**Τεχνική προδιαγραφή αυτόματων διακόπτων ισχύος κλειστού τύπου από 160 έως 1.600 Α με ηλεκτρονικές μονάδες προστασίας με δυνατότητα μετρήσεων**

## **1. Γενικά χαρακτηριστικά**

### 1.1. Συμμόρφωση με τα πρότυπα

Οι αυτόματοι διακόπτες κλειστού τύπου που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης πρέπει να είναι σχεδιασμένοι, κατασκευασμένοι και δοκιμασμένοι σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο IEC 60947-1, IEC 60947-2, IEC 60947-3, IEC 60947-4-1 και IEC 61000 ή σύμφωνα με τους αντίστοιχους κανονισμούς τυποποίησης και παράλληλα να συμμορφώνονται με τις «Οδηγίες Χαμηλής Τάσης» (LVD) 2014/35/EU και την «Οδηγία Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας» (EMC) 2014/30/CE της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

### 1.2. Λειτουργικά χαρακτηριστικά

* Οι αυτόματοι διακόπτες κλειστού τύπου πρέπει να έχουν ονομαστική τάση λειτουργίας (Ue) 690 V AC - 50/60 Hz.
* Οι αυτόματοι διακόπτες κλειστού τύπου πρέπει να έχουν αντοχή σε κρουστική τάση (Uimp), τουλάχιστον 8 kV.
* Οι αυτόματοι διακόπτες κλειστού τύπου πρέπει να έχουν ονομαστική τάση μόνωσης (Ui) 1.000 V AC ακόμη κι αν στον διακόπτη είναι τοποθετημένος ηλεκτρονόμος διαρροής προς γη.
* Το ονομαστικό ρεύμα αδιάλειπτης παροχής πρέπει να είναι μεταξύ 160 Α και 1.600 Α, με ρυθμίσεις προστασιών ξεκινώντας από 0,4 της ονομαστικής τιμής του ρεύματος .
* Σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60947-2 (παρ. 4.4), οι αυτόματοι διακόπτες θα πρέπει να ανήκουν στη κατηγορία χρήσης Β προκειμένου να εξασφαλίζεται επιλεκτικότητα με τους υποκείμενους διακόπτες.
* Οι αυτόματοι διακόπτες πρέπει θα πρέπει να έχουν ικανότητα απόζευξης σε βραχυκύκλωμα (Icu) έως και 200 kA στα 380/415 V AC.
* Οι αυτόματοι διακόπτες κλειστού τύπου πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να λαμβάνουν τροφοδοσία είτε από τους επάνω είτε από τους κάτω ακροδέκτες, χωρίς να μειώνονται οι επιδόσεις τους και να τίθεται σε κίνδυνο η λειτουργία τους.
* Οι αυτόματοι διακόπτες κλειστού τύπου πρέπει να διαθέτουν μπουτόν δοκιμής στο εμπρόσθιο μέρος, ώστε να πιστοποιείται η σωστή λειτουργία του μηχανισμού απόζευξης και το άνοιγμα των πόλων.
* Το πλήθος των μηχανικών χειρισμών ανάλογα με τα ονομαστικά στοιχεία του διακόπτη θα να είναι κατ’ελάχιστον 10.000 και των ηλεκτρικών 3.000 και θα φτάνουν στους μηχανικούς χειρισμούς τους 20.000 και στους ηλεκτρικούς τους 5.000.

### 1.3. Συνθήκες περιβάλλοντος

Οι συνθήκες περιβάλλοντος πρέπει να είναι οι ακόλουθες:

* Θερμοκρασία λειτουργίας: -25°C έως +70°C (θερμοκρασία περιβάλλοντος).
* Μέγιστη σχετική υγρασία: 98%.
* Μέγιστο υψόμετρο: 2.000 m πάνω από το επίπεδο της θάλασσας χωρίς επανακαθορισμό των ονομαστικών μεγεθών και 5.000 m πάνω από το επίπεδο της θάλασσας με επανακαθορισμό των ονομαστικών μεγεθών.
* Καταλληλότητα για χρήση σε θερμό και υγρό περιβάλλον, σύμφωνα με τις οδηγίες των νηογνωμόνων και το διεθνές πρότυπο IEC 60068-2-30.
* Οι διακόπτες ισχύος με ονομαστικό ρεύμα 630 A θα πρέπει να μπορούν να μεταφέρουν το πλήρες ονομαστικό τους ρεύμα μέχρι τους + 55 °C (θερμοκρασία περιβάλλοντος), στην σταθερή τους έκδοση ένω μεταφέρουν έως και 600 Α για θερμοκρασία μέχρι τους + 40 °C στην βυσματωτού και συρομένου τύπου έκδοση.
* Οι διακόπτες ισχύος με ονομαστικό ρεύμα από 800 έως 1.250 θα πρέπει να μπορούν να μεταφέρουν το πλήρες ονομαστικό τους ρεύμα μέχρι τους + 55 °C (θερμοκρασία περιβάλλοντος).

### Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά

* Οι διακόπτες θα πρέπει να είναι κατάλληλοι να καλύπτουν ονομαστικά ρεύματα από 160 Α έως 1.600 Α διαθέτοντας και κοινά εξαρτήματα, μεταξύ διαφορετικών μεγεθών, ώστε να επιτρέπουν τη βελτιστοποίηση των αποθεμάτων.
* Οι αυτόματοι διακόπτες θα πρέπει να είναι 3πολικοί ή 4πολικοί σε σταθερή, συρόμενη και βυσματωτή έκδοση σε όλα τα ονομαστικά μεγέθη (160 Α, 250 Α, 400/630 Α).

Επίσης για μεγέθη από τα 800 έως τα 1.600 Α θα πρέπει να διατίθενται σε 3πολική ή 4πολική σταθερή και συρόμενη έκδοση.

* Όλα τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των αυτόματων διακοπτών θα πρέπει να αναγράφονται ευδιάκριτα, με ευκρίνεια και ανεξίτηλα επάνω στον διακόπτη, σε σημείο όπου θα τα καθιστά αναγνώσιμα ακόμη και όταν ο διακόπτης είναι εγκατεστημένος, σε συμφωνία με το πρότυπο IEC 60947-2.
* Στους αυτόματους διακόπτες κλειστού τύπου πρέπει να δηλώνεται με ακρίβεια η θέση των επαφών (Ι = κλειστός (ΟΝ), Ο= ανοιχτός (OFF), κίτρινη-πράσινη περιοχή= ανοιχτός λόγω σφάλματος).
* Οι αυτόματοι διακόπτες κλειστού τύπου πρέπει να εγγυώνται την πλήρη απομόνωση μεταξύ των κυκλωμάτων ισχύος και των βοηθητικών κυκλωμάτων, σύμφωνα με την τεχνική της διπλής μόνωσης.
* Στις εκδόσεις συρόμενου τύπου θα πρέπει να προβλέπεται ενσωματωμένος μηχανισμός προστασίας που αποτρέπει την τοποθέτηση εκτός του διακόπτη όταν εκείνος είναι κλειστός.
* Οι αυτόματοι διακόπτες κλειστού τύπου πρέπει να διαθέτουν μπουτόν δοκιμής στο εμπρόσθιο μέρος, ώστε να πιστοποιείται η σωστή λειτουργία του μηχανισμού απόζευξης και το άνοιγμα των πόλων.
* Όλοι οι τρόποι εγκατάστασης των διακοπτών θα πρέπει να γίνονται χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η λειτουργία των διακοπτών.
* Το εμπρόσθιο τμήμα του διακόπτη με κάλυμμα ή με απευθείας περιστροφικό χειριστήριο θα πρέπει να διαθέτει κατ’ ελάχιστον ΙΡ 40, εξαιρώντας τους ακροδέκτες σύνδεσης. Βαθμός προστασίας ΙΡ 40 στους ακροδέκτες θα μπορεί να είναι εφικτός χρησιμοποιώντας καλύμματα ακροδεκτών.

## **Μονάδες προστασίας**

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου θα πρέπει να είναι εξοπλισμένοι με ηλεκτρονικές μονάδες προστασίας που θα είναι αυτοτροφοδοτούμενες και θα εξασφαλίζουν σωστή λειτουργία των προστασιών ακόμη και με την παρουσία μίας φάσης η οποία θα πρέπει να έχει ένταση ρεύματος κατ’ ελάχιστο 20% της ονομαστικής τιμής.

