**Τεχνική Προδιαγραφή Μετατροπέων Συχνότητας**

**Για εφαρμογές HVAC**

Η παρούσα προδιαγραφή περιγράφει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά Μετατροπέων

Συχνότητας (Ρυθμιστές Στροφών, Drives) κατάλληλων για χρήση με τυπικούς επαγωγικούς κινητήρες χαμηλής τάσης εναλλασσόμενου ρεύματος (IEC AC induction motors), σύγχρονους κινητήρες μαγνητικής αντίστασης ΙΕ4 (SynRM) και κινητήρες μόνιμης μαγνήτισης (PM)

Τυχόν αποκλίσεις από την προδιαγραφή πρέπει να σημειώνονται προς έγκριση

**Περιεχόμενα**

Κεφάλαιο 1: Γενικά 3

1.1 Ορολογία 3

Κεφάλαιο 2: Απαιτήσεις από τον κατασκευαστή 4

2.1 Πιστοποιήσεις 4

2.2 Εμπειρία και πρακτικές 4

Κεφάλαιο 3: Απαιτήσεις από το προϊόν 5

3.1 Σημάνσεις και συμμορφώσεις με διεθνή πρότυπα 5

3.1.1 Σήμανση CE 5

3.1.2 Περιβαλλοντικές Απαιτήσεις 5

3.1.3 Προϊοντικά Πρότυπα για Ρυθμιστές Στροφών 5

3.1.4 Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC) 6

3.1.5 Αρμονικές 7

3.1.6 Λειτουργική ασφάλεια 7

3.1.7 Σχετικά πρότυπα 8

3.2 Τρόποι τοποθέτησης, βαθμοί προστασίας και συνθήκες λειτουργίας 8

3.2.1 Θερμοκρασίες αποθήκευσης και λειτουργίας 8

3.2.2 Υψόμετρο 9

3.2.3 Μέθοδος τοποθέτησης και βαθμός προστασίας 9

3.2.4 Σχετική υγρασία 10

3.2.5 Δονήσεις 10

3.2.6 Επίπεδα μόλυνσης 10

3.3 Τροφοδοσία και δίκτυο 10

3.4 Έξοδος μετατροπέα 11

3.5 Έλεγχος κινητήρα 11

3.6 Συντήρηση του μετατροπέα 13

3.7 Τεχνικά χαρακτηριστικά του μετατροπέα ρυθμιζόμενα από το χρήστη 13

3.7.1 Γενικά 13

3.7.2 Αναλογικές Είσοδοι/Έξοδοι 13

3.7.3 Ψηφιακές Είσοδοι/Έξοδοι 14

3.7.4 Πρόσθετες δυνατότητες Εισόδων/Εξόδων 15

3.8 Τεχνικά χαρακτηριστικά του λογισμικού μετατροπέα ρυθμιζόμενα από το χρήστη 15

3.8.1 Γενικά 15

3.8.2 Χρονικές λειτουργίες 16

3.8.3 Έλεγχος PID 17

3.8.4 Προγραμματισμός με function blocks 17

3.9 Λειτουργίες προστασίας 18

3.10 Τεκμηρίωση 18

3.11 Εγγύηση 19

Κεφάλαιο 4 Επικοινωνία με το χρήστη 20

4.1 Χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου 20

4.2 Σειριακές επικοινωνίες 21

# Κεφάλαιο 1: Γενικά

Τεχνική προδιαγραφή Μετατροπέων Συχνότητας (drives) για φορτία μεταβλητής ροπής που αφορούν σε εφαρμογές ψύξης, θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού (HVAC). Ο μετατροπέας θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί και να πληροί τις προδιαγραφές για χρήση σε δημόσια δίκτυα χαμηλής τάσης. Μετατροπείς που έχουν σχεδιαστεί μόνο για βιομηχανικά ηλεκτρολογικά δίκτυα, δεν θα γίνονται αποδεκτοί.

## Ορολογία

* VSD (Variable Speed Drive) – Ρυθμιστής στροφών
* VFD (Variable Frequency Drive) – Μετατροπέας συχνότητας
* Χειριστήριο Παραμετροποίησης και Ελέγχου. Συνήθως βρίσκεται στην πρόσοψη του ρυθμιστή ή στην πόρτα του πεδίου μέσα στο οποίο είναι εγκατεστημένος
* Ερμάριο (πεδίο) – Περίβλημα μέσα στο οποίο μπορεί να ενσωματωθεί ο ρυθμιστής στροφών
* BAS (Building Automation System) – Σύστημα Αυτοματισμού Κτιρίων
* BMS (Building Management System) – Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίων
* DDC (Direct Digital Controller) – Ψηφιακός Ελεγκτής που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ολόκληρου του κτιρίου ή/και μέρος του συστήματος HVAC
* PDS (Power Drive System) – Σύστημα Μετάδοσης Ισχύος
* Κινητήρας – Κοινός επαγωγικός κινητήρας (ΙΜ), ή κινητήρας μονίμων μαγνητών (PM), ή σύγχρονος κινητήρας σύνθετης μαγνητικής αντίστασης (SynRM), τυπικά με κλάσεις ενεργειακής απόδοσης ΙΕ2, ΙΕ3 ή ΙΕ4
* Διακόπτης – Τυπικά MCCB ή Μικροαυτόματος S200 B/C (MCB)
* MCCB (Molded Case Circuit Breaker) – Αυτόματος διακόπτης ισχύος κλειστού τύπου
* MCB (Miniature Circuit Breaker) – Μικροαυτόματος διακόπτης
* ULH drive (Ultra-Low Harmonics drive) – Ρυθμιστής Εξαιρετικά Χαμηλών Αρμονικών, με τυπικό THD(Ι) κάτω του 3%
* THD(Ι) – Total Harmonic Distortion – Συνολική Αρμονική Παραμόρφωση (ρεύματος)

# Κεφάλαιο 2: Απαιτήσεις από τον κατασκευαστή

## 2.1 Πιστοποιήσεις

* Ο κατασκευαστής του μετατροπέα θα πρέπει να διαθέτει έγκυρη πιστοποίηση ISO 9001: 2015 και να έχει διαθέσιμο ένα ισχύον σύστημα διασφάλισης ποιότητας και σχετικό πιστοποιητικό από ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης
* Ο κατασκευαστής του μετατροπέα θα πρέπει να διαθέτει έγκυρη πιστοποίηση ISO 14001:2015 και να έχει διαθέσιμο σχετικό πιστοποιητικό από ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης
* Ο κατασκευαστής του μετατροπέα θα πρέπει να διαθέτει Σύστημα Διαχείρισης Υγιεινής & Ασφάλειας στην Εργασία και έγκυρα πιστοποιητικά OHSAS 18001:2007 ή ISO 45001 από ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης
  + Ο κατασκευαστής του μετατροπέα θα πρέπει να διαθέτει Σύστημα Διαχείρισης Λειτουργικής Ασφάλειας και έγκυρο πιστοποιητικό IEC 61508-1 από ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης

## Εμπειρία και πρακτικές

* Ο κατασκευαστής του μετατροπέα πρέπει να διαθέτει ένα διεθνές δίκτυο εξυπηρέτησης πελατών
* Ο κατασκευαστής πρέπει επίσης να είναι σε θέση να παράγει ταυτόσημα προϊόντα σε περισσότερες από μία τοποθεσίες, προκειμένου να διασφαλίζει την παραγωγή ανά πάσα στιγμή
* Ακόμα πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον 40 χρόνια εμπειρίας στο σχεδιασμό και την κατασκευή μετατροπέων, καθώς και επαρκή επιχειρησιακό όγκο, ώστε να παρέχει αξιοπιστία στις δεσμεύσεις του και ικανότητα μακροπρόθεσμης υποστήριξης.
* Τέλος πρέπει να μπορεί να προσφέρει υπηρεσίες διάθεσης ανταλλακτικών, συμβολαίων συντήρησης και service του προϊόντος από εξειδικευμένους μηχανικούς, σε αποθήκες και εργαστήρια ελέγχου και επισκευών σε μια τουλάχιστον πόλη στην Ν. Ελλάδα και μια τουλάχιστον πόλη στην Β. Ελλάδα, για την αρτιότερη γεωγραφική κάλυψη του συνόλου της επικράτειας.

# Κεφάλαιο 3: Απαιτήσεις από το προϊόν

## 3.1 Σημάνσεις και συμμορφώσεις με διεθνή πρότυπα

### Σήμανση CE

Ο μετατροπέας θα πρέπει να συμμορφώνεται με τις ακόλουθες οδηγίες, οι οποίες απαιτούνται για την απόκτηση του Σήματος CE:

1. Οδηγία Χαμηλής Τάσης LVD 2014/35/EU του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
2. Οδηγία Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας (EMC) 2014/30/EU του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
3. Οδηγία Μηχανημάτων 2006/42/EC του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Μια Δήλωση Συμμόρφωσης του κατασκευαστή που επιβεβαιώνει τη συμμόρφωση με τις υποχρεωτικές οδηγίες, πρέπει να είναι διαθέσιμη και προσβάσιμη στο κοινό. Η Δήλωση Συμμόρφωσης με την Οδηγία Μηχανημάτων πρέπει να προσδιορίζει το πρόσωπο, που είναι εξουσιοδοτημένο, να συντηρεί τον τεχνικό φάκελο λειτουργιών ασφαλείας, για τον μετατροπέα συχνότητας, τα στοιχεία επικοινωνίας του οποίου, πρέπει να περιλαμβάνονται στη Δήλωση Συμμόρφωσης του Κατασκευαστή.

