

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΙΝΑΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ  
LAB EXERCISES WITH AUTOMATION SWITCHBOARDS



ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΙΩΑΚΕΙΜ  
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΣΤΕΡΓΙΟΠΟΥΛΟΣ ΦΩΤΗΣ





ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019

---

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΙΝΑΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ  
LAB EXERCISES WITH AUTOMATION SWITCHBOARDS

ΦΟΙΤΗΤΕΣ: ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ  
ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΙΩΑΚΕΙΜ

ΑΜ:112923  
ΑΜ:123093

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΤΕΡΓΙΟΠΟΥΛΟΣ ΦΩΤΗΣ

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΔΗΛΩΣΗ ΦΟΙΤΗΤΗ στο εσώφυλλο (copyright notice)

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία και τα συμπεράσματά της, σε οποιαδήποτε μορφή, αποτελούν συνιδιοκτησία του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης και του φοιτητή. Οι προαναφερόμενοι διατηρούν το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής (τμηματικά ή συνολικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναφέρεται ο τίτλος, ο συγγραφέας, ο επιβλέπων και το τμήμα του ΑΤΕΙΘ.

Η έγκριση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

-----

Ο υπογεγραμμένος δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα Πτυχιακή Εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και συγγράφηκε ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.

Δηλώνω υπεύθυνα ότι κατά τη συγγραφή ακολούθησα την πρόπουσα ακαδημαϊκή δεοντολογία αποφυγής λογοκλοπής και έχω αποφύγει οποιαδήποτε ενέργεια που συνιστά παράπτωμα λογοκλοπής.

*(Όνομα, Υπογραφή, Ημερομηνία)*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>1</b>
<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>3</b>
<b>ΣΤΟΧΟΣ</b> .....	<b>4</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ</b> .....	<b>5</b>
1.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ .....	5
1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑ ΓΙΑ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ .....	6
1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ .....	7
1.4 ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΑΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ .....	8
1.4.1 Απευθείας εκκίνηση .....	9
1.4.2 Εκκίνηση με αντιστάσεις στο στάτη.....	10
1.4.3 Εκκίνηση με ηλεκτρονικό ομαλό εκκινήτη (soft starter).....	10
1.4.5 Εκκίνηση με αυτομετασχηματιστή .....	11
1.4.6 Εκκίνηση με διακόπτη αστέρα – τριγώνου (Υ/Δ).....	12
1.4.7 Εκκίνηση με μεταβαλλόμενη αντίσταση στους δακτυλίους του Δρομέα.....	13
1.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΑΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ.....	14
1.5.1 Έλεγχος της ταχύτητας με ρύθμιση της αντίστασης του δρομέα.....	14
1.5.2 Έλεγχος της ταχύτητας με ρύθμιση της τάσης του στάτη.....	15
1.5.3 Έλεγχος της ταχύτητας με μεταβολή του αριθμού των πόλων .....	16
1.5.4 Η βέλτιστη μέθοδος για τον έλεγχο της ταχύτητας.....	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΣΤΡΟΦΩΝ - ΤΟ ACS580</b> .....	<b>20</b>
2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ .....	20
2.2 ΓΙΑΤΙ ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΣΤΕ ΤΟΥΣ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΣΤΡΟΦΩΝ; .....	22
2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΣΤΡΟΦΩΝ (VARIABLE FREQUENCY DRIVE).....	22
2.2.1 Ελεγχόμενο ρεύμα εκκίνησης.....	23
2.2.3 Μειωμένες διαταραχές στο δίκτυο .....	23
2.2.4 Έλεγχος επιτάχυνσης- Λιγότερη μηχανική καταπόνηση.....	24
2.2.5 Ελεγχόμενη πέδηση .....	25
2.2.6 VFD και εξοικονόμηση ενέργειας .....	25
2.3 ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΤΗΣ ABB .....	26
2.4 ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΜΕ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ .....	27
2.4.1 Δείκτες ενεργειακής απόδοσης. ....	27
2.4.2 Λειτουργική Ασφάλεια .....	29
Η ασφαλής αποκοπή ροπής (STO) .....	29
Ο ασφαλής διακόπτης 1 (SS1).....	29
Η ασφαλής διακοπή έκτακτης ανάγκης (SSE) .....	30
Η ασφάλεια με περιορισμένη ταχύτητας (SLS).....	30
Η ασφαλής μέγιστη ταχύτητα (SMS).....	30
Ο ασφαλής έλεγχος των φρένων (SBC).....	30
2.5 ΕΛΕΓΧΟΣ PID ΣΕ VFD .....	31
<i>P</i> ελεγκτής.....	32
<i>I</i> ελεγκτής.....	32
<i>D</i> ελεγκτής .....	33
2.6 ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΣΤΡΟΦΩΝ .....	34

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....</b>	<b>35</b>
3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	35
3.2 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ .....	35
3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ .....	36
3.3.1 ΜΙΚΡΟΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ IC60N 3P 16A D .....	36
3.3.2 ΜΠΑΡΟΚΙΒΩΤΙΟ ΡΑΓΑΣ 3P+N BD10074 ΚΑΙ ΜΠΑΡΑΚΙ ΓΕΙΩΣΗΣ.....	36
3.3.3 ΑΣΦΑΛΕΙΑΠΟΖΕΥΚΤΗΣ ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΟΣ ΣΤΙ 10..3Χ38 .....	37
3.3.4 ΕΠΙΤΗΡΗΤΗΣ ΦΑΣΕΩΝ-ΤΑΣΗΣ KRONOS .....	37
3.3.5 ΑΣΦΑΛΕΙΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ HAGER L95300 20A.....	38
3.3.6 ΦΥΣΙΓΓΙΑ 10,3Χ38 gG .....	38
3.3.7 ΑΣΦΑΛΕΙΑΠΟΖΕΥΚΤΗΣ ΜΕ ΟΥΔΕΤΕΡΟ E91N/32.....	39
3.3.8 ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ 230V AC /24V DC 0.83A.....	39
3.3.9 ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ ΡΕΛΕ 4ΕΠΑΦΩΝ ΠΗΝΙΟ 230VAC ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΞΗ LED ΚΑΙ ΒΑΣΗ RXM4AB2P7....	40
3.3.10 ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ABB ACS580 01-02A7-4 0.75KW.....	40
3.3.11 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΡΙΖΑ ΑΡΣΕΝΙΚΟ 5Χ16Α.....	41
3.3.12ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΡΙΖΑ ΘΥΛΗΚΟ 4Χ16Α .....	41
3.3.13 ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ ΠΟΡΤΑΣ 96Χ96 0-500VAC ΤΑΙΦΑ ΚΑΙ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ ΤΥΠΟΥ ΛΥΧΝΙΑΣ 0-500V AC AD16-22DS.....	42
3.3.14 ΜΕΤΑΓΩΓΙΚΟΣ ΕΠΙΛΟΓΕΑΣ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟΥ ABB.....	42
3.3.15 ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΟΡΤΑΣ VEMER .....	43
3.3.16 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ 230V (ΠΡΑΣΙΝΟ-ΚΟΚΚΙΝΟ-ΚΙΤΡΙΝΟ) .....	43
3.3.17 ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟ ΠΟΡΤΑΣ 10Κ,5Κ.....	44
3.3.17 ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ 2 ΘΕΣΕΩΝ 0-Ι ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ 3 ΘΕΣΕΩΝ ΑΥΤΟ-0-HAND.....	44
3.3.18 ΜΙΛΙΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ 0-50 mA .....	45
3.3.19 ΜΠΟΥΤΟΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ «ΜΑΝΙΤΑΡΙ».....	45
3.3.20 ΦΙΛΤΡΑ ΠΙΝΑΚΑ 23Χ23cm .....	46
3.3.20 ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΕΡΜΑΡΙΟ 60Χ60Χ30 .....	46
3.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	47
3.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	50
3.6 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	51
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....</b>	<b>52</b>
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ.....	52
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....</b>	<b>62</b>
ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΩΔΙΚΩΝ ΑΠΟΣΦΑΛΜΑΤΩΣΗΣ .....	62
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ- ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ .....</b>	<b>74</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>77</b>

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ευρεία χρήση των τριφασικών (επαγωγικών) ασύγχρονων κινητήρων στη βιομηχανία καταδεικνύεται από το γεγονός ότι οι εν λόγω κινητήρες κατέχουν τη μερίδα του λέοντος σε ότι αφορά την απορρόφηση της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (περί το 60%). Οι τριφασικοί ασύγχρονοι κινητήρες είναι απλοί, οικονομικοί και χρησιμοποιούνται με ευκολία σ' ένα μεγάλο αριθμό εφαρμογών. Εντούτοις, η εκκίνηση των κινητήρων αυτών δεν είναι μία υπόθεση τόσο απλή όσο το πάτημα ενός διακόπτη. Η απ' ευθείας εκκίνηση τους έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία κορυφών στην ένταση και στη ροπή του κινητήρα και επομένως την πτώση της τάσης σε μη αποδεκτά επίπεδα

Οι παραπάνω διαταραχές οδηγούν σε σημαντικές υπερφορτώσεις του δικτύου και δημιουργούν σημαντικές μηχανικές καταπονήσεις με τελικό αποτέλεσμα την αύξηση στο κόστος λειτουργίας και συντήρησης της εγκατάστασης. Η ύπαρξη διατάξεων προστασίας βοηθά στον περιορισμό και την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων, είναι όμως σαφές ότι οι αντιστροφείς (invertes) έχουν αποδειχθεί μέσα στη διάρκεια του χρόνου η πιο εύκολη και ευέλικτη λύση σ' ότι αφορά την εκκίνηση και τον έλεγχο στροφών κινητήρων εναλλασσομένου ρεύματος

Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται μια γενικότερη περιγραφή των τριφασικών ασύγχρονων κινητήρων και των διάφορων τύπων που υπάρχουν καθώς επίσης και στις κατασκευαστικές τους διαφορές. Επιπρόσθετα αναλύονται διάφοροι τρόποι που έχουν αναπτυχθεί ανά τα χρόνια για την εκκίνηση και ρύθμιση των στροφών τους .

Το δεύτερο κεφάλαιο περιγράφει την αρχή λειτουργίας των inverters , αναλύει τα πλεονεκτήματά τους και γιατί είναι τόσο διαδεδομένοι στη σύγχρονη βιομηχανία. Γίνεται σύγκριση των παλαιών μεθόδων εκκίνησης-πέδησης-ρύθμισης στροφών σε σχέση με τις καινοτομίες που προσφέρει το συγκεκριμένο Inverter που έχει εγκατασταθεί στην κατασκευή. Γίνεται παρουσίαση του inverter ACS580 τα πιο βασικά χαρακτηριστικά του και έννοια του PID ελέγχου που υλοποιείται στην κατασκευή.

Το τρίτο κεφάλαιο αποτελεί την επί χάρτου προβολή της κατασκευής που συνοδεύει αυτή την διπλωματική εργασία. Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα υλικά κατασκευής της διάταξης και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους καθώς επίσης και τα τεχνικά χαρακτηριστικά ολόκληρου του πίνακα. Συμπληρωματικά, επισυνάπτεται και ένας αναλυτικός πίνακας κόστους

Στο τέλος αυτής της διπλωματικής εργασίας με το τέταρτο και πέμπτο κεφάλαιο επισυνάπτονται τα αναλυτικά τα ηλεκτρολογικά σχέδια της κατασκευής σχεδιασμένα σε σύγχρονο λογισμικό σχεδίασης καθώς επίσης και κομμάτια από το εγχειρίδιο χρήσης του αντιστροφέα ώστε να γίνει η κατανόηση-χρήση-αποσφαλμάτωση του πίνακα πιο εύκολη.

### ΣΤΟΧΟΣ

Η παρούσα διπλωματική έχει ως στόχο να παρουσιάσει στην πράξη πως λειτουργούν οι τριφασικοί ασύγχρονοι κινητήρες (λειτουργία, εκκίνηση, έλεγχος στροφών ) και να παρουσιάσει μέσω κατασκευής ένα σενάριο αυτοματισμού βιομηχανικής κίνησης (ανεμιστήρας- θερμόμετρο). Αναλύει πως πετυχαίνουμε στην εφαρμογή το βέλτιστο αποτέλεσμα απόδοσης-κοστους με χρήση αντιστροφέα (inverter), ο οποίος και αποτελεί το κυρίαρχο αντικείμενο της εργασίας. Τέλος παρουσιάζονται και βασικές αρχές σχετικά με την κατασκευή ηλεκτρικών πινάκων με βάση τα σύγχρονα πρότυπα και κανονισμούς.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

### 1.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Ένας τριφασικός ασύγχρονος κινητήρας αποτελείται από δύο τυλίγματα Ε.Ρ ένα στο στάτη και ένα στο δρομέα. Το τύλιγμα του στάτη είναι γνωστό και ως τύλιγμα τύμπανου. Κατασκευαστικά το τύλιγμα του στάτη αποτελείται από τρία όμοια διανεμημένα μονοφασικά τυλίγματα, μετατιθεμένα, στο χώρο κατά 120 ηλεκτρικές μοίρες. Ο αριθμός των πόλων των τυλιγμάτων αυτών, για δεδομένη συχνότητα τροφοδοσίας, καθορίζει τις ονομαστικές στροφές του κινητήρα. Ανάλογα δε με τις τάσεις τροφοδοσίας και τον τύπο του κινητήρα, τα τυλίγματα του στάτη συνδέονται είτε σε αστέρα είτε σε τρίγωνο. Απαραίτητη προϋπόθεση για να έχουμε μέση ροπή διάφορη από το μηδέν σε έναν κινητήρα, είναι να υπάρχει σχετική κίνηση μεταξύ των δύο αλληλεπιδρώντων πεδίων στάτη και δρομέα. Αυτό σημαίνει ότι τα δύο πεδία είτε θα είναι ακίνητα στο χώρο (μηχανές Σ.Ρ), είτε θα κινούνται με την ίδια ταχύτητα (μηχανές Ε.Ρ). Το μέγεθος της παραγόμενης ροπής, είναι ανάλογο του γινομένου των μεγεθών των δύο πεδίων καθώς και της μεταξύ τους γωνίας. Όταν λοιπόν τροφοδοτήσουμε το τύλιγμα στάτη με ένα τριφασικό συμμετρικό σύστημα τάσεων, δημιουργείται στο διάκενο της μηχανής ένα στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο. Η ταχύτητα περιστροφής ( και η γωνιακή συχνότητα ) του πεδίου, είναι συνάρτηση της συχνότητας της τάσης τροφοδοσίας και του αριθμού των πόλων του τυλίγματος στάτη.



Σχήμα 1.1 Εσωτερική δομή κινητήρα

$$n_s = 120 \frac{f_1}{P}$$

$$\omega_s = 2\pi \frac{n_s}{60} = \frac{2}{P} 2\pi f_1 = \frac{2}{P} \omega_1$$

Όπου:

$n_s$  = σύγχρονη ταχύτητα (rpm)

$\omega_s$  = σύγχρονη γωνιακή ταχύτητα (mech.r/s)

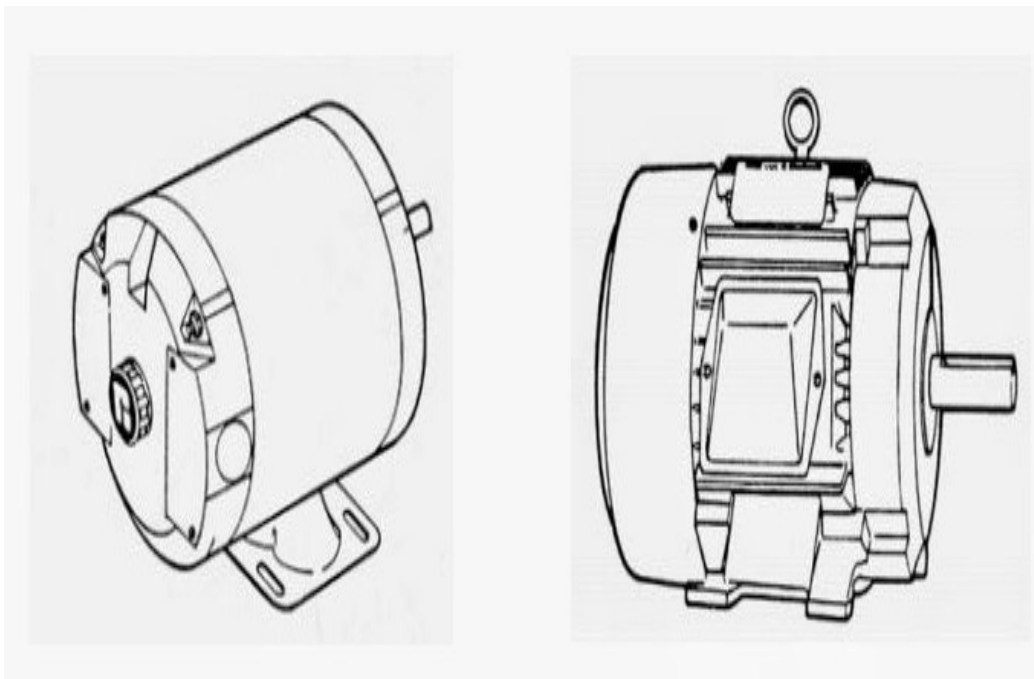
$\omega_1 = 2\pi f_1$  = ηλεκτρική κυκλική συχνότητα των τυλιγμάτων του στάτη (r/s)

$P$  = αριθμός των πόλων της μηχανής

## 1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑ ΓΙΑ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Οι ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος αξιοποιούνται όλο και περισσότερο από τον χώρο τις βιομηχανίας. Το γεγονός αυτό συμβαίνει διότι η χρήση τους παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα. Αρχικά, ένα σημαντικό πλεονέκτημα συνιστά ο απλός τρόπος κατασκευής τους και η διαδικασία με την οποία λειτουργούν στα διαφορετικά και συχνά απαιτητικά περιβάλλοντα. Ακόμη, πλεονέκτημα αποτελεί και ο μικρός όγκος από τον οποίο απαρτίζεται, λόγω της προόδου και της εξέλιξης της τεχνολογίας, η ανθεκτικότητά του σε δυσμενείς συνθήκες, ο χρόνος βιωσιμότητάς του και το μικρό χρηματικό κόστος που απαιτείται για να επισκευασθεί και να συντηρηθεί.

Εν αντιθέσει με τα παραπάνω, ο ασύγχρονος κινητήρας παρουσιάζει και κάποια μειονεκτήματα. Ένα από αυτά είναι ότι όταν ξεκινά η λειτουργία τους δεσμεύουν μεγάλες ποσότητες ρεύματος από το δίκτυο εφαρμογής τους με αποτέλεσμα την πτώση τάσης του δικτύου προκαλώντας συγχρόνως ζημιά σε μηχανήματα που συνδέονται με αυτό.



Σχήμα 1.2 Ασύγχρονος και σύγχρονος κινητήρας

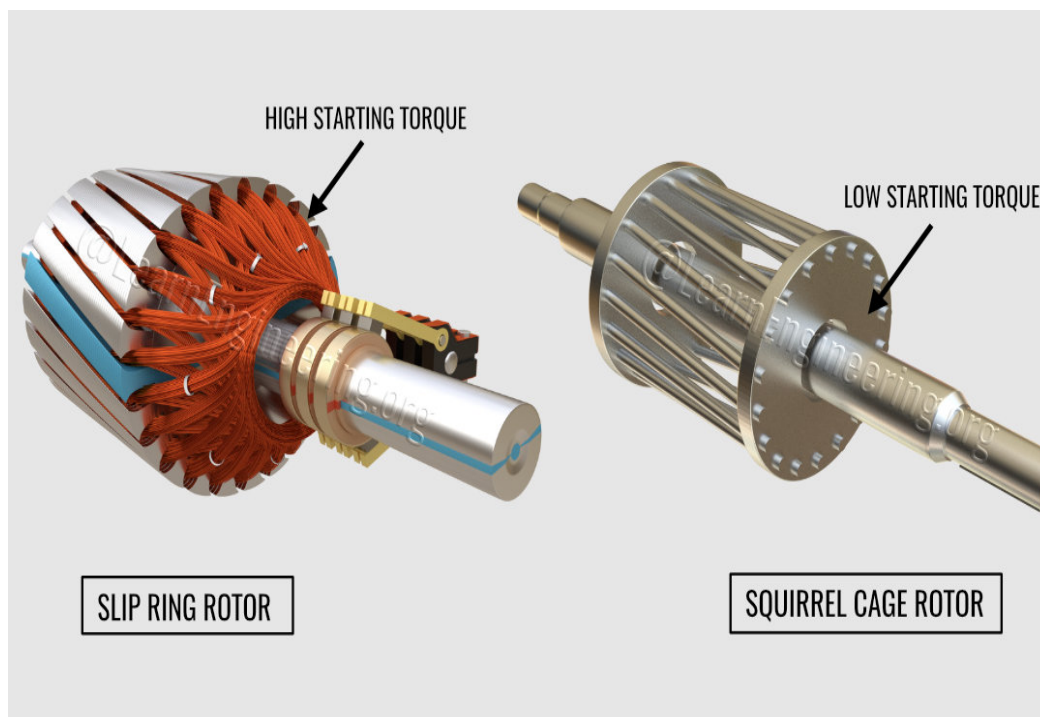
### 1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Ως προς την κατασκευή του τυλίγματος του δρομέα οι ασύγχρονοι κινητήρες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1) Κινητήρες τυλιγμένου δρομέα ή δακτυλιοφόροι , όπου το τύλιγμα του δρομέα είναι ένα διανεμημένο τριφασικό τύλιγμα , όπως του τυλίγματος του στάτη με τον ίδιο αριθμό πόλων.

2)Κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα ή τύπου κλώβου , όπου το τύλιγμα του στάτη αποτελείται από χάλκινες ή αλουμινένιες μπάρες , τοποθετημένες κατά μήκος των αυλακώσεων και οι οποίες βραχυκυκλώνονται περιμετρικά στα δύο άκρα.

Οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα χρησιμοποιούνται περισσότερο στην βιομηχανία λόγω ότι είναι το κόστος τους χαμηλότερο άλλα και λόγω και της καλύτερης κατασκευής τους. Εμείς για την δική μας εφαρμογή για τον έλεγχο τον στροφών του κινητήρα θα χρησιμοποιήσουμε κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα.



