



ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Α.Ε.
ΔΝΕΜ/ ΤΟΜΕΑΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ & ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ Υ/Σ - ΚΥΤ

Ιούλιος 2016

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ SS-52/16
ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΕΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ 157,5kV,
8 MVAR – 50 MVAR

I. ΘΕΜΑ

Η παρούσα προδιαγραφή καλύπτει την μελέτη, κατασκευή, δοκιμή στο εργοστάσιο του προμηθευτή και προμήθεια τριφασικών αυτεπαγωγών παράλληλης αντιστάθμισης υπαίθριου τύπου.

II. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Όλα τα υλικά, ο εξοπλισμός, η μελέτη, η κατασκευή, η επιθεώρηση των αναγραφόμενων στην προδιαγραφή αυτεπαγωγών αντιστάθμισης, πρέπει να διέπονται από τους τελευταίους εφαρμοζόμενους κανονισμούς IEC 60076-6, 60076-3, 60076-4

III. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1. Μέγιστη τάση συστήματος : 170kV
2. Ονομαστική συχνότητα : 50Hz
3. Στάθμη βραχυκυκλώσεως συστήματος : 31,5kA στα 170kV
4. Λοιπά χαρακτηριστικά : Τριφασικό σύστημα τριών αγωγών με γειωμένο ουδέτερο.

IV. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Εκτός εάν καθορίζεται διαφορετικά στη παρούσα προδιαγραφή, οι προδιαγραφόμενες αυτεπαγωγές αντιστάθμισης πρέπει να είναι κατάλληλες για υπαίθρια εγκατάσταση, σε ύψος μέχρι 1000 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας για θερμοκρασία περιβάλλοντος κυμαινόμενη μεταξύ -25°C και $+40^{\circ}\text{C}$, και να λειτουργούν κανονικά με συνθήκες χιονιού και πάγου.

V. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ

1. Βασικά ονομαστικά μεγέθη

- α. Μέγιστη τάση λειτουργίας (U_m) : 170kV

- β. Ονομαστική τάση (U_r) : 157,5kV
- γ. Ονομαστική ισχύς : (όπως καθορίζεται στη διακήρυξη)
- δ. Ονομαστική ένταση : (υπολογιζόμενη από την ονομαστική ισχύ και την ονομαστική τάση)
- ε. Ονομαστική συχνότητα : 50Hz
- στ. Μέγιστη τάση λειτουργίας (U_{max}) : 105% της ονομαστικής τάσης
- ζ. Ονομαστικές στάθμες μόνωσης τυλιγμάτων και μονωτήρων διελεύσεως:

	Ακροδέκτες Γραμμής	Ακροδέκτης Ουδετέρου
Αντοχή σε κεραυνική κρουστική τάση 1,2/50μs (μέγιστη τιμή σε kV)	750	325
Αντοχή σε τάση συχνότητας δικτύου (kV rms)	325	140

2. Τύπος κατασκευής

1. Ο λέβητας της αυτεπαγωγής θα είναι τύπου ΒΙΔΩΤΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ.
2. Τα πηνία των αυτεπαγωγών αντιστάθμισης πρέπει να είναι τριφασικά, εμβαπτισμένα σε λάδι, φυσικής ψύξης, με τυλίγματα χαλκού, κατάλληλα για υπαίθρια εγκατάσταση.
3. Ο πυρήνας πρέπει να είναι από σίδηρο με διάκενα και πέντε (5) σκέλη, συμπεριλαμβανομένων των πλευρικών σκελών. Η όλη σχεδίαση πρέπει να παρέχει αποτελεσματική μαγνητική θωράκιση.
Γενικά η σχεδίαση και η κατασκευή των αυτεπαγωγών αντιστάθμισης πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγονται καταστροφικά αποτελέσματα λόγω κραδασμών.
4. Ο μαγνητικός πυρήνας της αυτεπαγωγής θα είναι γειωμένος σε ένα μόνο σημείο. Η γείωση του πυρήνα θα υλοποιηθεί με έναν γειωμένο αγωγό, ο οποίος θα συνδέει τον πυρήνα με ένα κουτί γείωσης, τοποθετημένο εξωτερικά στο δοχείο της

- αυτεπαγωγής. Με αυτόν τον τρόπο η γείωση του πυρήνα θα μπορεί να ελεγχθεί χωρίς άνοιγμα του δοχείου της αυτεπαγωγής.
5. Το μονωτικό υγρό των αυτεπαγωγών θα είναι μη χρησιμοποιημένο ορυκτέλαιο, κατηγορίας «λάδι μετασχηματιστή με ανασταλτικά οξειδωσης (I)», σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60296. Δεν θα περιέχει PCBs, PCTs και διαβρωτικό θείο. Τα μόνα επιτρεπτά ανασταλτικά οξειδωσης είναι τα DBPC και DBP σε περιεκτικότητα μεταξύ 0,30% - 0,40% σε βάρος. Η ελάχιστη θερμοκρασία ψυχρής ενεργοποίησης (LCSET) του λαδιού δεν πρέπει να υπερβαίνει τους -30°C.
 6. Οι αγωγοί όλων των τυλιγμάτων, όπως και οι συνδετήριοι αγωγοί εντός του δοχείου, θα είναι μονωμένοι με χαρτί Kraft, φτιαγμένο από 100% θειικό πολτό ξύλου, κατασκευασμένο και δοκιμασμένο σύμφωνα με την σειρά προτύπων IEC 60641.
 7. Η αυτεπαγωγή πρέπει να σχεδιαστεί και κατασκευαστεί έτσι ώστε να αντέχει συνεχή επιτάχυνση τουλάχιστον 1g προς όλες τις κατευθύνσεις κατά τη μεταφορά, επιπρόσθετα της βαρύτητας, χωρίς καμία βλάβη.

3. Όρια ανύψωσης θερμοκρασίας

Τα παρακάτω όρια ανύψωσης θερμοκρασίας για συνεχή λειτουργία, σχετικά με τα τυλίγματα, πρέπει να είναι :

- Μέση ανύψωση θερμοκρασίας τυλίγματος: 65 K
- Ανύψωση θερμοκρασίας θερμότερου σημείου τυλίγματος (hot-spot) : 78 K
- Ανύψωση θερμοκρασίας άνω στάθμης λαδιού : 60 K

4. Αντίδραση μηδενικής ακολουθίας

Ο λόγος της αντίδρασης μηδενικής ακολουθίας προς την αντίδραση θετικής ακολουθίας (X_0/X_+) των αυτεπαγωγών αντιστάθμισης πρέπει να βρίσκεται μεταξύ 0,95 και 1,0.

5. Σύνδεση τυλιγμάτων

Η αυτεπαγωγή πρέπει να αποτελεί τριφασική μονάδα συνδεδεμένη κατ'αστέρα με τον ουδέτερο γειωμένο απευθείας προς γη.

6. Υπερτάσεις Συστήματος λόγω χειρισμών

Οι αυτεπαγωγές αντιστάθμισης είναι δυνατό να τοποθετηθούν στο άκρο υποβρυχίων καλωδιακών γραμμών μεγάλου μήκους με σκοπό την αντιστάθμιση της αέργου ισχύος. Σε τέτοια περίπτωση οι αυτεπαγωγές είναι δυνατό να υποστούν

υπερτάσεις χειρισμών μέγιστης τιμής 3 ανά μονάδα (1 μονάδα = $170/\sqrt{3}$).

7. Αρμονικές

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή τρίτης αρμονικής του ρεύματος των αυτεπαγωγών πρέπει να είναι 3% της θεμελιώδους όταν αυτό διεγείρεται με την ονομαστική τάση ημιτονοειδούς μορφής.

8. Κορεσμός

Οι αυτεπαγωγές αντιστάθμισης πρέπει να έχουν μελετηθεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν γραμμική χαρακτηριστική μέχρι τάση, τουλάχιστον ίση προς 1,2 φορές την ονομαστική τάση.

9. Μεταβολές τάσης

Οι αυτεπαγωγές αντιστάθμισης πρέπει να είναι σχεδιασμένες για συνεχή λειτουργία με τάση 105% της ονομαστικής (σε τάση U_{max}), χωρίς η ανύψωση της θερμοκρασίας να υπερβεί τα προδιαγραφόμενα όρια.

10. Στάθμη θορύβου

Η μέση στάθμη ακουστικής πίεσης των αυτεπαγωγών αντιστάθμισης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 72db(A), μετρημένη σύμφωνα με το IEC 60076-10. Οι αυτεπαγωγές πρέπει να είναι σχεδιασμένες για φυσική συχνότητα μεγαλύτερη των 350Hz.

VI. ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

1. Μονωτήρες διελεύσεως

Η σχεδίαση των μονωτήρων διελεύσεως θα είναι σύμφωνη με τα πρότυπα IEC 60137 και EN 50458.