Ο μετατροπέας συχνότητας θα πρέπει να φέρει την επωνυμία και την ταχυδρομική διεύθυνση του κατασκευαστή τυπωμένα επάνω στην ετικέτα, με τον τύπο του μετατροπέα και στην ετικέτα συσκευασίας, σύμφωνα με την Οδηγία Χαμηλής Τάσης LVD 2014/35 / ΕΕ. Τα στοιχεία επικοινωνίας θα πρέπει να είναι καθαρά τυπωμένα και να μην μπορούν να αφαιρεθούν από το μετατροπέα. Μετατροπείς χωρίς το όνομα του κατασκευαστή και τα στοιχεία επικοινωνίας δεν θα γίνονται αποδεκτοί.

### Περιβαλλοντικές Απαιτήσεις

Ο μετατροπέας θα πρέπει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις της Οδηγίας RoHSII 2011/65/EU σχετικά με τον Περιορισμό Επικίνδυνων Ουσιών σε Ηλεκτρολογικό & Ηλεκτρονικό Εξοπλισμό.

Ο μετατροπέας θα πρέπει να ανακυκλώνεται εύκολα. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να παρέχει στη διάθεση του κοινού τις οδηγίες ανακύκλωσης. Οι οδηγίες ανακύκλωσης θα πρέπει να παρέχουν πληροφορίες σύμφωνα με την Οδηγία 2012/19/EU (WEEE) σχετικά με Απόβλητα Ηλεκτρολογικού & Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού

### Προϊοντικά Πρότυπα για Ρυθμιστές Στροφών

Οι ρυθμιστές στροφών θα πρέπει να συμμορφώνονται με τις τεχνικές απαιτήσεις που καθορίζονται στο πρότυπο IEC/EN 61800-5-1:2007 (Συστήματα μετάδοσης ισχύος ρυθμιζόμενης ταχύτητας – Μέρος 5-1: Απαιτήσεις ασφάλειας - Ηλεκτρικές, Θερμικές και Ενεργειακές). H δήλωση συμμόρφωσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμη και να έχει εκδοθεί από ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης. Δηλώσεις συμμόρφωσης του κατασκευαστή δεν είναι αποδεκτές.

Το πρότυπο IEC/EN 61800-5-1:2007 καθορίζει τις απαιτήσεις ασφαλείας (Ηλεκτρικές, Θερμικές και Ενεργειακές) για Συστήματα μετάδοσης ισχύος ρυθμιζόμενης ταχύτητας και επομένως υπερισχύει των γενικών προτύπων για τις απαιτήσεις ασφαλείας.

Οι μετατροπείς θα πρέπει επίσης να συμμορφώνονται με το πρότυπο SEMI F47, της βιομηχανίας ημιαγωγικών στοιχείων σχετικά με πτώσεις τάσης. H δήλωση συμμόρφωσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμη και να έχει εκδοθεί από ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης.

### Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC)

Οι μετατροπείς θα πρέπει να συμμορφώνονται με τις τεχνικές απαιτήσεις που καθορίζονται στα πρότυπα IEC/EN 61800-3:2004/Α1:2011 και EN 61800-3:2004/A1:2012 (Συστήματα μετάδοσης ισχύος ρυθμιζόμενης ταχύτητας – Μέρος 3: Απαιτήσεις ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας και σχετικές μέθοδοι δοκιμών). H δήλωση συμμόρφωσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμη και να έχει εκδοθεί από ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης. Δηλώσεις συμμόρφωσης του κατασκευαστή δεν είναι αποδεκτές.

To πρότυπο IEC/EN 61800-3 καθορίζει τις απαιτήσεις ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EMC) και των σχετικών μεθόδων δοκιμών, για Συστήματα μετάδοσης ισχύος ρυθμιζόμενης ταχύτητας, χαμηλής τάσης και επομένως υπερισχύει γενικών προτύπων ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EMC) και δοκιμών ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας. Τέτοια γενικά πρότυπα δεν έχουν εφαρμογή σε Συστήματα Μετάδοσης Ισχύος (PDS), αφού δε θέτουν απαιτήσεις για το πλήρες σύστημα. Αντίθετα, το πρότυπο IEC/EN 61800-3 θέτει απαιτήσεις σχετικά με την ηλεκτρομαγνητική ανοσία και τις εκπομπές για την πλήρη εγκατάσταση κινητήρα, καλωδίου και μετατροπέα.

* Θα πρέπει να είναι δυνατή η αποσύνδεση των φίλτρων EMC χωρίς τη χρήση ειδικών εργαλείων, για την περίπτωση ηλεκτρικών συστημάτων ΤΝ (γωνιακά γειωμένα συστήματα) και ΙΤ (αγείωτα συστήματα).
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να συμμορφώνεται με την οδηγία EMC της Ευρωπαϊκής Ένωσης για Ηλεκτρομαγνητική Συμβατότητα 2014/30/ΕΕ, που αποτελεί προαπαιτούμενο για τη σήμανση CE
* Όλοι οι μετατροπείς προκειμένου να συμμορφώνονται με το πρότυπο ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EMC) (EN 61800-3), θα πρέπει να διαθέτουν ενσωματωμένα φίλτρα EMC/RFI στη βασική του έκδοση (όχι ως πρόσθετα προαιρετικά εξαρτήματα) ως ακολούθως:
* Κατ’ ελάχιστον κατηγορία C2 (δημόσια δίκτυα με πολλούς καταναλωτές), για τους μετατροπείς όλων των εκδόσεων με ονομαστικές ισχείς έως 250kW
* Κατ’ ελάχιστον κατηγορία C3 (βιομηχανικά ιδιωτικά δίκτυα), για τους μετατροπείς όλων των εκδόσεων με ονομαστικές ισχείς άνω των 250kW
* Η συμμόρφωση με το πρότυπο EN 61800-3 τόσο για κατηγορία C2 όσο και για κατηγορία C3 θα πρέπει να πληρείται για μέγιστο μήκος καλωδίων (μεταξύ μετατροπέα και κινητήρα) τουλάχιστον 100 μέτρα.
* Για τη έκδοση με βαθμό προστασίας IP55 θα πρέπει να είναι διαθέσιμη η επιλογή για ενσωματωμένο φίλτρο EMC κατηγορίας C1, για ισχείς έως 55kW.
* Οι μετατροπείς πρέπει να είναι εξοπλισμένοι με κατάλληλες διατάξεις για την ορθή γείωση των καλωδίων τροφοδοσίας, των καλωδίων του κινητήρα και των καλωδίων ελέγχου ώστε να εξασφαλίζεται η ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC - κλωβός Faraday) χωρίς την ανάγκη χρήσης πρόσθετων εξαρτημάτων

### Αρμονικές

Οι μετατροπείς πρέπει να συμμορφώνονται με τις τεχνικές απαιτήσεις που καθορίζονται στο πρότυπο IEC/EN 61000-3-12:2011 (Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC) – Μέρος 3-12: Όρια – Όρια για τις αρμονικές ρεύματος που παράγονται από εξοπλισμό, εγκατεστημένο σε δημόσια δίκτυα χαμηλής τάσης, με ρεύμα εισόδου >16 A και ≤75 A ανά φάση. Σχετική δήλωση συμμόρφωσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμη από τον κατασκευαστή

Μετατροπείς με ρεύμα εισόδου ≤16 A που συνδέονται σε δημόσια δίκτυα χαμηλής τάσης, δεν εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του IEC/EN 61000-3-12:2011, αλλά σε αυτό του IEC/EN 61000-3-2:2018. Σχετική δήλωση συμμόρφωσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμη από τον κατασκευαστή

Για μετατροπείς με ρεύμα εισόδου> 75 A ανά φάση, που δεν εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του IEC/EN 61000-3-12:2011, ούτε κάποιου αλλού προτύπου, αφού δεν υπάρχει κανένα πρότυπο που να περιορίζει την απόδοση του μετατροπέα σε ότι αφορά στις αρμονικές, αν το ρεύμα εισόδου αυτού είναι >75 A ανά φάση. Έτσι ο κατασκευαστής θα πρέπει να διαθέτει εργαλεία προσομοίωσης των αρμονικών τάσης και ρεύματος που θα εκτιμούν τις αρμονικές στην είσοδο του μετατροπέα, κατά IEC Technical Report 61000-3-4.

Προκειμένου να επιτυγχάνεται ο περιορισμός των αρμονικών οι μετατροπείς θα πρέπει να διαθέτουν ενσωματωμένα στραγγαλιστικά πηνία AC ή DC που να ελαχιστοποιήσουν τη Συνολική Αρμονική Παραμόρφωση (THD). Ειδικά μέχρι την περιοχή ισχύος των 22kW είναι επιθυμητή στο ενδιάμεσο κύκλωμα DC, η χρήση στραγγαλιστικών πηνίων μεταβαλλόμενης επαγωγής για την επίτευξη βέλτιστων αποτελεσμάτων.