Σχήμα 1.3 Δυο είδη ρότορα

#### 1.4 ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΑΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Για να αρχίσει να περιστρέφεται ένας κινητήρας πρέπει να αναπτυχθεί σ' αυτόν εσωτερική ροπή εκκίνησης μεγαλύτερη από το άθροισμα των ροπών αντιδράσεως, δηλαδή τις ροπές τριβής και ωφέλιμου φορτίου. Το ρεύμα που χρειάζεται για να δημιουργηθεί η ροπή εκκίνησης είναι πολύ μεγαλύτερο από το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του κινητήρα. Το μεγάλο αυτό ρεύμα εκκίνησης προκαλεί μεγάλες απώλειες ισχύος για το μικρό χρόνο εκκίνησης καθώς και υπολογίσιμη πτώση τάσης (το ρεύμα εκκίνησης για εκκίνηση με πλήρες φορτίο είναι  $I_{εκ} = (4 \text{ έως } 8) \times I_{ον}$  )

Στην εκκίνηση μας ενδιαφέρουν δύο μεγέθη:

- Η ροπή εκκίνησης
- Το ρεύμα εκκίνησης

Το ζητούμενο στην εκκίνηση είναι να έχουμε όσο το δυνατόν μικρότερο ρεύμα εκκίνησης και ροπή κατάλληλα για ομαλή εκκίνηση. Πολύ μεγάλη ροπή εκκίνησης σε σχέση με το φορτίο κατά την εκκίνηση θα μας έδινε απότομο ξεκίνημα. Ροπή εκκίνησης μικρότερη από τη ροπή φορτίου δε θα επέτρεπε στον κινητήρα να αναπτύξει στροφές

Να σημειώσουμε εδώ ότι η προαναφερθείσα πτώση τάσης που δημιουργείται από το ρεύμα εκκίνησης και η οποία δημιουργεί ανωμαλίες στη σωστή λειτουργία συσκευών που θέλουν σταθερή τάση λειτουργίας, δεν εξαρτάται μόνο από το ρεύμα εκκίνησης, αλλά και από την ικανότητα του εκάστοτε ηλεκτρικού δικτύου ηλεκτροδότησης. Για το λόγο αυτό θεσπίζονται κανονισμοί ώστε η αναλογία  $I_{εκ} / I_{ον}$  να μην ξεπερνά κάποιες ορισμένες τιμές

Επί παραδείγματι, οι κανονισμοί (οδηγίες) της ΔΕΗ αναφέρουν ότι επιτρέπεται η εγκατάσταση τριφασικών κινητήρων εφόσον:

- $I_{εκ} / I_{ον} < 2$  , για κινητήρες μικρότερους από 10 Hp
- $I_{εκ} / I_{ον} < 1,6$  , για κινητήρες μεγαλύτερους από 10 Hp

Η εκκίνηση ενός ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα μπορεί να επιτευχθεί με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- Απευθείας εκκίνηση (σε πλήρη τάση δικτύου)
- Εκκίνηση με αντιστάσεις στο στάτη
- Εκκίνηση με αυτομετασχηματιστή
- Εκκίνηση με διακόπτη αστέρα-τριγώνου
- Εκκίνηση με μεταβαλλόμενη αντίσταση στους δακτυλίους του δρομέα

Για τους τριφασικούς κινητήρες ισχύουν, στην πράξη, με αρκετά καλή προσέγγιση οι εξής τυποποιημένες τιμές:

- Μονοφασικός κινητήρας (απευθείας σύνδεση)  $6 \times I_{ον}$
- Τριφασικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου κλωβού (απευθείας σύνδεση)  $6 I_{ον}$
- Τριφασικός κινητήρας (σύνδεση με Υ/Δ)  $2 \times I_{ον}$
- Κινητήρας δακτυλιοφόρου δρομέα  $1,25 \times I_{ον}$

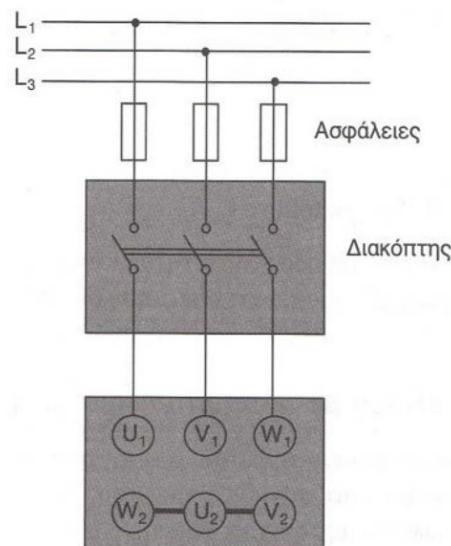
Διάφοροι τρόποι εκκίνησης των τριφασικών ασύγχρονων κινητήρων πλην του αντιστροφέα που μελετάμε εμείς είναι:

#### 1.4.1 Απευθείας εκκίνηση

Η απευθείας εκκίνηση αποτελεί τον απλούστερο τρόπο εκκίνησης τριφασικών κινητήρων, κάνοντας χρήση μόνο ενός τριπολικού διακόπτη

Κατά τη μέθοδο, ο στάτης του κινητήρα συνδέεται απευθείας στο δίκτυο

Όταν θέσουμε σε λειτουργία τον κινητήρα, αυτός αντλεί στιγμιαία ένα μεγάλο ρεύμα εκκίνησης, το οποίο είναι τέσσερις έως οκτώ φορές μεγαλύτερο από το ονομαστικό ρεύμα



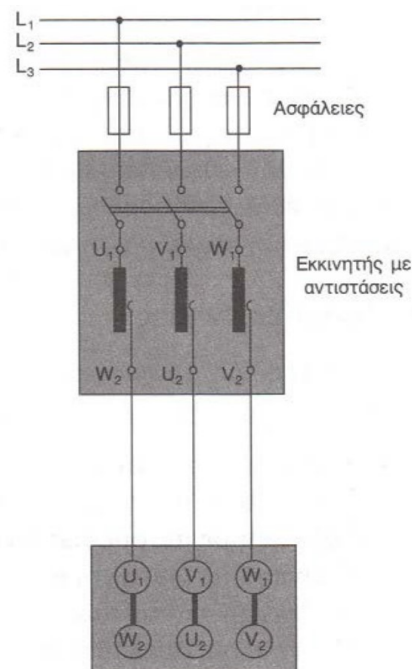
Σχήμα 1.4 Απευθείας εκκίνηση

Η μέθοδος είναι ιδανική από τη στιγμή που το ρεύμα αυτό δε μας δημιουργεί προβλήματα και η αρχική ροπή εκκίνησης είναι επαρκής για να κινηθεί τον κινητήρα. Εξάλλου, βρίσκει εφαρμογή στη βιομηχανία και κυρίως για κινητήρες μέχρι 1,5 KW. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος δεν έχει ευρεία εφαρμογή για τους λόγους

που προαναφέραμε. Παρόλα αυτά, η ΔΕΗ επιτρέπει την απευθείας εκκίνηση κινητήρων ορισμένης ισχύος, τόσο στη χαμηλή όσο και στη μέση τάση

#### 1.4.2 Εκκίνηση με αντιστάσεις στο στάτη

Σε αυτή τη μέθοδο εκκίνησης, παρεμβάλλουμε στο κύκλωμα που τροφοδοτεί το στάτη του τριφασικού κινητήρα, εκκινητή αποτελούμενο από τρεις αντιστάσεις (προσθέτουμε σε σειρά με τα τυλίγματα του στάτη συμμετρικές αντιστάσεις) προκειμένου να περιορίσουμε το ρεύμα εκκίνησης(εκκινεί με ελαττωμένη τάση). Όσο αυξάνεται η ταχύτητα του κινητήρα, αφαιρούμε σταδιακά τις αντιστάσεις έως ότου ο κινητήρας αποκτήσει τις κανονικές του στροφές, χρονική στιγμή κατά την οποία θέτουμε εκτός τον εκκινητή



Σχήμα 1.5 Εκκίνηση με αντιστάσεις στο στάτη

#### 1.4.3 Εκκίνηση με ηλεκτρονικό ομαλό εκκινητή (soft starter).

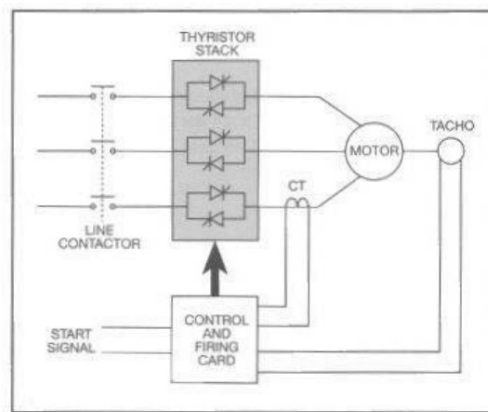
Οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα, όπως έχουμε προαναφέρει, κατά την εκκίνηση καταναλώνουν μεγάλη ένταση ρεύματος εκκίνησης από τα δίκτυα που τους τροφοδοτούν. Αποτέλεσμα είναι να προκαλούνται στιγμιαίες πτώσεις τάσης στα δίκτυα, που μπορεί να είναι επικίνδυνες για τους άλλους καταναλωτές, αλλά και για το ίδιο το δίκτυο ηλεκτροδότησης

Προς αποφυγή των παραπάνω, χρησιμοποιούμε διάφορους τρόπους εκκίνησης, οι οποίοι αναπτύχθηκαν σε προηγούμενως, που στηρίζονται στην τροφοδότηση του κινητήρα με μειωμένη τάση κατά την εκκίνηση

Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής τάσης ή ομαλός εκκινητής (soft starter), αποτελεί μία από τις αξιόπιστες ηλεκτρονικές συσκευές ελέγχου κινητήρων

Είναι κατάλληλος για την ελεγχόμενη ομαλή εκκίνηση αλλά και το σταμάτημα, για το φρενάρισμα και την εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη λειτουργία των τριφασικών ασύγχρονων κινητήρων

Ένας ομαλός εκκινητής αποτελείται από λιγοστά κύρια εξαρτήματα όπως ένα τυπωμένο κύκλωμα, ένα σύστημα αποβολής της θερμότητας, κάποια θυρίστορ, ανεμιστήρες ψύξης και το περίβλημα είτε πλαστικό είτε μεταλλικό



Σχήμα 1.6 Εκκίνηση με ηλεκτρονικό ομαλό εκκινητή

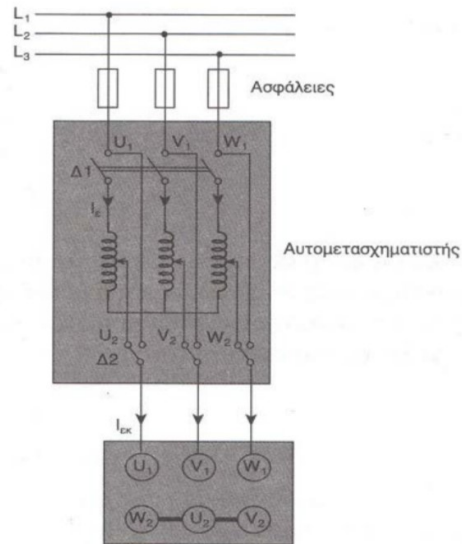
Τα κυκλώματα ελέγχου μπορεί να είναι ψηφιακού τύπου, αναλογικού τύπου ή κάποιος συνδυασμός εκ των δύο. Τα ρελέ του σήματος εξόδου μπορούν να έχουν συνδυασμένη λειτουργικότητα ή ακόμη και να προγραμματίζονται ελεύθερα, δίνοντας στον χρήστη την ευχέρεια να αποφασίσει τη λειτουργία της εξόδου

Ο εκκινητής είναι μερικές φορές εφοδιασμένος με ένα εσωτερικό ρελέ θερμικής προστασίας που αντικαθιστά το συμβατικό διμεταλλικό ρελέ. Ένα ενσωματωμένο θερμικό έχει πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια από ένα τυπικό θερμικό, αφού οι τιμές υπολογίζονται ηλεκτρονικά κάτι ιδιαίτερα χρήσιμο σε διακοπτόμενη λειτουργία

#### 1.4.5 Εκκίνηση με αυτομετασχηματιστή

Η μέθοδος αυτή ενδείκνυται στην εκκίνηση μεγάλων ασύγχρονων κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα. Κάνοντας χρήση αυτής της μεθόδου, επιτυγχάνουμε ελαφρώς μεγαλύτερη ροπή εκκίνησης (εν συγκρίσει με την εκκίνηση με αντιστάσεις στο στάτη) καθώς και ένα χαμηλό ρεύμα κορυφής ενώ παράλληλα, προσθέτοντας μερικές διαθέσιμες λήψεις στον αυτομετασχηματιστή, η τάση εκκίνησης μπορεί να ρυθμιστεί σε σχέση με το φορτίο. Με τον αυτομετασχηματιστή, η πλήρης τάση παρέχεται κλιμακωτά (μεταβαλλόμενη τάση) έως ότου ο κινητήρας να φτάσει την

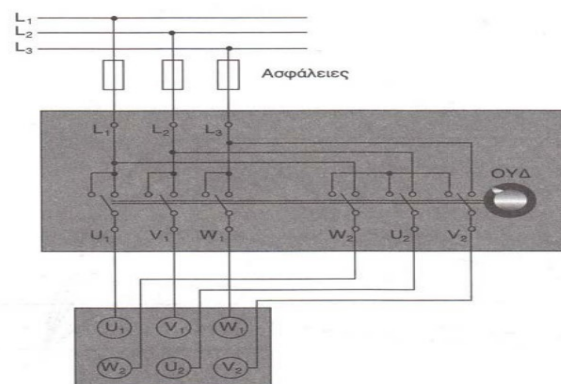
ονομαστική του τάση. Κατόπιν, αποσυνδέουμε τον αυτομετασχηματιστή μέσω διακόπτη διπλής ενέργειας και συνδέουμε τον κινητήρα απευθείας στο δίκτυο για την κανονική του λειτουργία



Σχήμα 1.7 Εκκίνηση με αυτομετασχηματιστή

#### 1.4.6 Εκκίνηση με διακόπτη αστέρα – τριγώνου (Υ/Δ)

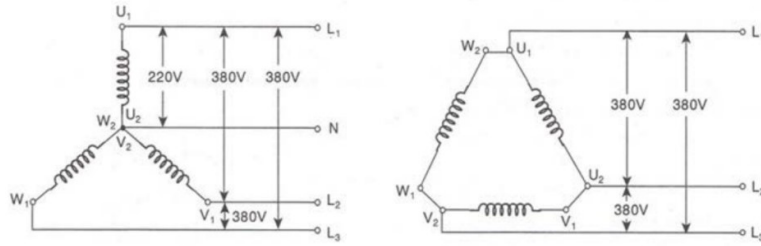
Η εκκίνηση με διακόπτη αστέρα – τριγώνου αποτελεί μια αρκετά απλή και διαδεδομένη μέθοδο, η οποία εφαρμόζεται σε μικρής και μέσης ισχύος κινητήρες.



Σχήμα 1.8 Εκκίνηση με διακόπτη αστέρα – τριγώνου (Υ/Δ)

Κάνοντας χρήση του διακόπτη Υ/Δ, ο στάτης: Κατά την εκκίνηση συνδέεται κατά αστέρα. Κατά την κανονική λειτουργία συνδέεται κατά τρίγωνο. Παρατηρούμε ότι κάνοντας χρήση του διακόπτη Υ/Δ, η ανάγκη για απορρόφηση ρεύματος από το δίκτυο κατά την εκκίνηση μειώνεται στο 1/3 συγκριτικά με την απευθείας ζεύξη σε τρίγωνο.

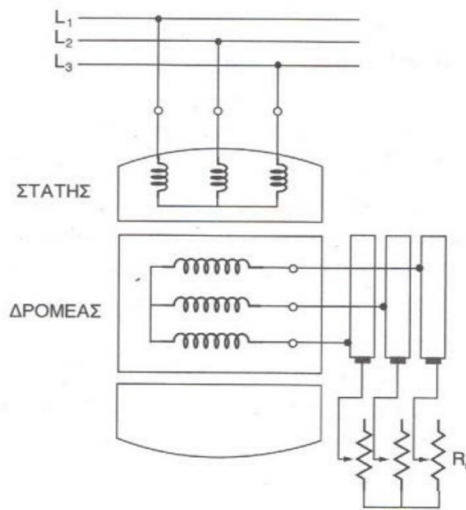




Σχήμα 1.9 Διάταξη αστέρα – τριγώνου (Y/Δ)

#### 1.4.7 Εκκίνηση με μεταβαλλόμενη αντίσταση στους δακτυλίους του Δρομέα

Στη μέθοδο αυτή, συνδέουμε εξωτερικές ωμικές αντιστάσεις στο τύλιγμα του δρομέα, εφόσον, φυσικά, ο κινητήρας είναι δακτυλιοφόρος. Κύριο χαρακτηριστικό αυτών των κινητήρων είναι το γεγονός ότι στο δρομέα τους φέρουν τριφασικό τύλιγμα. Οι τρεις φάσεις του τυλίγματος συνδέονται σε αστέρα ενώ τα τρία ελεύθερα άκρα του αστέρα συνδέονται με τρεις ορειχάλκινους δακτυλίους που είναι στερεωμένοι στον άξονα του δρομέα (εξ ου και η ονομασία «δακτυλιοφόροι κινητήρες»). Ο στάτης φέρει τριφασική περιέλιξη όμοια με του βραχυκυκλωμένου δρομέα



Σχήμα 1.10 Εκκίνηση με μεταβαλλόμενη αντίσταση στους δακτυλίους του Δρομέα

Οι κινητήρες αυτού του είδους χρησιμοποιούνται πολύ στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις γιατί έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Μεγάλη ροπή εκκίνησης.
- Δυνατότητα ρύθμισης της ταχύτητας περιστροφής στην κανονική λειτουργία.
- Δυνατότητα ρύθμισης του ρεύματος εκκίνησης.

## 1.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΑΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Όταν ένας τριφασικός επαγωγικός κινητήρας τροφοδοτείται από το δίκτυο σταθερής τάσης και συχνότητας, στρέφεται με μια ταχύτητα η οποία είναι λίγο μικρότερη από τη σύγχρονη. Η μεταβολή της ταχύτητας από τη σύγχρονη εξαρτάται από το φορτίο και είναι τόσο μεγαλύτερη όσο υψηλότερη είναι η αντίσταση του δρομέα. Όμως, η λειτουργία του κινητήρα με μειωμένη ταχύτητα σημαίνει αύξηση της ολίσθησης και των απωλειών χαλκού στο δρομέα ( $P_{cu,r} = sP_{ag}$ ) με συνέπεια τη μείωση του βαθμού απόδοσης

Ο έλεγχος της ταχύτητας των επαγωγικών κινητήρων επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

- Με τη ρύθμιση της ολίσθησης
- Με τη ρύθμιση της σύγχρονης ταχύτητας

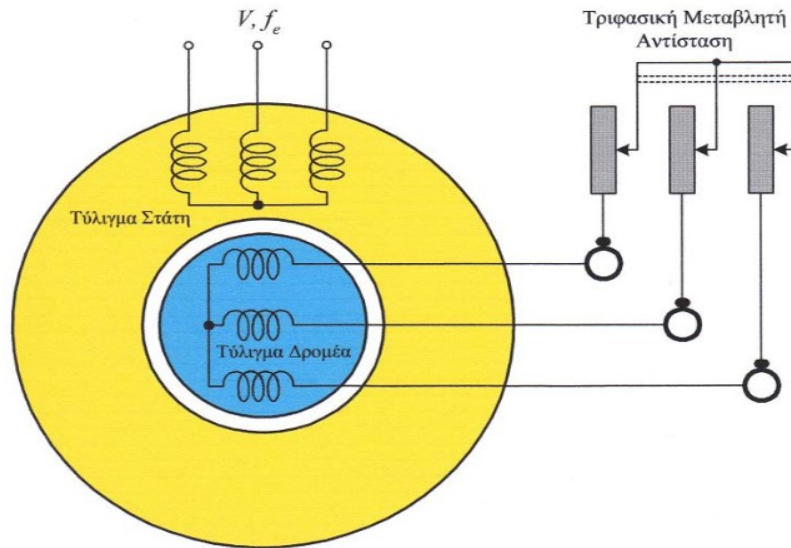
Η ρύθμιση της ολίσθησης, για δεδομένη ροπή φορτίου, επιτυγχάνεται με τη μεταβολή της αντίστασης του δρομέα στον κινητήρα δακτυλιοφόρου δρομέα και με τον έλεγχο της τάσης τροφοδοσίας στον κινητήρα βραχυκυκλωμένου κλωβού

Η ρύθμιση της σύγχρονης ταχύτητας από τη σχέση  $n_s = 120f/P$ , επιτυγχάνεται είτε με τη μεταβολή του αριθμού των πόλων είτε πιο συχνά με τη μεταβολή της συχνότητας τροφοδοσίας.

### 1.5.1 Έλεγχος της ταχύτητας με ρύθμιση της αντίστασης του δρομέα

Η ταχύτητα των επαγωγικών κινητήρων με δακτυλιοφόρο δρομέα ρυθμίζεται με την εισαγωγή μεταβλητών αντιστάσεων στο τύλιγμα του δρομέα, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.11. Με τον τρόπο αυτό μεταβάλλεται η μορφή της χαρακτηριστικής ροπής-ταχύτητας του κινητήρα

Στο σχήμα 1.12 εικονίζονται οι χαρακτηριστικές του κινητήρα για τέσσερις τιμές της αντίστασης του δρομέα, μαζί με τη χαρακτηριστική του φορτίου. Η ροπή του φορτίου μεταβάλλεται ανάλογα με το τετράγωνο της ταχύτητας. Αυτή η χαρακτηριστική φορτίου είναι πολύ κοινή και απαντάται στις αντλίες, τους ανεμιστήρες και τα ανυψωτικά (pump, fan, crane)



Σχήμα 1.11

Η μεταβολή της ταχύτητας με τη ρύθμιση της αντίστασης είναι φανερή. Η ταχύτητα του κινητήρα μειώνεται από την τιμή  $n_2$  όταν  $R_r = R_2$  στην τιμή  $n_4$  όταν  $R_r = R_4$ . Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι, ο βαθμός απόδοσης της διάταξης μειώνεται με τη μείωση της ταχύτητας, εξαιτίας των εξωτερικών αντιστάσεων

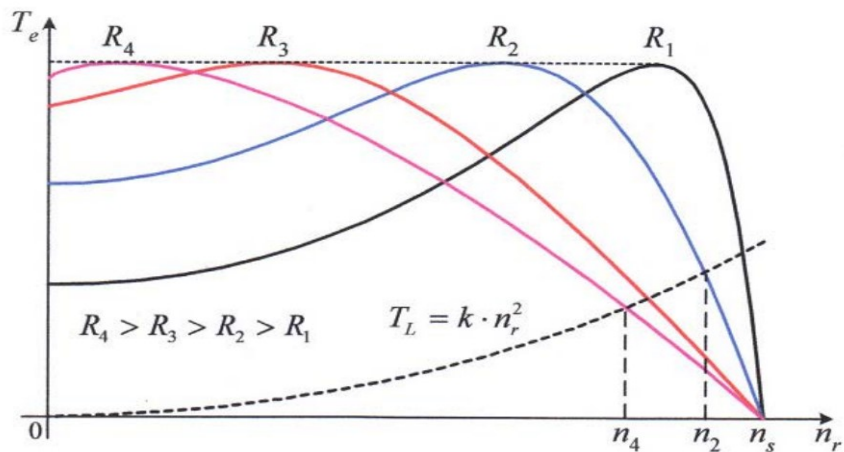
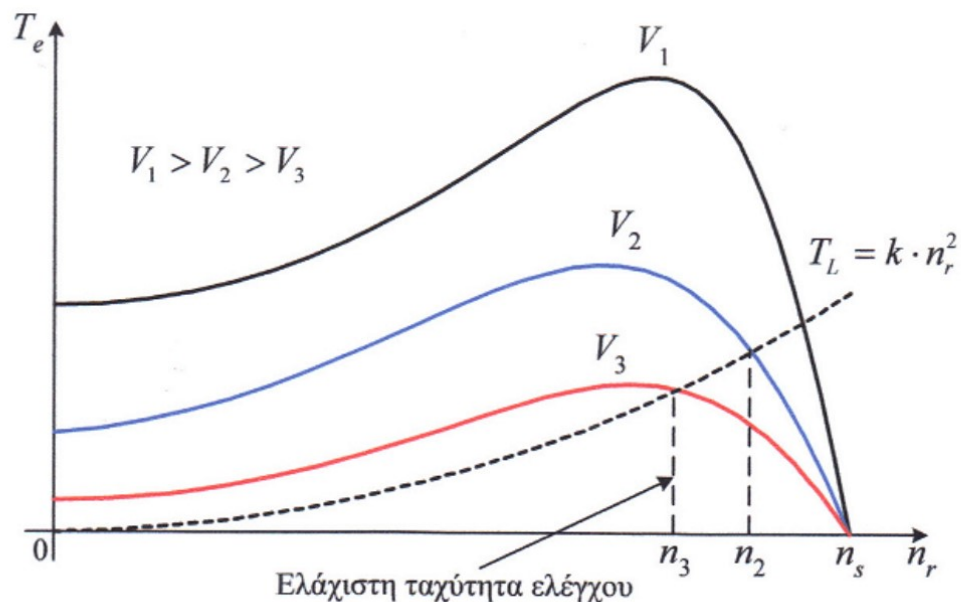


Figure 1 Σχήμα 1.12

### 1.5.2 Έλεγχος της ταχύτητας με ρύθμιση της τάσης του στάτη

Στους επαγωγικούς κινητήρες βραχυκυκλωμένου κλωβού, η ρύθμιση της ολίσθησης (ταχύτητας) επιτυγχάνεται με τη μεταβολή της τάσης τροφοδοσίας των τυλιγμάτων

του στάτη. Η συχνότητα των τάσεων είναι σταθερή και ίση με τη συχνότητα του δικτύου. Καθώς η ροπή που αναπτύσσει επαγωγικός κινητήρας είναι ανάλογη με το τετράγωνο της τάσης του στάτη, οι χαρακτηριστικές ροπής-ταχύτητας μεταβάλλονται όπως στο Σχήμα 1.13, για διάφορες τιμές της τάσης. Η ροπή του φορτίου είναι ανάλογη με το τετράγωνο της ταχύτητας. Από το Σχήμα 1.13 είναι φανερό ότι, η ταχύτητα του κινητήρα δεν μπορεί να ελεγχθεί σε τιμές πολύ μικρότερες από τη σύγχρονη. Η ελάχιστη δυνατή ταχύτητα είναι η  $n_3$ , που αντιστοιχεί στη ροπή ανατροπής για την τάση  $V_3$ . Ακόμη, το ρεύμα του κινητήρα είναι ανάλογο της τάσης. Έτσι, ο λόγος ροπής προς ρεύμα, η μέγιστη ροπή, ο συντελεστής ισχύος και ο βαθμός απόδοσης, μειώνονται με τη μείωση της ταχύτητας. Επομένως, ο έλεγχος της ταχύτητας των επαγωγικών κινητήρων με τη ρύθμιση της τάσης του στάτη δεν είναι αποτελεσματικός



Σχήμα 1.13

### 1.5.3 Έλεγχος της ταχύτητας με μεταβολή του αριθμού των πόλων

Ο αριθμός των μαγνητικών πόλων που αναπτύσσονται από το τριφασικό τύλιγμα του στάτη μπορεί να μεταβληθεί, με τη μέθοδο των διαδοχικών πόλων (consequent poles), ή τοποθετώντας πολλαπλά τυλίγματα στο στάτη (multiple stator windings)

Στη μέθοδο των διαδοχικών πόλων, με κάποιες απλές αλλαγές στη σύνδεση των ομάδων του τυλίγματος του στάτη, ο αριθμός των πόλων του μεταβάλλεται με ένα λόγο 2 προς 1. Έτσι, ο επαγωγικός κινητήρας μπορεί να έχει δύο ή τέσσερις πόλους και σύγχρονη ταχύτητα 3000rpm ή 1500rpm αντίστοιχα.