Οι μονωτήρες διελεύσεως του μετασχηματιστή για κάθε τύλιγμά του θα είναι εμποτισμένου υπαίθριου χωρητικού τύπου, μονώσεως λαδιού, με το ένα άκρο εκτεθειμένο στον αέρα και το άλλο εμβαπτισμένο στο λάδι της αυτεπαγωγής.

Το ενεργό μέρος του μονωτήρα διελεύσεως θα αποτελείται από πυρήνα τύπου πυκνωτή από εμποτισμένο χαρτί σε λάδι (OIP).

Το περίβλημα μόνωσης των μονωτήρων διελεύσεως γραμμής θα είναι από υψηλής ποιότητας πορσελάνη ή από σωλήνα ινών εμποτισμένων σε ρητίνη και με επικάλυψη από πυριτιούχο λάστιχο.

Το περίβλημα από πορσελάνη θα πρέπει να συμφωνεί πλήρως με τον κανονισμό IEC 62155. Το συνθετικό περίβλημα θα πρέπει να συμφωνεί με το IEC 61462. Μεταξύ του ενεργού μέρους και

περιβλήματος μόνωσης θα υπάρχει λάδι (μονωτήρες διελεύσεως με μόνωση λαδιού).

Ο μονωτήρας ουδετέρου θα είναι συμπαγούς τύπου, είτε από υψηλής ποιότητας πορσελάνη ή από ρητίνη με επικάλυψη από πυριτιούχο λάστιχο.

Οι μονωτήρες διελεύσεως θα πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

		Γραμμής	Ουδετέρου
1	Μέγιστη ονομαστική πολική τάση λειτουργίας (U_m) (kV- ενδ. τιμή)	170	72,5
2	Ονομαστική φασική τάση λειτουργίας (KV- ενδ. τιμή)	98	42
3	Ονομαστικό ρεύμα (I_r^*) (A)	800	800
4	Ονομαστικό θερμικό βραχυχρόνιο ρεύμα 1 sec (I_{th})	$25I_r$	$25I_r$
5	Ονομαστικό δυναμικό ρεύμα (I_d)	$2.5I_{th}$	$2.5I_{th}$
6	Αντοχή σε κάμψη (N) λειτουργίας	2000	1000
7	Μήκος ερπυσμού (mm)	4250	1813
8	Γωνία έδρασης	$\leq 30^\circ$ /κάθετα	$\leq 30^\circ$ /κάθετα
9	Θερμικό όριο – κλάση μονωτικού υλικού σε επαφή με τα μεταλλικά μέρη	105°C Class A	105°C Class A
10	Διηλεκτρικός συντελεστής απωλειών ($\tan\delta$) σε τάση $1.05 * U_m / \sqrt{3}$	≤ 0.007	≤ 0.007
11	Όριο μερικών εκκενώσεων σε τάση U_m	$\leq 10pC$	$\leq 10pC$
12	Βασική στάθμη μόνωσης σε ατμοσφαιρικές υπερτάσεις (kV)	750	325
13	Αντοχή σε τάση συχνότητας δικτύου - εν ξηρώ / εν υγρώ (kV)	355 / 325	155 / 140
14	Τύπος σύμφωνα με EN 50458	170/750/800	72.5/325/800

1.1 Επιπρόσθετα χαρακτηριστικά των μονωτήρων διελεύσεως

α. Αντοχή σε σεισμική καταπόνηση.

Όλοι οι μονωτήρες διελεύσεως θα πρέπει να αντέχουν τις ακόλουθες σεισμικές καταπονήσεις σύμφωνα με τους κανονισμούς IEC-61463 και IEC-60068-3-3.

1. Οριζοντίως (άξονες x & y): 0,5g ($5m/s^2$)
2. Καθέτως (άξονας z): 0,25g ($2,5m/s^2$)
3. Η περιοχή συχνότητας θα είναι από 1 - 35Hz
4. Αποδεκτές μέθοδοι σεισμικής πιστοποίησης:
 - Με δοκιμή δόνησης ή
 - Με στατικό υπολογισμό ή
 - Με δυναμική ανάλυση

Οι προσφέροντες στην προσφορά τους είναι υποχρεωμένοι να υποβάλουν πιστοποιητικά δοκιμών ή υπολογισμό με δυναμική ανάλυση ή στατικό υπολογισμό.

Αποδοχή ή όχι των παραπάνω εναπόκειται στην κρίση του ΑΔΜΗΕ.

- β. Οι μονωτήρες διελεύσεως θα είναι σχεδιασμένοι για να λειτουργούν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος από -25°C μέχρι $+45^{\circ}\text{C}$ και για υψόμετρο μέχρι 1000 μέτρα.
- γ. Η μέγιστη θερμοκρασία λαδιού σε συνθήκες λειτουργίας έκτακτης ανάγκης θα είναι 115°C .
- δ. Οι μονωτήρες διελεύσεως γραμμής θα έχουν ακροδέκτη από επικασσιτερωμένο χαλκό, κυλινδρικού σχήματος διαμέτρου 30mm με μήκος περίπου 100mm.
- ε. Σε περίπτωση βλάβης, θα είναι δυνατή η αντικατάσταση οποιουδήποτε μονωτήρα με άλλον, ακόμη και άλλου κατασκευαστή, ο οποίος θα έχει τον ίδιο τύπο και προσδιορισμό κατά EN 50458. Ο κατασκευαστής της αυτεπαγωγής πρέπει να τηρήσει τις λεπτομέρειες σύνδεσης, τις μέγιστες διαστάσεις μονωτήρα και την ελάχιστη απόσταση ασφάλειας στο λάδι, ακολουθώντας το EN 50458.
- στ. Εάν οι μονωτήρες διελεύσεως γραμμής διαθέτουν αγωγό τύπου διερχόμενου σύρματος ή διερχόμενης ράβδου, η διατομή του σύρματος ή της ράβδου θα επιλεγεί σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή των μονωτήρων, έτσι ώστε οι ολοκληρωμένοι μονωτήρες να έχουν ένταση συνεχούς λειτουργίας τουλάχιστον ίση με 125% της ονομαστικής έντασης της αυτεπαγωγής.
- ζ. Εάν τα προαναφερόμενα μεγέθη ονομαστικών ρευμάτων των μονωτήρων διελεύσεως αποδειχθούν ανεπαρκή με βάση τα παραπάνω απαιτούμενα επιπρόσθετα χαρακτηριστικά λειτουργίας, τότε οι προσφέροντες θα πρέπει να προσφέρουν μονωτήρες διελεύσεως με τα κατάλληλα ονομαστικά μεγέθη.

1.2 Παρελκόμενα

Οι μονωτήρες διελεύσεως θα πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με τα ακόλουθα εξαρτήματα :

- α. Δείκτης στάθμης λαδιού.
- β. Ακροδέκτης δοκιμών (υποδοχή εφδ) για μέτρηση χωρητικότητων, του συντελεστή διηλεκτρικών απωλειών και μερικών εκκενώσεων του μονωτήρα Η υποδοχή δοκιμών θα είναι μονωμένη από το στεγανοποιητικό παρέμβυσμα έδρασης, και θα είναι συνεχώς γειωμένη όταν δεν χρησιμοποιείται.
- γ. Βαλβίδα εξαέρωσης.
- δ. Αντισταθμιστής των διαστολών του λαδιού.

- ε. Υποδοχές για λήψη δείγματος λαδιού και για πλήρωση του μονωτήρα με λάδι.
- στ. Λαβές ανυψώσεως εάν απαιτούνται από τον κατασκευαστή και δεν υπάρχει άλλος τρόπος ανύψωσης.
- ζ. Οι μονωτήρες γραμμής πρέπει να φέρουν ακίδες ρυθμιζόμενες από 25" έως 40". Πρέπει δε να έχουν ρυθμιστεί στις 26".

1.3 Ονομαστικές Πινακίδες- Σημάνσεις

Οι μονωτήρες διελεύσεως γραμμής θα φέρουν πινακίδα με τις ακόλουθες σημάνσεις:

- Όνομα Κατασκευαστή ή Προμηθευτή
- Έτος κατασκευής και αριθμός σειράς
- Μέγιστη πολική τάση λειτουργίας (U_m) ή ονομαστική φασική τάση λειτουργίας και συχνότητα λειτουργίας
- Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας (I_r)
- Στάθμες μόνωσης BIL, PF
- Χωρητικότητα μονωτήρα, συντελεστής διηλεκτρικών απωλειών.
- Μάζα
- Γωνία έδρασης

1.4 Δοκιμές

Ο κατασκευαστής του μετασχηματιστή είναι υποχρεωμένος να επιδείξει στον επιθεωρητή του ΑΔΜΗΕ πιστοποιητικά δοκιμών των μονωτήρων διελεύσεως όταν ο επιθεωρητής ευρίσκεται στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή για επιθεώρηση και δοκιμές του μετασχηματιστή.