Για εφαρμογές όπου πρέπει να ικανοποιούνται ακόμη και τα αυστηρότερα όρια των κατευθυντήριων οδηγιών IEEE519: 1992 και IEEE519: 2014, ο κατασκευαστής θα πρέπει να διαθέτει ειδική σειρά ρυθμιστών Εξαιρετικά Χαμηλών Αρμονικών (Ultra-Low Harmonics), για εφαρμογές HVAC. Σε ένα τέτοιο ρυθμιστή η Συνολική Αρμονική Παραμόρφωση του ρεύματος (THD(Ι)) πρέπει να είναι πάντοτε κάτω από το 3%, σε ένα μη επιβαρυμένο δίκτυο, χωρίς την ανάγκη για πρόσθετα εξαρτήματα. Σχετική δήλωση συμμόρφωσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμη από τον κατασκευαστή

### Λειτουργική ασφάλεια

Εξοπλισμός HVAC, όπως κλιματιστικές μονάδες, πύργοι ψύξης, συμπυκνωτές, συμπιεστές, ενισχυτικοί ανεμιστήρες και αντλίες αλλά και ανεμιστήρες και αντλίες κυκλοφορίας, είναι μηχανήματα σύμφωνα με την Οδηγία Μηχανημάτων 2006//42/EC του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης και επομένως οι μετατροπείς θα πρέπει να διαθέτουν τη λειτουργία "SafeTorqueOff" (STO) που να εξασφαλίζουν επίπεδα ασφαλείας κατ’ ελάχιστο μέχρι SIL 3, SILCL 3 και PL e.

Οι μετατροπείς θα πρέπει να συμμορφώνονται με τα παρακάτω πρότυπα:

IEC 61508:2010; SIL 3

ISO 13849-1:2012; PL e

IEC 62061:2015; SILCL 3

IEC 61800-5-2:2016; SIL 3

H δήλωση συμμόρφωσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμη και να έχει εκδοθεί από ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης. Δηλώσεις συμμόρφωσης του κατασκευαστή δεν είναι αποδεκτές.

### Σχετικά πρότυπα

* Περιληπτικά οι μετατροπείς θα πρέπει να έχουν σήμανση CE με βάση τις ισχύουσες διατάξεις περί Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας (EMC) κατά EN 61800-3:2004 + A1:2012 και την Οδηγία Χαμηλής Τάσης (European Low Voltage Directive) κατά EN 61800-5-1:2007, αλλά και την Οδηγία Μηχανημάτων (European Machinery Directive 2006/42/EC 2nd Edition – June 2010), καθώς και την οδηγία RoHS (ROHS II Directive 2011/65/EU).
* Οι μετατροπείς θα πρέπει επίσης να πληρούν τις προδιαγραφές της συγκεκριμένης κατηγορίας προϊόντων (Power Drive System) και να συμμορφώνονται με τα παρακάτω πρότυπα:
* IEC/EN 60529:1992 + A2: 2013 Degrees of protection provided by enclosures (IP code)
* IEC 60664-1:2007 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems. Part 1: Principles, requirements and tests.
* IEC/EN 61000-3-12:2011 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-12: Limits - Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current
* IEC 61508:2010; SIL 3
* ISO 13849-1:2006; PL e
* IEC 62061:2005; SILCL 3
* IEC 61800-5-2:2007; SIL 3 IEC/EN 61800-5-1:2007 Adjustable speed electrical power drive systems. Part 5-1: Safety requirements – electrical, thermal and energy
* EN 60204-1:2006 + AC:2010 Safety of machinery. Electrical equipment of machines. Part 1: General requirements.
* UL 508C 3rd edition UL Standard for Safety, Power Conversion Equipment, 2nd edition
* Ειδικότερα για τις εκδόσεις Εξαιρετικά Χαμηλών Αρμονικών (Ultra-Low Harmonics) θα πρέπει να πληρούνται και τα πρότυπα:
* IEEE519 (ACH580-31/34/37)
* G5/4 (ACH580-31/34/37)

## 3.2 Τρόποι τοποθέτησης, βαθμοί προστασίας και συνθήκες λειτουργίας

### Θερμοκρασίες αποθήκευσης και λειτουργίας

* Η λειτουργία του μετατροπέα θα πρέπει να είναι συνεχής και χωρίς προβλήματα δε συνεχή θερμοκρασία περιβάλλοντος -15°C έως 50°C (ή έως 55°C για ισχύ από 250kW έως 500kW).
* Τα ονομαστικά μεγέθη θα πρέπει να είναι διαθέσιμα χωρίς υποδιαστασιολόγηση για θερμοκρασία έως 40°C. Για θερμοκρασία από 40°C έως 50°C (ή έως 55°C) τα ονομαστικά μεγέθη μπορούν να είναι διαθέσιμα με υποδιαστασιολόγηση αλλά σε αυτή την περίπτωση απαιτείται εκ νέου υπολογισμός του ονομαστικού ρεύματος.
* Η μεταφορά και αποθήκευση του μετατροπέα πρέπει να επιτρέπεται σε συνεχείς θερμοκρασίες περιβάλλοντος από -40°C έως 70°C.
* Μια δήλωση του κατασκευαστή σχετικά με το ρεύμα εξόδου του μετατροπέα σε διαφορετικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (40°C, 45°C και 50°C) για συνεχή 24ωρη λειτουργία, θα πρέπει να διατίθεται εγγράφως για λόγους σχεδιασμού.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει τη δυνατότητα θέρμανσης του κινητήρα, ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία συμπυκνωμάτων που οδηγεί σε διάβρωση του κινητήρα

### Υψόμετρο

* Οι μετατροπείς θα πρέπει να είναι κατάλληλοι για ασφαλή λειτουργία σε υψόμετρο μέχρι 4000m, σε ηλεκτρικά συστήματα ΤΝ με γείωση ουδετέρου και σε υψόμετρο μέχρι 2000m, σε ηλεκτρικά συστήματα ΤΝ (γωνιακά γειωμένα συστήματα) και ΙΤ (αγείωτα συστήματα).
* Τα ονομαστικά μεγέθη θα πρέπει να είναι διαθέσιμα χωρίς υποδιαστασιολόγηση για υψόμετρο τουλάχιστον έως 1000m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας.
* Η μείωση απόδοσης άνω των 1000 μέτρων πρέπει να είναι μικρότερη από 1% ανά 100m.

### Μέθοδος τοποθέτησης και βαθμός προστασίας

* Για ισχύ έως 250kW επίτοιχη στήριξη ή στήριξη σε ικρίωμα ή στην πλάτη ηλεκτρικού πεδίου (πίνακα).
* Βαθμός προστασίας: IP21 και IP55 (κατ’ επιλογήν), σύμφωνα με το πρότυπο IEC/EN 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013.
* Για τη έκδοση με βαθμό προστασίας IP55 θα πρέπει να είναι διαθέσιμη η επιλογή για γενικό διακόπτη φορτίου, ενσωματωμένο επάνω στο μετατροπέα για ισχείς έως 55kW.
* Ο βαθμός προστασίας του μετατροπέα θα πρέπει να διατηρείται ακόμη και χωρίς το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται πάντοτε η προστασία από τη σκόνη και το νερό
* Θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα τοποθέτησης με κατάλληλες φλάντζες στην πλάτη ηλεκτρικού πίνακα με τον τομέα ψύξης (ψήκτρες) εκτός του πίνακα ή του πεδίου για αποτελεσματικότερη απαγωγή της θερμότητας όταν οι συνθήκες το απαιτούν.
* Οι μετατροπείς πρέπει να μπορούν να εγκαθίστανται οριζοντίως χωρίς μείωση της απόδοσής τους.
* Η εγκατάσταση σε εξωτερικούς χώρους μπορεί να επιτραπεί, αν ο κατασκευαστής παρέχει πρόσθετες οδηγίες εγκατάστασης του μετατροπέα σε εξωτερικούς χώρους, οι οποίες να απαιτούν μόνο πρόσθετο σκίαστρο και προστασία από τη βροχή.
* Για ισχύ από 250kW έως 500kW ο μετατροπέας θα πρέπει να διατίθεται σε τύπο μονάδας (module) για τοποθέτηση σε ηλεκτρικό πίνακα (πεδίο).
* Θα πρέπει να διαθέτει τροχούς κύλισης και τηλεσκοπική ράμπα ώστε να μπορεί εύκολα και γρήγορα να σύρεται και να αποσύρεται στο πεδίο.
* Βαθμός προστασίας: IP00 και IP20 (κατ’ επιλογήν), σύμφωνα με το πρότυπο IEC/EN 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013.
* Για ισχύ από 75kW έως 500kW ο μετατροπέας θα πρέπει να διατίθεται και σε μορφή έτοιμου εργοστασιακού πίνακα τύπου καμπίνας (cabinet drive).
* Βαθμός προστασίας: IP21 και IP 42 και IP 54 (κατ’ επιλογήν), σύμφωνα με το πρότυπο IEC/EN 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013.
* Η τοποθέτηση δίπλα-δίπλα θα πρέπει να είναι δυνατή για όλους τους τύπους μετατροπέων, ανεξάρτητα από το βαθμό προστασίας τους.
* Το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου των μετατροπέων θα πρέπει να μπορεί να αποσπάται χωρίς εργαλεία, ανεξάρτητα από το βαθμό προστασίας τους (IP21, IP42, IP54 και IP55).

### Σχετική υγρασία

* 5% έως 95% (χωρίς συμπυκνώματα)

### Δονήσεις

* Οι μετατροπείς πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένοι ώστε να λειτουργούν σε περιβάλλοντα με δονήσεις και κραδασμούς. Οι επιτρεπτές δονήσεις θα πρέπει να είναι σύμφωνες με το πρότυπο IEC 60068-2, δηλαδή max 1mm (5 έως 13.2 Hz) και max 7m/s2 (13.2 έως 100 Hz) ημιτονοειδές.