Όταν ο λόγος 2 προς 1 στην ταχύτητα δεν είναι βολικός, τοποθετούνται στο στάτη περισσότερα από ένα ανεξάρτητα τριφασικά τυλίγματα, με τον επιθυμητό αριθμό πόλων. Ανάλογα με τη ζητούμενη ταχύτητα, τροφοδοτείται κάθε φορά το κατάλληλο τύλιγμα. Το μειονέκτημα των πολλαπλών τυλιγμάτων είναι ότι αυξάνουν το κόστος του κινητήρα. Ακόμη, η μέθοδος των πολλαπλών τυλιγμάτων μπορεί να συνδυασθεί με τη μέθοδο των διαδοχικών πόλων, για τη λειτουργία του κινητήρα σε περισσότερες ταχύτητες

Πρέπει να σημειωθεί ότι, η μέθοδος ελέγχου της ταχύτητας με τη μεταβολή του αριθμών των πόλων, μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε επαγωγικούς κινητήρες με βραχυκυκλωμένο κλωβό. Ο δρομέας των κινητήρων αυτών αναπτύσσει πάντα τόσους πόλους, όσοι είναι και οι πόλοι του στάτη. Αυτό δεν ισχύει στους κινητήρες με δακτυλιοφόρο δρομέα, όπου το τύλιγμα του δρομέα αναπτύσσει ένα καθορισμένο αριθμό πόλων, ανάλογο με την κατασκευή του

#### 1.5.4 Η βέλτιστη μέθοδος για τον έλεγχο της ταχύτητας

Η βέλτιστη μέθοδος για τον έλεγχο ταχύτητας των επαγωγικών κινητήρων κάθε είδους, είναι με τη ρύθμιση της συχνότητας τροφοδοσίας του στάτη. Έτσι, μεταβάλλεται η σύγχρονη ταχύτητα, δηλαδή η ταχύτητα περιστροφής των μαγνητικών πεδίων και μαζί τους η ταχύτητα του κινητήρα

Η σύγχρονη ταχύτητα που αντιστοιχεί στην ονομαστική συχνότητα  $f_b$  ,ονομάζεται βασική (base)

Καθώς η συχνότητα των τάσεων τροφοδοσίας μπορεί να ρυθμιστεί σε τιμές μικρότερες αλλά και μεγαλύτερες της ονομαστικής, η ταχύτητα του κινητήρα μπορεί να μεταβληθεί από το μηδέν, μέχρι μια τιμή πολλαπλάσια της βασικής. Το άνω όριο της ταχύτητας περιορίζεται από τη μηχανική αντοχή του κινητήρα. Εκτός από την ευρεία περιοχή ρύθμισης της ταχύτητας, η μέθοδος εξασφαλίζει τη λειτουργία του κινητήρα με μικρή ολίσθηση σε κάθε ταχύτητα. Έτσι, ο βαθμός απόδοσης διατηρείται υψηλός.

Ειδικότερα, ο λόγος της τάσης προς τη συχνότητα  $V/f$  διατηρείται σταθερός

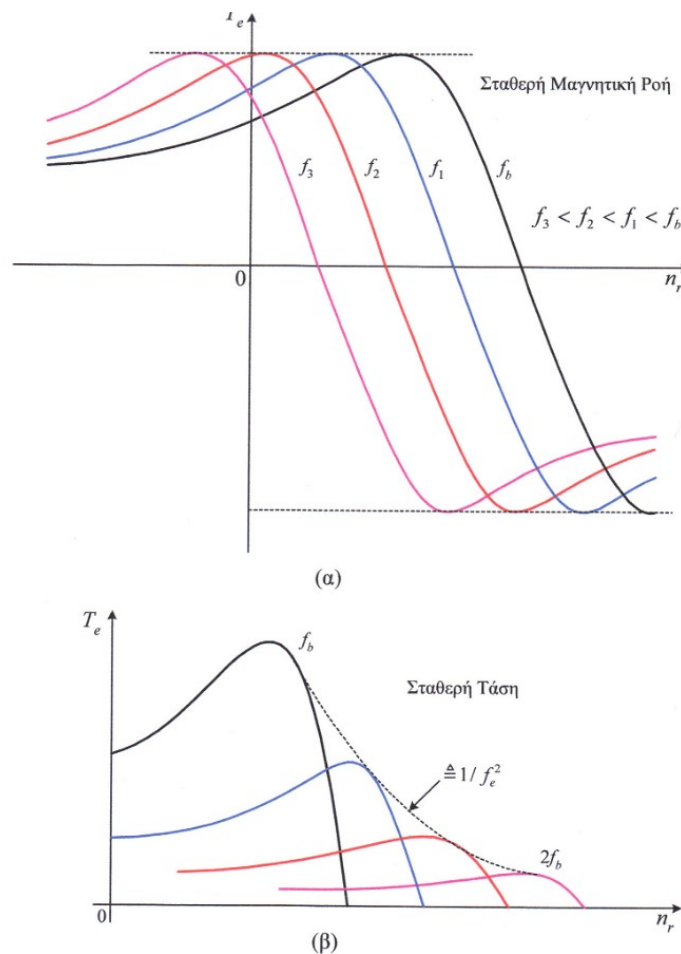
Όταν η ταχύτητα του κινητήρα ρυθμίζεται σε τιμές μικρότερες της βασικής, η μείωση της συχνότητας συνοδεύεται από αντίστοιχη μείωση της τάσης

Με τον τρόπο αυτό η μαγνητική ροή στο διάκενο του κινητήρα παραμένει περίπου σταθερή ( $\varphi_m = E f e /$ ). Στο Σχήμα 1.14α εικονίζονται οι χαρακτηριστικές ροπής-ταχύτητας του κινητήρα, σε διάφορες συχνότητες μικρότερες από τη βασική, όταν μαγνητική ροή διατηρείται σταθερή.

Παρατηρούμε ότι η ροπή ανατροπής (μέγιστη ροπή), δεν μεταβάλλεται με τη μεταβολή της συχνότητας. Έτσι, ο κινητήρας μπορεί να ελέγξει φορτία, τα οποία

απαιτούν μεγάλη ροπή σε μικρές ταχύτητες. Επιπλέον, η δυναμική συμπεριφορά του κινητήρα είναι εξαιρετική

Στην ονομαστική ταχύτητα, ο κινητήρας τροφοδοτείται με την ονομαστική τάση και τη βασική συχνότητα. Για την αύξηση της ταχύτητας, σε τιμές πέρα από την ονομαστική, η συχνότητα γίνεται μεγαλύτερη από τη βασική. Όμως, η τάση τροφοδοσίας διατηρείται σταθερή στην ονομαστική τιμή, για την προστασία της μόνωσης των τυλιγμάτων. Επειδή η τάση δεν ακολουθεί την αύξηση της συχνότητας, η μαγνητική ροή μειώνεται καθώς η συχνότητα αυξάνει. Το αποτέλεσμα είναι η μείωση της μέγιστης ροπής ανατροπής με το τετράγωνο της συχνότητας, όπως εικονίζεται στο Σχήμα 1.14β

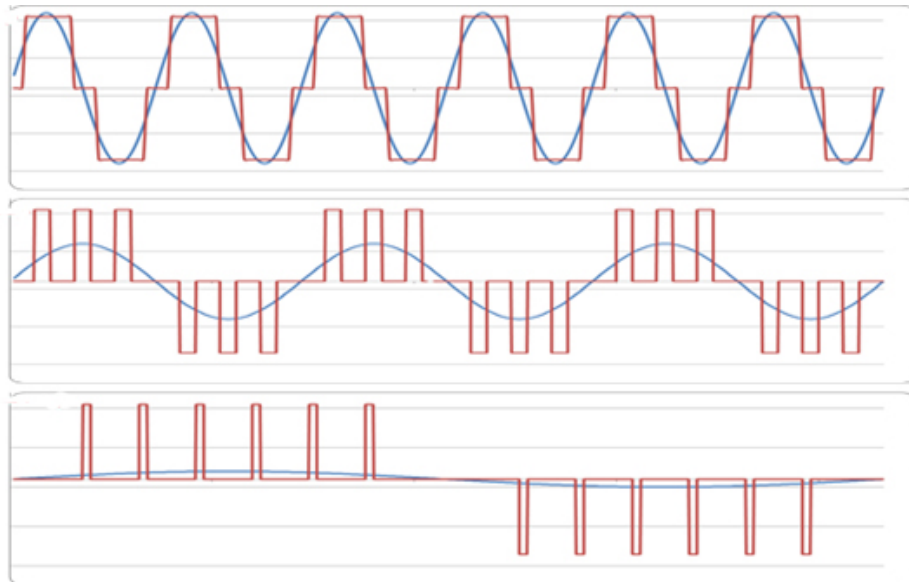


Σχήμα 1.14 Έλεγχος της ταχύτητας του επαγωγικού κινητήρα με τη μεταβολή της συχνότητας,

σε τιμές μικρότερες από τη βασική, με σταθερή τη μαγνητική ροή (α)

και σε τιμές μεγαλύτερες από τη βασική, με σταθερή την τάση (β)

Αν και η μέθοδος ελέγχου της ταχύτητας με τη ρύθμιση της συχνότητας προσφέρει πολύ καλύτερα χαρακτηριστικά λειτουργίας απ' όλες τις άλλες μεθόδους, η χρήση της έχει γενικευτεί μόλις τα τελευταία χρόνια. Αυτό οφείλεται στην κατασκευή των κατάλληλων μετατροπέων ισχύος, οι οποίοι ονομάζονται αντιστροφείς (inverters), με λογικό κόστος και υψηλή αξιοπιστία



Σχήμα 1.15 Μετατροπή συχνότητας

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΣΤΡΟΦΩΝ - ΤΟ ACS580

### 2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ

Ο επαγωγικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα καλύπτει ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των αναγκών της βιομηχανίας επειδή έχει χαμηλό κόστος και πολύ σταθερή κατασκευή. Η ταχύτητα περιστροφής του επαγωγικού κινητήρα εξαρτάται από τον αριθμό των πόλων του τυλίγματος του στάτη και από την συχνότητα του ρεύματος τροφοδοσίας. Όταν συνδέεται στο δίκτυο με σταθερή τάση και συχνότητα ο επαγωγικός κινητήρας λειτουργεί με σχεδόν σταθερή ταχύτητα. Ένας τρόπος μεταβολής της ταχύτητας περιστροφής του επαγωγικού κινητήρα είναι κρατώντας σταθερή την τάση και την συχνότητα και μεταβάλλοντας τον αριθμό των πόλων του τυλίγματος. Μπορούμε να μεταβάλλουμε σε μεγαλύτερη κλίμακα την ταχύτητα περιστροφής του επαγωγικού κινητήρα χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικούς μετατροπείς ισχύος που μεταβάλλουν τη συχνότητα και την τάση τροφοδοσίας του κινητήρα. Ο έλεγχος της ταχύτητας με την μεταβολή της συχνότητας και της τάσης δίνει τη δυνατότητα στον κινητήρα να λειτουργεί με ταχύτητες μικρότερες ή μεγαλύτερες από την ονομαστική του ταχύτητα.

Η αρχή λειτουργίας των ρυθμιστών στροφών βασίζεται στην σχέση της σύγχρονης ταχύτητας

$$RPM = \frac{120 * f}{p}$$

RPM: Στροφές ανά λεπτό (Revolutions per minute)

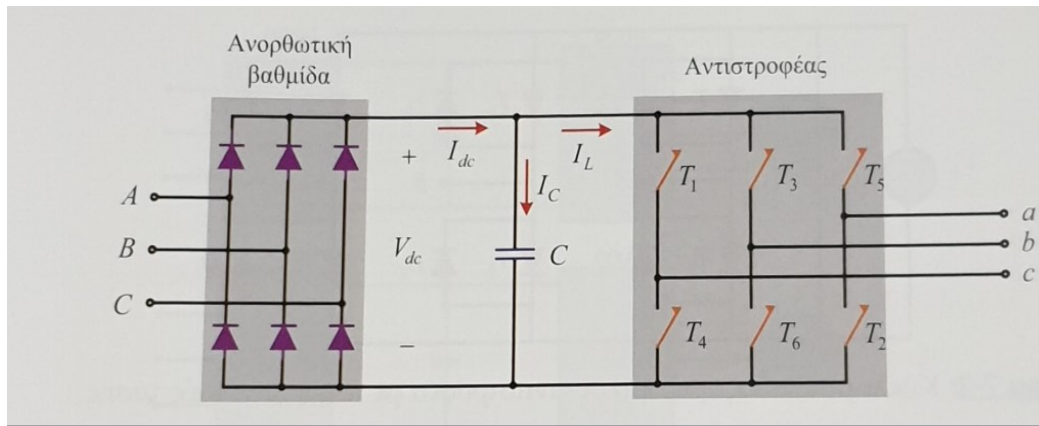
f: Συχνότητα του εναλλασσομένου ρεύματος (HZ)

p: Αριθμός των πόλων

Η σταθερά 120 είναι 60 δευτερόλεπτα πολλαπλασιασμένα με 2 πόλους ανά ζευγάρι πόλων. Πολλές φορές χρησιμοποιείται ο αριθμός 60 σαν σταθερά και το p ως ζεύγη πόλων. Μεταβάλλοντας την συχνότητα στην παραπάνω σχέση μεταβάλλουμε και τις στροφές του κινητήρα. Η ταχύτητα των σύγχρονων κινητήρων εκφράζεται ακριβώς όπως στην παραπάνω εξίσωση, ενώ η ταχύτητα των ασύγχρονων κινητήρων είναι ελαφρώς μικρότερη από την σύγχρονη ταχύτητα και αυτό οφείλεται στην ολίσθηση που παρουσιάζουν οι εν λόγω κινητήρες.



Οι ρυθμιστές στροφών (variable frequency drives) ελέγχουν την ταχύτητα λειτουργίας των κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος ρυθμίζοντας την συχνότητα και την τάση τροφοδοσίας τους. Οι ρυθμιστές στροφών περιλαμβάνουν διατάξεις ανόρθωσης που μετατρέπουν το εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές και στην συνέχεια μέσω του μετατροπέα (inverter) το συνεχές ρεύμα μετατρέπεται πάλι σε εναλλασσόμενο διαφορετικής όμως συχνότητας και τάσης. Για αυτό πολλές φορές οι ρυθμιστές στροφών λέγονται και αντιστροφείς (inverters). Συνήθως χρησιμοποιούνται αντιστροφείς πηγής τάσης (σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1: Βασική διάταξη μετατροπέα

Ο ανορθωτής μπορεί να είναι ελεγχόμενος ή μη, μονοφασικός ή τριφασικός, ανάλογα με το είδος και την ισχύ του μετατροπέα. Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι τριφασικός πλήρως ελεγχόμενος 6 παλμών.

Ο αντιστροφέας, αποτελείται από 6 βασικά διακοπτικά στοιχεία. Με κατάλληλη παλμοδότηση των στοιχείων αυτών, η συνεχής τάση εισόδου μετατρέπεται στην έξοδο σε μια τριφασική εναλλασσόμενη μη ημιτονοειδή τάση.

Η μορφή της τάσης εξόδου, ποικίλει ανάλογα με την τεχνική του κυκλώματος παλμοδότησης. Με διάφορες δε χρησιμοποιούμενες μεθόδους εξάλειψης των αρμονικών, είναι δυνατόν να πλησιάσει την ιδανική ημιτονοειδή μορφή.

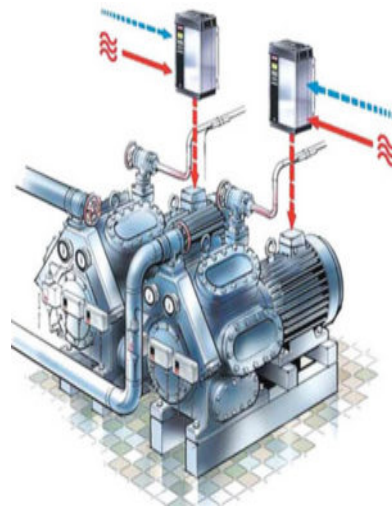
## 2.2 ΓΙΑΤΙ ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΣΤΕ ΤΟΥΣ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΣΤΡΟΦΩΝ;

Σήμερα, σε όλες τις βιομηχανικές εφαρμογές, όπως αντλίες υγρών, ανεμιστήρες, συμπιεστές, μεταφορικές ταινίες, καθώς και σε κάθε τύπο μηχανήματος που χρειάζεται περιστροφική δύναμη για τη λειτουργία του, το 70% της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται, καταναλώνεται από ηλεκτροκινητήρες.

Οι ρυθμιστές στροφών είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι με την τροφοδοσία των ηλεκτροκινητήρων. Κάθε κινητήρας για να μπορέσει να παράξει ροπή και ταχύτητα, χρειάζεται την αντίστοιχη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ρυθμιστές στροφών (γνωστοί και ως μετατροπείς συχνότητας, drives ή inverters) τροφοδοτούν έναν κινητήρα με τον κατάλληλο τρόπο, εξασφαλίζοντας τη λειτουργία του στις επιθυμητές στροφές και αντικαθιστούν συμβατικές και ενεργοβόρες μεθόδους, όπως διατάξεις απόσβεσης και στραγγαλισμού, γρανάζια και μειωτήρες και άλλα συστήματα. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνουν τη συνολική απόδοση των εφαρμογών κίνησης, συμβάλλοντας σημαντικά στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO<sub>2</sub> σε κάθε βιομηχανία.

## 2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΣΤΡΟΦΩΝ (VARIABLE FREQUENCY DRIVE)

Ως ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της χρήσης ενός VFD είναι η εξοικονόμηση κόστους ενέργειας που σχετίζεται με τον έλεγχο της ταχύτητας. Όταν χρησιμοποιούνται ζώνες, τροχαλίες ή κιβώτια ταχυτήτων για να μειωθεί η ταχύτητα, ο κινητήρας εξακολουθεί να λειτουργεί με πλήρη ταχύτητα. Ωστόσο, ένα VFD μειώνει την πραγματική ταχύτητα του κινητήρα, η οποία μειώνει το ρεύμα που απορροφάται από τον κινητήρα. Αυτό μειώνει την ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιείται και εξοικονομεί ενέργεια. αυξάνοντας αργά την ταχύτητα του κινητήρα, οι VFDs επίσης βοηθούν να εξοικονομηθεί ενέργεια μειώνοντας τα προβλήματα που σχετίζονται με την εκκίνηση και τα μηχανικά προβλήματα που σχετίζονται με τους κινητήρες κατά την απευθείας σύνδεση στο δίκτυο.



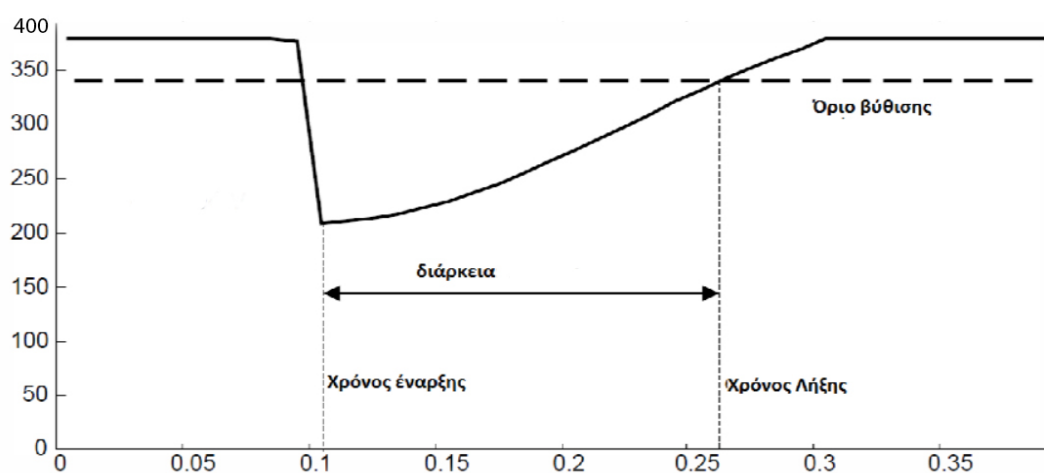
Σχήμα 2.2 Παράδειγμα εφαρμογής VFD

### 2.2.1 Ελεγχόμενο ρεύμα εκκίνησης

Όταν ένας κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος ξεκινήσει απ ευθείας μπορεί να πάρει μέχρι και επτά έως οκτώ φορές το ρεύμα πλήρους φορτίου του κινητήρα για να ξεκινήσει ο κινητήρας και το φορτίο. Αυτό το ρεύμα ρέει στις περιελίξεις του κινητήρα και παράγει θερμότητα, που με την πάροδο του χρόνου θα μειώσει τη μακροζωία του κινητήρα. Ένα VFD ξεκινά έναν κινητήρα με μηδενική συχνότητα και τάση. Καθώς η συχνότητα και η τάση "αυξάνονται", "μαγνητίζουν" τις περιελίξεις του κινητήρα, οι οποίες τυπικά απαιτούν το 50-70% του ρεύματος πλήρους φορτίου του κινητήρα.

### 2.2.3 Μειωμένες διαταραχές στο δίκτυο

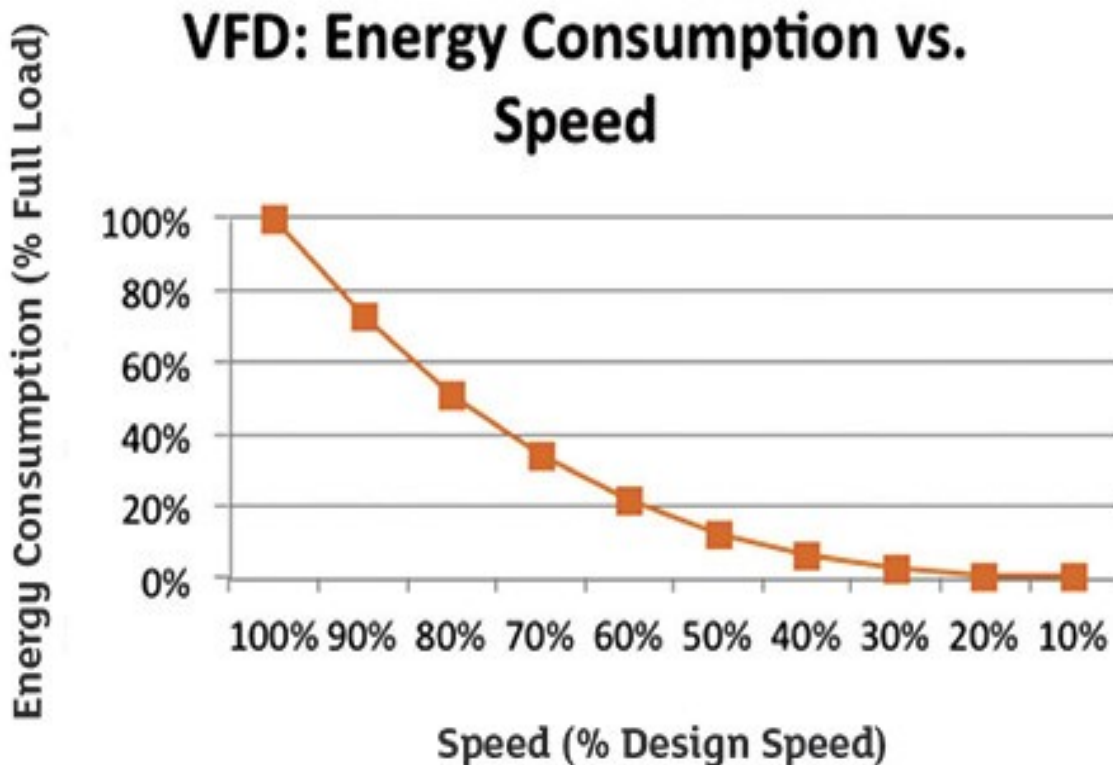
Η εκκίνηση ενός κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος σε απευθείας εκκίνηση και η επακόλουθη ζήτηση για 300-800% του ρεύματος πλήρους φορτίου του κινητήρα θέτει μια τεράστια αποστράγγιση στο σύστημα διανομής ισχύος που συνδέεται με τον κινητήρα. Όταν η τάση τροφοδοσίας πέφτει, ανάλογα με το μέγεθος του κινητήρα και την χωρητικότητα του συστήματος διανομής, οι διακυμάνσεις τάσης μπορούν να προκαλέσουν την εξάντληση του ευαίσθητου εξοπλισμού που είναι συνδεδεμένος στο ίδιο σύστημα διανομής εξαιτίας της χαμηλής τάσης. Στοιχεία όπως οι υπολογιστές, οι αισθητήρες, οι διακόπτες προσέγγισης και οι διακόπτες επαφής είναι ευαίσθητοι στην τάση και, όταν υποβάλλονται σε μεγάλη πτώση τάσης εναλλασσόμενου ρεύματος, μπορεί να βγούνε εκτός λειτουργίας. Η χρήση VFD εξαλείφει αυτή την τάση, καθώς ο κινητήρας ξεκινά με μηδενική τάση και αυξάνει.



