**Τεχνική Προδιαγραφή για ομαλούς εκκινητές με έλεγχο και στις 3 φάσεις και προστασία του κινητήρα (για εγκαταστάσεις αντλητικών συγκροτημάτων)**

[**1.**  **Εισαγωγή** 3](#_Toc519162499)

[**2.**  **Συμμόρφωση με τα πρότυπα** 3](#_Toc519162500)

[**3.**  **Λειτουργικά χαρακτηριστικά** 3](#_Toc519162501)

[**3.1.** **Γενικά χαρακτηριστικά** 3](#_Toc519162502)

[**3.2. Επικοινωνία με τον χρήστη** 4](#_Toc519162503)

[**3.3. Συνθήκες περιβάλλοντος** 4](#_Toc519162504)

[**3.4. Δυνατότητες εκκίνησης, στάσης και λειτουργίας** 5](#_Toc519162505)

[**3.5. Λειτουργίες προστασίας ομαλού εκκινητή** 6](#_Toc519162506)

[**3.6. Λειτουργίες προστασίας κινητήρα και φορτίου** 6](#_Toc519162507)

[**3.7. Ενσωματωμένες προειδοποιήσεις** 7](#_Toc519162508)

[**3.8. Διάγνωση σφαλμάτων** 8](#_Toc519162509)

# **1. Εισαγωγή**

Η παρούσα προδιαγραφή περιγράφει την απαιτούμενη απόδοση, λειτουργικές και κατασκευαστικές απαιτήσεις και απαιτήσεις εγκατάστασης ομαλού εκκινητή κατάλληλου για την εκκίνηση κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα χαμηλής τάσης.

# **2. Συμμόρφωση με τα πρότυπα**

Ο ομαλός εκκινητής θα πρέπει να είναι σχεδιασμένος, κατασκευασμένος και δοκιμασμένος σύμφωνα με τα παρακάτω διεθνή και ευρωπαϊκά πρότυπα :

IEC EN 60947-1

EN 60947-4-2

και παράλληλα να συμμορφώνεται με την οδηγία «Εξοπλισμού Χαμηλής Τάσης» 2006/95/EC και την οδηγία «Οδηγία Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας» (EMC) Νο. 2004/108 EC.

# **3. Λειτουργικά χαρακτηριστικά**

Ο ομαλός εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει κατ’ ελάχιστο τα χαρακτηριστικά, λειτουργίες και ρυθμίσεις που περιγράφονται παρακάτω με στόχο τον ακριβή έλεγχο της εκκίνησης και του σταματήματος του κινητήρα καθώς και την καλύτερη δυνατή προστασία αυτού αλλά και της εγκατάστασης

## **3.1. Γενικά χαρακτηριστικά**

* Τάση τροφοδοσίας κινητήρα 208-600 VAC, 50/60 Hz ή 208-690 VAC, 50/60 Hz.

* Τάση ελέγχου 100-250 V AC, 50/60 Hz.
* Ενσωματωμένα ρελέ by-pass για εξοικονόμηση ενέργειας και επιμήκυνση του χρόνου ζωής του ομαλού εκκινητή.
* Δυνατότητα συνδεσμολογίας «εντός του τριγώνου».
* Ενσωματωμένη σειριακή επικοινωνία Modbus RTU και δυνατότητα επιπλέον επικοινωνίας με άλλα πρωτόκολλα (Ethernet, Profibus κ.α.), με τη χρήση πρόσθετης κάρτας.
* Τρεις κατ’ ελάχιστον προγραμματιζόμενες ψηφιακές έξοδοι (μεταγωγικές τύπου ρελέ), 250 V AC/24 VDC, 1,5A AC-15 (Ue=250 V) όπου κάθε μια μπορεί να σηματοδοτήσει τη Λειτουργία (Run), την Ολοκλήρωση της ράμπας εκκίνησης (TOR), καθώς και ένα Συμβάν (Event). Το Συμβάν μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να σηματοδοτεί Προστασία (Protection), Σφάλμα (Fault) ή Προειδοποίηση (Warning).
* Μια κατ’ ελάχιστον προγραμματιζόμενη αναλογική έξοδος 0...10 V, 0...10 mA, 0...20 mA, 4...20 mA για την ένδειξη μεγεθών όπως Ρεύμα κινητήρα (A), Τάση τροφοδοσίας (V), Ενεργός ισχύς (kW) ή (HP), Άεργος ισχύς (kVAr), Φαινόμενη ισχύς (kVA), Ενεργός ενέργεια (kWh), Άεργος ενέργεια (kVArh), συνφ, Θερμοκρασία κινητήρα (%), Θερμοκρασία Thyristor (%), Τάση κινητήρα (%), Συχνότητα τροφοδοσίας (Hz), Θερμοκρασία PT100 (%), Αντίσταση PTC (Ohm)