Θα πρέπει να προβλέπεται σύνδεση βοηθητικής πηγής τροφοδοσίας για την ενεργοποίηση επιπλέον λειτουργιών όπως η χρήση της μονάδας προστασίας όταν ο διακόπτης είναι ανοιχτός, σύνδεση με σύστημα επίβλεψης της εγκατάστασης, καταγραφή του αριθμού των χειρισμών και η επιλεκτικότητα ζώνης.

Οι μονάδες θα πρέπει να μπορούν να παραμετροποιηθούν μέσω της οθόνης ή απομακρυσμένα μέσω συγκεκριμένου λογισμικού. Επίσης θα πρέπει να διαθέτουν ενσωματωμένο Bluetooth για απομακρυσμένη επικοινωνία μέσω κινητών τηλεφώνων και της αντίστοιχης εφαρμογής.

Οι μονάδες αυτές θα πρέπει να είναι εξοπλισμένες με τουλάχιστον τις ακόλουθες προστασίες:

* Υπερφόρτιση (ANSI 49)
* Στιγμιαία προστασία από βραχυκύκλωμα (ANSI 50), προστασία από βραχυκύκλωμα με καθυστέρηση (ANSI 50 TD/68/51) και προστασία διαρροής προς γη (ANSI 50N/50N TD/68/51N)
* Στιγμιαία προστασία από βραχυκύκλωμα, δεύτερο κατώφλι (ANSI 50)
* Προστασία από βραχυκύκλωμα, δεύτερο κατώφλι (S2 - ANSI 50TD/68)
* Κλεισίματος σε βραχυκύκλωμα (MCR)
* Ασυμμετρία ρεύματος (ANSI 46)
* Στιγμιαία προστασία από βραχυκύκλωμα (υψηλών ρευμάτων, linst)

Η προστασία του ουδετέρου από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα θα πρέπει να μπορεί να ρυθμιστεί στο 50%, 100%, 150% και στο 200% με δυνατότητα απενεργοποίησης.

Σήμανση alarm θα πρέπει να σημαίνεται στις περιπτώσεις με συντελεστή παραμόρφωσης αρμονικών μεγαλύτερο του 2,1.

Θερμική μνήμη στις προστασίες L και S θα πρέπει να είναι διαθέσιμη.

Προστασία έναντι παρουσίας ασυνήθους θερμοκρασίας στον αυτόματο διακόπτη, θα πρέπει να είναι διαθέσιμη. Ένα led που αναβοσβήνει θα πρέπει να σημαίνει το αυτόματο άνοιγμα του διακόπτη, πριν αυτός ανοίξει, λόγω θερμοκρασίας υψηλότερης των 85 oC.

Οι μονάδες προστασίας θα πρέπει να διαθέτουν λειτουργία αυτό-διάγνωσης. Η λειτουργία αυτή εξασφαλίζει τον περιοδικό έλεγχο της ορθής συνδεσιμότητας των εσωτερικών συνδέσεων (πηνία, πλακέτα διαβάθμισης κ.α.). Ενδεχόμενη αστοχία θα πρέπει να σημαίνεται.

Τέσσερα διαφορετικά κατώφλια ρευμάτων θα πρέπει να είναι διαθέσιμα ώστε να λαμβάνεται προειδοποίηση για παρέμβαση και διορθωτικές κινήσεις (πχ. απόρριψη φορτίων) για αποφυγή απόζευξης από υπερφόρτιση.