Σχήμα 2.3 Βύθιση τάσης σε δίκτυο

## 2.2.4 Έλεγχος επιτάχυνσης- Λιγότερη μηχανική καταπόνηση

Ένα VFD ξεκινά με μηδενική ταχύτητα και επιταχύνει ομαλά ακολουθώντας μια ράμπα ρυθμιζόμενη από το χρήστη. Αντίστροφα, ένας κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος που ξεκίνησε απ ευθείας ενεργοποιεί υψηλότερα φορτία μηχανικού κλονισμού τόσο για τον κινητήρα όσο και για το μηχανικά συνδεδεμένο φορτίο. Αυτό το σοκ θα αυξήσει, με την πάροδο του χρόνου, τη φθορά όχι μόνο στο συνδεδεμένο φορτίο αλλά και στον κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος. Οι εφαρμογές που περιλαμβάνουν προϊόντα που είναι εύκολα προσβάσιμα, ό π.χ. γραμμές εμφιάλωσης, επωφελούνται σε μεγάλο βαθμό από μια αργή ράμπα, η οποία επιτρέπει στον μεταφορικό ιμάντα να επιταχύνει ομαλά και όχι με απότομο τράνταγμα σε πλήρη ισχύ.

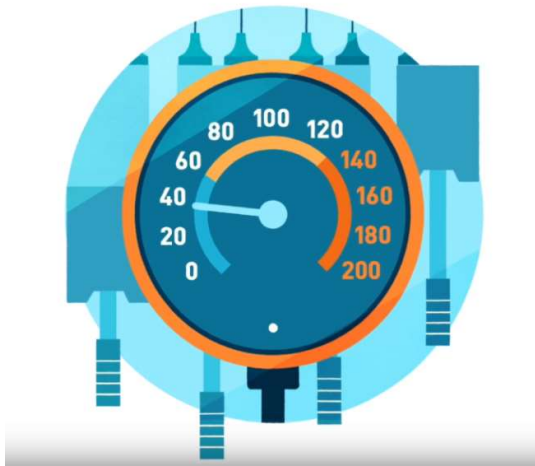


Σχήμα 2.4 Διάγραμμα αναλογίας ταχύτητας-κατανάλωσης ενέργειας

### 2.2.5 Ελεγχόμενη πέδηση

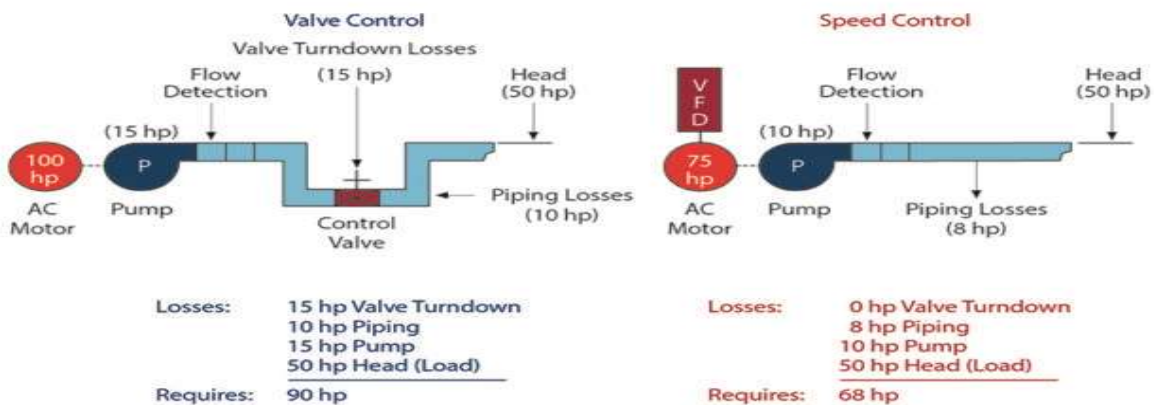
Είναι εξίσου σημαντική με την ελεγχόμενη επιτάχυνση, η ελεγχόμενη (σταδιακή) διακοπή μπορεί να είναι σημαντική για να μειωθεί η μηχανική φθορά λόγω των κραδασμών στη διαδικασία ή της απώλειας προϊόντος λόγω θραύσης.

### 2.2.6 VFD και εξοικονόμηση ενέργειας



Ο πρώτος και πιο προφανής τρόπος με τον οποίο ένα VFD μπορεί να εξοικονομήσει χρήματα είναι η αύξηση της απόδοσης των ηλεκτροκινητήρων AC και η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η ποσότητα ενέργειας που μπορεί να εξοικονομήσει ένα VFD εξαρτάται από το μέσο φορτίο του κινητήρα και τον αριθμό ωρών ανά ημέρα που ενεργοποιείται. Ενώ η μέση εξοικονόμηση ενέργειας ποικίλλει, είναι ασφαλές να πούμε

ότι οι περισσότεροι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος δεν χρειάζεται να λειτουργούν με πλήρη ισχύ για τις περισσότερες ώρες χρήσης τους. Επιπλέον, το αρχικό κόστος ενός κινητήρα ή VFD είναι γενικά μόνο ένα κλάσμα του κόστους λειτουργίας του κινητήρα καθ 'όλη τη διάρκεια ζωής του. Αυτό σημαίνει ότι ένα σύστημα VFD συνήθως αποσβένεται του μέσα σε μήνες ή χρόνια.



Σχήμα 2.5 Παράδειγμα εφαρμογής αντλίας με ή χωρίς VFD

Σκεφτείτε έναν κινητήρα ανεμιστήρα 25 ίππων που λειτουργεί για 23 ώρες την ημέρα. Είναι απίθανο ότι ο ανεμιστήρας πρέπει να λειτουργεί με πλήρη ισχύ για τις πλήρεις 23 ώρες. Εάν η μονάδα λειτουργεί με πλήρη ισχύ για δύο ώρες, με ταχύτητα 75% για οκτώ ώρες, 67% για οκτώ ώρες και 50% για πέντε ώρες, ένα VFD θα μειώσει την κατανάλωση ενέργειας κατά 35%. Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο ένα VFD μπορεί να εξοικονομήσει χρήματα είναι μέσω της επέκτασης της ζωής του κινητήρα λόγω μικρότερης μηχανικής καταπόνησης.

### 2.3 Ρυθμιστές στροφών της ABB



Σχήμα 2.6 Η γκάμα των ρυθμιστών στροφών της ABB

Ο κύριος λόγος που επιλέχθηκε η γκάμα ρυθμιστών στροφών της ABB είναι γιατί διευρύνεται συνεχώς, με στόχο την παροχή μεγαλύτερης ευελιξίας, την ικανοποίηση κάθε ανάγκης και την απλότητα στη διαχείριση της εγκατεστημένης βάσης κινητήρων. Όλοι οι ρυθμιστές στροφών μοιράζονται την ίδια πλατφόρμα λογισμικού, τα ίδια εργαλεία, τα ίδια χειριστήρια παραμετροποίησης και ελέγχου και τα ίδια παρελκόμενα. Υπάρχει ο ιδανικός ρυθμιστής στροφών για χρήσεις από τη μικρότερη αντλία νερού μέχρι το μεγαλύτερο κλίβανο τσιμέντου και σιδηρότε ενδιάμεσα.

## 2.4 ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΜΕ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

### 2.4.1 Δείκτες ενεργειακής απόδοσης.

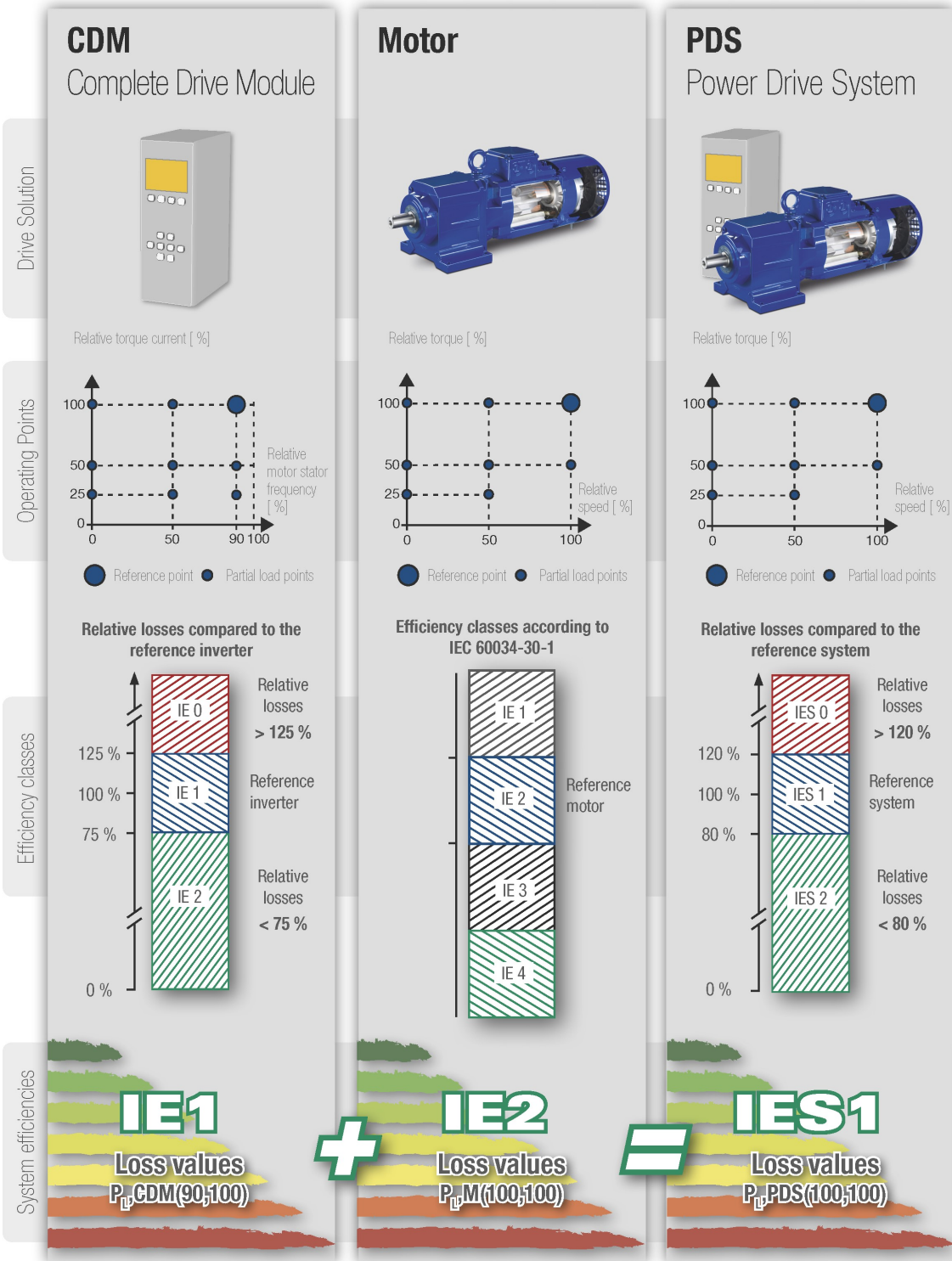
Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η χρήση ενέργειας από εμπορική και βιομηχανική χρήση αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται στην Ευρώπη. Τα πρότυπα οικολογικού σχεδιασμού έχουν αρχίσει να αντιμετωπίζουν αυτούς τους τομείς. Τα υπάρχοντα πρότυπα σχετικά με τα ενεργειακά προϊόντα (ErP) εστιάζουν σε εφαρμογές όπως οι αντλίες και οι ανεμιστήρες. Έχουν καθοριστεί δείκτες ενεργειακής απόδοσης για να προσδιοριστεί εύκολα ο συνολικός βαθμός ενεργειακής απόδοσης ενός προϊόντος. Για παράδειγμα, το πρότυπο IEC 60034-30-1 ορίζει τις κλάσεις Διεθνούς Αποτελεσματικότητας (IE) για κινητήρες. Αυτό βοηθάει στην γρήγορη κατανόηση της ενεργειακής κλάσης ενός προϊόντος.

Από την 1η Ιανουαρίου 2015, αυτές οι κλάσεις IE κινητήρων είναι σημαντικές για να κατανοηθεί γιατί ο κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 640/2009 απαιτεί τη χρήση μεταβλητών κινητήρων με κινητήρες ονομαστικής τιμής IE2.

Το πρόσφατα δημοσιευμένο πρότυπο IEC 61800-9 εισάγει δύο νέους δείκτες ενεργειακής απόδοσης. Το πρώτο είναι μια κλάση IE για το "complete drive module" (CDM) όπως ορίζεται στο πρότυπο.

Το δεύτερο είναι η ταξινόμηση της Διεθνούς Απόδοσης Συστημάτων (IES) για τον συνδυασμό του κινητήρα και της πλήρους μονάδας κίνησης, γνωστού ως "Power Drive System" (PDS). Το PDS παρέχει έναν τυποποιημένο τρόπο προσδιορισμού των απωλειών του συστήματος μέσω μετρήσεων ή υπολογισμών που πραγματοποιούνται σε τυποποιημένα σημεία λειτουργίας.

Για τους κατασκευαστές μηχανών και τους τελικούς χρήστες, η κατανόηση αυτών των τιμών συμβάλλει στον προσδιορισμό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του συστήματος και ακόμη και στον υπολογισμό των χρόνων αποπληρωμής.



Σχήμα 2.7 Το Παγκόσμιο πρότυπο IEC 61800-9



## 2.4.2 Λειτουργική Ασφάλεια

Καθώς αυξάνονται τα επίπεδα, η πολυπλοκότητα και η πολυμορφία του βιομηχανικού αυτοματισμού, η λειτουργική ασφάλεια που βασίζεται στην κίνηση γίνεται γρήγορα ένα σημαντικό μέρος του συνολικού σχεδιασμού ασφάλειας για τις βιομηχανικές διεργασίες. Κατά την ανίχνευση μιας επικίνδυνης κατάστασης, ένα σύστημα λειτουργικής ασφάλειας βασισμένο στην κίνηση μπορεί να αντιδράσει με διάφορους τρόπους. Μπορεί, για παράδειγμα, να ξεκινήσει μια διακοπή έκτακτης ανάγκης με βάση την είσοδο του χρήστη. Ή εάν ανιχνεύει μια κατάσταση εκτός ελέγχου, όπως η υπερβολική ταχύτητα του συστήματος, μπορεί να σταματήσει μια διαδικασία με ελεγχόμενο και τακτικό τρόπο. Σε μεγαλύτερα συστήματα με πολλούς μηχανισμούς κίνησης, ο έλεγχος του συνολικού συστήματος ασφαλείας μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας ένα PLC ασφαλείας, το οποίο ενεργοποιεί λειτουργίες ασφαλείας βασισμένες σε κίνηση όταν απαιτείται σε όλο το σύστημα.



Σχήμα 2.8 Εξοπλισμός προστασίας εργαζομένων

Τυπικές λειτουργικές λειτουργίες ασφαλείας βασισμένες σε κίνηση

**Η ασφαλής αποκοπή ροπής (STO)** είναι η απαραίτητη βασική θεμελίωση για τη λειτουργική ασφάλεια που βασίζεται στην οδήγηση κίνησης, καθώς φέρνει την κίνηση σε κατάσταση χωρίς ροπή. Το STO χρησιμοποιείται συνήθως για την πρόληψη μη αναμενόμενης εκκίνησης (EN 1037 / ISO 14118) μηχανών ή για διακοπή έκτακτης ανάγκης, που πληροί την κατηγορία στάσης 0 (EN / IEC 60204-1). Κατά την ενεργοποίηση, η STO απενεργοποιεί αμέσως την έξοδο της μονάδας κινητήρα στον κινητήρα. Η ταχύτητα του κινητήρα ακινητοποιείται στη συνέχεια.

**Ο ασφαλής διακόπτης 1 (SS1)** σταματάει τον κινητήρα με ασφάλεια, χρησιμοποιώντας ένα ελεγχόμενο σταμάτημα ράμπας και στη συνέχεια ενεργοποιεί τη λειτουργία STO. Το SS1 χρησιμοποιείται συνήθως σε εφαρμογές όπως οι

ελασματοουργεία όπου η κίνηση πρέπει να διακόπτεται με ελεγχόμενο τρόπο πριν από τη μετάβαση σε μια μη αναγνωρίσιμη κατάσταση. Εκτός από την ασφαλή διακοπή της διαδικασίας, το SS1 μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή μιας στάσης έκτακτης ανάγκης, η οποία πληροί την κατηγορία στάσης 1 (EN 60204-1). –

**Η ασφαλής διακοπή έκτακτης ανάγκης (SSE)** είναι μια λειτουργία ασφαλείας ειδικά σχεδιασμένη για στάσεις έκτακτης ανάγκης. Το SSE μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να εκτελεί είτε STO είτε SS1 ανάλογα με το ποια διακοπή έκτακτης ανάγκης είναι κατάλληλη για το σύστημα.

**Η ασφάλεια με περιορισμένη ταχύτητας (SLS)** εμποδίζει τους κινητήρες να υπερβούν ένα καθορισμένο όριο ταχύτητας. Η λειτουργία ασφάλειας SLS μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές όπως καραντίνα, μίξερ, μεταφορείς ή μηχανές χαρτιού όπου η υπερβολική ταχύτητα μπορεί να είναι επικίνδυνη κατά τη διάρκεια π.χ. συντήρησης ή καθαρισμού.

-Κατά την ενεργοποίηση, η SLS θα παρακολουθεί ότι η ταχύτητα του κινητήρα δεν υπερβαίνει ένα καθορισμένο επίπεδο. Εάν ξεπεραστεί, το SLS θα ενεργοποιήσει το STO ή το SSE για να σταματήσει τη μονάδα δίσκου.

**Η ασφαλής μέγιστη ταχύτητα (SMS)** είναι μια παραλλαγή της λειτουργίας ασφάλειας SLS. Παρέχει συνεχή προστασία έναντι κινητήρα που υπερβαίνει ένα καθορισμένο μέγιστο όριο ταχύτητας.

Όταν χρησιμοποιείται το SMS, είναι πάντα ενεργό και διασφαλίζει ότι δεν έχει ξεπεραστεί το καθορισμένο όριο ταχύτητας (δηλ. Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα).

**Ο ασφαλής έλεγχος των φρένων (SBC)** παρέχει ένα ασφαλές σήμα εξόδου για τον έλεγχο ενός μηχανικού φρένου συγκράτησης. Τα τρυπάνια, οι γερανοί, τα βαρούλκα, οι ανυψωτήρες, οι κάθετοι μεταφορείς και οι ανελκυστήρες που χρειάζονται εξωτερικές λύσεις φρένων απαιτούν αυτό το είδος της λειτουργίας ασφαλείας. Τυπική χρήση για το SBC είναι όταν ένας ηλεκτροκινητήρας απενεργοποιείται με τη λειτουργία STO και υπάρχει ένα ενεργό φορτίο που επηρεάζει τον κινητήρα (π.χ. ένα φορτίο κρέμονται σε ένα γερανό / περιτύλιγμα)



Σχήμα 2.9 Εξοπλισμός προστασίας εργαζομένων

## 2.5 ΕΛΕΓΧΟΣ PID ΣΕ VFD

Οι περισσότερες εφαρμογές μεταβλητής συχνότητας απαιτούν τον κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος να λειτουργεί με συγκεκριμένη ταχύτητα όπως ορίζεται από το πληκτρολόγιο, το ποτενσιόμετρο ταχύτητας ή την αναλογική είσοδο.

Ορισμένα VFD παρέχουν μια εναλλακτική επιλογή που επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο της διαδικασίας μέσω ενός ελεγκτή ονομαστικής τιμής ή ενός τρόπου λειτουργίας PID. Πολλά VFD έρχονται εξοπλισμένα με έναν ενσωματωμένο ελεγκτή αναλογικού-ολοκληρωτικού-διαφορικού ελέγχου (PID). Ο βρόχος PID χρησιμοποιείται για τη διατήρηση μιας μεταβλητής διαδικασίας, όπως η ταχύτητα. Η επιθυμητή ταχύτητα, η επιθυμητή τιμή και οι πραγματικές τιμές ταχύτητας εισάγονται σε ένα σημείο άθροισης. Αυτά τα δύο σήματα είναι αντίθετα στην πολικότητα και δίνουν ένα μηδενικό σφάλμα ή απόκλιση κάθε φορά που η επιθυμητή ταχύτητα ισούται με την πραγματική ταχύτητα. Εάν τα δύο σήματα διαφέρουν ως προς την τιμή, το σήμα σφάλματος θα έχει θετική ή αρνητική τιμή, ανάλογα με το αν η πραγματική ταχύτητα είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την επιθυμητή ταχύτητα. Αυτό το σήμα σφάλματος εισάγεται στον ελεγκτή PID.

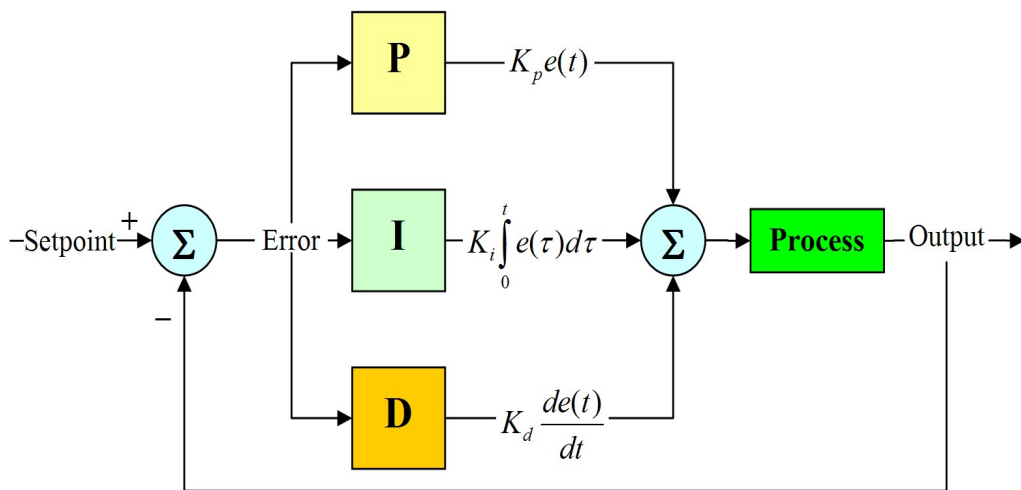
Οι όροι αναλογικό, ολοκληρωτικό και διαφορικό περιγράφουν τρεις βασικές μαθηματικές λειτουργίες που εφαρμόζονται στη συνέχεια στο σήμα σφάλματος. Η έξοδος PID αντιδρά στο σφάλμα και εξάγει μια συχνότητα για να προσπαθήσει να μειώσει την τιμή σφάλματος στο μηδέν. Η εργασία του ελεγκτή είναι να κάνει τις

ρυθμίσεις της ταχύτητας γρήγορα, με ελάχιστη υπέρβαση ή ταλαντώσεις. Ο συντονισμός του ελεγκτή PID περιλαμβάνει ρυθμίσεις κέρδους και χρόνου που έχουν σχεδιαστεί για τη βελτίωση της απόδοσης και έχουν ως αποτέλεσμα μια γρήγορη απόκριση με ελάχιστη υπέρβαση, επιτρέποντας στον κινητήρα να εγκατασταθεί γρήγορα στη νέα ταχύτητα. Ορισμένα VFD έχουν λειτουργία αυτόματου ελέγχου PID που έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει τη διαδικασία συντονισμού.

Ο ελεγκτής PID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της διαδικασίας. Η σύνδεση της επιθυμητής τιμής PID και της πραγματικής τιμής PID της εφαρμογής με τις λειτουργίες της μονάδας μεταβλητής συχνότητας επιτρέπει τον έλεγχο της διαδικασίας χωρίς περαιτέρω στοιχεία. Με αυτόν τον τρόπο, οι εφαρμογές VFD όπως η πίεση, η ροή ή ο έλεγχος της ταχύτητας μπορούν να εφαρμοστούν εύκολα.

Η απόκλιση ελέγχου (η διαφορά μεταξύ του ποσοστού αναφοράς και του πραγματικού ποσοστού) σηματοδοτείται στον ελεγκτή PID.

Ο ελεγκτής PID ρυθμίζει τη συχνότητα εξόδου της μονάδας μεταβλητής συχνότητας έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η απόκλιση από την επιθυμητή τιμή.