## **3.2. Επικοινωνία με τον χρήστη**

Ο ομαλός εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει αποσπώμενο, φωτιζόμενο, στεγανό χειριστήριο (ΙΡ 66) με οθόνη LCD, γραφικά και εικονίδια απεικόνισης των λειτουργιών και μενού στην Ελληνική και την Αγγλική γλώσσα. Η οθόνη LCD θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 8 σειρών με 20 χαρακτήρες σε κάθε σειρά.

Στη θέση του πληκτρολογίου θα πρέπει να υπάρχουν κατ’ ελάχιστο 10 πλήκτρα, 4 για πλοήγηση στο μενού, 2 για την επιλογή λειτουργιών, 2 για την εκκίνηση και στάση του κινητήρα, 1 για την επιλογή μεταξύ τοπικού ελέγχου από το χειριστήριο (Local) ή ελέγχου από απόσταση, μέσω της κλεμοσειράς ελέγχου ή του πρωτοκόλλου επικοινωνίας (Remote) και 1 πλήκτρο βοήθειας.

Το χειριστήριο θα πρέπει επίσης να διαθέτει 4 τουλάχιστον λυχνίες τύπου LED που να παρέχουν επιπλέον γρήγορη πληροφόρηση για τα ακόλουθα:

* **Πράσινο LED σήμανση Ready** – Σήμανση παρουσίας βοηθητικής και κύριας τάσης τροφοδοσίας
* **Πράσινο LED σήμανση Run** – Σήμανση λειτουργίας

* **Κίτρινο LED σήμανση Protection** – Σήμανση ενεργής λειτουργίας προστασίας
* **Κόκκινο LED σήμανση Fault** – Σήμανση σφάλματος

Ακόμα τo χειριστήριο θα πρέπει να διαθέτει εσωτερική μνήμη για την αποθήκευση συμβάντων (με δυνατότητα καταγραφής των 100 τελευταίων συμβάντων σε χρονολογική σειρά), αλλά και για την αντιγραφή των παραμέτρων λειτουργίας από ένα εκκινητή σε ένα άλλο.

Τέλος θα πρέπει να διαθέτει θύρα Mini USB για επικοινωνία με PC

## **3.3. Συνθήκες περιβάλλοντος**

* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει επιβερνικωμένες ηλεκτρονικές κάρτες για αυξημένη προστασία σε επιβαρυμένα από σκόνη και υγρασία περιβάλλοντα.
* Ο εκκινητής θα πρέπει να μπορεί να λειτουργεί σε θερμοκρασίες από -25 οC έως +60 οC με μέγιστη επιτρεπτή μεταβολή των ονομαστικών του μεγεθών κατά 0,8% ανά οC, για λειτουργία πάνω από τους 40 οC.
* Ο εκκινητής θα πρέπει να μπορεί να λειτουργεί σε υψόμετρο μέχρι και τα 4.000m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας με μέγιστη επιτρεπτή μεταβολή των ονομαστικών του μεγεθών κατά 0,67% ανά m, για λειτουργία πάνω από τα 1.000m.

