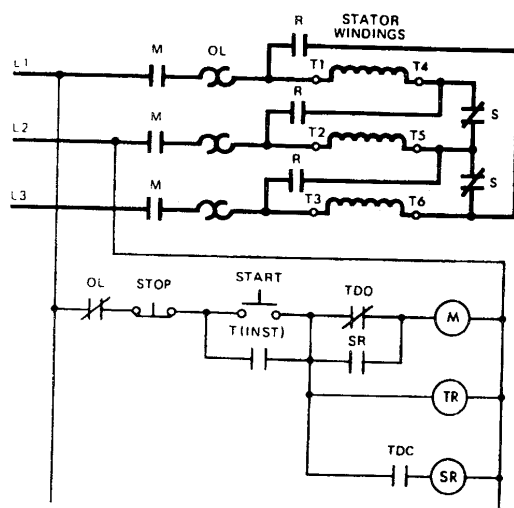


Fig. 12-3

devices impose the latter restrictions on the *S* and *R* contactors because their simultaneous operation would involve a short-circuit. To avoid this possibility electrical interlocking is provided.

The motor is started with the windings *wye* connected by depressing the *start* button. This activates timing relay *TR* which holds itself in through its instantaneous contacts across the *start* button. At the same time line contactor *M* closes and connects the motor to the line. After a time interval, determined by the setting of relay *TR*, a time delay-opening contact opens the *M* contactor, momentarily disconnecting the motor from the line. The time delay-closing contact of *TR* energizes contactor *SR*, closing the *R* contacts while opening the *S* contacts, changing the stator windings from *wye* connected to *delta* connected. The normally open *SR* auxiliary contact, in parallel with the *TDO* contact, closes, reconnecting the motor to the line. Note that this switching scheme involves a short time interval when the motor is completely disconnected from the power lines; it therefore represents *open-circuit transition*.

INSTRUMENTS AND COMPONENTS

Pushbutton, Red	EMS 9142
Pushbutton, Black	EMS 9143
Electromagnetic Contactor (2)	EMS 9146
Time Delay Relay	EMS 9147
Overload Relay	EMS 9149
Circuit Breaker	EMS 9150
Pilot Lamp, Red	EMS 9160
Pilot Lamp, Green	EMS 9161
Inertia Wheel	EMS 9126
Component Panel (2)	EMS 9127
Connection Leads	EMS 9128
Squirrel-Cage Induction Motor Module, 3 ϕ	*EMS 8229
AC Metering Module (5A)	*EMS 8428
AC Metering Module (220V)	*EMS 8429
Power Supply Module (0-220V 3 ϕ)	*EMS 8829
Electrodynamometer Module	*EMS 8919
Connection Lead Set	*EMS 8941
Timing Belt	*EMS 8942

*Denotes 0.2kW Electro-Mechanical System equipment.

PROCEDURE

Caution: High voltages are present in this Laboratory Experiment! Do not make any connections with the power on! Be sure to connect the ground terminal of each component panel to the power supply ground!

1. a) Examine the wye-delta starter control circuit shown in Fig. 12-4. Stator voltages can be measured by the voltmeters connected across each winding. Note that the input is connected to the variable 3ϕ output of the power supply, terminals 4, 5, and 6. No control transformer is needed as the input is only $220V\ 3\phi$.

Note that both the *start* *S* and *run* *R* contacts are contained in the one *SR* contactor. Larger motors, operating at much higher currents, would normally require separate contactors for the *start* and *run* functions. These separate contactors would be mechanically interlocked to prevent them from closing simultaneously. However, the EMS electro-mechanical contactor, having universal type contacts (each pole having a normally-open and normally-closed pair of contacts), is admirably suited for this type of low power switching).

- ☐ b) Set up the circuit as shown.
- ☐ c) Couple the electro-dynamometer to the squirrel-cage motor with the timing belt. Do not connect it electrically as it will be used only as a passive load at this time.
- ☐ d) Mount the inertia wheel onto the shaft of the squirrel-cage motor and tighten.
- ☐ e) Adjust for 10 seconds time delay.
- ☐ f) Close the disconnect switch and turn on the power supply.
- ☐ g) Adjust for a 3ϕ line voltage of $220V$ line-to-line as indicated by the power supply voltmeter.
- ☐ h) Depress the *start* button and note the performance of the motor. Readjust the power supply, if necessary, to maintain $220V$ line-to-line, during start-up.
- ☐ i) Depress the *stop* button. Repeat (h and i) several times while monitoring the stator terminal

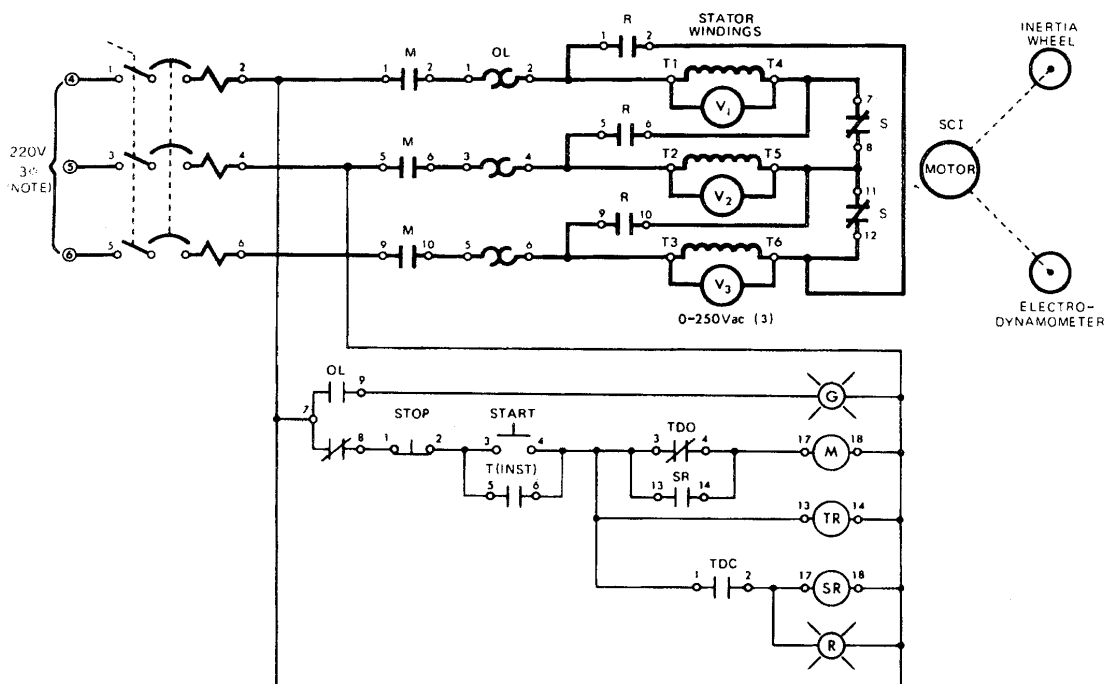


Fig. 12-4

voltages. Note that, like autotransformer starting, the three stator voltages remain relatively constant during the start-up period. Record the starting and running voltages indicated by V_1 , V_2 , and V_3 .

$$E_{1\text{ start}} = \dots\dots\dots Vac$$

$$E_{2\text{ start}} = \dots\dots\dots Vac$$

$$E_{3\text{ start}} = \dots\dots\dots Vac$$

$$\bar{E}_{1\text{ run}} = \dots\dots\dots Vac$$

$$E_{2\text{ run}} = \dots\dots\dots Vac$$

$$E_{3\text{ run}} = \dots\dots\dots Vac$$

☐ j) Turn off the power supply and open the disconnect switch.

☐ k) Calculate the average value of starting voltage.

.....

$$E_{avg} = \dots\dots\dots Vac$$

☐ l) Calculate the average value of running voltage.

.....

$$E_{avg} = \dots\dots\dots Vac$$

☐ m) Calculate the ratio of the average starting voltage to the average running voltage.

.....

$$E_{start}/E_{run} = \dots\dots\dots$$

☐ n) Is this ratio approximately 58%?

Explain.

.....

☐ 2. a) We will now measure the starting torque developed by the squirrel-cage motor with and without *wye-delta* starting. We will also determine the torque per line-ampere for each starting method. Remove the inertia wheel from your set-up.

☐ b) Connect the input terminals of the electrodynamometer to the fixed 220Vac output of the power supply, terminals 1 and N.

☐ c) Set the dynamometer control knob at its full cw position to provide a maximum starting load for the motor.

☐ d) Insert an ac current meter, set on the 5A range, in series with each of the input lines (between the normally-open M contacts and the OL relay).

☐ e) Close the disconnect switch and turn on the power supply.

☐ f) Adjust for a 3 ϕ line voltage of 220V line-to-line as indicated by the power supply voltmeter.

☐ g) Depress the *start* button and measure the starting torque and the three line currents. Readjust the power supply, if necessary, to maintain 220V line-to-line, during start-up.

$$\text{starting torque} = \dots\dots\dots N\cdot m$$

$$I_1 = \dots\dots\dots Aac$$

$$I_2 = \dots\dots\dots Aac$$

$$I_3 = \dots\dots\dots Aac$$

☐ h) Stop the motor, turn off the power supply and open the disconnect switch.

☐ i) Calculate the average line current for *wye* starting.

.....

$$I_{avg} = \dots\dots\dots Aac$$

☐ j) Calculate the torque per line-ampere by dividing the starting torque by the average line current.

.....

$$\text{torque/ampere} = \dots\dots\dots N\cdot m/A$$

☐ 3. a) Remove the four connecting leads from the normally-closed *S* contacts. This is a safety measure when starting the motor in the *delta* configuration.

☐ b) Adjust for zero time delay.

☐ c) Close the disconnect switch and turn on the power supply.

☐ d) Adjust for a 3ϕ line voltage of 220V line-to-line as indicated by the power supply voltmeter.

☐ e) Depress the start button and measure the starting torque and the three line currents. Readjust the power supply, if necessary, to maintain 220V line-to-line, during start-up.

starting torque = N·m

I_1 = Aac

I_2 = Aac

I_3 = Aac

☐ f) Stop the motor, turn off the power supply and open the disconnect switch.

☐ 4. a) Calculate the average line current for *delta* starting.

I_{avg} = Aac

☐ b) Calculate the torque per line-ampere by dividing the starting torque by the average line current.

torque/ampere = N·m/A

☐ c) Calculate the percent reduction in starting torque when using *wye-delta* starting.

torque reduction = %

☐ d) Does the actual percent reduction in starting torque compare favorably with that given in the Discussion Section?

Explain.

☐ e) Calculate the percent reduction in starting line current when using *wye-delta* starting.

current reduction = %

☐ f) Does the actual percent reduction in starting line current compare favorably with that given in the Discussion Section?

Explain.

☐ g) Compare the torque/ampere characteristics of the *wye-delta* starter with the autotransformer and primary-resistor starters.

☐ h) Compare the reduction in starting line currents for each of the three reduced-voltage starters.

TEST YOUR KNOWLEDGE

1. List the advantages of using wye-delta starting as compared to other methods of reduced-voltage starting.

.....

.....

.....

.....

.....

2. What special feature must a squirrel-cage motor have to enable it to be started using the wye-delta method?

.....

.....

.....

3. Explain why the 3ϕ input voltage must be lowered from $380V$ to $220V$ for this Laboratory Experiment?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Explain why this wye-delta starter does not have a smooth transition from reduced-voltage operation to full-voltage operation.

.....

.....

.....

.....

.....

5. List, in sequence, the events that occur in Procedure 1 (h) when the start button is depressed.

.....

.....

.....

.....

.....

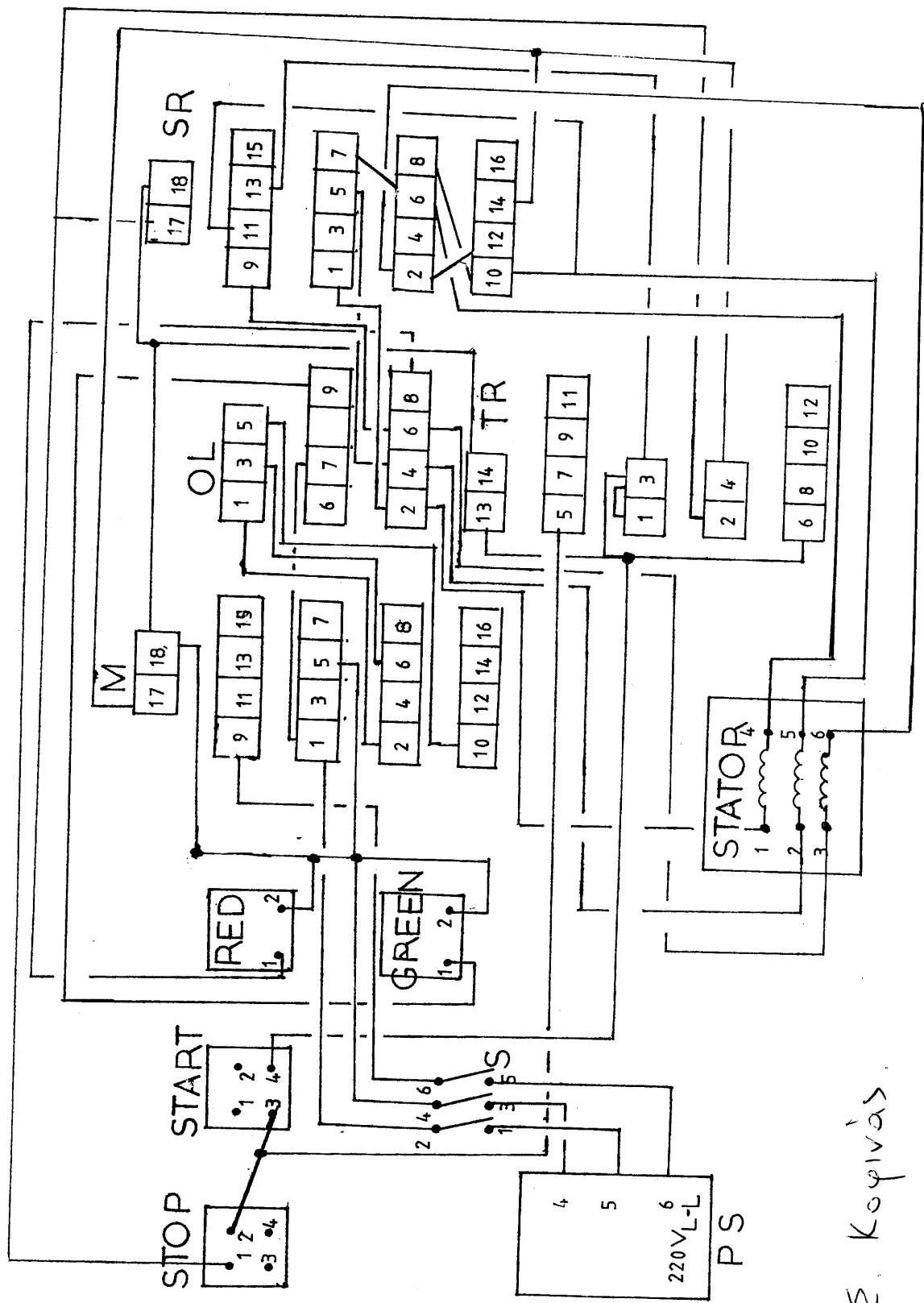
.....

.....

.....

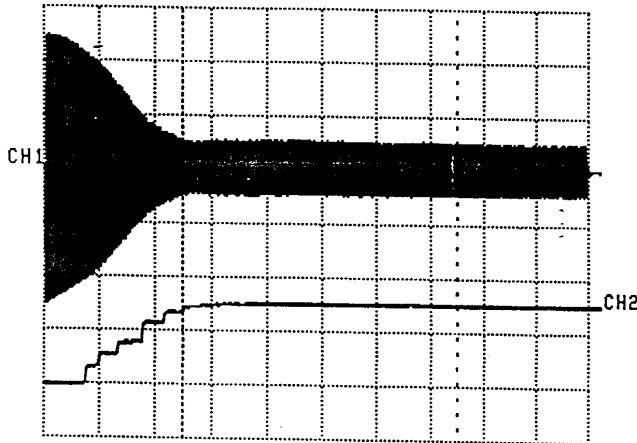
.....

.....



Σ. Κονιδάς

CH1: Ένταση φωτισμού. Ρεύματος. 100mV/A
CH2: Χαρακτηριστική Γραφική. 10cpm/mV



DATE: 24-10-2001
TIME: 09:24:57

SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV:=0.2V
CH2 - VOLTS/DIV:=0.1V
TIMEBASE-SEC/DIV:=0.5s
TRIGGERLEVEL CH2:AUTO
PRETRIGGER :0%
DELTA CURSOR :2.500s
ADD CH1,CH2 :OFF

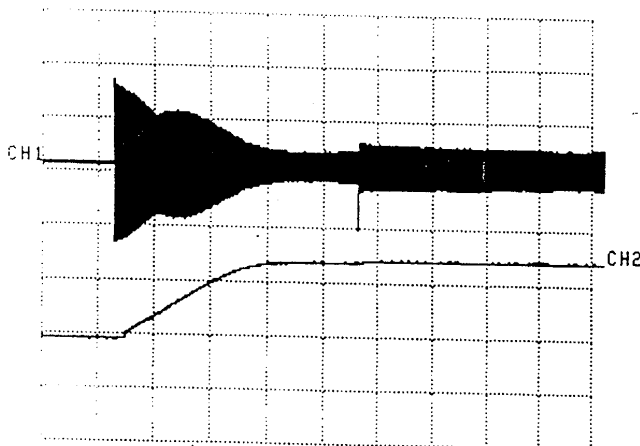
PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1:0-9
ZOOMRANGE - CH2:0-9
HARDCOPY SOURCE :HM 488

REMARKS:



Σχ2. Αν ευθείας ευθείας βετρίχω
(χωρίς δοτικό) [Ρεύμα ευθείας 5A]
δύο φορές στην περιοχή 1500



DATE: 17-10-2001
TIME: 12:23:47

SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV:=0.2V
CH2 - VOLTS/DIV:=0.2V
TIMEBASE-SEC/DIV:=5s
TRIGGERLEVEL CH2:AUTO
PRETRIGGER :0%
DELTA CURSOR :OFF
ADD CH1,CH2 :OFF

PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1:0-9
ZOOMRANGE - CH2:0-9
HARDCOPY SOURCE :HM 488

REMARKS: * 2 χαρτίλια



Σχ3 Ευθείας Δ - Δ (χωρίς δοτικό)

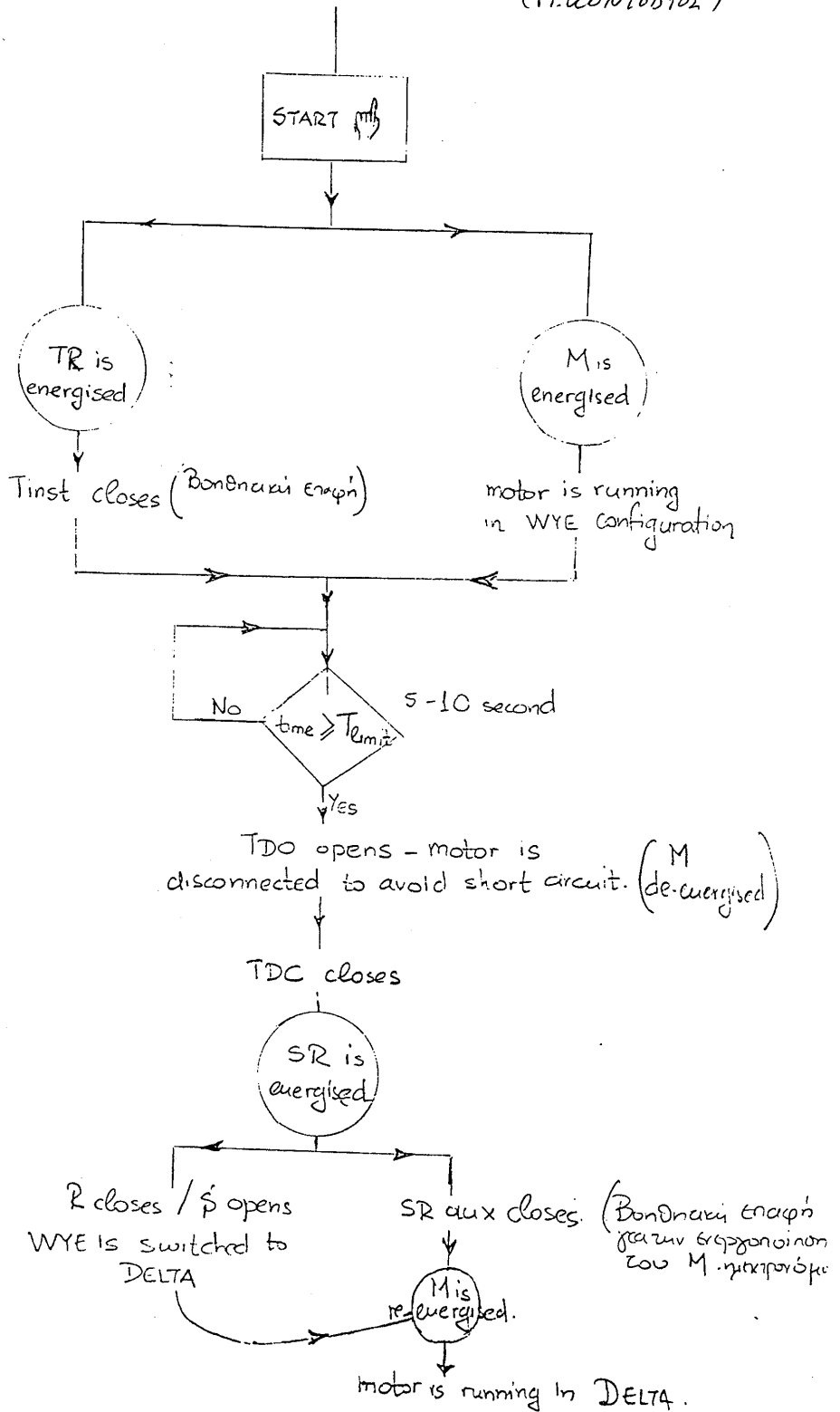
[Ρεύμα ευθείας 3A]

≈ 1500 GTP/A στην περιοχή

(Α.ΦΑΡΑΚΑΤΟΥ)

ΛΟΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

(Α. ΚΟΝΤΟΔΙΟΣ)





**Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ Σ.Ρ.
Χαρακτηριστικές γεννητριών Σ.Ρ.
Παραλληλισμός γεννητριών Σ.Ρ.

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :

Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :

Ημερομηνία Πειράματος :

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ Σ.Ρ.
Χαρακτηριστικές γεννητριών Σ.Ρ.
Παραλληλισμός γεννητριών Σ.Ρ.

* Στην προετοιμασία του πειράματος αυτού, έχουν κατά καιρούς συμμετάσχει οι :

I.K. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
ΑΡ. ΜΑΓΟΥΛΑΣ
Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗΣ

* ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο Πειραμάτων Lab Volt, 1978
2. I.K. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ, “Ηλεκτρικές Μηχανές”, ΣΝΔ 1981

Έκδοση 1999

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πείραμα αυτό εξετάζονται οι γεννήτριες συνεχούς ρεύματος. Αρχικά λαμβάνεται η στατική χαρακτηριστική για γεννήτριες ξένης διεγέρσεως και παραλλήλου διεγέρσεως και στη συνέχεια η χαρακτηριστική τάσεως για γεννήτρια παραλλήλου διεγέρσεως. Ακολούθως μελετάται το θέμα του παραλληλισμού δυο γεννητριών συνεχούς ρεύματος παραλλήλου διεγέρσεως και γίνεται κατανομή της ισχύος σε κοινό τροφοδοτούμενο φορτίο.

— ✕ —

Εργαστηριακό πείραμα

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

- A. ΞΕΝΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΣ
B. ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΣ

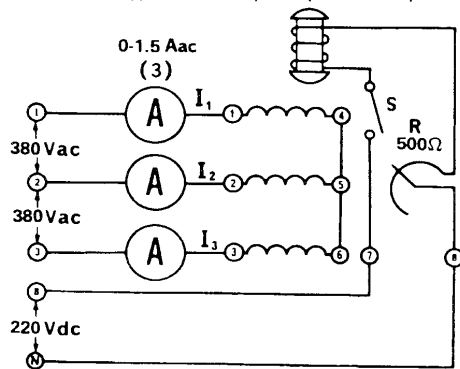
1. Σκοπός

- Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι η μελέτη των ιδιοτήτων της γεννητριάς ΣΡ ξένης και παραλλήλου διεγέρσεως, σε λειτουργία με και χωρίς φορτίο.
- Κατασκευή της στατικής χαρακτηριστικής καμπύλης.
- Κατασκευή της χαρακτηριστικής καμπύλης φορτίου.
- Παρατήρηση και καταγραφή στον παλμογράφο της κυματομορφής τάσεως της γεννήτριας.

2. Εκτέλεση

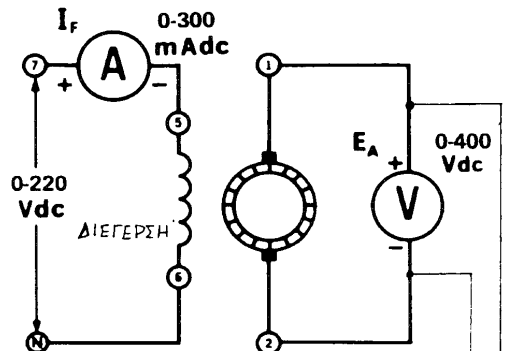
A. ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΞΕΝΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΣ

1. Πραγματοποιούμε την συνδεσμολογία του σχήματος.

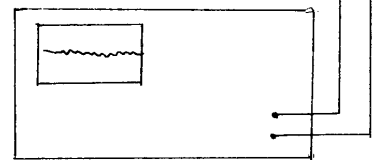


Συγχρονος κινητήρας
(κινουσα μηχανή)

- Να επιτευχθεί αριθμός στρεφών
 $n_1 = 1500$ r.p.m.



Γεννητρία Σ.Ρ.
ξένης διεγέρσεως



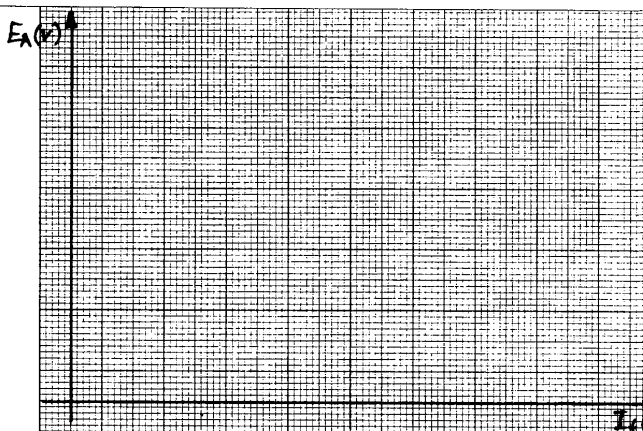
Παλμογράφος

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

- Οι ψήκτρες να είναι στην ουδετέρα "ηλεκτρολογικά" γώνη
- Η διεγερση του κινητήρα να είναι τέτοια ώστε να επιτυγχάνεται η μικρότερη ένταση ρεύματος τυμπάνου.

2. Μεταβάλλοντας την τάση τροφοδοσίας του τυλίγματος διεγέρσεως, ώστε να μεταβάλλεται το ρεύμα I_f , συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα,

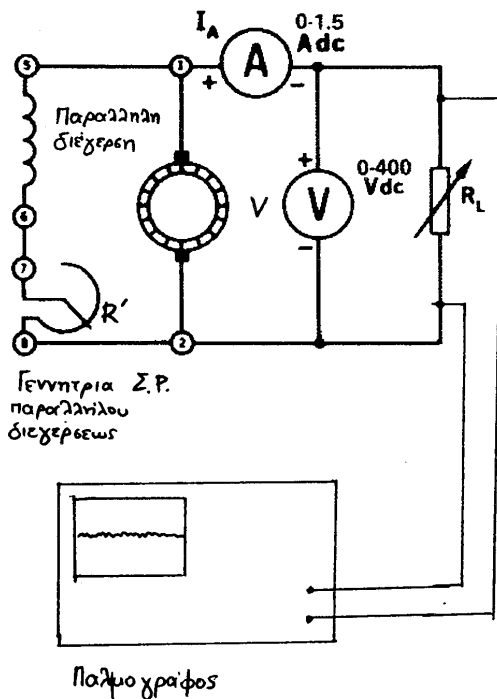
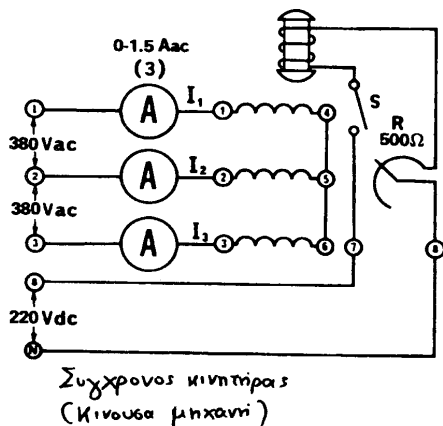
I_f mA (ρεύμα διεγέρσεως)	E_A (Volts)	
	n_1	n_2
0		
50		
100		
150		
200		
250		
300		



3. Χαράξτε την καμπύλη $E_A(I_f)$.
4. Τι παρατηρείτε για την πολικότητα της τάσεως E_A , όταν:
- Αντιστραφεί η πολικότητα της διεγέρσεως (ανταλλαγή των ακροδεκτών 5 και 6)
 - Αντιστραφεί η φορά περιστροφής της κινητήριας μηχανής (ανταλλαγή δύο οποιονδήποτε από τους ακροδέκτες του τριφασικού τυμπάνου).
5. Επαναλάβετε τις μετρήσεις και χαράξτε την καμπύλη $E_A(I_f)$ για διαφορετικό αριθμό στροφών $n_2 = 1000$ r.p.m.

B. ΓΕΝΗΤΡΙΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΣ

1. Πραγματοποιούμε την συνδεσμολογία του σχήματος.

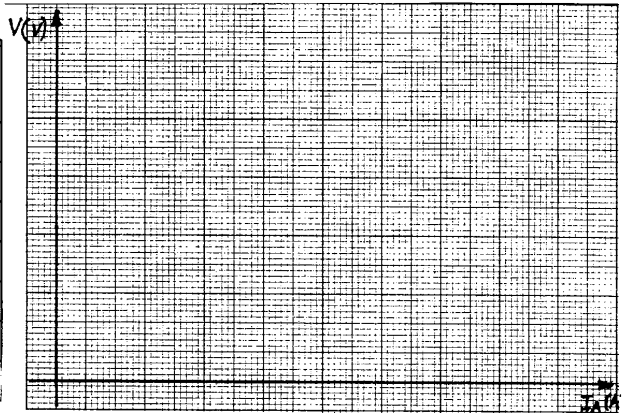


ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

- Οι ψήκτρες να είναι στην ουδετέρα ηλεκτρολογικά γωνία
- Η διέγερση του κινητήρα να είναι τέτοια ώστε να επιτυγχάνεται η μικρότερη ένταση ρεύματος τυμπάνου.

2. Ελέγξατε την ορθότητα της πολικότητας του τυλίγματος διεγέρσεως της γεννήτριας. Με το ροοστάτη R' στην ελάχιστη τιμή πρέπει να αρχίσει να εμφανίζεται αυξανόμενη τάση εν κενώ, ($R_L=0$), μόλις αρχίσει να λειτουργεί η κινούσα μηχανή.
3. Μετρήστε την τάση κενής λειτουργίας E_{A0} . Μεταβάλεται όταν αλλάζει η θέση του ροοστάτη R' ;
4. Συνδέοντας το φορτίο R_L , και για διάφορες τιμές του να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας
5. Να χαραχθεί η καμπύλη $V=V(I_A)$. Να χρησιμοποιηθεί διέγερση, $I_f=0,25A$

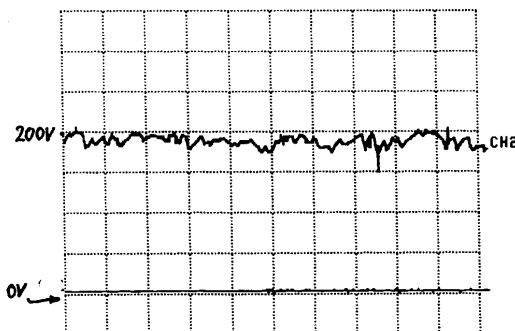
R_L (Ω)	I_A (A)	V (V)	ΙΣΧΥΣ (W)



6. Υπολογίσατε την διακύμανση τάσεως ($E\%$) της γεννήτριας από την εν κενώ λειτουργία μέχρι την κανονική λειτουργία ($I_A=0.5A$)

$$E(\%) = \frac{V(I_A=0) - V(I_A=I_{on})}{V(I_A=0)} \times 100 (\%)$$

7. Να γίνει μετακίνηση ζών ψηκτρών και να παρατηρηθούν οι σπινθήρισμοί στον δολαϊέκτη



Καταγραφή ζών παλμογραφο
της τάσης της γεννήτριας

(Παρατηρούμε ότι δεν είναι μια
συνεχής γραμμή, αλλά εμφανίζει
κυματισμούς)

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Μελέτη τῶν ἰδιοτήτων τῆς γεννητρίας ΣΡ ξένης (παράλληλου) διεγέρσεως ὑπὸ ἄφορτον (ἐν κενῷ) καὶ ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίαν.
2. Κατασκευὴ τῆς στατικῆς χαρακτηριστικῆς καμπύλης (saturation curve) τῆς γεννητρίας.
3. Κατασκευὴ τῆς χαρακτηριστικῆς ὑπὸ φορτίον καμπύλης τῆς γεννητρίας ἐκ τῆς σχέσεως μεταξὺ τῆς τάσεως τοῦ δρομέως καὶ τῆς δι' αὐτοῦ διερχομένης ἐντάσεως.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Μία ἡλεκτρικὴ μηχανή ΣΡ (DC) δύναται νά λειτουργήσῃ ἢ ὡς κινητήρ ἢ ὡς γεννήτρια. Ὁ κινητήρ μετατρέπει τήν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν ἐνῷ ἡ γεννήτρια μετατρέπει τήν μηχανικὴν ἐνέργειαν εἰς ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν. Ἐπομένως ὁ ἄξων τῆς γεννητρίας θά πρέπει νά κινηθῇ μηχανικῶς ὥστε αὕτη νά παράγῃ ἡλεκτρισμόν.

Δεδομένου ὅτι τό τυλίγμα τῆς διεγέρσεως εἶναι ἓνας ἡλεκτρομαγνήτης, πρέπει νά δημιουργηθῇ μαγνητικόν πεδίον, νά διαρρεύσῃ ἐντασις διὰ τοῦ ἐν λόγῳ τυλίγματος. Αὕτῃ ἡ ἐντασις καλεῖται ἐ ν τ α σ ι ς δ ι ε γ έ ρ σ ε ω ς καὶ δύναται νά τροφοδοτηθῇ εἰς τό τυλίγμα τῆς διεγέρσεως διὰ δύο μεθόδων:

Ἐπὶ ἐξωτερικῆς κεχωρισμένης πηγῆς ΣΡ ὁπότε ἡ γεννήτρια καλεῖται γεννήτρια ξένης διεγέρσεως (κεχωρισμένης διεγέρσεως) (separately excited generator) ἢ

Ἐπ' αὐτῆς ταύτης τῆς γεννητρίας ὁπότε αὕτη καλεῖται αὐτοδιεγειρόμενη γεννήτρια (self excited generator).

ὑποθέσατε ὅτι τό πηνίον παράλληλου διεγέρσεως διεγείρεται ὑπὸ ἐντάσεως ΣΡ καὶ δημιουργεῖται τοιοῦτοτρόπως ἐν μαγνητικόν πεδίον. Ἐάν ὁ δρομέυς περιστραφῇ δι' ἐφαρμογῆς μηχανικῆς ἐνεργείας ἐπὶ τοῦ ἄξονός του, τὰ πηνία τοῦ δρομέως θά διασταυρῶνουν τήν μαγνητικὴν ροὴν καὶ τοῦτο θά ἐπάγῃ τάσιν εἰς τὰ πηνία αὐτά. Αὕτῃ εἶναι τάσις ΕΡ (AC) καὶ διὰ νά λάβωμεν ἐκ τῆς γεννητρίας τάσιν ΣΡ (DC) θά πρέπει νά χρησιμοποιηθῇ ἓνας ἀνορθωτής. Τόν ρόλον τοῦ ἀνορθωτοῦ ἀναλαμβάνει ὁ συλλέκτης καὶ αἱ ψήκτραι.

