



ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

19 Φεβρουαρίου 2026

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 932

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθμ. Ε-7/2026

Τροποποίηση του Κώδικα Διαχείρισης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας σύμφωνα με το άρθρο 96 του ν. 4001/2011, αναφορικά με την εισαγωγή Παραρτήματος με τις Τεχνικές Απαιτήσεις σύνδεσης μεμονωμένων σταθμών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο ΚΛΑΔΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗΣ ΑΡΧΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΩΝ

Λαμβάνοντας υπόψη:

1. Τον ν. 5037/2023 «Μετονομασία της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας σε Ρυθμιστική Αρχή Αποβλήτων, Ενέργειας και Υδάτων και διεύρυνση του αντικειμένου της με αρμοδιότητες επί των υπηρεσιών ύδατος και της διαχείρισης αστικών αποβλήτων, ενίσχυση της υδατικής πολιτικής - Εκσυγχρονισμός της νομοθεσίας για τη χρήση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μέσω της ενσωμάτωσης των Οδηγιών ΕΕ 2018/2001 και 2019/944 - Ειδικότερες διατάξεις για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος» (Α' 78) και ιδίως τα άρθρα 1-23.

2. Το Κεφάλαιο Γ' του ν. 4425/2016 «Επείγουσες ρυθμίσεις των Υπουργείων Οικονομικών, Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων και Εργασίας, Κοινωνικής Ασφάλισης και Κοινωνικής Αλληλεγγύης, για την εφαρμογή της συμφωνίας δημοσιονομικών στόχων και διαρθρωτικών μεταρρυθμίσεων και άλλες διατάξεις» (Α' 185) και ιδίως το άρθρο 17.

3. Τον ν. 4001/2011 «Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις» (Α' 179) και ιδίως το άρθρο 96 αυτού.

4. Τον Κανονισμό (ΕΕ) 2016/631 της Επιτροπής της 14ης Απριλίου 2016 για τη θέσπιση κώδικα δικτύου όσον αφορά τις απαιτήσεις σύνδεσης ηλεκτροπαραγωγών με το δίκτυο.

5. Την υπ' αρ. 1165/2020 απόφαση της ΡΑΕ «Λήψη απόφασης σχετικά α. με τον καθορισμό των κατωφλίων μέγιστης ισχύος που εφαρμόζονται σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής βάσει του άρθρου 5.3 και β. σχετικά με τις γενικές απαιτήσεις εφαρμογής βάσει του άρθρου 7.6 του κανονισμού (ΕΕ) 2016/631 [RfG] της Επιτροπής για τη θέσπιση Κώδικα Δικτύου όσον αφορά τις απαιτήσεις για τη σύνδεση ηλεκτροπαραγωγών με το δίκτυο» (Β' 3757).

6. Την υπό στοιχεία ΥΠΕΝ/ΔΗΕ/55948/1087/19.05.2023 κοινή απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας, του Αναπληρωτή Υπουργού Οικονομικών και του Υφυπουργού Ανάπτυξης και Επενδύσεων «Ανταγωνιστικές διαδικασίες υποβολής προσφορών για τη χορήγηση επενδυτικής και λειτουργικής ενίσχυσης σε σταθμούς αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με την υποπαρ. 2Α της παρ. 2 του άρθρου 143ΣΤ του ν. 4001/2011 (Α' 179)» (Β' 3416).

7. Την υπό στοιχεία ΥΠΕΝ/ΓΔΕ/28255/1143/13.03.2025 κοινή απόφαση του Υπουργού και της Υφυπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας «Διαδικασία υποβολής αιτημάτων για τη χορήγηση Οριστικής Προσφοράς Σύνδεσης για εγκατάσταση μεμονωμένων σταθμών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με την παρ. 2 του άρθρου 11Δ του ν. 4685/2020 (Α' 92)» (Β' 1248).



8. Την υπό στοιχεία Ε-45/2023 απόφαση του Κλάδου Ενέργειας της ΡΑΑΕΥ «Διενέργεια πρώτης (α') Ανταγωνιστικής Διαδικασίας υποβολής προσφορών για τη χορήγηση επενδυτικής και λειτουργικής ενίσχυσης σε σταθμούς αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 143ΣΤ του ν. 4001/2011 (Α' 179)» (Β' 3939 και Β' 4449).

9. Την υπό στοιχεία Ε-204/2023 απόφαση του Κλάδου Ενέργειας της ΡΑΑΕΥ «Διενέργεια δεύτερης (β') Ανταγωνιστικής Διαδικασίας υποβολής προσφορών για τη χορήγηση επενδυτικής και λειτουργικής ενίσχυσης σε σταθμούς αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 143ΣΤ του ν. 4001/2011 (Α' 179)» (Β' 6608).

10. Την υπό στοιχεία Ε-240/2024 απόφαση του Κλάδου Ενέργειας της ΡΑΑΕΥ «Διενέργεια τρίτης (γ') Ανταγωνιστικής Διαδικασίας υποβολής προσφορών για τη χορήγηση επενδυτικής και λειτουργικής ενίσχυσης σε σταθμούς αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 143ΣΤ του ν. 4001/2011 (Α' 179)» (Β' 6295).

11. Τον Κώδικα Διαχείρισης Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, όπως ισχύει μετά την επανέκδοσή του με την υπ' αρ. 1412/2020 (Β' 4658, κωδικοποιημένη έκδοση) απόφαση ΡΑΕ και την τροποποίησή του με τις υπ' αρ. 1572/2020 (Β' 5484), 609/2021 (Β' 3500), 807/2021 (Β' 5025), 1000/2021 (Β' 6255), 98/2022 (Β' 725), 585/2022 (Β' 3426), 821/2022 (Β' 119), 861/2022 (Β' 6065) αποφάσεις της ΡΑΕ και τις υπό στοιχεία Ε-94/2023 (Β' 5147 και Β' 5247), Ε-135/2024 (Β' 3315) και Ε-89Α/2025 (Β' 5577) (εφεξής ο «ΚΔΕΣΜΗΕ») αποφάσεις του Κλάδου Ενέργειας της ΡΑΑΕΥ.

12. Το υπό στοιχεία ΡΑΑΕΥ Ι-405856/19.11.2025 έγγραφο της ΑΔΜΗΕ Α.Ε. προς τη ΡΑΑΕΥ «Εισήγηση τροποποίησης του Κώδικα Διαχείρισης ΕΣΜΗΕ αναφορικά με τις τεχνικές απαιτήσεις σύνδεσης μεμονωμένων σταθμών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας».

13. Τη δημόσια διαβούλευση της ΡΑΑΕΥ επί της ως άνω εισήγησης της ΑΔΜΗΕ Α.Ε. (σχετ.12), η οποία έλαβε χώρα από 27.11.2025 έως 10.12.2025 και την ανακοίνωση αυτής στην ιστοσελίδα της ΡΑΑΕΥ, στην οποία δεν υποβλήθηκαν σχόλια/παρατηρήσεις.

14. Το γεγονός ότι σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 32 του ν. 4001/2011, οι πράξεις κανονιστικού χαρακτήρα που εκδίδονται από τη ΡΑΑΕΥ, δημοσιεύονται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

15. Το γεγονός ότι από τις διατάξεις της παρούσας δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του κρατικού προϋπολογισμού.

16. Το γεγονός ότι οι διατάξεις της παρούσας δεν αφορούν σε διοικητική διαδικασία για την οποία υπάρχει υποχρέωση καταχώρισης στο ΕΜΔΔ - ΜΙΤΟΣ.

Σκέφθηκε ως εξής:

Επειδή, στο άρθρο 17 «Καθήκοντα του Διαχειριστή του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ)» του ν. 4425/2016, προβλέπονται τα εξής:

«1. Ο Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας λειτουργεί, εκμεταλλεύεται, συντηρεί και αναπτύσσει το ΕΣΜΗΕ, ώστε να διασφαλίζεται ο εφοδιασμός της χώρας με ηλεκτρική ενέργεια, με τρόπο επαρκή, ασφαλή, αποδοτικό και αξιόπιστο.

2. Για το σκοπό αυτόν ο Διαχειριστής του ΕΣΜΗΕ, πέραν των λοιπών αρμοδιοτήτων του σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία: [...]

γ) Παρέχει πρόσβαση στο Σύστημα στους κατόχους άδειας παραγωγής, προμήθειας ή εμπορίας ηλεκτρικής ενέργειας, σε όσους έχουν νόμιμα εξαιρεθεί από την υποχρέωση κατοχής τέτοιων αδειών και στους Αυτοπρομηθευόμενους Πελάτες.

δ) Επιτρέπει τη σύνδεση των εγκαταστάσεων ζήτησης, των δικτύων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, των μονάδων ζήτησης, των συστημάτων συνεχούς ρεύματος υψηλής τάσης και των μονάδων πάρκων ισχύος με το ΕΣΜΗΕ, σύμφωνα με όσα καθορίζονται στον Κώδικα Διαχείρισης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (Κώδικας Διαχείρισης ΕΣΜΗΕ). [...]

η) Παρέχει έγκαιρα στους χρήστες του Συστήματος κάθε αναγκαία πληροφορία για την εξασφάλιση της αποτελεσματικής πρόσβασής τους στο Σύστημα.

θ) Παρέχει τις πάσης φύσεως υπηρεσίες του εφαρμόζοντας διαφανή, αντικειμενικά και αμερόληπτα κριτήρια, ώστε να αποτρέπεται κάθε διάκριση μεταξύ των χρηστών ή των κατηγοριών χρηστών του Συστήματος και ιδίως κάθε διάκριση υπέρ των συνδεδεμένων με αυτόν επιχειρήσεων. [...]

7. Ο Διαχειριστής του ΕΣΜΗΕ έχει τις αρμοδιότητες που προβλέπονται στους Κανονισμούς (ΕΕ) 2019/943, 2016/1719, 2017/2195, 2017/1485 της Επιτροπής, της 2ας Αυγούστου 2017, «σχετικά με τον καθορισμό κατευθυντήριων γραμμών για τη λειτουργία του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας» (L 220), 2016/1388 της Επιτροπής, της 17ης Αυγούστου 2016, «για τη θέσπιση κώδικα δικτύου όσον αφορά τη σύνδεση ζήτησης»

(L 223), 2016/631 της Επιτροπής, της 14ης Απριλίου 2016, «για τη θέσπιση κώδικα δικτύου, όσον αφορά τις απαιτήσεις για τη σύνδεση ηλεκτροπαραγωγών με το δίκτυο» (L 112), 2016/1447 της Επιτροπής, της 26ης Αυγούστου 2016, «για τη θέσπιση κώδικα δικτύου όσον αφορά τις απαιτήσεις για τη σύνδεση με το δίκτυο των συστημάτων συνεχούς ρεύματος υψηλής τάσης και των συνδεδεμένων σε συνεχές ρεύμα μονάδων πάρκων ισχύος» (L 241), 2017/2196 της Επιτροπής, της 24ης Νοεμβρίου 2017, «για τη θέσπιση κώδικα δικτύου όσον αφορά τις διαδικασίες έκτακτης ανάγκης και αποκατάστασης σχετικά με το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας» (L 312) και 2015/1222. Η άσκηση των αρμοδιοτήτων του Διαχειριστή συντείνει, ιδίως, στην επίτευξη του στόχου σύγκλισης της ελληνικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με τις αντίστοιχες ευρωπαϊκές και στην ολοκλήρωση της ενιαίας εσωτερικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ευρωπαϊκής νομοθεσίας. [...]».