## **3.4. Δυνατότητες εκκίνησης, στάσης και λειτουργίας**

* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει ενσωματωμένο μικροεπεξεργαστή, προγραμματισμένο για ομαλή εκκίνηση και στάση κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα.
* Η λειτουργία του κινητήρα θα ελέγχεται από τα θυρίστορ και στις τρεις φάσεις, τόσο στην εκκίνηση όσο και στη στάση. Θα πρέπει να έχει ηλεκτρονική θερμική προστασία διπλής ρύθμισης για την εκκίνηση και την λειτουργία.
* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τη δυνατότητα ελέγχου της ροπής (torque control) ώστε να μειώνεται το υδραυλικό πλήγμα κατά το σταμάτημα της αντλίας.
* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει προηγμένη προστασία για τον κινητήρα και τον ίδιο τον εκκινητή με ενσωματωμένη ηλεκτρονική θερμική προστασία από υπερφόρτιση, υπερένταση, υποφόρτιση, προστασία από ασυμμετρία φάσεων, αντιστροφή φάσεων και υπερφόρτιση των θυρίστορ. Η προστασία υπερφόρτισης θα επιτυγχάνεται μέσω προσομοίωσης της θερμοκρασίας του κινητήρα από το μετρούμενο ρεύμα. Επιπρόσθετα θα πρέπει να υπάρχει επίβλεψη των τυλιγμάτων του κινητήρα μέσω θερμίστορ PTC και δυνατότητα επιτήρησης του κλειδώματος του ρότορα.
* Πριν και κατά την εκκίνηση ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τις ακόλουθες δυνατότητες:
* Πέδηση κατά τη στάση, ώστε ο κινητήρας να μη μπορεί να περιστρέφεται όσο είναι σταματημένος
* Προθέρμανση του κινητήρα πριν την εκκίνηση, ώστε να απομακρύνεται η υγρασία.
* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τη δυνατότητα για διαδοχική εκκίνηση μέχρι και 3 διαφορετικών κινητήρων.
* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τη δυνατότητα καθαρισμού αντλιών.
* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τη δυνατότητα παροχής πρόσθετης ροπής κατά την εκκίνηση (kick start) για την εκκίνηση φορτίων με μεγάλη αδράνεια
* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τη δυνατότητα αργής εκκίνησης και προς τις δύο φορές περιστροφής ώστε να εκκινεί με σωστό και ομαλό τρόπο το φορτίο.
* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τις ακόλουθες ράμπες εκκίνησης:
* Ράμπα ελέγχου τάσης
* Ράμπα ελέγχου ροπής
* Ράμπα πλήρους τάσης
* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τις ακόλουθες δυνατότητες περιορισμού του ρεύματος:
* Περιορισμός ρεύματος
* Περιορισμός ρεύματος δύο σταδίων
* Περιορισμός ρεύματος με ράμπα
* Κατά τη λειτουργία ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τις ακόλουθες δυνατότητες:
* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τη δυνατότητα να λειτουργήσει και με έλεγχο στις δύο φάσεις σε περίπτωση που έχουν πρόβλημα τα θυρίστορ της μίας φάσης.
* Κατά τη στάση ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τις ακόλουθες δυνατότητες:
* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τη δυνατότητα αυτόματης επαναφοράς
* Ο εκκινητής θα πρέπει να διαθέτει τις ακόλουθες ράμπες στάσης:
* Ράμπα ελέγχου τάσης
* Ράμπα ελέγχου ροπής
* Δυναμικό φρενάρισμα

## **3.5. Λειτουργίες προστασίας ομαλού εκκινητή**

Ο ομαλός εκκινητής θα περιλαμβάνει προστασία υπερφόρτισης η οποία προστατεύει τα θυρίστορς από υπερβολές του φορτίου ώστε να διασφαλίζεται η αξιοπιστία στη λειτουργία του εξοπλισμού και των ηλεκτρικών εξαρτημάτων.

## **3.6. Λειτουργίες προστασίας κινητήρα και φορτίου**

Οι λειτουργίες προστασίες κινητήρα και φορτίου θα είναι εξ’ ολοκλήρου ενσωματωμένες στον ομαλό εκκινητή και σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να αναστέλλονται με την χρήση εσωτερικού ή εξωτερικού ρελέ παράκαμψης (by-pass).