Ἡ ἐπαγομένη εἰς τὰ πηνία τάσις (καί ἐν ἀκολουθείᾳ ἡ τάσις ΣΡ εἰς τὰς ψήκτρας) ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ δύο στοιχείων, ἥτοι: Τὴν ταχύτητα περιστροφῆς καὶ τὴν ἔντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἐάν ἡ ταχύτης διπλασιασθῇ, ἡ τάσις διπλασιάζεται. Ἐάν ἡ ἔντασις τοῦ πεδίου αὐξηθῇ κατὰ 20% ἡ τάσις ὠσαύτως αὐξάνεται κατὰ 20%. Ἄν καὶ διὰ τὴν ξένην διέγερσιν ἀπαιτεῖται ἡ χρῆσις κεχωρισμένης πηγῆς ἰσχύος, αὕτη εἶναι χρήσιμος εἰς περιπτώσεις κατὰ τὰς ὁποίας ἡ γεννήτρια πρέπει νὰ ἀντιδρᾷ ταχέως καὶ ἀκριβῶς εἰς τὰς ἀπαιτουμένας μεταβολὰς ἐξωτερικῆς πηγῆς ἐλέγχου ἢ ὅταν ἀπαιτοῦνται μεγάλαι μεταβολαὶ τῆς τάσεως ἐξόδου (τροφοδοτήσεως).

Ἐφ' ὅσον εἰς τὴν γεννήτριαν δέν ἔχει συνδεθεῖ ἡλεκτρικόν φορτίον (κατανάλωσις), δέν ὑφίσταται ροή ἐντάσεως καὶ ὑφίσταται μόνον τάσις εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἐξόδου τῆς γεννητρίας. Ἀλλά ἐάν εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἐξόδου συνδεθῇ ἓν φορτίον ἀντιστάσεως, θὰ ἀρχίσῃ ροή ἐντάσεως καὶ ἡ γεννήτρια θὰ ἀρχίσῃ νὰ τροφοδοτῇ ἡλεκτρικὴν ἰσχύν εἰς τὸ φορτίον.

Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ μηχανὴ ἡ ὁποία δίδει κίνησιν εἰς τὸν ἄξονα τοῦ δρομέως πρέπει νὰ δώσῃ ἐπιπρόσθετον μηχανικὴν ἐνέργειαν εἰς τὴν γεννήτριαν. Αὐτὸ συνοδεύεται συνήθως ὑπὸ θορύβου καὶ κραδασμῶν προερχομένων ἐκ τοῦ κινητήρος καὶ τῆς γεννητρίας ὡς ἐπίσης ὑπὸ πτώσεως τῆς ταχύτητος.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Μελέτη τῶν ἰδιοτήτων τῆς γεννητρίας ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως ὑπὸ ἄφορτον καὶ ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίαν.
2. Ἐκμάθησις τοῦ τρόπου συνδέσεως τῆς γεννητρίας παραλλήλου διεγέρσεως.
3. Κατασκευὴ τῆς χαρακτηριστικῆς ὑπὸ φορτίον καμπύλης τῆς γεννητρίας ἐκ τῆς σχέσεως μεταξύ τῆς τάσεως τοῦ δρομέως καὶ τῆς δι' αὐτοῦ διερχομένης ἐντάσεως.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Ἡ γεννήτρια ξένης διεγέρσεως (Ἐργαστηριακὸν Πείραμα ὑπ' ἀρ. 27) ἔχει πολλὰς ἐφαρμογὰς, ἔχει ὅμως τὸ μειονέκτημα ὅτι ἀπαιτεῖται ἡ ὑπαρξίς κεχωρισμένης πηγῆς ἰσχύος Συνεχοῦς Ρεύματος (DC) διὰ τὴν διέγερσιν τοῦ πεδίου τῆς γεννητρίας. Αὐτὸ μεταφράζεται ἀφ' ἐνός μὲν εἰς χρηματικὸν κόστος ἀφ' ἑτέρου δέ εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις δέν εἶναι πρόσφορος ἡ χρῆσις τῆς λόγῳ περιορισμένου διατιθεμένου χώρου. Ὅταν τοῦτο συμβαίνει κρίνεται ὡς πλέον κατάλληλος ἡ χρῆσις ἀντ' αὐτῆς, τῆς αὐτοδιεγειρομένης γεννητρίας ΣΡ.

Εἰς τὴν αὐτοδιεγειρομένην γεννήτριαν ΣΡ τὸ τύλιγμα τῆς διεγέρσεως συνδέεται εἰς τὴν ἐξόδον τῆς γεννητρίας. Δύναται νὰ συνδεθῇ εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἐξόδου ἐν σειρᾷ, ἐν παραλλήλῳ ἢ ἐν συνδιασμῷ τῶν δύο προηγουμένων (ἐν σειρᾷ - παραλλήλῳ). Ὁ τρόπος συνδέσεως τῆς διεγέρσεως (ἐν παραλλήλῳ, ἐν σειρᾷ

ἢ σύνθετος) καθορίζει πολλά ἐκ τῶν χαρακτηριστικῶν τῆς γεννητρίας.

Ἡ κατασκευὴ ὅλων τῶν ἀνωτέρω γεννητριῶν δύναται νὰ εἶναι ταυτόσημος, ἡ αὐτοδιέγερσις δέ ἐπιτυγχάνεται ὑπὸ τοῦ παρὰ μόνοντος μαγνητισμοῦ εἰς τοὺς πόλους τοῦ στάτου. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς περιστροφῆς τοῦ δρομέως ἐπάγεται εἰς τὰ τυλίγματα τοῦ μίας μικρὰ τάσις. Ὅταν τὸ τύλιγμα τῆς διεγέρσεως συνδεθῇ παραλλήλως (shunt) πρὸς τὸν δρομέα, θά παρατηρηθῇ ῥοὴ μικρᾶς ἐντάσεως διεγέρσεως. Ἐάν αὐτὴ ἡ μικρὰ ἐντάσις διεγέρσεως, ρέει κατὰ τὴν κατάλληλον διεύθυνσιν, ὁ παραμένων μαγνητισμὸς θά ἐνισχυθῇ καὶ ἐν συνεχείᾳ θά αὐξηθῇ ἡ τάσις τοῦ δρομέως μέ ἐπακόλουθον τὴν ἐμφάνισιν μιᾶς ταχύτατα αὐξανομένης τάσεως.

Εάν η έντασις διεγέρσεως ρέει κατά τήν λανθασμένην δι-
εύθυνσιν, ὁ παραμένων μαγνητισμός θά ἐλαττωθῇ καί ὁ ἐν θά ἐ-
πακολουθήσῃ ἡ ἐμφάνισις τῆς αὐξανομένης τάσεως. Ἡ κατάστα-
σις αὕτῃ διορθώνεται διὰ τῆς ἀντιστροφῆς τῶν ἀγωγῶν συνδέσε-
ως τῆς παραλλήλου διεγέρσεως. Τό παρόν Ἑργαστηριακόν Πεί-
ραμα σκοπὸν ἔχει νά δείξῃ αὐτά τὰ σχετικὰ μέ τας γεννητρίας
κύρια σημεῖα.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Μελέτη τῶν ἰδιοτήτων τῶν γεννητριῶν ΣΡ συνθέτου διεγέρ-
σεως ὑπὸ ἀφόρτον καί ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίαν.
2. Ἐκμάθησις τοῦ τρόπου συνδέσεως τῆς γεννητρίας συνθέτου
διεγέρσεως καί τῆς γεννητρίας διαφορικῆς συνθέτου διεγέρ-
σεως.
3. Κατασκευὴ τῆς χαρακτηριστικῆς ὑπὸ φορτίον καμπύλης τῶν
δύο γεννητριῶν ἐκ τῆς σχέσεως μεταξὺ τῶν τάσεων τῶν δρο-
μῶν τῶν καί τῶν δι' αὐτῶν διερχομένων ἐντάσεων.

ΑΠΑΙΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Αἱ γεννητρίαι παραλλήλου διεγέρσεως ἔχουν τὸ μειονέ-
κτημα ὅτι μεταβάλλεται ἡ έντασις φορτίου τῶν ἐκ τῆς ἀφόρτου
εἰς τήν ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίαν καί κατὰ συνέπειαν
μεταβάλλεται ἡ τάσις τήν ὁποίαν αὐται τροφοδοτοῦν. Ἡ οὐχί
καλὴ διακύμανσις τῆς τάσεως τῶν ὠφείλεται εἰς τρεῖς παράγον-
τες:

α) Ἡ έντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐλαττοῦται καθὼς ἡ τά-
σις τοῦ δρομέως ἐλαττοῦται καί αὕτη ἐλαττώνει περαιτέρω τήν
έντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἡ ὁποία ἐν συνεχείᾳ ἐλαττώνει
τήν τάσιν τοῦ δρομέως κ.ο.κ.

β) Ἡ πτώσις τῆς τάσεως τοῦ δρομέως (ἀπώλειαι I^2R) ἐκ τῆς
ἀφόρτου εἰς τήν ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίαν.

γ) Ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος τῆς γεννητρίας εἶναι δυνατόν νά μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ φορτίου. (Τοῦτο συμβαίνει ἰδιαιτέρως ὅταν οἱ κινητήρες εἶναι μηχαναί ἐσωτερικῆς καύσεως ἢ ἐπαγωγικοί κινητήρες).

Τά δύο τυλίγματα διεγέρσεως (παράλληλον καί σειρᾶς) τῆς συνθέτου γεννητρίας τοποθετοῦνται τοιουτοτρόπως ὥστε τά μαγνητικά των πεδία νά ὑποβοηθοῦνται μεταξύ των. Οὕτω, ὅταν ἡ ἔντασις φορτίου αὐξάνει, ἡ διά τοῦ παραλλήλου τυλίγματος ἔντασις ἐλαττοῦται καί τοῦτο ἐλαττώνει τήν ἔντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἀλλά ἐάν ἡ αὐξηθεῖσα ἔντασις φορτίου συνδεθῇ κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε νά διαρρεύσῃ τό τύλιγμα σειρᾶς, θά αὐξηθῇ ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἐάν ἔχωμεν τόν κατάλληλον ἀριθμόν σπειρῶν εἰς τό τύλιγμα σειρᾶς, ἡ αὐξησης τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἀντισταθμίξῃ τήν ἐλάττωσίν του τήν ὁποίαν προκαλεῖ τό παράλληλον τύλιγμα. Τό συνδεδιασμένον μαγνητικόν πεδίων θά παραμένῃ σχεδόν ἀμετάβλητον καί θά ὑφίσταται μόνον μικρά ἀλλαγὴ τῆς τάσεως τροφοδοτήσεως ἐκ τῆς ἀφόρτου εἰς τήν ὑπό πλήρες φορτίον λειτουργίαν.

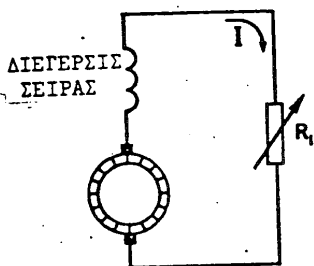
Ἐάν τό τύλιγμα σειρᾶς συνδεθῇ τοιουτοτρόπως ὥστε ἡ ἔντασις τοῦ δρομέως νά ρέῃ κατὰ τοιαύτην διεύθυνσιν ὥστε νά ἀντιτίθεται εἰς τό πεδίων τοῦ παραλλήλου τυλίγματος θά ἔχωμεν μίαν Γεννήτριαν διαφορικῆς συνθέτου διεγέρσεως (differential compound generator). Αὗτός ὁ τύπος τῆς γεννητρίας ἔχει οὐχί καλὴν διακύμανσιν ἀλλὰ εἶναι χρήσιμος δι' ἐφαρμογὰς ὡς ἠλεκτροσυγκολήσεις καί φωτισμοί βολταϊκοῦ τόξου εἰς τὰς ὁποίας ἡ σταθερά ἔντασις τροφοδοτήσεως εἶναι περισσότερον ἀπαραίτητος τῆς σταθερότητος τῆς τάσεως τροφοδοτήσεως. Ὁ σκοπὸς τοῦ παρόντος Ἐργαστηριακοῦ Πειράματος εἶναι νά δείξῃ αὐτά τά κύρια σημεῖα.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Μελέτη τῶν ἰδιοτήτων τῆς γεννητρίας ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς.
2. Ἐκμάθησις τοῦ τρόπου συνδέσεως τῆς γεννητρίας διεγέρσεως σειρᾶς.
3. Κατασκευὴ τῆς χαρακτηριστικῆς ὑπὸ φορτίον καμπύλης τῆς γεννητρίας ἐκ τῆς σχέσεως μεταξὺ τῆς τάσεως τοῦ δρομέως καὶ τῆς δι' αὐτοῦ διερχομένης ἐντάσεως.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

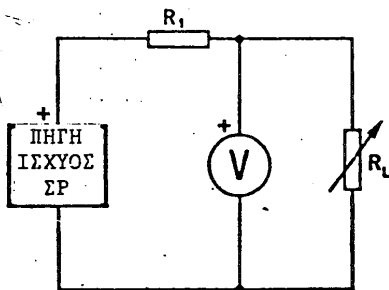
Ὅταν τὸ τύλιγμα τῆς διεγέρσεως συνδεθῇ ἐν σειρᾷ μετὰ τῆς περιελίξεως τοῦ δρομέως, ἡ γεννήτρια καλεῖται Γεννήτρια διεγέρσεως σειρᾶς. Ἡ διὰ τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως ἐντασις διεγέρσεως τῆς γεννητρίας διεγέρσεως σειρᾶς εἶναι ἡ αὐτὴ μετὰ τὴν ἐντασιν τὴν ὁποίαν ἡ γεννήτρια τροφοδοτεῖ τὸ φορτίον. Βλέπε τὸ Σχ. 30-1.



Σχ. 30-1.

Ἐάν τὸ φορτίον ἔχει μεγάλην ἀντίστασιν, ὑπὸ τῆς γεννητρίας δύναται νὰ παραχθῇ μόνον μικρὰ τάσις τροφοδοτήσεως λόγῳ τοῦ ὅτι ἡ ἐντασις τῆς διεγέρσεώς της εἶναι μικρά. Ὅταν τὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοικτόν, ἡ γεννήτρια ἔχει μόνον μικρὰ τάσιν τροφοδοτήσεως λόγῳ τοῦ παραμένοντος μαγνητισμοῦ της. Ἐάν τὸ φορτίον ἀπορροφᾷ ἐντασιν, ἡ ἐντασις διεγέρσεως αὐξάνει, τὸ μαγνητικὸν πεδίου καθίσταται ἰσχυρότερον καὶ ἡ γεννήτρια παράγει τάσιν τροφοδοτήσεως.

Δύνασθε τώρα νά αντιληφθῆτε ὅτι εἰς τήν γεννήτριαν διεγέρσεως σειρᾶς, αἱ μεταβολαί τῆς ἐντάσεως φορτίου ἐπηρεάζουν τά μέγιστα τήν τροφοδοτουμένην ὑπό τῆς γεννητρίας τάσιν. Ἡ γεννήτρια διεγέρσεως σειρᾶς ἔχει οὐχί καλήν διακύμανσιν τάσεως καί δέν συνιστᾶται ἡ χρῆσις της ὡς πηγῆς ἰσχύος.

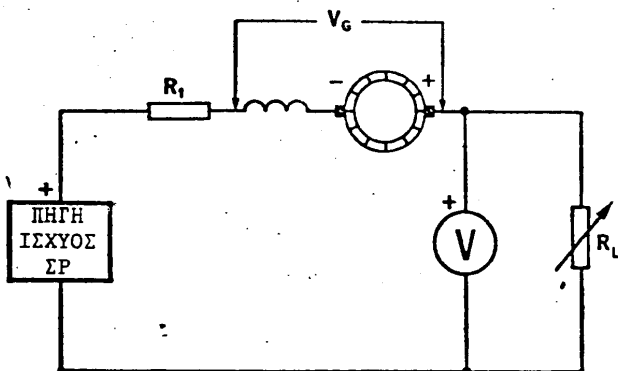


Σχ. 30-2

Αἱ γεννήτριαι διεγέρσεως σειρᾶς χρησιμοποιοῦνται εἰς συστήματα διανομῆς ΣΡ ὡς ἐνισχυταί τάσεως γραμμῆς. Ὑποθέσατε ὡς παράδειγμα τό κύκλωμα τοῦ Σχ. 30-2 εἰς τό ὁποῖον ἡ πηγὴ ἰσχύος τροφοδοτεῖ ἰσχύϊν ΣΡ εἰς τό φορτίον R_L μέσῳ γραμμῆς μεταφορᾶς ἡ ὁποία ἔχει ἀντίστασιν R_I .

Ἡ τάσις τοῦ φορτίου θά κυμαίνεται ἀνάλόγως τῆς μικρᾶς ἢ μεγάλης ἐντάσεως τῆς γραμμῆς. Αὕτῃ ἡ κυμαινομένη τάσις φορτίου δύναται νά διορθωθῇ διὰ τῆς συνδέσεως εἰς τήν γραμμὴν μιᾶς γεννητρίας διεγέρσεως σειρᾶς ὡς εἰς Σχ. 30-3. Καθὼς αὐξάνει ἡ ἐντασις τοῦ φορτίου ἡ τάσις τῆς γεννητρίας V_G αὐ-

ξάνει καί ἀντισταθμίζει τήν πτώσιν τάσεως τῆς γραμμῆς μεταφορᾶς ἡ ὁποία ἔχει ἀντίστασιν R_I καί τοιουτοτρόπως παραμένει σχετικῶς σταθερά ἡ τάσις εἰς τά ἄκρα τοῦ κυμαινομένου φορτίου.



ΠΡΟΧΕΙΡΟ

—*—

Σ.Ν.Δ.

ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΕΚΠ. ΕΤΟΣ: .

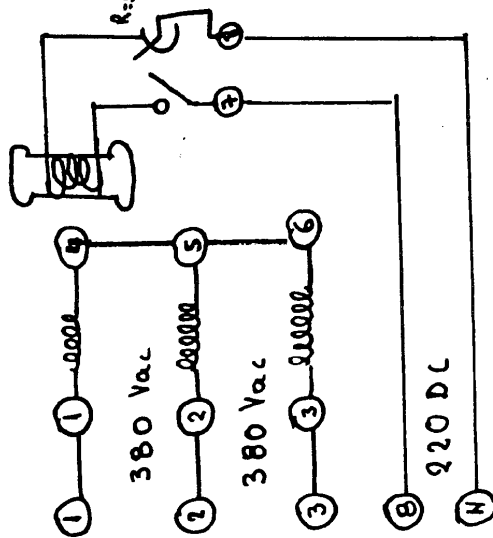
ΤΑΞΗ : Γ' ΝΗΧ/ΚΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

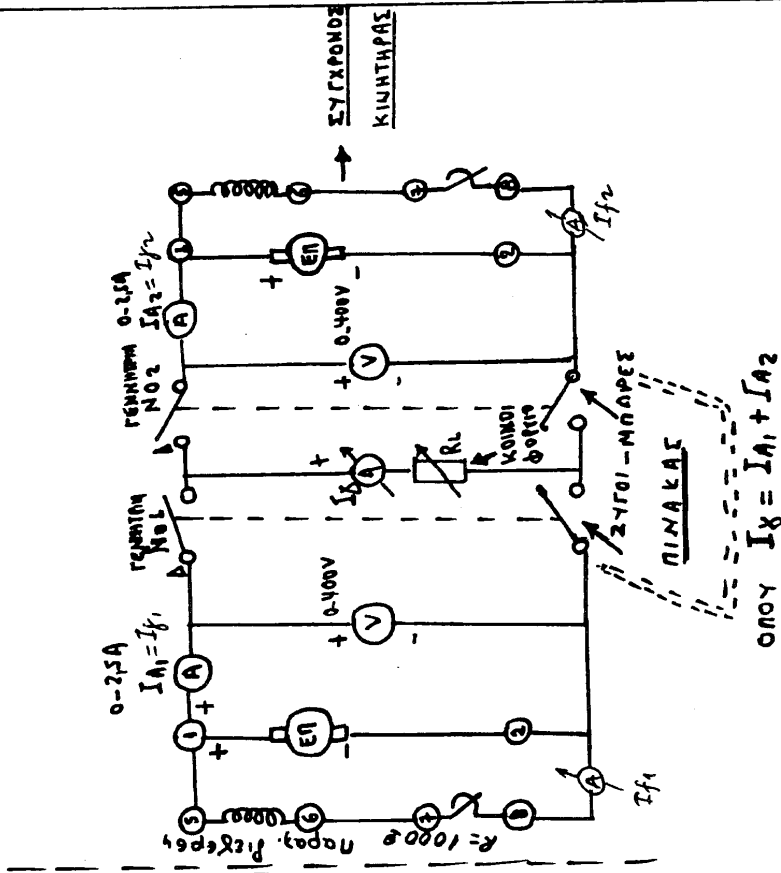
ΠΑΡΑΜΗΛΙΣΜΟΣ ΔΥΟ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ Σ.Ρ.

ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΔΥΟ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΤΡ. ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΥ ΔΙΕΓΕΡΙΣΕΩΣ

ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΜΗΧΑΝΗ

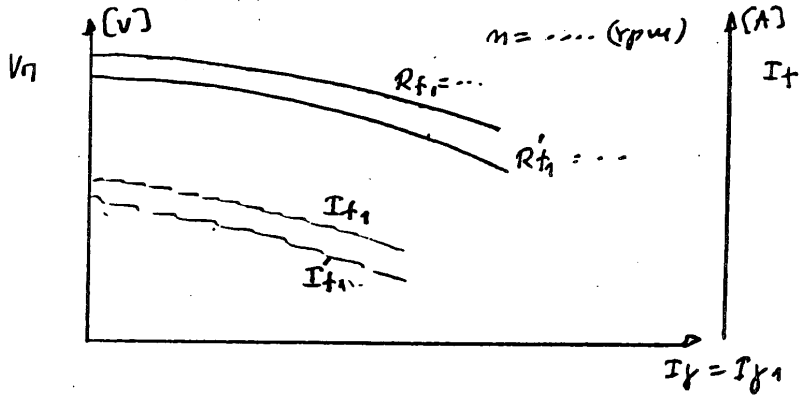


ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

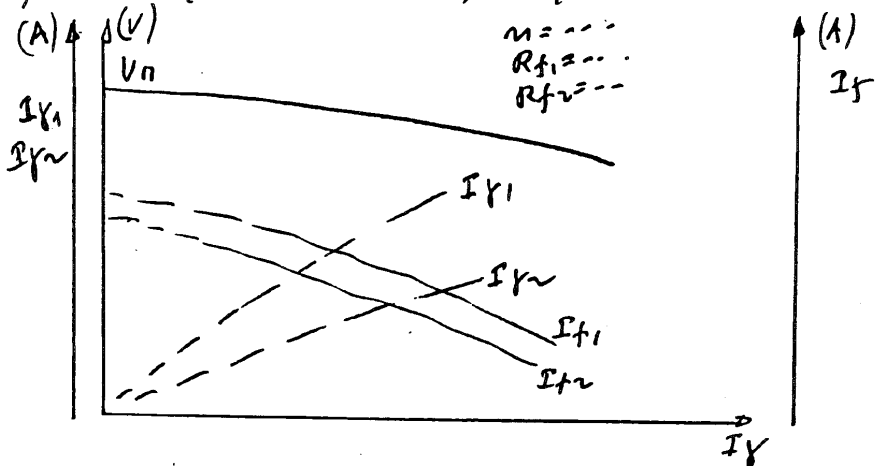


ΟΠΟΥ $I_X = I_{A1} + I_{A2}$

(Α) Η μία γεννήτρια μόνο σε γενεσις (π.χ. $n=1$)



(Β) και οι δύο γεννήτριες παραγωγικές αλληλά με διαφορετική διεύθυνση ή καθεμία ώστε να μην υπάρχει ισοκατανόμη φορτίου

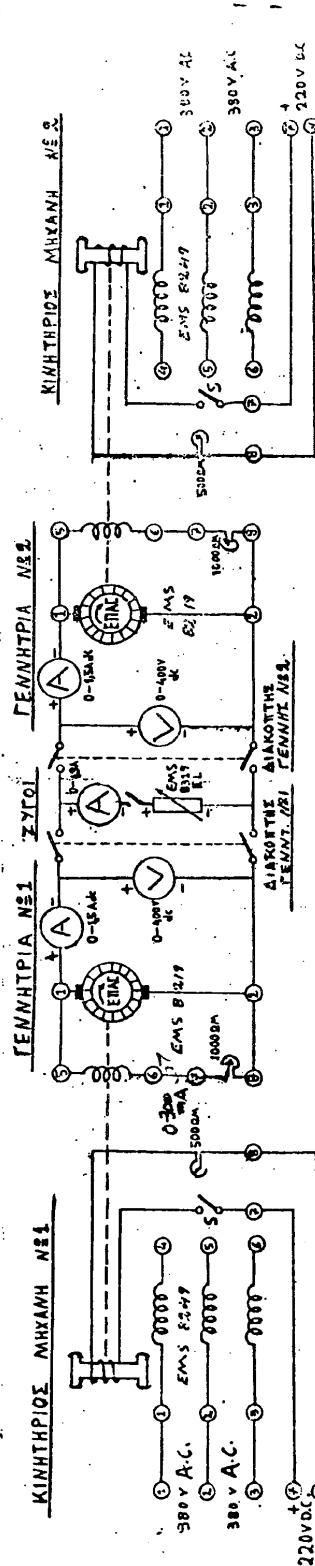


(Γ) το ίδιο όπως το (Β) αλλά με ίδιο ζεύγος ροπών: $R'fi1 = \dots$
 $R'fi2 = \dots$

("ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ" καμπυλών για το ΠΕΙΡΑΜΑ)
παραλληλισμός γεννητριών Σ-Ρ.

ΟΡΓΑΝΑ Ε419

Α.Σ. 8249	ΟΠΤ. 8419	ΟΡΓ. 8419
ΠΡΟΦΟΔΟΤ. 8839	Δ.Σ. Ν81 8219	ΔΙΑΚΟΜΤΕΣ RL 8219
	Α.Σ. 8249	Δ.Σ. Ν82 8219



ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ ΓΕΝΗΤΗΡΙΩΝ Σ.Ρ. 220 VOLTS

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ Ν81 ΓΕΝΗΤΗΡΙΩΣ

1. Ενεργοποιείται από τον διακόπτη.
2. Βεβαιώνεται ότι οι γεννήτριες είναι εντάξει.
3. Οι ροοστάτες διατάσσονται για να...

...και οι ροοστάτες των γεννητριών 82
ΑΡ (όλη η αντίσταση των
στο κύκλωμα διατάσσεται των)

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

1. Μην ξεχνάτε να...
2. Ο διακόπτης S να είναι στην θέση...
3. Βεβαιώνεται ότι οι γεννήτριες...
4. Κρατώντας τους...

ΚΡΑΤΗΣΗ ΓΕΝΗΤΗΡΙΩΝ

1. Βλέπεται εντός των...
2. Εργάζεται ΑΡ...
3. Βεβαιώνεται ότι...
4. Κρατώντας τους...

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ Ν82 ΓΕΝΗΤΗΡΙΩΣ

1. Αφαιρείται από την...
2. Κλείνεται από...
3. Ισχυροποιείται το...
4. Βλέπεται εντός...

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

**Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ Σ.Ρ.

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :

Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :

Ημερομηνία Πειράματος :

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ Σ.Ρ.

Κινητήρας Σ.Ρ Παραλλήλου Διεγέρσεως

Κινητήρας Σ.Ρ. Διεγέρσεως Σειράς

Κινητήρας Σ.Ρ. μικτής Διεγέρσεως

*** Στην προετοιμασία του πειράματος αυτού, έχουν κατά καιρούς συμμετάσχει οι :**

Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ

ΑΡ. ΜΑΓΟΥΛΑΣ

Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗΣ

Μ. ΒΙΚΑΤΟΣ

Σ. ΠΕΡΡΟΣ

Π. ΚΟΝΤΟΔΙΟΣ

*** ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Εγχειρίδιο Πειραμάτων Lab Volt, 1978
2. Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ, “Ηλεκτρικές Μηχανές”, ΣΝΔ 1981

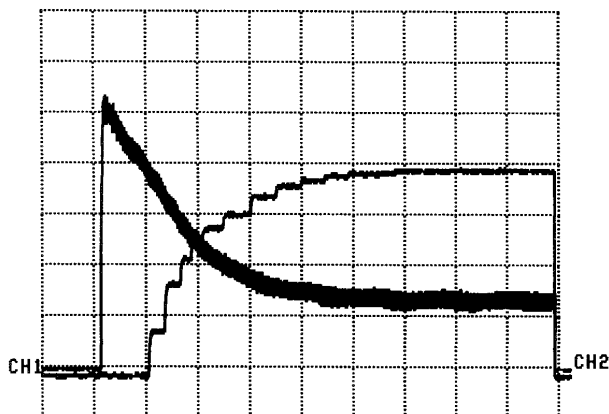
Έκδοση 1999

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πείραμα αυτό γίνεται αρχικά καταγραφή του ρεύματος και των στροφών, κατά τη διάρκεια της εκκίνησης, για κινητήρα Σ.Ρ. παραλλήλου διεγέρσεως. Στη συνέχεια λαμβάνονται οι καμπύλες ροπής-στροφών $T(n)$ για κινητήρες Σ.Ρ. με διαφόρων ειδών διεγέρσεις.

A) ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ **ΚΙΝΗΤΗΡΑ Σ.Ρ. ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΣ**

Να γίνει η συνδεσμολογία κινητήρα Σ.Ρ. παραλλήλου διεγέρσεως και να καταγραφούν με τη βοήθεια παλμογράφου, σηματολήπτη ρεύματος, και ψηφιακού στροφομέτρου το ρεύμα εκκινήσεως και οι στροφές του κινητήρα. Παρακάτω δίνονται δυο σχήματα με παρόμοιες περιπτώσεις καταγραφής.



Ρεύμα - Στροφές
(CH2) (CH1)

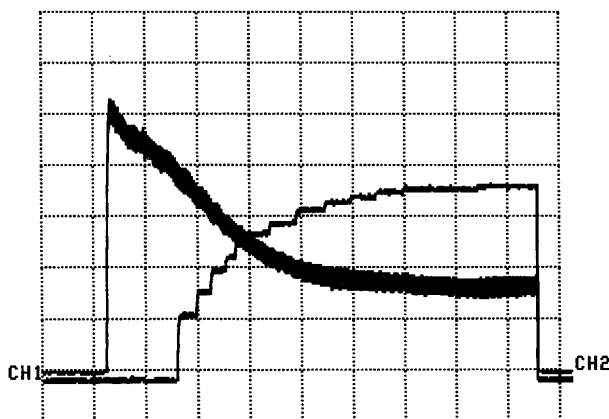
Εκκίνηση χωρίς αρχική ροπή

DATE: 05-04-1995
TIME: 15:34:57

SIGNALPARAMETER:
CH1 - VOLTS/DIV:=2mV
CH2 - VOLTS/DIV:=0.5V
TIMEBASE-SEC/DIV:=0.5s
TRIGGERLEVEL CH1:AUTO
PRETRIGGER :0%
DELTA CURSOR :OFF
ADD CH1,CH2 :OFF

PRINTERPARAMETER:
ZOOMRANGE - CH1:0-9
ZOOMRANGE - CH2:0-9
HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:



Ρεύμα - Στροφές
(CH2) (CH1)

Εκκίνηση με αρχική ροπή 0.2 N.m

DATE: 05-04-1995
TIME: 15:40:33

SIGNALPARAMETER:
CH1 - VOLTS/DIV:=2mV
CH2 - VOLTS/DIV:=0.5V
TIMEBASE-SEC/DIV:=0.5s
TRIGGERLEVEL CH1:AUTO
PRETRIGGER :0%
DELTA CURSOR :OFF
ADD CH1,CH2 :OFF

PRINTERPARAMETER:
ZOOMRANGE - CH1:0-9
ZOOMRANGE - CH2:0-9
HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:



Κλίμακες : Στροφές : 0.01mV/rpm
Ρεύμα : 800mV/A

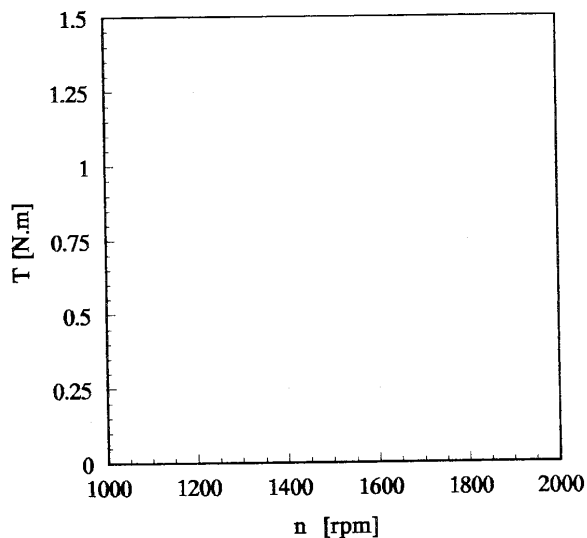
B) ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΡΟΠΗΣ-ΣΤΡΟΦΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΣ
ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ Σ. Ρ.

Να γίνουν οι σχετικές συνδεσμολογίες κινητήρων και να ληφθούν μετρήσεις για την κατασκευή των διαγραμμάτων ροπής-στροφών. Να καταγραφούν επίσης η τάση τροφοδοσίας και το ρεύμα του κινητήρα για κάθε περίπτωση. Παρακάτω δίνονται σχετικά διαγράμματα ροπής-στροφών.

B1) ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΣ

V=.....

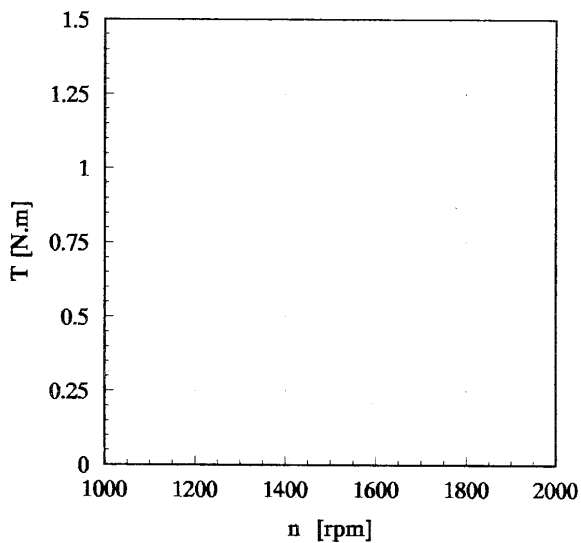
T (N.m)	n (RPM)	Ρεύμα γραμμικό I _g (A)



B2) ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΣΥΝΘΕΤΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΣ

V=.....