### Επίπεδα μόλυνσης

* Τα επιτρεπτά επίπεδα μόλυνσης πρέπει να είναι σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 60721-3-1, IEC 60721-3-2 και IEC 60721-3-3. Τα επιτρεπτά όρια επιπέδων μόλυνσης θα πρέπει να ισχύουν για τον μετατροπέα συνολικά και δεν επιτρέπεται να δίνονται επιτρεπτά όρια επιπέδων μόλυνσης μόνο για τα τμήματα του προϊόντος, όπως ηλεκτρονικές πλακέτες.
* Κατά τη λειτουργία 3C2 για χημικά αέρια, 3S2 για στερεά σωματίδια.
* Κατά την αποθήκευση 1C2 για χημικά αέρια, 1S3 για στερεά σωματίδια.
* Κατά τη μεταφορά 2C2 για χημικά αέρια και 2S2 για στερεά σωματίδια.
* Oι μετατροπείς πρέπει να διαθέτουν επιβερνικωμένες κάρτες στη βασική τους έκδοση, ώστε να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία τους ακόμα και σε επιβαρυμένα περιβάλλοντα. Σχετική δήλωση θα πρέπει να είναι διαθέσιμη από τον κατασκευαστή.

## 3.3 Τροφοδοσία και δίκτυο

* Τάση δικτύου: 380 έως 480 V, +10%...-15%
* Συχνότητα δικτύου: 47 έως 63 Hz. Οι ονομαστικές τιμές ισχύος θα πρέπει να πληρούνται σε όλο το επιτρεπόμενο εύρος συχνοτήτων
* Ασυμμετρία φάσεων: Έως +/- 3% της ονομαστικής τάσης εισόδου (φάση προς φάση). Οι ονομαστικές τιμές ισχύος θα πρέπει να πληρούνται εφόσον η ασυμμετρία είναι εντός αυτών των ορίων.
* Συντελεστής Ισχύος (συνφ): 0.98 σε ονομαστικό φορτίο
* Βαθμός απόδοσης: 98% (96% έως 97% για την έκδοση ULH)
* Το επιτρεπόμενο ονομαστικό ρεύμα βραχυκύκλωσης, κατά το πρότυπο IEC 61439-1, θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 65kA. Οι απαιτήσεις για προστασία από βραχυκύκλωμα θα πρέπει να πληρούνται με τη χρήση μικροαυτομάτων (MCB) ή αυτομάτων διακοπτών ισχύος (MCCB) ή ασφαλειών και θα πρέπει να αναγράφονται στην τεχνική τεκμηρίωση του μετατροπέα.
* Σύστημα γείωσης: Γειωμένα και γωνιακά γειωμένα δίκτυα (ΤΝ) και αγείωτα δίκτυα (ΙΤ)

## 3.4 Έξοδος μετατροπέα

* Τάση εξόδου: 3 Φάσεις, 0 έως Τάση Δικτύου
* Συχνότητα εξόδου: 0 έως 500 Hz
* Οι μετατροπείς πρέπει να έχουν τη δυνατότητα λειτουργίας με καλώδια κινητήρα μήκους 100 m κατ’ ελάχιστον για ισχύ έως 5.5 kW, 200 m για ισχύ έως 11 kW και 300 m για μεγαλύτερη ισχύ.

## 3.5 Έλεγχος κινητήρα

* Ο μετατροπέας θα πρέπει να μπορεί να ελέγχει, στη βασική του έκδοση και χωρίς προσθήκη εξαρτημάτων, τυποποιημένους τριφασικούς κινητήρες, κατά IEC και NEMA, είτε είναι κοινοί επαγωγικοί κινητήρες (ΙΜ), ή κινητήρες μονίμων μαγνητών (PM), ή σύγχρονοι κινητήρες σύνθετης μαγνητικής αντίστασης (SynRM).
* Τα στοιχεία της πινακίδας τεχνικών χαρακτηριστικών των παραπάνω κινητήρων θα πρέπει να αρκούν, κατά τον προγραμματισμό του μετατροπέα και να μην χρειάζονται άλλα πρόσθετα στοιχεία από άλλες πηγές
* Θα πρέπει να υποστηρίζονται τόσο κλιμακωτή (scalar) όσο και διανυσματική (vector) μέθοδος ελέγχου, καθώς και να υπάρχουν ανεξάρτητα σετ παραμέτρων και ελέγχου για τους δύο τρόπους ελέγχου του κινητήρα.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να είναι μπορεί να οδηγήσει παράλληλα πολλούς, ίσου μεγέθους, επαγωγικούς κινητήρες. Το συνολικό επιτρεπόμενο μήκος καλωδίων κινητήρων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 100m.
* Ο μετατροπέας συχνότητας θα πρέπει να μπορεί να διαστασιολογηθεί σύμφωνα με το συνεχές ρεύμα εξόδου κανονικής λειτουργίας, που να επιτρέπει υπερφόρτιση έως 110% (ήπια κατάσταση υπερφόρτισης) για 1 λεπτό κάθε 10 λεπτά. Επιπροσθέτως θα πρέπει να παρέχεται δυνατότητα υπερφόρτισης ίση με το 130% του συνεχούς ρεύματος εξόδου κανονικής λειτουργίας για 2 δευτερόλεπτα κάθε 1 λεπτό. Η ικανότητα υπερφόρτωσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμη ανά πάσα στιγμή και όχι μόνο κατά την εκκίνηση.
* Θα πρέπει να εξασφαλίζεται η μηχανική ασφάλεια του κινητήρα μέσω της ενσωματωμένης λειτουργίας "SafeTorqueOff" (STO).
* Θα πρέπει να είναι δυνατή η απόζευξη ενός κινητήρα που κινείται με πλήρη ταχύτητα, από το μετατροπέα, με το άνοιγμα ενός προαιρετικού επαφέα μεταξύ μετατροπέα και κινητήρα, χωρίς να προκαλείται βλάβη στο μετατροπέα.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να είναι ικανός να ανιχνεύει την απώλεια φορτίου (σπασμένος ιμάντας / σπασμένο κόπλερ / ξηρά λειτουργία) και να σηματοδοτεί την κατάσταση της απώλειας της φορτίου. Πιο συγκεκριμένα ο μετατροπέας θα πρέπει να μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να σηματοδοτεί αυτή την κατάσταση μέσω της εμφάνισης μιας προειδοποίησης στο χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου, ή μέσω της ενεργοποίησης μιας εξόδου ρελέ και/ή μέσω του πρωτοκόλλου επικοινωνίας.
* Οι έξοδοι ρελέ θα πρέπει να διαθέτουν τη δυνατότητα προγραμματιζόμενης χρονικής καθυστέρησης που να επιτρέπει την επιτάχυνση του μετατροπέα από μηδενική ταχύτητα, χωρίς να σηματοδοτείται μια ψευδής κατάσταση υποφόρτισης ή απώλειας φορτίου.
* Καμπύλες υποφόρτισης και υπερφόρτισης θα πρέπει να είναι διαθέσιμες και να μπορούν να καθορίζονται από το χρήστη.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει μια λειτουργία βελτιστοποίησης ενέργειας που θα μειώνει αυτόματα την εφαρμοζόμενη τάση στον κινητήρα, ώστε να μειώνει την κατανάλωση ενέργειας έως και 10%, αλλά και να μειώσει τον ακουστικό θόρυβο του κινητήρα
* Ο μετατροπέας πρέπει να είναι ικανός να ξεκινήσει ένα ακινητοποιημένο φορτίο (προς τα εμπρός ή προς τα πίσω) μέχρι την πλήρη ταχύτητα, αλλά και να επιταχύνει ή να επιβραδύνει ένα κινούμενο φορτίο σε μια επιθυμητή τιμή στροφών (λειτουργία flying start) χωρίς ενεργοποίηση των ασφαλιστικών διατάξεων και χωρίς βλάβες εξαρτημάτων, με όλους τους υποστηριζόμενους τύπους κινητήρων (κοινούς επαγωγικούς κινητήρες, κινητήρες μονίμων μαγνητών και σύγχρονους κινητήρες σύνθετης μαγνητικής αντίστασης).
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να μπορεί να επανεκκινήσει μετά από απώλεια ισχύος, χωρίς να χρειάζεται να δεχθεί νέα εντολή εκκίνησης. Αυτό το χαρακτηριστικό θα πρέπει να είναι διαθέσιμο ανεξάρτητα από την πηγή ελέγχου (χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου, είσοδοι και έξοδοι (Ι/Ο) ή πρωτόκολλο επικοινωνίας.
* Θα πρέπει να υπάρχει ρυθμιζόμενη δυνατότητα πέδησης της ροής, ώστε ο μετατροπέας να ελέγχει τον κινητήρα με τρόπο τέτοιο, που να μπορεί να απορροφήσει την επιπλέον περιστροφική ενέργεια ως θερμότητα, όποτε απαιτείται πέδηση. Θα πρέπει να είναι δυνατή η χρήση αυτού του χαρακτηριστικού πέδησης ροής για την επιβράδυνση του κινητήρα από τη μία ταχύτητα σε μια άλλη και όχι μόνο για το σταμάτημα του κινητήρα.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει ενσωματωμένη μονάδα πέδησης (braking chopper) για ισχύ τουλάχιστον έως και 22kW, ενώ για μεγαλύτερες ισχείς θα πρέπει να υποστηρίζει τη λειτουργία πέδησης, με τη χρήση εξωτερικής μονάδας.
* Εάν διακοπεί η τάση εισόδου, ο μετατροπέας θα πρέπει να συνεχίζει να λειτουργεί χρησιμοποιώντας την κινητική ενέργεια του κινητήρα, για όσο χρονικό διάστημα ο κινητήρας περιστρέφεται και παράγει ενέργεια (λειτουργία Power Loss Ride-Through)
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει τη δυνατότητα ελέγχου της συχνότητας διακοπής των ημιαγωγικών στοιχείων. Χάρη στη δυνατότητα αυτή η συχνότητα διακοπής μειώνεται όταν αυξάνεται η πραγματική θερμοκρασία του μετατροπέα, ενώ επιτρέπεται η υψηλότερη συχνότητα διακοπής χωρίς την αποδυνάμωση του μετατροπέα ή η λειτουργία με υψηλή συχνότητα διακοπής μόνο σε χαμηλές ταχύτητες (temperature fold-back). Πρέπει να είναι δυνατή η ρύθμιση μιας ελάχιστης συχνότητας διακοπής και μιας συχνότητας αναφοράς.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει μια λειτουργία εξομάλυνσης του θορύβου, η οποία θα διανέμει τον ακουστικό θόρυβο του κινητήρα σε ένα εύρος συχνοτήτων αντί για μία μόνο τονική συχνότητα, ώστε να μειώνεται η ένταση του θορύβου.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει τρία προγραμματιζόμενα εύρη αποφυγής κρίσιμων συχνοτήτων ή ταχυτήτων ώστε να μην είναι δυνατό ο μετατροπέας να οδηγεί το φορτίο σε ανεπιθύμητα εύρη συχνοτήτων ή/και ταχυτήτων όπου μπορεί να υπάρξουν φαινόμενα συντονισμού και κραδασμών.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα αυτόματης επανεκκίνησης μετά από υπερένταση, υπέρταση, πτώση τάσης ή απώλεια σήματος εισόδου. Ο αριθμός των προσπαθειών επανεκκίνησης, ο χρόνος δοκιμής και ο χρόνος μεταξύ των προσπαθειών, θα πρέπει να είναι προγραμματιζόμενοι