Επειδή, όσον αφορά στον Κώδικα Διαχείρισης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (εφεξής «ΚΔΕΣΜΗΕ»), το άρθρο 96 του ν. 4001/2011, προβλέπει τα εξής:

«1. Η διαχείριση του ΕΣΜΗΕ διενεργείται σύμφωνα με τις διατάξεις του Κώδικα Διαχείρισης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (Κώδικας Διαχείρισης ΕΣΜΗΕ), ο οποίος καταρτίζεται και υποβάλλεται στη ΠΑΕ από τον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ. Η ΠΑΕ, κατόπιν δημόσιας Διαβούλευσης και αφού προβεί σε τυχόν τροποποιήσεις και προσθήκες, εκδίδει με απόφαση της το τελικό κείμενο του Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος, το οποίο δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Ο Κώδικας τροποποιείται είτε με πρωτοβουλία της ΠΑΕ είτε κατόπιν αιτήματος του Διαχειριστή ή τρίτων προσώπων που έχουν έννομο συμφέρον, κατ' εφαρμογή της διαδικασίας του προηγούμενου εδαφίου.

2. Με τον Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος ρυθμίζονται ιδίως:

α) Οι τεχνικές προδιαγραφές σχεδιασμού, λειτουργίας και συντήρησης του Συστήματος. Ειδικότερα, ορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές, τα κριτήρια και οι απαιτήσεις σχεδιασμού και λειτουργίας όσον αφορά στη σύνδεση εγκαταστάσεων χρηστών, περιλαμβανομένων δικτύων διανομής, με το Σύστημα, το βαθμό της αξιοπιστίας εξυπηρέτησής τους, τον εξοπλισμό καταναλωτών με άμεση σύνδεση, τα κυκλώματα διασυνδέσεων και τις απευθείας γραμμές. Οι τεχνικοί αυτοί κανόνες εξασφαλίζουν τη διαλειτουργικότητα των συστημάτων, είναι αντικειμενικοί και δεν εισάγουν διακρίσεις. [...]

γ) Οι προϋποθέσεις για την υποβολή αίτησης πρόσβασης στο Σύστημα, τα απαιτούμενα δικαιολογητικά, οι ελάχιστες τεχνικές και λειτουργικές προδιαγραφές για την πρόσβαση στο Σύστημα, ιδίως εκείνες που σχετίζονται με τη σύνδεση, και η διαδικασία σύναψης των σχετικών συμβάσεων. Η πρόσβαση των χρηστών στο Σύστημα γίνεται με τον πλέον οικονομικό, διαφανή και άμεσο τρόπο, χωρίς διακρίσεις μεταξύ τους και μεταξύ των κατηγοριών χρηστών του Συστήματος. [...]

ιβ) Κάθε άλλη ρύθμιση απαραίτητη για την εύρυθμη, ασφαλή και αποδοτική διαχείριση του Συστήματος. [...]

Επειδή, με την υπ' αρ. 1412/2020 απόφαση της ΠΑΕ επανεκδόθηκε ο ΚΔΕΣΜΗΕ, σύμφωνα με το άρθρο 96 του ν. 4001/2011, στο πλαίσιο της αναδιοργάνωσης της ελληνικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και της εφαρμογής του Μοντέλου Στόχου, ο οποίος, εν συνεχεία, τροποποιήθηκε με τις υπ' αρ. 1572/2020, 609/2021, 807/2021, 1000/2021, 98/2022, 585/2022, 821/2022 και 861/2022 αποφάσεις ΠΑΕ και τις υπό στοιχεία Ε-94/2023 (Β' 5147 και Β' 5247), Ε-135/2024 (Β' 3315) και Ε-89Α/2025 (Β' 5577) (σχετ.11) αποφάσεις του Κλάδου Ενέργειας της ΡΑΑΕΥ.

Επειδή, δυνάμει του άρθρου 8 της υπό σχετικό 6 κοινής απόφασης του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας, του Αναπληρωτή Υπουργού Οικονομικών, και του Υφυπουργού Ανάπτυξης και Επενδύσεων, όπως ισχύει, καθώς και του άρθρου 4 της υπό σχετικό 7 κοινής απόφασης του Υπουργού και της Υφυπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας, όπως ισχύει, προδιαγράφονται οι ελάχιστες τεχνικές απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι σχετικοί Σταθμοί αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας (εφεξής «οι ΣΑΗΕ»).

Επειδή, ενόψει της σύνδεσης μεμονωμένων ΣΑΗΕ στο ΕΣΜΗΕ και προκειμένου για την συμπλήρωση του θεσμικού και ρυθμιστικού πλαισίου που αφορά στη σύνδεση και λειτουργία των ΣΑΗΕ, ο ΑΔΜΗΕ Α.Ε υπέβαλε στη ΡΑΑΕΥ εισήγηση τροποποίησης του ΚΔΕΣΜΗΕ (σχετ. 12) αναφορικά με τις τεχνικές απαιτήσεις σύνδεσης μεμονωμένων σταθμών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Επειδή, στην ανωτέρω εισήγηση του Διαχειριστή προτείνεται η τροποποίηση της ενότητας 5 του ΚΔΕΣΜΗΕ, εισάγοντας την πρόβλεψη ότι οι απαιτήσεις για τη σύνδεση μεμονωμένων ΣΑΗΕ θα καθορίζονται καταρχάς από τις απαιτήσεις του παραρτήματος Η.2 των υπό σχετικό 8, 9 και 10 αποφάσεων του Κλάδου Ενέργειας της ΡΑΑΕΥ. Για θέματα, δε, που δεν ρυθμίζονται από τις ανωτέρω αποφάσεις οι σταθμοί αυτοί να εξομοιώνονται, για σκοπούς τεχνικών απαιτήσεων σύνδεσης, με Μονάδες Πάρκων Ισχύος τύπου Δ σύμφωνα με όσα προβλέπονται στον Κανονισμό (ΕΕ) 2016/631 της Επιτροπής, της 14ης Απριλίου 2016, «για τη θέσπιση κώδικα



δικτύου, όσον αφορά τις απαιτήσεις για τη σύνδεση ηλεκτροπαραγωγών με το δίκτυο» (σχετ. 4), και την κατ' εξουσιοδότηση αυτού απόφαση της ΡΑΕ υπ' αρ. 1165/2020 (σχετ. 5).

Επειδή, η Αρχή έθεσε την εισήγηση του Διαχειριστή σε δημόσια διαβούλευση¹ από τις 27.11.2025 έως και τις 10.12.2025, όπου δεν υποβλήθηκαν σχόλια από κάποιον συμμετέχοντα.

Επειδή, η Αρχή κατά την αξιολόγηση της ανωτέρω εισήγησης συμφωνεί καταρχάς με την ουσία της, ωστόσο κρίνει ότι οι τεχνικές απαιτήσεις για τη σύνδεση μεμονωμένων σταθμών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να ορίζονται διακριτά σε παράρτημα του ΚΔΕΣΜΗΕ. Αφενός γιατί οι υπό σχετικό 8, 9 και 10 αποφάσεις της εκδόθηκαν με σκοπό τη διεξαγωγή των ανταγωνιστικών διαδικασιών υποβολής προσφορών για τη χορήγηση επενδυτικής και λειτουργικής ενίσχυσης σε ΣΑΗΕ δυνάμει του άρθρου 143ΣΤ του ν. 4001/2011, συνεπώς τα σχετικά παραρτήματα της εν λόγω προκήρυξης δεν αποτελούν κώδικα σύνδεσης τον οποίο δύναται να επικαλούνται διατάξεις του ΚΔΕΣΜΗΕ. Αφετέρου, δε, με δεδομένο ότι οι σταθμοί αποθήκευσης με συσσωρευτές δεν εμπíπτουν, προς το παρόν, στο πεδίο εφαρμογής του Κανονισμού (ΕΕ) 2016/631 (σχετ. 4) οι εν λόγω τεχνικές απαιτήσεις δεν μπορούν να αποτελούν μέρος της ενότητας 5 του ΚΔΕΣΜΗΕ.

Επειδή, κατά το άρθρο 22 του ν. 4001/2011 «Η ΡΑΕ, στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων της, παρακολουθεί και εποπτεύει τη λειτουργία της αγοράς ενέργειας [...] συμπεριλαμβανομένης της έκδοσης κανονιστικών και ατομικών πράξεων, ιδίως για την [...] ανάπτυξη της εσωτερικής αγοράς ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης [...]» και κατά το άρθρο 32 του ίδιου νόμου «1. Οι πράξεις και αποφάσεις της ΡΑΕ, [...] δημοσιοποιούνται με ανάρτηση στην επίσημη ιστοσελίδα της. Οι κανονιστικού χαρακτήρα αποφάσεις της ΡΑΕ δημοσιεύονται επιπλέον στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως [...]».

Για τους παραπάνω λόγους, αποφασίζει:

Στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων της, κατά τα άρθρα 22 και 96 του ν. 4001/2011 (Α' 179):

1. Την προσθήκη Παραρτήματος Ε στον Κώδικα Διαχείρισης Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, ως εξής:

¹ <https://www.raaey.gr/energeia/diavoulefseis/120245/>



«Παράρτημα Ε - Τεχνικές Απαιτήσεις για τη σύνδεση μεμονωμένων σταθμών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας στο Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας»

Π1. Πεδίο εφαρμογής

Το παρόν Παράρτημα του ΚΔΣ καθορίζει τις τεχνικές απαιτήσεις για τη σύνδεση των μεμονωμένων Σταθμών Αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας (εφεξής «ο ΣΑΗΕ») με το Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (εφεξής «το ΕΣΜΗΕ»). Τα τεχνικά πρότυπα (ΕΛΟΤ, ΙΕC, ISO κλπ) που έχουν εγκριθεί στην Ελλάδα είναι σε ισχύ. Για θέματα που τυχόν δεν ρυθμίζονται με τις προβλέψεις του παρόντος, οι ΣΑΗΕ εξομοιώνονται, για σκοπούς εφαρμογής τεχνικών απαιτήσεων σύνδεσης, με μονάδες πάρκων ισχύος Τύπου Δ σύμφωνα με όσα προβλέπονται στον Κανονισμό (ΕΕ) 2016/631 (RfG) και την κατ' εξουσιοδότηση αυτού απόφαση ΡΑΕ υπ' αριθμ. 1165/2020 (Β'3757).

Π2. Ορισμοί

Οι όροι που χρησιμοποιούνται στο παρόν παράρτημα έχουν την έννοια των ορισμών που περιλαμβάνονται στο άρθρο 2 του Κανονισμού (ΕΕ) 2016/631, το άρθρο 3 του Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485, και το άρθρο 2 του νόμου 4001/2011 (Α' 179), όπως ισχύουν.

Π3. Εύρη λειτουργίας του ΣΑΗΕ

Π3.1. Εύρη συχνότητας λειτουργίας

Όλοι οι ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένοι στο ΕΣΜΗΕ θα πρέπει να είναι ικανοί να παραμένουν συνδεδεμένοι και να λειτουργούν σταθερά εντός των ευρών συχνότητας συστήματος και για την ελάχιστη χρονική διάρκεια λειτουργίας, που προδιαγράφονται στον Πίνακα Π1.

Πίνακας Π1. Εύρη τιμών συχνότητας και ελάχιστες χρονικές διάρκειες παραμονής σε λειτουργία των ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένα στο ΕΣΜΗΕ

Εύρη συχνότητας συστήματος	Ελάχιστη διάρκεια παραμονής σε λειτουργία
47,5 Hz — 48,5 Hz	30 λεπτά
48,5 Hz — 49,0 Hz	30 λεπτά
49,0 Hz — 51,0 Hz	Απεριόριστη
51,0 Hz — 51,5 Hz	30 λεπτά
51,5 Hz — 52,5 Hz	10 δευτερόλεπτα



Ο Διαχειριστής του ΕΣΜΗΕ και ο ιδιοκτήτης του ΣΑΗΕ δύνανται να συμφωνούν σε μεγαλύτερα εύρη τιμών συχνότητας, μεγαλύτερη ελάχιστη διάρκεια παραμονής σε λειτουργία ή ειδικές απαιτήσεις για συνδυασμούς αποκλίσεων συχνότητας και τάσης προκειμένου να διασφαλίζουν τη βέλτιστη αξιοποίηση των τεχνικών ικανοτήτων του ΣΑΗΕ, αν αυτό είναι απαραίτητο για τη διατήρηση ή την αποκατάσταση της ασφάλειας του συστήματος.