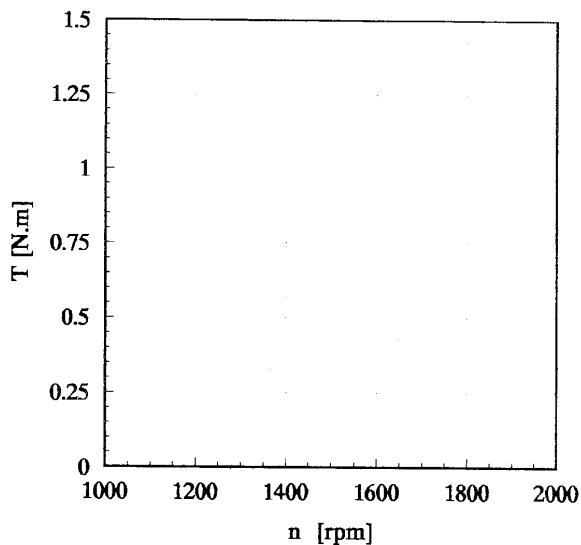
T (N.m)	n (RPM)	Ρεύμα γραμμής I _g (A)

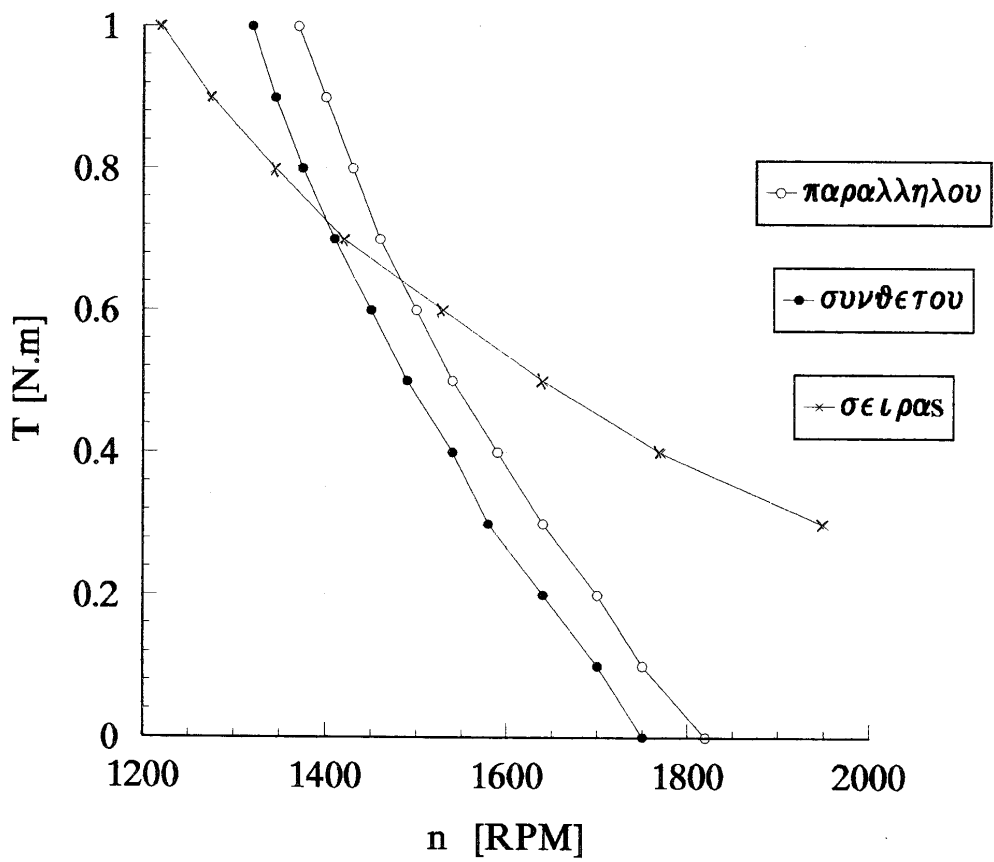


B3) ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΣ ΣΕΙΡΑΣ

V=.....

T (N.m)	n (RPM)	Ρεύμα γραμμής I _g (A)





→ R ←

317

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΝ

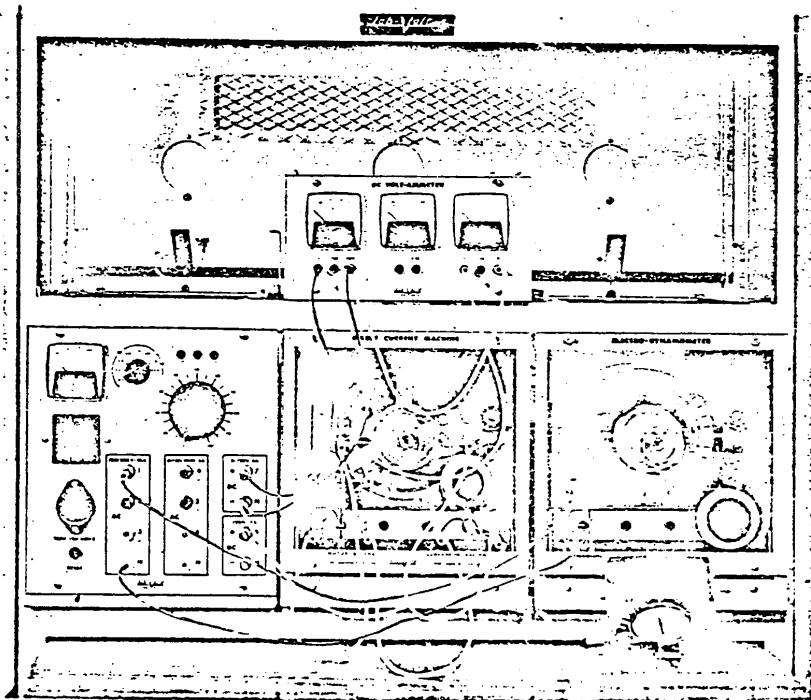
ΠΕΙΡΑΜΑ

ΥΠ' ΑΡ. 24

Ο ΚΙΝΗΤΗΡ ΣΡ

ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΣ

(THE DC SHUNT MOTOR)



ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Μελέτη της σχέσεως μεταξύ ροπής καί ταχύτητος κινητήρος ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως.
2. Ὑπολογισμός βαθμοῦ ἀποδόσεως (efficiency) κινητήρος ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Ἡ ταχύτης οἰουδήποτε κινητήρος ΣΡ ἐξαρτᾶται κυρίως ἐκ τῆς τάσεως διὰ τοῦ δρομέως του καί τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητικοῦ του πεδίου.

Εἰς τοὺς κινητήρας παραλλήλου διεγέρσεως, τὰ τυλίγματα τῆς διεγέρσεως καί τοῦ δρομέως εἶναι ἀπ' εὐθείας ἐν παραλλήλῳ (shunt) συνδεδεμένα μετὰ τῶν γραμμῶν παροχῆς ΣΡ. Ἐάν ἡ τάσις τῆς γραμμῆς ΣΡ εἶναι σταθερά τότε καί ἡ διὰ τοῦ δρομέως τάσις καί ἡ ἐντασις διεγέρσεως θά εἶναι σταθεραί. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτήν, εἶναι φανερόν ὅτι ὁ κινητήρ θά λειτουργῇ ὑπὸ ἀρκετὰ σταθεράν ταχύτητα.

Ἡ ταχύτης τείνει νά ἐλαττωθῇ ὅταν αὐξάνεται τὸ φορτίον τοῦ κινητήρος. Ἡ πτώσις αὐτῆς τῆς ταχύτητος ὀφείλεται κυρίως εἰς τὴν ἀντίστασιν τοῦ τυλίγματος τοῦ δρομέως. Κινητήρες παραλλήλου διεγέρσεως τῶν ὁποίων ἡ ἀντίστασις τοῦ τυλίγματος τοῦ δρομέως εἶναι μικρά, λειτουργοῦν σχεδόν ὑπὸ σταθεράν ταχύτητα.

Ὡς συμβαίνει εἰς ὅλα τὰ μηχανήματα μετατροπῆς τῆς ἐνε-

γείας καί οἱ κινητήρες ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως δέν ἔχουν 100% βαθμόν ἀποδόσεως. Ἐν ἄλλοις λόγοις δέν μετατρέπουν τό σύνολον τῆς παρεχομένης ἡλεκτρικῆς ἰσχύος εἰς μηχανικήν ἰσχύν. Ἡ διαφορά ἰσχύος μεταξύ τροφοδοτουμένης καί παρεχομένης ἰσχύος καταναλίσκεται ὑπό τοῦ κινητήρος ὑπό μορφήν θερμότητος καί συνθέτει τās γνωστές ὡς "ἀ π ὥ λ ε ι α ς" τοῦ μηχανήματος. Αἱ ἀπώλειαι αὗται αὐξάνουν ὅταν αὐξάνει τό φορτίον καί τό ἀποτέλεσμα εἶναι νά θερμαίνεται ὁ κινητήρ κατά τήν παραγωγήν μηχανικοῦ ἔργου.

Εἰς τό παρόν Ἐργαστηριακόν Πείραμα θά διερευνήσῃτε τόν βαθμόν ἀποδόσεως ἐνός κινητήρος ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως.

ΣΥΣΚΕΥΑΙ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

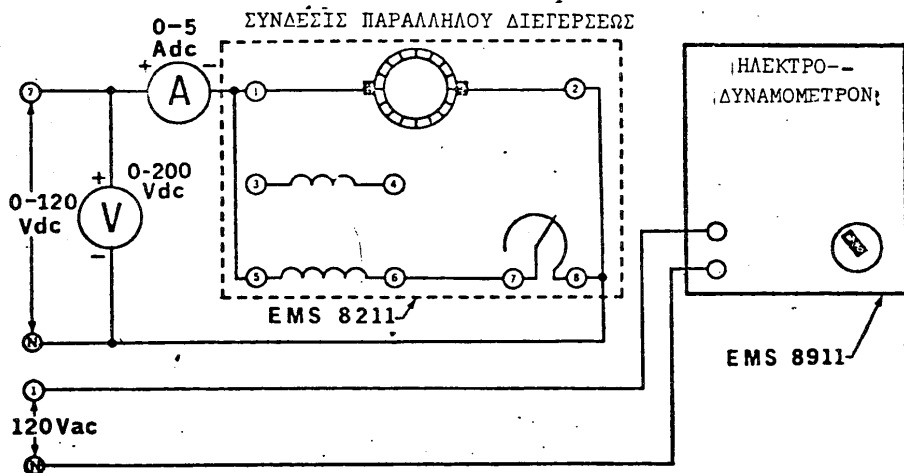
Μονάς Παροχῆς Ἰσχύος (120V ac , 0 - 120 V dc)	EMS 8822
Μονάς Μετρήσεως DC (200 V , 5 A).	EMS 8412
Μονάς Κινητήρος/Γεννητρίας DC	EMS 8212
Μονάς Ἡλεκτροδυναμομέτρου	EMS 8912
Μονάς Φορητοῦ Στροφομέτρου	EMS 8920
Συνδετικοί Ἀγωγοί	EMS 8941
Συνδετικός Ἱμᾶς	EMS 8942

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ

ΠΡΟΣΟΧΗ: Ὑφίστανται ὕψηλαί τάσεις κατά τό παρόν Ἐργαστηριακόν Πείραμα. Μή ἐκτελεῖτε συνδεσμολογίες μέ τήν ἰσχύν "ΕΝΤΟΣ". Ἡ ἰσχύς νά τίθεται "ΕΚΤΟΣ" μετά τό πέρασ ἐκάστης κεχωρισμένης μετρήσεως.

1. Διά τῶν Μονάδων EMS Παροχῆς Ἰσχύος, Κινητήρος/Γεννητρίας DC, Μετρήσεως DC καί Ἡλεκτροδυναμομέτρου συνδέσατε τό κύκλωμα τοῦ Σχ. 24-1.

ΜΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΕΤΕ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΣΤΑΔΙΟΝ



Σχ. 24-1.

Παρατηρήσατε ότι ο κινητήρας έχει συνδεθεί διά λειτουργίαν παράλληλου διεγέρσεως και τροφοδοτείται υπό της έξόδου μεταβλητής τάσεως ΣΡ (DC) της παροχής ισχύος. (Ακροδέκται 7 και Ν). Τό ηλεκτροδυναμόμετρον είναι συνδεδεμένον εις την παροχήν σταθεράς τάσεως έξόδου 120 V της παροχής ισχύος. (Ακροδέκται 1 και Ν).

Συνδέσατε διά τοῦ ἱμάντος τό δυναμόμετρον μετά τοῦ κινητήρος/γεννητρίας ΣΡ (DC) ὡς δεικνύεται εις τήν φωτογραφίαν τῆς Σελίδος 317.

2. Στρέψατε τόν ροοστάτην ἐλέγχου τῆς παράλληλου διεγέρσεως τελείως δεξιὰ - ΦΝ (διά μεγίστην διέγερσιν τοῦ παράλληλου πεδίου). Βεβαιωθεῖτε ὅτι αἱ ψῆκτραι εἶναι τοποθετημέναι εις τήν θέσιν "οὐδετέρας ζώνης".

3. Στρέψατε τό κομβίον ἐλέγχου τοῦ δυναμομέτρου τελείως ἀριστερά - ΑΦΝ (διά νά ἐφαρμοσθῇ εις τόν κινητήρα ΣΡ ἐλάχιστον φορτίον ἐκκινήσεως).

5.α) Ρυθμίσατε τόν ροοστάτην τῆς παραλλήλου διεγέρσεως ὥστε ἡ ἀφορτος (έ ν κ ε ν φ) ταχύτης τοῦ κινητῆρος μετρομένη διὰ τοῦ φορητοῦ στροφομέτρου νά εἶναι 1500 στρ/λ. (Ἐξασφαλίσαιε ὅτι τό συνδεδεμένον εἰς τά ἄκρα τῆς εἰσόδου τοῦ κυκλώματος βολτόμετρον δεικνύει ἀκριβῶς 120 V dc).

β) Μετρήσατε τήν ἔντασιν τῆς γραμμῆς ὥς δεικνύεται ὑπό τοῦ ἀμπερομέτρου διὰ ταχύτητα κινητῆρος 1500 στρ/λ. Καταχωρήσατε τήν τιμήν αὐτήν εἰς τόν Πίνακα 24-1.

Σημείωσις: Δι' ἀκριβῆ ροπήν 0 N·m, ἀφαιρέσατε τόν ἱμάντα συνδέσεως τοῦ κινητῆρος μετά τοῦ δυναμομέτρου.

6. α) Θέσατε φορτίον εἰς τόν κινητήρα ΣΡ διὰ τῆς ρυθμίσεως τοῦ κομβίου ἐλέγχου τοῦ δυναμομέτρου καί μέχρις ὅτου εἰς τήν κλίμακα τοῦ κελύφους τοῦ στάτου δεικνύεται ροπή 0.33 N·m (Ρυθμίσατε ἐκ νέου ἐάν ἀπαιτεῖται τήν παροχήν ἰσχύος ὥστε νά παραμένη ἡ τάσις ἀκριβῶς εἰς τά 120 V dc).

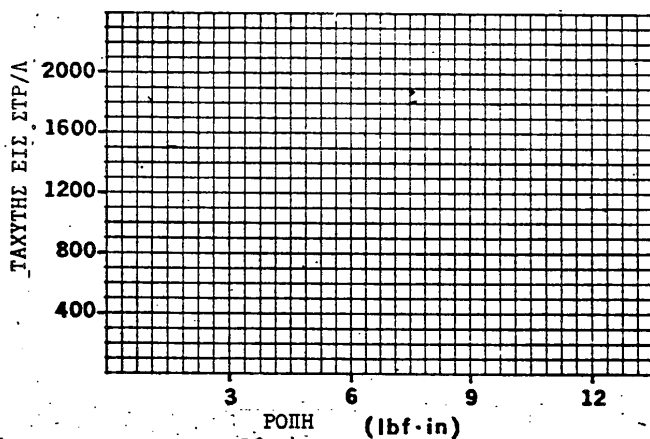
E (VOLTS)	I (AMPS)	TACHYTHS (στρ/λ)	ΡΟΠΗ (lbf.in)	ΡΟΠΗ (N·m)
120			0	0.00
120			3	0.33
120			6	0.66
120			9	1.00
120			12	1.34

β) Μετρήσατε καί καταχωρήσατε εἰς τόν Πίνακα 24-1 τὰς τιμάς τῆς ἐντάσεως γραμμῆς καί τῆς ταχύτητος τοῦ κινητῆρος.

γ) Επαναλάβετε τās μετρήσεις δι' ἐκάστην τιμήν ροπῆς ἢ ὁποῖα ἀναγράφεται εἰς τόν Πίνακα 24-1. Καταχωρήσατε τās μετρήσεις εἰς τόν Πίνακα. Βεβαιωθεῖτε ὅτι κατὰ τήν λήψιν τών μετρήσεων ἡ τάσις τροφοδοτήσεως εἶναι ἀκριβῶς 120 V dc.

δ) Μηδενίσατε τήν τάσιν καί διακόψατε τήν τροφοδότησιν.

7. α) Ὑποτυπώσατε τās τιμές τών ταχυτήτων τοῦ κινητήρος τοῦ Πίνακος 24-1 ἐπὶ τοῦ Σχ. 24-2.



Σχ. 24-2

β) Χαράξατε τήν διερχομένην ἐκ τών ὑποτυπωθέντων σημείων καμπύλην.

γ) Ὁ συμπληρωθεὶς γραφικὸς πίναξ παριστᾷ τήν χαρακτηριστικὴν τῆς σχέσεως μεταξύ τῆς ταχύτητος καί τῆς ροπῆς ἑνὸς ἀντιπροσωπευτικοῦ τύπου κινητήρος ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως. Παρόμοιοι γραφικοὶ πίνακες διὰ τοὺς κινητήρας διεγέρσεως σειρᾶς καί συνθέτου διεγέρσεως θὰ συμπληρωθοῦν εἰς τὰ ἐπόμενα δύο Ἐργαστηριακὰ Πειράματα. Ἀκολουθῶς αἱ χαρακτηριστικαὶ τῆς σχέσεως μεταξύ τῆς ταχύτητος καί τῆς ροπῆς ἐκάστου τύπου κινητήρος θὰ συγκριθοῦν μεταξύ των καί θὰ ἀξιολογηθοῦν.

8. Ὑπολογίσατε τήν διακύμανσιν (regulation) τῆς σχέσεως ταχύτητος καί ροπῆς (πλήρες φορτίον = 1 N·m) διὰ τῆς ἐξισώ-

σεως:

$$\text{διακύνανσις \%} = \frac{(\text{ταχύτης ἐν κενῷ}) - (\text{ταχύτης πλήρους φορτίου})}{(\text{ταχύτης πλήρους φορτίου})} \times 100$$

$$\text{διακύνανσις ταχύτητος} = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

9. Στρέψατε τόν διακόπτην ἐλέγχου τοῦ δυναμομέτρου τελείως δεξιὰ ΦΩ (διὰ νά ἐφαρμοσθῇ μέγιστον φορτίον ἐκκινήσεως εἰς τόν κινητήρα παραλλήλου διεγέρσεως).

10. α) Τροφοδοτήσατε καί αὐξήσατε βαθμιαίως τήν τάσιν ΣΡ (DC) μέχρις ὅτου ὁ κινητήρ ἀπορροφήσῃ ἔντασιν γραμμῆς 3 Amperes. Ὁ κινητήρ πρέπει τώρα νά στρέφῃ πολὺ ἀργά ἢ καθόλου.

β) Μετρήσατε καί καταχωρήσατε τήν τάσιν ΣΡ καί τήν ἀναπτυχθεῖσαν ροπήν.

$$E = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V, } \text{Ροπή} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}\cdot\text{m}$$

γ) Μηδενίσατε τήν τάσιν καί διακόψατε τήν τροφοδότησιν.

11. α) Ἡ ἔντασις τῆς γραμμῆς τῆς Ἐφαρμογῆς 10 περιορίζεται μόνον ἐκ τῆς ἰσοδυνάμου ἀντιστάσεως ΣΡ τοῦ κινητήρος παραλλήλου διεγέρσεως.

β) Ὑπολογίσατε τήν τιμὴν τῆς ἐντάσεως ἐκκινήσεως ἐάν ἐφαρμοσθῇ εἰς τόν κινητήρα ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως τὸ σύνολον τῆς τάσεως τῆς γραμμῆς (120 V dc).

$$\text{ἐντασις ἐκκινήσεως} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A}$$

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

327

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΝ

ΠΕΙΡΑΜΑ

ΥΠ' ΑΡ. 25

Ο ΚΙΝΗΤΗΡ ΣΡ

ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΣ ΣΕΙΡΑΣ

(THE DC SERIES MOTOR)

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Μελέτη τῶν χαρακτηριστικῶν τῆς σχέσεως μεταξύ ροπῆς καὶ ταχύτητος κινητῆρος ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς.
2. Ὑπολογισμὸς βαθμοῦ ἀποδόσεως κινητῆρος ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Εἶδμεν ὅτι ὁ κινητὴρ ΣΡ παραλλήλου διεγέρσεως διατηρεῖ σχεδὸν σταθεράν ταχύτητα λόγῳ τοῦ ὅτι ἡ τάσις τοῦ δρομέως του καὶ τὸ μαγνητικόν πεδίου παραμένουν βασικῶς ἀναλλοίωτα ἐκ τῆς ἐν κενῷ λειτουργίας μέχρις καὶ τῆς ὑπὸ μέγιστον φορτίον λειτουργίας. Ὁ κινητὴρ ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς συμπεριφέρεται τελείως διαφορετικά.

Εἰς τὸν κινητῆρα ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς, τὸ μαγνητικόν πεδίου δημιουργεῖται ὑπὸ τῆς ἐντάσεως ΣΡ ἢ ὅποια διαρρέει τὸ τύλιγμα τοῦ δρομέως καὶ τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ὅτι τὸ μαγνητικόν πεδίου εἶναι ἀσθενές ὅταν τὸ φορτίον τοῦ κινητῆρος εἶναι μικρόν (Ἡ περιέλιξις τοῦ δρομέως ἀπορροφᾷ ἐλάχιστην ἐντάσιν). Ὅταν τὸ φορτίον εἶναι μέγαλον τὸ μαγνητικόν πεδίου εἶναι ἰσχυρόν. (Ἡ περιέλιξις τοῦ δρομέως ἀπορροφᾷ μεγίστην ἐντάσιν). Ἡ διὰ τοῦ δρομέως τάσις σχεδὸν ἰσοῦται πρὸς τὴν τάσιν τροφοδοτήσεως τῆς γραμμῆς (ὡς ἀκριβῶς συμβαίνει εἰς τὸν κινητῆρα παραλλήλου διεγέρσεως ἐάν δέν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ἡ μικρά πτώσις τάσεως τῆς διεγέρσεως σειρᾶς). Κατόπιν τούτων εἶναι ἀντιληπτόν ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ κινητῆρος διεγέρσεως σει-

ρᾶς καθορίζεται αποκλειστικῶς ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ φορτίου. Ἡ ταχύτης εἶναι μικρὴ ὅταν τὰ φορτία εἶναι μεγάλα καὶ πολὺ μεγάλη εἰς ἄφορτον κατάστασιν (ἐν κενῷ λειτουργίαν). Εἶναι γεγονός ὅτι πολλοὶ κινητῆρες διεγέρσεως σειρᾶς ἐὰν λειτουργήσουν ἐν κενῷ θὰ ἀναπτύξουν τόσον μεγάλην ταχύτητα ὥστε νὰ αὐτοκαταστραφῶν. Αἱ μεγάλοι φυγόκεντροι δυνάμεις αἱ ὁποῖαι ἀναπτύσσονται λόγῳ τῶν μεγάλων ταχυτήτων κατακερματίζουν τὸν δρομέα καὶ συχνά τοῦτο ἔχει καταστροφικὰ ἀποτελέσματα διὰ τὰ πλησίον εὐρισκόμενα ἄτομα καὶ ἀντικείμενα.

Ἡ ἀναπτυσσομένη εἰς οἰονδήποτε κινητῆρα ΣΡ ροπὴ ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ γινομένου τῆς διὰ τοῦ δρομέως ἐντάσεως ἐπὶ τὴν ἐντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἡ σχέσις αὕτη διὰ τὸν κινητῆρα ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς σημαίνει ὅτι ἡ ροπὴ θὰ εἶναι πολὺ μεγάλη.

Τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν ἐκκινήσεων. Ἐπομένως οἱ κινητῆρες ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς εἶναι κατάλληλοι διὰ τὴν ἐκκίνησιν φορτίων μεγάλης ἄδρανείας καὶ εἶναι ἰδιαιτέρως χρήσιμοι ὡς κινητῆρες τῶν ἡλεκτρικῶν λεωφορείων (τρόλλεϋ) σιδηροδρόμων καὶ ἐφαρμογῶν εἰς τὰς ὁποίας ἀπαιτοῦνται μεγάλοι ἐλκτικαὶ δυνάμεις (ἀνύψωσις μεγάλων φορτίων, ἡλεκτρικὴ ἔλξις κ.λ.π.).

ΣΥΣΚΕΥΑΙ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Μονὰς Παροχῆς Ἰσχύος (120 V ac, 0 - 120 V dc)	EMS 8822
Μονὰς Μετρήσεως DC (200V, 5A)	EMS 8412
Μονὰς Κινητῆρος/Γεννητρίας DC	EMS 8212
Μονὰς Ἡλεκτροδυναμομέτρου	EMS 8912
Φορητὸν Στροφόμετρον	EMS 8920
Συνδετικοὶ Ἀγωγοί	EMS 8941
Συνδετικὸς Ἱμᾶς	EMS 8942

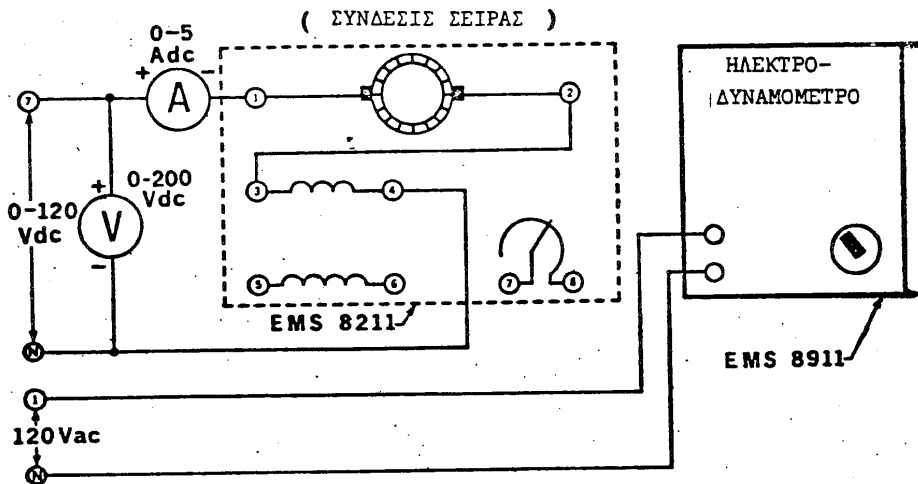
ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ

ΠΡΟΣΟΧΗ: Ὑφίστανται ὑψηλαὶ τάσεις κατὰ τὸ καρόν Ἐργαστηριακὸν Πείραμα. Μὴ ἐκτελεῖτε συνδεσμολογίες μετὰ τὴν ἰσχύιν "ΕΝΤΟΣ". Ἡ ἰσχύς νὰ τίθεται "ΕΚΤΟΣ" με-

τά τό πέρας ἐκάστης κεχωρισμένης μετρήσεως.

1. Διά τῶν μονάδων EMS Παροχῆς Ἰσχύος, Κινητήρος/Γεννητρίας DC, Μετρήσεως DC καί συνδέσατε τό κύκλωμα τοῦ Σχ. 25-1.

ΜΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΕΤΕ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΣΤΑΔΙΟΝ



Σχ. 25-1

Συνδέσατε τό δυναμόμετρον μετά τοῦ κινητήρος/γεννητρί-
ας ΣΡ διά τοῦ ἱμάντος.

Παρατηρήσατε ὅτι ὁ κινητήρ ἔχει συνδεθεῖ διά λειτουρ-
γίαν διεγέρσεως σειρᾶς (ἢ παράλληλος διέ-
γερσις καί ὁ ροοστάτης δέν χρησιμοποιοῦνται) καί εἶναι συν-
δεδεμένος εἰς τήν μεταβλητήν ἔξοδον DC τῆς παροχῆς ἰσχύος (ἀ-
κροδέκται 7 καί N). Τό ἠλεκτροδυναμόμετρον εἶναι συνδεδεμέ-
νον εἰς τήν σταθεράν ἔξοδον 120 V ac τῆς παροχῆς ἰσχύος (ἀ-
κροδέκται 1 καί N).

2. Θέσατε τό κομβίον ἐλέγχου τοῦ δυναμομέτρου εἰς τήν με-

σαίαν του θέσιν (διά νά εφαρμοσθῇ εἰς τόν κινητήρα ΣΡ φορτίον ἐκκινήσεως).

3. α) Τροφοδοτήσατε. Βαθμιαίως αὐξήσατε τήν τάσιν μέχρις οὗ ὁ κινητήρ ἀρχίσει νά λειτουργῇ. Παρατηρήσατε τήν δειύθυνσιν περιστροφῆς. Ἐάν δέν εἶναι ΦΩ, διακόψατε τήν τροφοδότησιν καί ἀντιστρέψατε τās συνδέσεις τῆς διεγέρσεως σειρᾶς.

β) Ρυθμίσατε τήν μεταβλητήν τάσιν ὥστε νά δεικνύεται ὑπό τοῦ ὀργάνου ἀκριβῶς 120 V dc.

4. α) Ρυθμίσατε τό φορτίον τοῦ κινητήρος ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς διά τοῦ κομβίου ἐλέγχου τοῦ δυναμομέτρου ὥστε εἰς τήν κλίμακα ἡ ὁποία εἶναι χαραγμένη ἐπὶ τοῦ κελύφους τοῦ στάτου νά δεικνύεται ἡ ἐνδειξις 1.34 N·m (12 lbf.in). Ρυθμίσατε ἐκ νέου, ἐάν ἀπαιτεῖται τήν παροχήν ἰσχύος ὥστε νά παραμένῃ ἀκριβῶς εἰς τά 120 V dc).

β) Μετρήσατε καί καταχωρήσατε εἰς τόν Πίνακα 25-1 τήν ἐντασιν τῆς γραμμῆς καί τήν ταχύτητα τοῦ κινητήρος (διά τοῦ φορητοῦ στροφομέτρου).

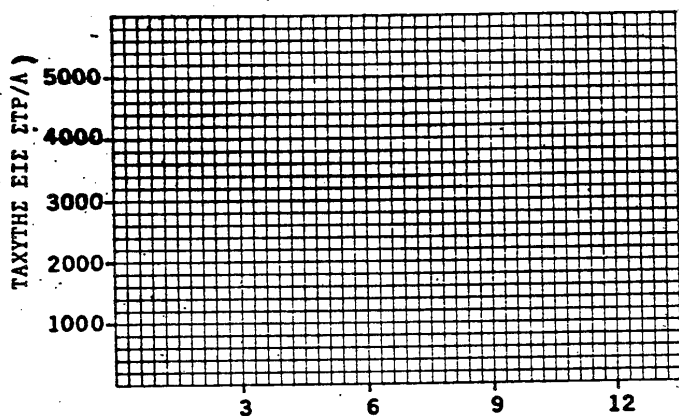
E (VOLTS)	I (AMPS)	TACHYTHS (στορ/λ)	ΡΟΠΗ (N·m)	ΡΟΠΗ (lbf.in)
120			0.00	0
120			0.33	3
120			0.66	6
120			1.00	9
120			1.34	12

γ) Ἐπαναλάβετε τὰς μετρήσεις δι' ἑκάστην ἀναγεγραμμένην εἰς τὸν Πίνακα 25-1 τιμὴν ροπῆς. Καταχωρήσατε τὰς μετρήσεις εἰς τὸν Πίνακα. Κατὰ τὴν λήψιν τῶν μετρήσεων ἡ τάσις τροφοδοτήσεως νὰ εἶναι ἀκριβῶς 120 V dc.

δ) Μηδενίσατε τὴν τάσιν καὶ διακόψατε τὴν τροφοδότησιν.

Σημείωσις: Δι' ἀκριβῆ μέτρησιν φορτίου 0 N.m ἀφαιρέσατε τὸν ἱμάντα.

5. α) Ὑποτυπώσατε τὰς καταχωρηθείσας εἰς τὸν Πίνακα 25-1 τιμὰς ταχυτήτων τοῦ κινητήρος εἰς τὸν γραφικὸν πίνακα τοῦ Σχ. 25-2.



Σχ. 25-2

β) Χαράξατε τὴν διερχομένην ἐκ τῶν ὑποτυπωθέντων σημείων καμπύλην.

γ) Ὁ συμπληρωθεὶς γραφικὸς πίναξ παριστᾷ τὴν χαρακτηριστικὴν τῆς σχέσεως μεταξὺ τῆς ταχύτητος καὶ τῆς ροπῆς ἑνὸς ἀντιπροσωπευτικοῦ τύπου κινητήρος ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς. Παρόμοιος γραφικὸς πίναξ διὰ τὸν κινητῆρα ΣΡ συνθέτου διεγέρσεως θὰ συμπληρωθῇ εἰς τὸ ἐπόμενον Ἐργαστηριακὸν Πείραμα. Αἱ χαρακτηριστικαὶ τῆς σχέσεως μεταξὺ τῆς ταχύτητος καὶ τῆς ροπῆς ἑκάστου τύπου κινητήρος θὰ συγκριθοῦν μεταξὺ τῶν καὶ

θά αξιολογηθούν.

6. Υπολογίσατε την διακύμανσιν (regulation) % της σχέσεως ταχύτητος καί ροπής (πλήρης φορτίον = 1 N·m) διά της έξισώσεως:

διακύμανσις % =

$$= \frac{(\text{ταχύτης ἐν κενῷ}) - (\text{ταχύτης πλήρους φορτίου})}{(\text{ταχύτης πλήρους φορτίου})} \times 100$$

διακύμανσις ταχύτητος = _____ %

7. Στρέψατε τὸν διακόπτην ἐλέγχου τοῦ δυναμομέτρου τελείως δεξιὰ - ΦΩ (διά νά ἐφαρμοσθῇ μέγιστον φορτίον ἐκκινήσεως εἰς τὸν κινητήρα διεγέρσεως σειρᾶς).

8. α) Τροφοδοτήσατε καί αὐξήσατε βαθμιαίως τὴν τάσιν ΣΡ μέχρις ὅτου ὁ κινητὴρ ἀπορροφήσῃ ἔντασιν γραμμῆς 3 Amperes. Ὁ κινητὴρ πρέπει τώρα νά στρέφῃ ἀργά.

β) Μετρήσατε καί καταχωρήσατε τὴν τάσιν ΣΡ καί τὴν ἀναπτυχθεῖσαν ροπήν.

E = _____ V, ΡΟΠΗ = _____ N·m

γ) Μηδενίσατε τὴν τάσιν καί διακόψατε τὴν τροφοδότησιν.

9. α) Ἡ ἔντασις τῆς γραμμῆς τῆς Ἐφαρμογῆς 8 περιορίζεται ἐκ τῆς ἰσοδυνάμου ἀντιστάσεως ΣΡ τοῦ κινητήρος διεγέρσεως σειρᾶς.

β) Υπολογίσατε τὴν τιμὴν τῆς ἐντάσεως ἐκκινήσεως ἐάν εἰς τὸν κινητήρα ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς ἐφαρμοσθῇ τὸ σύνολον τῆς τάσεως γραμμῆς (120 V dc)

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

4



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΝ

ΠΕΙΡΑΜΑ

ΥΠ' ΑΡ. 26

Ο ΚΙΝΗΤΗΡ ΣΡ

ΣΥΝΘΕΤΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΣ

(THE DC COMPOUND MOTOR)

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Μελέτη χαρακτηριστικῶν τῆς σχέσεως μεταξύ ροπῆς καὶ ταχύτητος κινητήρος ΣΡ συνθέτου διεγέρσεως.
2. Ὑπολογισμός βαθμοῦ ἀποδόσεως (efficiency) κινητήρος ΣΡ συνθέτου διεγέρσεως.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Τό πλεονέκτημα τῆς ἀναπτύξεως μεγάλης ροπῆς ὑπό-τοῦ κινητήρος ΣΡ διεγέρσεως σειρᾶς, κατὰ κάποιον τρόπον ἐξαλείφεται ἐπειδὴ ὁ κινητὴρ τείνει νά ὑπερταχυνθῇ ὅταν τό φορτίον εἶναι μικρόν. Τό μειονέκτημα αὐτό δύναται νά παρακαμφθῇ διὰ τῆς προσθέσεως ἑνός παραλλήλου τυλίγματος τό ὁποῖον συνδέεται τοιουτοτρόπως ὥστε νά ὑποβοηθῇ τό τύλιγμα σειρᾶς. Εἰς τήν περίπτωσιν αὐτήν ἔχομεν κινητήρα ἀθροιστικῆς συνθέτου διεγέρσεως (cumulative compound motor). Ἐκ παραλλήλου, εἰς εἰδικάς ἐφαρμογὰς εἰς τὰς ὁποίας χρησιμοποιοῦνται κινητήρες ΣΡ ἐν συνδυασμῷ μέ σφονδύλους ἡ χαρακτηριστική σταθερά ταχύτητος τῶν κινητήρων παραλλήλου διεγέρσεως δέν εἶναι ἀπολύτως κατάλληλη καθ' ὅσον δέν ἐπιτρέπει εἰς τόν σφόνδυλον νά ἀποδόσῃ τήν κινητικὴν του ἐνέργειαν, ὅταν αἱ συνθηκαὶ φορτίου ἐπιβάλλουν πτώσιν τῆς ταχύτητος τοῦ κινητήρος. Αὐτό τό εἶδος ἐφαρμογῆς (τό ὁποῖον συναντᾶται εἰς μηχανήματα κοπῆς ἐλασμάτων, τὸρνους κ.λ.π.) ἀπαιτεῖ τήν ὑπαρξιν κινητήρος ἔχοντος χαρακτηριστικὴν πτώσιν ταχύτητος τό ὁποῖον σημαίνει ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος μειοῦται σημαντικῶς ὅταν αὐξάνει

τό φορτίον. Ὁ κινητήρ ΣΡ ἀθροιστικῆς συνθέτου διεγέρσεως, εἶναι ὁ πλέον κατάλληλος δι' αὐτό τό εἶδος ἐφαρμογῆς.