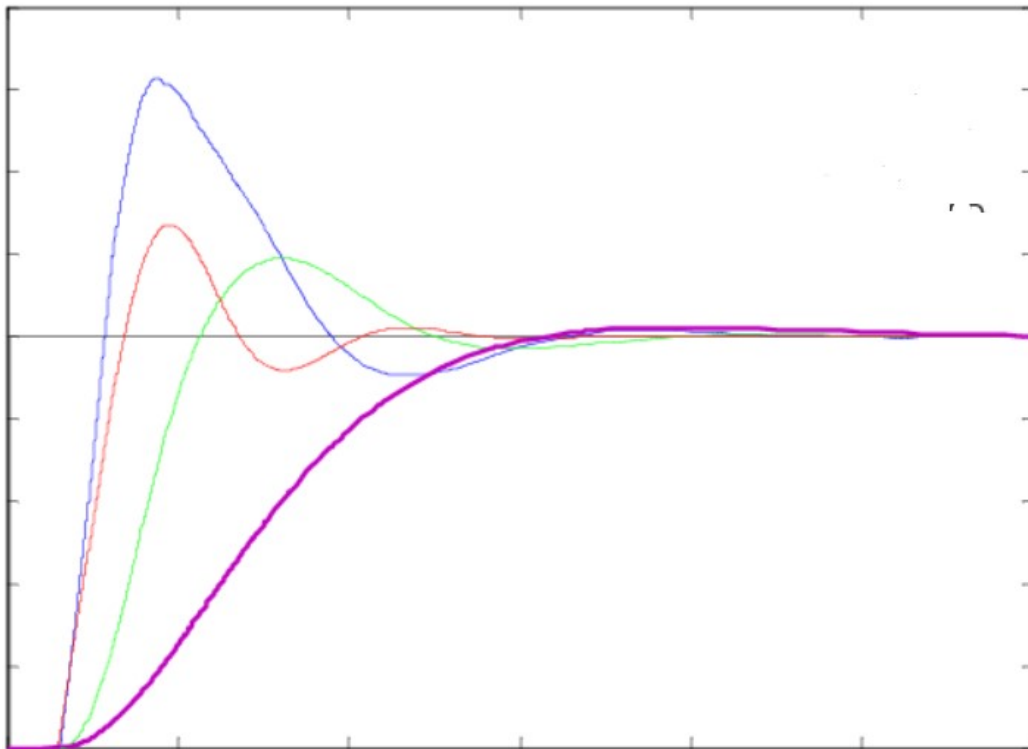
Σχήμα 2.10 Μπλοκ διάγραμμα ελεγκτή PID

**P ελεγκτής:** Η έξοδος του ελεγκτή P είναι η απόκλιση της συχνότητας και της ενίσχυσης και ακολουθεί την απόκλιση ελέγχου γραμμικά και χωρίς καθυστέρηση.

**I ελεγκτής:** Η έξοδος του ελεγκτή I είναι το ολοκλήρωμα της απόκλισης. Το έργο του ελεγκτή I είναι να εξαλείψει την απόκλιση. Ο ενσωματωμένος χρόνος καθορίζει πόσο γρήγορα αντισταθμίζεται η απόκλιση. Αν ο ελεγκτής I είναι ρυθμισμένος πολύ δυναμικά (γρήγορη αντιστάθμιση των αποκλίσεων), το σύστημα κίνησης μεταβλητής συχνότητας μπορεί να γίνει ασταθές και να δονηθεί. Εάν ο ελεγκτής I

είναι ρυθμισμένος πολύ παθητικά (αργή αντιστάθμιση των αποκλίσεων), το σφάλμα στάσης δεν αντισταθμίζεται επαρκώς. Για το λόγο αυτό, το συγκεκριμένο τμήμα πρέπει να ρυθμίζεται ειδικά για την κάθε εφαρμογή.

**D ελεγκτής:** Ο ελεγκτής D αξιολογεί την αλλαγή της απόκλισης και υπολογίζει την ταχύτητα αλλαγής. Αυτή η τιμή πολλαπλασιάζεται με το χρόνο της διαφόρισης. Ο ελεγκτής D ανταποκρίνεται στις αλλαγές και προκαλεί μια γρήγορη συμπεριφορά ελέγχου. Ο ελεγκτής D μπορεί να σταθεροποιήσει το κύκλωμα ελέγχου VFD και να μειώσει τους κραδασμούς. Από την άλλη πλευρά, ενισχύονται τα σφάλματα (π.χ. τάσεις παρεμβολής).



Σχήμα 2.11 Συμπεριφορά συστήματος με διάφορες τιμές P, I και D.

## 2.6 ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΣΤΡΟΦΩΝ

1	Ποια είναι η επιθυμητή μέγιστη ταχύτητα του κινητήρα του; (π.χ. 1200rpm)
2	Ποια είναι η επιθυμητή ελάχιστη ταχύτητα του κινητήρα του; (π.χ. 600rpm)
3	Ποια είναι η ονομαστική ταχύτητα του κινητήρα του; (π.χ. 1500rpm)
4	Έχουμε μεγάλες αδράνειες, δηλαδή μεγάλα φορτία που ξεκινάνε από θέση ακινησίας(π.χ. γερανός) και φορτία που πρέπει να σταματήσουν σχεδόν ακαριαία ή και απότομες μεταβολές της φόρτισης; (π.χ. σπαστήρας)
5	Θέλουμε γρήγορη επιτάχυνση ή πολύ αργή; (π.χ. ανεμιστήρας, μεταφορική ταινία)
6	Ποια είναι η ονομαστική ισχύς του κινητήρα και το ονομαστικό του ρεύμα, σύμφωνα με την πινακίδα χαρακτηριστικών του; (π.χ. 18kW/37A)
7	Ποιος είναι ο βαθμός προστασίας του ρυθμιστή στροφών που χρειαζόμαστε; Δηλαδή πρόκειται να τοποθετηθεί σε ηλεκτρικό πίνακα (ερμάριο) ή θα αναρτηθεί σε τοίχο εσωτερικού χώρου ή θα τοποθετηθεί σε εξωτερικό χώρο; (Διατίθενται με IP 20, 21, 54)
8	Ποια είναι η διατιθέμενη τάση; (π.χ. 400V 3φ, 230V 1φ, 50Hz)
9	Ποια είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας; (Πιθανόν λόγω έκθεσης σε ήλιο ή λόγω περιστασιακά υψηλών θερμοκρασιών άνω των 40°C να πρέπει να γίνει υπερδιαστασιολόγηση)
10	Ο ρυθμιστής στροφών πρόκειται να επικοινωνήσει με κάποιο αυτοματισμό μέσω σειριακών bus;
11	Αν ναι, με ποιο κώδικα bus; (π.χ. Modbus, Profibus, κλπ.)
12	Απαιτείται μονάδα ηλεκτρικού φρένου;
13	Σε περιπτώσεις τυχαίας διακοπής της τάσης τροφοδοσίας κατά τη λειτουργία του κινητήρα, τι απαιτήσεις φρεναρίσματος τίθενται;
14	Πόση είναι η απόσταση του κινητήρα από το ρυθμιστή στροφών;
15	Με εξωτερικές εντολές, δηλαδή με κλείσιμο ανοικτών (NO) εξωτερικών επαφών π.χ. μπουτόν, διακόπτη ή ρελέ, μπορεί να επιλέγεται εκκίνηση – σταμάτημα – κίνηση αριστερόστροφα – κίνηση δεξιόστροφα – ταχύτητα «βηματισμού» (μια ή δύο, αναλόγως του τύπου). Είναι αναγκαία αυτή η λειτουργία;
16	Απαιτείται η επιλογή ορισμένου προεπιλεγμένου χρόνου επιτάχυνσης – επιβράδυνσης, με κλείσιμο NO εξωτερικής επαφής;
17	Απαιτείται η ταχύτητα να μπορεί να ρυθμιστεί εφ' άπαξ επί του ρυθμιστή ή πρέπει να ρυθμίζεται με εξωτερικό ποτενσιόμετρο ή joystick ή ωμικό αισθητήριο που συνδέεται σε κλέμμες του ρυθμιστή;
19	Θέλουμε να έχουμε δυνατότητα επιλογής με εξωτερική εντολή από επαφή για αυτόματη ή χειροκίνητη (μπουτόν +/- ή ποτενσιόμετρο) ρύθμιση ταχύτητας;
20	Απαιτείται η επιλογή μιας ή δύο σταθερών προεπιλεγμένων ταχυτήτων, με κλείσιμο NO εξωτερικής επαφής (π.χ. διακόπτη);
21	Απαιτείται η ένδειξη σε εξωτερικό αναλογικό όργανο (0-20mA) της εκάστοτε συχνότητας (και συνεπώς της ταχύτητας) του κινητήρα; ή και ένδειξη του ρεύματος οδήγησης του κινητήρα (σε κλίμακα 0-20mA);
22	Θέλουμε να έχουμε το πλήρες χειριστήριο της μονάδας εγκαταστημένο σε διαφορετική θέση από εκείνη του ρυθμιστή;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Πρόκειται για ένα ηλεκτρικό πίνακα σε μεταλλικό κουτί διαστάσεων 60X60X30cm από λαμαρίνα πάχους 1.5 mm και ηλεκτροστατική βαφή με υποδομή εξαερισμού για καλύτερη ψύξη του εσωτερικού μέρους. Καθώς πρόκειται για εκπαιδευτικό εξοπλισμό υπάρχει υποδομή για τοποθέτηση πάνω σε πάγκους(πλαστική βάση) και εύκολη μεταφορά(λαβές). Στην πόρτα του πίνακα υπάρχει πλήθος από όργανα μέτρησης, στοιχεία ενδείξεων και διατάξεις χειρισμού. Στο εσωτερικό βρίσκονται τα βοηθητικά κυκλώματα, τα κυκλώματα ισχύος καθώς και ο αντιστροφέας που ελέγχει τον κινητήρα.

### 3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η κατασκευή του πίνακα έχει ως στόχο της εκκίνηση, ρύθμιση στροφών και πέδηση τριφασικών ασύγχρονων κινητήρων μέσω inverter. Επίσης παρουσιάζει βασικές αρχές για την κατασκευή σύγχρονων ηλεκτρικών πινάκων, διατάξεις αυτοματισμού καθώς επίσης και διάφορες βασικές και προχωρημένες λειτουργίες του σύγχρονου αντιστροφέα της εταιρίας ABB την οικογένεια AC580.

### 3.2 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

Η διάταξη εξυπηρετεί την εκκίνηση και πέδηση τριφασικών ασύγχρονων κινητήρων με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική ισχύς λειτουργίας έως  $P=0.75KW$  ή 1hp
- Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας έως  $I=16A$
- Ονομαστική τάση λειτουργίας έως  $V=400V$
- Ονομαστική Συχνότητα 50Hz

Επίσης από τις μετρητικές διατάξεις που προσφέρει το σύστημα μπορούμε να αντλήσουμε πληθώρα πληροφοριών. Ενδεικτικά:

- Πολική Τάση
- Φασική τάση
- Συχνότητα
- Ένταση ρεύματος
- Στροφές κινητήρα
- Χρόνος λειτουργίας του κινητήρα κ.α

### 3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ

#### 3.3.1 ΜΙΚΡΟΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ iC60N 3P 16A D

Γενικός αυτόματος διακόπτης προστασίας ολόκληρου του πίνακα στη συγκεκριμένη διάταξη. Προστατεύει από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα.



#### 3.3.2 ΜΠΑΡΟΚΙΒΩΤΙΟ ΡΑΓΑΣ 3P+N BD10074 ΚΑΙ ΜΠΑΡΑΚΙ ΓΕΙΩΣΗΣ

Διακλαδωτήρας αγωγών φάσεων και ουδετέρου συνδεδεμένος κατευθείαν στον γενικό διακόπτη παροχής του πίνακα για ευκολία στην καλωδίωση.





### 3.3.3 ΑΣΦΑΛΕΙΟΑΠΟΖΕΥΚΤΗΣ ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΟΣ ΣΤΙ 10..3Χ38

Διακόπτης ο οποίος ελέγχει την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος που διέρχεται σε συγκεκριμένο όριο με την χρήση ασφάλειας τήξεως. Με δυνατότητα χειροκίνητης απόζευξης.



### 3.3.4 ΕΠΙΤΗΡΗΤΗΣ ΦΑΣΕΩΝ-ΤΑΣΗΣ KRONOS

Ο επιτηρητής τάσης είναι μια ηλεκτρονική διάταξη που κάνει τον έλεγχο της τάσης στο ηλεκτρικό δίκτυο της εγκατάστασης για υπόταση, υπέρταση και ασυμμετρία φάσεων.



### 3.3.5 ΑΣΦΑΛΕΙΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ HAGER L95300 20A

Ηλεκτρικός διακόπτης, ο οποίος φέρει ασφάλειες τήξεως και παρεμβάλλεται στο ηλεκτρικό κύκλωμα της τροφοδοσίας του inverter με σκοπό να το προστατεύσει από τις ζημιές που θα προκληθούν από την υπερφόρτωσή του ή κάποιο βραχυκύκλωμα.



### 3.3.6 ΦΥΣΙΓΓΙΑ 10,3X38 gG

Είναι ο παλαιότερος και απλούστερος τύπος ασφαλειών. Σε ένα μονωτικό περίβλημα (από πορσελάνη, γυαλί ή πλαστικό) εγκλείεται ένας μικρός αγωγός, του οποίου τα φυσικά χαρακτηριστικά είναι προϋπολογισμένα έτσι, ώστε να αντέχει μέχρι μια ορισμένη ένταση ρεύματος. Αν, για οποιονδήποτε λόγο, η ένταση του ρεύματος αυξηθεί, ο αγωγός τήκεται (λιώνει), διακόπτοντας έτσι το ρεύμα στο κύκλωμα. Όταν αυτό συμβεί, η ασφάλεια χρειάζεται αντικατάσταση.



### 3.3.7 ΑΣΦΑΛΕΙΟΑΠΟΖΕΥΚΤΗΣ ΜΕ ΟΥΔΕΤΕΡΟ Ε91N/32.

Διπολική ασφάλεια όπου ασφαλίζει τον αγωγό της φάσης και διακόπτει ταυτόχρονα τον αγωγό του ουδέτερου, ο ουδέτερος απλά διακόπτεται δεν ασφαλίζεται.



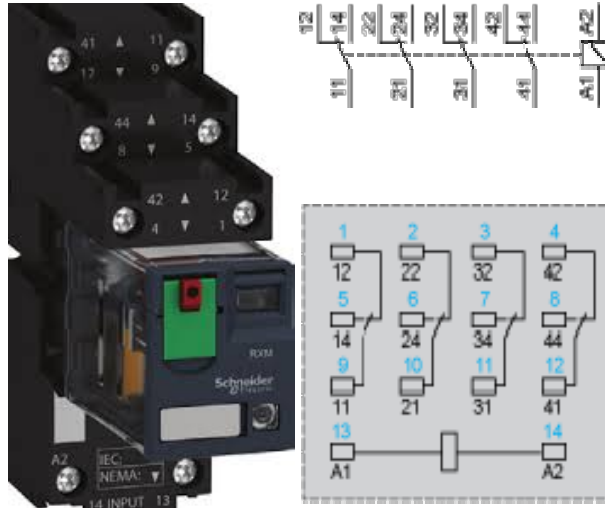
### 3.3.8 ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ 230V AC /24V DC 0.83A

Δέχεται στην είσοδο τάση 230V εναλλασσόμενο και παρέχει στην έξοδο τάση 24V συνεχές.



### 3.3.9 ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ ΡΕΛΕ 4ΕΠΑΦΩΝ ΠΗΝΙΟ 230VAC ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΞΗ LED ΚΑΙ ΒΑΣΗ RXM4AB2P7

Ηλεκτρικά ελεγχόμενος διακόπτης τεσσάρων επαφών.



### 3.3.10 ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ABB ACS580 01-02A7-4 0.75KW

Ο ρυθμιστής στροφών (variable frequency drive) ελέγχουν την ταχύτητα λειτουργίας των κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος ρυθμίζοντας την συχνότητα και την τάση τροφοδοσίας τους.



Αριθμός εισόδου φάσεων	3
Αριθμός εξόδων φάσεων	3
Βαθμός προστασίας (IP)	IP21
Βάθος	526mm
Ισχύς εξόδου σε τάση εξόδου	0,75kW
Μέγ. έξοδος ονομαστική τάση	0,75kW
Μέγ.έξοδος σε τετραγ. φορτίο	0,75kW
Μέγ. συχνότητα εξόδου	50Hz
Μέτρηση ρεύματος εξόδου	2,5A
Ονομαστική τάση εξόδου	480V
Πλάτος	370mm
Συχνότητα δικτύου ρεύματος	50/60 Hz
Τάση δικτύου	380-480V
Υψος	225mm

### 3.3.11 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΡΙΖΑ ΑΡΣΕΝΙΚΟ 5X16Α

Ηλεκτρικό εξάρτημα διασύνδεσης αγωγών συνήθως για την παροχή 3 φάσεων , ουδετέρου και γείωσης.



### 3.3.12 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΡΙΖΑ ΘΥΛΗΚΟ 4X16Α

Ηλεκτρικό εξάρτημα διασύνδεσης αγωγών συνήθως για την παροχή 3 φάσεων και γείωσης.



### 3.3.13 ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ ΠΟΡΤΑΣ 96X96 0-500VAC ΤΑΙΦΑ ΚΑΙ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ ΤΥΠΟΥ ΛΥΧΝΙΑΣ 0-500V AC AD16-22DS

Όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της διαφοράς δυναμικού ( τάσης) μεταξύ δύο σημείων ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.



### 3.3.14 ΜΕΤΑΓΩΓΙΚΟΣ ΕΠΙΛΟΓΕΑΣ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟΥ ABB

Μεταγωγικός διακόπτης βολτομέτρου 7 θέσεων για στήριξη σε πόρτα. Παρέχει στα άκρα του βολτόμετρου το κατάλληλο ζεύγος καλωδίων ώστε να πάρουμε την ένδειξη που θέλουμε.



### 3.3.15 ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΟΡΤΑΣ VEMER

Καταγράφει τον συνολικό χρόνο λειτουργίας μιας ηλεκτρικής κατανάλωσης.



### 3.3.16 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ 230V (ΠΡΑΣΙΝΟ-ΚΟΚΚΙΝΟ-ΚΙΤΡΙΝΟ)

Χρησιμοποιείται κατά κόρον στα ηλεκτρικά κυκλώματα κυρίως για ενδείξεις



### 3.3.17 ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟ ΠΟΡΤΑΣ 10Κ,5Κ

Το ποτενσιόμετρο είναι ένας μεταβλητός αντιστάτης που χρησιμοποιείται συνήθως ως διαιρέτης τάσης. Μπορεί να λειτουργήσει και ως ροοστάτης αν χρησιμοποιηθούν μόνο οι δύο ακροδέκτες, ο μεσαίος και ένας από τους δύο άλλους ακροδέκτες του.



### 3.3.17 ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ 2 ΘΕΣΕΩΝ 0-Ι ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ 3 ΘΕΣΕΩΝ AUTO-0-HAND

Χρησιμοποιείται συχνά για χειρισμούς και επιλογές διάφορων λειτουργιών.





### 3.3.18 ΜΙΛΙΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ 0-50 mA

Όργανο μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος σε έναν αγωγό.



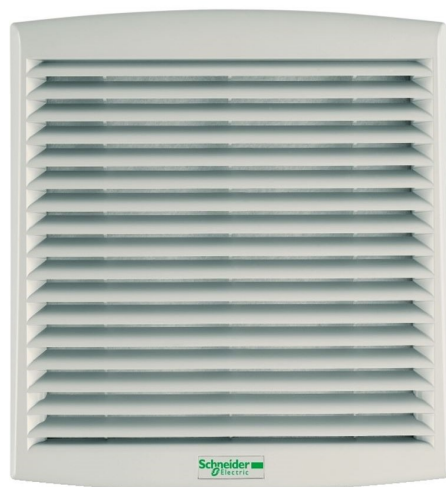
### 3.3.19 ΜΠΟΥΤΟΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ «ΜΑΝΙΤΑΡΙ»

Διακόπτης με μανδάλωση που χρησιμοποιείται για να τερματίσει τη λειτουργία μηχανών σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.



### 3.3.20 ΦΙΛΤΡΑ ΠΙΝΑΚΑ 23X23cm

Χρησιμοποιούνται για να φιλτράρουν σκόνη και σωματίδια από τον αέρα που εισέρχεται στον πίνακα.



### 3.3.20 ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΕΡΜΑΡΙΟ 60X60X30

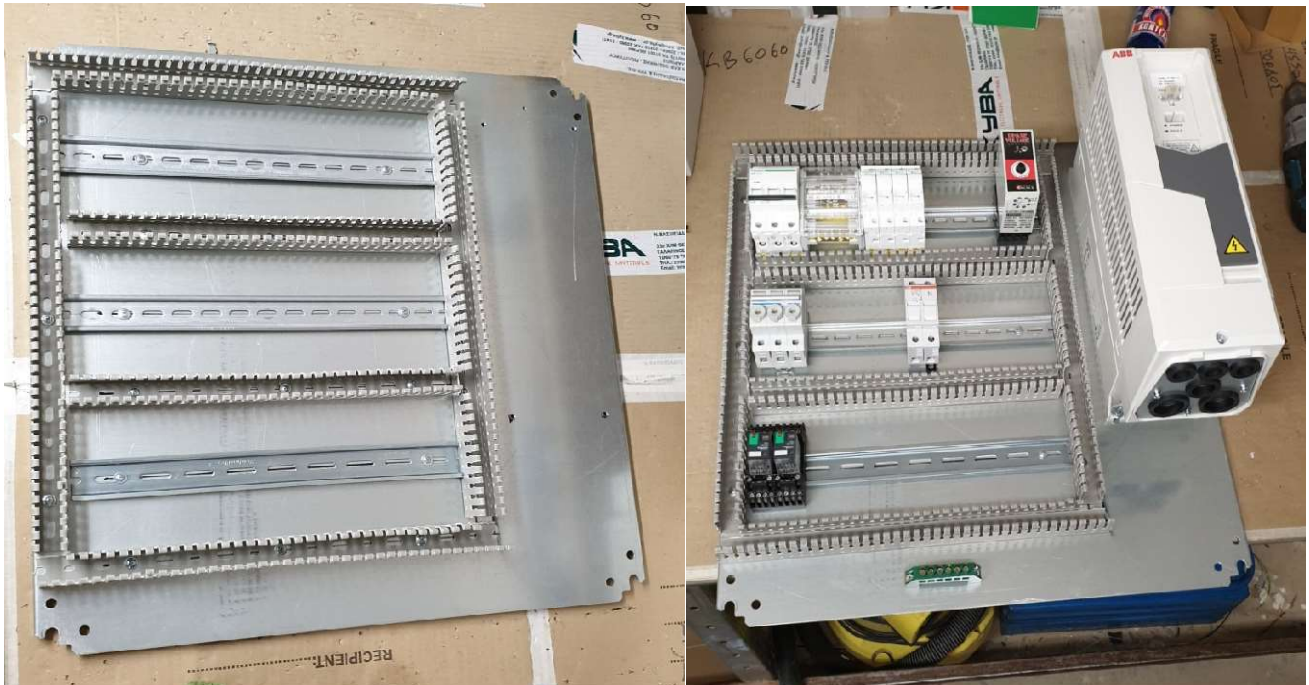
Τοποθετούνται μέσα τα στοιχεία του πίνακα για να προστατεύονται.



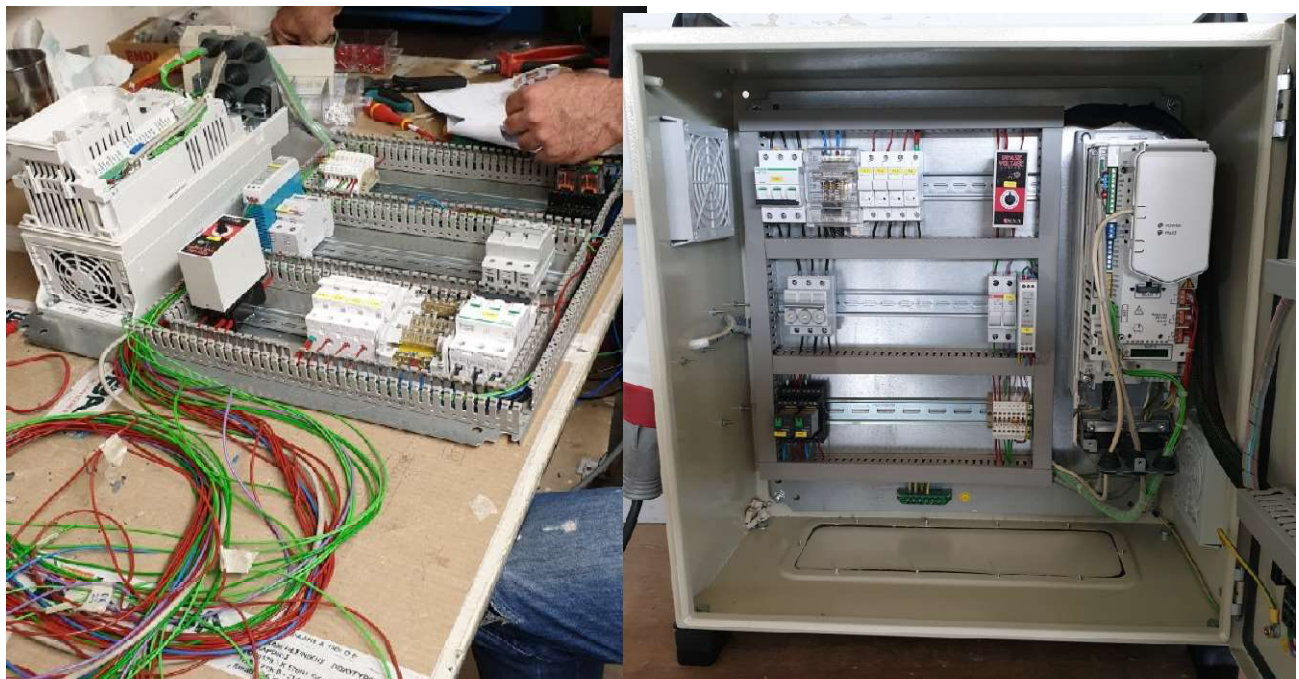
### 3.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



Κόψιμο λαμαρίνας στις επιθυμητές διαστάσεις με υδραυλικό ψαλίδι CNC. Τρύπημα πλάτης σε υδραυλική CNC πρέσα τύπου Punch.