Π3.2. Εύρη τιμών τάσης λειτουργίας

Όλοι οι ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένοι με στο ΕΣΜΗΕ είναι ικανοί να παραμένουν συνδεδεμένοι και να λειτουργούν σταθερά εντός των ευρών τιμών τάσης στο σημείο σύνδεσης (εκφραζόμενη σε p.u. της τάσης αναφοράς) και για την ελάχιστη χρονική διάρκεια λειτουργίας που ορίζονται στον Πίνακα Π2 (για σημείο σύνδεσης με ονομαστική τάση 150 kV) και στον Πίνακα Π3 (για σημείο σύνδεσης με ονομαστική τάση 400 kV).

Πίνακας Π2. Ελάχιστες χρονικές περίοδοι κατά τις οποίες ο ΣΑΗΕ πρέπει να παραμένει σε λειτουργία χωρίς να αποσυνδέεται από το ΕΣΜΗΕ για τάσεις αποκλίνουν από την τιμή αναφοράς στο σημείο σύνδεσης, όταν η ονομαστική τάση στο σημείο σύνδεσης είναι 150 kV

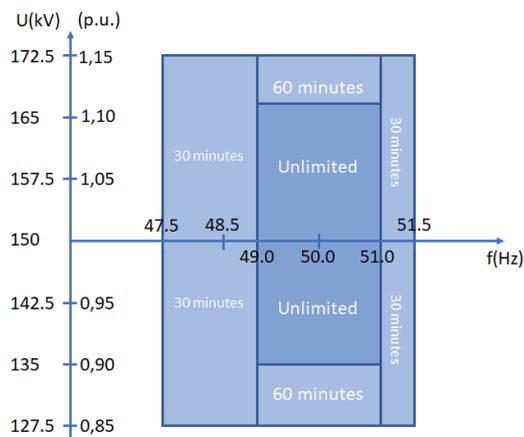
Εύρος Τάσεων σημείου σύνδεσης (p.u.)	Εύρος Τάσεων σημείου σύνδεσης (kV)	Ελάχιστη χρονική διάρκεια λειτουργίας
0,85 — 0,90 p.u.	127,5 — 135 kV	60 λεπτά
0,90 — 1,118 p.u.	135 — 167,7 kV	απεριόριστη
1,118 — 1,15 p.u.	167,7-172,5 kV	60 λεπτά

Πίνακας Π3. Ελάχιστες χρονικές περίοδοι κατά τις οποίες ο ΣΑΗΕ πρέπει να παραμένει σε λειτουργία χωρίς να αποσυνδέεται από το ΕΣΜΗΕ για τάσεις αποκλίνουν από την τιμή αναφοράς στο σημείο σύνδεσης, όταν η ονομαστική τάση στο σημείο σύνδεσης είναι 400 kV

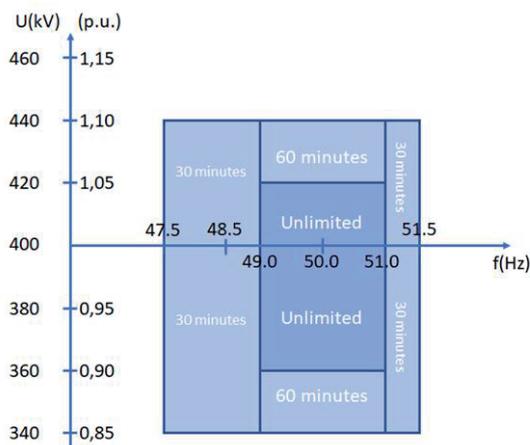
Εύρος Τάσεων σημείου σύνδεσης (p.u.)	Εύρος Τάσεων σημείου σύνδεσης (kV)	Ελάχιστη χρονική διάρκεια λειτουργίας
0,85 — 0,90 p.u.	340 — 360 kV	60 λεπτά
0,90 — 1,05 p.u.	360 — 420 kV	απεριόριστη
1,05 — 1,10 p.u.	420 — 440 kV	60 λεπτά

Π3.3. Όρια συχνότητας και τάσης σταθερής κατάστασης

Όλοι οι ΣΑΗΕ παραμένουν συνδεδεμένοι στο ΕΣΜΗΕ και εξακολουθούν να λειτουργούν σταθερά υπό αποκλίσεις συχνότητας και τάσης από τις ονομαστικές τιμές εντός των συγκεκριμένων ευρών τιμών και για τις σχετικές ελάχιστες χρονικές περιόδους λειτουργίας που καθορίζονται στα διαγράμματα συχνότητας-τάσης στο σχήμα Π1 (σημείο σύνδεσης στα 150 kV) και στο σχήμα Π2 (σημείο σύνδεσης στα 400 kV).



Σχήμα Π1. Ελάχιστες απαιτήσεις για τη λειτουργία σε σταθερή κατάσταση των ΣΑΗΕ που συνδέονται στα 150 kV, όπου U είναι η τάση στο σημείο σύνδεσης (σε kV) και f είναι η συχνότητα του συστήματος (σε Hz)



Σχήμα Π2. Ελάχιστες απαιτήσεις για τη λειτουργία σε σταθερή κατάσταση των ΣΑΗΕ που συνδέονται στα 400 kV, όπου U είναι η τάση στο σημείο σύνδεσης (σε kV) και f είναι η συχνότητα του συστήματος (σε Hz)

Π3.4. Ικανότητα αντοχής στο ρυθμό μεταβολής της συχνότητας (RoCoF)

Ο ΣΑΗΕ είναι ικανός να παραμένει συνδεδεμένος με το ΕΣΜΗΕ και να λειτουργεί για ρυθμούς μεταβολής της συχνότητας του συστήματος (RoCoF) έως 2,0 Hz/s παρατηρούμενη σε κυλιόμενο παράθυρο 500 ms.

Π3.5. Ανίχνευση απώλειας κύριας τροφοδότησης (Loss of Mains-LoM)

Η χρήση ανίχνευσης απώλειας κύριας τροφοδότησης (LoM) με βάση τη μέτρηση του ρυθμού μεταβολής της συχνότητας (RoCoF) δεν επιτρέπεται για ΣΑΗΕ που συνδέονται στο ΕΣΜΗΕ. Ο ιδιοκτήτης του ΣΑΗΕ παρέχει τεχνικές λεπτομέρειες σχετικά με τη μέθοδο ανίχνευσης της απώλειας κύριας τροφοδότησης που χρησιμοποιείται. Οι μέθοδοι ανίχνευσης της απώλειας κύριας τροφοδότησης και οι σχετικές ρυθμίσεις προστασίας τους δεν θα πρέπει να έρχονται σε αντίθεση με τις απαιτήσεις σχετικά με τις ικανότητες αντοχής σε αποκλίσεις συχνότητας.

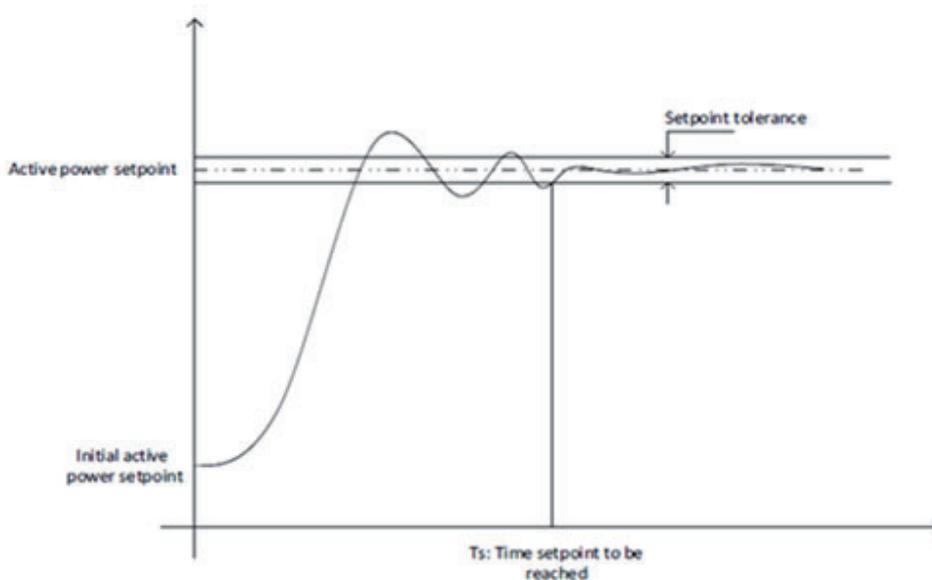
Π4. Απαιτήσεις ελέγχου ενεργού ισχύος

Κάθε ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένος στο ΕΣΜΗΕ έχει τη δυνατότητα να συμμετέχει στον έλεγχο αποκατάστασης συχνότητας (Frequency Restoration Control) του συστήματος προσαρμόζοντας την παραγόμενη ή καταναλισκόμενη ενεργό ισχύ σύμφωνα με τα σημεία ρύθμισης (set points) που εκδίδονται εξ αποστάσεως και σε πραγματικό χρόνο από το Εθνικό ή Περιφερειακά Κέντρα Ελέγχου Ενέργειας (ΚΕΕ) του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ.

Για να επιτευχθεί αυτό, ο ΣΑΗΕ πρέπει να είναι εξοπλισμένος με σύστημα ελέγχου ενεργού ισχύος που ανταλλάσσει σήματα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο με το ΚΕΕ και είναι σε θέση να εφαρμόζει αυτόματα καθορισμένες τιμές σημείων ρύθμισης.

Ο ΣΑΗΕ διατηρεί τις τιμές των σημείων ρύθμισης ανεξάρτητα από τις μεταβολές στη συχνότητα, εκτός εάν λειτουργεί υπό οποιαδήποτε από τις καταστάσεις ελέγχου συχνότητας που περιγράφονται στο σχετικό κεφάλαιο.

Ως ελάχιστη χρονική περίοδος για την επίτευξη καθορισμένου σημείου ρύθμισης ενεργού ισχύος από τον ΣΑΗΕ ορίζονται τα 60s. Τα σημεία ρύθμισης θα πρέπει να επιτυγχάνονται με ανοχή $\pm 5\%$ του σημείου ρύθμισης ή ± 5 MW όποια από τις δύο τιμές είναι μικρότερη). Η ανωτέρω απαίτηση επεξηγείται γραφικά στο σχήμα Π3.



Σχήμα Π3. Ανοχή και χρονική διάρκεια για την εφαρμογή νέου καθορισμένου σημείου ρύθμισης ενεργού ισχύος

Σε περίπτωση που η αυτόματη διάταξη τηλεχειρισμού του ΣΑΗΕ που αναφέρεται ανωτέρω είναι εκτός λειτουργίας, τα σημεία ρύθμισης ενεργού ισχύος εφαρμόζονται μέσω τοπικών χειροκίνητων μέτρων. Στην περίπτωση αυτή, η ελάχιστη χρονική περίοδος για την επίτευξη σημείου ρύθμισης ενεργού ισχύος από τον ΣΑΗΕ είναι 15 λεπτά με ανοχή $\pm 10\%$ της τιμής του σημείου ρύθμισης ή ± 10 MW (όποια από τις δύο τιμές είναι μικρότερη).