ᾠσαύτως, τό τυλίγμα σειρᾶς δύναται νά συνδεθῇ κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε νά δημιουργῇ ἐν μαγνητικόν πεδίων τό ὁποῖον νά ἀντιπρίθεται τοῦ πεδίου τοῦ παραλλήλου τυλίγματος. Διά τοῦ τρόπου τούτου συνδέσεως κατασκευάζεται ὁ κινητήρ διαφορικῆς συνθέτου διεγέρσεως (differential compound motor), ὁ ὁποῖος ἔχει λίαν περιορισμένας ἐφαρμογάς, κυρίως λόγῳ τοῦ ὅτι τείνει νά εἶναι ἀσταθής.

Οὕτω, καθὼς αὐξάνει τό φορτίον, ἡ διά τοῦ δρομέως ἐντάσις αὐξάνει, ἡ ὁποία αὐξάνει τήν ἐντασιν τοῦ τυλίγματος σειρᾶς. Δεδομένου ὅτι τό πεδίων τοῦ τυλίγματος σειρᾶς ἀντιτίθεται εἰς τό πεδίων τοῦ παραλλήλου τυλίγματος, ἡ συνολική ροή ἐλαττοῦται καί τοῦτο ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τήν αὔξησιν τῆς ταχύτητος. Ἡ αὔξησις τῆς ταχύτητος γενικῶς προκαλεῖ περαιτέρω αὔξησιν τοῦ φορτίου, ἡ ὁποία ἐν συνεχείᾳ αὐξάνει ἀκόμη περισσότερον τήν ταχύτητα καί τοῦτο δύναται νά προκαλέσῃ τήν καταστροφήν τοῦ κινητήρος.

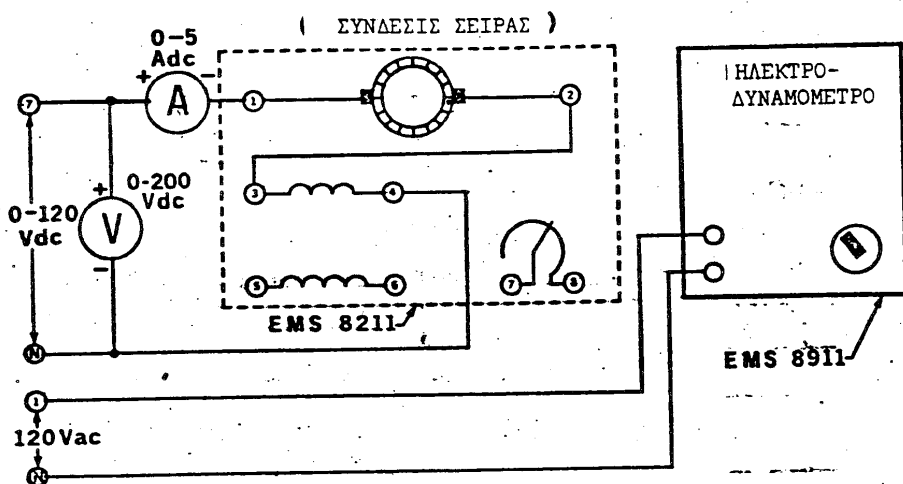
Οἱ κινητήρες διαφορικῆς συνθέτου διεγέρσεως ὁρισμένας φοράς κατασκευάζονται, ἔχοντες μικράς ἐντάσεως τυλίγματα σειρᾶς, κατασκευή ἡ ὁποία, κατὰ κάποιον τρόπον ἀντισταθμίζει τό μειονέκτημα τῆς συνήθους πτώσεως τῆς ταχύτητος τῶν κινητήρων παραλλήλου διεγέρσεως (κατά τήν φόρτωσίν των), τοιοιουτρόπως δέ ἀποκτοῦν σταθεροτέραν ταχύτητα. Οἱ κινητήρες διαφορικῆς συνθέτου διεγέρσεως δέν χρησιμοποιοῦνται συχνά.

ΣΥΣΚΕΥΑΙ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Μονάς Παροχῆς Ἰσχύος (120 V ac, 0 - 120 V dc)	EMS 8822
Μονάς Μετρήσεως DC (200V, 5A)	EMS 8412
Μονάς Κινητήρος/Γεννητρίδας DC	EMS 8212
Μονάς Ἡλεκτροδυναμομέτρου	EMS 8912
Φορητόν Στροφόμετρον	EMS 8920

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ

ΠΡΟΣΟΧΗ: Υφίστανται ύψηλαί τάσεις κατά τό παρόν Έργαστηριακόν Πείραμα. Μή εκτελείτε συνδεσμολογίες μέ τήν ισχύν "ΕΝΤΟΣ". 'Η ισχύν νά τίθεται "ΕΚΤΟΣ" μετά τό πέρας ἐκάστης κεχωρισμένης μετρήσεως.



Σχ. 26-1

1. Διά τών Μονάδων EMS Παροχής Ισχύος, Κινητήρος/Γεννητήρι-
ας DC, Μετρήσεως DC καί ηλεκτροδυναμομέτρου συνδέσατε τό
κύκλωμα τοῦ Σχ. 26-1.

ΜΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΕΤΕ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΣΤΑΔΙΟΝ

Συνδέσατε τό δυναμόμετρον καί τόν κινητήρα/γεννήτριάν
dc διά τοῦ ἱμάντος.

Παρατηρήσατε ὅτι ὁ κινητήρ ἔχει συνδεθεῖ διά λειτουρ-
γίαν διεγέρσεως σειρᾶς (τό τύλιγμα τῆς παραλλήλου διεγέρσεως
καί ὁ ροοστάτης δέν ἔχουν ἀκόμη συνδεθεῖ εἰς τό κύκλωμα) καί

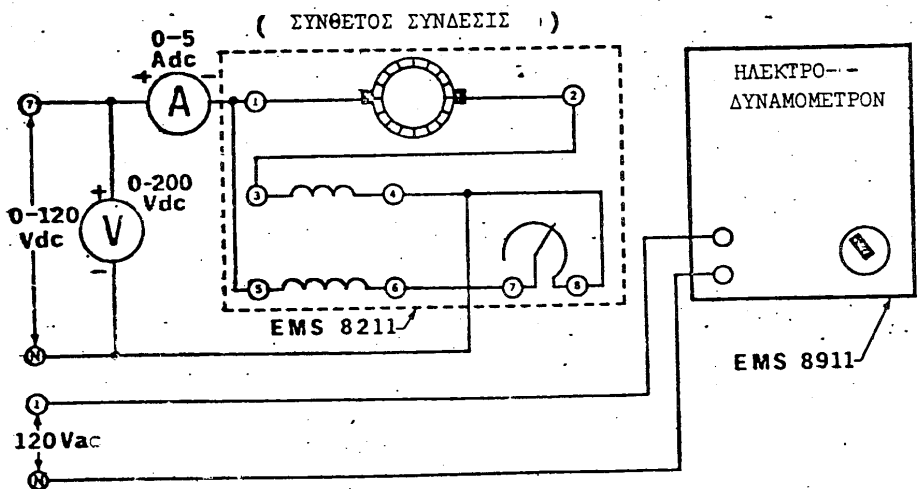
είναι συνδεδεμένος εις την μεταβλητήν έξοδον dc της παροχής ισχύος (άκροδέκται 7 καί N). Τό ηλεκτροδυναμόμετρον είναι συνδεδεμένον εις την σταθεράν τάσιν έξόδου 120 V ac της παροχής ισχύος (άκροδέκται 1 καί N).

2. Θέσατε τό κομβίον έλέγχου τοῦ δυναμομέτρου τελείως άριστερά - ΑΦΩ (διά νά έφαρμοσθῇ εις τόν κινητήρα έλάχιστον φορτίον έκκινήσεως).

3. α) Τροφοδοτήσατε. Βαθμιαίως αύξήσατε την τάσιν dc μέχρις ότου ο κινητήρ άρχίσει νά λειτουργή. Παρατηρήσατε την διεύθυνσιν περιστροφῆς. Έάν δέν είναι ΦΩ, διακόψατε την τροφοδότησιν καί άντιστρέψατε τάς συνδέσεις της διεγέρσεως σειράς.

β) Μηδενίσατε την τάσιν καί διακόψατε την τροφοδότησιν.

4. Συνδέσατε μεταξύ των άκροδεκτών 1 καί 4 την παράλληλον διέγερσιν έν σειρά μετά τοῦ ροοστάτου ως εις Σχ. 26-2.



Σχ. 26-2

5. Τροφοδοτήσατε. Ρυθμίσατε ώστε εἰς τό ὄργανον νά δεικνύεται τάσις 120 V dc. Ἐάν ὁ κινητήρ λειτουργεῖ μέ ὑπερβολικήν ταχύτητα, τοῦτο σημαίνει ὅτι συνεδέθη κινητήρ τύπου διαφορικῆς συνθέτου διεγέρσεως. Ἐάν συμβαίνει τοῦτο, μηδενίσατε τήν τάσιν καί διακόψατε τήν τροφοδότησιν. Ἀντιστρέψατε τās συνδέσεις τοῦ παραλλήλου πεδίου εἰς τούς ἀκροδέκτας 1 καί 4 διά νά ἐπιτύχετε σύνδεσιν κινητήρος τύπου ἀθροιστικῆς συνθέτου διεγέρσεως.

6. Ἐχοντες τροφοδότησιν ἀκριβῶς 120 V dc, ρυθμίσατε τόν ροοστάτην τῆς παραλλήλου διεγέρσεως διά ταχύτητα κινητήρος ἐν κενῷ (ἀνευ φορτίου) 1500 στρ/λ. (Αἱ στροφαί νά ἐλεγχθοῦν διὰ τοῦ φορητοῦ στροφομέτρου).

7. α) Ἐφαρμόσατε φορτίον 0.33 N·m εἰς τόν κινητήρα ΣΡ διὰ τῆς ρυθμίσεως τοῦ κουβίου ἐλέγχου τοῦ δυναμομέτρου. (Ρυθμίσατε ἐκ νέου, ἐάν ἀπαιτεῖται, τήν ἰσχύν τροφοδοτήσεως ὥστε νά παραμείνῃ αὕτη ἀκριβῶς εἰς τά 120 V dc).

β) Μετρήσατε καί καταχωρήσατε εἰς τόν Πίνακα 26-1 τήν ἔντασιν τῆς γραμμῆς καί τήν ταχύτητα τοῦ κινητήρος.

E (VOLTS)	I (AMPS)	TAXYTHS (στρ/λ)	ΡΟΠΗ (N·m)
120			0.00
120			0.33
120			0.66
120			1.00
120			1.34

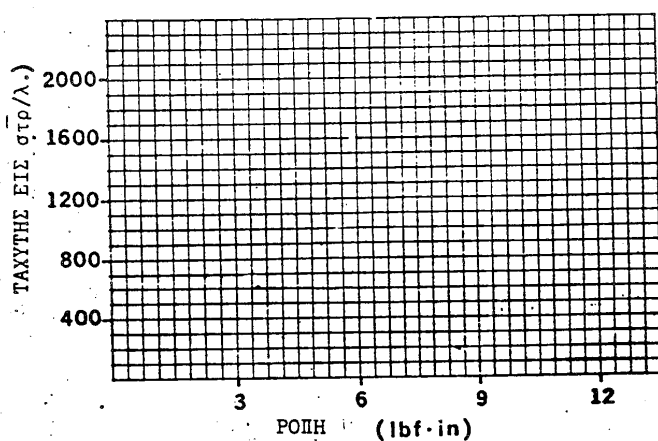
Πίναξ 26-1

γ) Έπαναλάβετε τās μετρήσεις δι' ἐκάστην ἀναγραφομένην εἰς τόν Πίνακα 26-1 τιμὴν ροπῆς. Καταχωρήσατε τās μετρήσεις εἰς τόν Πίνακα. Κατὰ τὴν λήψιν τῶν μετρήσεων ἡ τάσις τροφοδοτήσεως νά εἶναι ἀκριβῶς 120 V dc.

δ) Μηδενίσατε τὴν τάσιν καὶ διακόψατε τὴν τροφοδότησιν.

Σημείωσις: Δι' ἀκριβῆ μέτρησιν 0 N·m ἀφαιρέσατε τόν ἱμάντα.

8. α) Ὑποτυπώσατε τās καταχωρηθείσας εἰς τόν Πίνακα 26-1 τιμάς ταχυτήτων εἰς τόν γραφικόν πίνακα τοῦ Σχ. 26-3.



Σχ. 26-3

β) Χαράξατε τὴν διερχομένην ἐκ τῶν ὑποτυπωθέντων σημείων καμπύλην.

γ) Ὁ συμπληρωθεὶς γραφικὸς πίναξ παριστᾷ τὴν χαρακτηριστικὴν τῆς σχέσεως μεταξὺ τῆς ταχύτητος καὶ τῆς ροπῆς ἐνὸς ἀντιπροσωπευτικοῦ τύπου κινητήρος ΣΡ συνθέτου διεγέρσεως.

9. Ὑπολογίσατε τὴν διακύμανσιν (regulation) % τῆς σχέσεως ταχύτητος καὶ ροπῆς (πλήρες φορτίον = 1 N·m) διὰ τῆς ἐξισώσεως:

διακύμανσις % =

$$= \frac{(\text{ταχύτης ἐν κενῷ}) - (\text{ταχύτης πλήρους φορτίου})}{(\text{ταχύτης πλήρους φορτίου})} \times 100$$

διακύμανσις ταχύτητος = _____ %

10. Θέσατε τὸ κομβίον ἐλέγχου τοῦ δυναμομέτρου τελείως δε-
ξιά - ΦΩ (διὰ νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς τὸν κινητῆρα συνθέτου διεγέρ-
σεως μέγιστον φορτίον).

11. α) Τροφοδοτήσατε καὶ βαθμιαίως αὐξήσατε τὴν τάσιν $\alpha\epsilon$
μέχρις ὅτου ὁ κινητῆρ ἀπορροφήσῃ ἔντασιν γραμμῆς 3 Amperes.
Ὁ κινητῆρ πρέπει τώρα νὰ στρέφῃ πολὺ ἀργὰ ἢ καθόλου.

β) Μετρήσατε καὶ καταχωρήσατε τὴν τάσιν $\alpha\epsilon$ καὶ τὴν ἀνα-
πτυχθεῖσαν ροπὴν.

$$E = \text{_____} V, \quad \text{Ροπή} = \text{_____} N \cdot m$$

γ) Μηδενίσατε τὴν τάσιν καὶ διακόψατε τὴν τροφοδότησιν.

12. α) Ἡ ἔντασις τῆς γραμμῆς τῆς Ἐφαρμογῆς 11 περιορίζεται
μόνον ἐκ τῆς ἰσοδυνάμου ἀντιστάσεως ΣΡ τοῦ κινητῆρος συνθέ-
του διεγέρσεως.

β) Ὑπολογίσατε τὴν τιμὴν τῆς ἐντάσεως ἐκκινήσεως ἐάν
εἰς τὸν κινητῆρα ΣΡ συνθέτου διεγέρσεως ἐφαρμοσθῇ τὸ σύνολον
τῆς τάσεως γραμμῆς (120 V $\alpha\epsilon$).

$$\text{ἐντασις ἐκκινήσεως} = \text{_____} A$$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

1. Ὑπολογίσατε τὴν ἀναπτυσσομένην, ὑπὸ τοῦ κινητῆρος ΣΡ
συνθέτου διεγέρσεως, $h\pi$ ὅταν ἡ ροπή εἶναι 1 N·m. Χρησιμοποί-

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

—*

**Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**Μέθοδοι Αυτόματης Εκκίνησης
Κινητήρων Συνεχούς Ρεύματος**

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :.....

Μέλη Ομάδας :.....
:.....
:.....
:.....

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :.....
Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :.....
Ημερομηνία πειράματος :.....
Θέση εργασίας :.....

**Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ**

**Μέθοδοι Αυτόματης Εκκίνησης
Κινητήρων Συνεχούς Ρεύματος**

**Στην προετοιμασία του πειράματος αυτού, έχουν κατά καιρούς
συμμετάσχει οι:**

**Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
Α. ΜΑΓΟΥΛΑΣ
Ε. ΣΑΚΙΩΤΗΣ
Π. ΚΟΝΤΟΔΙΟΣ**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1. Ι.Κ. Χατζηλάου
“Ηλεκτρικές Μηχανές”, ΣΝΔ 1981**
- 2. Th. Wildi, M.J. De Vito
“Control of Industrial Motors”, Lab-Volt Ltd 1976**

Έκδοση 2000

I ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

1. Εξοικείωση με τη χρήση ηλεκτρονόμενων.
2. Επίδειξη συστήματος εκκίνησης κινητήρα συνεχούς ρεύματος.
3. Περιγραφή της μεθόδου αντί-ΗΕΔ.

II. ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Βασικές αρχές μετρήσεων, μέτρα ασφαλείας και τρόπος εργασίας στο εργαστήριο.
- Βασικοί νόμοι Ηλεκτροτεχνίας περί επιλύσεως κυκλωμάτων.
- Γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τα προηγούμενα εργαστηριακά πειράματα.

III. ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

- Παλμογράφος HAMEG.
- Καταγραφικό HAMEG.
- Αμπεροτσιμπίδα CHAUVIN
- Στροφόμετρο HIOKI 3404.
- Σειρά αντιστάσεων, διακοπών πίεσεως, λαμπτήρων, ηλεκτρονόμενων και ασφαλιστικών διατάξεων *Lab Volt*.

IV. ΠΕΙΡΑΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α

- A.1 Σύντομη παρουσίαση των τραπεζών, κινητήρων, γεννητριών και ηλεκτρονόμενων *Lab Volt*.
- A.2 Παρουσίαση / θεωρία των μεθόδων εκκίνησης κινητήρων συνεχούς ρεύματος. (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I)
- A.3 Περιγραφή της μεθόδου αντί-ΗΕΔ.
- A.4 Παράδειγμα υπολογισμού των χρησιμοποιούμενων αντιστάσεων κατά τη μέθοδο αντί-ΗΕΔ.

ΜΕΡΟΣ Β

- B.1 α. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του σχήματος 4. Συνδέσατε το ηλεκτροδυναμόμετρο με τη μονάδα POWER SUPPLY EMS-8821 15, και θέσατε το διακόπτη φόρτισης στο 30. Τροφοδοτήστε το κύκλωμα με 220V από τη μονάδα POWER SUPPLY EMS-8821 15 αφού ελέγξετε προσεκτικά το κύκλωμα.
- β. Τοποθετήστε δύο αυτοκόλλητους ανακλαστήρες στροφόμετρου αντιδιαμετρικά στον σφόνδυλο του κινητήρα. Σκοπεύσατε με το στροφόμετρο τους ανακλαστήρες και θέσατε τους επιλογικούς διακόπτες του στις θέσεις fast, rpm, 0.1mV. Συνδέσατε το στροφόμετρο στο κανάλι 2 (CH2) του παλμογράφου.
- γ. Τοποθετήστε την αμπεροτσιμπίδα ώστε να μετρά το ρεύμα τυμπάνου του κινητήρα (σημείο 101-περιελίξτε εννέα σπείρες στην αμπεροτσιμπίδα). Θέσατε τον επιλογικό διακόπτη της αμπεροτσιμπίδας στη θέση 100mV/A. Συνδέσατε την αμπεροτσιμπίδα με το κανάλι 1 (CH1) του παλμογράφου.
- δ. Θέσατε ΕΝΤΟΣ (πιεσμένα) τα κομβία STOR και SINGLE του παλμογράφου και ΠΙΡΙΝ ΑΠΟ ΚΑΘΕ ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΚΡΑΤΗΣΗ του κινητήρα να πιέζετε το κομβίο RESET.
- B.2 α. Θέσατε τον διακόπτη CIRCUIT BRAKER 9110-05 εντός. Πιέσατε τον διακόπτη START και παρατηρήστε τι απεικονίζεται στον παλμογράφο.
- β. Μετρήσατε το χρόνο που μεσολαβεί από την πίεση του κομβίου START μέχρι την ενεργοποίηση του ηλεκτρονόμου A.
- $\text{χρόνος} = \dots \dots \dots \text{sec}$
- γ. Πιέσατε τον διακόπτη STOP και παρατηρήστε τι απεικονίζεται στον παλμογράφο.
- B.3 α Στρέψατε το διακόπτη φορτίου του ηλεκτροδυναμόμετρου στη θέση 100. Πιέσατε τον διακόπτη START. Τι παρατηρείτε. Επαναφέρατε τον διακόπτη φορτίου στη θέση 30.

β. Αποσυνδέσατε την τροφοδότηση του ηλεκτροδυναμόμετρου και εκτελέσατε τα αναγραφόμενα στο B.2 (προσοχή να μην υπάρχουν ελεύθερα καλώδια υπό τάση). Επανασυνδέσατε την τροφοδότηση του ηλεκτροδυναμόμετρου.

B.4 Αντικαταστήστε την αντίσταση των 166Ω με αντίσταση 250Ω . Εκτελέσατε τα αναγραφόμενα στο B.2.

B.5 Αντικαταστήστε την αντίσταση των 25Ω με αντίσταση 100Ω . Εκτελέσατε τα αναγραφόμενα στο B.2.

B.6 α. Χρησιμοποιώντας τις αρχικές αντιστάσεις αποσυνδέσατε την αντίσταση των 50Ω (ηλεκτροδυναμική πέδηση). Εκτελέσατε τα αναγραφόμενα στο B.2.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ/ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.

1. **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Ένα πολύ σημαντικό θέμα στην θεωρία και τις εφαρμογές των κινητήρων συνεχούς ρεύματος (Σ.Ρ.) είναι ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η εκκίνηση των μηχανών αυτών. Συγκεκριμένα, όταν ένας κινητήρας Σ.Ρ. συνδεθεί κατευθείαν στην γραμμή τροφοδοσίας του, το αρχικό ρεύμα του δρομέα μπορεί να πάρει τιμή μέχρι και είκοσι φορές μεγαλύτερη από αυτήν της μόνιμης κατάστασης λειτουργίας, ενώ το ίδιο ισχύει και για την αρχική ροπή εκκίνησης. Επίσης η αναπτυσσόμενη θερμότητα λόγω απωλειών Joule μπορεί να φτάσει το 400πλάσιο της κανονικής!

Είναι προφανές ότι, αν εξαιρέσουμε κινητήρες πολύ μικρού μεγέθους, οι καταστάσεις αυτές μπορούν να προκαλέσουν καταστροφή του κινητήρα, αλλά και του μηχανισμού που αυτός κινεί, όπως επίσης και βλάβη της γραμμής τροφοδοσίας λόγω υπερφορτώσεως. Θα πρέπει λοιπόν, κατά την εκκίνηση του κινητήρα, να βρεθεί ένας τρόπος περιορισμού του ρεύματος του δρομέα, μέχρι να φτάσουμε στο σημείο της μόνιμης κατάστασης λειτουργίας.

Ο απλούστερος τρόπος για να γίνει αυτό, είναι να συνδέσουμε εν σειρά με το τύλιγμα του δρομέα, μία ή περισσότερες ωμικές αντιστάσεις. Οι αντιστάσεις αυτές, περιορίζουν το ρεύμα εκκίνησης και είναι έτσι υπολογισμένες, ώστε η μέγιστη τιμή του να είναι το διπλάσιο ή τριπλάσιο του ονομαστικού ρεύματος λειτουργίας, με αποτέλεσμα η εκκίνηση του κινητήρα υπό φορτίο να γίνεται εύκολα και ομαλά.

Κατά την εκκίνηση του, ο κινητήρας επιταχύνει διότι η ροπή εκκίνησης είναι μεγαλύτερη από αυτήν του φορτίου. Καθώς ο αριθμός των στροφών του κινητήρα αυξάνεται, η τάση ψηκτρών αυξάνεται (ΑΗΕΔ), και το ρεύμα του δρομέα μειώνεται, με συνέπεια να μειώνεται και παραγόμενη ροπή και έτσι αντίστοιχα να μειώνεται ο ρυθμός επιτάχυνσης του κινητήρα. Σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή βραχυκυκλώνεται μέρος της εν σειρά εξωτερικής αντίστασης, με αποτέλεσμα να αυξηθεί το ρεύμα του δρομέα, επομένως να αυξηθεί και η παραγόμενη ροπή, και έτσι να αυξηθεί εκ νέου ο ρυθμός επιτάχυνσης του κινητήρα. Τελικά, και μετά από σταδιακά βήματα όπου επαναλαμβάνεται η διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω, αφαιρούνται όλες οι εξωτερικές αντιστάσεις και ο κινητήρας στρέφει με τις στροφές που αντιστοιχούν στην ισορροπία της παραγόμενης ροπής και του εξωτερικού φορτίου.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι εφαρμογής της ανωτέρω διαδικασίας τις οποίες μπορούμε να ομαδοποιήσουμε σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

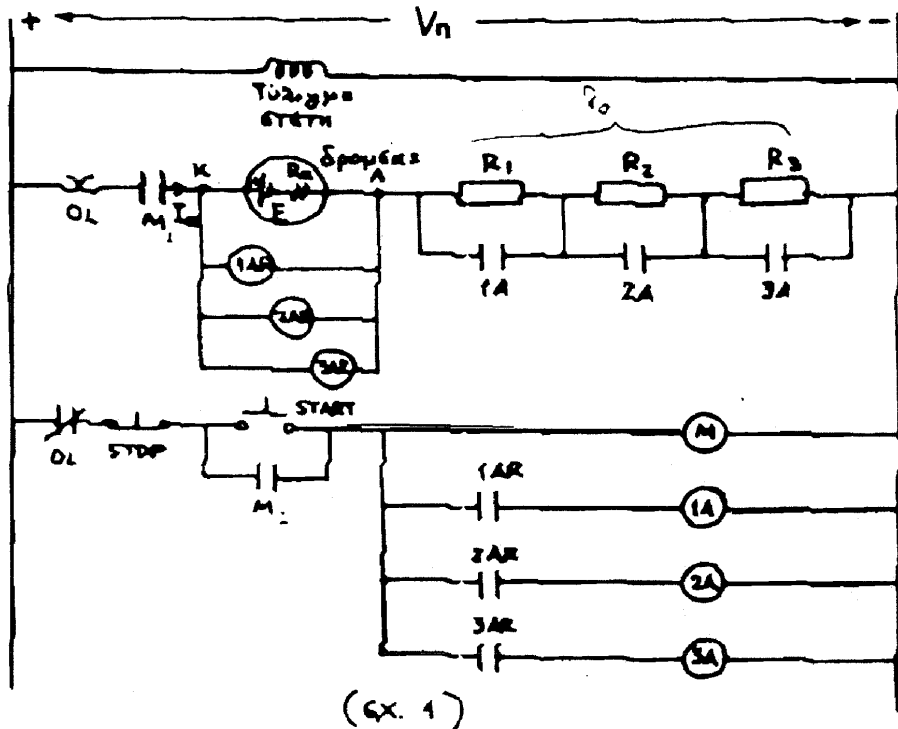
- i. **Μέθοδοι Οριακών Ρευμάτων:** Σε αυτήν την κατηγορία, ένας ή περισσότεροι ηλεκτρονόμοι ενεργοποιούνται διαδοχικά από τις διάφορες τιμές που παίρνει το ρεύμα του δρομέα, και βραχυκυκλώνουν μία ή περισσότερες αντιστάσεις που είναι εν σειρά με το τύλιγμα του δρομέα.
- ii. **Μέθοδοι Χρονικών Διαστημάτων:** Στην περίπτωση αυτή οι ηλεκτρονόμοι ενεργοποιούνται σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα ανεξάρτητα από το ρεύμα του δρομέα.

Κάθε μία από τις δύο αυτές κατηγορίες έχει μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα. Στις μεθόδους των οριακών ρευμάτων το κριτήριο για την ενεργοποίηση των ηλεκτρονόμων είναι το ρεύμα του δρομέα του κινητήρα, ενώ στις μεθόδους των χρονικών διαστημάτων το κριτήριο είναι ο χρόνος. Έτσι στην μεν μία περίπτωση το ρεύμα του δρομέα διατηρείται μέσα σε συγκεκριμένα όρια, ανεξάρτητα από το φορτίο του κινητήρα, ενώ στην άλλη περίπτωση ο χρόνος εκκίνησης είναι σταθερός. Αν λοιπόν έχουμε ένα μικρό φορτίο συνήθως προτιμάται η μέθοδος των οριακών ρευμάτων ώστε να εκκινηθεί γρηγορότερα ο κινητήρας. Αντίθετα, στις περιπτώσεις που η εκκίνηση του κινητήρα επαναλαμβάνεται, όπως π.χ. στην γραμμή παραγωγής ενός εργοστασίου, προτιμάται η μέθοδος των χρονικών διαστημάτων.

Παρακάτω θα εξετάσουμε αναλυτικά μία μέθοδο από την πρώτη κατηγορία, όπου οι ηλεκτρονόμοι ενεργοποιούνται από την τάση των ψηκτρών του δρομέα (ΑΗΕΔ), η οποία αυξάνεται συνεχώς καθώς ο κινητήρας επιταχύνει.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΤΙ - ΗΕΔ

Στο Σχ. 1 φαίνεται ένα παράδειγμα εκκίνησης ενός κινητήρα Σ.Ρ. παράλληλου διεγέρσεως με την μέθοδο αντι - ΗΕΔ:



Στο παραπάνω σχήμα ισχύουν τα ακόλουθα:

V_{π} : πολική τάση

$V_{K\Lambda} = u$: τάση ψηκτρών

E : ΑΗΕΔ δρομέα

R_{α} : ωμική αντίσταση τυλίγματος δρομέα

Βασικές σχέσεις:

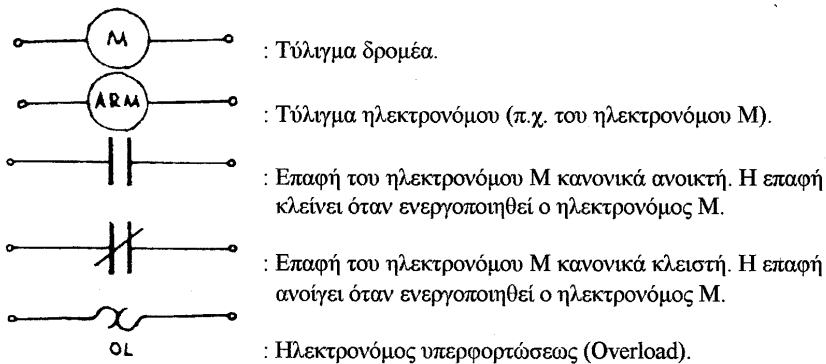
$$V_{\pi} \approx u + I_{\alpha} R_o \quad \text{όπου} \quad R_o = R_1 + R_2 + R_3 \quad \text{και}$$

$$I_{\alpha} \approx \frac{V_{\pi} - E}{R_o + R_{\alpha}} \quad \text{όπου} \quad E = k_1 \Phi n.$$

$$\text{Συνδυάζοντας τις σχέσεις αυτές προκύπτει:} \quad u = \frac{R_{\alpha}}{R_o + R_{\alpha}} V_{\pi} + k_1 \Phi n. \quad (1)$$

Στις παραπάνω σχέσεις τέθηκε $\approx$ αντί για $=$ γιατί ένα μέρος του ρεύματος τυμπάνου διακλαδίζεται στα τυλίγματα 1AR, 2AR και 3AR.

Εξήγηση συμβόλων:



Στο Σχ. 2 της επόμενης σελίδας φαίνεται το λογικό διάγραμμα που απεικονίζει τον τρόπο εκκίνησης του κινητήρα Σ.Ρ. παραλλήλου διεγέρσεως. Οι φάσεις που το αποτελούν περιγράφονται κατωτέρω:

Φάση 1: Το σύστημα τίθεται σε λειτουργία πιέζοντας το κομβίο START, οπότε και ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος Μ. Η επαφή Μ₁ εξασφαλίζει την λειτουργία του συστήματος χωρίς να απαιτείται η συνεχής επαφή του κομβίου START. Με την ενεργοποίηση της επαφής Μ₂, εκκινεί ο κινητήρας με ρεύμα εκκίνησης $I_a \approx \frac{V_\pi}{R_o + R_a}$ και ροπή εκκίνησης $T_{εκκ} = K I_a I_f$. Από αυτές τις δύο

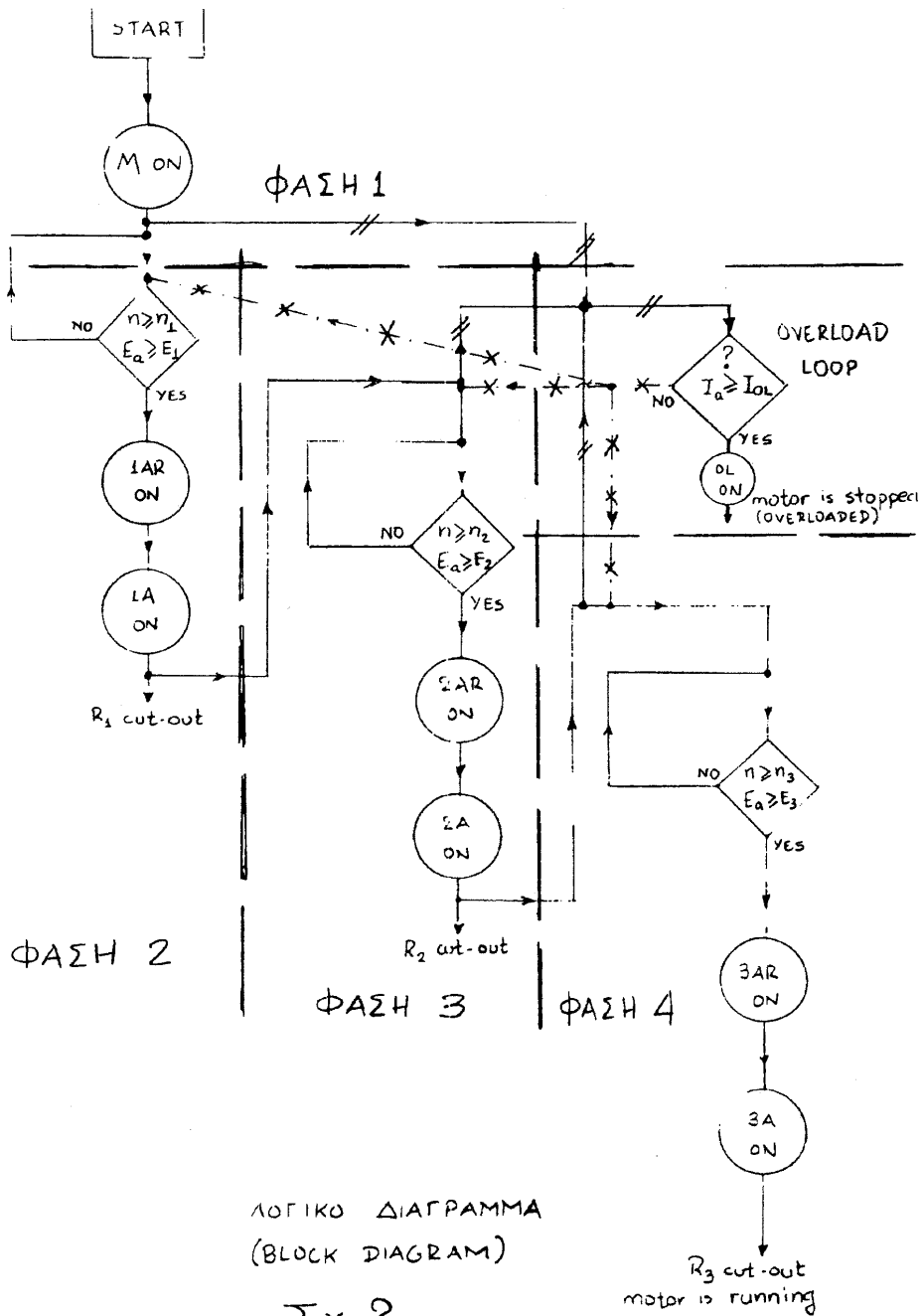
σχέσεις φαίνεται η απαίτηση για την R_o από την μία πλευρά να είναι τέτοια ώστε το ρεύμα εκκίνησης να είναι μικρότερο ή ίσο από τη μέγιστη επιτρεπτή τιμή του και από την άλλη να τέτοια ώστε το ρεύμα εκκίνησης να προκαλεί ροπή εκκίνησης ικανή να στρέψει το ακίνητο φορτίο. Καθώς αυξάνεται ο αριθμός των στροφών του κινητήρα n , αυξάνεται η τάση u όπως περιγράφεται από την σχέση (1).