Τα πιστοποιητικά δοκιμών τα οποία πρέπει να επιδειχθούν θα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν τις ακόλουθες δοκιμές τύπου σειράς και ειδικές δοκιμές:

Οι δοκιμές θα είναι σύμφωνα με το κανονισμό IEC 60137

A. Δοκιμές Τύπου

1. Δοκιμή αντοχής σε τάση συχνότητας δικτύου, εν υγρώ
2. Δοκιμή αντοχής σε μακράς διάρκειας τάση συχνότητας δικτύου (ACLD), με μέτρηση μερικών εκκενώσεων (μόνο μονωτήρες γραμμής)
3. Δοκιμή αντοχής σε κρουστική τάση από κεραυνικές υπερτάσεις.
4. Δοκιμή ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (μόνο μονωτήρες γραμμής)
5. Δοκιμή ανύψωσης θερμοκρασίας.
6. Αντοχής σε θερμικό βραχυχρόνιο ρεύμα (υπολογισμός ή δοκιμή).

7. Δοκιμή αντοχής κάμψης.
8. Δοκιμή στεγανότητας.
9. Επιβεβαίωση διαστάσεων.

B. Δοκιμές σειράς

1. Μέτρηση συντελεστή διηλεκτρικών απωλειών και χωρητικότητας σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.
2. Αντοχή σε τάση συχνότητας δικτύου, εν ξηρώ.
3. Μέτρηση μερικών εκκενώσεων.
4. Δοκιμή αντοχής μόνωσης μετρητικής λήψης.
5. Δοκιμή στεγανότητας.
6. Δοκιμή στεγανότητας στα σημεία σύνδεσης.
7. Οπτικός έλεγχος και επιβεβαίωση διαστάσεων.

Γ. Ειδικές Δοκιμές

1. Σεισμικές δοκιμές (IEC 61463, υπολογισμός ή δοκιμή)
2. Δοκιμή τεχνητής μόλυνσης (IEC 60507)

Οι μονωτήρες διελεύσεως πρέπει να είναι του Οίκου GE ή TRENCH ή ABB.

1.5 Μετασχηματιστές εντάσεως μονωτήρων διελεύσεως

Οι μονωτήρες διελεύσεως θα εξοπλιστούν με μετασχηματιστές εντάσεως, όπως παρακάτω.

Για ονομαστική ισχύ αυτεπαγωγής 8 Mvar έως και 25 Mvar:

Ακροδέκτες	Αριθμός	Σχέση	Ακρίβεια & Ονομαστική ισχύς εξόδου
U,V,W	1	100/1	5P20 25VA Για προστασία
U,V,W	1	500/1	5P20 25VA Για προστασία
V	1	---	Όπως απαιτείται για τροφοδοσία του θερμομέτρου τυλίγματος

N	1	100/1	5P20 25VA Για προστασία
---	---	-------	----------------------------

Για ονομαστική ισχύ αυτεπαγωγής άνω των 25 Mvar έως και 50 Mvar:

Ακροδέκτες	Αριθμός	Σχέση	Ακρίβεια & Ονομαστική ισχύς εξόδου
U,V,W	1	200/1	5P20 25VA Για προστασία
U,V,W	1	500/1	5P20 25VA Για προστασία
V	1	---	Όπως απαιτείται για τροφοδοσία του θερμομέτρου τυλίγματος
N	1	200/1	5P20 25VA Για προστασία

Όλοι οι μετασχηματιστές έντασης θα ακολουθούν τα πρότυπα IEC 61869-1 και IEC 61869-2. Θα πρέπει να έχουν ονομαστική συνεχή θερμική ένταση ίση με 1,2 φορές την ονομαστική τους ένταση.

Πλήρη πρωτόκολλα δοκιμών των πιο πάνω μετασχηματιστών εντάσεως μονωτήρων διελεύσεως πρέπει να είναι διαθέσιμα κατά το χρόνο επιθεωρήσεως των μετασχηματιστών.

Επίσης τα δευτερεύοντα τυλίγματα των Μ.Ε. των μονωτήρων διελεύσεως θα δοκιμαστούν με τάση συχνότητας δικτύου 3kV ως προς τη γη.

2. Εξοπλισμός ελέγχου και προστασίας

- Αντισεισμικός ηλεκτρονόμος Buchholz κατασκευής EMB, τύπου διπλού πλωτήρος, ο οποίος θα εφαρμοσθεί στο σωλήνα διαμέτρου 80mm ο οποίος συνδέει το δοχείο της αυτεπαγωγής με το δοχείο διαστολής της. Ο ηλεκτρονόμος θα είναι σχεδιασμένος και δοκιμασμένος σύμφωνα με τα πρότυπα EN 50216-1 και EN 50216-2. Τα

πιστοποιητικά δοκιμών θα πρέπει να επιδειχθούν στον επιθεωρητή του ΑΔΜΗΕ. Αυτός ο ηλεκτρονόμος πρέπει να είναι τύπου διπλών πλωτήρων με δύο ομάδες επαφών μία για σήμανση και μία για πτώση. Το συσσωρευμένο αέριο στον ηλεκτρονόμο Buchholz θα είναι δυνατόν να ανακτηθεί μέσω μιας συσκευής συλλογής αερίου, η οποία θα εγκατασταθεί στο μετασχηματιστή στο ύψος του ανθρώπου και θα είναι μόνιμα συνδεδεμένη με τον ηλεκτρονόμο μέσω ενός σωλήνα.

- Βαλβίδα απομόνωσης, η οποία θα τοποθετείται στο σωλήνα μεταξύ δοχείου διαστολής και ηλεκτρονόμου Buchholz, για την αποφυγή ροής λαδιού από το δοχείο διαστολής προς το κύριο δοχείο της αυτεπαγωγής, σε περίπτωση διάρρηξης του δοχείου αυτού. Απαιτείται μια επαφή σήμανσης.
- Όργανο ένδειξης στάθμης ελαίου μαγνητικού τύπου, με επαφές για σήμανση χαμηλής στάθμης. Το όργανο θα είναι σχεδιασμένο και δοκιμασμένο σύμφωνα με τα πρότυπα EN 50216-1 και EN 50216-5. Τα πιστοποιητικά δοκιμών θα πρέπει να επιδειχθούν στον επιθεωρητή του ΑΔΜΗΕ.
- Θερμόμετρο για την μέτρηση της θερμοκρασίας του λαδιού, τύπου bellow και κατασκευής QUALITROL, τύπου AKM-OTI, ή κατασκευής MR, τύπου Messko-BeTech, με επαφές απόζευξης και σήμανσης.
- Θερμόμετρο για την μέτρηση της θερμοκρασίας του τυλίγματος, τύπου bellow και κατασκευής QUALITROL, τύπου AKM-WTI, ή κατασκευής MR, τύπου Messko-BeTech, με επαφές απόζευξης και σήμανσης. Η συσκευή θα ρυθμίζεται πριν την παράδοση της αυτεπαγωγής, σύμφωνα με τη βαθμίδα μεταξύ της θερμοκρασίας άνω στάθμης λαδιού (top-oil) και της θερμοκρασίας του θερμότερου σημείου του τυλίγματος (hot-spot) στην ονομαστική ένταση, η οποία θα βρίσκεται από την αναφορά δοκιμής ανύψωσης θερμοκρασίας. Τα δύο θερμόμετρα θα είναι σχεδιασμένα και δοκιμασμένα σύμφωνα με τα πρότυπα EN 50216-1 και EN 50216-11. Τα πιστοποιητικά δοκιμών θα πρέπει να επιδειχθούν στον επιθεωρητή του ΑΔΜΗΕ.
- Ανακουφιστική βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης του κυρίως δοχείου, κατασκευής QUALITROL, τύπου XPRD, ή κατασκευής MR, τύπου LMPRD κατευθυνόμενης ροής λαδιού. Η συσκευή θα περιλαμβάνει μεταλλικό κάλυμμα με οχετό, ώστε να οδηγείται το λάδι με ασφάλεια στο έδαφος. Η συσκευή θα είναι σχεδιασμένη και δοκιμασμένη σύμφωνα με τα πρότυπα EN 50216-1 και EN 50216-5. Τα πιστοποιητικά δοκιμών θα πρέπει να επιδειχθούν στον επιθεωρητή του ΑΔΜΗΕ.
- Αναπνευστήρας με SILICA GEL επί του δοχείου διαστολής. Οι αναπνευστήρες θα είναι σχεδιασμένοι και

δοκιμασμένοι σύμφωνα με τα πρότυπα EN 50216-1 και EN 50216-5. Τα πιστοποιητικά δοκιμών θα πρέπει να επιδειχθούν στον επιθεωρητή του ΑΔΜΗΕ.