Τοποθέτηση ράγας στήριξης υλικών και κανάλια για την δομημένη καλωδίωση.



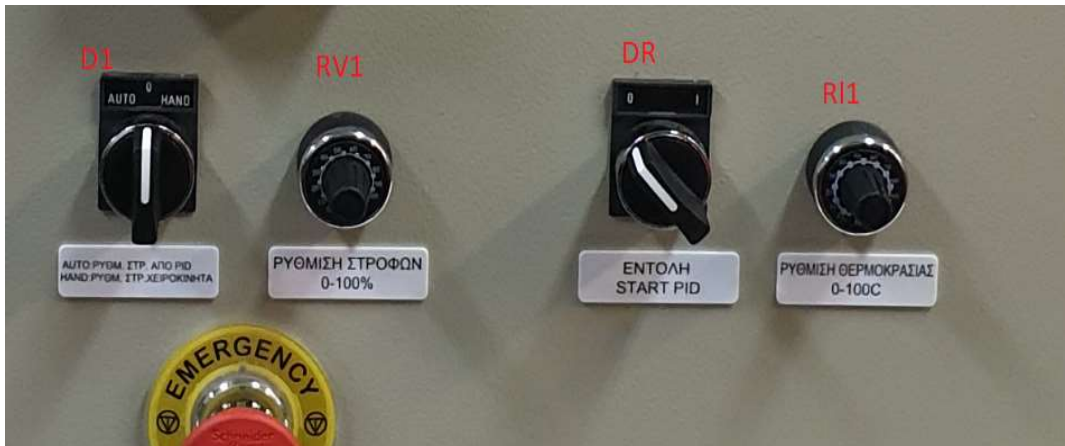
Καλωδίωση της πλάτης και τοποθέτηση στον πίνακα στις βάσεις στήριξης.



Τοποθέτηση υλικών πάνω στην πόρτα και καλωδίωση πόρτας.

### 3.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στον χρήστη δίνονται 2 επιλογές ρύθμισης λειτουργίας στροφών του κινητήρα και μπορούν να επιλεγθούν μέσω του διακόπτη D1(AUTO-0-HAND).



Όταν ο διακόπτης βρίσκεται στη θέση HAND η ρύθμιση στροφών γίνεται χειροκίνητα με βάση το ποτενσιόμετρο RV1. Η κλίμακα του ποτενσιόμετρου είναι από 0-100% επί τις μέγιστες στροφές του κινητήρα. Στο χειριστήριο του inverter αναγράφονται σε πραγματικό χρόνο οι στροφές σε rpm η συχνότητα και άλλες μετρήσεις που μπορεί να επιλέξει ο χρήστης ποιες επιθυμεί να βλέπει.

Όταν ο διακόπτης βρίσκεται στη θέση AUTO ενεργοποιείται η ρύθμιση στροφών με βάση PID έλεγχο. Υπάρχει ηλεκτρονική διάταξη η οποία ενεργοποιείται με τον διακόπτη DR και προσομοιώνει ένα υποτιθέμενο αισθητήριο θερμοκρασίας σε σενάριο ελέγχου στροφών ανεμιστήρα με βάση τη θερμοκρασία. Η οδήγηση του κινητήρα γίνεται μέσω σήματος 4-20mA(4mA ελάχιστη τιμή 20mA μέγιστη τιμή) το οποίο σε πραγματική εγκατάσταση θα παρείχε το αισθητήριο θερμοκρασίας. Για εκπαιδευτικούς σκοπούς το εύρος θερμοκρασίας που έχει επιλεγεί είναι 0-100 βαθμούς κελσίου. Ο χρήστης μέσω του ποτενσιόμετρου RI1 μπορεί να ρυθμίζει την θερμοκρασία του χώρου που βρίσκεται το αισθητήριο και ο ανεμιστήρας βλέποντας την ένδειξη θερμοκρασίας του χώρου στην οθόνη του inverter. Με την αυξομείωση του ποτενσιόμετρου δίνεται η δυνατότητα στον φοιτητή να παρατηρήσει σε πραγματικό χρόνο την αντίδραση του κινητήρα αύξηση ή μείωση στροφών ώστε η θερμοκρασία να διατηρείται πάντα με τον βέλτιστο τρόπο στο setpoint που έχει δοθεί.

### 3.6 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΤΕΜ	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΤΕΜ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
ABB	INVERTER ACS580 ΞACS580-01-02A6-4	1	400	400
SCHNEIDER	ΜΙΚΡΟΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ iC60N 3P 16A D	1	24.6	24.6
TEKNOMEGA	ΜΠΑΡΑΚΙ ΓΕΙΒΣΗΣ ΠΛ.ΜΟΝΩΣΗ 6P	1	3.05	3.05
ARNOCANALI	ΜΠΑΡΟΚΙΒΩΤΙΟ ΡΑΓΑΣ 3P+N BD10074	1	6.8	6.8
SCHNEIDER	ΑΣΦΑΛΕΙΟΑΠΟΖΕΥΚΤΗΣ ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΟΣ ΣΤΙ 10.3X38	4	1.1	4.4
KRONOS	ΕΠΙΤΗΡΗΤΗΣ ΦΑΣΕΩΝ-ΤΑΣΗΣ	1	11.45	11.45
HAGER	ΑΣΦΑΛΕΙΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ HAGER L95300 20A	1	10.75	10.75
ETI	ΦΥΣΙΓΓΙΑ 10,3X38 gG	7	2.4	16.8
ABB	ΑΣΦΑΛΕΙΟΑΠΟΖΕΥΚΤΗΣ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΗ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ	1	3.18	3.18
QWIFM	ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ 230V AC /24V DC 0.83A	1	16	16
SCHNEIDER	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ ΡΕΛΕ 4ΕΠΑΦΩΝ ΠΗΝΙΟ 230VAC	2	4.26	8.52
GEWISS	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΡΙΖΑ ΑΡΣΕΝΙΚΟ 5X16A	1	2.6	2.6
PC ELECTRIC	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΡΙΖΑ ΘΥΛΗΚΟ 4X16A	1	2.1	2.1
ΤΑΙΦΑ	ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ ΠΟΡΤΑΣ 96X96 0-500VAC	1	4.5	4.5
ELTECH	ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ ΤΥΠΟΥ ΛΥΧΝΙΑΣ 0-500V AC AD16-22DS	3	1.45	4.35
ABB	ΜΕΤΑΓΩΓΙΚΟΣ ΕΠΙΛΟΓΕΑΣ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟΥ ABB	1	7.46	7.46
VEMER	ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΟΡΤΑΣ VEMER	1	4.32	4.32
ELTECH	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗΣ ΛΥΧΝΙΑ Φ22 ΠΟΡΤΑΣ LED ΠΡΑΣΙΝΟ	1	0.51	0.51
ELTECH	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗΣ ΛΥΧΝΙΑ Φ22 ΠΟΡΤΑΣ LED ΚΟΚΚΙΝΟ	1	0.51	0.51
ELTECH	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗΣ ΛΥΧΝΙΑ Φ22 ΠΟΡΤΑΣ LED ΚΙΤΡΙΝΟ	2	0.51	1.02
ELKO	ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟ ΠΟΡΤΑΣ 10K	1	9.2	9.2
ELKO	ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟ ΠΟΡΤΑΣ 5K	1	6.5	6.5
SCHNEIDER	ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ Φ22 2 ΘΕΣΕΩΝ 0-I	1	2.2	2.2
SCHNEIDER	ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ Φ22 3 ΘΕΣΕΩΝ I-0-II	1	2.9	2.9
ΤΑΙΦΑ	ΜΙΛΙΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ ΠΟΡΤΑΣ 0-50 mA	1	4.56	4.56
SCHNEIDER	ΜΠΟΥΤΟΝ ΜΑΝΙΤΑΡΙ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ	1	5.41	5.41
SCHNEIDER	ΦΙΛΤΡΑ ΠΙΝΑΚΑ 23X23cm	2	8.9	17.8
WEIDMULLER	ΚΛΕΜΜΑ ΛΕΥΚΗ 4	7	0.17	1.19
WEIDMULLER	ΚΛΕΜΜΑ ΓΕΙΩΣΗΣ 4	1	0.11	0.11
WEIDMULLER	ΠΛΑΙΝΟ ΚΛΕΜΜΑΣ 4	1	0.6	0.6
WEIDMULLER	ΤΕΡΜΑ ΚΛΕΜΜΩΝ ΡΑΓΑΣ	1	0.22	0.22
SCHNEIDER	ΕΤΙΚΕΤΑ ΠΟΡΤΑΣ ΜΕΡGENCY STOP	1	0.94	0.94
SCHNEIDER	ΒΑΣΗ ΚΕΦΑΛΗΣ ΜΠΟΥΤΟΝ ΔΙΑΚΟΠΤΗ	3	1.48	4.44
	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΥΤΙ-ΠΟΡΤΑ-ΒΑΦΗ -ΠΛΑΤΗ-ΚΑΝΑΛΙ-ΡΑΓΑ	1	93	93
				681.99

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**  
**ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ**



Μελέτης : **“ΑΝΕΞΑΝΔΡΕΙΟ” ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΕΡΓΟ : **ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ INVERTER  
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Διεύθυνση : ΣΙΝΔΟΣ Τηλ : Αριθμός σχεδίου : **0000**  
Fax :

Υπεύθυνος Έργου : Τηλ : Τοποθεσία :

Ημερομηνία ανάθεσης Έργου :  
Προβλεπόμενη ημ/νία παράδοσης :

Ημ/νία παράδοσης Έργου :

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ :

Προδιαγραφές

1 :	
2 :	
3 :	
4 :	

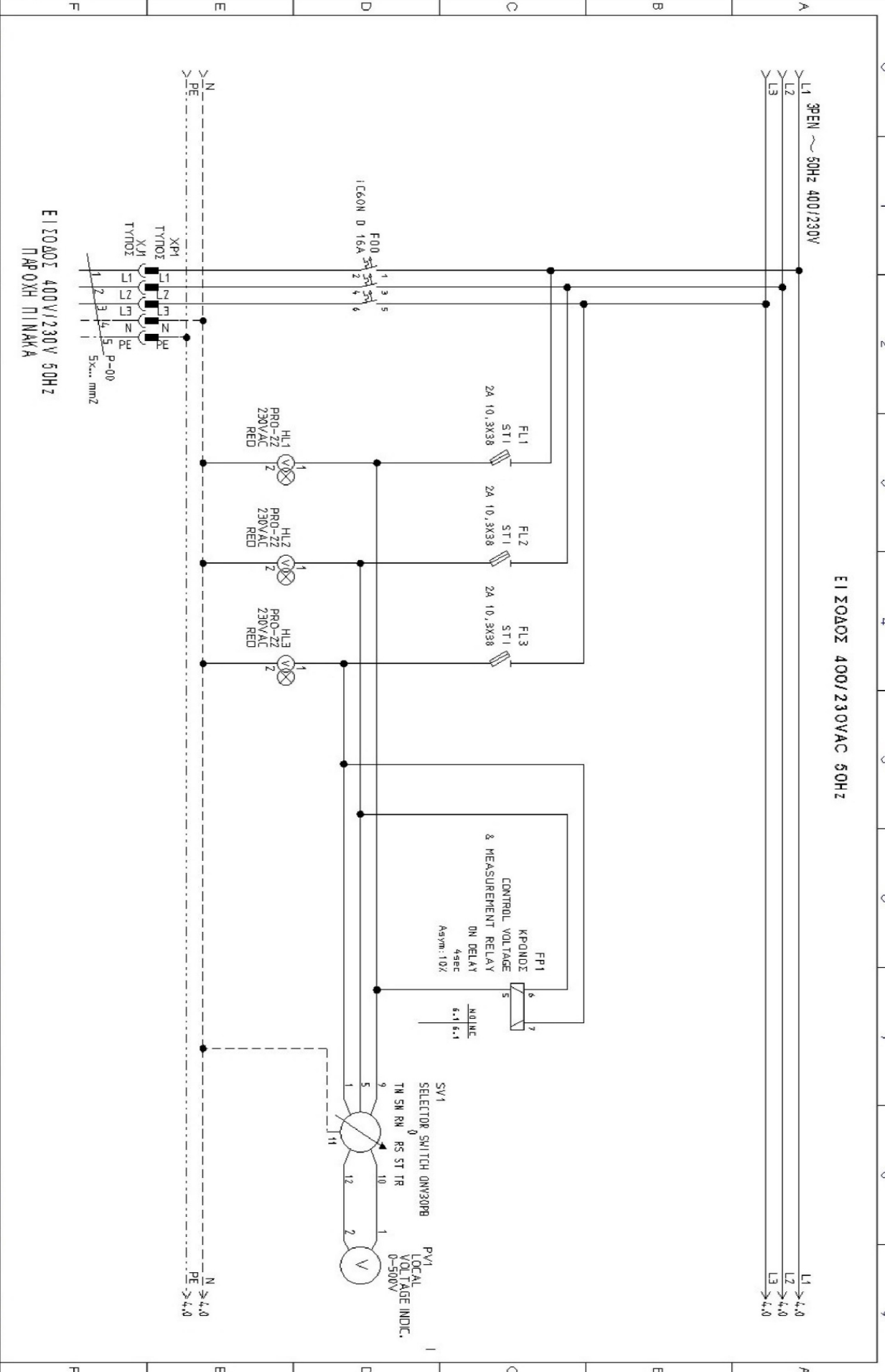
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΡΓΟΥ : **ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Ι.**

	Όνομα	Ημερομηνία
Μελέτη	<b>ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Ι.</b>	
Σχεδίαση	<b>ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Ι.</b>	
Ελεγχος	<b>ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Ι.</b>	
Έγκριση		

Σύνολο σελίδων μελέτης : **9**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	Kωδικός αριθμός / Code number	19#000-000-0000								
	Αρ. κατασκευής / Serial number	0000-19								
	Περιγραφή / Description	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ INVERTER								
B	Πελάτης / Customer	"ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ" ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ								
	Ονομαστική τάση πρινακα U <sub>n</sub> / Rated voltage U <sub>n</sub>	400 V								
C	Ονομαστική τάση λειτουργίας κυκλωμάτων U <sub>e</sub> / Rated operational voltage of a circuit U <sub>e</sub>	400 V								
	Ονομαστική τάση μόνωσης U <sub>i</sub> / Rated insulation voltage U <sub>i</sub>	500 V								
D	Ονομαστική τάση κρουστικής ανοχής U <sub>imp</sub> / Rated impulse withstand voltage U <sub>imp</sub>	4 kV								
	Ονομαστικό ρεύμα πρινακα I <sub>nA</sub> / Rated current I <sub>nA</sub>	16 A								
E	Ονομαστικό ρεύμα κυκλωμάτων I <sub>nc</sub> / Rated current of a circuit I <sub>nc</sub>	16 A								
	Ονομαστικό ρεύμα επιτρεπόμενης τιμής κορυφής I <sub>pk</sub> / Rated peak withstand current I <sub>pk</sub>	4,5 kA								
F	Ονομαστικό ρεύμα ανοχής βραχείας διάρκειας I <sub>cw</sub> / Rated short-time withstand current I <sub>cw</sub>	3 kA/ 1 sec								
	Ονομαστικό ρεύμα βραχυκυκλώματος υπό προϋποθέσεις I <sub>cc</sub> / Rated conditional short-circuit current of assembly I <sub>cc</sub>	3 kA								
G	Ονομαστικός συντελεστής διαφοροποίησης / Rated diversity factor RDF	1								
	Ονομαστική συχνότητα f <sub>n</sub> / Rated frequency f <sub>n</sub>	50Hz								
H	Μελέτη	ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΟΥ								
I	Έκδοση	ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΟΥ								
	Έργο	Ηλεκτρονική								
J	Αριθμός Έργου	19#000-000-0000								
	Κωδικός Έργου	0000								
K	ΕΠΙΘΕΤΟ :	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ INVERTER								
	ΌΝΟΜΑΤΕ "ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ" ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ								
L	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΛΛΟΥ :	ΧΑΡΤΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ								
	Αριθμός/όσον :	2								
M	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ :	9								
	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ :	0000								

Statos:	AvtoBeletrion No.	22/07/2019 09:16:15	MEKATHH	ΕΡΓΟ :	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ INVERTER	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΛΛΟΥ:	ΦΥΛΛΟ 3
Εκδοσιον	Εκδοσιον	Εκδοσιον	Εκδοσιον	ΜΕΛΕΤΗ:	"ΑΓΕΣ ΑΝΑΡΕΙΟΥ ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ"	ΕΙΣΟΔΟΣ	ΑΡΧ. ΣΥΝΕΛΟΥ :
ΜΕΛΕΤΗΤΑΙ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΥΤΙ	ΜΕΛΕΤΗΤΑΙ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΥΤΙ	ΜΕΛΕΤΗΤΑΙ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΥΤΙ	ΜΕΛΕΤΗΤΑΙ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΥΤΙ	ΕΠΙΧΡΑΤΗΣ	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΙΣΟΔΟΣ	ΑΡΧ. ΣΥΝΕΛΟΥ :
Εκδοσιον	Εκδοσιον	Εκδοσιον	Εκδοσιον	ΕΠΙΧΡΑΤΗΣ	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΙΣΟΔΟΣ	ΑΡΧ. ΣΥΝΕΛΟΥ :
22/07/2019 09:16:15	22/07/2019 09:16:15	22/07/2019 09:16:15	22/07/2019 09:16:15	ΠΕΛΑΤΗΣ	"ΑΓΕΣ ΑΝΑΡΕΙΟΥ ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ"	ΕΙΣΟΔΟΣ	ΑΡΧ. ΣΥΝΕΛΟΥ :
							0000

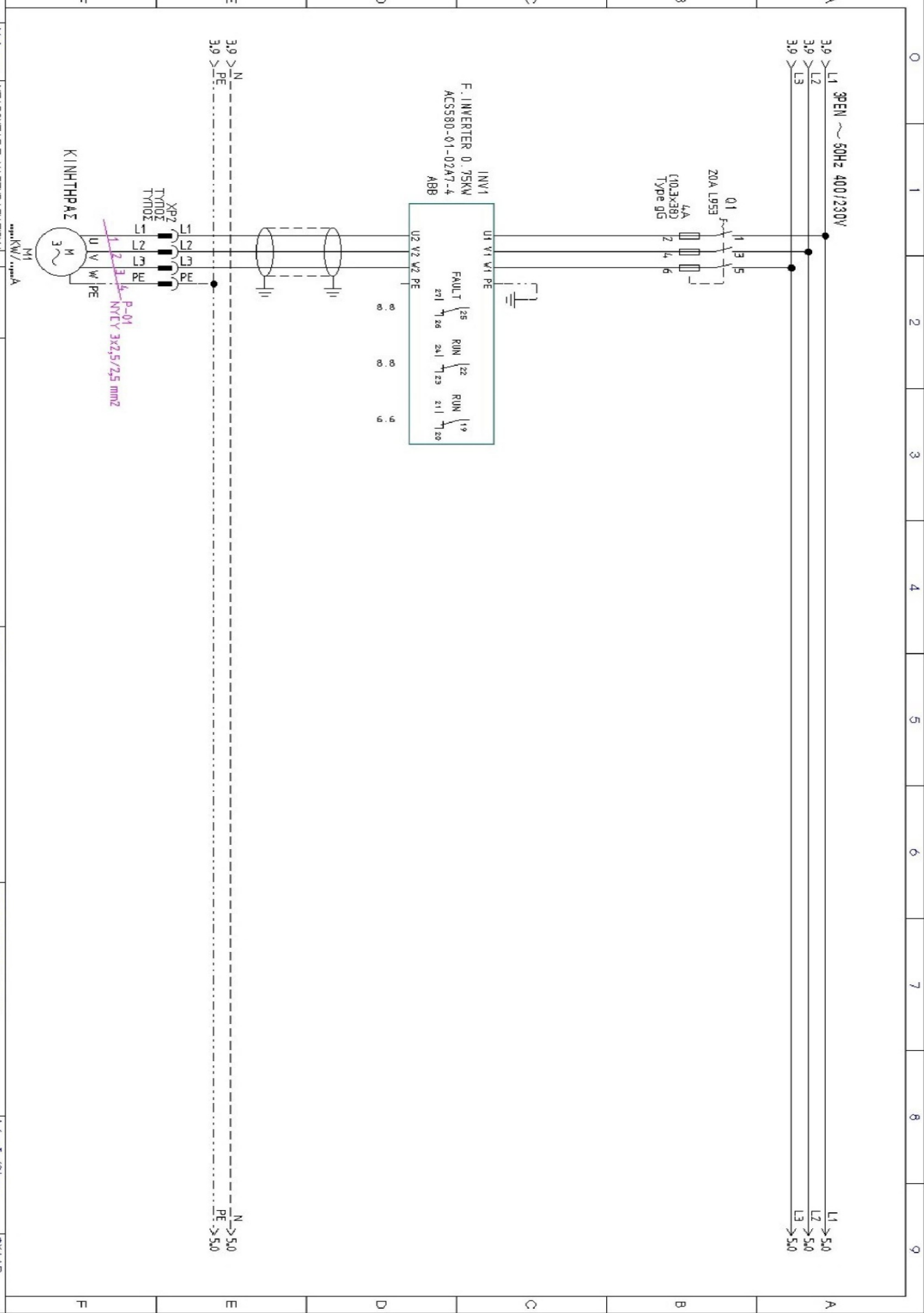


Status :   
 Μελέτη : ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΟΥ Γ.   
 Έρευνα : ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΟΥ Γ.   
 Έκδοση :   
 Αριθμός : 22/07/2019 08:42:55

ΕΡΓΟ : **ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ INVERTER**   
 ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ   
 ΠΕΛΑΤΗΣ : "ΑΓΕΑΝΔΡΕΙΟ" ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΛΛΟΥ : **ΚΥΚΛΩΜΑ ΙΣΧΥΟΣ**

Αριθμός/Θέση : **ΦΥΛΛΟ 4**   
 ΑΡΧ. ΣΧΕΔΙΟΥ : **9**   
 0000



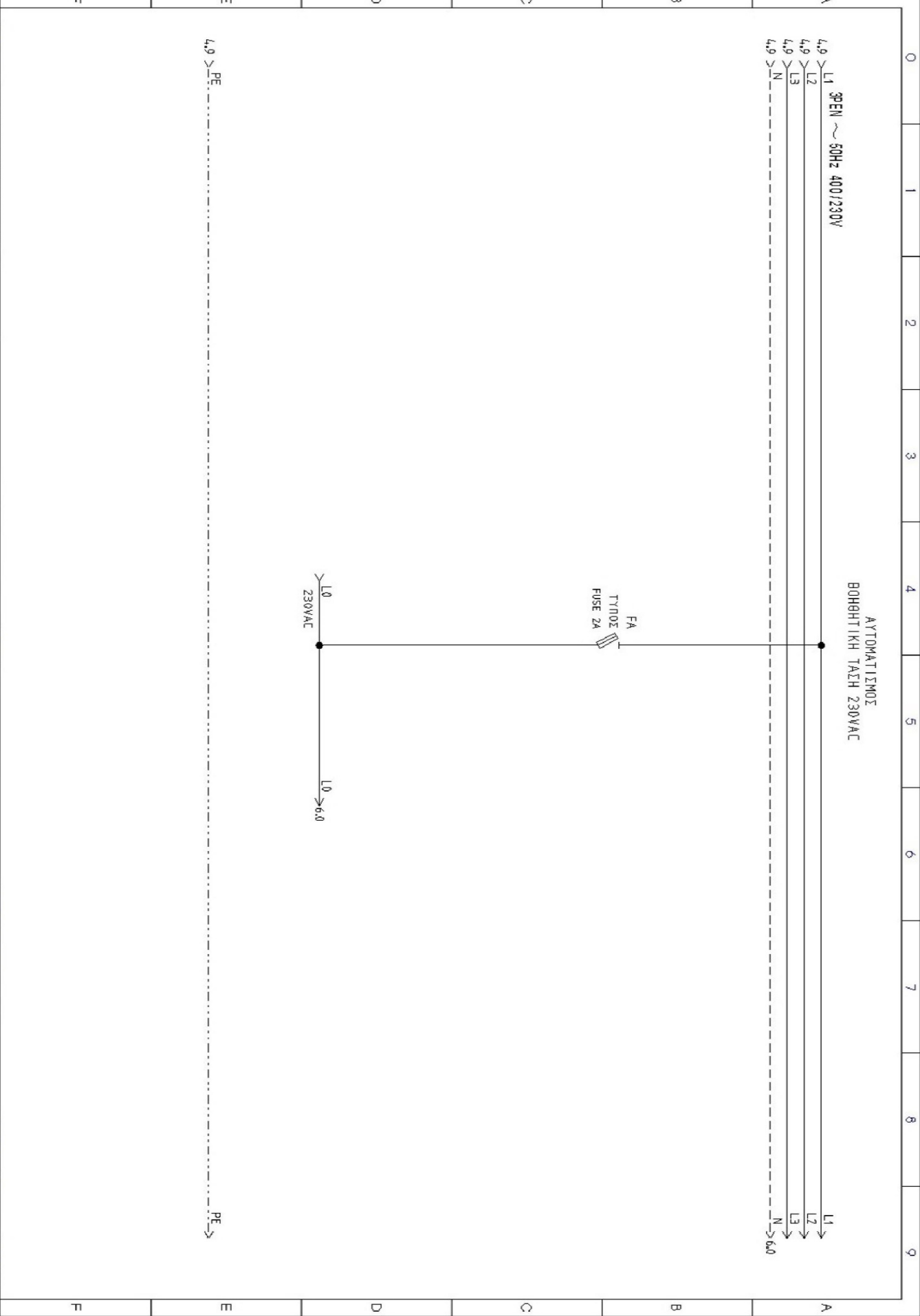
Status :	
Μελέτη	ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΟΥ Ι.
Έρευνα	ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΟΥ Ι.
Εγκρίση	
Αριθμ. Έργου	22/1074019 08:42:55