## 3.6 Συντήρηση του μετατροπέα

* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει ανεμιστήρες ψύξης σχεδιασμένους για εύκολη αντικατάσταση, χωρίς να απαιτείται αφαίρεσή του από τον τοίχο ή την πλάτη του ερμαρίου, ούτε αφαίρεση ηλεκτρονικών καρτών.
* Η ταχύτητα των κύριων ανεμιστήρων ψύξης για τα ηλεκτρονικά ισχύος, θα πρέπει να είναι ελεγχόμενη, ανάλογα με τις ανάγκες ψύξης, ώστε να εξασφαλίζεται η επέκταση του χρόνου ζωής του ανεμιστήρα και των ρουλεμάν.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να καταγράφει τους ακόλουθους χρόνους για λόγους συντήρησης
* Χρόνος ενεργοποίησης (VSD on-time)
* Χρόνος λειτουργίας (VSD run-time)
* Χρόνος ενεργοποίησης ανεμιστήρα (cooling fan on-time)

## 3.7 Τεχνικά χαρακτηριστικά του μετατροπέα ρυθμιζόμενα από το χρήστη

### Γενικά

* Οι ακροδέκτες όλων των εισόδων/εξόδων (Ι/Ο) της κλεμοσειράς ελέγχου θα πρέπει να φέρουν χρωματική κωδικοποίηση
* Όλες οι είσοδοι/έξοδοι (Ι/Ο) θα πρέπει να είναι προσβάσιμες (για επιτήρηση και έλεγχο), για πρωτόκολλα επικοινωνίας (pass-through I/O)
* Θα πρέπει να είναι δυνατή η παρακολούθηση της κατάστασης των εισόδων/εξόδων (Ι/Ο) από το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου
* Θα πρέπει να είναι δυνατή η διεξαγωγή δοκιμής των εισόδων/εξόδων (Ι/Ο) από το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου. Η δοκιμή θα πρέπει να περιλαμβάνει μια λειτουργία χειροκίνητης παράκαμψης για την εισαγωγή νέων τιμών σε όλες τις αναλογικές και ψηφιακές εισόδους/εξόδους.

### Αναλογικές Είσοδοι/Έξοδοι

* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον δύο (2) προγραμματιζόμενες αναλογικές εισόδους. Και οι δύο είσοδοι πρέπει να δέχονται σήματα τάσης (0 έως 10 VDC) ή ρεύματος (0(4) έως 20mA) ή Η επιλογή του τύπου σήματος (τάση ή ρεύμα) θα πρέπει να γίνεται προγραμματιστικά μέσω του χειριστηρίου παραμετροποίησης και ελέγχου. Δεν επιτρέπονται μικροδιακόπτες ή jumpers που εύκολα αστοχούν και παθαίνουν βλάβες
* Οι αναλογικές είσοδοι θα πρέπει να είναι ελεύθερα προγραμματιζόμενες για χρήση π.χ. ως αναφορά ταχύτητας, αναφορά συχνότητας, επιτήρηση πίεσης, setpoint για έλεγχο PID ή σήμα ανάδρασης
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον δύο (2) αναλογικές εξόδους, τάσης (0 έως 10 VDC) ή ρεύματος (4 έως 20mA). Τουλάχιστον μία θα πρέπει να είναι προγραμματιζόμενη (τάση ή ρεύμα)
* Οι έξοδοι θα πρέπει να μπορούν να προγραμματιστούν έτσι ώστε να δίνουν ένα σήμα εξόδου ανάλογο με τη συχνότητα, την ταχύτητα του κινητήρα, την τάση εξόδου, το ρεύμα εξόδου, τη ροπή ή την ισχύ του κινητήρα, την τάση DC bus, την ενεργή τιμή αναφοράς και άλλα δεδομένα
* Τόσο οι είσοδοι όσο και οι έξοδοι δε θα πρέπει να παρουσιάζουν ανακρίβεια μεγαλύτερη από 1% σε πλήρη κλίμακα σε λειτουργία ρεύματος και τάσης
* Εάν χαθεί η αναφορά εισόδου ο μετατροπέας θα πρέπει να δίνει στο χρήστη όλες τις ακόλουθες επιλογές:
* Διακοπή και εμφάνιση σφάλματος
* Οδήγηση του κινητήρα σε μια προγραμματιζόμενη προκαθορισμένη ταχύτητα και εμφάνιση προειδοποίησης
* Διατήρηση της ταχύτητα VSD με βάση την τελευταία σωστή τιμή αναφοράς και εμφάνιση προειδοποίησης.

Οι ενδείξεις σφάλματος ή προειδοποίησης θα πρέπει να είναι δυνατό να προγραμματιστούν για να σηματοδοτήσουν αυτή την κατάσταση μέσω της εμφάνισης μιας ένδειξης στην οθόνη παραμετροποίησης και ελέγχου ή μέσω της ενεργοποίησης μιας εξόδου ρελέ και/ή μέσω του σειριακού πρωτοκόλλου επικοινωνίας.

### Ψηφιακές Είσοδοι/Έξοδοι

* Ο μετατροπέας θα πρέπει να έχει τουλάχιστον έξι (6) προγραμματιζόμενες ψηφιακές εισόδους (24VAC, 12…24VDC, PNP ή NPN) που θα πρέπει να μπορούν να προγραμματιστούν για να ξεκινήσουν μετά από εφαρμογή αλλά και αφαίρεση αυτής της τάσης. Οι είσοδοι αυτές πρέπει να παρέχουν ευελιξία στη διασύνδεση με εξωτερικές συσκευές, τυπικά προγραμματισμένες ως εξής:
* Μία τουλάχιστον είσοδος θα πρέπει να είναι διαμορφωμένη για αισθητήρες PTC
* Μία τουλάχιστον είσοδος θα πρέπει να μπορεί να λαμβάνει σήμα παλμών συχνότητας έως 16kHz, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί π.χ. για τη μεταφορά ενός σήματος αναφοράς ταχύτητας
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον τρεις (3) προγραμματιζόμενες ψηφιακές εξόδους ρελέ (μεταγωγικές Form-C, ικανές να οδηγήσουν συσκευές, όπως dampers), με ονομαστική τάση τουλάχιστον 250VAC και ρεύμα 2Α (RMS). Έξοδοι τρανζίστορ δεν είναι αποδεκτές.
* Οι έξοδοι ρελέ θα πρέπει να περιλαμβάνουν προγραμματιζόμενους χρόνους καθυστέρησης κατά την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση (on και off delay) και ρυθμιζόμενη υστέρηση.

Οι προεπιλεγμένες ρυθμίσεις για τις τρεις εξόδους ρελέ θα πρέπει να είναι Λειτουργία (RUNNING), Έλλειψη σφάλματος (NOT FAULTED) και Έλεγχος Damper (DAMPER CONTROL).

* Έλεγχος Damper (Damper Control)

Αυτή η λειτουργία θα πρέπει να είναι διαθέσιμη, ανεξάρτητα από την πηγή της εντολής εκκίνησης (χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου, ψηφιακή είσοδος, έλεγχος μέσω real-time clock, ή σειριακή επικοινωνία).