Φάση 2: Όταν ο αριθμός στροφών n γίνει τέτοιος ώστε η ΑΗΕΔ του κινητήρα Ε φθάσει μία προκαθορισμένη τιμή E_1 , ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος 1AR, με συνέπεια να ενεργοποιηθεί ο ηλεκτρονόμος 1A μέσω της επαφής του 1AR, και να κλείσει η επαφή 1A, βραχυκυκλώνοντας το τμήμα R_1 της πρόσθετης αντίστασης R_o . Το ρεύμα I_a αυξάνεται και παράλληλα ο κινητήρας συνεχίζει να επιταχύνει.

Φάσεις 3 και 4: Επαναλαμβάνεται η διαδικασία που περιγράφηκε στην Φάση 2. Με το πέρας της Φάσης 4, η εξωτερική αντίσταση R_o έχει εξ' ολοκλήρου βραχυκυκλωθεί και ο κινητήρας επιταχύνει έως ότου η ροπή του γίνει ίση με το φορτίο.

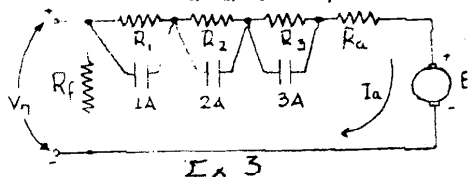
Σε όλη την διάρκεια της εκκίνησης του κινητήρα ο ηλεκτρονόμος OL τον προστατεύει από υπερφόρτωση. Σε περίπτωση που το ρεύμα του τυμπάνου του κινητήρα υπερβεί μία προκαθορισμένη τιμή, η επαφή του ανοίγει απενεργοποιώντας τον ηλεκτρονόμο Μ, οπότε αφενός μεν διακόπτεται η τροφοδοσία του κινητήρα ανοίγοντας την επαφή Μ₂, αφετέρου δε επαναφέρει τους ηλεκτρονόμους στην κατάσταση ηρεμίας ανοίγοντας την επαφή Μ₁. Ομοίως λειτουργεί το κομβίο STOP.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Γ"



3. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ R_1, R_2, R_3

Έστω ένας κινητήρας Σ.Ρ. παράλληλου διεγέρσεως με στοιχεία ως ακολούθως: ισχύς 100 [HP], τάση λειτουργίας 250 [Volt], ρεύμα ονομαστικής λειτουργίας $I_a = I_{ov} = 350$ [A], και εσωτερική αντίσταση τυμπάνου $R_a = 0.05$ [Ω]. Έστω επίσης ότι επιθυμούμε το ρεύμα εκκίνησης να μην υπερβεί το διπλάσιο του ρεύματος ονομαστικής λειτουργίας I_{ov} . Ας προσπαθήσουμε να υπολογίσουμε τις τιμές των αντιστάσεων R_1, R_2, R_3 που πρέπει να τοποθετηθούν εν σειρά με την R_a , ώστε να επιτευχθεί αυτό.



Υποθέτουμε κατ' αρχήν ότι τρεις αντιστάσεις επαρκούν και η υπόθεση αυτή θα επαληθευθεί ή θα καταρρεύσει στην πορεία. Στο Σχ. 3 παραπλεύρως φαίνεται το ηλεκτρολογικό κύκλωμα του τυμπάνου του κινητήρα. Για λόγους ευκολίας κατανόησης του παραδείγματος χρησιμοποιούνται τα ίδια σύμβολα με αυτά του πειράματος.

ΛΥΣΗ

Την στιγμή της εκκίνησης οι στροφές του κινητήρα είναι μηδέν, $\eta_{εκκ} = 0$, επομένως $E_{εκκ} = k_1 \Phi \eta_{εκκ} = 0$ [V]. Εάν λοιπόν δεν υπήρχαν οι εξωτερικές αντιστάσεις R_1, R_2, R_3 , το ρεύμα εκκίνησης θα ήταν:

$$I_{\alpha, εκκ} \approx \frac{V_{\pi} - E_{εκκ}}{R_{\alpha}} = \frac{250 - 0}{0.05} = 5000 \text{ [A]}$$

δηλαδή 14 περίπου φορές μεγαλύτερο του ρεύματος ονομαστικής λειτουργίας. Έτσι για να είναι το $I_{\alpha, εκκ}$ το πολύ διπλάσιο του I_{ov} θα πρέπει η συνολική εξωτερική αντίσταση $R_o = R_1 + R_2 + R_3$ να είναι τόσο ώστε να πληρείται η σχέση:

$$I_{\alpha, εκκ, max} = 2I_{ov} = \frac{V_{\pi} - E_{εκκ}}{R_{\alpha} + R_o} \Rightarrow R_{\alpha} + R_o = \frac{V_{\pi}}{2I_{ov}} = \frac{250}{700} = 0.357 \text{ } [\Omega]$$

Κατά την Φάση 2, όπου ο κινητήρας επιταχύνει, η αντι-ΗΕΔ αυξάνει και το ρεύμα τυμπάνου I_a μειώνεται. Για να μην "πέσει" το ρεύμα κάτω από την ονομαστική του τιμή, (και για να μην αυξηθεί ο χρόνος εκκίνησης), θα πρέπει η αντίσταση R_1 να βραχυκυκλωθεί όταν $E = E_1$, μία προκαθορισμένη τιμή που δίνεται από την σχέση:

$$E_1 = V_{\pi} - I_{ov}(R_{\alpha} + R_o) = 250 - 350 \cdot 0.357 = 125 \text{ [V]}$$

Η R_1 βραχυκυκλώνεται μέσω της επαφής 1Α του ηλεκτρονόμου 1Α. Την χρονική αυτή στιγμή εξακολουθεί να ισχύει ο περιορισμός όπου $I_a \leq 700$ [A], οπότε οι υπόλοιπες αντιστάσεις R_2, R_3 θα πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να είναι:

$$I_{\alpha, max} = 2I_{ov} = \frac{V_{\pi} - E_1}{R_{\alpha} + R_2 + R_3} \Rightarrow R_{\alpha} + R_2 + R_3 = \frac{250 - 125}{700} = 0.1786 \text{ } [\Omega]$$

επομένως $R_1 = 0.357 - 0.1786 = 0.1784$ [Ω].

Με όμοιο τρόπο υπολογίζουμε τις τιμές E_2 και R_2, E_3 και R_3 .

Δηλαδή $E_2 = (\text{σημείο βραχυκυκλώσεως } R_2) = V_{\pi} - I_{ov}(R_{\alpha} + R_2 + R_3) = \dots = 187.5$ [V] ,

οπότε $R_{\alpha} + R_3 = \frac{V_{\pi} - E_2}{2I_{ov}} = \frac{250 - 187.5}{700} = \dots = 0.0893$ [Ω] και $R_2 = 0.1786 - 0.0893 = 0.0893$ [Ω].

$E_3 = (\text{σημείο βραχυκυκλώσεως } R_3) = V_{\pi} - I_{ov}(R_{\alpha} + R_3) = \dots = 218.75$ [V] ,

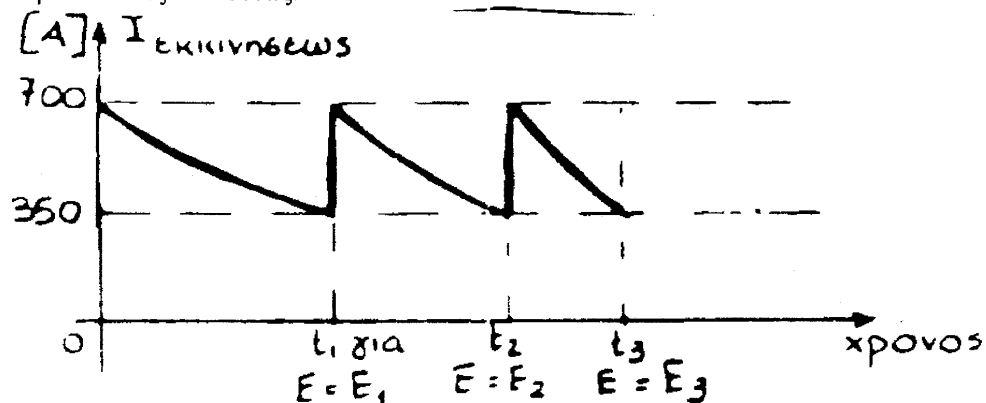
οπότε $R_{\alpha} = \frac{V_{\pi} - E_3}{2I_{ov}} = \frac{250 - 218.75}{700} = \dots = 0.0446$ [Ω].

Η τιμή αυτή είναι μικρότερη της πραγματικής εσωτερικής αντίστασης του κινητήρα $R_a = 0.05$ [Ω], οπότε συμπεραίνουμε ότι οι τρεις αντιστάσεις της αρχικής μας υπόθεσης

επαρκούν για τον στόχο που είχαμε θέσει. Έτσι η τρίτη αντίσταση R_3 θα είναι ίση με $R_3 = 0.0893 - 0.05 = 0.0393 \text{ } [\Omega]$.

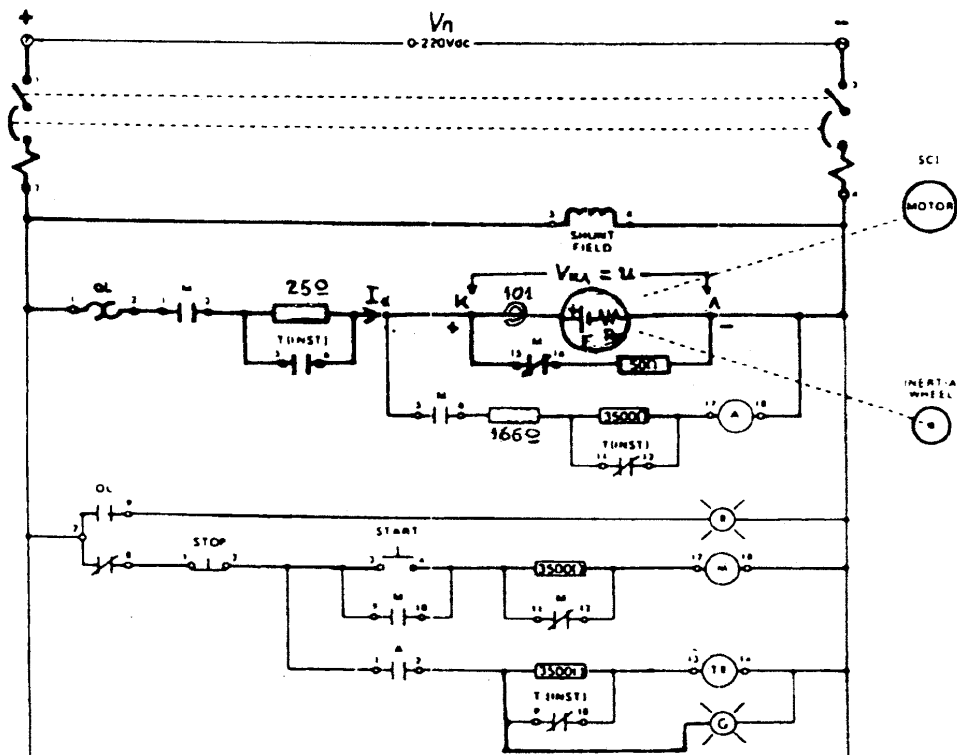
Με βάση το σκεπτικό που αναπτύχθηκε παραπάνω εάν η αρχική απαίτηση ήταν για μεγαλύτερα όρια στο ρεύμα εκκινήσεως, (τριπλάσιο ή τετραπλάσιο του ρεύματος ονομαστικής λειτουργίας), τότε θα απαιτούνταν λιγότερες εξωτερικές αντιστάσεις και αντίστροφα.

Τέλος το ρεύμα εκκινήσεως σε συνάρτηση με τον χρόνο εκκινήσεως μπορεί να παρασταθεί ως ακολούθως:



ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Στο Σχ. 4 φαίνεται η συνδεσμολογία του πειράματος που θα κάνετε στο εργαστήριο. Πρόκειται για ένα σύστημα εκκινήσεως δύο σταδίων.



(Σx. 4)

Ισχύει και εδώ ότι, $u = \frac{R_\alpha}{R_0 + R_\alpha} V_\pi + k_1 \Phi n$, δηλαδή

Είναι προφανές ότι όσο μικρότερη είναι η R_0 , τόσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα εκκίνησης και όσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση των 166 Ω , τόσο καθυστερεί να ενεργοποιηθεί ο ηλεκτρονόμος A, άρα το ρεύμα μετά το βραχυκύκλωμα της R_0 γίνεται μικρότερο. Αν η αντίσταση αυτή είναι πολύ μεγάλη ο A δεν ενεργοποιείται ποτέ. Το ίδιο συμβαίνει εάν η R_0 είναι πολύ μεγάλη.

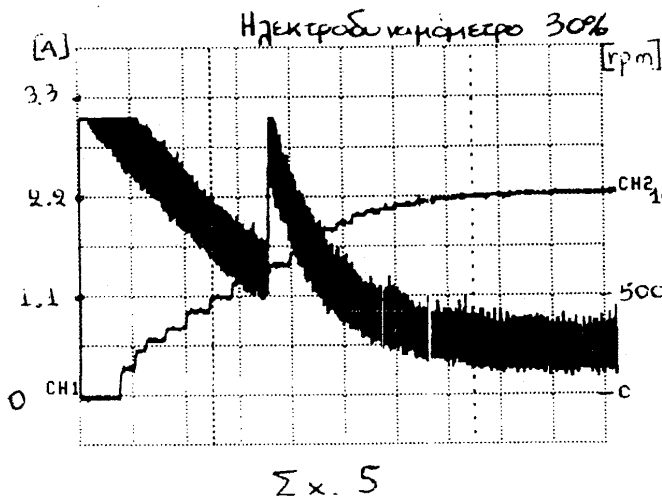
Ο ηλεκτρονόμος Α χρησιμοποιείται σαν αισθητήριο της τάσης ψηκρών υ του κινητήρα. Η εν σειρά με το τυλίγμα του Α, αντίσταση των 166 [Ω], δημιουργεί μαζί με την αντίσταση του τυλίγματος του Α έναν διαρέτη τάσεως, ώστε η ενεργοποίηση του Α να γίνεται όχι άμεσα, αλλά όταν η τάση ψηκρών ανέβει στο 60% περίπου της τελικής της τιμής.

Εν σειρά με το κύλινδρο του δρομέα υπάρχει μία αντίσταση 25 $[\Omega]$, η οποία στο δεύτερο στάδιο εκκίνησης βραχυκυκλώνεται. Αυτό γίνεται από το κλείσιμο των επαφών T(INST) - 5,6 του ηλεκτρονόμου TR. Ο ηλεκτρονόμος TR, (Time Delay Relay), ενεργοποιείται όταν κλείσουν οι επαφές A - 1,2 του A και αφού πρώτα υπάρξει κάποια χρονική καθυστέρηση.

Ο κινητήρας συνδέεται μέσω μιάντα με τον δρομέα ενός κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα (ηλεκτροδυναμόμετρο) ενώ πάνω στον άξονα του έχει προσαρμοστεί ένας σφόνδυλος. Αυτά παίζουν τον ρόλο του φορτίου που πρέπει να κινήσει ο κινητήρας. Στο Σχ. 6 φαίνεται η μεταβολή της έντασης του ρεύματος (CH 1) του κινητήρα κατά την εκκίνησή του με τη διάταξη του Σχ. 4 χωρίς το πρόσθετο

φορτίο του ηλεκτροδυναμόμετρου σε σχέση με την μεταβολή των στροφών του. Συγκρίνοντάς το με το Σχ. 5 στο οποίο φαίνεται η μεταβολή της έντασης του ρεύματος του κινητήρα και η αντίστοιχη μεταβολή των στροφών του όταν υπάρχει επιπλέον φορτίο από το ηλεκτροδυναμόμετρο (ποτενσιόμετρο φορτίου στην θέση 30%), παρατηρούμε ότι το βραχυκύκλωμα της R_o δεν εκτελέστηκε μετά την πάροδο συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος αλλά στην ίδια τιμή έντασης με αυτήν του πειράματος χωρίς ηλεκτροδυναμόμετρο.

Τέλος η αντίσταση των 50 [Ω], εν σειρά με τις κανονικά κλειστές επαφές M - 15,16, χρησιμεύει για την ηλεκτροδυναμική πέδηση του κινητήρα. Όταν διακοπεί η τροφοδότηση του δρομέα, (ενώ παραμένει η τροφοδότηση στο στάτη), αυτός λόγω αδρανείας θα συνεχίσει να περιστρέφεται για αρκετά δευτερόλεπτα ακόμα. Αν όμως συνδέσουμε στα άκρα του δρομέα μία αντίσταση θα δημιουργηθεί κλειστό κύκλωμα. Η μηχανή θα λειτουργήσει σαν γεννήτρια Σ.Ρ. με κινούσα ενέργεια την κινητική ενέργεια του δρομέα. Η ενέργεια αυτή θα μετατραπεί τελικά σε θερμική ενέργεια Joule στην αντίσταση με αποτέλεσμα να έχουμε κράτηση του δρομέα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα (της τάξεως του 1 δευτερολέπτου). Στο Σχ. 5 φαίνεται η μεταβολή της έντασης (CH 2) και των στροφών (CH 1) του κινητήρα με ηλεκτροδυναμική πέδηση κατά την κράτησή του. Παρατηρούμε ότι η ένταση του ρεύματος μειώνεται σταδιακά ενώ οι στροφές μειώνονται πολύ πιο γρήγορα από ότι στο Σχ. 8 στο οποίο φαίνεται η μεταβολή της έντασης και των στροφών όταν δεν χρησιμοποιείται ηλεκτροδυναμική πέδηση. Στη δεύτερη περίπτωση η ένταση του ρεύματος (CH 2) μειώνεται ακαριαία ενώ οι στροφές (CH 1) μειώνονται αργά (και στις δύο περιπτώσεις απεικονίζεται το αντίθετο της τιμής της έντασης).



DATE: 27-03-2000
TIME: 17:01:12

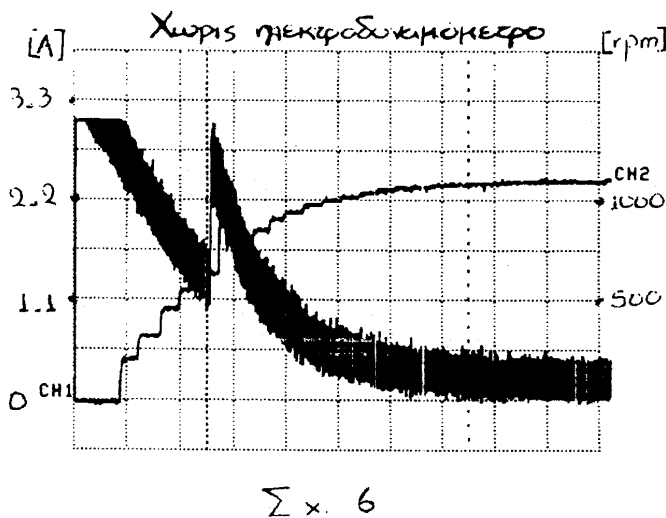
SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV = 0.5V
CH2 - VOLTS/DIV = 50mV
TIMEBASE-SEC/DIV = 0.5s
TRIGGERLEVEL CH1: AUTO
PRETRIGGER : 0%
DELTA CURSOR : 2.500s
ADD CH1,CH2 : OFF

PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1: 0-9
ZOOMRANGE - CH2: 0-9
HARDCOPY SOURCE: HM 408

REMARKS:



DATE: 27-03-2000
TIME: 16:49:49

SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV = 0.5V
CH2 - VOLTS/DIV = 50mV
TIMEBASE-SEC/DIV = 0.5s
TRIGGERLEVEL CH1: AUTO
PRETRIGGER : 0%
DELTA CURSOR : 2.500s
ADD CH1,CH2 : OFF

PRINTERPARAMETER:

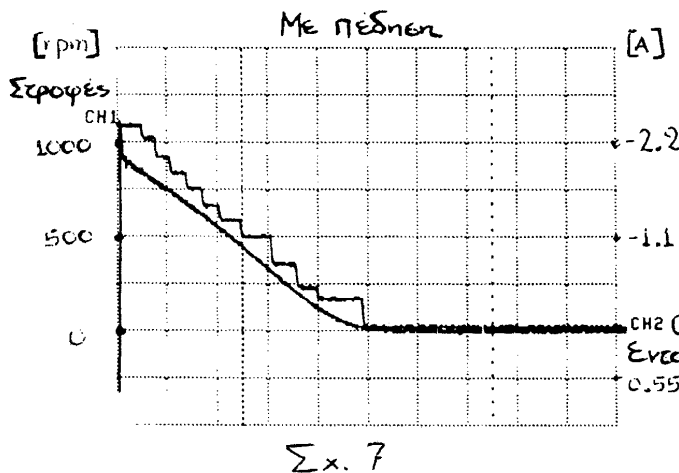
ZOOMRANGE - CH1: 0-9
ZOOMRANGE - CH2: 0-9
HARDCOPY SOURCE: HM 408

REMARKS:



Probe εντάσης: 100 mV/A, 9 ενδείξεις

Στρατόμετρο: fast, rpm, 0.1 mV, 2 ανακταστές



DATE: 27-03-2000
TIME: 17:11:45

SIGNALPARAMETER:

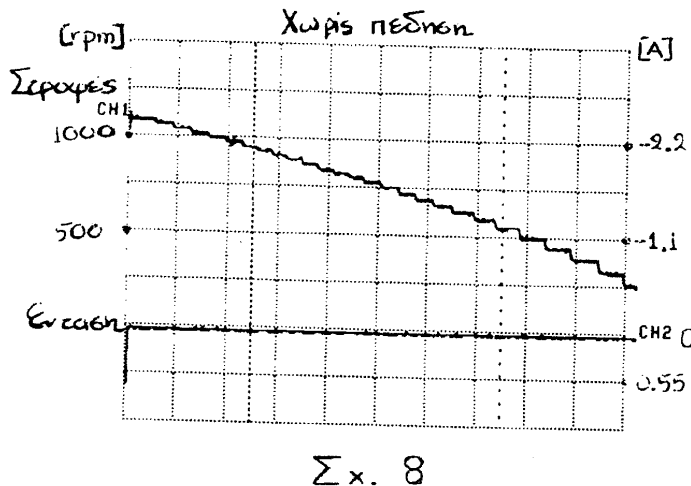
CH1 - VOLTS/DIV = 50mV
CH2 - VOLTS/DIV = 0.5V
TIMEBASE-SEC/DIV = 0.5s
TRIGGERLEVEL CH1: AUTO
PRETRIGGER: 0%
DELTA CURSOR: 2.500s
ADD CH1,CH2: OFF

PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1: 0-9
ZOOMRANGE - CH2: 0-9
HARDCOPY SOURCE: HM 408

REMARKS:

Ενταση



DATE: 27-03-2000
TIME: 17:14:39

SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV = 50mV
CH2 - VOLTS/DIV = 0.5V
TIMEBASE-SEC/DIV = 0.5s
TRIGGERLEVEL CH1: AUTO
PRETRIGGER: 0%
DELTA CURSOR: 2.500s
ADD CH1,CH2: OFF

PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1: 0-9
ZOOMRANGE - CH2: 0-9
HARDCOPY SOURCE: HM 408

REMARKS:

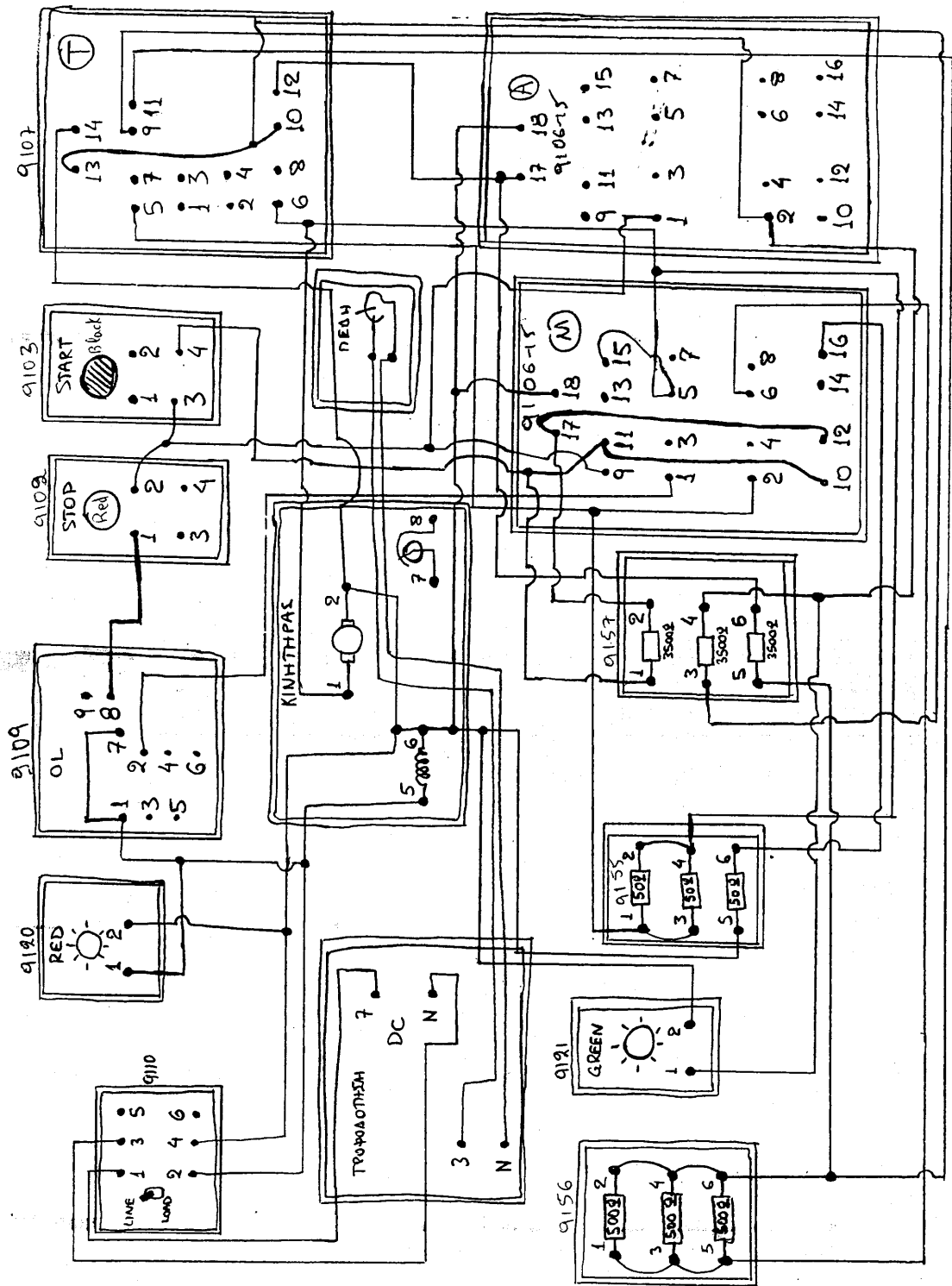
Ενταση



Probe εντάσεως: 100mV/A, 9 αντιστάσεις

Σταθμόμετρο: fast, rpm, 0.1mV, 2 αναλογίες

CH2: INVERT



Β. ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ συμπληρώνοντας τα παρακάτω, προσθέτοντας ότι παρατηρήσεις, συμπεράσματα και σχόλια κρίνετε χρήσιμα, κλπ.

ΜΕΡΟΣ Α

A.1/A.2 Περιγράψτε το πρόβλημα που υφίσταται κατά την εκκίνηση κινητήρων συνεχούς ρεύματος.

A.3/A.4 Ποιά η αργή της μεθόδου εκκίνησης κινητήρων συνεχούς ρεύματος με την μέθοδο αντί-ΗΕΔ.

ΜΕΡΟΣ Β

1. Σχεδιάσατε την συνδεσμολογία του πειράματος κάνοντας ευκρινές το τμήμα που συντελεί στην ηλεκτρομαγνητική πέδηση.

2. Περιγράψατε την λειτουργία της ηλεκτρομαγνητικής πέδησης.

ΜΕΡΟΣ Γ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

Γ.1 Τι χρησιμεύουν οι αντιστάσεις των 3500Ω οι οποίες είναι παραλληλισμένες από κανονικά κλειστές επαφές, εν σειρά με το τύλιγμα κάθε ηλεκτρονόμου;

Γ.2 Πότε θα ενεργοποιηθεί ο ηλεκτρονόμος TR;

Γ.3 Πότε θα ενεργοποιηθεί η ηλεκτροδυναμική πέδηση;

Γ.4 Πιέστε το κομβίο STOP. Περιγράψτε τι συμβαίνει:

Γ.5 Σχολιάστε την εκκίνηση του κινητήρα όταν αυτός οδηγεί ένα ελαφρύ φορτίο:

Γ.6 Εξηγήστε γιατί το κύκλωμα του Σχ. 4 λέγεται σύστημα εκκίνησης δύο σταδίων:

Γ.7 Ποια επιπλέον εξαρτήματα θα χρειαζόταν για να κατασκευαστεί ένα σύστημα εκκίνησης τριών σταδίων;

Γ.8 Περιγράψτε περιληπτικά τον τρόπο λειτουργίας ενός συστήματος εκκίνησης τριών σταδίων:

ΑΠΑΙΤΥΞΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

— *



**Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ
ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ
και
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ
ΜΕ ΣΥΛΛΕΚΤΗ**

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :

Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :

Ημερομηνία Πειράματος :

Σ.Ν.Δ. - ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

και

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΣΥΛΛΕΚΤΗ

- A. ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΔΙΑΧΩΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ
- B. ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ
- Γ. ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
- Δ. ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ UNIVERSAL
- Ε. ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΑΠΩΣΤΙΚΟΣ (ΑΠΩΣΕΩΣ -ΕΠΑΓΩΓΗΣ)

(Πληροφορίες για το Πείραμα βλ. :

α. στις συνημμένες 14 σελίδες :

Δρ. Ελ. Γραβάλου, “Πείραμα : Μονοφασικοί Επαγωγικοί Κινητήρες και Μονοφασικοί Επαγωγικοί Κινητήρες με συλλέκτη”, ΣΝΔ Δεκ.. 2001

β. Στο Εγχειρίδιο :

Ι.Κ. Χατζηλάου και άλλοι, “Εργαστηριακά Πειράματα Ηλ. Μηχανών”, ΣΝΔ 2001)

* Στην προετοιμασία του πειράματος αυτού, έχουν κατά καιρούς συμμετάσχει και οι :

ΗΛ. ΓΡΑΒΑΛΟΥ
Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
ΑΡ. ΜΑΓΟΥΛΑΣ
Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗΣ
Μ. ΒΙΚΑΤΟΣ

* ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο Πειραμάτων Lab Volt, 1978
2. Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ, “Ηλεκτρικές Μηχανές”, ΣΝΔ 1981

Δρ. ΗΛ. ΓΡΑΒΑΛΟΥ

ΣΝΔ , έδρα ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
Δεκέμβριος 2001

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ
ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΣΥΛΛΕΚΤΗ**

Περιεχόμενα

- Α. ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΔΙΑΧΩΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ
- Β. ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ
- Γ. ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
- Δ. ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ UNIVERSAL
- Ε. ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΑΠΩΣΤΙΚΟΣ (ΑΠΩΣΕΩΣ -ΕΠΑΓΩΓΗΣ)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ :

Εγχειρίδιο Πειραμάτων Lab Volt, 1978

Α. ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΔΙΑΧΩΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ(ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ Ή ΜΕ ΧΩΡΙΣΤΗ ΦΑΣΗ).

ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σκοπός του πειράματος είναι η μελέτη

A1) Της λειτουργίας του κινητήρα χωρίς φορτίο και με φορτίο

A2) Της εκκίνησης του κινητήρα και της καταγραφής στον παλμογράφο του ρεύματος εκκίνησης

A3) Του συντελεστή ισχύος και του βαθμού απόδοσης του κινητήρα

ΟΡΓΑΝΑ-ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Κινητήρας με χωριστή φάση (SPLIT-PHASE)

EMS 8281

Τροφοδοτικό 0-220Vac

EMS 8829

Ηλεκτροδυναμόμετρο

Μονοφασικό Βαττόμετρο

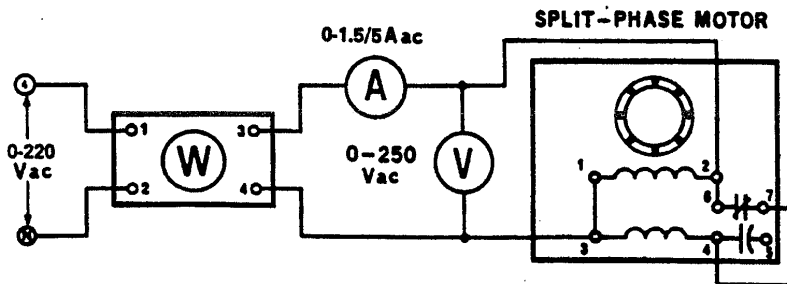
Αμπερόμετρο EP (15A)

Βολτόμετρο EP

Στροφόμετρο

ΠΕΙΡΑΜΑ

A1) Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του σχήματος



Αρίθμηση ακροδεκτών:

1-2 Κύριο τύλιγμα

3-4 Βοηθητικό τύλιγμα

6-7 Φυγοκεντρικός διακόπτης

Ανοίξτε την τροφοδοσία και ρυθμίστε την τάση στα 220Vac. Μετρήστε το ρεύμα, την ισχύ και την ταχύτητα του κινητήρα για διάφορες τιμές τάσης τροφοδοσίας συμπληρώνοντας τον παρακάτω πίνακα.

E (Volts)	I (amps)	P (Watts)	n(στροφ/min)
220			
180			
120			
60			

Παρατηρήστε τους κραδασμούς του κινητήρα. Μηδενίστε την τάση και κλείστε το τροφοδοτικό. Συνδέστε το ηλεκτροδυναμόμετρο.

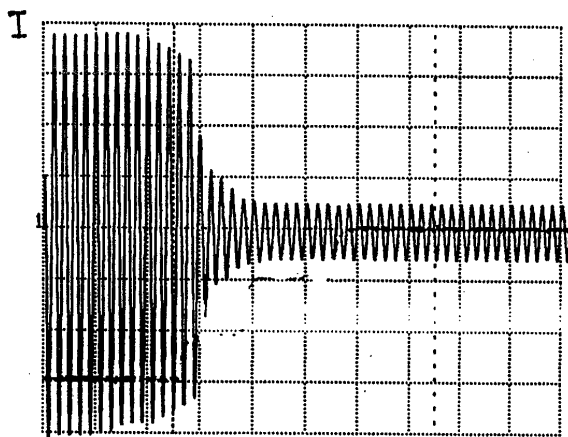
Για διάφορες τιμές ροπής φορτίου μετρήστε το ρεύμα, την ισχύ και την ταχύτητα του κινητήρα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο πίνακα.

T(Nm)	I (A)	S (VA)	Pin (W)	n(στρ/min)	Pout (W)
0					
0.3					
0.6					
0.9					
1.2					

Υπολογίστε τη φαινομενική ισχύ S και την ισχύ εξόδου Pout από τις μετρήσεις, και συμπληρώστε τις αντίστοιχες στήλες του πίνακα.

Σχεδιάστε τη χαρακτηριστική Ροπής-Ταχύτητας του κινητήρα.

A2) Καταγράψτε στον παλμογράφο το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα, χρησιμοποιώντας probe ρεύματος.



SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV:=50mV
CH2 - VOLTS/DIV:=50mV
TIMEBASE-SEC/DIV:=0.1s
TRIGGERLEVEL CH1:AUTO
PRETRIGGER :0%
DELTA CURSOR :0.5000s
ADD CH1,CH2 :OFF

PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1:0-9
ZOOMRANGE - CH2:0-9
HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:

Probe ρεύματος 10mV/A

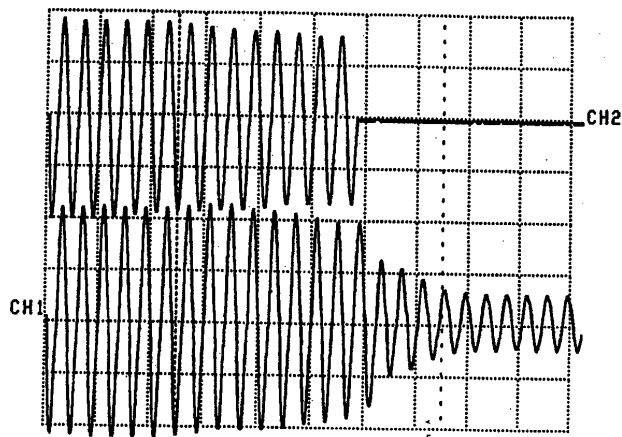
Μετρήστε από την κυματομορφή

α) Ρεύμα εκκίνησης $I_{εκκ}$ = _____ A

β) Ρεύμα λειτουργίας I = _____ A

A21) Στο πρώτο κανάλι του παλμογράφου καταγράφουμε το ρεύμα του κυρίου τυλίγματος του κινητήρα και στο δεύτερο κανάλι το ρεύμα του βοηθητικού τυλίγματος, μέσω των probe ρεύματος.

Η καταγραφή των ρευμάτων έδωσε τις παρακάτω κυματομορφές



DATE: 31-12-2000
TIME: 21:35:02

SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV: = 50mV
CH2 - VOLTS/DIV: = 50mV
TIMEBASE-SEC/DIV: = 50ms
TRIGGERLEVEL CH1: AUTO
PRETRIGGER: 8%
DELTA CURSOR: 250.0ms
ADD CH1,CH2: OFF

PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1: 0-9
ZOOMRANGE - CH2: 0-9
HARDCOPY SOURCE: HW 408

REMARKS:

Probe ρεύματος 10mV/A

Παρατηρείστε τη δράση του φυγοκεντρικού διακόπτη .

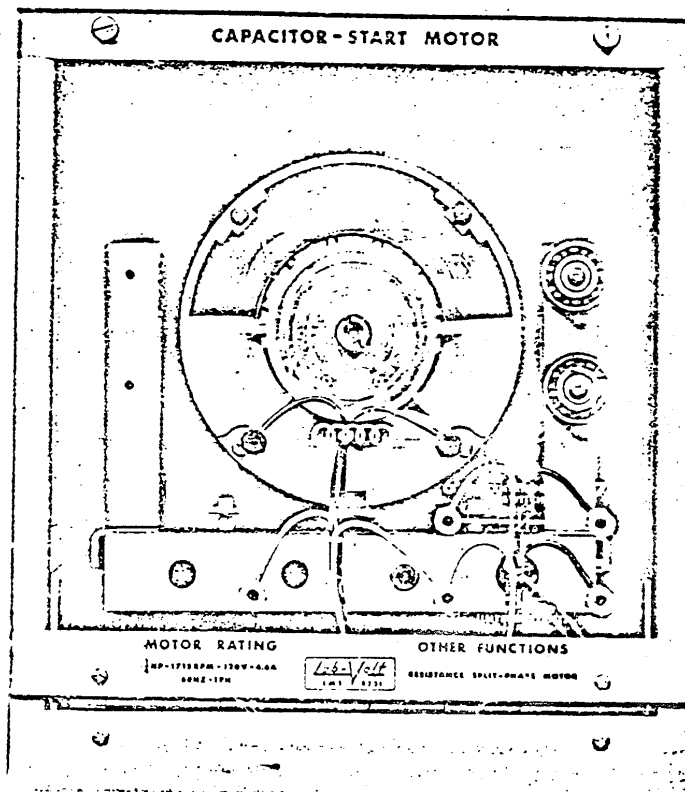
A3) Από τον πίνακα μετρήσεων υπολογίστε

Για την κενή λειτουργία: Συντελεστής ισχύος ($\cos\phi$) = _____
Βαθμός απόδοσης = _____

Για τη λειτουργία με πλήρες φορτίο: Συντελεστής ισχύος ($\cos\phi$) = _____
Βαθμός απόδοσης = _____

Ο ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡ
ΔΙΑΧΩΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ.
ΜΕΡΟΣ Ι.

(THE SPLIT - PHASE INDUCTION
MOTOR)



ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Ἐξέτασις κατασκευῆς κινητήρος διαχωριζομένου τυλίγματος.
2. Μέτρησις τῆς ἀντιστάσεως τῶν τυλιγμάτων του.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Προκειμένου νά χρησιμοποιηθῇ ἡ συνήθης παροχή μονοφασικῆς ἰσχύος τῶν οἰκιῶν διὰ τὴν λειτουργίαν κινητῶν ΕΡ θά πρέπει νά ἐπινοηθῇ κάποιος τρόπος ὥστε ἐκ τῆς μιᾶς φάσεως νά λάβωμεν δύο φάσεις. Ἡ διαδικασία τῆς ἐξαγωγῆς δύο φάσεων ἐκ μιᾶς, εἶναι γνωστὴ ὡς δ ι α χ ω ρ ι σ μ ό ς φ ά σ ε -
ω ς (phase splitting) καὶ συνήθως λαμβάνει χώραν ἐντός τοῦ κυκλώματος τοῦ στάτου τοῦ κινητήρος ΕΡ. Ἡ ἰσχύς τῶν δύο φάσεων δημιουργεῖ τό στρεφόμενον μαγνητικόν πεδίου.

Μία ἐκ τῶν μεθόδων εἶναι ἡ χρῆσις ἑνός εἰδικοῦ βοηθητικοῦ τυλίγματος ἐνσωματωμένου εἰς τὸν στάτην τό ὅποιον καλεῖται τύλιγμα ἐκκινήσεως ἢ βοηθητικόν τύλιγμα (start ἢ auxiliary winding), διὰ νά διακρίνεται ἀπὸ τό τύλιγμα λει-
τουργίας ἢ κύριον τύλιγμα (run ἢ main winding) τοῦ στάτου. Εἰς τοὺς κινητήρας ΕΡ διαχωριζομένου τυλίγματος, τό τύλιγμα ἐκκινήσεως χρησιμοποιεῖται μόνον διὰ τὴν ἐκκίνησιν τοῦ κινητήρος καὶ ἔχει μεγάλην ἀντίστασιν καὶ μικράν ἐπαγωγικὴν ἀντίστασιν ἐνῶ τό τύλιγμα λειτουργίας ἔχει μικράν ἀντίστασιν καὶ μεγάλην ἐπαγωγικὴν ἀντίστασιν. Ὄταν ἀρχικῶς τροφοδοτεῖται ἰσχύς εἰς τό κύκλωμα καὶ τὰ δύο τυλίγματα ἐνεργοποιοῦνται .

Λόγῳ τοῦ ὅτι ἔχουν διαφορετικὰς ἐπαγωγικὰς ἀντιστάσεις, ἡ διὰ τοῦ κυρίου τυλίγματος ἐντασις ἔπεται τῆς διὰ τοῦ τυλίγματος ἐκκινήσεως ἐντάσεως καὶ δημιουργεῖται μιά διαφορὰ φάσεως μεταξὺ τῶν δύο. Ὑπὸ ἰδανικὰς συνθήκας ἡ διαφορὰ φάσεως θά ἦτο 90°, ἀλλὰ πρακτικῶς εἰς τοὺς κινητήρας εἶναι πολὺ μικροτέρα. Ἀσχέτως τούτου, τό γεγονός εἶναι ὅτι τὰ ἀναπτυσσόμενα πεδία τῶν τυλιγμάτων ἔχουν φασικὴν ἀπόκλισιν καὶ τοῦτο δημιουργεῖ ἐντός τοῦ στάτου ἓν περιστρεφόμενον μαγνητικόν πεδίου. Τό πεδίου τοῦτο ἐφαρμόζει ροπὴν εἰς τὸν δρομέα καὶ ὁ κινητὴρ ἐκκινεῖ.

Όταν ο κινητήρ αποκτήσῃ τὴν ταχύτητα κανονικῆς λειτουργίας του ὁ δρομεύς δύναται νά ἀκολουθήσῃ τὰς ἐναλλαγὰς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τὸ ὁποῖον δημιουργεῖ τὸ τύλιγμα λειτουργίας ἄνευ τῆς βοήθειας τοῦ πεδίου τοῦ τυλίγματος ἐκκινήσεως. Τότε τὸ τύλιγμα ἐκκινήσεως τίθεται ἐκτός κυκλώματος δι' ἑνὸς μηχανολογικοῦ ἐξαρτήματος τὸ ὁποῖον ὀνομάζεται φυγοκεντρικός διακόπτης λόγῳ τοῦ ὅτι λειτουργεῖ διὰ τῆς δημιουργουμένης ὑπὸ τοῦ περιστρεφομένου δρομέως φυγοκέντρου δυνάμεως. Ἡ διεύθυνσις περιστροφῆς τοῦ κινητήρος διαχωριζομένου τυλίγματος δύναται νά ἀντιστραφῇ διὰ τῆς ἀντιστροφῆς τῶν συνδέσεων τοῦ τυλίγματος ἐκκινήσεως. Ἡ ἀντιστροφή αὕτη ἀλλάζει τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀρχικῆς μετακινήσεως τῆς φάσεως καὶ ἀναγκάζει τὸ μαγνητικὸν πεδίου νά περιστραφῇ κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν.

Σημειώσεις: Ὁ κινητήρ διαχωριζομένου τυλίγματος ἢ διαχωριζομένης φάσεως καλεῖται καὶ μονοφασικός κινητήρ ἀντιστάσεως δεδομένου ὅτι ὠρισμένοι κινητήρες ἔχουν συνδεδεμένην ἐν σειρᾷ μὲ τὸ βοηθητικὸν τύλιγμα μίαν ὡμικὴν ἢ ἀντίστασιν).

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Ἐκμάθησις τῶν συνδέσεων τῶν τυλιγμάτων τοῦ βασικοῦ ἐπαγωγικοῦ κινητήρος διαχωριζομένου τυλίγματος.
2. Παρατήρησις τῆς ἐκκινήσεως καὶ τῆς λειτουργίας τοῦ κινητήρος διαχωριζομένου τυλίγματος.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Όταν ἀρχικῶς τροφοδοτεῖται δι' ἰσχύος ὁ ἐπαγωγικός κινητήρ διαχωριζομένου τυλίγματος, τὸ τύλιγμα λειτουργίας (KYPRION) καὶ τὸ τύλιγμα ἐκκινήσεως (BOHΘHTIKON) ἀπορροφοῦν 4 ἕως 5 φορές περισσότεραν τῆς ἀπορροφουμένης συνήθως ἐντάσεως λειτουργίας ὑπὸ πλήρης φορτίον. Τοῦτο σημαίνει ὅτι αἱ ἀπώλειαι εἰς θερμότητα τῶν τυλιγμάτων εἶναι 16 ἕως 25 φορές περισσότεραι τῶν συνήθων. Τὸ συμπέρασμα εἶναι ὅτι ἡ περίοδος ἐκκινήσεως πρέπει νά διαρκῇ μικρόν χρονικόν διάστημα διὰ νά ἀποφεύγονται ὑπερθερμάνσεις τῶν τυλιγμάτων.

Ἡ μεγάλη ἐντασις ἐκκινήσεως ὡσαύτως δημιουργεῖ ἀναλόγως μεγάλην ἐντάσιν εἰς τὸ βραχυκυκλωμένον δρομέα καὶ τοιούτοτρόπως τὸ σύνολον τοῦ κινητήρος θερμαίνεται πολὺ γρήγορα κατὰ τὴν ἐκκίνησιν.

Ο μικρᾶς διαμέτρου ἄγωγός ὁ ὁποῖος χρησιμοποιεῖται διὰ τό βοηθητικόν τυλίγμα τῶν κινητῶν διαχωριζομένου τυλίγματος εἶναι ἰδιαίτερος αὐαίσθητος εἰς τὴν ὑπερθέρμανσιν καί κατακαίεται ἐάν δέν ἀποσυνδεθῇ ἐκ τῆς γραμμῆς ἰσχύος ἐντός 4 ἕως 6 δευτερολέπτων.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Μέτρησις τῶν χαρακτηριστικῶν ἐκκινήσεως, καί λειτουργίας τοῦ κινητῆρος διαχωριζομένου τυλίγματος ὑπὸ κενὴν καί ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίαν.
2. Μελέτη τοῦ συντελεστοῦ ἰσχύος καί τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως τοῦ κινητῆρος διαχωριζομένου τυλίγματος.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Ἡ ἔντασις ἐκκινήσεως τοῦ κινητῆρος διαχωριζομένου τυλίγματος εἶναι τέσσαρες ἕως πέντε φορές μεγαλύτερα τῆς ἐντάσεως λειτουργίας ὑπὸ πλήρες φορτίον.

Αὐτό προκαλεῖ δύο ἀποτελέσματα:

1. Ὁ κινητὴρ θερμαίνεται πολὺ γρήγορα κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐκκινήσεως του, καί
2. Ἡ μεγάλη ἔντασις ἐκκινήσεως δύναται νὰ προκαλέσῃ μίαν μεγάλην πτώσιν τάσεως γραμμῆς καί τοιουτοτρόπως δύναται νὰ ἐλαττωθῇ κατὰ πολὺ ἡ ροπή ἐκκινήσεως.

Ἡ ἔντασις ὑπὸ κενὴν λειτουργίαν ἀνέρχεται εἰς τὰ 60% ἕως 80% τῆς ἐντάσεως τῆς ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίας, καί αὕτη εἶναι μεγάλη ἐάν συγκριθῇ πρὸς τὴν ἀντίστοιχον ἔντασιν κενῆς λειτουργίας τῶν τριφασικῶν κινητῶν. Ἡ περισσοτέρα ἔντασις κενῆς λειτουργίας χρησιμοποιεῖται διὰ νὰ παραχθῇ τό μαγνητικόν πεδίον τοῦ κινητῆρος καί μόνον ἓνα μικρὸν τμήμα τῆς ἐντάσεως χρησιμοποιεῖται διὰ νὰ ὑπερνικηθοῦν ἡ μηχανικὴ τριβὴ καί αἱ ἀπώλειαι χαλκοῦ καί σιδήρου. Λόγῳ τῆς μεγάλης μαγνητικῆς ἐντάσεως, ὁ συντελεστὴς ἰσχύος τῶν κινητῶν τούτων σπανίως εἶναι μεγαλύτερος τοῦ 60% ἀκόμη καί ὑπὸ λειτουργίαν πλήρους φορτίου.

Οἱ κινητῆρες διαχωριζομένου τυλίγματος τείνουν κατὰ τὴν λειτουργίαν των νὰ εἶναι πλέον θορυβώδεις τῶν ἀντιστοιχῶν τριφασικῶν κινητῶν λόγῳ τῶν ἐνυπαρχουσῶν μηχανικῶν κραδασμῶν τῶν 120 κύκλων. Οἱ κραδασμοὶ αὗτοί δύνανται νὰ ἐλαττωθοῦν διὰ τῆς χρησιμοποίησεως ἀντιδονητικῶν ἐλαστικῶν στηριγμάτων.

B. ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ

ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

B1) Η μελέτη της εκκίνησης και της λειτουργίας του κινητήρα εκκινήσεως πυκνωτού χωρίς φορτίο και με φορτίο

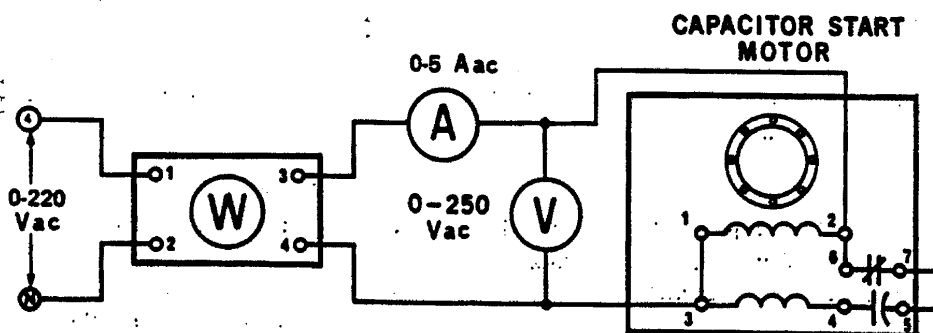
B2) Η σύγκρισή του με τον κινητήρα διαχωριζομένου τυλίγματος

ΟΡΓΑΝΑ-ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Όπως στο Α)

ΠΕΙΡΑΜΑ

B1) Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του σχήματος (34.4)



Αρίθμηση ακροδεκτών:

1-2 Κύριο τύλιγμα

3-4 Βοηθητικό τύλιγμα

4-5 Πυκνωτής εκκίνησης

6-7 Φυγοκεντρικός διακόπτης

Ο κινητήρας που χρησιμοποιείται είναι ο ίδιος με τον προηγούμενο (Α), με τη διαφορά ότι κατά την εκκίνηση συνδέεται σε σειρά με το βοηθητικό τύλιγμα ο πυκνωτής. Η χαρακτηριστική λειτουργίας (ροπής -στροφών) είναι η ίδια με το Α.

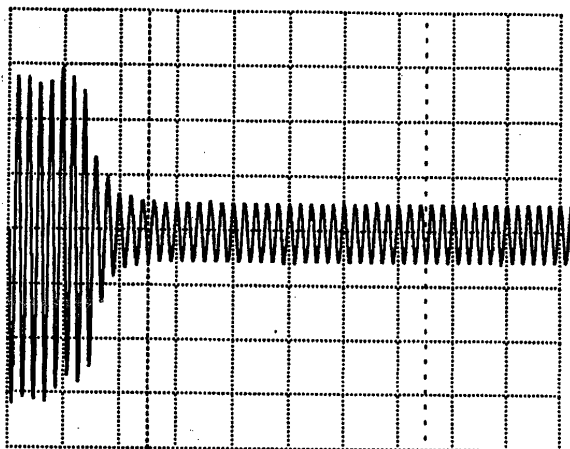
Συνδέστε το ηλεκτροδυναμόμετρο. Ανοίξτε το τροφοδοτικό και ρυθμίστε στα 220Vac.

Για διάφορες τιμές ροπής φορτίου T μετρήστε το ρεύμα I, την ισχύ Pin και την ταχύτητα n του κινητήρα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο πίνακα.

T(Nm)	I (A)	S (VA)	Pin (W)	n(στροφ/min)	Pout (W)
0					
0.3					
0.6					
0.9					
1.2					

Υπολογίστε τη φαινομενική ισχύ S και την ισχύ εξόδου Pout για κάθε μέτρηση. Σχεδιάστε τη χαρακτηριστική Ροπής-Ταχύτητας του κινητήρα. (Η ίδια με το Α)

I



```

PRINTERPARAMETER:
-----
ZOOMRANGE - CH1:0-9
HARDCOPY SOURCE :HM 408

```

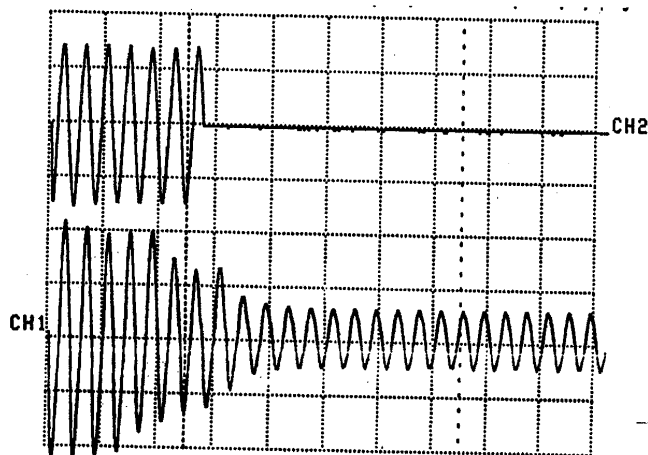
REMARKS:

Probe ρωματος 10mV/A

α) Ρεύμα εκκίνησης $I_{εκκ} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A}$

$$\beta) \text{ Ρεύμα λειτουργίας } I = \frac{\dots}{A}$$

Η καταγραφή των ρευμάτων έδωσε τις παρακάτω κυματομορφές



```

PRINTERPARAMETER:
-----
ZOOMRANGE      - CH1:0-9
ZOOMRANGE      - CH2:0-9
HARDCOPY SOURCE: HM 408

```

REMARKS:

Probe parameters 10mV/A

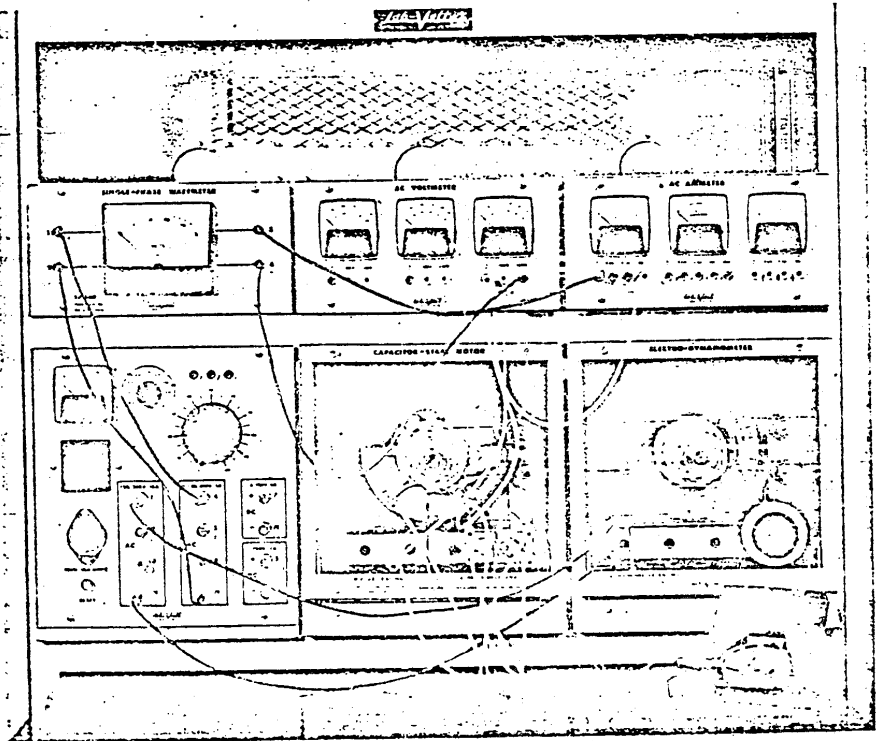
ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

Συγκρίνετε το ρεύμα εκκίνησης των κινητήρων που εξετάστηκαν στο Α και Β

Που οφείλεται η διαφορά ; _____

Ο ΚΙΝΗΤΗΡ
ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΣ
ΠΥΚΝΩΤΟΥ

(THE CAPACITOR START
MOTOR)



ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΙ

1. Μέτρησις χαρακτηριστικῶν ἐκκινήσεως καὶ λειτουργίας κινητῆρος ἐκκινήσεως διὰ πυκνωτοῦ.
2. Σύγκρισις ἀποδόσεων ἐκκινήσεως καὶ λειτουργίας μεταξύ τῶν κινητῆρων ἐκκινήσεως διὰ πυκνωτοῦ καὶ διαχωριζομένου τυλίγματος.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Ὅταν περιγράφετο τό περιστρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον τοῦ κινητῆρος διαχωριζομένου τυλίγματος ἀνεφέρθη ὅτι ἡ διαφορά φάσεως μεταξύ τῶν ἐντάσεων τῶν τυλιγμάτων ἐκκινήσεως καὶ λειτουργίας εἶναι πολὺ μικροτέρα τῶν 90° . Ὡσαύτως ἡ ροπή ἐκκινήσεως ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται εἰς κινητῆρα ὁ ὁποῖος χρησιμοποιεῖ στάτην διαχωριζομένου τυλίγματος εἶναι πολὺ ὀλιγωτέρα τῆς μεγίστης ροπῆς ἡ ὁποία θὰ ἀνεπτύσσετο ἐάν ἡ διαφορά φάσεως ἦτο ὑπὸ ἰδανικᾶς συνθήκας 90° .

Μία φασικὴ ἀπόκλισις ἡ ὁποία εὐρίσκεται πλησιέστερον τῶν ἰδανικῶν 90° δύναται νὰ ἐπιτευχθῇ διὰ τῆς χρήσεως ἐνὸς συστήματος ἐκκινήσεως διὰ πυκνωτοῦ προκειμένου νὰ ἐπιτευχθῇ ἡ δημιουργία τοῦ περιστρεφομένου μαγνητικοῦ πεδίου. Τό σύστημα αὐτό τό ὁποῖον εἶναι τροποποιήσις τοῦ συστήματος διαχωριζομένου τυλίγματος, χρησιμοποιεῖ ἓνα πυκνωτὴν μικρᾶς ἀ-έργου ἀντιστάσεως ὁ ὁποῖος συνδέεται ἐν σειρᾷ μετὰ τοῦ τυλίγματος ἐκκινήσεως τοῦ στάτου διὰ νὰ παράγῃ μίαν φασικὴν ἀπόκλινιν περίπου 90° διὰ τὴν ἔντασιν ἐκκινήσεως μέ ἀποτέλεσμα νὰ βελτιωθῇ κατὰ πολὺ ἡ ροπή ἐκκινήσεως συγκρινομένη πρὸς τὴν συνήθη ἀποδιδομένην ροπὴν ὑπὸ τοῦ συστήματος διαχωριζομένου τυλίγματος. Οἱ κινητῆρες ἐκκινήσεως διὰ πυκνωτοῦ ἔχουν τὰ αὐτὰ χαρακτηριστικὰ λειτουργίας πρὸς τοὺς ἀντιστοίχους διαχωριζομένου τυλίγματος.

Ὁ πυκνωτὴς καὶ τό τύλιγμα ἐκκινήσεως ἀποσυνδέονται δι' ἐνὸς φυγοκεντρικοῦ διακόπτου, ἀκριβῶς ὅπως εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ συνήθους κινητῆρος διαχωριζομένου τυλίγματος. Ἡ ἀντιστροφή τῆς διευσθύνσεως περιστροφῆς τοῦ κινητῆρος ἐκκινήσεως διὰ πυκνωτοῦ ἐκτελεῖται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ὥς καὶ εἰς τὸν κινητῆρα διαχωριζομένου τυλίγματος, ἥτοι δι' ἀντιστροφῆς τῶν συνδετικῶν ἀγωγῶν τοῦ τυλίγματος ἐκκινήσεως ἢ λειτουργίας.

Γ. ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Η μελέτη της εκκίνησης και της λειτουργίας του κινητήρα λειτουργίας πυκνωτού χωρίς φορτίο και με φορτίο και η σύγκρισή του με τους κινητήρες διαχωριζομένου τυλίγματος και εκκινήσεως πυκνωτού.

ΟΡΓΑΝΑ-ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Κινητήρας με πυκνωτή λειτουργίας

Τροφοδοτικό

Ηλεκτροδυναμόμετρο

Μονοφασικό Βατόμετρο

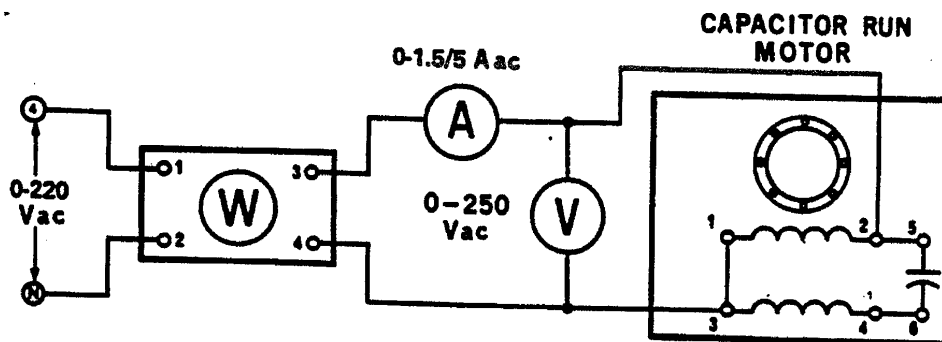
Αμπερόμετρο ΕΡ (15Α)

Βολτόμετρο

Στροφόμετρο

ΠΕΙΡΑΜΑ

Γ1) Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του σχήματος (35.1)



Αρίθμηση ακροδεκτών:

1-2 Κύριο τύλιγμα

3-4 Βοηθητικό τύλιγμα

5-6 Πυκνωτής λειτουργίας

Συνδέστε το ηλεκτροδυναμόμετρο. Ανοίξτε το τροφοδοτικό και ρυθμίστε στα 220Vac.

Για διάφορες τιμές ροπής φορτίου Τ μετρήστε το ρεύμα I, την ισχύ Pin και την ταχύτητα n του κινητήρα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο πίνακα.

T(Nm)	I (A)	S (VA)	Pin (W)	n(σπρ/min)	Pout (W)
0					
0.3					
0.6					
0.9					
1.2					

Υπολογίστε τη φαινομενική ισχύ S και την ισχύ εξόδου Pout για κάθε μέτρηση. Σχεδιάστε τη χαρακτηριστική Ροπής-Ταχύτητας του κινητήρα.

Γ2) Καταγράψτε στον παλμογράφο το ρεύμα εκκίνησης

Μετρήστε από τις κυματομορφές

α) Το Ρεύμα εκκίνησης $I_{εκκ} = \underline{\hspace{2cm}}$ A

β) Το Ρεύμα λειτουργίας $I = \underline{\hspace{2cm}}$ A

Από τον πίνακα υπολογίστε

Για την κενή λειτουργία: Συντελεστής ισχύος ($\cos\phi$) = $\underline{\hspace{2cm}}$

Βαθμός απόδοσης = $\underline{\hspace{2cm}}$

Για τη λειτουργία με πλήρες φορτίο: Συντελεστής ισχύος ($\cos\phi$) = $\underline{\hspace{2cm}}$

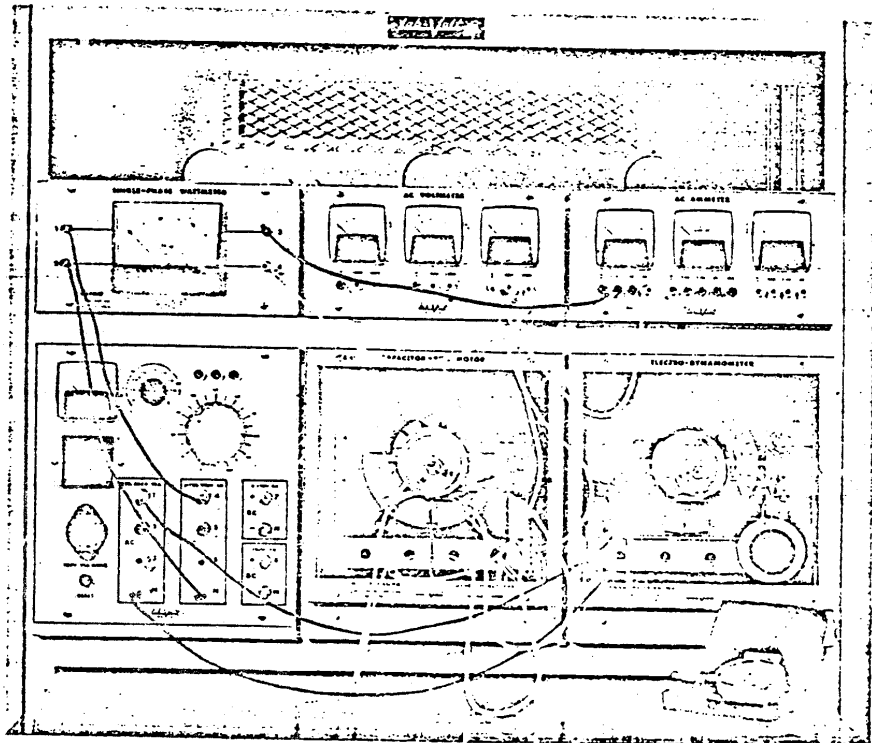
Βαθμός απόδοσης = $\underline{\hspace{2cm}}$

Συγκρίνετε τα αποτελέσματα με αυτά των Α και Β. $\underline{\hspace{10cm}}$

$\underline{\hspace{10cm}}$

Ο ΚΙΝΗΤΗΡ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
ΠΥΚΝΩΤΟΥ

(THE CAPACITOR
RUN MOTOR)



ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Ἐξέτασις κατασκευῆς κινητήρος λειτουργίας πυκνωτοῦ.
2. Καθορισμός τῶν χαρακτηριστικῶν του ἐκκινήσεως καί λειτουργίας.
3. Σύγκρισις τῶν ἀποδόσεων του ἐκκινήσεως καί λειτουργίας πρὸς τὰς ἀποδόσεις τῶν κινητῶν διαχωριζομένου τυλίγματος καί ἐκκινήσεως πυκνωτοῦ.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Οἱ Μονοφασικοί Κινητήρες εἶναι μᾶλλον θορυβώδεις λόγω κραδασμῶν εἰς τὰ 120 Hz ὅταν λειτουργοῦν εἰς γραμμὴν ἰσχύος τῶν 60 Hz. Ποικίλαι προσπάθειαι ἐλαττώσεως τοῦ θορύβου αὐτοῦ, ὡς τοποθέτησις ἀντικραδαστικῶν ἐλαστικῶν βάσεων, ποτέ δέν εἶναι τελείως ἀποτελεσματικά εἰς τὴν ἀπόσβεσιν τῶν κραδασμῶν αὐτῶν εἰδικῶς ὅταν ὁ κινητὴρ εἶναι κατ'εὐθείαν συνδεδεμένος μέ μεγάλον ἀνεμιστήρα.

Ὁ κινητὴρ λειτουργίας πυκνωτοῦ εἶναι πολὺ χρήσιμος δι' ἐφαρμογὰς αὐτῆς τῆς μορφῆς δεδομένου ὅτι δύναται νὰ σχεδιασθῇ κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε νὰ παρουσιάσῃ μικροὺς κραδασμούς ὑπὸ πλήρες φορτίον. Ὁ πυκνωτὴς χρησιμοποιεῖται διὰ νὰ ἀποκλίνῃ τὴν φάσιν τοῦ ἑνός τυλίγματος ὥστε ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ τυλίγματος τούτου νὰ διαφέρει κατὰ 90° τοῦ ἑτέρου τυλίγματος καί τοιουτοτρόπως νὰ καθιστᾷ τὸν κινητῆρα λειτουργίας διὰ πυκνωτοῦ εἰς τὸ ὀνομαστικόν του φορτίον πραγματικόν. Κινητῆρα δύο φάσεων. Λόγῳ τοῦ ὅτι ὁ πυκνωτὴς παραμένει εἰς τὸ κύκλωμα συνεχῶς, δέν ἀπαιτεῖται χρῆσις φυγοκεντρικοῦ διακόπτο.

Ὅταν ὁ κινητὴρ λειτουργεῖ ἐν κενῷ, εἶναι πάντοτε περισσότερον θορυβώδης παρ'ὅτι ὑπὸ πλήρες φορτίον, διότι μόνον ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργεῖ ὡς πραγματικὸς κινητὴρ δύο φάσεων. Ἐάν ἐκλεγῇ ἡ κατάλληλος τιμὴ χωρητικότητος, αἱ ἐντάσεις διὰ τῶν δύο ἴσων τυλιγμάτων τοῦ στάτου, δύνανται νὰ εἶναι τοιαῦται ὥστε ὑπὸ πλήρες φορτίον ὁ συντελεστὴς ἰσχύος νὰ πλησιάζῃ τὸ 100%. Ἐν τούτοις ἡ ροπή ἐκκινήσεως εἶναι ἀρκετὰ μικρά καί ὁ κινητὴρ λειτουργίας διὰ πυκνωτοῦ δέν συνιστᾶται εἰς περιπτώσεις φορτίων μεγάλης ροπῆς ἀδρανείας.