Αριθμ. Έργου	22/1074019 08:42:55
--------------	---------------------

ΕΡΓΟ :	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ INVERTER ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΕΛΑΤΗΣ :	ΑΓΕΕ ΑΝΩΡΕΙΟ ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΛΛΟΥ :	ΒΟΗΘ. ΚΥΚΛΩΜΑ
--------------------	---------------

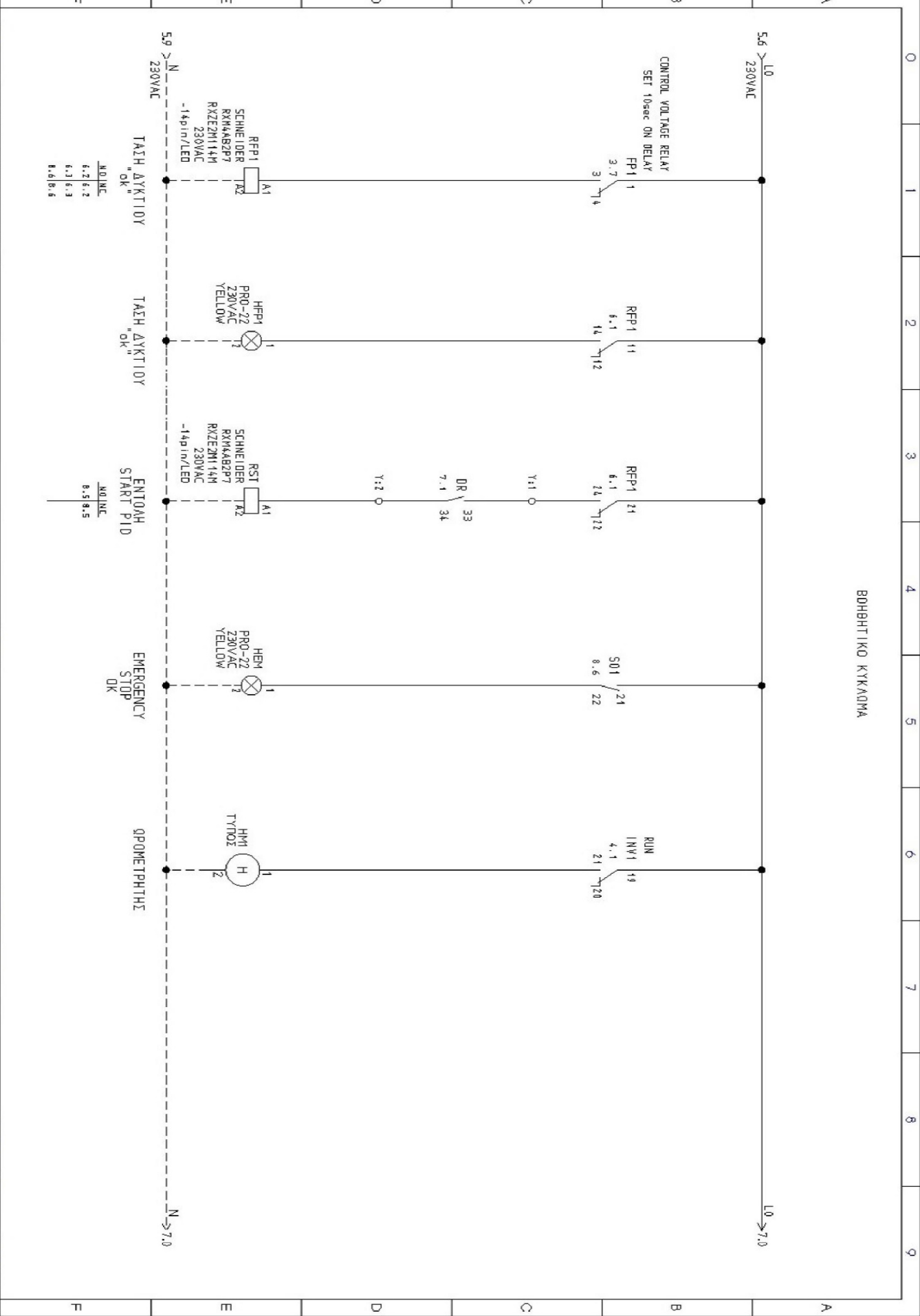
Αναστή/Θεση :	ΦΥΛΛΟ:
ΑΡΧ. ΣΧΕΔΙΟΥ :	5
	9
	0000



Status :	Μελέτη
Έκδοση	ΜΤΑΡΟΥΤΑΙ ΠΙ-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΔΟΥ I
Αριθμός	ΜΤΑΡΟΥΤΑΙ ΠΙ-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΔΟΥ I
Αριθμός	22/10/2019 08:42:55

ΕΠΤΟ :	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ INVERTER
ΠΕΛΑΤΗΣ :	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΛΛΟΥ :	ΒΟΗΘ. ΚΥΚΛΩΜΑ

Αναστή/Θεση :	ΦΥΛΛΟ:
ΑΡΘ. ΣΥΝΑΘΥ :	9
	0000

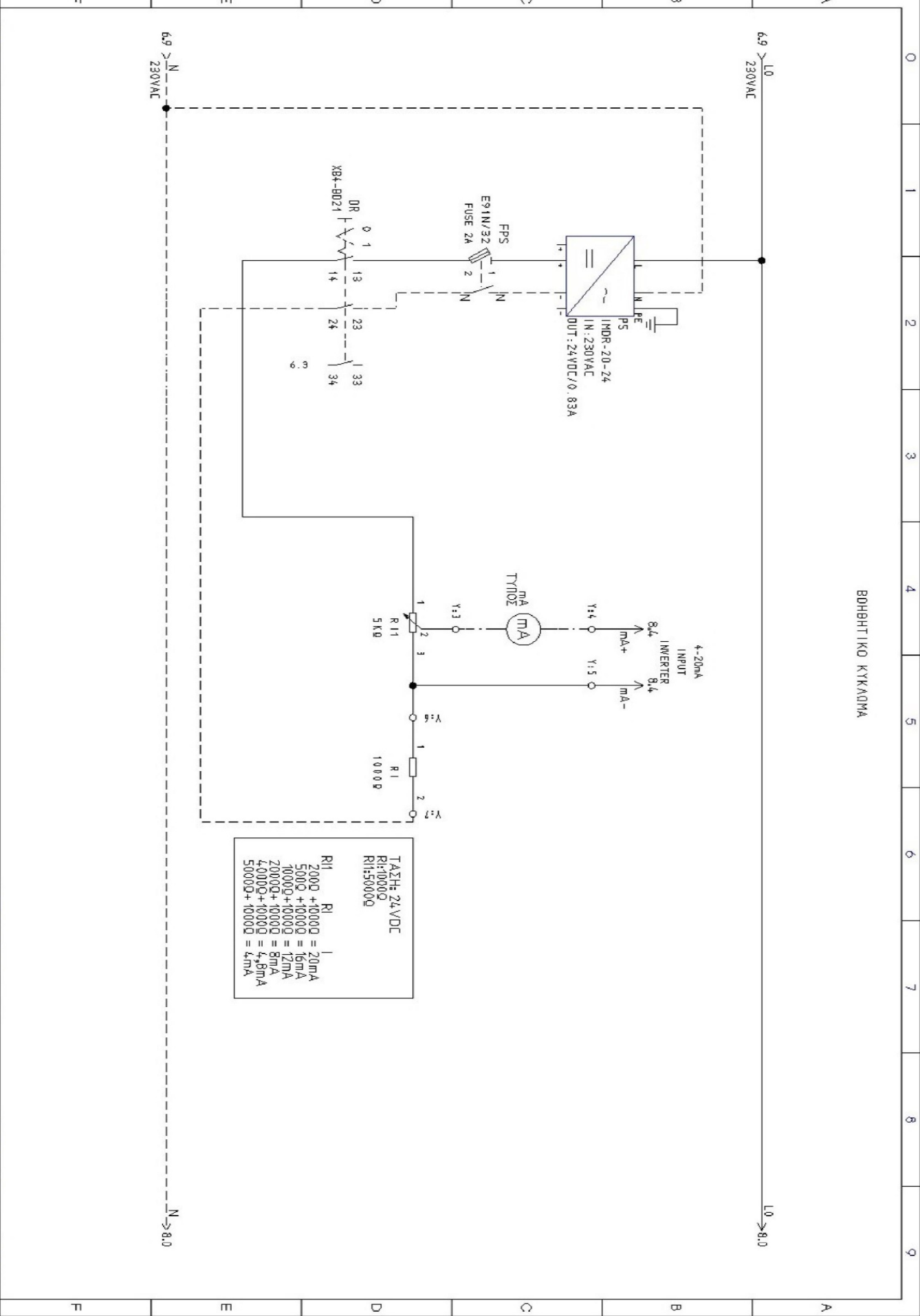


Status :

Μελέτη	ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΟΥ
Έρευνα	ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΟΥ
Έκδοση	
Αριθμ. Έργου	22/107/2019 08:42:55

ΕΡΓΟ :	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ INVERTER
ΠΕΛΑΤΗΣ :	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΕΛΑΤΗΣ' ΑΓΕΕ-ΑΝΡΕΒΟ' ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΛΛΟΥ :	ΒΟΗΘ. ΚΥΚΛΩΜΑ
Αναστή/Θεσ :	ΦΥΛΛΟ 7
ΑΡΧ. ΣΧΕΔΙΟΥ :	9
	0000



Status:

Μελέτη	ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΟΥ
Έρευνα	ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΟΥ
Έκδοση	
Αριθμ. Έργου	22/107/2019 08:42:55

Αρ. Έργου	22/107/2019 08:42:55
-----------	----------------------

ΕΡΓΟ :

**ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ INVERTER**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΕΛΑΤΗΣ "ΑΓΕΩΑΝΕΡΓΟΥ" ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΛΛΟΥ:

ΒΟΗΘ. ΚΥΚΛΩΜΑ

Διαστάση/Θέση :

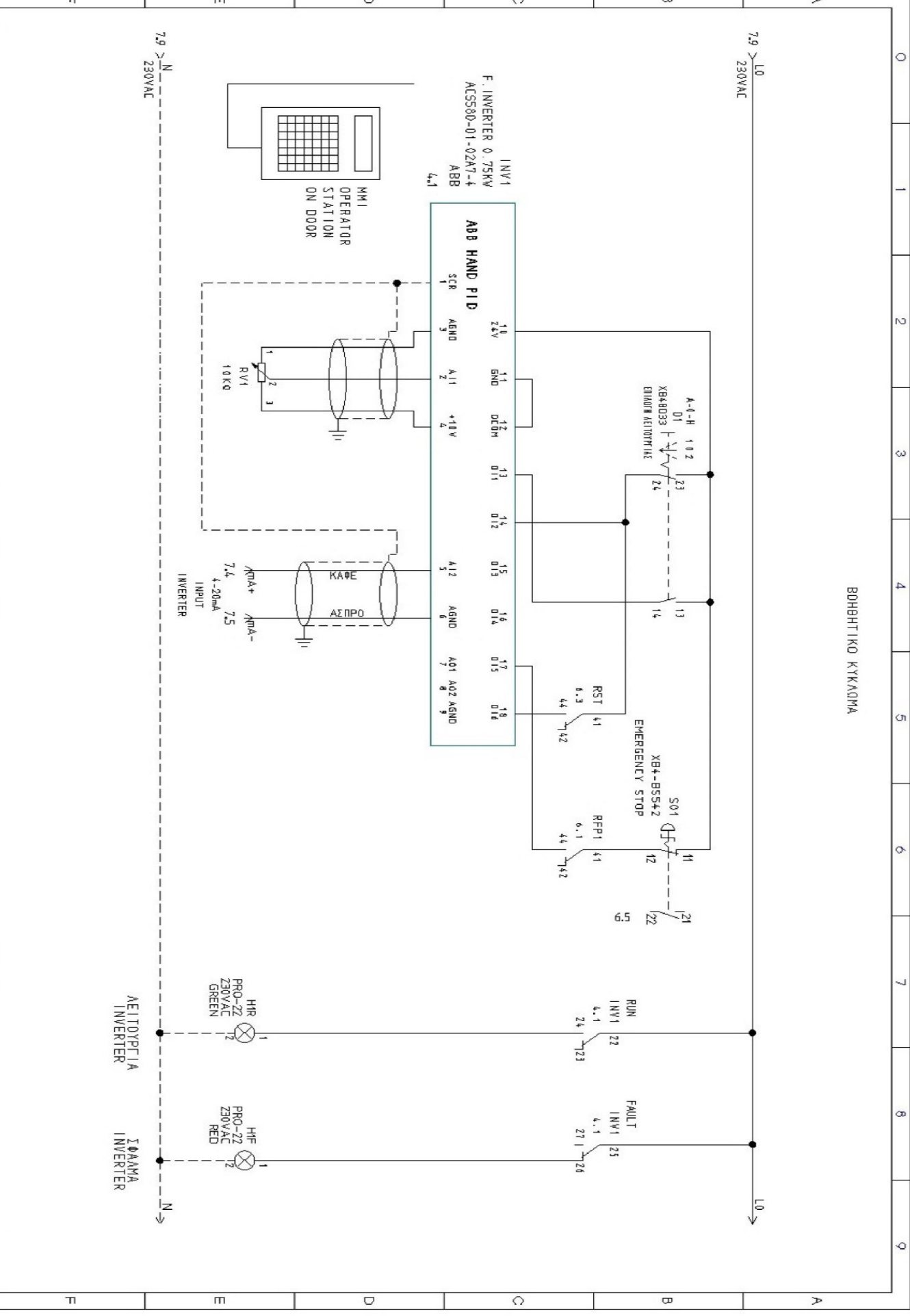
ΦΥΛΛΟ:

**8**

ΑΡΘ. ΣΥΝΔΕΣΗ :

9

0000



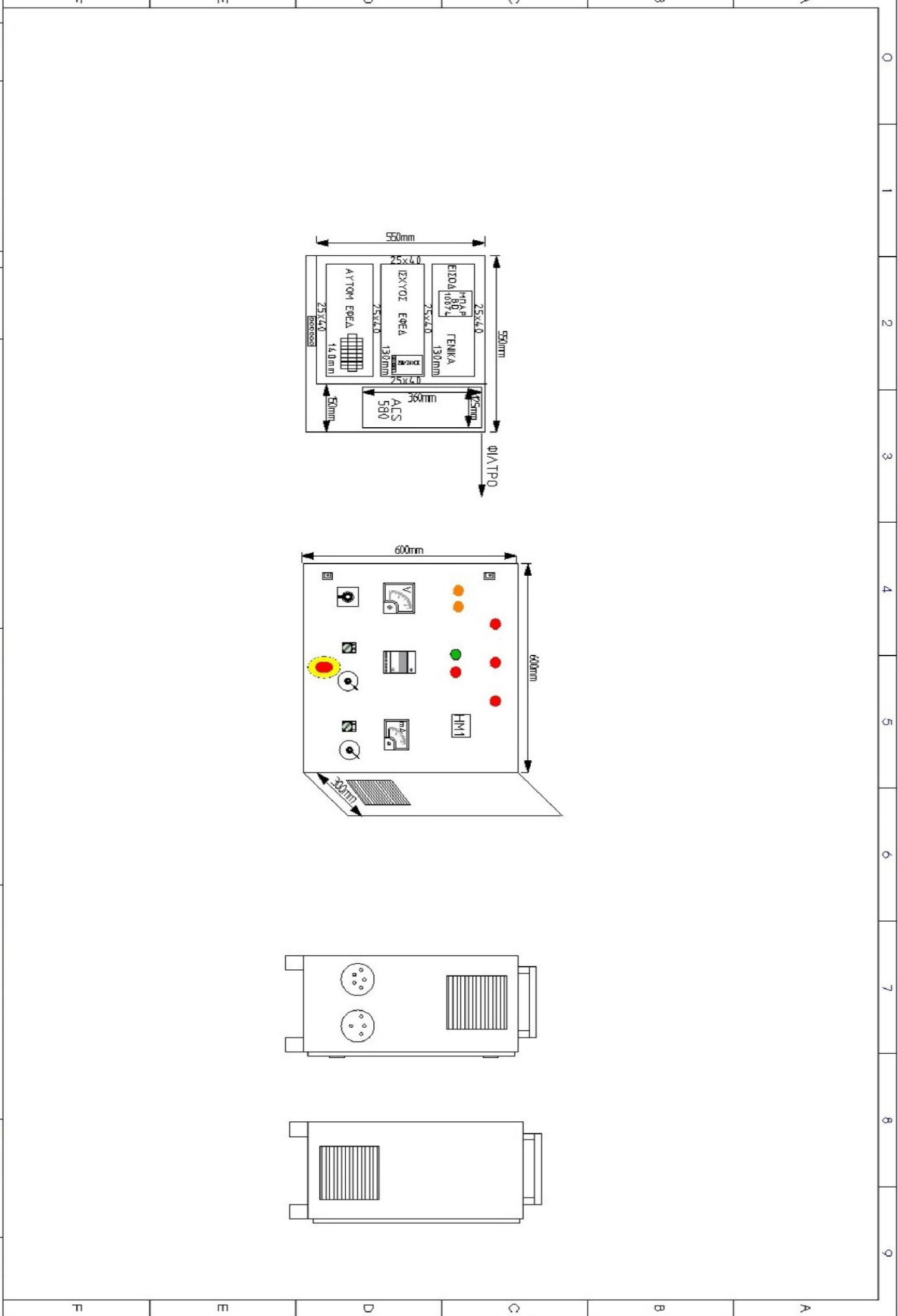


Μελέτη	ΜΠΑΡΟΥΤΑΙ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΩΥ
Έκδοση	ΜΠΑΡΟΥΤΑΙ Π.-ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΩΥ
Έκδοση	
Αριθμός	22/10/2019 08:42:55

ΕΡΓΟ : ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ INVERTER  
 ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
 ΠΕΡΑΤΗ : ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ ΤΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΛΑΔΥ :  
 LA YOUT

Αναστή/θρον :	ΦΥΛΑΔΥ
ΑΡΧ. ΣΥΝΑΔΥ :	0000



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΩΔΙΚΩΝ ΑΠΟΣΦΑΛΜΑΤΩΣΗΣ**

## Fault messages

Code (hex)	Fault / Aux. code	Cause	What to do
1080	Backup/Restore timeout	Panel or PC tool has failed to communicate with the drive when backup was being made or restored.	Request backup or restore again.
1081	Rating ID fault	Drive software has not been able to read the rating ID of the drive.	Reset the fault to make the drive try to reread the rating ID. If the fault reappears, cycle the power to the drive. You may have to repeat this. If the fault persists, contact your local ABB representative.
2281	Calibration	Measured offset of output phase current measurement or difference between output phase U2 and W2 current measurement is too great (the values are updated during current calibration).	Try performing the current calibration again (select <i>Current measurement calibration</i> at parameter <b>99.13</b> ). If the fault persists, contact your local ABB representative.
2310	Overcurrent	Output current has exceeded internal fault limit. In addition to an actual overcurrent situation, this fault may also be caused by an earth fault or supply phase loss.	Check motor load. Check acceleration times in parameter group <b>23 Speed reference ramp</b> (speed control), <b>26 Torque reference chain</b> (torque control) or <b>28 Frequency reference chain</b> (frequency control). Also check parameters <b>46.01 Speed scaling</b> , <b>46.02 Frequency scaling</b> and <b>46.03 Torque scaling</b> . Check motor and motor cable (including phasing and delta/star connection). Check there are no contactors opening and closing in motor cable. Check that the start-up data in parameter group <b>99</b> corresponds to the motor rating plate. Check that there are no power factor correction capacitors or surge absorbers in motor cable. Check for an earth fault in motor or motor cables by measuring the insulation resistances of motor and motor cable. See chapter <i>Electrical installation</i> , section <i>Checking the insulation of the assembly</i> in the <i>Hardware manual</i> of the drive.

Code (hex)	Fault / Aux. code	Cause	What to do
2330	Earth leakage Programmable fault: <a href="#">31.20 Earth fault</a>	Drive has detected load unbalance typically due to earth fault in motor or motor cable.	Check there are no power factor correction capacitors or surge absorbers in motor cable. Check for an earth fault in motor or motor cables by measuring the insulation resistances of motor and motor cable. Try running the motor in scalar control mode if allowed. (See parameter <a href="#">99.04 Motor control mode</a> .) If no earth fault can be detected, contact your local ABB representative.
2340	Short circuit	Short-circuit in motor cable(s) or motor	Check motor and motor cable for cabling errors. Check there are no power factor correction capacitors or surge absorbers in motor cable. Cycle the power to the drive.
2381	IGBT overload	Excessive IGBT junction to case temperature. This fault protects the IGBT(s) and can be activated by a short circuit in the motor cable.	Check motor cable. Check ambient conditions. Check air flow and fan operation. Check heatsink fins for dust pick-up. Check motor power against drive power.
3130	Input phase loss Programmable fault: <a href="#">31.21 Supply phase loss</a>	Intermediate circuit DC voltage is oscillating due to missing input power line phase or blown fuse.	Check input power line fuses. Check for loose power cable connections. Check for input power supply imbalance.
3181	Wiring or earth fault Programmable fault: <a href="#">31.23 Wiring or earth fault</a>	Incorrect input power and motor cable connection (ie. input power cable is connected to drive motor connection).	Check input power connections.
3210	DC link overvoltage	Excessive intermediate circuit DC voltage.	Check that overvoltage control is on (parameter <a href="#">30.30 Overvoltage control</a> ). Check that the supply voltage matches the nominal input voltage of the drive. Check the supply line for static or transient overvoltage. Check brake chopper and resistor (if present). Check deceleration time. Use coast-to-stop function (if applicable). Retrofit drive with brake chopper and brake resistor. Check that the brake resistor is dimensioned properly and the resistance is between acceptable range for the drive.
3220	DC link undervoltage	Intermediate circuit DC voltage is not sufficient because of a missing supply phase, blown fuse or fault in the rectifier bridge.	Check supply cabling, fuses and switchgear.
3381	Output phase loss Programmable fault: <a href="#">31.19 Motor phase loss</a>	Motor circuit fault due to missing motor connection (all three phases are not connected).	Connect motor cable.