Κατά την εφαρμογή ενός σημείου ρύθμισης της ενεργού ισχύος, τα ελάχιστα και μέγιστα όρια ρυθμών μεταβολής της ενεργού ισχύος (όρια ρυθμών ανόδου / καθόδου) τόσο προς τα πάνω όσο και προς τα κάτω² συνοψίζονται στον Πίνακα Π4.

Πίνακας Π4. Ανώτατα όρια ρυθμών ανόδου/καθόδου για ΣΑΗΕ που συνδέονται στο ΕΣΜΗΕ

Τεχνολογία	Ικανότητα ρυθμού ανόδου (Ramp-up rate)	Ικανότητα ρυθμού καθόδου (Ramp-down rate)
ΣΑΗΕ με διεπαφή ηλεκτρονικών ισχύος	όχι λιγότερο του 10,0 % P_{\max}/\min σε κανονικές συνθήκες	όχι λιγότερο του 10,0 % P_{\max}/\min σε κανονικές συνθήκες

Π5. Απαιτήσεις ελέγχου συχνότητας

Όλοι οι ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένοι με το ΕΣΜΗΕ είναι ικανοί να διατηρούν σταθερή την τιμή της ενεργού ισχύος στην έξοδο σε καθορισμένη τιμή στόχο (σημείο ρύθμισης), υπό την προϋπόθεση ότι η συχνότητα του συστήματος είναι εντός των ορίων και των χρονικών διαστημάτων που καθορίζονται στην παράγραφο Π3.1 πίνακας Π1.

Ο ΣΑΗΕ είναι σε θέση να συμμετέχει στον έλεγχο διατήρησης συχνότητας του συστήματος (Frequency Containment Control) λειτουργώντας στις καταστάσεις που προσδιορίζονται στις παραγράφους Π5.2, Π5.3 και Π5.4. Οι απαιτήσεις αυτές ισχύουν τόσο για τη λειτουργία παραγωγής (εκφόρτισης) όσο και λειτουργία κατανάλωσης (φόρτισης), εκτός εάν ορίζεται ρητά διαφορετικά.

Π5.1. Ταχεία απόκριση συχνότητας (Fast Frequency Response - FFR)

Οι ΣΑΗΕ είναι σε θέση να παρέχουν ταχεία απόκριση συχνότητας. Η FFR είναι η αμφίδρομη (ανοδική και καθοδική) συνεχής και αυτόματη απόκριση ενεργού ισχύος που είναι ανάλογη προς την απόκλιση συχνότητας συστήματος από την ονομαστική τιμή ($\Delta f = f - f_n$, όπου $f_n = 50$ Hz). Η FFR μπορεί να ενεργοποιείται είτε αυτόματα (σε περίπτωση που η απόκλιση συχνότητας του συστήματος υπερβαίνει ένα προκαθορισμένο εύρος) είτε με τηλεχειρισμό (ως απόκριση σε τιμή σημείου ρύθμισης που καθορίζεται από τον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ).

Η ταχεία απόκριση συχνότητας συμπληρώνει (αλλά δεν αντικαθιστά) την εφεδρεία διατήρησης συχνότητας (ΕΔΣ), βελτιώνοντας τη δυναμική απόκριση του συστήματος στις πρώτες στιγμές μετά τις διαταραχές συχνότητας. Μολονότι υπάρχουν ομοιότητες μεταξύ του FFR και του ελέγχου διατήρησης συχνότητας, ο χρόνος απόκρισης της FFR (≤ 1 δευτερόλεπτα) είναι σημαντικά μικρότερος από τα 30s του χρόνου πλήρους ενεργοποίησης της ΕΔΣ.

² Σημειώνεται ότι οι εν λόγω ρυθμοί ανόδου/καθόδου αναφέρονται σε αποκρίσεις ενεργού ισχύος κατά την εφαρμογή καθορισμένων σημείων ρύθμισης ενεργού ισχύος και δεν σχετίζονται με άλλα φαινόμενα απόκρισης συχνότητας.



Π5.1.1 Ανατεθείσα ενεργός ισχύς για την παροχή FFR

Για την παροχή FFR, ο ΣΑΗΕ είναι σε θέση να αποδίδει έως και $\pm 10\%$ της μέγιστης ενεργού ισχύος του (ανατεθείσα ισχύς).

Ο ΣΑΗΕ πρέπει να διαθέτει επαρκή διαθέσιμη χωρητικότητα (ενεργειακό απόθεμα) ώστε να είναι δυνατή η ανταλλαγή της ανατεθείσας ισχύος για τουλάχιστον 15 λεπτά (τόσο προς τα πάνω όσο και προς τα κάτω) μετά την ενεργοποίηση της FFR. Το σύστημα διαχείρισης ενέργειας (EMS) του ΣΑΗΕ είναι εξοπλισμένο με λογική διαχείρισης του ενεργειακού περιεχομένου (χωρητικότητας) για τη διασφάλιση της συμμόρφωσης με την εν λόγω απαίτηση.

Π5.1.2 Μέτρηση συχνότητας συστήματος

Ο ΣΑΗΕ είναι εξοπλισμένος με τοπικό σύστημα/συσκευή/μετρητή για τη μέτρηση της συχνότητας του συστήματος. Η ακρίβεια της μέτρησης της συχνότητας είναι $\pm 0,02\%$ της ονομαστικής τιμής ($\pm 0,01$ Hz) σε οποιαδήποτε κατάσταση λειτουργίας. Το σύστημα φιλτραρίσματος της μέτρησης δεν εισάγει καθυστέρηση στη μέτρηση (ο χρόνος απόκρισης δεν υπερβαίνει τα 50 ms).

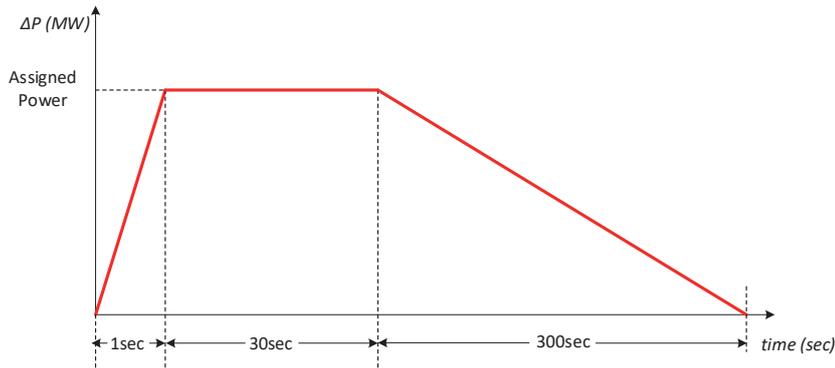
Π5.1.3 Παροχή FFR

Οι ΣΑΗΕ θα πρέπει να έχουν την τεχνική ικανότητα να ενεργοποιούνται με δύο μη αποκλειστικές λειτουργίες FFR:

- ανάλογη με την απόκλιση συχνότητας του συστήματος (λειτουργία απόκλισης συχνότητας)
- μέσω σημείου ρύθμισης ενεργού ισχύος, το οποίο καθορίζεται από τον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ (λειτουργία τηλεχειρισμού)

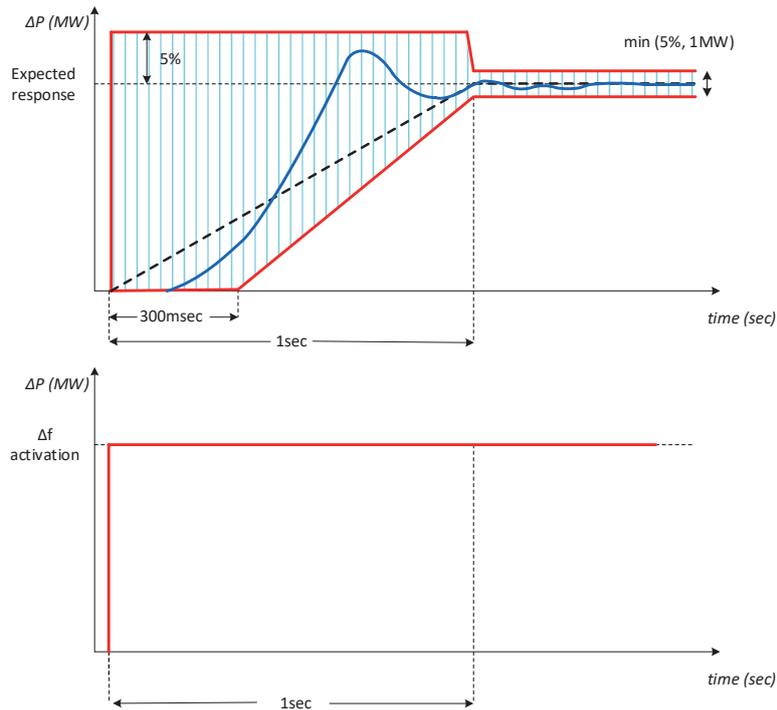
Το σύστημα ελέγχου ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ θα πρέπει να είναι ικανό να δίνει προτεραιότητα σε μία από αυτές τις δύο καταστάσεις για τη χρήση της ανατεθείσας ισχύος (για παροχή FFR). Εάν είναι ενεργοποιημένοι και οι δύο τρόποι λειτουργίας, η συνολική παραγόμενη ενεργός ισχύς ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των συνεισφορών που παρέχει κάθε τρόπος λειτουργίας.

Σε λειτουργία απόκλισης συχνότητας, ο ΣΑΗΕ είναι σε θέση να παρέχει συμμετρική, συνεχή και αυτόματη απόκριση ενεργού ισχύος ανάλογη προς την απόκλιση συχνότητας συστήματος σύμφωνα με το προφίλ χρόνου-ενεργού ισχύος (Δf - ΔP) του σχήματος Π4.



Σχήμα Π4. $\Delta p(t) - \Delta f$ απόκριση για βήμα Δf σε $t = 0$

Οι ΣΑΗΕ είναι σε θέση να παρέχουν πλήρη απόκριση ενεργού ισχύος χωρίς σκόπιμη καθυστέρηση και σε κάθε περίπτωση εντός 1 δευτερολέπτου μετά την ενεργοποίηση της FFR. Ο χρόνος εκκίνησης της απόκρισης ενεργού ισχύος δεν υπερβαίνει τα 300 msec. Η απόκριση ενεργού ισχύος δεν πρέπει διεγείρει ταλαντώσεις ισχύος και τηρεί τις ανοχές μεταβατικής και σταθερής κατάστασης που υποδεικνύονται από την γραμμοσκιασμένη περιοχή του σχήματος Π5³.



Σχήμα Π5. Ανοχές FFR υπό μεταβατικές συνθήκες και υπό σταθερή κατάσταση για λειτουργία ελέγχου απόκλισης συχνότητας

³ Στη μεταβατική κατάσταση, η υπέρβαση της απόκρισης ενεργού ισχύος δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το + 5 % της αναμενόμενης απόκρισης. Για σταθερή κατάσταση, ± 5 % της αναμενόμενης απόκρισης ή ± 1 MW, όποια τιμή είναι μικρότερη.