* Μία τουλάχιστον είσοδος θα πρέπει να είναι διαμορφωμένη για την διασύνδεση και επιτήρηση σημάτων από βαλβίδες ή dampers ώστε να επιτρέπει τη λειτουργία του μετατροπέα μόνο όταν είναι ενεργοποιημένη
* Ο μετατροπέας θα διαθέτει μια έξοδο ρελέ που θα εντολοδοτεί το damper να ανοίξει ενώ παράλληλα δε θα επιτρέπεται στον κινητήρα να λειτουργήσει ακόμη.
* Όταν το damper είναι πλήρως ανοιχτό, θα πρέπει να ενεργοποιείται ένας τερματικός διακόπτης (ΝΟ ψυχρή επαφή). Ο τερματικός διακόπτης θα συνδέεται με μια ψηφιακή είσοδο του μετατροπέα και μόνο όταν είναι κλειστός, δηλαδή το damper είναι πλήρως ανοιχτό, θα επιτρέπει τη λειτουργία του κινητήρα
* Θα πρέπει να διατίθενται τέσσερις τουλάχιστον ανεξάρτητες ψηφιακές είσοδοι μανδάλωσης. Όταν οποιαδήποτε από τις εισόδους μανδάλωσης δεν είναι ενεργοποιημένη, ο κινητήρας θα πρέπει να πάρει εντολή για να σταματήσει, το damper θα πρέπει να κλείσει και στο χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου να εμφανιστεί ένα μήνυμα συναγερμού. Η ένδειξη αυτής της κατάστασης θα πρέπει επίσης να μεταδοθεί μέσω του διαύλου σειριακής επικοινωνίας
* Λειτουργία πυρόσβεσης (Fire override)

O μετατροπέας θα πρέπει να περιλαμβάνει μια ψηφιακή είσοδο εξαναγκασμού (override) που θα ενεργοποιείται από το σταθμό ελέγχου του συστήματος πυρόσβεσης. Στην περίπτωση έκτακτης ανάγκης και ενεργοποίησης της επαφής αυτής ο μετατροπέας θα πρέπει να λειτουργεί με μια προκαθορισμένη ταχύτητα ή με μια ρυθμιζόμενη ταχύτητα. Κατά τη λειτουργία αυτή όλες οι άλλες είσοδοι (αναλογικές / ψηφιακές, σειριακή επικοινωνία και εντολές από το χειριστήριο) θα πρέπει να παρακάμπτονται και ο κινητήρας θα πρέπει να εξαναγκάζεται να λειτουργεί (με αριστερόστροφη ή δεξιόστροφη φορά περιστροφής, επιλέξιμη από το χρήστη, μέσω εσωτερικών παραμέτρων ή μιας ψηφιακής εισόδου) χωρίς να πρέπει να σταματήσει σε καμία περίπτωση, παρά μόνο αν ανακληθεί η εντολή ή αν ενεργοποιηθούν συγκεκριμένες προστασίες του μετατροπέα που θεωρούνται υψηλής προτεραιότητας. Όλες οι άλλες προστασίες του μετατροπέα θα πρέπει να αγνοούνται κατά τη διάρκεια αυτής της λειτουργίας, ενώ η ένδειξη "Override" θα πρέπει να εμφανίζεται στην οθόνη του χειριστηρίου παραμετροποίησης και ελέγχου. Μετά την αναίρεση του σήματος εξαναγκασμού , ο μετατροπέας θα πρέπει να αρχίσει να λειτουργεί κανονικά.

### Πρόσθετες δυνατότητες Εισόδων/Εξόδων

Οι ακόλουθες δυνατότητες για τις εισόδους/εξόδους θα πρέπει να είναι διαθέσιμες τουλάχιστον ως προαιρετικά εξαρτήματα:

* Μια κάρτα με δύο επιπλέον έξοδοι ρελέ και μία έξοδος τρανζίστορ (με δυνατότητα να προγραμματιστεί και ως έξοδος συχνότητας)
* Μια κάρτα με μια είσοδο με ενισχυμένη μόνωση, κατάλληλη για τη σύνδεση έως και 6 αισθητήρων PTC, με δυνατότητα ενεργοποίησης του κυκλώματος STO του μετατροπέα
* Μια κάρτα πιστοποιημένη κατά ATEX (EU directive 2014/34/EU), με μια είσοδο με ενισχυμένη μόνωση, κατάλληλη για τη σύνδεση έως και 6 αισθητήρων PTC, με δυνατότητα ενεργοποίησης του κυκλώματος STO του μετατροπέα
* Μια κάρτα με επιπλέον 6 ψηφιακές εισόδους οι οποίες θα μπορούν να λειτουργούν με σήματα τάσης 115VAC ή 230VAC

## 3.8 Τεχνικά χαρακτηριστικά του λογισμικού μετατροπέα ρυθμιζόμενα από το χρήστη

### Γενικά

* Ένας καταγραφέας σφαλμάτων θα πρέπει να καταγράφει έως και επτά διαφορετικά συμβάντα (μαζί με την πραγματική ημερομηνία και ώρα)
* Θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης ή αλλαγής των παραμέτρων του μετατροπέα ακόμα και αν αυτός ή η κάρτα ελέγχου δεν τροφοδοτούνται μέσω ανεξάρτητης συσκευής «εν ψυχρώ» ρύθμισης των παραμέτρων
* Θα πρέπει να υπάρχουν ενσωματωμένοι μετρητές για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται με το μετατροπέα
* Θα πρέπει να μπορούν να οριστούν επτά (7) προγραμματιζόμενες προκαθορισμένες ταχύτητες λειτουργίας του κινητήρα
* Θα πρέπει να μπορούν να οριστούν δύο ανεξάρτητα ρυθμιζόμενες ράμπες επιτάχυνσης και επιβράδυνσης με ρυθμιζόμενες ράμπες διάρκειας 1sec έως 1800sec. Θα πρέπει επίσης να υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης χρονικής καθυστέρησης κατά την εκκίνηση, ώστε να εξασφαλιστεί ότι έχουν εκπληρωθεί όλες οι συνθήκες εκκίνησης, πριν από την επιτάχυνση του μετατροπέα
* Οι τιμές λειτουργίας θα πρέπει να μπορούν να εμφανίζονται στην οθόνη σε μονάδες που έχουν επιλεχθεί από το χρήστη. Οι μονάδες θα πρέπει να μπορούν να διαμορφώνονται ελεύθερα από το χρήστη. Τουλάχιστον τρεις τιμές λειτουργίας από την παρακάτω λίστα θα πρέπει να μπορούν να εμφανίζονται ανά πάσα στιγμή στην αρχική οθόνη του χειριστηρίου:
* Συχνότητα εξόδου
* Ταχύτητα κινητήρα (RPM, %, ή μονάδες που καθορίζει ο χρήστης)
* Ρεύμα κινητήρα
* Υπολογιζόμενη ροπή κινητήρα
* Υπολογιζόμενη ισχύς κινητήρα (kW)
* Τάση DC bus
* Τάση εξόδου
* Ωριαία Συνολική Ενέργεια
* Ημερήσια Συνολική Ενέργεια
* Συνολική Ενέργεια Τελευταίας Ημέρας
* Μηνιαία Συνολική Ενέργεια
* Συνολική Ενέργεια Τελευταίου Μήνα
* Η λίστα τροποποιημένων παραμέτρων θα πρέπει να είναι διαθέσιμη για να γίνονται ευκολότερες η θέση σε λειτουργία και η αντιμετώπιση προβλημάτων.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να περιλαμβάνει προστασία κωδικού πρόσβασης για την αποφυγή μη εξουσιοδοτημένων αλλαγών παραμέτρων. Ο κωδικός πρόσβασης και το επίπεδο προστασίας θα πρέπει να είναι δυνατόν να οριστούν από το χρήστη.

### Χρονικές λειτουργίες

* Ένα ρολόι και ημερολόγιο πραγματικού χρόνου, θα πρέπει να είναι διαθέσιμα στη βασική έκδοση του μετατροπέα για την παροχή πραγματικών πληροφοριών ημερομηνίας και ώρας στο ιστορικό συμβάντων βλαβών. Το ρολόι πραγματικού χρόνου θα πρέπει να έχει τουλάχιστον 10 χρόνια εφεδρεία, ενώ η εφεδρική μπαταρία θα πρέπει να μπορεί να αντικαθίσταται εύκολα χωρίς να χρειάζεται να ανοιχτεί το περίβλημα του μετατροπέα
* Το ρολόι πραγματικού χρόνου θα πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιείται για χρονικές λειτουργίες, που θα επιτρέπουν τον έλεγχο του μετατροπέα και των λειτουργιών του με βάση την ώρα της ημέρας, της ημέρας της εβδομάδας, των εποχών του έτους, των ημερομηνιών και περιόδων διακοπών, αλλά και ειδικών περιόδων εργασίας και εργάσιμων ημερών. Θα πρέπει ωστόσο να υπάρχει η δυνατότητα μέσω μιας λειτουργίας (boost) να επιτρέπεται η εκκίνηση του μετατροπέα και/ή των λειτουργιών του παρακάμπτοντας τις παραπάνω χρονικές ρυθμίσεις
* Χρονικές λειτουργίες θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για την εκκίνηση και τη διακοπή του μετατροπέα, για την επιλογή της αναφοράς ταχύτητας, για την επιλογή της επιθυμητής τιμής του ελεγκτή PID, για τον έλεγχο των εξόδων ρελέ, για την επιλογή του τρόπου ελέγχου, για να δοθεί στο μετατροπέα ένα σήμα ενεργοποίησης ή μανδάλωσης κλπ.