5. Πρόσθετα εξαρτήματα και χαρακτηριστικά

Οι αυτεπαγωγές αντιστάθμισης πρέπει να είναι εφοδιασμένες με τα παρακάτω εξαρτήματα και ειδικά χαρακτηριστικά:

- 5.1. Βαλβίδα εκκενώσεως και άλλες βαλβίδες για τη σύνδεση συσκευών επεξεργασίας ελαίου και λήψεως δειγματοληψίας ελαίου. Οι βαλβίδες κενού πρέπει να είναι σχεδιασμένες και κατασκευασμένες σύμφωνα με τα πρότυπα EN 12266-1, -2. Τα πιστοποιητικά δοκιμών θα πρέπει να επιδειχθούν στον επιθεωρητή του ΑΔΜΗΕ.
- 5.2. Το δοχείο διαστολής θα περιλαμβάνει στρώμα ξηρού αέρα το οποίο θα επιπλέει εντός του ελαίου. Το στρώμα ξηρού αέρα θα συνδέεται με τον αναπνευστήρα. Το δοχείο διαστολής θα περιλαμβάνει επίσης βαλβίδα εκκενώσεως ελαίου.
- 5.3. Πώμα πληρώσεως στον άνω συλλέκτη του ψυγείου.
- 5.4. Το δοχείο πρέπει να έχει μελετηθεί για πλήρωση εν κενώ.
- 5.5. Αφαιρούμενα ψυγεία με βαλβίδες.
- 5.6. Οι βαλβίδες πεταλούδας θα είναι σχεδιασμένες και δοκιμασμένες σύμφωνα με τα πρότυπα EN 50216-1 και EN 50216-8. Τα πιστοποιητικά δοκιμών θα πρέπει να επιδειχθούν στον επιθεωρητή του ΑΔΜΗΕ.
- 5.7. Πρέπει να προβλεφθούν παρεμβύσματα για τους μονωτήρες διελεύσεως ανθρωποθυρίδες και ψυγεία κατά τέτοιο τρόπο ώστε αυτά να μην εκτίθενται στις καιρικές συνθήκες και να φέρουν μηχανικά τερματικά στοιχεία ώστε να προστατεύονται από σπάσιμο.
- 5.8. Όλο το συνδετικό υλικό, δηλαδή κοχλίες, περικόχλια και παράκυκλοι ασφαλείας, θα πρέπει να είναι γαλβανισμένο εν θερμώ, σύμφωνα με τους τελευταίους κανονισμούς ISO.
- 5.9. Οι αυτεπαγωγές αντιστάθμισης πρέπει να είναι ενιαίας βάσεως. Το δοχείο διαστολής, τα ψυγεία και τα λοιπά εξαρτήματα πρέπει να στηρίζονται στο δοχείο ή τη βάση της αυτεπαγωγής ώστε να μην απαιτηθεί ιδιαίτερη στήριξη ή θεμελίωση. Τα ψυγεία πρέπει να είναι προσαρμοσμένα και να στηρίζονται μόνο στο δοχείο. Η στήριξη των ψυγείων πρέπει να υλοποιείται με μηχανικά μέσα, ανεξάρτητα των σωλήνων ελαίου σύνδεσης με το δοχείο. Τα ψυγεία θα είναι σχεδιασμένα και δοκιμασμένα σύμφωνα με τα πρότυπα EN 50216-1 και EN 50216-6.
- 5.10. Άγκιστρα ανύψωσης του δοχείου, κρίκοι ανύψωσης στο κάλυμμα και πρόβλεψη θέσης για ανύψωση με ανυψωτήρα.

- 5.11. Πρόβλεψη για γείωση αποτελούμενη από δύο χαλύβδινα επιχαλκωμένα άκρα.
- 5.12. Πινακίδα με διάγραμμα.
- 5.13. Πινακίδα χαρακτηριστικών
Οι αυτεπαγωγές αντιστάθμισης πρέπει να φέρουν στερεά πινακίδα από αντιδιαβρωτικό και ανθεκτικό μέταλλο.
Πρέπει δε να περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία λειτουργίας και ονομαστικά χαρακτηριστικά καθώς και συσχέτιση με οδηγίες λειτουργίας και εγκατάστασης που προτείνονται από τον κατασκευαστή.
- 5.14. Οι αυτεπαγωγές πρέπει να διαθέτουν αφαιρούμενους τροχούς, ώστε να έχουν δυνατότητα κύλισης και ολίσθησης παράλληλα και προς τους δύο κύριους άξονές τους. Η απόσταση μεταξύ των ράγων θα είναι 1435mm.
- 5.15. Πρέπει να προβλεφθεί εντός στεγανού κιβωτίου με ακροδέκτη υπαίθριου τύπου ο τερματισμός καλωδίων 600V ελέγχου και σημάσεως τα οποία θα φέρουν έγχρωμους ή με επισήμανση κλώνους για διάκριση μεταξύ τους. Η διαθέσιμη πηγή Σ.Ρ. για τα κυκλώματα ελέγχου κ.τ.λ. είναι συστοιχία συσσωρευτών 110V.
- 5.16. Οι αυτεπαγωγές θα είναι πλήρεις ελαίου και κατάλληλες για συνεχή λειτουργία.
- 5.17. Οι αυτεπαγωγές θα παραδοθούν βαμμένες εξωτερικά με χρώμα γκρι RAL 7040. Το σύστημα βαφής θα είναι κατάλληλο για υψηλή ατμοσφαιρική διαβρωτικότητα (κατηγορία C4) και θα είναι υψηλής αντοχής (κατηγορία H), σύμφωνα με τα ISO 12944-1, -2, -5. Το σύστημα βαφής θα περιλαμβάνει μια πρώτη στρώση περιεκτική σε ψευδάργυρο πάχους $\geq 60\mu\text{m}$ και 3 – 4 στρώσεις εποξειδικής ή πολυουρεθανικής βαφής συνολικού πάχους $\geq 240\mu\text{m}$, όπου η τελευταία στρώση θα είναι από βαφή πολυουρεθάνης. Οι αυτεπαγωγές θα είναι βαμμένες εσωτερικά με μια στρώση λευκού χρώματος, ανθεκτική στο λάδι.

VII. ΔΟΚΙΜΕΣ

Κάθε περιορισμός σχετικός με τις διαδικασίες δοκιμών (π.χ. τάση δοκιμής, μορφή κεραυνικού κρουστικής τάσης, κλπ) θα πρέπει να δηλώνεται από τον αντίστοιχο προσφέροντα.

1. Δοκιμές Σειράς

Εκτός από την εκτέλεση των κάτωθι αναφερόμενων δοκιμών, όλα τα πιστοποιητικά δοκιμής σειράς των παρελκόμενων θα παρουσιαστούν στον επιθεωρητή του ΑΔΜΗΕ. Οι ακόλουθες δοκιμές πρέπει να εκτελεστούν σε όλες τις μονάδες της παραγγελίας:

1. Μέτρηση της αντίστασης των τυλιγμάτων
2. Μέτρηση της επαγωγικής αντίδρασης τυλιγμάτων.
3. Μέτρηση απωλειών σε ονομαστική ένταση και συχνότητα 50Hz. Οι αναφερόμενες απώλειες θα έχουν αναχθεί στην θερμοκρασία αναφοράς 75°C, ακολουθώντας τη μέθοδο ειδικής δοκιμής, σύμφωνα με το IEC 60076-6, Παράρτημα D. Η εκτεταμένη αβεβαιότητα των απωλειών με συντελεστή κάλυψης $k=2$ θα υπολογιστεί και αναφερθεί από τον κατασκευαστή, σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60076-19, αλλά δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 5%.
4. Δοκιμή εφαρμοζόμενης τάσης με τάση 50kV για 1 λεπτό στα 50Hz για τους ακροδέκτες γραμμής και ουδετέρου (AV).
5. Δοκιμή επαγόμενης τάσης (IVW).
Η αυτεπαγωγή θα δοκιμαστεί είτε με χρήση τριφασικής τάσης δοκιμής ή με χρήση μονοφασικής τάσης δοκιμής για κάθε φάση χωριστά, σύμφωνα με τη σημείωση παρακάτω. Η τάση δοκιμής γραμμής-προς-ουδέτερο θα είναι 182 kV.
6. Δοκιμή επαγόμενης τάσης με μέτρηση μερικών εκφορτίσεων (IVPD).
Η αυτεπαγωγή θα δοκιμασθεί είτε με χρήση τριφασικής τάσης ή με χρήση μονοφασικής τάσης δοκιμής για κάθε φάση χωριστά, σύμφωνα με την σημείωση παρακάτω. Η τάση δοκιμής γραμμής-προς-ουδέτερο μιας ώρας με μέτρηση μερικών εκκενώσεων θα είναι 147 kV και η επαυξημένη τάση δοκιμής γραμμής-προς-ουδέτερο θα είναι 170 kV. Αυτή η δοκιμή μπορεί να αντικαταστήσει τη δοκιμή IVW, αλλά σε αυτήν την περίπτωση η επαυξημένη τάση δοκιμής γραμμής-προς-ουδέτερο θα είναι 182 kV.
7. Κεραυνική κρουστική δοκιμή με τάση 750KV για τους ακροδέκτες γραμμής (LI).
8. Δοκιμή αντοχής AC στους ακροδέκτες γραμμής (LTAC)
Η δοκιμή αυτή θα εκτελεστεί εφαρμόζοντας μια μονοφασική τάση δοκιμής για κάθε φάση χωριστά, σύμφωνα με τη σημείωση παρακάτω. Η τάση γραμμής-προς-γη θα είναι 325kV. Η συχνότητα και η διάρκεια της δοκιμής είναι ίση με εκείνη της δοκιμής IVW.
Εναλλακτικά της εκτέλεσης της LTAC σαν δοκιμής σειράς, η δοκιμή κρουστικής τάσης από χειρισμούς της παρ.VII.3.3 μπορεί να εκτελεστεί σαν δοκιμή σειράς και η LTAC σαν ειδική δοκιμή.
9. Ανάλυση διαλυμένων αερίων (DGA)
Μετά την ολοκλήρωση όλων των διηλεκτρικών δοκιμών ΥΤ, θα παρθούν δείγματα λαδιού και θα υποβληθούν σε ανάλυση διαλυμένων αερίων (DGA). Η δειγματοληψία λαδιού θα εκτελεστεί σύμφωνα με τα IEC 61181 και IEC 60567.