Ο ελεγκτής ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ:

- προβλέπει σκόπιμη νεκρή ζώνη (dead band) συχνοτήτων (κατώφλι # 1), στο εύρος [0, 500] mHz, ρυθμιζόμενης σε βήματα των 5 mHz. Όταν η συχνότητα του συστήματος υπερβαίνει το όριο αυτό (όριο # 1), ενεργοποιείται η FFR. Όταν η συχνότητα του συστήματος επανέλθει σε τιμή εντός της εν λόγω νεκρής ζώνης [δηλαδή σε τιμή κάτω από το (κατώφλι # 1), ανακτάται η ενέργεια που παρέχεται κατά την ενεργοποίηση της FFR. Για την αποφυγή συνεχών ενεργοποιήσεων/απενεργοποιήσεων για τιμές συχνότητας συστήματος γύρω από (κατώφλι # 1) πρέπει να παρέχεται κατάλληλος μηχανισμός υστέρησης.
- προβλέπει ένα (κατώφλι # 2), στο εύρος [(κατώφλι # 1), 1000] mHz ρυθμιζόμενο σε βήματα των 5 mHz, πέραν του οποίου ο ΣΑΗΕ απαιτείται να διατηρεί την έξοδο ενεργού ισχύος (είτε παράγεται είτε καταναλώνεται) για όσο διάστημα η συχνότητα του συστήματος υπερβαίνει το όριο αυτό (κατώφλι # 2), υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει επαρκές διαθέσιμο ενεργειακό περιεχόμενο.
- προβλέπει μια παράμετρο [% της ανατεθείσας ισχύος/ Δf], η οποία μπορεί να οριστεί από τον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ, μέσω της οποίας υπολογίζεται η ένταση της ΔP που πρέπει να παρέχεται βάσει της απόκλισης συχνότητας Δf .
- επιτρέπει την αντιστροφή της ροής ενεργού ισχύος, χωρίς διακοπή και εντός του συντομότερου τεχνικά εφικτού χρόνου.
- ελλείψει περαιτέρω διακυμάνσεων της απόκλισης συχνότητας και για απόκλιση συχνότητας χαμηλότερη από το (κατώφλι # 2), ο ΣΑΗΕ μεταβάλλει την ενεργό ισχύ αναλογικά προς την απόκλιση συχνότητας συνεχώς για 30 δευτερόλεπτα και, στη συνέχεια, μειώνει γραμμικά την απόκριση ενεργού ισχύος έως ότου ακυρωθεί, εντός ρυθμιζόμενου χρονικού διαστήματος μεταξύ 1 και 900 δευτερολέπτων και προκαθορισμένης τιμής 5 λεπτών (300 δευτερολέπτων), σχήμα Π4.
- για αποκλίσεις συχνότητας μεταξύ των τιμών (κατώφλι # 1) και (κατώφλι # 2), ο ΣΑΗΕ μεταβάλλει την ενεργό ισχύ αναλογικά προς τις αποκλίσεις συχνότητας συνεχώς για 30 δευτερόλεπτα.
- εάν η συχνότητα μειωθεί κάτω από το (κατώφλι # 1) για χρονικό διάστημα εντός του εύρους [0, 300] δευτερολέπτων, το οποίο είναι ρυθμιζόμενο σε βήματα του 1 δευτερολέπτου και έχει προκαθορισμένη τιμή 200 δευτερολέπτων, η μεταβολή της ενεργού ισχύος διακόπτεται και επαναφέρεται η λογική ελέγχου του ΣΑΗΕ προκειμένου να επανενεργοποιηθεί, εφόσον είναι αναγκαίο. Σε περίπτωση αντιστροφής του προσήμου της απόκλισης συχνότητας σε σχέση με τη με τη μεταβολή ενεργού ισχύος σε εξέλιξη, ενεργοποιείται αμέσως η λογική ελέγχου του ΣΑΗΕ, ώστε να είναι δυνατή η μεταβολή της ενεργού ισχύος προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Σε λειτουργία τηλεχειρισμού, η FFR παρέχει συμμετρική, συνεχή και αυτόματη απόκριση ενεργού ισχύος για να λάβει την τιμή του σημείου ρύθμισης ενεργού ισχύος που καθορίζεται από τον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ.

Ο τηλεχειρισμός μπορεί να ενεργοποιηθεί για κάθε χρονικό πλαίσιο διαθεσιμότητας για μέγιστο διάστημα 15 λεπτών που ισοδυναμεί με αύξηση ενεργού ισχύος ίση με (+) την

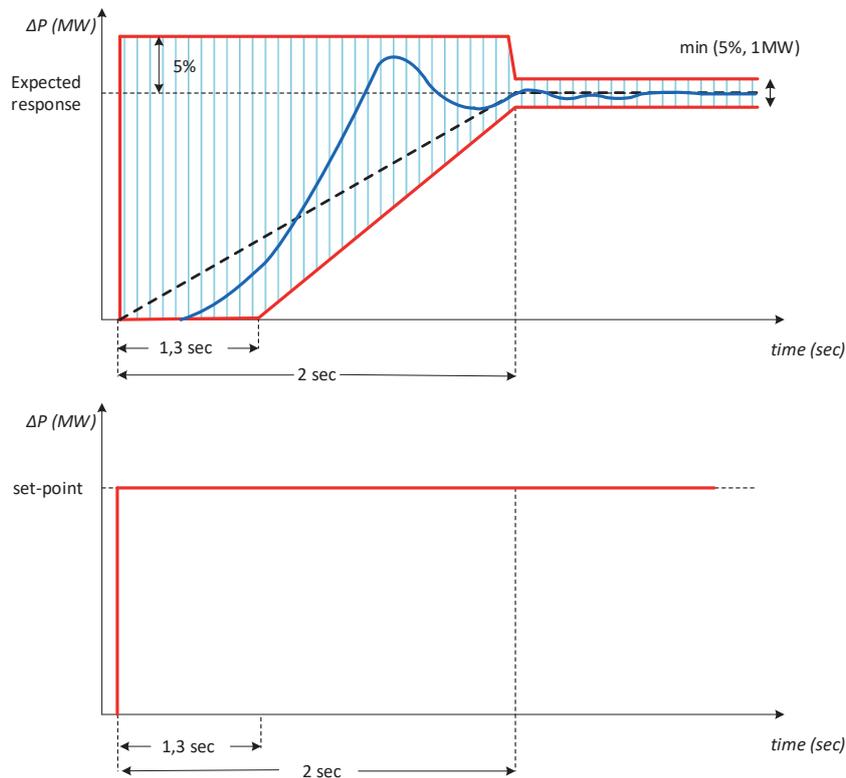


Ανατεθείσα Ισχύ και 15 λεπτών που ισοδυναμεί με μείωση ενεργού ισχύος ίση με (-) την Ανατεθείσα Ισχύ.

Ο ελεγκτής ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ:

- είναι σε θέση να λαμβάνει και να εφαρμόζει σημείο ρύθμισης ενεργού ισχύος, το οποίο ορίζεται στο εύρος [0 %, 100 %] της \pm ανατεθείσας ισχύος·
- παρέχει πλήρη απόκριση ενεργού ισχύος χωρίς σκόπιμες καθυστερήσεις και, σε κάθε περίπτωση, εντός 2 δευτερολέπτων από τη λήψη του σημείου ρύθμισης. Η ενεργοποίηση δεν πρέπει να διεγείρει ταλαντώσεις ισχύος και να τηρεί τις ανοχές μεταβατικής και σταθερής κατάστασης που υποδεικνύονται από την γραμμοσκιασμένη περιοχή του σχήματος Π6⁴.
- επιτρέπει την αντιστροφή της ροής ενεργού ισχύος, χωρίς διακοπή και εντός του συντομότερου τεχνικά εφικτού χρονικού διαστήματος μεταξύ της ανοδικής και της καθοδικής συμβολής.
- επιτρέπει την ταυτόχρονη ενεργοποίηση και ρύθμιση ενεργού ισχύος σύμφωνα με τη λειτουργία ελέγχου απόκλισης συχνότητας.
- διατηρεί την τιμή του σημείου ρύθμισης ενεργού ισχύος για το χρονικό διάστημα που επιτρέπεται από το διαθέσιμο ενεργειακό περιεχόμενο.
- καθιστά διαθέσιμη και δεν περιορίζει την πρόσβαση στη χρήση της ανατεθείσας ισχύος για ενεργειακή χωρητικότητα το πολύ ίση με 15 λεπτά της ανατεθείσας ισχύος και για τις δύο κατευθύνσεις ελέγχου.
- επιτρέπει την παροχή ενεργού ισχύος (μικρότερης ή το πολύ ίσης με την ανατεθείσα ισχύ) για ισοδύναμο χρονικό διάστημα που καθορίζεται από το διαθέσιμο ενεργειακό περιεχόμενο.

⁴ Στη μεταβατική κατάσταση, η υπέρβαση της απόκρισης ενεργού ισχύος δεν υπερβαίνει το + 5 % της αναμενόμενης απόκρισης. Για σταθερή κατάσταση, \pm 5 % της αναμενόμενης απόκρισης ή \pm 1 MW, όποια τιμή είναι μικρότερη.



Σχήμα Π6. Ανοχές FFR υπό μεταβατική και υπό σταθερή κατάσταση για λειτουργία τηλεχειρισμού

Π5.2. Κατάσταση Ευαισθησίας Συχνότητας (FSM)

Σε περίπτωση σχετικά μικρών αποκλίσεων συχνότητας συστήματος γύρω από την ονομαστική τιμή (50,0 Hz), όλοι οι ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένοι με το ΕΣΜΗΕ και εντός της περιοχής ελέγχου του ΑΔΜΗΕ έχουν την ικανότητα να λειτουργούν σε κατάσταση ευαισθησίας συχνότητας (FSM) και να συμμετέχουν στον έλεγχο διατήρησης συχνότητας του συστήματος. Σε αυτή την κατάσταση λειτουργίας, ο ΣΑΗΕ θα πρέπει να προσαρμόζει κατάλληλα την έγχυση ή απορρόφηση ενεργού ισχύος για αποκλίσεις συχνότητας εντός τροκαθορισμένου εύρους συχνοτήτων ± 200 mHz γύρω από τα 50,0 Hz (δηλαδή για συχνότητα συστήματος $49,8 < \text{έως} < 50,2$ Hz).

Όσο η συχνότητα παραμένει κάτω από τα 50,0 Hz μείον μια νεκρή ζώνη -10 mHz⁵, ο ΣΑΗΕ θα πρέπει να είναι σε θέση να αυξάνει συνεχώς την έξοδο ενεργού ισχύος (σε λειτουργία εκφόρτισης αυξάνοντας την παραγωγή (έγχυση) ενεργού ισχύος, σε λειτουργία φόρτισης μειώνοντας την κατανάλωση (απορρόφηση) ενεργού ισχύος και, εάν είναι αναγκαίο, να μεταβεί σε λειτουργία εκφόρτισης εντός του συντομότερου τεχνικά εφικτού χρόνου) υπό σταθερό στατισμό ενεργού ισχύος —συχνότητας (s_1).

⁵ Το σύστημα ελέγχου ενεργού ισχύος χαρακτηρίζεται από εγγενή αναισθησία στις αποκλίσεις συχνότητας («αναισθησία απόκρισης συχνότητας»), καθώς και από σκόπιμη νεκρή ζώνη («νεκρή ζώνη απόκρισης συχνότητας») για την αποφυγή υπερβολικών δραστηριοτήτων ελέγχου και φθοράς του συστήματος αποθήκευσης για πολύ μικρές διακυμάνσεις συχνότητας του συστήματος. Για λόγους απλούστευσης, στις παρούσες τεχνικές απαιτήσεις το συνδυασμένο αποτέλεσμα των δύο αυτών χαρακτηριστικών αναφέρεται ως «νεκρή ζώνη». Για ΣΑΗΕ που συνδέονται με το ΕΣΜΗΕ, η νεκρή ζώνη περιορίζεται σε ± 10 mHz ($\pm 0,02$ % p.u. σε βάση 50 Hz).