### Έλεγχος PID

* Πέντε (5) ελεγκτές PID θα πρέπει να είναι διαθέσιμοι στη βασική έκδοση του μετατροπέα, επιτρέποντας τη σύνδεση σημάτων πίεσης ή ροής, χρησιμοποιώντας τον μικροεπεξεργαστή του μετατροπέα για τον έλεγχο κλειστού βρόχου. Η επιθυμητή τιμή ρύθμισης (setpoint) του ελεγκτή θα πρέπει να είναι ρυθμιζόμενη από το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου VSD, ή από τις αναλογικές εισόδους ή από το δίαυλο επικοινωνίας. Οι επιθυμητές τιμές ρύθμισης θα πρέπει να μπορούν να ρυθμιστούν και να απεικονιστούν σε μεγέθη και μονάδες μέτρησης που θα καθορίζονται από το χρήστη. Η χρήση ποσοστών ως μονάδες ρύθμισης και απεικόνισης δεν θα πρέπει να είναι αποδεκτή
* Θα πρέπει να υπάρχουν δύο ομάδες παραμέτρων για τον πρώτο ελεγκτή PID, π.χ. για νυκτερινή λειτουργία ή για θερινά και χειμερινά σημεία ρύθμισης κλπ. Η εναλλαγή μεταξύ των δύο ομάδων παραμέτρων θα πρέπει να είναι δυνατή μέσω ψηφιακών εισόδων, χρονικών λειτουργιών, σειριακών επικοινωνιών ή από το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου.
* Θα πρέπει να υπάρχουν τέσσερις ανεξάρτητοι δευτερεύοντες ελεγκτές, που να μπορούν να χρησιμοποιούν τις αναλογικές εισόδους και να ρυθμίζουν τις αναλογικές εξόδους, ώστε να διατηρούν την επιθυμητή τιμή μιας ανεξάρτητης διεργασίας (όπως έλεγχο βαλβίδων, dampers κ.λπ.). Οι επιθυμητές τιμές ρύθμισης θα πρέπει να μπορούν να ρυθμιστούν και να απεικονιστούν σε μεγέθη και μονάδες μέτρησης που θα καθορίζονται από το χρήστη. Η χρήση ποσοστών ως μονάδες ρύθμισης και απεικόνισης δεν θα πρέπει να είναι αποδεκτή
* Tόσο ο εσωτερικός όσο και ο ανεξάρτητος εξωτερικός ελεγκτής θα πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαδοχικό έλεγχο cascade control
* Όλες οι επιθυμητές τιμές (setpoints), αλλά και οι μεταβλητές των διεργασιών κ.λπ. θα πρέπει να είναι προσβάσιμες από το σειριακό δίκτυο επικοινωνίας
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να υπολογίζει τη ροή αέρα ή νερού από τη διαφορά πίεσης (). Θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα χρήσης ενός μορφοτροπέα διαφορικής πίεσης ή δύο ανεξάρτητων μορφοτροπέων πίεσης. Η ροή θα πρέπει να μπορεί να απεικονίζεται στο χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου σε σχετικές μονάδες μέτρησης που θα καθορίζονται από το χρήστη.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει προγραμματιζόμενες αυτόματες λειτουργίες «ύπνωσης» και «αφύπνισης», που θα εκκινούν και θα σταματούν το μετατροπέα βάσει της πραγματικής απαιτούμενης ροής.

### Προγραμματισμός με function blocks

* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει, στη βασική του έκδοση, δυνατότητες προγραμματισμού ανάλογες με αυτές ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC) προγραμματιζόμενες αυτόματες λειτουργίες
* Θα πρέπει να είναι δυνατή η χρήσης διαφόρων τύπων function blocks όπως αριθμητικών, λογικών, επιλογής, σύγκρισης και λειτουργιών για την παρακολούθηση και τον έλεγχο του μετατροπέα, αλλά και των εισόδων, εξόδων και μεταβλητών αυτού
* Θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα εκτέλεσης διαφορετικών προγραμμάτων function blocks, σε διαφορετικές καταστάσεις και κριτήρια για το πότε θα αλλαχθεί η κατάσταση

## Λειτουργίες προστασίας

* Θα πρέπει να υπάρχουν οι ακόλουθες λειτουργίες προστασίας:
* Ελεγκτής υπέρτασης
* Ελεγκτής υπότασης
* Επιτήρηση διαρροής ως προς γη
* Προστασία βραχυκυκλώματος κινητήρα
* Επιτήρηση των διακοπτών εισόδου και εξόδου
* Προστασία υπερένταση
* Ανίχνευση απώλειας φάσης (κινητήρα και γραμμής)
* Επιτήρηση υποφόρτισης - μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εντοπισμό αστοχιών σε μεταφορικές ταινίες ή επιτήρηση ξηράς λειτουργίας σε αντλίες
* Επιτήρηση υπερφόρτισης
* Προστασία κατάρρευσης (στολάρισμα) του κινητήρα

## 3.10 Τεκμηρίωση

* Τα ακόλουθα έγγραφα θα πρέπει να συνοδεύουν κάθε μετατροπέα:
* Πολύγλωσσος οδηγός γρήγορης εγκατάστασης και εκκίνησης
* Υπόδειγμα τοποθέτησης για την επίτοιχη έκδοση του μετατροπέα
* Θα πρέπει επίσης να είναι διαθέσιμα και να μπορούν να παραδοθούν κατόπιν αιτήματος, εγχειρίδια υλικού (hardware) και λογισμικού (firmware), που να περιγράφουν βήμα προς βήμα τον τρόπο εγκατάστασης, εκκίνησης, αντιμετώπισης προβλημάτων και συντήρησης του μετατροπέα VSD
* Τα ακόλουθα έγγραφα θα πρέπει να παραδίδονται με κάθε παραγγελία μετατροπέα:
* Σχέδια με διαστάσεις (σε αρχεία .dwg, .pdf και 3Dstp)
* Διαγράμματα συνδέσεων του πελάτη και των καλωδιώσεων ισχύος (αρχεία .dwg και .pdf)
* Απαιτήσεις αερισμού και ψύξης (αρχεία .xls και .pdf)
* Δήλωση του κατασκευαστή σχετικά με τα ρεύματα εξόδου που διατίθενται συνεχώς σε διαφορετικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος μέχρι τους 50 °C. Πρέπει να αναγράφεται σαφώς το ονομαστικό ρεύμα για το συγκεκριμένο τύπο προϊόντος που είναι διαθέσιμο σε συνεχή λειτουργία στους 50 °C.
* Περιβαλλοντική Δήλωση του Προϊόντος σύμφωνα με την Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (LCA)
* Πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον / Οδηγίες ανακύκλωσης του μετατροπέα

## 3.11 Εγγύηση

Όλοι οι μετατροπείς θα πρέπει να καλύπτονται με παγκόσμια εγγύηση τουλάχιστον 12 μηνών από την ημερομηνία παράδοσης. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να παρέχει δυνατότητες επέκτασης της εγγύησης έως και 60 μήνες.

# Κεφάλαιο 4 Επικοινωνία με το χρήστη

## 4.1 Χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου

* Το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου θα πρέπει να είναι αποσπώμενο σε όλους τους τύπους μετατροπέων ανεξαρτήτως του βαθμού προστασίας τους.
* Το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου πρέπει να διαθέτει τις επιλογές Hand-Off-Auto καθώς και χειροκίνητο έλεγχο της ταχύτητας. Κατά τη μετάβαση από τη λειτουργίας "Auto" στη λειτουργία "Hand" η μεταφορά της αναφοράς ταχύτητας θα πρέπει να γίνεται ομαλά. κατά τη μετάβαση μεταξύ των τρόπων.
* Θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα επαναφοράς των εργοστασιακών ρυθμίσεων του μετατροπέα από το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου
* Το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου θα πρέπει να διαθέτει ένα ειδικό πλήκτρο "Βοήθειας" που να παρέχει στο χρήστη βοηθητικές πληροφορίες σχετικά με τον προγραμματισμό και την αντιμετώπιση προβλημάτων
* Το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου θα πρέπει να διαθέτει οπίσθιο φωτισμό LCD ώστε να είναι ευανάγνωστο. Η οθόνη θα πρέπει να απεικονίζει πλήρες κείμενο και όχι μόνο αλφαριθμητικούς κωδικούς που δεν είναι αποδεκτοί. Η γλώσσα πρέπει να είναι η Αγγλική γλώσσα ενώ επιθυμητό είναι να μπορεί να επιλέξει ο χρήστης μέσα από μια λίστα περισσοτέρων γλωσσών
* Το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου θα πρέπει να παρέχει διαδραστικούς οδηγούς (wizards) που θα βοηθούν κατά τον προγραμματισμό και τη χρήση του μετατροπέα
* Το μενού του χειριστηρίου παραμετροποίησης και ελέγχου θα πρέπει να είναι εύχρηστο, σαφές και διαδραστικό και να διευκολύνει το χρήστη κατά την παραμετροποίηση του μετατροπέα. Θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα εύχρηστο μενού εισόδων/εξόδων(I/O), όπου ο χρήστης μπορεί να δει την κατάσταση και τη λειτουργία όλων των αναλογικών και ψηφιακών εισόδων και εξόδων του μετατροπέα. Επίσης θα πρέπει να που να περιέχει διαγνωστικά δεδομένα σχετικά με τη λειτουργία του μετατροπέα τα οποία θα συλλέγονται σε μία μόνο θέση. Τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να αφορούν κατ’ ελάχιστο σε ενεργά σφάλματα, προειδοποιήσεις και συμβάντα. Επιπλέον, τα δεδομένα θα πρέπει να περιέχουν μια περίληψη των ενεργών πηγών ελέγχου του μετατροπέα
* Ο χρήστης θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύσει ένα στιγμιότυπο της οθόνης και να κάνει λήψη της εικόνας στον υπολογιστή του
* Ο χρήστης θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να συνδέσει το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου με έναν υπολογιστή μέσω καλωδίου USB, ώστε να μπορεί να ρυθμίσει και να ελέγξει το μετατροπέα. Η σύνδεση του καλωδίου USB πρέπει να είναι απλή και να μην απαιτεί τη χρήση εργαλείων
* Ο χρήστης θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου, ώστε να αντιγράψει τις ρυθμίσεις ενός μετατροπέα σε ένα άλλο, ανεξάρτητα από την ισχύ του, την τάση τροφοδοσίας του ή το βαθμό προστασίας του
* Το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου θα πρέπει να διατηρεί ένα αντίγραφο ασφαλείας (backup) των ρυθμίσεων του μετατροπέα. Οι πληροφορίες του αντιγράφου ασφαλείας θα πρέπει να μπορούν να αποθηκευτούν στο χειριστήριο είτε χειροκίνητα ή αυτόματα
* Το χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου του μετατροπέα θα πρέπει να διαθέτει τη δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας, ώστε η εργασίες προγραμματισμού και οι χειρισμοί να λαμβάνουν χώρα εκτός της περιοχής οριοθέτησης γύρω από τον ηλεκτρικό πίνακα, όπου μπορεί να υπάρξει τόξο και γενικότερα για να είναι δυνατή η σύνδεση με το μετατροπέα εξ΄ αποστάσεως, όταν δεν υπάρχει εύκολη ή ασφαλής πρόσβαση σε αυτόν, Η ασύρματη σύνδεση θα πρέπει να υλοποιείται με ένα πρωτόκολλο “point to point” ώστε να παρέχεται μεγαλύτερη ασφάλεια κατά τη σύνδεση. Η σύνδεση Wi-Fi δεν θα πρέπει να είναι αποδεκτή, λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων της σε θέματα ασφαλείας από κυβερνοεπιθέσεις στο διαδίκτυο. Ακόμα και αν προβλέπεται ασύρματη σύνδεση ο μετατροπέας για λόγους ασφαλείας, θα πρέπει να εξακολουθεί να διαθέτει ένα τοπικό χειριστήριο παραμετροποίησης και ελέγχου
* Για λόγους ασφαλείας, τα πλήκτρα Hand και Off του χειριστηρίου θα πρέπει να διαθέτουν σαφή σύμβολα, ώστε οι μη αγγλομαθείς να κατανοούν την έννοια του κάθε πλήκτρου. Μόνο αγγλικό κείμενο χωρίς σύμβολα δεν είναι αποδεκτό.