10. Δοκιμή μόνωσης βοηθητικών κυκλωμάτων (AuxW)
2 kV για τα κυκλώματα βοηθητικής ισχύος και σήμανσης, 2,5 kV για τα δευτερεύοντα τυλίγματα Μ/Σ έντασης, 1 λεπτό, 50 Hz.
11. Έλεγχος λόγου και πολικότητας των Μ/Σ έντασης μονωτήρων διέλευσης.
12. Λειτουργική δοκιμή βοηθητικών κυκλωμάτων
13. Δοκιμή στεγανότητας
Πίεση αερίου τουλάχιστον 30kPa πάνω από την κανονική πίεση ελαίου θα εφαρμοστεί στο δοχείο διαστολής για 24 ώρες, με την αυτεπαγωγή συναρμολογημένη. Δεν πρέπει να εμφανιστούν διαρροές. Η πίεση στη βάση του λέβητα της αυτεπαγωγής πρέπει να καταγράφεται κατά τη διάρκεια της δοκιμής με βαθμονομημένο μανόμετρο.
14. Μέτρηση χωρητικότητας και συντελεστή απωλειών στα 10kV
 $\epsilon\phi\delta \leq 0,005$
15. Μέτρηση αντίστασης μόνωσης στα 2,5kV (τιμή DAR 60s και 15s). Επίσης μέτρηση αντίστασης μόνωσης μεταξύ πυρήνα και δοχείου στο εξωτερικό κουτί γείωσης (παρ.V.2.4).
16. Έλεγχος βαφής
Το πάχος της εξωτερικής βαφής θα ελεγχθεί με χρήση μαγνητικής μεθόδου, σύμφωνα με το ISO 2178. Η προσκόλληση της εξωτερικής βαφής θα ελεγχθεί με χρήση μεθόδου διασταυρούμενης χάραξης, σύμφωνα με το ISO 2409. Οι τύποι των συστατικών του συστήματος βαφής θα υποβληθούν στον επιθεωρητή του ΑΔΜΗΕ.
17. Δοκιμές λαδιού μόνωσης
Οι ακόλουθες δοκιμές θα εκτελεστούν σε δείγμα λαδιού από το δοχείο της αυτεπαγωγής και θα εφαρμοστούν τα αναφερόμενα επίπεδα αποδοχής:
 - α. Τάση διάσπασης (BDV) σύμφωνα με IEC 60156, με τιμή ≥ 70 kV
 - β. Διηλεκτρικός συντελεστής απωλειών (DDF) σύμφωνα με IEC 60247 ή IEC 61620, με τιμή $\leq 0,005$
 - γ. Περιεκτικότητα νερού σύμφωνα με IEC 60814, με τιμή ≤ 40 mg/kg
 - δ. Διεπιφανειακή τάση (IFT) σύμφωνα με EN 14210 ή ASTM D971, με τιμή ≥ 40 mN/m
 - ε. Περιεκτικότητα σωματιδίων σύμφωνα με IEC 60970, με τιμή ≤ 1000 τεμ./100ml με μέγεθος $\rho > 5$ μm και τιμή ≤ 130 τεμ./100ml με μέγεθος $\rho > 15$ μm
18. Μέτρηση απόκρισης συχνότητας

Θα εκτελεστεί μια μέτρηση απόκρισης συχνότητας μετά από όλες τις υπόλοιπες δοκιμές σειράς και τις ειδικές δοκιμές, πριν την αποστολή, σύμφωνα με το IEC 60076-18. Στην περίπτωση που ο κατασκευαστής δεν διαθέτει συσκευή δοκιμής SFRA, η δοκιμή θα εκτελεστεί με συσκευή παρεχόμενη από τον ΑΔΜΗΕ.

Σημείωση:

Εάν οι δοκιμές IVW και IVPD εκτελούνται με εφαρμογή μονοφασικής τάσης τότε, σύμφωνα με το IEC 60076-6, θα χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη συνδεσμολογία τυλιγμάτων:

- Εφαρμογή μιας τάσης $1,5 \times U_{\text{test}}$ μεταξύ του ακροδέκτη γραμμής υπό δοκιμή και των άλλων δύο ακροδεκτών γραμμής συνδεδεμένων μαζί, με τον ακροδέκτη ουδέτερου συνδεδεμένο στη γη. Σε αυτή τη συνδεσμολογία, η υπό δοκιμή τάση γραμμής-προς-ουδέτερο είναι U_{test} .

Για τη δοκιμή LTAC, σύμφωνα με το IEC 60076-6, θα χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη συνδεσμολογία τυλιγμάτων:

- Εφαρμογή μιας τάσης U_{test} μεταξύ του ακροδέκτη γραμμής υπό δοκιμή και των άλλων δύο ακροδεκτών γραμμής συνδεδεμένων μαζί και προς γη, με τον ακροδέκτη ουδέτερου αφημένο ασύνδετο. Σε αυτή τη συνδεσμολογία, η υπό δοκιμή τάση γραμμής-προς-γη είναι U_{test} και η τάση ουδέτερου-προς-γη είναι $\frac{1}{3} \times U_{\text{test}}$.

2. Δοκιμές τύπου

1. Δοκιμή ανύψωσης της θερμοκρασίας

Θα πρέπει να είναι διαθέσιμες δύο εσοχές αισθητήρων θερμοκρασίας λαδιού στο κάλυμμα του Μ/Σ. Επίσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμες μία εσοχή αισθητήρα στην είσοδο και μία στην έξοδο λαδιού των ψυγείων. Τέσσερις αισθητήρες θερμοκρασίας πρέπει να τοποθετηθούν γύρω από την περίμετρο του δοχείου, στο μέσο ύψος των ψυγείων και 2 m μακριά από αυτά.

Η δοκιμή ανύψωσης θερμοκρασίας θα εκτελεστεί πριν τις διηλεκτρικές δοκιμές, σειράς και ειδικές.

Η δοκιμή θα γίνει στο 105% της ονομαστικής τάσης (U_{max}) με συχνότητα 50Hz. Οι τιμές ανύψωσης θερμοκρασίας άνω στάθμης λαδιού, μέσης ανύψωσης θερμοκρασίας τυλίγματος και μέσης βαθμίδας θερμοκρασίας τυλίγματος προς λάδι θα αναφέρονται στα αποτελέσματα της δοκιμής. Η τιμή ανύψωσης θερμοκρασίας θερμότερου σημείου τυλίγματος θα υπολογιστεί και αναφερθεί επίσης.

Η μέση ανύψωση θερμοκρασίας τυλίγματος δεν θα υπερβαίνει τους 65 K.

Η ανύψωση θερμοκρασίας του θερμότερου σημείου τυλίγματος (hot-spot) δεν θα υπερβαίνει τους 78 K.

Η ανύψωση θερμοκρασίας της άνω στάθμης λαδιού (top-oil) δεν θα υπερβαίνει τους 60 K.

Τα θερμόμετρα λαδιού και τυλίγματος θα ρυθμιστούν στο τέλος της δοκιμής.