Η αύξηση αυτή θα πρέπει να διαρκέσει έως ότου είτε η συχνότητα του συστήματος αποκατασταθεί σε τιμή εντός της νεκρής ζώνης των -10 mHz γύρω από τα $50,0$ Hz είτε ο ΣΑΗΕ φτάσει τη μέγιστη χωρητικότητά του (P_{max}). Μόλις επιτευχθεί η μέγιστη χωρητικότητα, ο ΣΑΗΕ εξακολουθεί να λειτουργεί σε λειτουργία εκφόρτισης για όσο διάστημα υπάρχει διαθέσιμο ενεργειακό περιεχόμενο ή όπως έχει συμφωνηθεί μεταξύ του ιδιοκτήτη του ΣΑΗΕ και του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ. Σε περίπτωση που η συχνότητα του συστήματος μειωθεί περαιτέρω κάτω από τα $49,8$ Hz και ο ΣΑΗΕ δεν έχει φτάσει στη μέγιστη χωρητικότητά του, ο ΣΑΗΕ θα πρέπει να λειτουργεί σε κατάσταση LFSM-U σύμφωνα με την παράγραφο Π5.4.

Ομοίως, όσο η συχνότητα παραμένει πάνω από τα $50,0$ Hz συν μια νεκρή ζώνη $+10$ mHz, ο ΣΑΗΕ θα πρέπει να είναι σε θέση να μειώνει συνεχώς την έξοδο ενεργού ισχύος (σε λειτουργία φόρτισης με αύξηση της κατανάλωσης (απορρόφησης) ενεργού ισχύος, σε λειτουργία εκφόρτισης με μείωση της παραγωγής (έγχυσης) ενεργού ισχύος, και εάν είναι αναγκαίο να μεταβεί σε λειτουργία φόρτισης εντός του συντομότερου τεχνικά εφικτού χρονικού διαστήματος) υπό σταθερό στατισμό ενεργού ισχύος – συχνότητας (s_1).

Η μείωση αυτή θα πρέπει να διαρκέσει έως ότου είτε η συχνότητα του συστήματος μειωθεί σε τιμή εντός της νεκρής ζώνης των $+10$ mHz περί τα $50,0$ Hz ή έως ότου ο ΣΑΗΕ επιτύχει τη μέγιστη ισχύ απορρόφησης. Μόλις επιτευχθεί η μέγιστη ικανότητα κατανάλωσης, ο ΣΑΗΕ εξακολουθεί να λειτουργεί σε κατάσταση φόρτισης έως ότου ο ΣΑΗΕ φτάσει το μέγιστο ενεργειακό περιεχόμενο που μπορεί να αποθηκεύσει ή όπως έχει συμφωνηθεί μεταξύ του ιδιοκτήτη του ΕΜΣ και του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ.

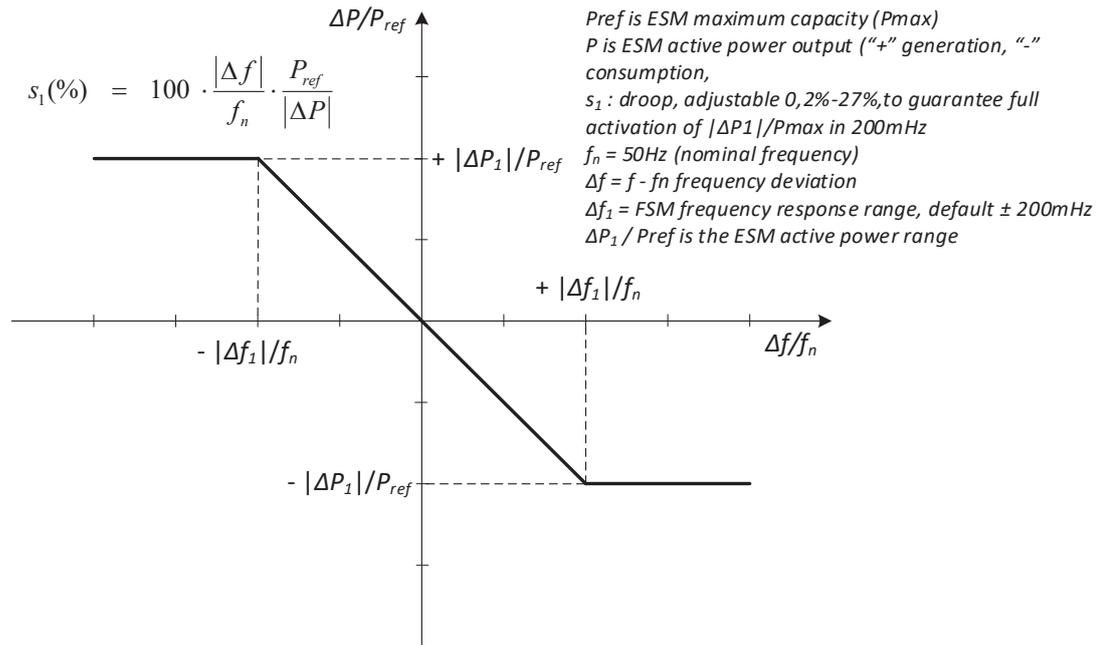
Σε περίπτωση που η συχνότητα του συστήματος αυξηθεί περαιτέρω πάνω από τα $50,2$ Hz και ο ΣΑΗΕ δεν έχει επιτύχει τη μέγιστη ικανότητα κατανάλωσής του, ο ΣΑΗΕ λειτουργεί σε κατάσταση LFSM-O σύμφωνα με την παράγραφο Π5.3. Σε περίπτωση βηματικής μεταβολής της συχνότητας (βύθιση ή υπέρταση), ο ΣΑΗΕ θα πρέπει να είναι σε θέση να παρέχει ΕΔΣ (ανοδική ή καθοδική, αντίστοιχα) εντός εύρους τιμών ενεργού ισχύος $|\Delta P_1|$ εκφραζόμενης ως ποσοστό (%) της μέγιστης ισχύος του ($|\Delta P_1|/P_{max}$). Το εν λόγω εύρος τιμών ενεργού ισχύος θα πρέπει να βρίσκεται εντός του εύρους $1,5-100$ % της μέγιστης ισχύος του ΣΑΗΕ.

Ο ΣΑΗΕ θα πρέπει να είναι ικανός να ενεργοποιεί την απόκριση συχνότητας ενεργού ισχύος σε κατάσταση FSM σύμφωνα με το σχήμα Π7 και με τις παραμέτρους που παρατίθενται στον πίνακα Π5 και αναλύονται περαιτέρω παρακάτω.

Πίνακας Π5. Παράμετροι για την απόκριση συχνότητας ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ σε λειτουργία FSM (επεξήγηση για το σχήμα Π7 και για την πλήρη ενεργοποίηση της απόκρισης συχνότητας ενεργού ισχύος σε βηματική μεταβολή συχνότητας (επεξήγηση για το σχήμα Π8))

Παράμετρος	Τιμές και πεδία παραμέτρων
Εύρος τιμών ενεργού ισχύος $ \Delta P_1 /P_{max}$	$1,5 - 100$ % του P_{max}
Στατισμός	ρυθμιζόμενη μεταξύ $0,2-27$ % ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρης ενεργοποίηση του $ \Delta P_1 /P_{max}$ για μέγιστη ενεργοποίηση συχνότητας 200 mHz
Συνδυασμένη επίδραση της αναισθησίας απόκρισης συχνότητας ($ \Delta f_i $, $ \Delta f_i /f_n$) & νεκρή ζώνη	μέγιστη ± 10 mHz, ($0,02$ %p.u.)

Εύρος απόκρισης συχνότητας FSM	ρυθμιζόμενη, μεταξύ 0-500 mHz· προκαθορισμένη τιμή 200 mHz
Μέγιστη αρχική καθυστέρηση ενεργοποίησης της FSM (t_1)	$t_1 \leq 1s$ (να αιτιολογηθεί εάν $> 1s$)
Μέγιστη καθυστέρηση πλήρους ενεργοποίησης της FSM (t_2)	$t_2 \leq 30s$



Σχήμα Π7. Ικανότητα απόκρισης συχνότητας ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ σε FSM σε περίπτωση μηδενικής νεκρής ζώνης και μηδενικής αναισθησίας

Ο στατισμός ενεργού ισχύος - συχνότητας έχει την ίδια τιμή και για τις δύο κατευθύνσεις μεταβολής της ενεργού ισχύος (αύξηση ή μείωση), ενώ η τιμή αναφοράς της ενεργού ισχύος (P_{ref}) είναι εξ ορισμού η μέγιστη ισχύς του ΣΑΗΕ (P_{max}).

Ο ΣΑΗΕ είναι ικανός να ενεργοποιεί την πλήρη απόκριση συχνότητας ενεργού ισχύος σε ολόκληρη τη γραμμή ή πάνω από αυτήν, όπως φαίνεται s στο σχήμα Π8, και να αξιοποιεί πλήρως την ΕΔΣ σε σχεδόν σταθερή απόκλιση συχνότητας συστήματος ± 200 mHz.

Το σύστημα ελέγχου ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ θα πρέπει να επιτρέπει την εφαρμογή διαφορετικών τιμών στατισμού σύμφωνα με τις ανάγκες του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ (ρυθμιζόμενος στατισμός μεταξύ 0,2-27 %, ώστε να εξασφαλίζεται $|\Delta P_1| / P_{max}$ για μέγιστη ενεργοποίηση συχνότητας ± 200 mHz), ενώ θα πρέπει να επιτρέπει την εφαρμογή της λειτουργίας σε κατάσταση FSM εντός οποιουδήποτε εύρους συχνότητας μεταξύ 49,5 Hz και 50,5 Hz..

Η αρχική καθυστέρηση της απόκρισης συχνότητας ενεργού ισχύος t_1 θα πρέπει να είναι μικρότερη από 1 δευτερόλεπτο και να μην καθυστερεί σκοπίμως. Ο ιδιοκτήτης του ΣΑΗΕ

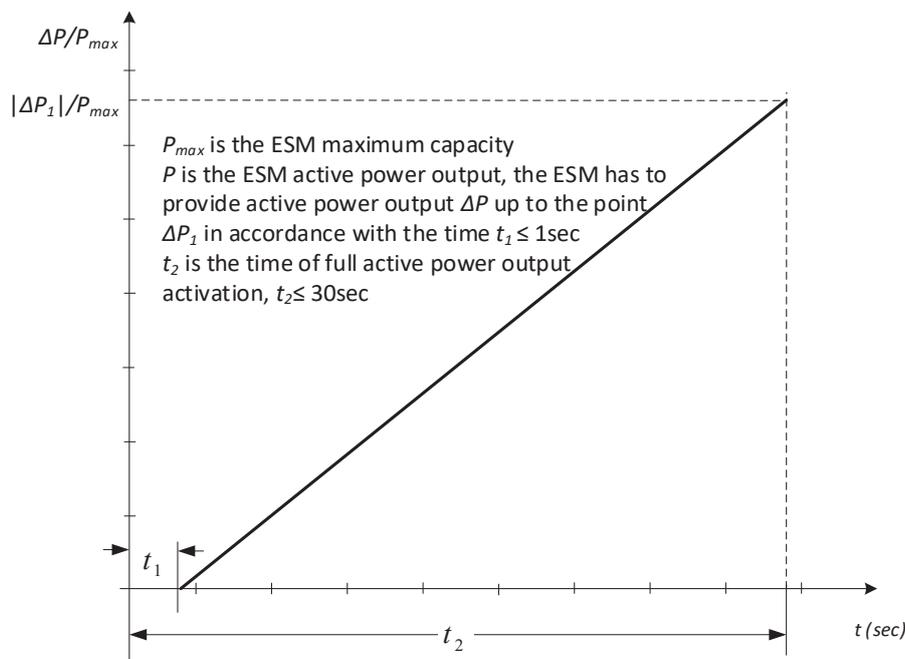
θα πρέπει να αιτιολογεί οποιαδήποτε χρονική καθυστέρηση μεγαλύτερη από $t_1 = 1\text{sec}$ παρέχοντας τεχνικά αποδεικτικά στοιχεία στον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ.