## 4.2 Σειριακές επικοινωνίες

* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει στη βασική του έκδοση μια θύρα EIA-485 (RS-485) για σειριακές επικοινωνίες
* Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιεί ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτουν πιστοποίηση. Η χρήση μη πιστοποιημένων πρωτοκόλλων δεν επιτρέπεται
* Το πρωτόκολλο BACnet σε ΒACnet MS/TP layer θα πρέπει να είναι ενσωματωμένο στη μνήμη του μετατροπέα. Σχετικά με το πρωτόκολλο ΒΑCnet ο μετατροπέας θα πρέπει:
* Να διαθέτει έγκριση εργαστηριακών δοκιμών από τα BACnet Testing Laboratories (BTL-logo) και θα πρέπει να συμμορφώνεται με το πρότυπο BACnet ANSI / ASHRAE 135
* Η αναθεώρηση του πρωτοκόλλου BACnet θα πρέπει να είναι τουλάχιστον η Νο14, για την εξασφάλιση της εφαρμογής του πρωτοκόλλου BACnet σε μια επικαιροποιημένη έκδοσή του
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να υποστηρίζει προφίλ συσκευής BACnet B-ASC (Ελεγκτής για ειδικές εφαρμογές).
* Ο κατασκευαστής του μετατροπέα θα πρέπει να είναι ενεργό μέλος της ομάδας BACnet Interest Group Europe ή/και της BACnet International ή/και της τοπικής ομάδας
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον ως πρόσθετο εξάρτημα μια κάρτα επικοινωνίας δύο θυρών BACnet/IP

Για το VSD θα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμες δύο θύρες BACnet / IP επικοινωνίας.

* Το πρωτόκολλο Johnson Controls N2 θα πρέπει να είναι ενσωματωμένο στη μνήμη του μετατροπέα.
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον ως πρόσθετα εξάρτημα κάρτες επικοινωνίας και για άλλα πρωτόκολλα (η χρήση gateways ή multiplexers τρίτων κατασκευαστών δεν θα είναι αποδεκτή και όλες οι κάρτες επικοινωνίας θα πρέπει να βρίσκονται ενσωματωμένες μέσα στο περίβλημα του μετατροπέα). Θα πρέπει να διατίθενται τα ακόλουθα πρωτόκολλα:
* LonWorks
* PROFIBUS-DP
* CANopen
* DeviceNet
* ControlNet
* EtherCAT
* Ethernet POWERLINK
* Modbus/TCP, EtherNet/IP, PROFINET
* Θα πρέπει να υπάρχει διαθέσιμη μια επιλογή που να επιτρέπει την απομακρυσμένη παρακολούθηση του μετατροπέα. Η επιλογή θα πρέπει να μπορεί να αποστέλλει συναγερμούς και δεδομένα καταγραφής μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Οι συνθήκες ενεργοποίησης μηνυμάτων συναγερμού θα πρέπει να μπορούν να ρυθμίζονται από το χρήστη. Οι παράμετροι του μετατροπέα θα πρέπει να μπορούν να αλλαχθούν μεταβάλλονται μέσω αυτής της επιλογής απομακρυσμένης παρακολούθησης
* Οι δυνατότητες σειριακής επικοινωνίας θα πρέπει κατ’ ελάχιστο να περιλαμβάνουν, (χωρίς να περιορίζονται σε αυτά) τα ακόλουθα:
* Έλεγχο εκκίνησης/στάσης
* Ρύθμιση ταχύτητας,
* Έλεγχο PID και ρύθμιση της επιθυμητής τιμής (setpoint)
* Όριο ρεύματος,
* Ράμπες χρόνου επιτάχυνσης και επιβράδυνσης
* Κλείδωμα/ξεκλείδωμα του χειριστηρίου
* Επίσης ο μετατροπέας θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να επιτρέπει στο DDC να παρακολουθεί και να λαμβάνει ανατροφοδότηση για τα ακόλουθα:
* Μεταβλητές ανατροφοδότησης κάποιας διεργασίας
* Ταχύτητα/συχνότητα εξόδου
* Ρεύμα
* Ροπή,
* Ισχύς (kW)
* Κιλοβατώρες (με δυνατότητα reset)
* Ώρες λειτουργίας (με δυνατότητα reset)
* Τρόπο ελέγχου του μετατροπέα (hand/auto)
* Θερμοκρασία του μετατροπέα
* Το DDC θα πρέπει επίσης να μπορεί να παρακολουθεί την κατάσταση των εξόδων ρελέ και των ψηφιακών εισόδων και όλες τις τιμές των αναλογικών εισόδων και εξόδων. Όλες οι διαγνωστικές πληροφορίες προειδοποίησης και βλάβης θα πρέπει να μεταδίδονται μέσω του δίαυλου σειριακών επικοινωνιών.
* Το DDC θα πρέπει επίσης να μπορεί ενεργοποιήσει την επαναφορά σφαλμάτων (reset) μέσω του πρωτοκόλλου το οποίο θα πρέπει να μπορεί να επιτηρεί τουλάχιστον 15 παραμέτρους
* Ο μετατροπέας θα πρέπει να επιτρέπει στο DDC να ελέγχει σειριακά τις ψηφιακές και αναλογικές εξόδους του. Αυτός ο έλεγχος θα πρέπει να είναι ανεξάρτητος από οποιαδήποτε λειτουργία του μετατροπέα (Free I/O). Έτσι για παράδειγμα, οι αναλογικές έξοδοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη ρύθμιση βαλβίδων ψυχρού νερού ή βαλβίδων bypass πύργων ψύξης, ενώ οι έξοδοι ρελέ θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ενεργοποίηση ενός damper ή για το άνοιγμα μιας βαλβίδας ή για τον έλεγχο οποιασδήποτε άλλης συσκευής που απαιτεί εντολή από μια επαφή για τη λειτουργία της. Επιπλέον, όλες οι ψηφιακές και αναλογικές είσοδοι του μετατροπέα θα πρέπει να μπορούν να επιτηρούνται από το σύστημα DDC.
* Ο μετατροπέας διαθέτει ανεξάρτητους ελεγκτές PID προγραμματιζόμενους από το χρήστη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο ενός πύργου ψύξης ή για τον έλεγχο θερμοκρασίας ενός κυκλώματος ψυχρού νερού κλπ. Τόσο ο ελεγκτής PID που ελέγχει την ταχύτητα του κινητήρα όσο και ο ανεξάρτητος ελεγκτής PID, θα πρέπει να συνεχίζουν να λειτουργούν ακόμη και αν χαθεί η σύνδεση σειριακής επικοινωνίας. Ο μετατροπέας θα πρέπει να μπορεί να διατηρήσει την τελευταία ορθή επιθυμητή τιμή (setpoint) και τις τελευταίες ορθές εντολές ψηφιακών και αναλογικών εξόδων στη μνήμη του, ώστε στην περίπτωση απώλειας της σειριακής επικοινωνίας κάτι τέτοιο να είναι εφικτό

Ενδεικτικός τύπος : ABB ACH580