2. **Μέτρηση απωλειών**
Η μέτρηση θα εκτελεστεί στο 105% της ονομαστικής τάσης (U_{max}), κατά τη διάρκεια και κοντά στο τέλος της δοκιμής ανύψωσης θερμοκρασίας (παρ.VII.2.1), με την αυτεπαγωγή κοντά στη θερμοκρασία λειτουργίας. Οι αναφερόμενες απώλειες θα έχουν αναχθεί στην ονομαστική ένταση και στη θερμοκρασία αναφοράς 75°C. Η εκτεταμένη αβεβαιότητα των απωλειών με συντελεστή κάλυψης $k=2$ θα υπολογιστεί και αναφερθεί από τον κατασκευαστή σύμφωνα με το IEC 60076-19, αλλά δεν πρέπει να υπερβαίνει το 5%.
3. **Μέτρηση κραδασμών**
Το μέγεθος των κραδασμών δεν θα υπερβαίνει τα 200 μm .
Η μέτρηση θα εκτελεστεί στο 105% της ονομαστικής τάσης (U_{max}), κατά τη διάρκεια και κοντά στο τέλος της δοκιμής ανύψωσης θερμοκρασίας (παρ.VII.2.1), με την αυτεπαγωγή κοντά στη θερμοκρασία λειτουργίας.
4. **Μέτρηση στάθμης ακουστικού θορύβου**
Η δοκιμή θα επιβεβαιώσει ότι η διορθωμένη μέση στάθμη ακουστικής πίεσης δεν υπερβαίνει τα 72 dB(A).
Η μέτρηση θα εκτελεστεί στην ονομαστική τάση και συχνότητα, αμέσως μετά το τέλος της δοκιμής ανύψωσης θερμοκρασίας (παρ.VII.2.1), με την αυτεπαγωγή κοντά στη θερμοκρασία λειτουργίας. Η μέτρηση θα εκτελεστεί σύμφωνα με το IEC 60076-10.

3. Ειδικές δοκιμές

Οι ακόλουθες δοκιμές πρέπει να εκτελεστούν σε μία μονάδα από την παραγγελία :

1. **Μέτρηση συνιστώσας μηδενικής ακολουθίας της επαγωγικής αντίδρασης.**
2. **Δοκιμή κεραυνικής κρουστικής τάσης αποκομμένου κύματος στους ακροδέκτες γραμμής (LIC).**
Κατά τη δοκιμή αντοχής σε πλήρες κρουστικό κύμα και για κάθε τύλιγμα της αυτεπαγωγής πρέπει να παρεμβληθεί η εφαρμογή αποκομμένου κύματος, οπότε η σειρά της διηλεκτρικής δοκιμής διαμορφώνεται ως εξής :
 - Ένα (1) μειωμένου ύψους, πλήρες κρουστικό κύμα τάσεως (50% έως 70% των 750kV) μορφής 1,2/50 μs
 - Ένα (1) πλήρες κρουστικό κύμα τάσεως 750kV μορφής 1,2/50 μs
 - Δύο (2) αποκομμένα κρουστικά κύματα τάσεως 825kV μορφής 1,2/2-6 μs
 - Δύο (2) πλήρη κρουστικά κύματα τάσεως 750kV μορφής 1,2/50 μs

Ο χρόνος αποκοπής του αποκομμένου κύματος θα είναι από 2 μ s έως 6 μ s και η ακόλουθη υπερύψωση θα είναι κάτω του 30%. Το ρεύμα προς γη πρέπει να καταγράφεται κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

3. Δοκιμή κρουστικής τάσης από χειρισμούς με τάση 620 kV για τους ακροδέκτες γραμμής (SI).
4. Δοκιμή κεραυνικής κρουστικής τάσης στον ακροδέκτη ουδετέρου (LIN).
Οι παλμοί πρέπει να έχουν χρόνο μετώπου μέχρι 13 μ s. Η διαδικασία δοκιμής θα είναι η ακόλουθη:
 - Ένα (1) μειωμένου ύψους, πλήρες κρουστικό κύμα (50% έως 70% των 325 kV).
 - Τρία (3) πλήρη κρουστικά κύματα 325 kV.
5. Μέτρηση κραδασμών στην ονομαστική τάση. Το μέγεθος των κραδασμών δεν θα υπερβαίνει τα 200 μ m.
6. Μέτρηση αρμονικών του ρεύματος στην ονομαστική τάση.
7. Μέτρηση της αμοιβαίας επαγωγικής αντίδρασης.
8. Μέτρηση της γραμμικότητας της επαγωγικής αντίδρασης στο 70%, 90% και 105% της ονομαστικής τάσης.
9. Μέτρηση της χαρακτηριστικής καμπύλης μαγνητίσεως.
10. Δοκιμή παραμόρφωσης του λέβητα υπό πίεση.
Η μόνιμη παραμόρφωση σε κάθε σημείο των τοιχωμάτων του λέβητα δεν πρέπει να ξεπερνά το 1 mm, μετά την εφαρμογή εσωτερικής πίεσης τουλάχιστον 35 kPa πάνω από την κανονική πίεση λειτουργίας.
11. Δοκιμή παραμόρφωσης του λέβητα σε κενό
Η μόνιμη παραμόρφωση σε κάθε σημείο των τοιχωμάτων του λέβητα δεν πρέπει να ξεπερνά το 1 mm, μετά την εφαρμογή εσωτερικού κενού.
12. Δοκιμή στεγανότητας σε κενό
Μετά την εφαρμογή κενού στο λέβητα, ο μέσος ρυθμός αύξησης της εσωτερικής πίεσης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0,2 kPa/h κατά τη διάρκεια 30 min.
13. Δοκιμές λαδιού μόνωσης
Οι ακόλουθες δοκιμές θα εκτελεστούν σε δείγμα λαδιού από το δοχείο της αυτεπαγωγής και θα εφαρμοστούν τα αναφερόμενα επίπεδα αποδοχής:
 - α. Περιεκτικότητα σε ανασταλτικό οξειδωσης τύπου DBPC ή DBP σύμφωνα με IEC 60666, με τιμή 0,30% – 0,40%

- β. Ύπαρξη διαβρωτικού θείου σύμφωνα με DIN 51353, με αρνητικό αποτέλεσμα (μη διαβρωτικό)
- γ. Ύπαρξη δυνητικά διαβρωτικού θείου σύμφωνα με IEC 62535, με αρνητικό αποτέλεσμα (μη διαβρωτικό)
- δ. Ύπαρξη PCBs σύμφωνα με IEC 61619, με αρνητικό αποτέλεσμα (μη ανιχνεύσιμο, < 2 mg/kg)
- ε. Οξύτητα σύμφωνα με IEC 62021-1 ή -2, με τιμή $\leq 0,10$ mgKOH/g
- στ. Ιξώδες σύμφωνα με ISO 3104, με τιμή ≤ 12 mm²/s στους 40°C και τιμή ≤ 1800 mm²/s στους -30°C (LCSET)

VIII. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΥΠΟΒΑΛΛΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΣΦΕΡΟΝΤΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΠΩΛΗΤΗ

1. Οι προσφέροντες πρέπει να υποβάλλουν όλα τα αναφερόμενα στοιχεία στο "ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α" της παρούσας προδιαγραφής. Σε αντίθετη περίπτωση η προσφορά είναι δυνατόν να απορριφθεί.
2. Οι προσφέροντες πρέπει να συνυποβάλλουν σχέδια με τις εξωτερικές διαστάσεις των αυτεπαγωγών που θα χρησιμεύσουν για την εγκατάσταση, καθώς επίσης κάθε χρήσιμη κατατοπιστική πληροφορία.
3. Υπό την προϋπόθεση ότι έχει υπογραφεί σύμβαση, ο προμηθευτής θα πρέπει να προμηθεύσει τρεις (3) σειρές των ακόλουθων σχεδίων για έγκριση πριν την κατασκευή των αυτεπαγωγών :
 - α. Σχέδιο διαστάσεων της συναρμολογημένης αυτεπαγωγής.
 - β. Σχέδιο διαστάσεων της αυτεπαγωγής για μεταφορά, με ένδειξη του κέντρου βάρους.
 - γ. Σχέδια διαστάσεων των μονωτήρων διελεύσεως, που θα περιλαμβάνουν και τον τύπο και προσδιορισμό κατά EN 50458.
 - δ. Σχέδιο πινακίδας.
 - ε. Διαγράμματα καλωδιώσεων ελέγχου μετασχηματιστών εντάσεως μονωτήρων διελεύσεως.
 - στ. Χαρακτηριστικές καμπύλες μετασχηματιστών εντάσεως των μονωτήρων διελεύσεως που να δεικνύεται η σχέση κορεσμού του δευτερεύοντος τυλίγματος με ανοικτό κύκλωμα και η διόρθωση της φασικής απόκλισης.
 - ζ. Διάγραμμα καλωδιώσεων της αυτεπαγωγής.
 - η. Πίεση λειτουργίας της βαλβίδας εκτόνωσης.
 - θ. Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του λαδιού μόνωσης, όπως καθορίζονται στο IEC 60296.
 - ι. Αναλυτικό σχέδιο ελέγχου ποιότητας (QCP), το οποίο θα περιλαμβάνει διασφάλιση ποιότητας (QA) και σχέδιο επιθεώρησης και δοκιμών (ITP).