Οι παρακάνω προστασίες θα πρέπει να διαθέτουν δυνατότητα αναβάθμισης του λογισμικού τους με επιπλέον προστασίες οποιαδήποτε στιγμή :

Προστασίες τάσεων όπως φαίνονται ακολούθως:

* + Διαδοχή και αλληλουχία τάσεων (ANSI 47)
  + Υπόταση (ANSI 27)
  + Υπέρταση (ANSI 599)
  + 2ο κατώφλι υπέρτασης και υπότασης (ANSI 27 και 59)
  + Υπερένταση ελεγχόμενη από τάση και 2ο κατώφλι υπερέντασης ελεγχόμενης από τάση (ANSI 51V)
  + Διαφορική τάση (ANSI 59N)

Θα πρέπει να είναι δυνατή η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση της προστασίας από υπερένταση ελεγχόμενης από τάση. Όταν είναι ενεργή θα υπάρχει η δυνατότητα απενεργοποίησης της απόζευξης και ενεργοποίησης της σήμανσης σφάλματος μόνο.

Η προστασία υπερέντασης ελεγχόμενης από τάση (ANSI 51V) θα πρέπει να είναι δυνατόν να ενεργοποιηθεί, να απενεργοποιηθεί, ή να τεθεί σε λειτουργία μόνο σήμανσης σφάλματος (χωρίς δηλαδή να ενεργοποιεί την απόζευξη του αυτόματου διακόπτη). Στην περίπτωση ανίχνευσης πτώσης της τάσης, το κατώφλι ρεύματος ενεργοποίησης της προστασίας θα μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να μειώνεται, είτε με βηματικό, είτε με γραμμικό τρόπο. Η συγκεκριμένη προστασία θα μπορεί να λειτουργεί ακόμα και όταν ο αυτόματος διακόπτης είναι ανοιχτός, επιτρέποντας έτσι τον εντοπισμό σφάλματος πριν από το κλείσιμο του αυτόματου διακόπτη.

Προστασίες συχνότητας όπως φαίνονται ακολούθως:

* + Υποσυχνότητα και 2ο κατώφλι υποσυχνότητας (ANSI 81L)
  + Υπερσυχνότητα και 2ο κατώφλι υπερσυχνότητας (ANSI 81H)

Όπως επίσης και οι προστασίες ισχύος όπως φαίνονται ακολούθως:

* + Ανάστροφης ισχύος (ANSI 32R)
  + Συντελεστή ισχύος (ANSI 78)
  + Κατευθυντική προστασία από βραχυκύκλωμα (ANSI 67)
  + Απώλεια φάσης ή αντίστροφη άεργος ισχύς (ANSI 40 ή ANSI 32RQ)
  + Υπέρβαση αέργου ισχύος (ANSI 32OF)
  + Υπέρβαση ενεργού ισχύος (ANSI 32OF)
  + Υστέρηση ενεργού ισχύος (ANSI 32LF)
  + 2o κατώφλι προστασίας απώλειας φάσης ή αντίστροφης άεργου ισχύος (ANSI 40 ή 32R)

Θα πρέπει να είναι δυνατή η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση της προστασίας μεταβαλλόμενης συχνότητας (ROCOF, ANSI 81R), με ταυτόχρονη ενεργοποίηση του σήματος συναγερμού.

Ένα δεύτερο σετ παραμετροποίησης για όλες τις προστασίες θα πρέπει να είναι διαθέσιμο και να ενεργοποιείται μέσω ψηφιακής εισόδου, δικτύου επικοινωνίας, μέσω της οθόνης της μονάδας προστασίας ή αυτόματα μέσω εσωτερικής ρύθμισης χρόνου και εφόσον ο διακόπτης έχει κλείσει.

Θα πρέπει να είναι δυνατή η απομόνωση μέρος της εγκατάστασης όπου έχει παρουσιαστεί σφάλμα και να εξασφαλίζεται η ορθή λειτουργία της υπόλοιπης (zone selectivity).

Επίσης η κατευθυντική επιλεκτικότητα ζώνης θα πρέπει να είναι διαθέσιμη στις περιπτώσεις των εγκαταστάσεων βρόχου.

Οι μονάδες προστασίας θα πρέπει να μπορούν να αναβαθμιστούν ψηφιακά με νέες λειτουργίες. Οι λειτουργίες θα μπορούν να εγκατασταθούν στις μονάδες προστασίας από το διαδίκτυο και μέσω λειτουργικού PC ή κάποιας έξυπνης συσκευής.