Δ. ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ UNIVERSAL

ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Δ1) Η μελέτη των χαρακτηριστικών κενής λειτουργίας και λειτουργίας με φορτίο του κινητήρα Universal στο ΕΡ

Δ2) Η μελέτη των χαρακτηριστικών κενής λειτουργίας και λειτουργίας με φορτίο του κινητήρα Universal στο ΣΡ

ΟΡΓΑΝΑ-ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Κινητήρας universal

Τροφοδοτικό (0-220 Vac, 0-220Vdc)

Ηλεκτροδυναμόμετρο

Μονοφασικό Βατόμετρο

Αμπερόμετρο AC (1.5/5A), Βολτόμετρο AC 250V

Αμπερόμετρο - Βολτόμετρο DC (400V, 1.5/3A)

Στροφόμετρο

Μονοφασικό Βατόμετρο

ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ UNIVERSAL

Κύριο τύλιγμα σειράς (τύλιγμα διέγερσης): 3-4

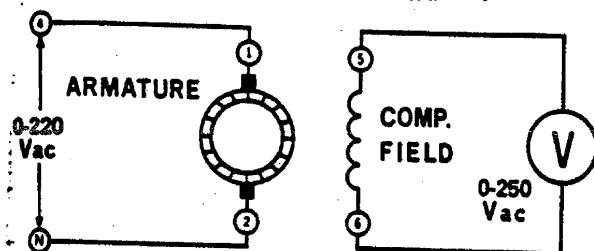
Τύλιγμα αντιστάθμισης: 5-6

Ψήκτρες (συλλέκτης και τύλιγμα τυμπάνου): 1-2

ΠΕΙΡΑΜΑ

Δ0) Προσδιορισμός της ουδέτερης ζώνης

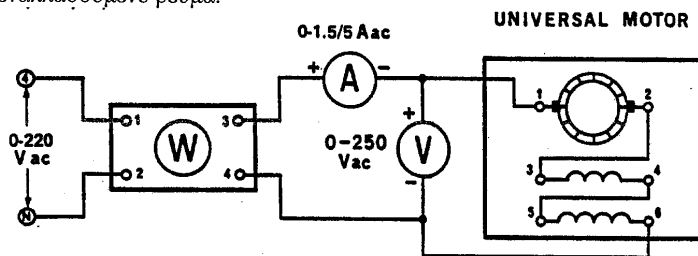
Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του σχήματος



Ρυθμίστε την τάση τυμπάνου στα 150Vdc. Μετακινείτε τις ψήκτρες από την ακραία δεξιά θέση ως την ακραία αριστερή. Παρατηρήστε τι συμβαίνει με την επαγόμενη τάση στο τύλιγμα αντιστάθμισης

Αφήστε τις ψήκτρες στη θέση όπου η επαγόμενη τάση γίνεται μέγιστη.

Δ1) Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του σχήματος για λειτουργία του κινητήρα universal με εναλλασσόμενο ρεύμα.



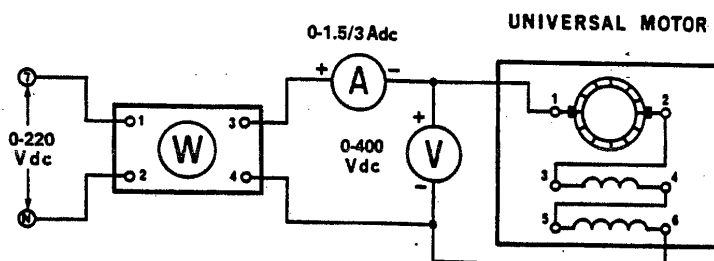
Συνδέστε το ηλεκτροδυναμόμετρο. Ανοίξτε το τροφοδοτικό και ρυθμίστε στα 220Vac.

Για διάφορες τιμές ροπής φορτίου Τ μετρήστε το ρεύμα I, την ισχύ Pin και την ταχύτητα n του κινητήρα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο πίνακα.

T(Nm)	I (A)	S (VA)	Pin (W)	n(στρ/min)	Pout (W)
0					
0.3					
0.6					
0.9					
1.2					

Υπολογίστε τη φαινομενη ισχύ S και την ισχύ εξόδου Pout για κάθε μέτρηση, και συμπληρώστε τις αντίστοιχες στήλες του πίνακα.

Δ2) Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του σχήματος για λειτουργία του κινητήρα universal με συνεχές ρεύμα. Ρυθμίστε τη τάση στα 220Vdc.



Επαναλάβετε τις μετρήσεις του Δ1) και συμπληρώστε τον πίνακα

T(Nm)	I (A)	Pin (W)	n(στρ/min)	Pout (W)
0				
0.3				
0.6				
0.9				
1.2				

Σχεδιάστε τις χαρακτηριστικές ροπής-ταχύτητας για τους δύο τρόπους λειτουργίας (Δ1-Δ2)

ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

Από τους πίνακες μετρήσεων υπολογίστε

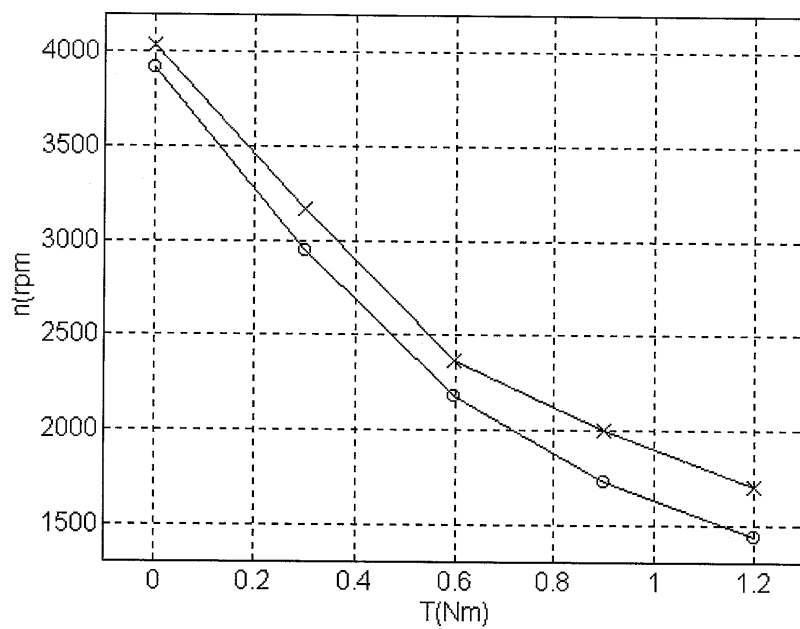
	Σ.Ρ.	Ε.Ρ.
ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ (T=0Nm)		Συντελεστής ισχύος =
	Βαθμός απόδοσης =	Βαθμός απόδοσης =
ΜΕ ΠΛΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟ (T=1.2 Nm)		Συντελεστής ισχύος =
	Βαθμός απόδοσης =	Βαθμός απόδοσης =

Συγκρίνετε τα χαρακτηριστικά των δύο τρόπων λειτουργίας _____

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΡΟΠΗΣ-ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ UNIVERSAL

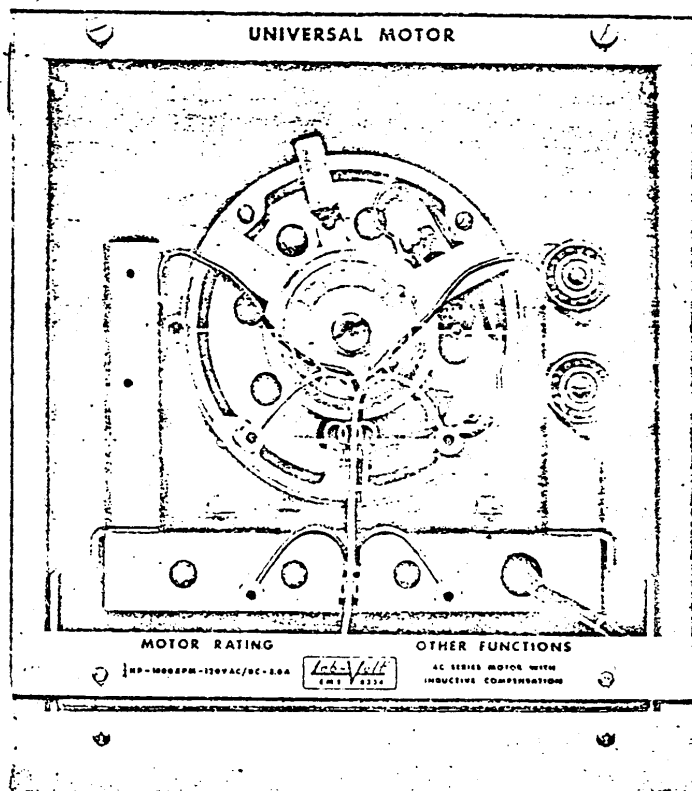
ο : Λειτουργία με Ε.Ρ.

χ : Λειτουργία με Σ.Ρ.



Ο ΚΙΝΗΤΗΡ ΓΙΟYΝΙΒΕΡΣΑΛ
ΜΕΡΟΣ Ι

(THE UNIVERSAL MOTOR)



ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Έξέτασις κατασκευής κινητήρος universal.
2. Καθορισμός τῶν χαρακτηριστικῶν ἐν κενῷ καί ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίαν κατὰ τὴν τροφοδότησιν τοῦ κινητήρος δι' Ἐναλλασσομένου Ρεύματος (AC).
3. Καθορισμός τῶν χαρακτηριστικῶν ἐν κενῷ καί ὑπὸ πλήρες φορτίον λειτουργίαν κατὰ τὴν τροφοδότησιν τοῦ κινητήρος διὰ Συνεχοῦς Ρεύματος (DC)

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Ὁ κινητὴρ universal EP/ΣΡ (EC/DC) τοποθετεῖται εἰς μικρά φορητά ἐργαλεῖα ὡς ἠλεκτρικά τρυπάνια, πριόνια, δίσκους λειάνσεως, ἀνεμιστήρας κ.λ.π. καί εἰς συσκευάς οἰκιακῆς χρήσεως ὡς ἠλεκτρικοὶ ἀπορροφητήρες, ἠλεκτρικαὶ συσκευαὶ ἀναμίξεως, (mixers) κ.λ.π., καθ' ὅσον πλεονεκτεῖ λόγῳ συνδυασμοῦ ὑψηλῆς ταχύτητος καί ἰσχύος εἰς μικρόν μέγεθος.

Ὁ κινητὴρ universal πλησιάζει περισσότερον πρὸς τὸν τρόπον λειτουργίαν τοῦ κινητήρος ΣΡ παρ' ὅτι πρὸς τὸν κινητήρα EP καί ἔχει ὠρισμένα συμφοῦ μειονεκτήματα τὰ ὅποια δὲν ὑφίστανται εἰς τοὺς καθαρῶς ἐπαγωγικοὺς κινητήρας EP. Τὰ μειονεκτήματα αὐτὰ εἶναι κυρίως ἡ ἀνάγκη χρήσεως συλλέκτου καί ψηκτρῶν.

Ὁ κινητὴρ universal εἶναι βασικῶς κινητὴρ διεγέρσεως σειρᾶς ΣΡ, ὃ ὅποῖος ἔχει εἰδικῶς σχεδιασθῇ νά λειτουργῇ καί εἰς Ἐναλλασσόμενον καί εἰς Συνεχές Ρεῦμα. Ὁ συνήθης τύπος κινητήρος διεγέρσεως σειρᾶς ΣΡ ἔχει πολὺ πτωχὰ χαρακτηριστικά ὅταν λειτουργῇ εἰς EP, κυρίως λόγῳ δύο αἰτίων:

α) Ἡ ὑψηλὴ ἄεργος ἀντίστασις τῶν τυλιγμάτων τοῦ δρομέως καί τῆς διεγέρσεως περιορίζουν τὴν ἔντασιν EP εἰς πολὺ μικροτέραν τιμὴν παρ' ὅτι τὴν ἔντασιν ΣΡ (ὑπὸ τὴν αὐτὴν τάσιν γραμμῆς).

β) Ἐάν χρησιμοποιηθῇ συμπαγὴς χάλυψ διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ κελύφους τοῦ στάτου ἡ ροή EP θά παράγῃ μεγάλη δινορεύματα ἐντὸς τοῦ κελύφους μέ ἀποτέλεσμα τὴν θέρμανσιν τούτου.

Ἡ ἄεργος ἀντίστασις τοῦ τυλίγματος τοῦ δρομέως δύναται νά μειωθῇ ἐφ' ὅσον τοποθετηθεῖ εἰς τὸν στάτην ἐν τύλιγμα ἀντισταθμίσεως (compensating winding) οὕτως ὥστε αἱ μαγνητικαὶ ροαὶ νά ἀντικρούονται ἢ νά ἐξουδετεροῦνται. Τό αὐτό τύλιγμα ἀντισταθμίσεως δύναται νά συνδεθῇ ἐν σειρᾷ μετὰ τοῦ τυλίγματος τοῦ δρομέως. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὁ κινητὴρ λέγεται ὅτι εἶναι ἀγώγιμου ἀντισταθμίσεως (conductively compensated). Ὑπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας ὁ κινητὴρ universal ἔχει παρόμοια χαρακτηριστικὰ λειτουργίας ὅταν ἐργάζεται παροχὴν ἰσχύος ΣΡ ἢ ΕΡ.

Τό τύλιγμα ἀντισταθμίσεως εἶναι δυνατόν νά αὐτοβραχυκυκλωθῇ καὶ τοιουτοτρόπως νά συμπεριφέρεται ὡς τὸ βραχυκυκλωμένον δευτερεύον ἐνός μετασχηματιστοῦ (τό τύλιγμα τοῦ δρομέως ἐνεργεῖ ὡς πρωτεύον). Ἡ ἐπαγωγὴ ἐντάσις ΕΡ εἰς τὸ τύλιγμα ἀντισταθμίσεως καὶ πάλιν ἀντικρούει ἢ ὑποβοηθεῖ τὴν ἐντάσιν τοῦ δρομέως καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὁ κινητὴρ λέγεται ὅτι εἶναι ἐπαγωγικῆς ἀντισταθμίσεως (inductively compensated). Ἡ ἄεργος ἀντίστασις τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως δύναται νά τηρηθῇ εἰς χαμηλὰ ἐπίπεδα διὰ τῆς μείωσης τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν του.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ

1. Σύγκρισις τῆς ροπῆς ἐκκινήσεως ὑπὸ τροφοδότησιν δι' Ἐναλασσομένου καὶ διὰ Συνεχοῦς Ρεύματος.
2. Παρατήρησις τῶν προκαλουμένων ἀποτελεσμάτων ὅταν ἀφαιρεθῇ τὸ τύλιγμα ἀντισταθμίσεως.
3. Συνδεσμολογία κινητῆρος λειτουργίας αὐτεπαγωγικῆς ἀντισταθμίσεως.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Ἡ ροπή ἐκκινήσεως ἐνός κινητῆρος universal, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐντάσεως ἢ ὁποῖα διαρρέει τὸν δρομέα καὶ τὰ τυλίγματα τῆς διεγέρσεως. Λόγω τῆς αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως τῶν τυλιγμάτων αὐτῶν, ἡ ἀπαιτουμένη διὰ τὴν ἐκκίνησιν ἐντάσις διεγέρσεως δι' ΕΡ, εἶναι πάντοτε μικροτέρα τῆς τοιαύτης διὰ ΣΡ (ὑπὸ ἴσας τάσεις τροφοδοτήσεως). Ἐπακόλουθον τούτου εἶναι ἡ ροπή ἐκκινήσεως δι' ἰσχύος ΕΡ, νά εἶναι μικροτέρα τῆς ροπῆς ἐκκινήσεως δι' ἰσχύος ΣΡ.

Τό τυλίγμα ἀντισταθμίσεως ἔχει σκοπόν τήν ἐλάττωσιν τῆς ὀλικῆς ἀέργου ἀντιστάσεως τοῦ κινητήρος. Ὡσαύτως ἔχει τήν ἐξ ἴσου σοβαράν ἀποστολήν νά ἀντιτίθεται εἰς τήν ἀντίδρασιν τοῦ δρομέως καί τοιοῦτοτρόπως νά βαλτιώνῃ τήν λειτουργίαν τοῦ συλλέκτου. Ἐνας κινητήρ universal ἀνευ τυλίγματος ἀντισταθμίσεως χάνει τό μεγαλύτερον μέρος τῆς ἰσχύος του. Ἐξ ἄλλου οἱ σπινθηρισμοί εἰς τās ψήκτρας του θά εἶναι πολύ ἐντονώτεροι.

11

Ε. ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΣ ΑΠΩΣΤΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ (Η ΑΝΤΙΑΡΑΣΕΩΣ)

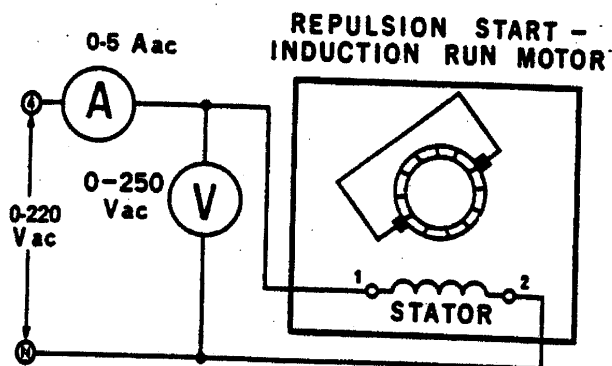
ΣΚΟΠΟΣ

Η μελέτη της κατασκευής του μονοφασικού απωστικού κινητήρα (απόσεως-επαγωγής) και των χαρακτηριστικών εκκίνησης και λειτουργίας του με φορτίο και χωρίς φορτίο.

ΠΕΙΡΑΜΑ

E1) Παρατηρήστε στη μηχανή το συλλέκτη και τις ψήκτρες. Οι ψήκτρες είναι μεταξύ τους βραχυκυκλωμένες, και δεν υπάρχουν ακροδέκτες σύνδεσης για τις ψήκτρες και το τύμπανο. Το ρεύμα του τυμπάνου δημιουργείται επαγωγικά εξαιτίας του μαγνητικού πεδίου του στάτη.

E2) Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του σχήματος



Στους ακροδέκτες 1-2 συνδέεται το τύλιγμα του στάτη. Η ροπή εκκίνησης είναι πολύ μεγάλη για να μετρηθεί απευθείας από το ηλεκτροδυναμόμετρο για τάση τροφοδοσίας 220Vac. Μπορεί να υπολογιστεί, μετρώντας τη ροπή εκκίνησης με τάση τροφοδοσίας 110Vac.

Συνδέστε το ηλεκτροδυναμόμετρο και ρυθμίστε για μέγιστο φορτίο. Μετακινήστε τις ψήκτρες και παρατηρήστε για διάφορες γωνίες α τη συμπεριφορά του κινητήρα και την αναπτυσσόμενη ροπή. Παρατηρήστε τη θέση των ψηκτρών όπου ο κινητήρας σταματά όπως επίσης και τη θέση όπου ο κινητήρας αλλάζει φορά περιστροφής.

Τοποθετήστε τις ψήκτρες στη θέση της μέγιστης ροπής για δεξιόστροφη φορά περιστροφής του δρομέα.

Μετρήστε το ρεύμα και τη ροπή εκκίνησης για είσοδο 110Vac.

$I_{εκκ}$ (στα 110Vac)= _____

Ροπή εκκίνησης (στα 110Vac)= _____

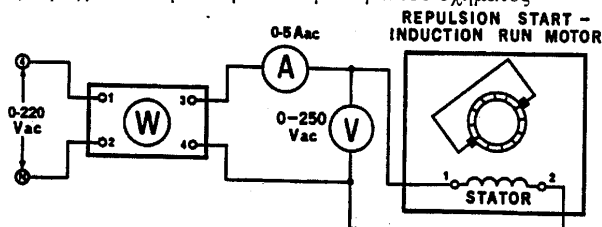
Μειώστε σταδιακά το φορτίο και ακούστε καθώς αυξάνεται η ταχύτητα, το φυγοκεντρικό μηχανισμό που βραχυκυκλώνει το συλλέκτη. Μηδενίστε την τάση και κλείστε την τροφοδοσία.

Υπολογίστε τα αντίστοιχα μεγέθη στα 220Vac (Το ρεύμα εκκίνησης είναι ανάλογο της τάσης, και η ροπή εκκίνησης είναι ανάλογη του τετραγώνου της εφαρμοζόμενης τάσης)

$I_{εκκ}$ (220Vac)= _____ A

Ροπή εκκίνησης (220Vac)= _____ Nm

E3) Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του σχήματος



Συνδέστε το ηλεκτροδυναμόμετρο και ρυθμίστε για ελάχιστο φορτίο. Ανοίξτε το τροφοδοτικό και ρυθμίστε την τάση στα 220Vac.

Για διάφορες τιμές ροπής φορτίου T μετρήστε το ρεύμα I , την ισχύ P_{in} και την ταχύτητα n του κινητήρα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο πίνακα.

$T(Nm)$	$I(A)$	$S(VA)$	$P_{in}(W)$	$n(\sigmaτρ/min)$	$P_{out}(W)$
0					
0.3					
0.6					
0.9					
1.2					

Υπολογίστε τη φαινομενη ισχύ S και την ισχύ εξόδου P_{out} για κάθε μέτρηση
Σχεδιάστε τη χαρακτηριστική Ροπής-Ταχύτητας του κινητήρα.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

Από τον πίνακα των μετρήσεων υπολογίστε

Για την κενή λειτουργία: Συντελεστής ισχύος ($\cos\phi$) = _____

Βαθμός απόδοσης = _____

Για τη λειτουργία με πλήρες φορτίο: Συντελεστής ισχύος ($\cos\phi$) = _____

Βαθμός απόδοσης = _____

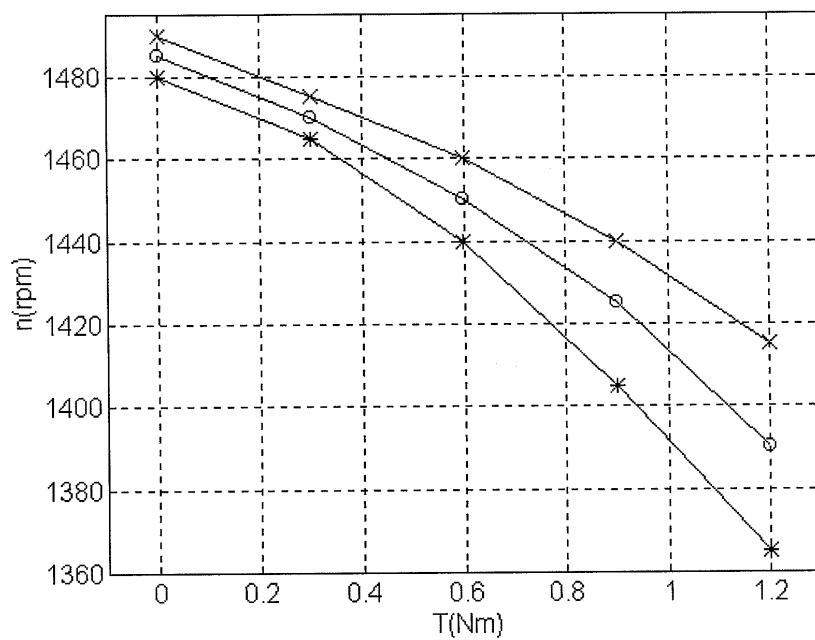
Συγκρίνετε τα αποτελέσματα με τα αντίστοιχα των άλλων μονοφασικών κινητήρων.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ-ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

o : κινητήρας αντιστάσεως και κινητήρας με πυκνωτή εκκίνησης

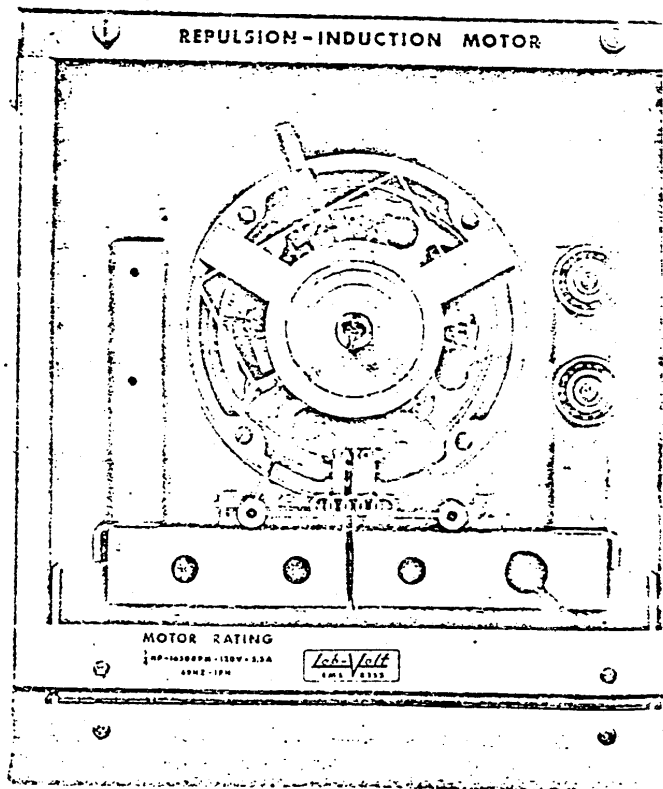
x : κινητήρας με πυκνωτή λειτουργίας

* : κινητήρας αντιδράσεως (ή απωστικός)



Ο ΑΠΩΣΤΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡ
(ΑΠΩΣΤΙΚΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΣ ΚΑΙ
ΕΠΑΓΩΓΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ).

(THE REPULSION START
INDUCTION RUN MOTOR)



1. Ἐξέτασις κατασκευῆς ἀπωστικοῦ κινητήρος (ἀπωστικῆς ἐκκινήσεως καὶ ἐπαγωγικῆς λειτουργίας).
2. Μελέτη τῶν ἰδιοτήτων τοῦ ἀπωστικοῦ κινητήρος (ἀπωστικῆς ἐκκινήσεως καὶ ἐπαγωγικῆς λειτουργίας) ὑπὸ συνθήκας μηδενικοῦ φορτίου καὶ πλήρους φορτίου.
3. Σύγκρισις τῶν χαρακτηριστικῶν ἐκκινήσεώς του πρὸς τοὺς λοιπούς τύπους μονοφασικῶν κινητήρων.

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Πρὶν νὰ γενικευθῇ ἡ χρῆσις τῶν κινητήρων ἐκκινήσεως πυκνωτοῦ δι' ἐφαρμογὰς αἱ ὁποῖαι ἀπαιτοῦσαν μεγάλην ροπὴν ἐκκινήσεως, ὁ Ἀπωστικός κινητήρ (Ἀπωστικῆς ἐκκινήσεως καὶ Ἐπαγωγικῆς Λειτουργίας) ἦτο ὁ καθιερωμένος καὶ γενικῶς ἀποδεκτός κινητήρ. Ὁ τύπος τοῦτος, κατὰ τὸ παρελθόν, ἐχρησιμοποιήτο περισσότερο ἐξ οἰουδήποτε ἄλλου μονοφασικοῦ κινητήρος. Ἄν καὶ κοστίζει περισσότερο ἐξ ὅλων τῶν γνωστῶν ποικίλων τύπων μονοφασικῶν κινητήρων, διαθέτει δύο ἄκρας ἐπιθυμητὰ χαρακτηριστικά:

1. Μεγάλην ροπὴν ἐκκινήσεως.
2. Μικράν ἐντάσιν ἐκκινήσεως.

Ὁ ἀπωστικός κινητήρ ἀναπτύσσει μεγαλυτέραν ροπὴν ἐκκινήσεως ἀνὰ Ampere ἐξ οἰουδήποτε ἄλλου τύπου μονοφασικοῦ κινητήρος.

Ἡ κατασκευὴ τοῦ δρομέως του εἶναι πολυπλοκοτέρα τῆς κατασκευῆς τοῦ δρομέως τύπου κλωβοῦ (βραχυκυκλωμένου) τοῦ κινητήρος διαχωριζομένου τυλίγματος. Ἐχει ἓνα τυποποιημένον τύλιγμα δρομέως ΣΡ (DC), ἓνα συλλέκτην εἰδικῆς κατασκευῆς καὶ ἓνα φυγοκεντρικόν μηχανισμόν ὁ ὁποῖος βραχυκυκλώνει ὅλους τοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτου ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος πλησιάζει τὴν ὀνομαστικὴν τῆς τιμὴν. Οἱ στάται τῶν ἀπωστικῶν κινητήρων εἶναι ὅμοιοι μέ τοὺς στάτας τῶν κινητήρων διαχωριζομένου τυλίγματος μέ τὴν διαφορὰν ὅτι χρησιμοποιοῦν μόνον ἓνα τύλιγμα. Διὰ τὴν ἐκκίνησιν τῶν ἀπωστικῶν κινητήρων δέν ἀπαιτεῖται βοηθητικόν τύλιγμα. Ἡ ροπὴ ἐκκινήσεως ἀναπτύσσεται βάσει τῆς ἀρχῆς τῆς ἀντιδράσεως.

Ο μηχανισμός των ψηκτρών είναι μεγάλης σημασίας διά τόν κινητήρα αυτόν. Αποτελείται έκ μιᾶς σειρᾶς βραχυκυκλωμένων ψηκτρών αἱ ὁποῖαι δύνανται νά μετακινούνται. Ἡ μετακίνησις τῶν ψηκτρῶν δημιουργεῖ τό αὐτό ἀποτέλεσμα ὡς νά ὑπῆρχον δύο τυλίγματα εἰς τόν στάτην. Ἦτοι:

1. Ἐνα τύλιγμα διεγέρσεως κάθετον πρὸς τόν ἄξονα τῶν ψηκτρῶν.
2. Ἐν ἑπαγωγικόν τύλιγμα κατὰ μήκος τοῦ τυλίγματος τῶν ψηκτρῶν.

Δι' ἐφαρμογῆς τῆς ἀρχῆς τοῦ μετασχηματιστοῦ, τό ἑπαγωγικόν τύλιγμα ἐπάγει ἑντασιν εἰς τό βραχυκυκλωμένον τύλιγμα τοῦ δρομέως (τό εὐρισκόμενον κάτωθεν τῶν ψηκτρῶν τμήμα) τό ὅποτον ἀντιδρᾷ πρὸς τό δημιουργούμενον μαγνητικόν πεδῖον ὑπὸ τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως καί τοιουτοτρόπως δημιουργεῖται ροπή. Λόγῳ τοῦ ὅτι ὁ δρομεύς τοῦ κινητήρος ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖ τό δευτερεῦον τοῦ "ἑπαγωγικοῦ Τυλίγματος", εἶναι ἐν τῇ οὐσίᾳ ἐν σειρᾷ μέ τό "Τύλιγμα Διεγέρσεως", ἔπεται ὅτι ἐξ' ἀπόψεως συμπεριφορᾶς ταχύτητος - ροπῆς, ὁ κινητήρ αὐτός ἔχει τά αὐτά χαρακτηριστικά μέ τόν κινητήρα σειρᾶς ΣΡ (DC).

Εἰς μίαν προκαθορισμένην ταχύτητα ἡ ὁποία εἶναι τά 80% τῆς ὀνομαστικῆς ταχύτητος, ὁ συλλέκτης βραχυκυκλοῦται. Αὐτή ἡ ἐνέργεια καθιστᾷ τόν δρομέα ἡλεκτρικῶς ἰσοδύναμον μέ τόν δρομέα τύπου κλωβοῦ (βραχυκυκλωμένον) καί τοιουτοτρόπως ἐν συνεχείᾳ ὁ κινητήρ ἔχει τά ἴδια ἀκριβῶς χαρακτηριστικά μέ τόν κινητήρα διαχωριζομένου τυλίγματος.

Σ.Ν.Δ.

ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ SCHRAGE

Ν. ΔΟΚΙΜΟΣ :

Μέλη Ομάδας :

:
:
:

ΕΤΟΣ/ΤΜΗΜΑ :

Τετράμηνο /Εκπ. Έτος :

Ημερομηνία πειράματος :

Θέση εργασίας :

Σ.Ν.Δ.

ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Κινητήρας SCHRAGE

Στην προετοιμασία του πειράματος αυτού συμμετείχαν οι:

**Η. ΓΡΑΒΑΛΟΥ
Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
Ι. ΠΡΟΥΣΑΛΙΔΗΣ**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ι.Κ. Χατζηλάου
«Ηλεκτρικές μηχανές», ΣΝΔ 1998
2. Th. Wildi, J. Marcotte
“The Schrage Motor”, Lab-Volt Ltd, 2001

ΕΚΔΟΣΗ 2004

ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ SCHRAGE

I. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι η μελέτη του τριφασικού κινητήρα Schrage.

II. ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Επαγωγικοί κινητήρες
- Μηχανές συνεχούς ρεύματος

III. ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

- Παλμογράφος HAMEG
- Καταγραφικό HAMEG
- Αμπεροτσιπίδες CHAUVIN ARNOUX
- Στροφόμετρο HIOKI 3404
- Εργαστηριακή Τράπεζα Labvolt με τροφοδοτικό EMS 8821-15, κινητήρα Schrage 8234-05, δυναμόμετρο 8919, βατόμετρο 8441, αμπερόμετρο 8425
- Πολύμετρο Metrix MX24B

IV. ΠΕΙΡΑΜΑ

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

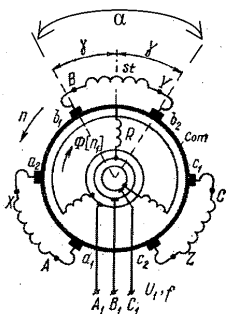
Ο κινητήρας Schrage είναι ένας τριφασικός επαγωγικός κινητήρας τυλιγμένου δρομέα, με δυνατότητα ρύθμισης της ταχύτητας.

Στο δρομέα υπάρχουν δύο τυλίγματα:

- Ένα τριφασικό τύλιγμα (πρωτεύον τύλιγμα) σε σύνδεση αστέρα, το οποίο τροφοδοτούμε από τριφασική πηγή μέσω τριών δακτυλίων ολίσθησης.
- Ένα ρυθμιστικό τύλιγμα παρόμοιο με αυτό μιας μηχανής συνεχούς ρεύματος, το οποίο συνδέεται με τους τομείς του συλλέκτη.

Στο στάτη υπάρχει τριφασικό τύλιγμα (δευτερεύον τύλιγμα). Τα άκρα των τριών τυλιγμάτων καταλήγουν σε ψήκτρες που εφάπτονται στο συλλέκτη.

Στο ρυθμιστικό τύλιγμα του δρομέα δημιουργείται τάση από επαγωγή η οποία τροφοδοτεί τα τυλίγματα του στάτη μέσω των τριών ζευγών ψηκτρών. Το μέγεθος και η συχνότητα της επαγωγικής αυτής τάσης ρυθμίζεται μετατοπίζοντας τη σχετική θέση των ψηκτρών (γωνία α). Με αυτό τον τρόπο ρυθμίζεται η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα.



Η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα (r/min) είναι

$$n = \frac{120(f_r \pm f_s)}{P} \quad (1)$$

όπου

f_s είναι η συχνότητα των ρευμάτων στο στάτη (Αυτή μεταβάλλεται)

f_r είναι η συχνότητα των ρευμάτων στο δρομέα (Σταθερή 50 Hz)

P είναι ο αριθμός των πόλων (εδώ P=4)

$\pm$ το πρόσημο εξαρτάται από τη σχετική ακολουθία των φάσεων στα τριφασικά τυλίγματα του δρομέα και του στάτη. Από την (1)

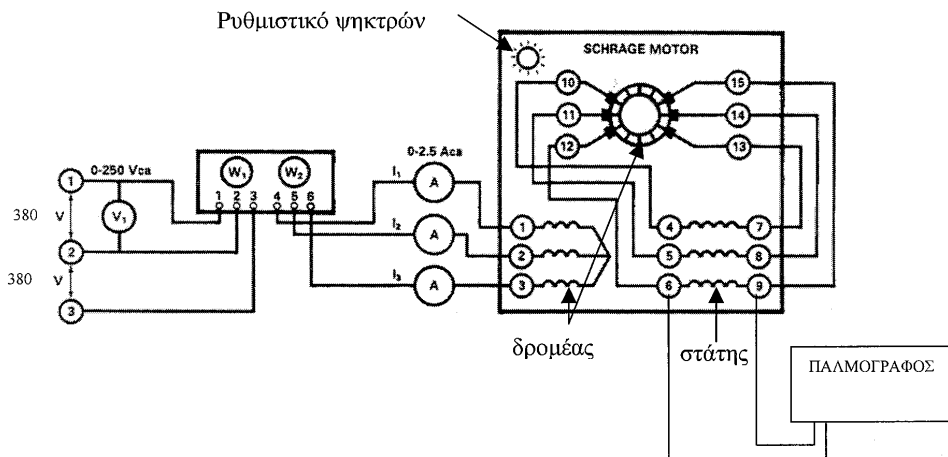
προκύπτει ότι η συχνότητα στο στάτη θα είναι

$$f_s = \pm \left(\frac{nP}{120} - f_r \right) \quad (2)$$

2. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΜΕΡΟΣ Α -ΜΕΛΕΤΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ

Σκοπός του Α μέρους του πειράματος είναι η μελέτη της συμπεριφοράς του κινητήρα χωρίς φορτίο. Πραγματοποιούμε τη συνδεσμολογία του σχήματος

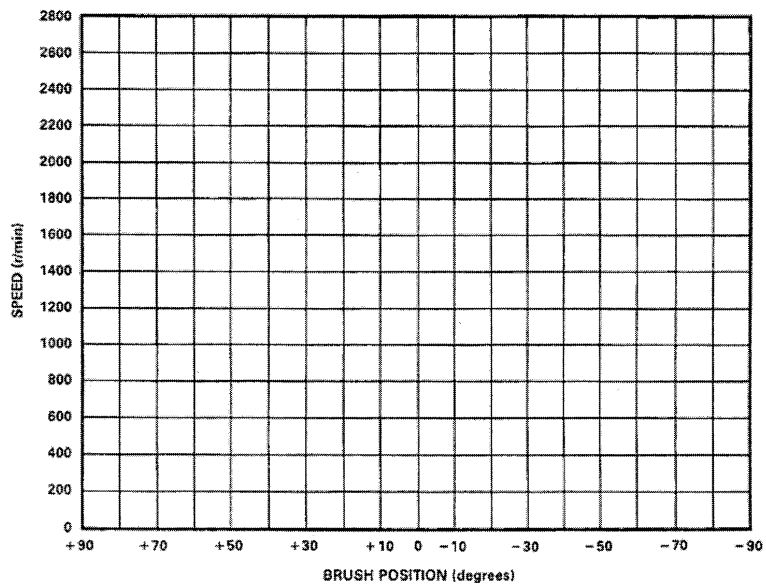


Στους ακροδέκτες 1, 2 και 3 καταλήγει το τριφασικό τύλιγμα του δρομέα (σύνδεση αστέρα), το οποίο τροφοδοτούμε με τριφασική τάση 380V. Η αρχή των τριών φάσεων του στάτη, δηλ. οι ακροδέκτες 4,5 και 6 συνδέονται με τις ψήκτρες 10,11 και 12 αντίστοιχα, ενώ το τέλος κάθε φάσης δηλ. οι ακροδέκτες 7, 8 και 9 συνδέονται στους ακροδέκτες 13, 14 και 15 αντίστοιχα.