Μαζί με τις αυτεπαγωγές, ο πωλητής πρέπει να παραδώσει τρία (3) αντίγραφα πλήρεις τεχνικές οδηγίες για την εγκατάσταση και συντήρηση και τρία (3) αντίγραφα των τελικών σχεδίων.

4. Η οικονομική σύγκριση των προσφορών θα γίνει με βάση το “ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β” της παρούσας προδιαγραφής.

ΙΧ. ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΑ

Οι συμμετέχοντες πρέπει να υποβάλλουν τιμές και για τα παρακάτω υλικά:

Αριθμός είδους	<u>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</u>
1	Ένας πλήρης μονωτήρας διελεύσεως ακροδέκτη γραμμής.
2	Ένας πλήρης μονωτήρας διελεύσεως ουδετέρου.
3	Πλήρης σειρά παρεμβυσμάτων για όλους τους μονωτήρες, καλύμματα, φλάντζες ψυγίων, ανθρωποθυρίδες, χειροθυρίδες για μια αυτεπαγωγή.
4	Μία πλήρης σειρά ανταλλακτικών από αυτά που εμφανίζουν μεγαλύτερη συχνότητα βλαβών κατά τη λειτουργία όπως ηλεκτρονόμοι, όργανα, διατάξεις προστασίας.

Ο αγοραστής διατηρεί για τον εαυτό του το δικαίωμα να προσδιορίσει κατά την υπογραφή της σύμβασης, τα ανταλλακτικά τα οποία ο προμηθευτής θα προμηθεύσει με βάση τις τιμές που αναγράφονται στην προσφορά του.

Χ. ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ

Ο μετασηματιστής θα διαθέτει μία πινακίδα από μη διαβρώσιμο υλικό προσαρμοσμένη κατάλληλα σε ορατή θέση, εμφανίζοντας τα παρακάτω τεχνικά στοιχεία :

1. Σχετικό Πρότυπο IEC 60076
2. Όνομα κατασκευαστή
3. Αριθμός σειράς
4. Έτος κατασκευής
5. Αριθμός φάσεων
6. Ονομαστική ισχύς (Mvar)
7. Ονομαστική συχνότητα (Hz)
8. Ονομαστική τάση (KV)
9. Ονομαστική ένταση (A)
10. Μέγιστη τάση λειτουργίας (U_{max})
11. Τύπος συστήματος ψύξης
12. Συνολικό βάρος αυτεπαγωγής
13. Βάρος μεταφοράς της αυτεπαγωγής
14. Βάρος χωρίς λέβητα
15. Βάρος του ενεργού μέρους της αυτεπαγωγής, εάν είναι διαφορετικό από το βάρος χωρίς λέβητα

16. Τύπος ηλεκτρικού αγωγού (χαλκός)
17. Βάρος του αγωγού της αυτεπαγωγής
18. Τύπος υλικού μαγνητικού πυρήνα
19. Βάρος του πυρήνα αυτεπαγωγής
20. Τύπος μονωτικού λαδιού (λάδι μετασχηματιστή με ανασταλτικά οξειδωσης)
21. Βάρος του λαδιού της αυτεπαγωγής
22. Στάθμες μόνωσης
23. Χαρακτηριστικά οποιωνδήποτε απαγωγών υπερτάσεων, εάν υπάρχουν, που είναι ενσωματωμένοι στην αυτεπαγωγή
24. Εγγυημένη ανύψωση θερμοκρασίας άνω στάθμης λαδιού
25. Εγγυημένη ανύψωση θερμοκρασίας τυλιγμάτων.
26. Ρύθμιση θερμομέτρου τυλιγμάτων (μετρημένη βαθμίδα μεταξύ θερμοκρασίας άνω στάθμης λαδιού και θερμοκρασίας θερμότερου σημείου τυλιγμάτων στην ονομαστική ένταση)
27. Διάγραμμα συνδεσμολογίας τυλιγμάτων.
28. Αντοχή δοχείου και δοχείου διαστολής σε πίεση κενού.

Η αυτεπαγωγή θα διαθέτει επίσης μια πινακίδα που θα εμφανίζει την ονομασία, τη θέση, τη χρήση, τον τύπο και τις διαστάσεις όλων των βαλβίδων του δοχείου της αυτεπαγωγής και του δοχείου διαστολής. Η πινακίδα θα εμφανίζει επίσης την κατάσταση (ανοικτή, κλειστή) κάθε βαλβίδας κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας ή της ξήρανσης εν κενώ.

Επιπρόσθετα των παραπάνω πινακίδων με τις παραπάνω πληροφορίες, η αυτεπαγωγή θα φέρει επίσης πινακίδες με τεχνικά στοιχεία του βοηθητικού εξοπλισμού του, όπως είναι οι μονωτήρες διελεύσεως, Μ/Σ εντάσεως, ανεμιστήρες, και ο μηχανισμός αλλαγής λήψεως υπό φορτίο, σύμφωνα με τα επιμέρους Πρότυπα.

XI. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Τα παρελκόμενα των αυτεπαγωγών θα συσκευασθούν εντός στοιβαρών, εντελώς κλειστών ξύλινων κιβωτίων, πάχους τουλάχιστον 20mm, με μέγιστο βάρος 5 τόνους.

Τα κιβώτια θα είναι τύπου παλέτας και θα προστατεύονται εσωτερικά με ανθεκτικό μονωτικό υλικό π.χ. νάυλον.

Το μονωτικό λάδι θα αποστέλλεται σε βαρέλια.

Τα όργανα, καθώς και ο εξοπλισμός ελέγχου και προστασίας θα αποστέλλεται σε ξεχωριστά κιβώτια, όπως παραπάνω.

Για κάθε παρτίδα αποστολής αυτεπαγωγών θα παρασχεθεί και θα τοποθετηθεί από τον κατασκευαστή τουλάχιστον ένας καταγραφέας κραδασμών (shock recorder) στο δοχείο μιας αυτεπαγωγής. Για κάθε σύμβαση θα εγκατασταθούν καταγραφείς κραδασμών τουλάχιστον στο 30% του αριθμού των υπό προμήθεια αυτεπαγωγών.

Οι καταγραφείς κραδασμών θα είναι ψηφιακού τύπου και θα περιλαμβάνουν εγγραφή GPS και χρόνου στις καταγραφές. Θα είναι τύπου SMT HYBRID – MONILOG ENDAL ή SHOCKWATCH –

SHOCK LOG 298 ή MESSKO – CARGOLOG ή ισοδύναμου τύπου, μετά από έγκριση του ΑΔΜΗΕ.

Το όριο συναγερμού των καταγραφών κραδασμών θα ρυθμιστεί κάτω από επιτάχυνση 1g, η οποία αποτελεί το όριο αντοχής κατά το σχεδιασμό, σύμφωνα με την παρ. V.2.7.

**ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΕΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ 157,5kV,
8 MVAR – 50 MVAR**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ “Α”

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗ

1. Τύπος :
2. Ονομαστική ισχύς για ονομ. τάση 157,5 kV:Mvar
3. Μέγιστη συνεχής τάση λειτουργίας :KV
4. Ονομαστικό ρεύμα της αυτεπαγωγής στα 157,5 kV:A
5. Εφαρμοζόμενοι κανονισμοί :
6. Ονομαστική συχνότητα :Hz
7. Τύπος πυρήνα :
8. Συνδεσμολογία τυλιγμάτων :
9. Αντοχή σε κεραυνική κρουστική τάση
 - α. Ακροδέκτου γραμμής :
 - β. Ακροδέκτου ουδετέρου :
10. Αντοχή σε τάση βιομηχανικής συχνότητας (1min 50Hz)
 - α. Ακροδέκτου γραμμής :KVrms
 - β. Ακροδέκτου ουδετέρου :KVrms
11. Κατηγορία μόνωσης τυλιγμάτων :
12. Όρια ανύψωσης θερμοκρασίας
 - α. Για τα τυλίγματα :
 - β. Για το λάδι :
13. Λόγος μηδενικής αυτεπαγωγικής ακολουθίας προς τη θετική ακολουθία (X_0/X_+) (αναμενόμενη τιμή) :
14. Μεταβολή της τάσης χωρίς υπέρβαση των θερμοκρασιακών ορίων :
15. Αρμονικές ρεύματος των αυτεπαγωγών στην ονομαστική τάση