Code (hex)	Fault / Aux. code	Cause	What to do
4110	Control board temperature	Control unit temperature is too high.	Check proper cooling of the drive. Check the auxiliary cooling fan.
4210	IGBT overtemperature	Estimated drive IGBT temperature is excessive.	Check ambient conditions. Check air flow and fan operation. Check heatsink fins for dust pick-up. Check motor power against drive power.
4290	Cooling	Drive module temperature is excessive.	Check ambient temperature. If it exceeds 40 °C/104 °F (IP21 frames R4...R9) or if it exceeds 50 °C /122 °F (IP21 frames R0...R9), ensure that load current does not exceed derated load capacity of drive. For all P55 frames, check the derating temperatures. See chapter <i>Technical data</i> , section <i>Derating</i> in the <i>Hardware manual</i> of the drive. Check drive module cooling air flow and fan operation. Check inside of cabinet and heatsink of drive module for dust pick-up. Clean whenever necessary.
42F1	IGBT temperature	Drive IGBT temperature is excessive.	Check ambient conditions. Check air flow and fan operation. Check heatsink fins for dust pick-up. Check motor power against drive power.
4310	Excess temperature	Power unit module temperature is excessive.	See <a href="#">A4B0 Excess temperature</a> (page 412).
4380	Excess temperature difference	High temperature difference between the IGBTs of different phases.	Check the motor cabling. Check cooling of drive module(s).
4981	External temperature 1 (Editable message text)	Measured temperature 1 has exceeded fault limit.	Check the value of parameter <a href="#">35.02 Measured temperature 1</a> . Check the cooling of the motor (or other equipment whose temperature is being measured).
4982	External temperature 2 (Editable message text)	Measured temperature 2 has exceeded fault limit.	Check the value of parameter <a href="#">35.03 Measured temperature 2</a> . Check the cooling of the motor (or other equipment whose temperature is being measured).
4990	CPTC-02 not found	CPTC-02 extension module is not detected in option slot 2.	Power down the drive and check that the module is properly inserted in option slot 2. See also <i>CPTC-02 ATEX-certified thermistor protection module, Ex II (2) GD (+L537+Q971) user's manual</i> (3AXD50000030058 [English]).
4991	Safe motor temperature	The CPTC-02 module indicates overtemperature: <ul style="list-style-type: none"> <li>motor temperature is too high, or</li> <li>the thermistor is in short-circuit or disconnected</li> </ul>	Check the cooling of the motor. Check the motor load and drive ratings. Check the wiring of the temperature sensor. Repair wiring if faulty. Measure the resistance of the sensor. Replace the sensor if faulty.
5080	Fan	Cooling fan feedback missing.	See <a href="#">A581 Fan</a> (page 412).

Code (hex)	Fault / Aux. code	Cause	What to do
5081	Auxiliary fan broken	An auxiliary cooling fan (connected to the fan connectors on the control unit) is stuck or disconnected.	Check the auxiliary code. Check auxiliary fan(s) and connection(s). Replace fan if faulty. Make sure the front cover of the drive is in place and tightened. If the commissioning of the drive requires th the cover is off, activate parameter <a href="#">31.36 Aux fan fault bypass</a> within 2 min from control unit reboot to temporarily suppress the fault. Reboot the control unit (using parameter <a href="#">96.08 Control board boot</a> ) or by cycling power.
	0001	Auxiliary fan 1 broken.	
	0002	Auxiliary fan 2 broken.	
5090	STO hardware failure	STO hardware diagnostics has detected hardware failure.	Contact your local ABB representative for hardware replacement.
5091	Safe torque off Programmable fault: <a href="#">31.22 STO indication run/stop</a>	Safe torque off function is active, ie. safety circuit signal(s) connected to connector STO is broken during start or run.	Check safety circuit connections. For more information, see chapter <i>The Safe torque off function</i> in the <i>Hardware manual</i> of the drive and description of parameter <a href="#">31.22 STO indication run/stop</a> (page 263). Check the value of parameter <a href="#">95.04 Control board supply</a> .
5092	PU logic error	Power unit memory has cleared.	Contact your local ABB representative.
5093	Rating ID mismatch	The hardware of the drive does not match the information stored in the memory. This may occur e.g. after a firmware update.	Cycle the power to the drive. You may have to be repeat this.
5094	Measurement circuit temperature	Problem with internal temperature measurement of the drive.	Contact your local ABB representative.
5089	SMT circuit malfunction	Safe motor temperature fault is generated and STO event/fault/warning is not generated. <b>Note:</b> If only one STO channel is opened, fault <a href="#">5090 STO hardware failure</a> is generated.	Check connection between the relay output of the module and the STO terminal.
5098	I/O communication loss	Communication failure to standard I/O.	Try resetting the fault or cycle the power to the drive.
50A0	Fan	Cooling fan stuck or disconnected.	Check fan operation and connection. Replace fan if faulty.
5682	Power unit lost	Connection between the drive control unit and the power unit is lost.	Check the connection between the control unit and the power unit.
5691	Measurement circuit ADC	Measurement circuit fault.	Contact your local ABB representative.
5692	PU board powerfail	Power unit power supply failure.	Contact your local ABB representative.

Code (hex)	Fault / Aux. code	Cause	What to do
5693	Measurement circuit DFF	Measurement circuit fault.	Contact your local ABB representative.
5696	PU state feedback	State feedback from output phases does not match control signals.	Contact your local ABB representative.
5697	Charging feedback	Charging feedback signal missing.	Check the feedback signal coming from the charging system
5698	Unknown PU fault	The power unit logic has generated a fault which is not known by the software.	Check the logic and software compatibility.
6181	FPGA version incompatible	Firmware and FPGA versions are incompatible.	Reboot the control unit (using parameter <a href="#">96.08 Control board boot</a> ) or by cycling power. If the problem persists, contact your local ABB representative
6306	FBA A mapping file	Fieldbus adapter A mapping file read error.	Contact your local ABB representative.
6481	Task overload	Internal fault.	Reboot the control unit (using parameter <a href="#">96.08 Control board boot</a> ) or by cycling power. If the problem persists, contact your local ABB representative
6487	Stack overflow	Internal fault.	Reboot the control unit (using parameter <a href="#">96.08 Control board boot</a> ) or by cycling power. If the problem persists, contact your local ABB representative
64A1	Internal file load	File read error.	Reboot the control unit (using parameter <a href="#">96.08 Control board boot</a> ) or by cycling power. If the problem persists, contact your local ABB representative
64A4	Rating ID fault	Rating ID load error.	Contact your local ABB representative.
64A6	Adaptive program	Error running the adaptive program.	Check the auxiliary code (format XXYY ZZZZ). "XX" specifies the number of the state (00=base program) and "YY" specifies the number of the function block (0000=generic error). "ZZZZ" indicates the problem.
	000A	Program corrupted or block non-existent	Restore the template program or download the program to the drive.
	000C	Required block input missing	Check the inputs of the block.
	000E	Program corrupted or block non-existent	Restore the template program or download the program to the drive.
	0011	Program too large.	Remove blocks until the error stops.
	0012	Program is empty.	Correct the program and download it to the drive.
	001C	A non-existing parameter or block is used in the program.	Edit the program to correct the parameter reference, or to use an existing block.
	001D	Parameter type invalid for selected pin.	Edit the program to correct the parameter reference.

Code (hex)	Fault / Aux. code	Cause	What to do
	001E	Output to parameter failed because the parameter was write-protected.	Check the parameter reference in the program. Check for other sources affecting the target parameter.
	0023	Program file incompatible with current firmware version.	Adapt the program to current block library and firmware version.
	0024		
	Other	–	Contact your local ABB representative, quoting the auxiliary code.
64B1	Internal SSW fault	Internal fault.	Reboot the control unit (using parameter <a href="#">96.08 Control board boot</a> ) or by cycling power. If the problem persists, contact your local ABB representative.
64B2	User set fault	Loading of user parameter set failed because <ul style="list-style-type: none"> <li>• requested set does not exist</li> <li>• set is not compatible with control program</li> <li>• drive was switched off during loading.</li> </ul>	Ensure that a valid user parameter set exists. Reload if uncertain.
64B3	Macro parameterization error	Macro parameterization failed, eg. because parameter default value that cannot be changed has been attempted to write.	
64E1	Kernel overload	Operating system error.	Reboot the control unit (using parameter <a href="#">96.08 Control board boot</a> ) or by cycling power. If the problem persists, contact your local ABB representative.
64B1	Fault reset	A fault has been reset. The cause of the fault no longer exists and the fault reset has been requested and completed.	Informative fault.
6581	Parameter system	Parameter load or save failed.	Try forcing a save using parameter <a href="#">96.07 Parameter save manually</a> . Retry.
6591	Backup/Restore timeout	During backup creating or restoring operation a panel or PC-tool has failed to communicate with the drive as part this operation.	Check panel or PC-tool communication and if it is still in backup or restore state.
65A1	FBA A parameter conflict	The drive does not have a functionality requested by PLC, or requested functionality has not been activated.	Check PLC programming. Check settings of parameter groups <a href="#">50 Fieldbus adapter (FBA)</a> and <a href="#">51 FBA A settings</a> .
6681	EFB comm loss Programmable fault: <a href="#">58.14 Communication loss action</a>	Communication break in embedded fieldbus (EFB) communication.	Check the status of the fieldbus master (online/offline/error etc.). Check cable connections to the EIA-485/X5 terminals 29, 30 and 31 on the control unit.
6682	EFB config file	Embedded fieldbus (EFB) configuration file could not be read.	Contact your local ABB representative.



Code (hex)	Fault / Aux. code	Cause	What to do
6683	EFB invalid parameterization	Embedded fieldbus (EFB) parameter settings inconsistent or not compatible with selected protocol.	Check the settings in parameter group <a href="#">58 Embedded fieldbus</a> .
6684	EFB load fault	Embedded fieldbus (EFB) protocol firmware could not be loaded.	Contact your local ABB representative.
		Version mismatch between EFB protocol firmware and drive firmware.	
6685	EFB fault 2	Fault reserved for the EFB protocol application.	Check the documentation of the protocol.
6686	EFB fault 3	Fault reserved for the EFB protocol application.	Check the documentation of the protocol.
6882	Text 32-bit table overflow	Internal fault.	Reset the fault. Contact your local ABB representative if the fault persists.
6885	Text file overflow	Internal fault.	Reset the fault. Contact your local ABB representative if the fault persists.
7081	Control panel loss Programmable fault: <a href="#">49.05 Communication loss action</a>	Control panel or PC tool selected as active control location for drive has ceased communicating.	Check PC tool or control panel connection. Check control panel connector. Disconnect and reconnect the control panel.
7085	Incompatible option module	Fieldbus option module not supported.	Replace the module with a supported type.
7121	Motor stall Programmable fault: <a href="#">31.24 Stall function</a>	Motor is operating in stall region because of e.g. excessive load or insufficient motor power.	Check motor load and drive ratings. Check fault function parameters.
7181	Brake resistor	Brake resistor broken or not connected.	Check that a brake resistor has been connected. Check the condition of the brake resistor. Check the dimensioning of the brake resistor.
7183	BR excess temperature	Brake resistor temperature has exceeded fault limit defined by parameter <a href="#">43.11 Brake resistor fault limit</a> .	Stop drive. Let resistor cool down. Check resistor overload protection function settings (parameter group <a href="#">43 Brake chopper</a> ). Check fault limit setting, parameter <a href="#">43.11 Brake resistor fault limit</a> . Check that braking cycle meets allowed limits.
7184	Brake resistor wiring	Brake resistor short circuit or brake chopper control fault.	Check brake chopper and brake resistor connection. Ensure brake resistor is not damaged.
7191	BC short circuit	Short circuit in brake chopper IGBT.	Ensure brake resistor is connected and not damaged. Check the electrical specifications of the brake resistor against chapter <i>Resistor braking</i> in the <i>Hardware manual</i> of the drive. Replace brake chopper (if replaceable).

Code (hex)	Fault / Aux. code	Cause	What to do
7192	BC IGBT excess temperature	Brake chopper IGBT temperature has exceeded internal fault limit.	Let chopper cool down. Check for excessive ambient temperature. Check for cooling fan failure. Check for obstructions in the air flow. Check resistor overload protection function settings (parameter group <a href="#">43 Brake chopper</a> ). Check that braking cycle meets allowed limits. Check that drive supply AC voltage is not excessive.
7310	Overspeed	Motor is turning faster than highest allowed speed due to incorrectly set minimum/maximum speed, insufficient braking torque or changes in load when using torque reference.	Check minimum/maximum speed settings, parameters <a href="#">30.11 Minimum speed</a> and <a href="#">30.12 Maximum speed</a> . Check adequacy of motor braking torque. Check applicability of torque control. Check need for brake chopper and resistor(s).
73B0	Emergency ramp failed	Emergency stop did not finish within expected time.	Check the settings of parameters <a href="#">31.32 Emergency ramp supervision</a> and <a href="#">31.33 Emergency ramp supervision delay</a> . Check the predefined ramp times ( <a href="#">23.11...23.15</a> for mode Off1, <a href="#">23.23</a> for mode Off3).
73F0	Overfrequency	Maximum allowed output frequency exceeded.	Check the auxiliary code.
	00FA	Motor is turning faster than the highest allowed frequency due to incorrectly set minimum/maximum frequency or the motor rushes because of too high supply voltage or incorrect supply voltage selection in parameter <a href="#">95.01 Supply voltage</a> .	Check minimum/maximum frequency settings, parameters <a href="#">30.13 Minimum frequency</a> and <a href="#">30.14 Maximum frequency</a> . Check used supply voltage and voltage selection parameter <a href="#">95.01 Supply voltage</a> .
	Other	-	Contact your local ABB representative, quoting the auxiliary code.
7510	FBA A communication Programmable fault: <a href="#">50.02 FBA A comm loss func</a>	Cyclical communication between drive and fieldbus adapter module A or between PLC and fieldbus adapter module A is lost.	Check status of fieldbus communication. See user documentation of fieldbus interface. Check settings of parameter groups <a href="#">50 Fieldbus adapter (FBA)</a> , <a href="#">51 FBA A settings</a> , <a href="#">52 FBA A data in</a> and <a href="#">53 FBA A data out</a> . Check cable connections. Check if communication master is able to communicate.
8001	ULC underload fault	User load curve: Signal has been too long under the underload curve.	See parameter <a href="#">37.04 ULC underload actions</a> .
8002	ULC overload fault	User load curve: Signal has been too long over the overload curve.	See parameter <a href="#">37.03 ULC overload actions</a> .

Code (hex)	Fault / Aux. code	Cause	What to do
80A0	AI supervision Programmable fault: <a href="#">12.03 AI supervision function</a>	An analog signal is outside the limits specified for the analog input.	Check signal level at the analog input. Check the auxiliary code. Check the wiring connected to the input. Check the minimum and maximum limits of the input in parameter group <a href="#">12 Standard AI</a> .
	0001	AI1LessMIN	
	0002	AI1GreaterMAX	
	0003	AI2LessMIN.	
	0004	AI2GreaterMAX	
80B0	Signal supervision 1 (Editable message text) Programmable fault: <a href="#">32.06 Supervision 1 action</a>	Fault generated by the signal supervision function 1.	Check the source of the fault (parameter <a href="#">32.07 Supervision 1 signal</a> ).
80B1	Signal supervision 2 (Editable message text) Programmable fault: <a href="#">32.16 Supervision 2 action</a>	Fault generated by the signal supervision function 2.	Check the source of the fault (parameter <a href="#">32.17 Supervision 2 signal</a> ).
80B2	Signal supervision 3 (Editable message text) Programmable fault: <a href="#">32.26 Supervision 3 action</a>	Fault generated by the signal supervision function 3.	Check the source of the fault (parameter <a href="#">32.27 Supervision 3 signal</a> ).
80B3	Signal supervision 4 (Editable message text) Programmable fault: <a href="#">32.36 Supervision 4 action</a>	Fault generated by the signal supervision function 4.	Check the source of the fault (parameter <a href="#">32.37 Supervision 4 signal</a> ).
80B4	Signal supervision 5 (Editable message text) Programmable fault: <a href="#">32.46 Supervision 5 action</a>	Fault generated by the signal supervision function 5.	Check the source of the fault (parameter <a href="#">32.47 Supervision 5 signal</a> ).
80B5	Signal supervision 6 (Editable message text) Programmable fault: <a href="#">32.56 Supervision 6 action</a>	Fault generated by the signal supervision function 6.	Check the source of the fault (parameter <a href="#">32.57 Supervision 6 signal</a> ).
9081	External fault 1 (Editable message text) Programmable fault: <a href="#">31.01 External event 1 source</a> <a href="#">31.02 External event 1 type</a>	Fault in external device 1.	Check the external device. Check setting of parameter <a href="#">31.01 External event 1 source</a> .
9082	External fault 2 (Editable message text) Programmable fault: <a href="#">31.03 External event 2 source</a> <a href="#">31.04 External event 2 type</a>	Fault in external device 2.	Check the external device. Check setting of parameter <a href="#">31.03 External event 2 source</a> .
9083	External fault 3 (Editable message text) Programmable fault: <a href="#">31.05 External event 3 source</a> <a href="#">31.06 External event 3 type</a>	Fault in external device 3.	Check the external device. Check setting of parameter <a href="#">31.05 External event 3 source</a> .

Code (hex)	Fault / Aux. code	Cause	What to do
9084	External fault 4 (Editable message text) Programmable fault: <a href="#">31.07 External event 4 source</a> <a href="#">31.08 External event 4 type</a>	Fault in external device 4.	Check the external device. Check setting of parameter <a href="#">31.07 External event 4 source</a> .
9085	External fault 5 (Editable message text) Programmable fault: <a href="#">31.09 External event 5 source</a> <a href="#">31.10 External event 5 type</a>	Fault in external device 5.	Check the external device. Check setting of parameter <a href="#">31.09 External event 5 source</a> .
FA81	Safe torque off 1	Safe torque off function is active, ie. STO circuit 1 is broken.	Check safety circuit connections. For more information, see chapter <i>The Safe torque off function</i> in the <i>Hardware manual</i> of the drive and description of parameter <a href="#">31.22 STO indication run/stop</a> (page <a href="#">263</a> ). Check the value of parameter <a href="#">95.04 Control board supply</a> .
FA82	Safe torque off 2	Safe torque off function is active, ie. STO circuit 2 is broken.	
FF61	ID run	Motor ID run was not completed successfully.	Check the nominal motor values in parameter group <a href="#">99 Motor data</a> . Check that no external control system is connected to the drive. Cycle the power to the drive (and its control unit, if powered separately). Check that no operation limits prevent the completion of the ID run. Restore parameters to default settings and try again. Check that the motor shaft is not locked. Check the auxiliary code. The second number of the code indicates the problem (see actions for each code below).
	0001	Maximum current limit too low.	Check settings of parameters <a href="#">99.06 Motor nominal current</a> and <a href="#">30.17 Maximum current</a> . Make sure that <a href="#">30.17</a> > <a href="#">99.06</a> . Check that the drive is dimensioned correctly according to the motor.
	0002	Maximum speed limit or calculated field weakening point too low.	Check settings of parameters <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">30.11 Minimum speed</a></li> <li>• <a href="#">30.12 Maximum speed</a></li> <li>• <a href="#">99.07 Motor nominal voltage</a></li> <li>• <a href="#">99.08 Motor nominal frequency</a></li> <li>• <a href="#">99.09 Motor nominal speed</a>.</li> </ul> Make sure that <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>30.12 &gt; (0.55 \times 99.09) &gt; (0.50 \times \text{synchronous speed})</math></li> <li>• <math>30.11 \leq 0</math>, and</li> <li>• supply voltage <math>\geq (0.66 \times 99.07)</math>.</li> </ul>
	0003	Maximum torque limit too low.	Check settings of parameter <a href="#">99.12 Motor nominal torque</a> , and the torque limits in group <a href="#">30 Limits</a> . Make sure that the maximum torque limit in force is greater than 100%.

Code (hex)	Fault / Aux. code	Cause	What to do
	0004	Current measurement calibration did not finish within reasonable time	Contact your local ABB representative.
	0005	Motor not connected to the drive.	Check the motor connection.
	0006...0008	Internal error.	Contact your local ABB representative.
	0009	(Asynchronous motors only) Acceleration did not finish within reasonable time.	Contact your local ABB representative.
	000A	(Asynchronous motors only) Deceleration did not finish within reasonable time.	Contact your local ABB representative.
	000B	(Asynchronous motors only) Speed dropped to zero during ID run.	Contact your local ABB representative.
	000C	(Permanent magnet motors only) First acceleration did not finish within reasonable time.	Contact your local ABB representative.
	000D	(Permanent magnet motors only) Second acceleration did not finish within reasonable time.	Contact your local ABB representative.
	000E...0010	Internal error.	Contact your local ABB representative.
	0011	(Synchronous reluctance motors only) Pulse test error.	Contact your local ABB representative.
	0012	Motor too large for advanced standstill ID run.	Check that the motor and drive sizes are compatible. Contact your local ABB representative.
	0013	(Asynchronous motors only) Motor data error.	Check that the motor nominal value settings in the drive are the same as in the motor nameplate. Contact your local ABB representative.
FF63	STO diagnostics failure.	SW internal malfunction.	Reboot the control unit (using parameter <a href="#">96.08 Control board boot</a> ) or by cycling power.
FF81	FB A force trip	A fault trip command has been received through fieldbus adapter A.	Check the fault information provided by the PLC.
FF8E	EFB force trip	A fault trip command has been received through the embedded fieldbus interface.	Check the fault information provided by the PLC.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ- ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ**

## Energy efficiency menu

Local	ACS580	0.0 Hz
<b>Energy efficiency</b>		
Saved energy	0.0 kWh	
Saved amount	0.00 €	
Total saved CO2	0.0 metric ton	
Current hour kWh	0.00 kWh	
Previous hour kWh	0.00 kWh	
<b>Back</b>	18:06	<b>View</b>

To go the **Energy efficiency** menu from the Home view, select **Menu - Energy efficiency**.

The **Energy efficiency** menu provides you with information about energy efficiency, such as saved energy and energy consumption. You can also configure energy calculation settings.

The table below lists the energy efficiency values shown in the **Energy efficiency** menu, as well as configurable energy calculation settings.

Menu item	Description	Corresponding parameter
Saved energy	Energy saved in kWh compared to direct-on-line motor connection.	<a href="#">45.04 Saved energy</a>
Saved amount	Corresponding money saved compared to direct-on-line motor connection. You can define the currency unit you want to use in submenu <b>Configuration</b> .	<a href="#">45.07 Saved amount</a>
Total saved CO2	Reduction in CO2 emissions in metric tons compared to direct-on-line motor connection.	<a href="#">45.10 Total saved CO2</a>
Current hour kWh	Current hour energy consumption. This is the energy of the last 60 minutes (not necessarily continuous) the drive has been running, not the energy of a calendar hour.	<a href="#">01.50 Current hour kWh</a>
Previous hour kWh	Previous hour energy consumption. The value <a href="#">01.50 Current hour kWh</a> is stored here when its values has been cumulated for 60 minutes.	<a href="#">01.50 Current hour kWh</a>
Current day kWh	Current day energy consumption. This is the energy of the last 24 hours (not necessarily continuous) the drive has been running, not the energy of a calendar day.	<a href="#">01.52 Current day kWh</a>
Previous day kWh	Previous day energy consumption. The value <a href="#">01.52 Current day kWh</a> is stored here when its value has been cumulated for 24 hours.	<a href="#">01.53 Previous day kWh</a>
<b>Configuration</b>	In this submenu, you can configure energy calculation settings.	

<b>Menu item</b>	<b>Description</b>	<b>Corresponding parameter</b>
Energy optimizer	Enables/disables the energy optimization function. The function optimizes the motor flux so that total energy consumption and motor noise level are reduced when the drive operates below the nominal load. The total efficiency (motor and drive) can be improved by 1...20% depending on load torque and speed	<a href="#">45.11 Energy optimizer</a>
Energy tariff 1	Defines energy tariff 1 (price of energy per kWh). Depending on the setting of parameter <a href="#">45.14 Tariff selection</a> , either this value or <a href="#">45.13 Energy tariff 2</a> is used for reference when monetary savings are calculated.	<a href="#">45.12 Energy tariff 1</a>
Energy tariff 1	Defines energy tariff 2 (price of energy per kWh).	<a href="#">45.13 Energy tariff 2</a>
Tariff selection	Selects (or defines a source that selects) which pre-defined energy tariff is used.	<a href="#">45.14 Tariff selection</a>
CO2 conversion factor	Defines a factor for conversion of saved energy into CO2 emissions (kg/kWh or tn/MWh).	<a href="#">45.18 CO2 conversion factor</a>
Comparison power	Actual power that the motor absorbs when connected direct-on-line and operating the application. The value is used for reference when energy savings are calculated.	<a href="#">45.19 Comparison power</a>
Energy calculations reset	Resets the savings counter parameters, eg. <a href="#">45.04 Saved energy...</a> <a href="#">45.10 Total saved CO2</a> .	<a href="#">45.21 Energy calculations reset</a>
Currency	Defines the currency unit you want to use in energy calculations.	



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

1. Π. Β. Μαλατέστας, «Ηλεκτρική Κίνηση», 4η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2015
2. Π. Β. Μαλατέστας, Ηρ. Αθ. Βυλλιώτης, «Εργαστηριακές Ασκήσεις Ηλεκτρικής Κίνησης», Εκδόσεις Τζιόλα, 2005
3. Stephen J. Charman «ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ»,», 4η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2013
4. Dorf Richard C., Bishop Robert H., Σύγχρονα Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου, 13η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2017
5. Μανιάς ΣΤ. , Ηλεκτρονικά Ισχύος, ΚΑΛΑΜΑΡΑ ΕΛΛΗ, 2η Έκδοση, 2017
6. Ντοκόπουλος Πέτρος, Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις καταναλωτών μέσης και χαμηλής τάσης, 2η Έκδοση, Ζήτη Πελαγία & Σια Ι.Κ.Ε , 1992
7. Μπιτζιώνης Βασίλειος Δ. , Βιομηχανικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, 2η Έκδοση, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Α.Ε, 2014

### **Διαδικτυακή Βιβλιογραφία**

1. <https://www.abb.gr>
2. <https://library.e.abb.com>
3. <https://www.wikipedia.org>
4. <https://www.siemens.com>
5. <https://www.vfds.org>
6. <https://www.iec.ch>