Επιπλέον θα πρέπει να προβλέπεται μονάδα (module) για τον έλεγχο του συγχρονισμού κατά το κλείσιμο του διακόπτη. Η μονάδα αυτή θα πρέπει να είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο του τόξου τάσης, συχνότητας του δικτύου για την ασφαλή σύνδεση της διαθέσιμης πηγής στο δίκτυο.

Θα πρέπει να επιτρέπεται το κλείδωμα των προστασιών από υπερένταση και διαρροή προς γη για ενεργοποίηση της άμεσης απομόνωσης του σφάλματος και την κανονική λειτουργία της υπόλοιπης εγκατάστασης (επιλεκτικότητα ζώνης -zone selectivity). Η επιλεκτικότητα ζώνης θα εξασφαλίζεται μέσω διασύνδεσης των συσκευών με καλώδιο Ethernet. Επίσης θα παρέχεται η δυνατότητα εφαρμογής λογικής επιλεκτικότητας κατευθυντικής προστασίας από υπερένταση για την προστασία δικτύων βρόχου.

## **Επικοινωνία**

Οι αυτόματοι διακόπτες από 160 Α έως 1.600 Α θα πρέπει να έχουν δυνατότητα επικοινωνίας καθιστώντας δυνατές τις εξής λειτουργίες: παραμετροποίηση των μονάδων προστασίας από απόσταση, επικοινωνία με τις μονάδες, μεταφορά μετρήσεων, γεγονότων και σημάτων συναγερμού από τους διακόπτες στο σύστημα επίβλεψης και δυνατότητα ελέγχου. Ο χάρτης επικοινωνίας (communication map) θα πρέπει να είναι κοινός για όλα τα μεγέθη.

Οι μονάδες θα πρέπει να μπορούν να εξοπλιστούν με στοιχεία επικοινωνίας (communication modules) ικανά να υποστηρίξουν διαφορετικά πρωτόκολλα τις αγοράς, **χωρίς τη χρήση εξωτερικών πυλών και μετατροπέων (Modbus Native)**. Τα στοιχεία επικοινωνίας με δυνατότητα Modbus RS485, Modbus TCP, Ethernet IP, DeviceNet, Profibus, Profinet, IEC 61850 θα μπορούν να τοποθετηθούν απευθείας σε προβλεπόμενο χώρο επάνω στο σώμα το διακόπτη ενώ η λειτουργία Bluetooth θα πρέπει να είναι ενσωματωμένη .

Χρήση 2 πρωτοκόλλων επικοινωνίας (μεταξύ των συσκευών και ανάμεσα στην εγκατάσταση και στο σύστημα επίβλεψης) θα μπορεί να είναι εφικτή.

Για εγγυημένη ασφάλεια επικοινωνίας σε εγκαταστάσεις αυξημένων απαιτήσεων ασφαλείας θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης εφεδρικού στοιχείου επικοινωνίας (Redundant module).

Στοιχείο επικοινωνίας με κλειστό proprietary πρωτόκολλο θα πρέπει να είναι διαθέσιμο για εύκολη ενσωμάτωση σε λογικές αυτοματισμών ισχύος.

Θα πρέπει να είναι διαθέσιμη η συλλογή και αποθήκευση δεδομένων σε πλατφόρμα τύπου cloud χρησιμοποιώντας πύλη επικοινωνίας σε έκδοση εσωτερικού εξαρτήματος ή εξωτερικού εξαρτήματος που θα ενσωματωθεί στον διαθέσιμο χώρο του διακόπτη.

Στις περιπτώσεις που εφαρμόζεται το πρωτόκολλο IEC 61850 η μονάδα θα πρέπει να υποστηρίζει χρονοσφραγίδες κατά ΙΕΕΕ 1588

## **Μετρήσεις**

Οι μονάδες θα πρέπει να παρέχουν μετρήσεις των ρευμάτων στις τρεις φάσεις και στον ουδέτερο. Οι μετρήσεις θα πρέπει να απεικονίζονται στη οθόνη της μονάδας, ξεκινώντας από την ελάχιστη τιμή έντασης 0,004xIn όταν ο αυτόματος διακόπτης τροφοδοτείται με βοηθητική τάση τροφοδοσίας.Οι ελάχιστες απαιτήσεις σε σχέση με τις μετρήσεις θα είναι:

* + Μετρήσεις ρεύματος φάσεων ουδετέρου και γης (στιγμιαία rms, μέγιστη)
  + Μετρήσεις τάσης (στιγμιαία rms, μέγιστη)
  + Μετρήσεις ισχύος ενεργός-άεργη-φαινόμενη (στιγμιαία, μέγιστη και μέση)
  + Μετρήσεις ενέργειας ενεργός-άεργη-φαινόμενη
  + Μετρήσεις συχνότητας
  + Μετρήσεις συντελεστή ισχύος
  + Μέτρηση συντελεστή αιχμής (peak factor)

Η ακρίβεια μετρήσεων για τα μεγέθη της έντασης θα πρέπει να είναι 1% ή καλύτερη (Κλάση 1 σύμφωνα με το IEC 61557-12). Αντίστοιχα για το μέγεθος της τάσεως η ακρίβεια των οργάνων θα πρέπει να είναι 0,5 % ή καλύτερη. Η τάση θα πρέπει να μετράται μεταξύ των φάσεων και φάσης – ουδετέρου.

Η ακρίβεια της μετρούμενης ισχύος (ενεργής και άεργης) θα είναι 2% (Κλάση 2 κατά το IEC 61557-12), της φαινομένης 2% (Κλάση 2) ή καλύτερες. Οι μονάδες θα πρέπει επίσης να μετρούν ελάχιστες και μέγιστες τιμές σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα.

Επιπλέον σετ μετρήσεων θα πρέπει να είναι διαθέσιμα προς μέτρηση από τις μονάδες προστασίας όπως η συχνότητα, ο συντελεστής αιχμής και συντελεστής ισχύος.

Σε συμφωνία με το πρότυπο ΕΝ50160 μετρήσεις όπως οι πτώσεις τάσεις ή διαταραχές, οι αιχμές τάσεων, η αλληλουχία τάσεων, η ασυμμετρία φάσεων και η ανάλυση αρμονικών μέχρι την 50η θα πρέπει να είναι διαθέσιμες. Οι τιμές των ρευμάτων και των τάσεων θα πρέπει να παρουσιάζονται στη μορφή κυματομορφών και οι αρμονικές σε αυτή των ιστογραμμάτων.

Καταγραφέας δεδομένων θα πρέπει να είναι διαθέσιμος για την καταγραφή ρεύματος, τάσης και γεγονότων όπως πληροφορίες για τις αποζεύξεις, σήματα συναγερμών και σημάνσεις της κατάστασης των αυτομάτων διακοπτών. Η μονάδα θα πρέπει να αποθηκεύει πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό των χειρισμών (ηλεκτρικών και μηχανικών) χειροκίνητους και μη, την κατάσταση των επαφών, τις τελευταίες 30 αποζεύξεις με τις χρονικές στιγμές που συνέβησαν και τα 200 τελευταία συμβάντα. Ο καταγραφέας δεδομένων διαθέτει 2 διαφορετικές μνήμες με συχνότητα δειγματοληψίας 1.200-9.600 Hz.

## **Εξαρτήματα**

Οι διακόπτες θα πρέπει να είναι σε θέση να δεχθούν μηχανικά και ηλεκτρικά εξαρτήματα όπως ακροδέκτες, εξαρτήματα για τοποθέτηση σε ράγα, περιστροφικά χειριστήρια, βοηθητικές επαφές, πηνία εργασίας κ.α.. Ειδικότερα οι μηχανικές μανδαλώσεις πρέπει να είναι διαθέσιμες για όλη τη σειρά αυτόματων διακοπτών ακόμα και ανάμεσα σε διακόπτες με διαφορετικά μεγέθη. Όλοι οι διακόπτες πρέπει να μπορούν να εξοπλιστούν με εξαρτήματα κλειδώματος με λουκέτα, τόσο στην ανοικτή όσο και στην κλειστή τους θέση.

**Ενδεικτικός τύπος:** ABB ΧΤ2 ή ΧΤ4 ή ΧΤ5 ή XT7 με μονάδα προστασίας Ekip Touch Μeasuring LSI ή ισοδύναμος