- α. Τρίτη αρμονική :
- β. Πέμπτη αρμονική :
- γ. Έβδομη αρμονική :
16. Μέση στάθμη ακουστικής πίεσης :dB(A)
17. Επίπεδο κραδασμών στην ονομ. τάση : μm
18. Φυσική συχνότητα αυτεπαγωγής :
19. Συνολικές απώλειες
(σε θερμοκρασία αναφοράς 75°C)
- α. Στην ονομ. τάση και ένταση :kW
(εγγυημένη τιμή)
- β. Στο 105% της ονομ. τάσης (U_{max}) :kW
20. Τρόπος ψύξεως :
21. Οι αυτεπαγωγές έχουν μελετηθεί ώστε να διαθέτουν γραμμική χαρακτηριστική με τάση τουλάχιστον ίση με 1,2 της ονομαστικής; :
22. Μονωτήρες διελεύσεως
- α. Μονωτήρες γραμμής
- Τύπος και κατασκευαστής :
 - Μέγιστη πολική τάση λειτουργίας :kV rms
 - Ονομαστική ένταση :A
 - Αντοχή σε κεραυνική κρουστική τάση :kV
 - Αντοχή σε τάση βιομηχανικής συχνότητας 1min, 50Hz :kV rms
 - Ελάχιστο μήκος ερπυσμού :mm
 - Αντοχή σε κάμψη :N
 - Όρια ρύθμισης ακίδων υπερτάσεων :mm
- β. Μονωτήρες ουδετέρου
- Τύπος και κατασκευαστής :
 - Μέγιστη πολική τάση λειτουργίας :kV rms
 - Ονομαστική ένταση :A
 - Αντοχή σε κεραυνική κρουστική τάση :kV
 - Αντοχή σε τάση βιομηχανικής συχνότητας 1min, 50Hz :kV rms
 - Αντοχή σε κάμψη :N

- Ελάχιστο μήκος ερπυσμού :mm
- γ. Είναι οι μονωτήρες εναλλάξιμοι με οποιονδήποτε άλλον που έχει τον ίδιο τύπο, σύμφωνα με το EN 50458? :
23. Μετασχηματιστές εντάσεως εντός μονωτήρων διελεύσεως
- α. Γραμμής
- Σχέση :
 - Συνεχής θερμική ένταση :
 - Επιφόρτιση :VA
 - Κλάση ακριβείας :
- β. Ουδετέρου
- Σχέση :
 - Συνεχής θερμική ένταση :
 - Επιφόρτιση :VA
 - Κλάση ακριβείας :
24. Τύπος και κατασκευαστής BUCHHOLZ
- Τοποθέτηση :
 - Χαρακτηριστικά των επαφών σημάνσεως :
 - Χαρακτηριστικά των επαφών πτώσεως :
25. Διαθέτει η αυτεπαγωγή δείκτη στάθμης ελαίου με επαφές για σήμανση χαμηλής στάθμης; :
26. Τύπος και κατασκευαστής του οργάνου μέτρησης θερμοκρασίας λαδιού
- Χαρακτηριστικά των επαφών σημάνσεως :
 - Χαρακτηριστικά των επαφών πτώσεως :
27. Τύπος και κατασκευαστής του οργάνου μέτρησης θερμοκρασίας τυλίγματος.
- Χαρακτηριστικά των επαφών σημάνσεως :
 - Χαρακτηριστικά των επαφών πτώσεως :
28. Τύπος και κατασκευαστής ανακουφιστικής βαλβίδας ασφαλείας :
29. Είναι ο λέβητας της αυτεπαγωγής τύπου βιδωτού καλύμματος; :
30. Τα εξαρτήματα και παρελκόμενα των αυτεπαγωγών είναι σύμφωνα με την παράγραφο VI-5; :
31. Λάδι αυτεπαγωγής
- α. Τύπος και κατασκευαστής :

- β. Περιέχει το λάδι PCBs, PCTs
ή διαβρωτικό θείο; :
- γ. Είναι κλάσης «λάδι μετασχηματιστή
με ανασταλτικά οξειδωσης» σύμφωνα
με το IEC 60296; :
32. Οι ακροδέκτες των μονωτήρων
γραμμής είναι κατασκευασμένοι
από χάλκινη ράβδο διαμέτρου 30 mm; :
33. Διαθέτει η αυτεπαγωγή αφυγραντήρα Silica Gel
επί του δοχείου διαστολής; :
34. Χρώμα αυτεπαγωγής :
35. Κατηγορία διαβρωτικότητας και κατηγορία
αντοχής της βαφής της αυτεπαγωγής,
σύμφωνα με το ISO 12944 :
36. Τεχνικά στοιχεία κατά προσέγγιση
- α. Βάρος μεταφοράς : kg
- β. Πυρήνας και τυλίγματα : kg
- γ. Συνολικό βάρος : kg
- δ. Δοχείο και εξαρτήματα : kg
- ε. Έλαιο : kg
- ζ. Βαρύτερο τεμάχιο προς ανύψωση: kg
- στ. Συνολικό ύψος : m
- η. Ύψος πάνω από το δοχείο : m
- θ. Ύψος απαιτούμενο για απομάκρυνση
του δοχείου μαζί με τους μονωτήρες: m
37. Αποδοχή των προδιαγραφόμενων δοκιμών :
38. Η συσκευασία είναι σύμφωνη με την
παράγραφο XI της προδιαγραφής; :
39. Αποκλίσεις από αυτή την προδιαγραφή
και οι λόγοι γι'αυτό :
.....
.....
.....

**ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΕΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ 157,5kV,
8 MVAR – 50 MVAR**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ “Β”

ΚΕΦΑΛΑΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Για την κεφαλαιοποίηση απωλειών χρησιμοποιείται η μέθοδος του EN 50629, Παράρτημα Ε, προσαρμοσμένη για αυτεπαγωγές.

1. Αρχικό κόστος αυτεπαγωγής και απώλειες:

α. Αρχικό κόστος αυτεπαγωγής
(Το συνολικό αρχικό κόστος θα υπολογισθεί από τον αγοραστή σύμφωνα με τους Ειδικούς Όρους της Διακήρυξης – κριτήριο αξιολόγησης προσφορών): $IC = \dots\dots\dots \text{€}$.

β. Συνολικές απώλειες στην ονομαστική τάση και ένταση, σε θερμοκρασία αναφοράς 75°C (εγγυημένη τιμή) : $P_k = \dots\dots\dots \text{kW}$

2. Συνολικό κόστος κατοχής αυτεπαγωγής:

Οι κεφαλαιοποιημένες απώλειες (CL) και το συνολικό κόστος κατοχής (TCO) της αυτεπαγωγής θα υπολογιστούν από τα προαναφερόμενα στοιχεία και τους ακόλουθους μαθηματικούς τύπους. Σε αυτούς τους τύπους, οι απώλειες εκφράζονται σε kW και τα κόστη εκφράζονται σε €.

$$CL = 5827 \cdot P_k$$

Κεφαλαιοποιημένες απώλειες (CL) = $\dots\dots\dots \text{€}$

$$TCO = IC + CL$$

Συνολικό κόστος κατοχής (TCO) = $\dots\dots\dots \text{€}$

3. Ποινή για υπέρβαση των απωλειών

Αναφορικά με τις συνολικές απώλειες, μια αυτεπαγωγή θεωρείται ότι έχει επιθεωρηθεί με επιτυχία εάν οι απώλειες σε ονομαστική ένταση και θερμοκρασία αναφοράς 75°C που διαπιστώνονται κατά τη διάρκεια των δοκιμών (σχετική δοκιμή σειράς, παρ.VII.1.3), δεν υπερβαίνουν εκείνες τις οποίες εγγυάται ο προμηθευτής, κατά μεγαλύτερο ποσό από τη μέγιστη επιτρεπτή ανοχή 10%, σύμφωνα με το IEC 60076-6. Διαφορετικά η αυτεπαγωγή θα απορρίπτεται. Η αβεβαιότητα της μέτρησης δεν θα λαμβάνεται υπόψη, σύμφωνα με το IEC 60076-19.

Σε κάθε αυτεπαγωγή που δοκιμάζεται με επιτυχία, κάθε διαφορά στις απώλειες έναντι των εγγυημένων απωλειών (χωρίς ανοχή) θα πρέπει να είναι αρνητική ή μηδέν. Εάν αυτή η διαφορά είναι θετική, δηλαδή οι απώλειες που διαπιστώνονται κατά τις δοκιμές υπερβαίνουν τις εγγυημένες (χωρίς ανοχή), μια ποινή θα επιβάλλεται στον προμηθευτή,

η οποία θα είναι η διαφορά $CL' - CL$. Το CL θα υπολογίζεται από τον προαναφερόμενο μαθηματικό τύπο και την τιμή των εγγυημένων απωλειών, ενώ το CL' θα υπολογίζεται από τον ίδιο τύπο όπως το CL και την τιμή των μετρημένων απωλειών κατά την επιθεώρηση.

Εάν η διαφορά $CL' - CL$ είναι αρνητική ο προμηθευτής δεν δικαιούται καμία πρόσθετη πληρωμή, ενώ αντίθετα εάν αυτή η διαφορά είναι θετική η ποινή πρέπει να επιβληθεί.