Μεταβάλλετε τη σχετική θέση των ψηκτρών, από το ρυθμιστικό της διάταξης, ξεκινώντας από τις $+90^\circ$, και καταγράψτε στον ακόλουθο πίνακα την ταχύτητα, την τάση και το ρεύμα γραμμής καθώς και τις ενδείξεις του βαττομέτρου, για τη λειτουργία του κινητήρα χωρίς φορτίο. Παρακολουθήστε στον παλμογράφο την τάση σε ένα τύλιγμα του στάτη και καταγράψτε το πλάτος και τη συχνότητα της. Υπολογίστε την πραγματική ισχύ, τη φαινόμενη ισχύ και το $\cos\phi$, και συμπληρώστε τις τρεις τελευταίες στήλες του πίνακα.

BRUSH POSITION	SPEED	LINE VOLTAGE	LINE CURRENT (average)	P ₁	P ₂	P ₁ + P ₂	APPARENT POWER	POWER FACTOR
DEGREES	r/min	V	A	W	W	W	VA	—
+90								
+70								
+50								
+30								
+10								
0								
-10								
-30								
-50								
-70								
-90								

Σχεδιάστε τη μεταβολή της ταχύτητας του κινητήρα χωρίς φορτίο για τις διάφορες γωνίες των ψηκτρών



ΜΕΡΟΣ Β -ΜΕΛΕΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΦΟΡΤΙΟ

Σκοπός του Β Μέρους είναι η μελέτη της συμπεριφοράς του κινητήρα καθώς μεταβάλλεται το φορτίο του, για τρεις διαφορετικές θέσεις των ψηκτρών.

Στη συνδεσμολογία του Α μέρους, συνδέστε το ηλεκτροδυναμόμετρο.

Θέσατε τη θέση των ψηκτρών στις $+50^0$. Θέσατε το ηλεκτροδυναμόμετρο στο 0.

Μεταβάλλετε τη ροπή φορτίου και μετρήστε και καταγράψτε την τάση, το ρεύμα γραμμής, την ταχύτητα και τις ενδείξεις του βατομέτρου.

Υπολογίστε την πραγματική ισχύ που απορροφά ο κινητήρας, την φαινόμενη ισχύ, τη μηχανική ισχύ που αποδίδει, το βαθμό απόδοσης και το συντελεστή ισχύος.

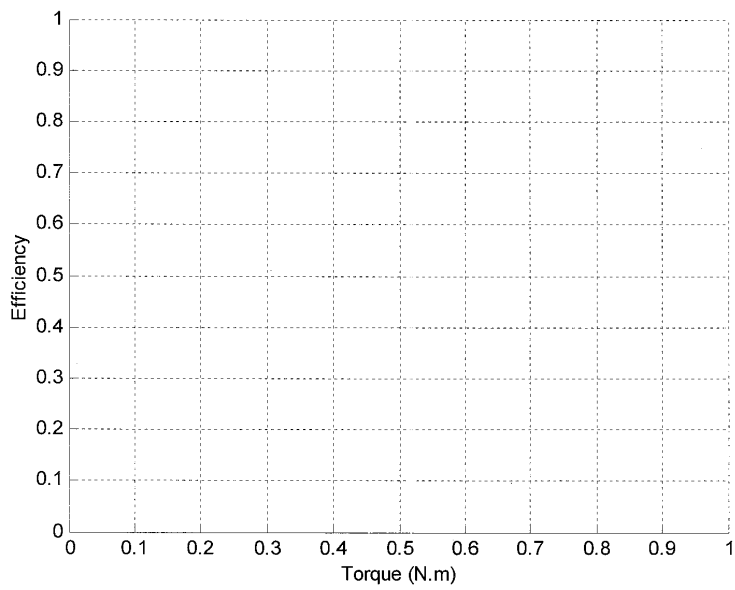
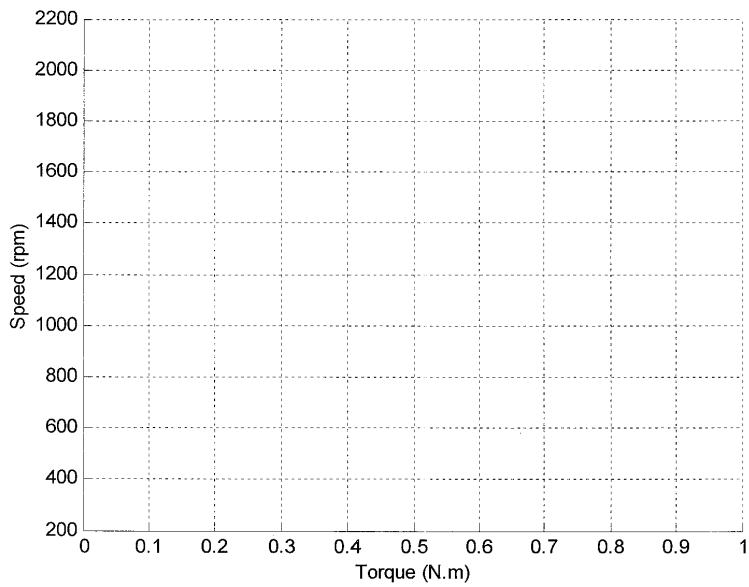
Επαναλάβετε για θέση ψηκτρών στις 0^0 και στις -50^0 .

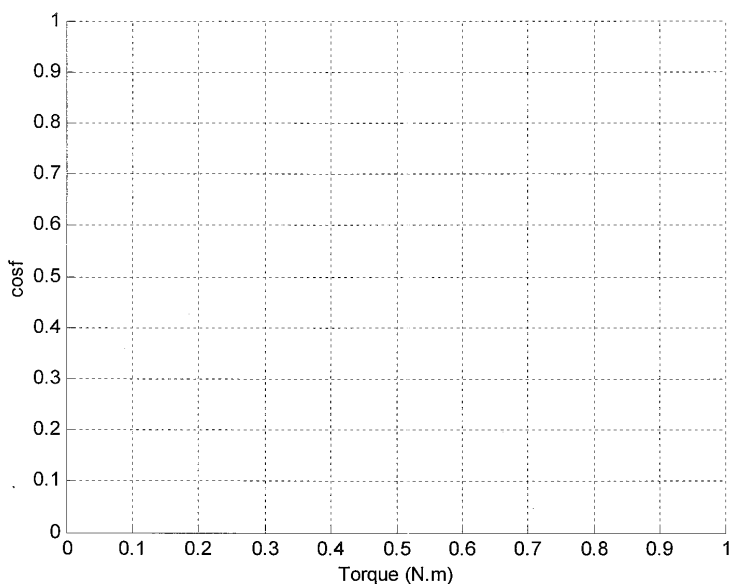
BRUSH POSITION	TORQUE	LINE VOLTAGE	LINE CURRENT (average)	SPEED	P_1	P_2	$P = P_1 + P_2$	APPARENT POWER	MECHANICAL POWER	EFFICIENCY	POWER FACTOR
DEGREES	N·m	V	A	r/min	W	W	W	VA	W	—	—
0											
0.2											
0.4											
0.6											
0.8											
1.0											

BRUSH POSITION	TORQUE	LINE VOLTAGE	LINE CURRENT (average)	SPEED	P_1	P_2	$P = P_1 + P_2$	APPARENT POWER	MECHANICAL POWER	EFFICIENCY	POWER FACTOR
DEGREES	N·m	V	A	r/min	W	W	W	VA	W	—	—
0											
0.2											
0.4											
0.6											
0.8											
1.0											

BRUSH POSITION	TORQUE	LINE VOLTAGE	LINE CURRENT (average)	SPEED	P_1	P_2	$P = P_1 + P_2$	APPARENT POWER	MECHANICAL POWER	EFFICIENCY	POWER FACTOR
DEGREES	N·m	V	A	r/min	W	W	W	VA	W	—	—
0											
0.2											
0.4											
0.6											
0.8											
1.0											

Σχεδιάστε τις καμπύλες μεταβολής της ταχύτητας με το φορτίο για τις τρεις γωνίες των ψηκτρών





ΜΕΡΟΣ Γ - ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΣΤΑΤΗ ΚΑΙ ΔΡΟΜΕΑ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΙ ΜΕ ΦΟΡΤΙΟ. ΡΕΥΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ.

Χρησιμοποιώντας δύο probe ρεύματος, παρακολουθείστε και καταγράψτε στον παλμογράφο τα ρεύματα στο δρομέα και στο στάτη του κινητήρα, για διάφορες καταστάσεις λειτουργίας, μετρώντας παράλληλα και την ταχύτητα περιστροφής. Συμπληρώστε τους πίνακες :

ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ

Γωνία ψηκτρών	Ταχύτητα περιστροφής (rpm)	Συχνότητα ρεύματος στάτη (Hz) (Μέτρηση)	Συχνότητα ρεύματος στάτη (Hz) (υπολογισμός από (2))
+90°			
0°			
-90°			

ΜΕ ΦΟΡΤΙΟ 0.8 Nm

Γωνία ψηκτρών	Ταχύτητα περιστροφής (rpm)	Συχνότητα ρεύματος στάτη (Hz) (Μέτρηση)	Συχνότητα ρεύματος στάτη (Hz) (υπολογισμός από (2))
+50°			
0°			
-50°			

Παρακολουθείστε και καταγράψτε τα ρεύματα στο δρομέα (τροφοδοτούμενο) και στο στάτη (επαγόμενο), κατά την εκκίνηση του κινητήρα, για διάφορες θέσεις των ψηκτρών. Τι παρατηρείτε;

V. ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

Τι είδους κινητήρας είναι ο κινητήρας Schrage: περιγράψτε το είδος των ρευμάτων λειτουργίας (ΕΡ/ΣΡ) στάτη και δρομέα;

Συγκρίνате τον κινητήρα Schrage με έναν τριφασικό κινητήρα επαγωγικό (τυλιγμένου δρομέα ή κλωβού).

Συγκρίνате τον κινητήρα Schrage με έναν κινητήρα Συνεχούς Ρεύματος.

Περιγράψτε τα τυλίγματα στάτη και δρομέα ενός κινητήρα Schrage.

Εξηγήστε εάν και πώς είναι δυνατόν ο κινητήρας να λειτουργήσει σε ταχύτητες μεγαλύτερες της ονομαστικής.

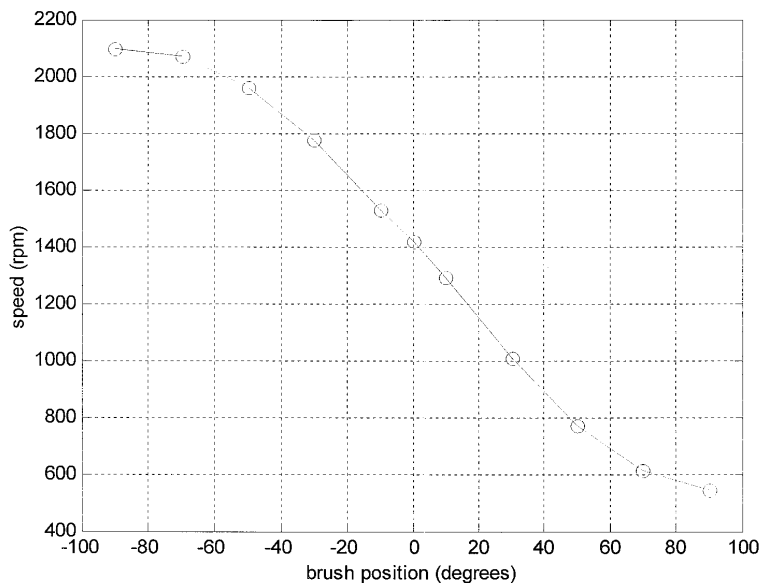
Πώς επηρεάζει η γωνία των ψηκτρών την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα Schrage σε συνθήκες λειτουργίας χωρίς φορτίο; Πού τίθενται οι ψήκτρες;

Ποια είναι η σχέση της μηχανικής ταχύτητας περιστροφής με την ηλεκτρική συχνότητα;

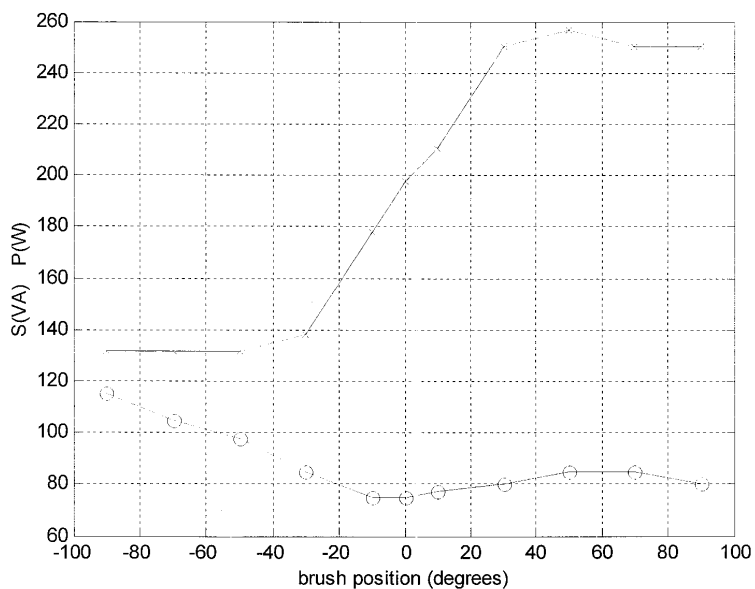
VI. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α

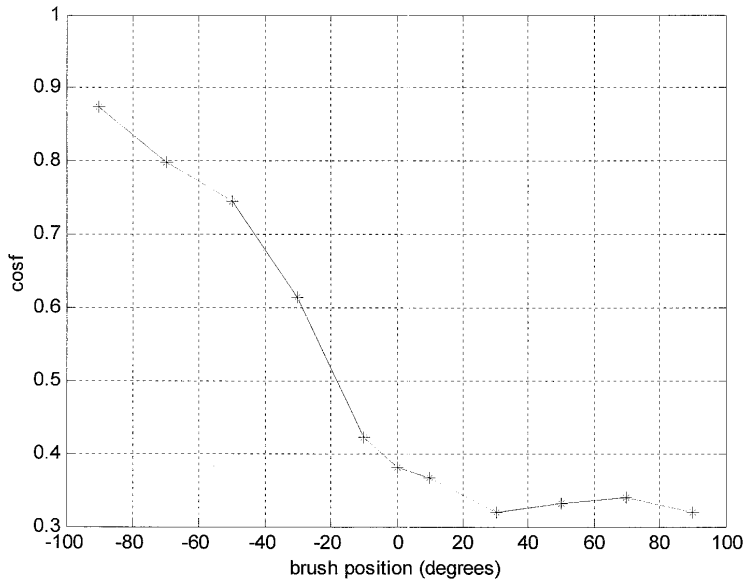
Μεταβολή της ταχύτητας του κινητήρα χωρίς φορτίο για διάφορες γωνίες των ψηκτρών.



Πραγματική και φαινόμενη ισχύς χωρίς φορτίο για διάφορες γωνίες των ψηκτρών:

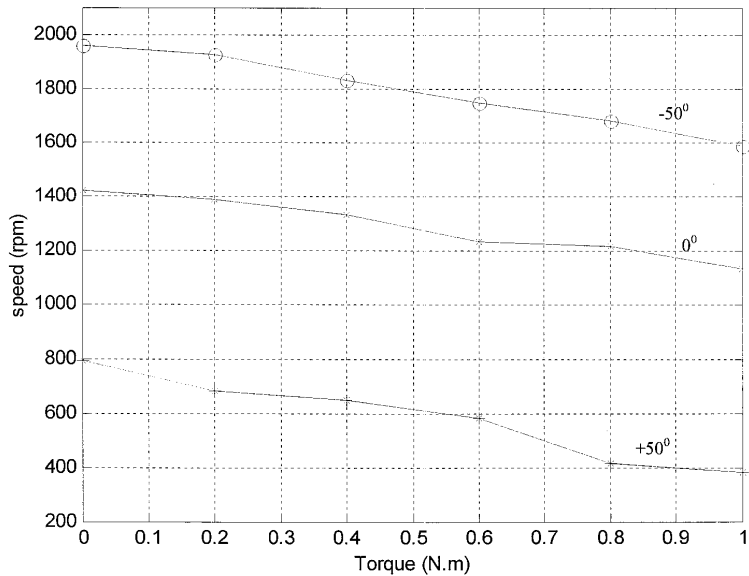


Συντελεστής ισχύος χωρίς φορτίο για διάφορες γωνίες των ψηκτρών:

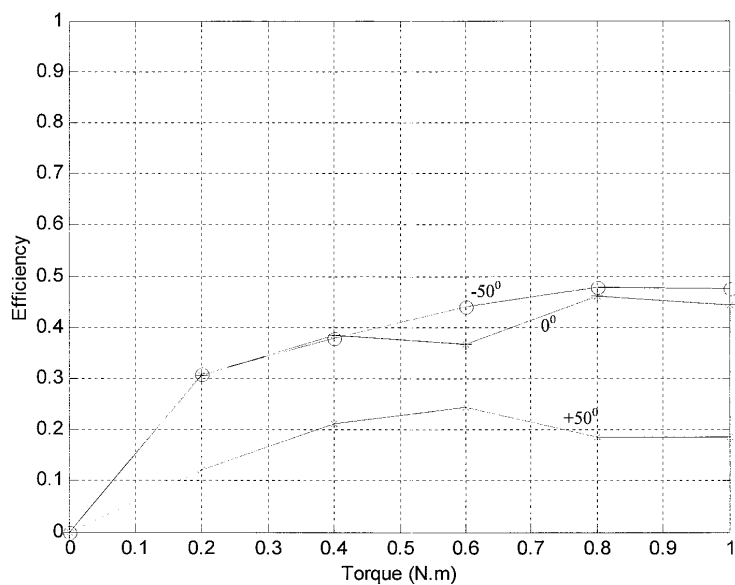


ΜΕΡΟΣ Β-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΦΟΡΤΙΟ

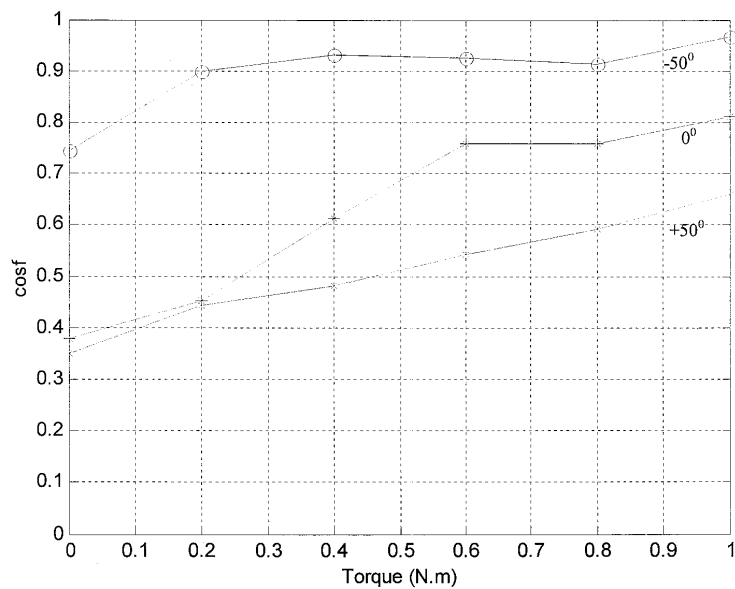
Μεταβολή της ταχύτητας με το φορτίο για γωνίες -50° , 0° και $+50^\circ$



Μεταβολή του βαθμού απόδοσης με το φορτίο για γωνίες -50° , 0° και $+50^\circ$



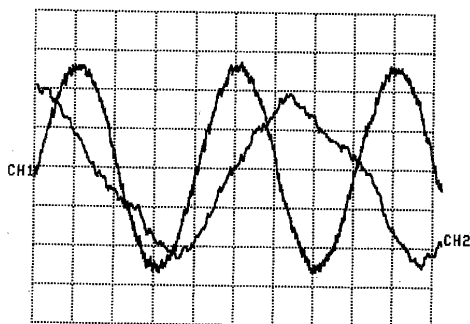
Μεταβολή του συντελεστή ισχύος με το φορτίο για γωνίες -50° , 0° και $+50^\circ$



ΜΕΡΟΣ Γ

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται τα ρεύματα σε μια φάση του δρομέα (Κανάλι 1) και σε μια φάση του στάτη (Κανάλι 2) χωρίς φορτίο. (Κλίμακα probe ρεύματος : 100mV/A)

- Για γωνία ψηκτρών $+90^\circ$:



TIME: 18:59:13

SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV:=20mV
CH2 - VOLTS/DIV:=0.2V
TIMEBASE-SEC/DIV:=5ms
TRIGGERLEVEL CH1:AUTO
PRETRIGGER :0%
DELTA CURSOR :OFF
ADD CH1,CH2 :OFF

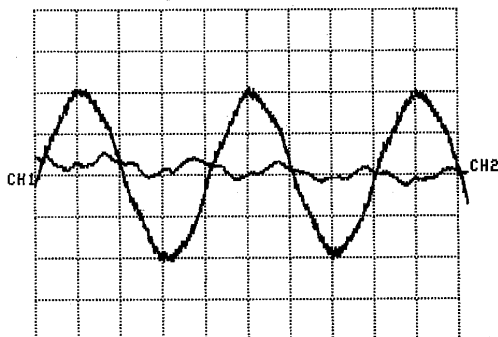
PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1:0-9
ZOOMRANGE - CH2:0-9
HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:

HAMEG
III Instruments

- Για γωνία ψηκτρών 0° :



SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV:=20mV
CH2 - VOLTS/DIV:=0.2V
TIMEBASE-SEC/DIV:=5ms
TRIGGERLEVEL CH1:AUTO
PRETRIGGER :0%
DELTA CURSOR :OFF
ADD CH1,CH2 :OFF

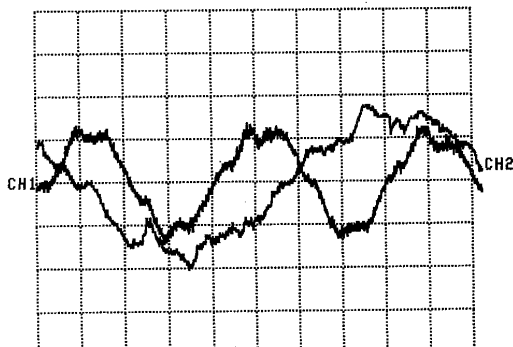
PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1:0-9
ZOOMRANGE - CH2:0-9
HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:

HAMEG
III Instruments

- Για γωνία ψηκτρών -90° :



SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV:=20mV
CH2 - VOLTS/DIV:=0.2V
TIMEBASE-SEC/DIV:=5ms
TRIGGERLEVEL CH1:AUTO
PRETRIGGER :0%
DELTA CURSOR :OFF
ADD CH1,CH2 :OFF

PRINTERPARAMETER:

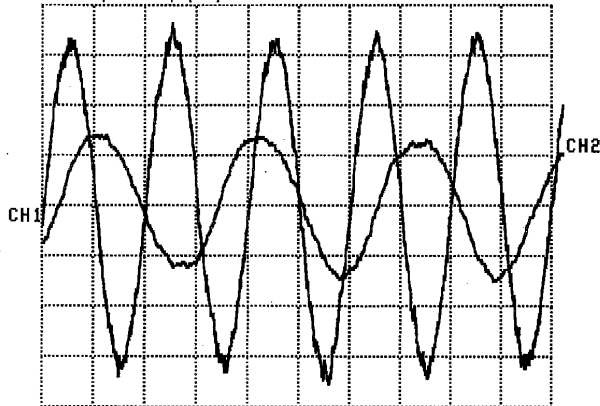
ZOOMRANGE - CH1:0-9
ZOOMRANGE - CH2:0-9
HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:

HAMEG

Με φορτίο 0.8 Nm , τα ρεύματα στο δρομέα και το στάτη φαίνονται στα ακόλουθα διαγράμματα

- Για γωνία ψηκτρών $+50^{\circ}$



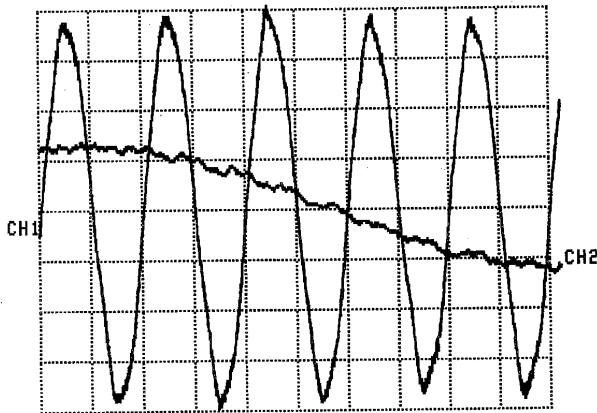
SIGNALPARAMETER:
 CH1 - VOLTS/DIV:=20mV
 CH2 - VOLTS/DIV:=0.5V
 TIMEBASE-SEC/DIV:=10ms
 TRIGGERLEVEL CH1:AUTO
 PRETRIGGER :0%
 DELTA CURSOR :OFF
 ADD CH1,CH2 :OFF

PRINTERPARAMETER:
 ZOOMRANGE - CH1:0-9
 ZOOMRANGE - CH2:0-9
 HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:

HAMEG

- Για γωνία ψηκτρών 0°



SIGNALPARAMETER:
 CH1 - VOLTS/DIV:=20mV
 CH2 - VOLTS/DIV:=0.5V
 TIMEBASE-SEC/DIV:=10ms
 TRIGGERLEVEL CH1:AUTO
 PRETRIGGER :0%
 DELTA CURSOR :OFF
 ADD CH1,CH2 :OFF

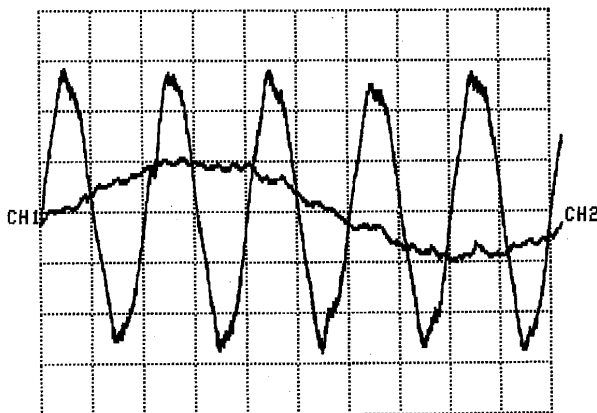
PRINTERPARAMETER:
 ZOOMRANGE - CH1:0-9
 ZOOMRANGE - CH2:0-9
 HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:

HAMEG

||| Instruments

- Για γωνία ψηκτρών -50°



SIGNALPARAMETER:
 CH1 - VOLTS/DIV:=20mV
 CH2 - VOLTS/DIV:=0.5V
 TIMEBASE-SEC/DIV:=10ms
 TRIGGERLEVEL CH1:AUTO
 PRETRIGGER :0%
 DELTA CURSOR :OFF
 ADD CH1,CH2 :OFF

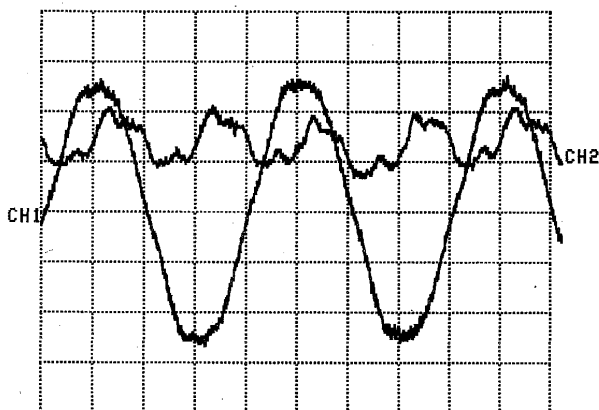
PRINTERPARAMETER:
 ZOOMRANGE - CH1:0-9
 ZOOMRANGE - CH2:0-9
 HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:

HAMEG

||| Instruments

Για το ίδιο φορτίο (0.8 Nm) , παρατηρούμε ότι ο δρομέας στρέφεται με τη σύγχρονη ταχύτητα 1500 rpm για γωνία -20° , και καταγράφουμε τα ρεύματα δρομέα και στάτη.



SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV:=20mV
CH2 - VOLTS/DIV:=0.1V
TIMEBASE-SEC/DIV:=5ms
TRIGGERLEVEL CH1:AUTO
PRETRIGGER :0%
DELTA CURSOR :OFF
ADD CH1,CH2 :OFF

PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1:0-9
ZOOMRANGE - CH2:0-9
HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:

HAMEG
Instruments
||| o o o

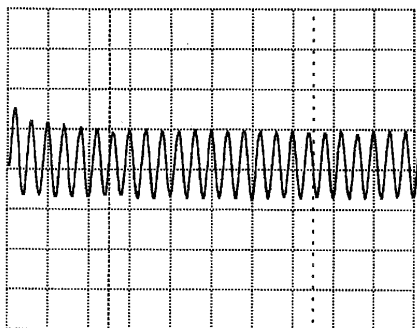
Χωρίς φορτίο, μεταβάλλουμε την ταχύτητα του κινητήρα από το ρυθμιστικό και μετρούμε την ταχύτητα περιστροφής (με το στροφόμετρο) και τη συχνότητα της τάσης στο στάτη (από την κυματομορφή της τάσης στον παλμογράφο)

Μετρ/σα ταχύτητα περιστροφής δρομέα (rpm)	Μετρηθείσα συχνότητα στο στάτη (Hz)	Υπολογισθείσα συχνότητα στο στάτη (Hz) (Από (2))
539	32.3	32
563	31.3	31.2
675	27.4	27.3
775	23.8	24.2
878	21.3	20.7
996	16.7	16.8
1148	11.9	11.7
1258	8.3	8.1
1405	3.1	3.2
1500	0	0
1678	5.8	5.9
1870	12.5	12.3
2040	17.9	18
2120	20	20.7

Στον υπολογισμό της συχνότητας του στάτη θεωρούμε το πρόσημο (-) για ταχύτητες μικρότερες της σύγχρονης. Εδώ η σύγχρονη ταχύτητα είναι 1500 rpm ($P=4$, $f_r=50\text{Hz}$).

ΡΕΥΜΑΤΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ

Ρεύμα εκκίνησης με φορτίο 1Nm (Κλίμακα Probe ρεύματος 100mV/A) για γωνία ψηκτρών $+50^{\circ}$:



DATE: 19-12-2002
TIME: 20:04:18

SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV:=0.1V

TIMEBASE-SEC/DIV:RANGE ?

TRIGGERLEVEL CH1:AUTO

PREFRIGGER :0%

DELTA CURSOR :RANGE ?

ADD CH1,CH2 :OFF

PRINTERPARAMETER:

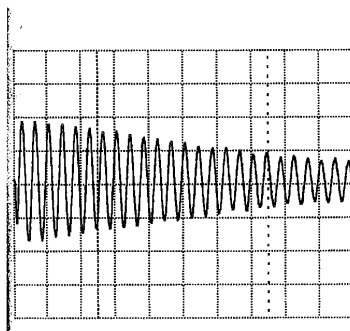
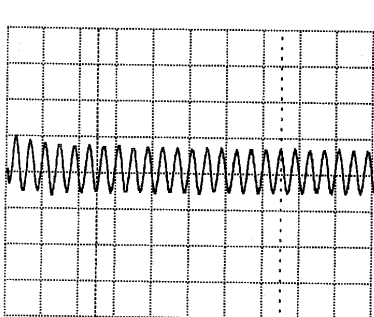
ZOOMRANGE - CH1:0-9

HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:

HAMEG
III Instruments

Ρεύμα εκκίνησης χωρίς φορτίο (Κλίμακα Probe ρεύματος 100mV/A) για γωνίες ψηκτρών $+90^{\circ}$, 0° και -90° αντίστοιχα:



DATE: 19-12-2002

TIME: 20:11:25

SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV:=0.1V

TIMEBASE-SEC/DIV:RANGE ?

TRIGGERLEVEL CH1:AUTO

PREFRIGGER :0%

DELTA CURSOR :RANGE ?

ADD CH1,CH2 :OFF

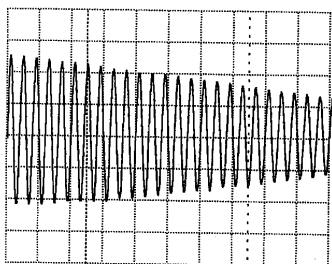
PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1:0-9

HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:

HAMEG
III Instruments



DATE: 19-12-2002

TIME: 20:21:16

SIGNALPARAMETER:

CH1 - VOLTS/DIV:=0.1V

TIMEBASE-SEC/DIV:RANGE ?

TRIGGERLEVEL CH1:AUTO

PREFRIGGER :0%

DELTA CURSOR :RANGE ?

ADD CH1,CH2 :OFF

PRINTERPARAMETER:

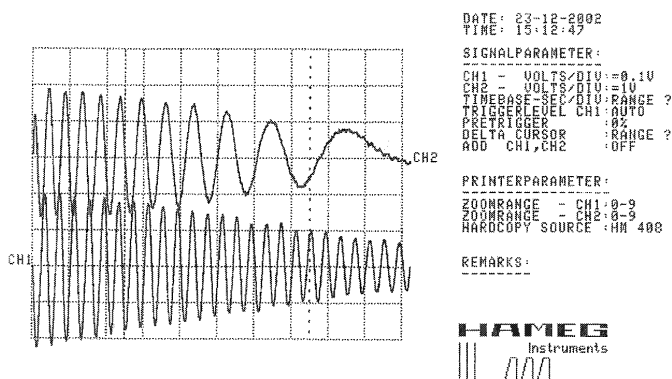
ZOOMRANGE - CH1:0-9

HARDCOPY SOURCE :HM 408

REMARKS:

HAMEG
III Instruments

Καταγράφουμε τα ρεύματα στάτη (επαγόμενο) και δρομέα (τροφοδοτούμενο) κατά την εκκίνηση του κινητήρα χωρίς φορτίο για γωνία ψηκτρών -20° (υπερσύγχρονη ταχύτητα).
 Probe ρεύματος :100mV/A, CH1:ρεύμα δρομέα, CH2:ρεύμα στάτη.



Καταγράφουμε τα ρεύματα στάτη (επαγόμενο) και δρομέα (τροφοδοτούμενο) κατά την εκκίνηση του κινητήρα χωρίς φορτίο για γωνία ψηκτρών $+20^\circ$ (υποσύγχρονη ταχύτητα).
 Probe ρεύματος :100mV/A, CH1:ρεύμα δρομέα, CH2:ρεύμα στάτη.