Η απόκριση συχνότητας ενεργού ισχύος θα πρέπει να παρέχεται πλήρως και η ΕΔΣ θα πρέπει να αξιοποιείται πλήρως εντός χρόνου t_2 μικρότερου των 30 δευτερολέπτων.

Η παροχή πλήρους απόκρισης συχνότητας ενεργού ισχύος θα πρέπει να διατηρείται για περίοδο τουλάχιστον 15 λεπτών μετά την πλήρη ανάπτυξή της, εκτός εάν αυτό περιορίζεται από το ενεργειακό περιεχόμενο που μπορεί να αποθηκεύσει ο ΣΑΗΕ.

Η ΕΔΣ πρέπει να είναι εκ νέου διαθέσιμη 15 λεπτά μετά την ενεργοποίηση, με την παραδοχή ότι έχει επιτευχθεί η ονομαστική συχνότητα, εκτός εάν αυτό περιορίζεται από το ενεργειακό περιεχόμενο που μπορεί να αποθηκεύσει ο ΣΑΗΕ ή σύμφωνα με τη συμφωνία μεταξύ του ιδιοκτήτη του ΣΑΗΕ και του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ.

Εντός των χρονικών ορίων που καθορίζονται στον πίνακα Π5, ο έλεγχος της ενεργού ισχύος δεν πρέπει να έχει δυσμενείς επιπτώσεις (π.χ. εμφάνιση μη αποσβενύμενων ταλαντώσεων ενεργού ισχύος) στην απόκριση συχνότητας ενεργού ισχύος των ΣΑΗΕ.



Σχήμα Π8. Ικανότητα απόκρισης συχνότητας ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ σε βηματική μεταβολή της συχνότητας

Όσον αφορά τον έλεγχο αποκατάστασης συχνότητας, το σύστημα ελέγχου ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ παρέχει λειτουργίες που συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ, με στόχο την αποκατάσταση της συχνότητας στην ονομαστική της τιμή ή τη διατήρηση των ροών ανταλλαγής ισχύος μεταξύ περιοχών ελέγχου στις προγραμματισμένες τιμές τους.

Σε περίπτωση υποσυχνότητας, οι ΣΑΗΕ που βρίσκονται σε λειτουργία φόρτισης θα πρέπει να είναι ικανοί να αποσυνδέονται. Η συγκεκριμένη απαίτηση αυτή δεν επεκτείνεται στην τροφοδότηση βοηθητικών φορτίων.

Π5.3. Κατάσταση περιορισμένης ευαισθησίας συχνότητας — υπερσυχνότητα (LFSM-O)

Σε περίπτωση μείζονος υπερσυχνότητας του συστήματος, όλοι οι ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένοι με το ΕΣΜΗΕ θα πρέπει να έχουν την ικανότητα να λειτουργούν σε κατάσταση περιορισμένης ευαισθησίας συχνότητας - υπερσυχνότητα (LFSM-O). Η LFSM-O είναι ειδική κατάσταση λειτουργίας στο πλαίσιο της οποίας ο ΣΑΗΕ (ανεξάρτητα από το αν βρίσκεται σε λειτουργία φόρτισης ή εκφόρτισης) προσαρμόζει συνεχώς την παραγωγή ή την κατανάλωση⁶ ενεργού ισχύος υπό σταθερό στατισμό (s_2) ενεργού ισχύος – συχνότητας, όσο η συχνότητα του συστήματος παραμένει πάνω από ένα προκαθορισμένο κατώφλι υπερσυχνότητας f_1 .

Η LFSM-O εφαρμόζεται σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης του συστήματος στις οποίες η καθοδική ΕΔΣ έχει αναπτυχθεί πλήρως, αλλά η συχνότητα του συστήματος αυξάνεται περαιτέρω.

Σε περίπτωση που η συχνότητα του συστήματος υπερβεί την τιμή κατωφλίου f_1 , ενώ ο ΣΑΗΕ παράγει ενεργό ισχύ (λειτουργεί σε λειτουργία εκφόρτισης), ο ΣΑΗΕ μειώνει την παραγόμενη ενεργό ισχύ (και, εάν είναι αναγκαίο, μεταβαίνει σε λειτουργία φόρτισης εντός του συντομότερου τεχνικά εφικτού χρονικού διαστήματος) έως ότου είτε η συχνότητα του συστήματος μειωθεί σε τιμή χαμηλότερη από το κατώφλι υπερσυχνότητας f_1 είτε ο ΣΑΗΕ φτάσει το ελάχιστο ενεργειακό περιεχόμενο που επιτρέπεται να αποθηκευτεί ή σύμφωνα με ό,τι έχει συμφωνηθεί μεταξύ του ιδιοκτήτη του ΣΑΗΕ και του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ. Μόλις επιτευχθεί το ελάχιστο ενεργειακό περιεχόμενο παύεται η έγχυση ισχύος και ο ΣΑΗΕ παραμένει σε ουδέτερη λειτουργία..

Σε περίπτωση που η συχνότητα του συστήματος υπερβεί την τιμή κατωφλίου f_1 ενώ ο ΣΑΗΕ καταναλώνει ενεργό ισχύ (λειτουργεί σε λειτουργία φόρτισης), ο ΣΑΗΕ αυξάνει την απορρόφηση (κατανάλωση) ενεργού ισχύος έως ότου είτε η συχνότητα του συστήματος μειωθεί σε τιμή χαμηλότερη από το κατώφλι υπερσυχνότητας f_1 είτε συμπληρωθεί το μέγιστο ενεργειακό περιεχόμενο που μπορεί να αποθηκευθεί στον ΣΑΗΕ ή σύμφωνα με ό,τι έχει συμφωνηθεί μεταξύ του ιδιοκτήτη του ΣΑΗΕ και του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ. Μόλις επιτευχθεί το μέγιστο ενεργειακό περιεχόμενο που μπορεί να αποθηκευτεί, παύεται η απορρόφηση ισχύος και ο ΣΑΗΕ παραμένει σε ουδέτερη λειτουργία.

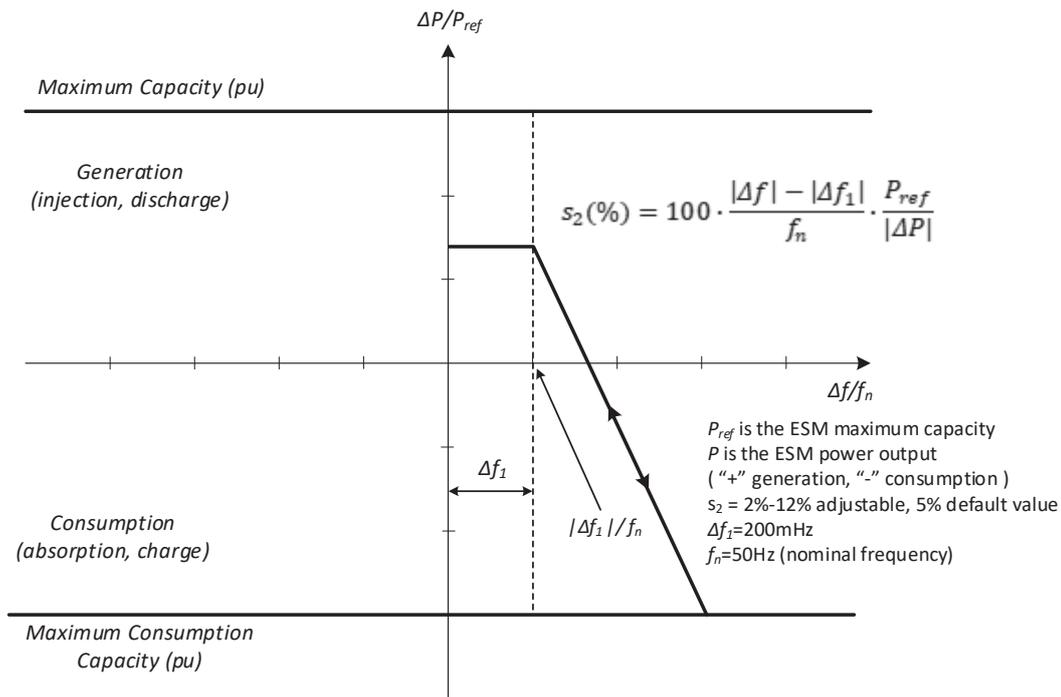
Η μετάβαση από την κατανάλωση (φόρτιση) στην παραγωγή (εκφόρτιση) ισχύος και αντιστρόφως θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ταχύτερη από τεχνική άποψη. Ο Διαχειριστής του ΕΣΜΗΕ έχει το δικαίωμα να ζητήσει την προσκόμιση τεχνικών αποδεικτικών στοιχείων σχετικά με τον απαιτούμενο χρόνο μετάβασης.

⁶ Συνεχής μεταβολή της ενεργού ισχύος στη λειτουργία εκφόρτισης: μείωση της παραγωγής (έγχυσης) ενεργού ισχύος για την αύξηση της συχνότητας και αύξηση της παραγωγής ενεργού (έγχυσης) ισχύος για τη μείωση της συχνότητας.

Συνεχής μεταβολή της ενεργού ισχύος στη λειτουργία φόρτισης: αύξηση της κατανάλωσης (απορρόφησης) ενεργού ισχύος για την αύξηση της συχνότητας και μείωση της κατανάλωσης (απορρόφησης) ενεργού ισχύος για τη μείωση της συχνότητας.

Το σύστημα ελέγχου του ΣΑΗΕ θα πρέπει να επιτρέπει την εφαρμογή διαφορετικών τιμών στατισμού (ρυθμιζόμενος στατισμός μεταξύ 2-12 %, προκαθορισμένη τιμή $s_2 = 5\%$), ενώ θα πρέπει να επιτρέπει την εφαρμογή τιμών κατωφλίου υπερσυχνότητας μεταξύ 50,2 Hz και 50,5 Hz, με προκαθορισμένο κατώφλι υπερσυχνότητας $f_1 = 50,2$ Hz, βλ. ενδεικτικό σχήμα Π9.

Το εύρος ανοχής της λειτουργίας κάτω από το μέγιστο επίπεδο φόρτισης είναι $\pm 5\%$ της P_{max} ή ± 5 MW (όποια τιμή είναι μικρότερη).



Σχήμα Π9. Ικανότητα απόκρισης συχνότητας ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ σε LFSM-O.

Όσον αφορά τη δυναμική απόκριση LFSM-O (στο πεδίο του χρόνου), οι χρόνοι βηματικής απόκρισης και εξισορρόπησης για τους ΣΑΗΕ καθορίζονται στον πίνακα Π6.

Πίνακας Π6. Χρόνοι απόκρισης για ΣΑΗΕ σε λειτουργία LFSM-O

Χρόνος βηματικής απόκρισης	≤ 2 δευτερόλεπτα για μείωση (*) της ενεργού ισχύος κατά 50 % P_{max}
Χρόνος εξισορρόπησης	≤ 20 sec για μείωση (*) της ενεργού ισχύος· ≤ 30 sec για αύξηση (***) της ενεργού ισχύος·

(*): μείωση της ενεργού ισχύος σε περίπτωση αυξανόμενης συχνότητας κατά τη λειτουργία υπό LFSM-O

(**): αύξηση της ενεργού ισχύος σε περίπτωση μείωσης της συχνότητας κατά τη λειτουργία υπό LFSM-O



Ο ΣΑΗΕ θα πρέπει να είναι ικανός να λειτουργεί ευσταθώς σε λειτουργία LFSM-O.