Οι ακόλουθες λειτουργίες προστασίας θα είναι διαθέσιμες κατ’ ελάχιστον, θα επιλέγονται εντελώς ανεξάρτητα ενώ θα υπάρχει δυνατότητα απενεργοποίησης:

* **Ηλεκτρονική θερμική προστασία κινητήρα:** Για την λειτουργία θα υπάρχει δυνατότητα απενεργοποίησης και δυνατότητα επιλογής χειροκίνητης ή αυτόματης επαναφοράς (Reset). Όταν είναι ενεργή θα διαθέτει επιλογή κλάσης της καμπύλης υπερφόρτισης (Class 10A, 10, 20, 30). Η προστασία θα βασίζεται σε καταχωρητή θερμικής μνήμης που θα την κρατάει ενεργή μέχρι ο κινητήρας που υπερφορτίστηκε να επανέλθει σε φυσιολογικές θερμοκρασίες. Η θερμική μνήμη διατηρείται για 2 ώρες χωρίς τροφοδοσία. Επιπρόσθετα θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα επίβλεψης των τυλιγμάτων του κινητήρα μέσω θερμίστορ PTC ή αισθητήρα Pt100
* **Αναστροφή φάσεων:** Ο ομαλός εκκινητής θα μπορεί να λειτουργεί χωρίς πρόβλημα ανεξάρτητα από την ακολουθία των φάσεων στην είσοδο.
* **Προστασία από χαμηλή φόρτιση κινητήρα:** Για την λειτουργία θα υπάρχει δυνατότητα απενεργοποίησης και δυνατότητα επιλογής χειροκίνητης ή αυτόματης επαναφοράς (Reset). Η λειτουργία θα μπορεί να ενεργοποιηθεί είτε με επιτήρηση του ρεύματος του κινητήρα (ρύθμιση 0,2-0,9 x Ιον του κινητήρα), ή με επιτήρηση του συνφ του κινητήρα (ρύθμιση 0,0-1,0 x συνφ του κινητήρα). Η προστασία είναι απαραίτητη για έλεγχο απώλειας φορτίου (πχ κομμένος ιμάντας σε ανεμιστήρες με ιμαντοκίνηση, λειτουργία αντλίας εν κενώ κλπ.)
* **Προστασία από μηχανικό μπλοκάρισμα ρότορα:** Για την λειτουργία θα υπάρχει δυνατότητα απενεργοποίησης και δυνατότητα επιλογής χειροκίνητης ή αυτόματης επαναφοράς (Reset). Όταν είναι ενεργή θα διαθέτει ρύθμιση μεταξύ 0,5-8,0 x Ιον του κινητήρα.
* **Προστασία από υπέρβαση του μέγιστου αριθμού εκκινήσεων ανά ώρα:** Για τη λειτουργία αυτή θα υπάρχει δυνατότητα απενεργοποίησης και δυνατότητα επιλογής χειροκίνητης ή αυτόματης επαναφοράς (Reset). Όταν είναι ενεργή θα διαθέτει ρύθμιση μεταξύ 1 ... 100 εκκινήσεων ανά ώρα.
* **Προστασία από σφάλμα ως προς γη:** Για την λειτουργία θα υπάρχει δυνατότητα απενεργοποίησης και δυνατότητα επιλογής χειροκίνητης ή αυτόματης επαναφοράς (Reset). Όταν είναι ενεργή παρακολουθεί την απόλυτη τιμή του διανυσματικού αθροίσματος των ρευμάτων γραμμής των 3 φάσεων και όταν αυτή πάρει μεγάλες τιμές η προστασία ενεργοποιείται. Η προστασία αυτή αφορά μόνο στον εξοπλισμό και δε συνιστά προστασία προσωπικού.
* **Προστασίες από υπέρταση και υπόταση:** Για τις λειτουργίες αυτές θα υπάρχει δυνατότητα απενεργοποίησης και δυνατότητα επιλογής χειροκίνητης ή αυτόματης επαναφοράς (Reset). Όταν είναι ενεργές θα διαθέτουν ρύθμιση μεταξύ 165 ... 850V. Όταν η τάση του δικτύου ξεπερνά (υπέρταση) ή πέφτει κάτω από το όριο (υπόταση) η προστασία ενεργοποιείται.
* **Προστασίες από ασυμμετρία τάσης και ρεύματος:** Για τις λειτουργίες αυτές θα υπάρχει δυνατότητα απενεργοποίησης και δυνατότητα επιλογής χειροκίνητης ή αυτόματης επαναφοράς (Reset). Όταν είναι ενεργές θα διαθέτουν ρύθμιση μεταξύ 10 ... 80% για τη μέγιστη επιτρεπτή ασυμμετρία ρεύματος μεταξύ φάσεων και μεταξύ 1 ... 100% για τη μέγιστη επιτρεπτή ασυμμετρία τάσης μεταξύ φάσεων.

## **3.7. Ενσωματωμένες προειδοποιήσεις**

Ο ομαλός εκκινητής θα πρέπει κατ’ ελάχιστο να διαθέτει τις παρακάτω προειδοποιήσεις:

* **Συνολική αρμονική παραμόρφωση THD(U)**

Η ρύθμιση θα πρέπει να είναι μεταξύ 1% - 10% THD(U).

* **Μέγιστος αριθμός εκκινήσεων**

Η ρύθμιση θα πρέπει να είναι μεταξύ 1-65535. Όταν ξεπεραστεί το όριο που έχει τεθεί (π.χ. για λόγους συντήρησης) η προειδοποίηση θα πρέπει να παραμένει ενεργή μέχρι να γίνει επαναφορά (Reset)

* **Χρόνος λειτουργίας κινητήρα**

Η ρύθμιση θα πρέπει να είναι μεταξύ 1-100.000h. Όταν ξεπεραστεί το όριο που έχει τεθεί (π.χ. για λόγους συντήρησης) η προειδοποίηση θα πρέπει να παραμένει ενεργή μέχρι να γίνει επαναφορά (Reset)

* **Υπερφόρτιση thyristor**

Η προειδοποίηση αυτή θα πρέπει να είναι εμφανίζεται όταν η θερμοκρασία των thyristors ξεπεράσει το 90% του ορίου διακοπής

* **Εκτιμώμενος χρόνος ενεργοποίησης θερμικής προστασίας**

Η ρύθμιση θα πρέπει να είναι μεταξύ 1-1.000s. Ο χρόνος αυτός είναι ο χρόνος για τον οποίο η προειδοποίηση θα εμφανίζεται στην οθόνη, πριν από την ενεργοποίηση της θερμικής προστασίας

## **3.8. Διάγνωση σφαλμάτων**

Ο ομαλός εκκινητής θα πρέπει κατ’ ελάχιστο παρέχει τις παρακάτω διαγνώσεις σφαλμάτων για την καλύτερη δυνατή προστασία του αλλά και για την προστασία της εγκατάστασης. Όταν συμβαίνει σφάλμα αυτό θα πρέπει να εμφανίζεται άμεσα στην οθόνη με την αντίστοιχη κωδικοποίηση του.

* **Υπερθέρμανση εκκινητή** Η μέτρηση θα πρέπει να είναι άμεση με αισθητήριο θερμοκρασίας στα θυρίστορς.
* **Απώλεια φάσης** στην τάση τροφοδοσίας.
* **Σφάλμα θυρίστορ** που επιτηρεί διέλευση ρεύματος όταν ο εκκινητής δεν λειτουργεί λόγω βραχυκυκλωμένου θυρίστορ ή ρελέ παράκαμψης (by-pass).
* **Προβληματικό δίκτυο** που επιτηρεί διαταραχές στην τάση τροφοδοσίας
* **Απώλεια φάσης στην έξοδο** που επιτηρεί διακοπή της σύνδεση του εκκινητή με τον κινητήρα
* **Σφάλμα σειριακής επικοινωνίας** που επιτηρεί τις εντολές που δέχεται ο εκκινητής μέσω σειριακού δικτύου όταν έχει επιλεγεί έλεγχος μέσω αυτού
* **Σφάλμα βοηθητικής τάσης**

* **Υψηλό ρεύμα εξόδου** όταν για οποιοδήποτε λόγο το ρεύμα στην έξοδο ξεπεράσει κατά 8 φορές το ονομαστικό ρεύμα για χρόνο μεγαλύτερο των 200ms.

Ενδεικτικός τύπος: ABB PSTX