Όταν είναι ενεργοποιημένη η λειτουργία LFSM-O, το σημείο ρύθμισης LFSM-O θα υπερισχύει οποιωνδήποτε άλλων σημείων ρύθμισης της ενεργού ισχύος, τα οποία θα οδηγούσαν σε αύξηση της ενεργού ισχύος εξόδου.

Η πραγματική παροχή απόκρισης συχνότητας ενεργού ισχύος σε κατάσταση LFSM-O λαμβάνει υπόψη τις συνθήκες περιβάλλοντος κατά την ενεργοποίησή της, τις συνθήκες λειτουργίας του ΣΑΗΕ και το διαθέσιμο ενεργειακό περιεχόμενο του ΣΑΗΕ.

Ο ΣΑΗΕ είναι σε θέση να λαμβάνει και να αποκρίνεται σε πραγματικό χρόνο σε σήμα που εκδίδεται από τον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ και καθορίζει το σημείο ρύθμισης LFSM-O ενεργού ισχύος.

Η LFSM-O ενεργοποιείται με χρονική καθυστέρηση μικρότερη των 2 δευτερολέπτων. Ο ιδιοκτήτης του ΣΑΗΕ θα πρέπει να αιτιολογεί κάθε χρονική καθυστέρηση μεγαλύτερη των 2 δευτερολέπτων παρέχοντας τεχνικά αποδεικτικά στοιχεία στον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ.

Π5.4. Κατάσταση περιορισμένης ευαισθησίας συχνότητας — υποσυχνότητα (LFSM-U)

Στην περίπτωση μείζονος υποσυχνότητας του συστήματος, όλοι οι ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένοι με το ΕΣΜΗΕ έχουν την ικανότητα να λειτουργούν σε κατάσταση περιορισμένης ευαισθησίας συχνότητας – υποσυχνότητα (LFSM-U). Η LFSM-U είναι ειδικός τρόπος λειτουργίας στο πλαίσιο του οποίου ο ΣΑΗΕ (ανεξάρτητα από το αν βρίσκεται σε φάση φόρτισης ή εκφόρτισης) προσαρμόζει συνεχώς την παραγωγή ή την κατανάλωση ενεργού ισχύος υπό σταθερό (-ούς) στατισμό (-ούς) ενεργού ισχύος — συχνότητας, ενώ η συχνότητα του συστήματος παραμένει κάτω από ένα προκαθορισμένο κατώφλι υποσυχνότητας f_1 .

Η LFSM-U εφαρμόζεται σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης του συστήματος στις οποίες η ανοδική ΕΔΣ έχει αναπτυχθεί πλήρως, αλλά η συχνότητα του συστήματος μειώνεται περαιτέρω.

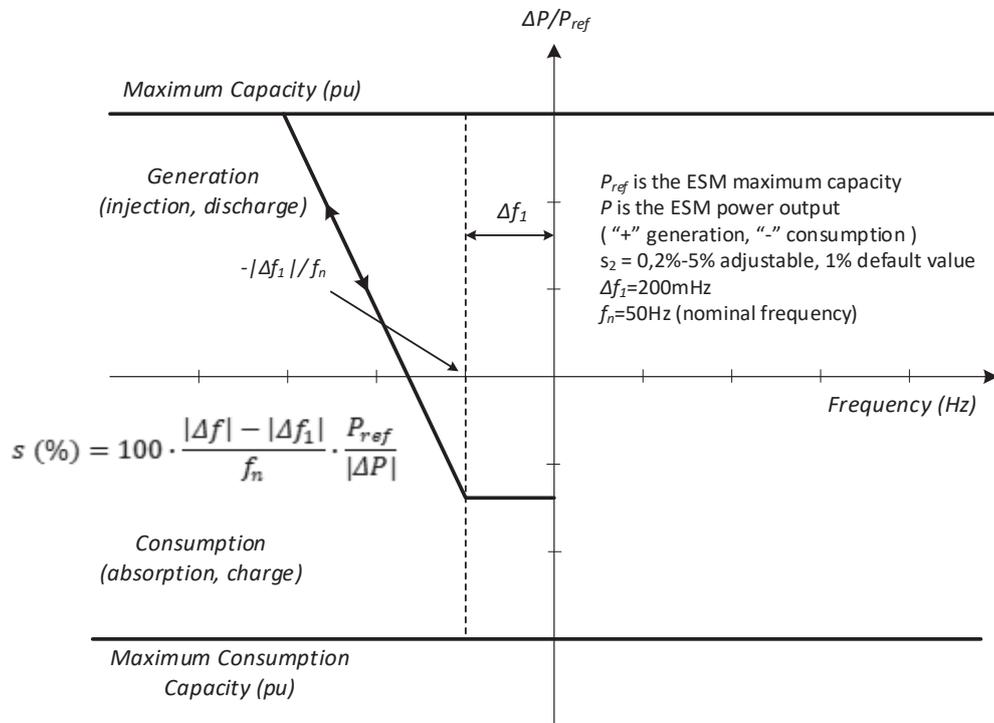
Σε περίπτωση που η συχνότητα του συστήματος μειωθεί κάτω από την τιμή κατωφλίου f_1 ενώ ο ΣΑΗΕ παράγει ενεργό ισχύ (λειτουργεί σε λειτουργία εκφόρτισης), ο ΣΑΗΕ αυξάνει την παραγόμενη ενεργό ισχύ έως ότου είτε η συχνότητα του συστήματος αποκατασταθεί σε τιμή υψηλότερη από το κατώφλι υποσυχνότητας f_1 είτε ο ΣΑΗΕ ελαχιστοποιήσει το ενεργειακό του περιεχόμενο ή σύμφωνα με όσα έχουν συμφωνηθεί μεταξύ του ιδιοκτήτη του ΣΑΗΕ και του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ. Μόλις επιτευχθεί το ελάχιστο ενεργειακό περιεχόμενο, ο ΣΑΗΕ παραμένει σε ουδέτερη λειτουργία.

Σε περίπτωση που η συχνότητα του συστήματος μειωθεί κάτω από την τιμή κατωφλίου f_1 ενώ ο ΕΜΣ καταναλώνει ενεργό ισχύ (δηλαδή λειτουργεί στη λειτουργία φόρτισης), ο ΣΑΗΕ μειώνει την καταναλωθείσα ενεργό ισχύ (και, εάν είναι αναγκαίο, μεταβαίνει στη λειτουργία εκφόρτισης εντός του συντομότερου τεχνικά εφικτού χρονικού διαστήματος) έως ότου είτε η συχνότητα του συστήματος αποκατασταθεί σε τιμή υψηλότερη από την τιμή κατωφλίου υποσυχνότητας f_1 είτε ο ΣΑΗΕ φτάσει το μέγιστο

ενεργειακό περιεχόμενο που μπορεί να αποθηκευτεί ή σύμφωνα με ό,τι έχει συμφωνηθεί μεταξύ του ιδιοκτήτη του ΣΑΗΕ και του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ. Μόλις επιτευχθεί το μέγιστο ενεργειακό περιεχόμενο, ο ΣΑΗΕ παραμένει σε ουδέτερη λειτουργία.

Το σύστημα ελέγχου του ΕΜΣ θα πρέπει να επιτρέπει την εφαρμογή διαφορετικών τιμών στατισμού (ρυθμιζόμενος στατισμός μεταξύ 0,2-5 %, προκαθορισμένη τιμή $s = 1\%$), ενώ θα πρέπει να επιτρέπει την εφαρμογή οποιασδήποτε τιμής κατωφλίου υποσυχνότητας μεταξύ 49,5 Hz και 49,8 Hz, με προκαθορισμένη τιμή κατωφλίου $f_1 = 49,8\text{ Hz}$, βλ. ενδεικτικό σχήμα Π10.

Το εύρος ανοχής της λειτουργίας κάτω από το μέγιστο επίπεδο εκφόρτισης είναι $\pm 5\%$ της P_{max} ή $\pm 5\text{ MW}$ (όποια τιμή είναι μικρότερη).



Σχήμα Π10. Ικανότητα απόκρισης συχνότητας ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ σε λειτουργία LFSM-U.

Ο ΣΑΗΕ είναι ικανός να λειτουργεί ευσταθώς κατά τη λειτουργία LFSM-U.

Όταν είναι ενεργοποιημένη η λειτουργία LFSM-U, το σημείο ρύθμισης LFSM-U θα υπερισχύει οποιωνδήποτε άλλων σημείων ρύθμισης της ενεργού ισχύος.

Η πραγματική παροχή απόκρισης συχνότητας ενεργού ισχύος σε κατάσταση LFSM-U λαμβάνει υπόψη τις συνθήκες περιβάλλοντος κατά την ενεργοποίηση της απόκρισης, τις συνθήκες λειτουργίας του ΣΑΗΕ και το διαθέσιμο ενεργειακό περιεχόμενο του ΣΑΗΕ.



Ο ΣΑΗΕ είναι σε θέση να λαμβάνει και να αποκρίνεται σε πραγματικό χρόνο σε σήμα που εκδίδεται από τον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ και καθορίζει το σημείο ρύθμισης ενεργού ισχύος LFSM-U.

Όσον αφορά τη δυναμική απόκριση LFSM-U (στο πεδίο του χρόνου), οι χρόνοι βηματικής απόκρισης και εξισορρόπησης για τους ΣΑΗΕ ορίζονται στον πίνακα Π7.

Πίνακας Π7. Χρόνοι απόκρισης για ΣΑΗΕ στο πλαίσιο λειτουργίας LFSM-U

Χρόνος βηματικής απόκρισης	≤ 10 sec για αύξηση (*) της ενεργού ισχύος κατά 50 % Pmax
Χρόνος εξισορρόπησης	≤ 30 sec για αύξηση (*) της ενεργού ισχύος ≤ 20 δευτερόλεπτα για μείωση (**) της ενεργού ισχύος

(*): αύξηση της ενεργού ισχύος σε περίπτωση μείωσης της συχνότητας κατά τη λειτουργία υπό LFSM-U

(**): μείωση της ενεργού ισχύος σε περίπτωση αυξανόμενης συχνότητας κατά τη λειτουργία υπό LFSM-U

Π6. Ικανότητα αέργου ισχύος

Όλοι οι ΣΑΗΕ που συνδέονται στο ΕΣΜΗΕ θα πρέπει να συμβάλλουν στον έλεγχο της τάσης στο σημείο σύνδεσης με την παροχή (έγχυση ή απορρόφηση) αέργου ισχύος.

Στις παρούσες τεχνικές απαιτήσεις η ικανότητα αέργου ισχύος ενός ΣΑΗΕ προσδιορίζεται από δύο συμπληρωματικές καμπύλες της τάσης στο σημείο σύνδεσης συναρτήσει της ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ.

Η πρώτη καμπύλη θεωρεί ότι ο ΣΑΗΕ λειτουργεί στη μέγιστη δυναμικότητά του⁷ ($P = P_{max}$) και ορίζεται ως καμπύλη U-Q/Pmax της τάσης στο σημείο σύνδεσης («U», εκφραζόμενη σε p.u. της τάσης αναφοράς στο σημείο σύνδεσης), έναντι του λόγου της αέργου ισχύος προς τη μέγιστη ισχύ του ΣΑΗΕ (P_{max}) στο σημείο σύνδεσης.

Η δεύτερη καμπύλη θεωρεί ότι ο ΕΜΣ λειτουργεί χαμηλότερα από τη μέγιστη δυναμικότητά του ($P < P_{max}$) και ορίζεται ως καμπύλη P-Q/Pmax της παραγωγής ενεργού ισχύος του ΣΑΗΕ («P», εκφραζόμενη σε p.u. όσον αφορά τη μέγιστη ισχύ του ΣΑΗΕ), έναντι του λόγου της αέργου ισχύος προς τη μέγιστη ισχύ του ΣΑΗΕ (P_{max}) στο σημείο σύνδεσης.

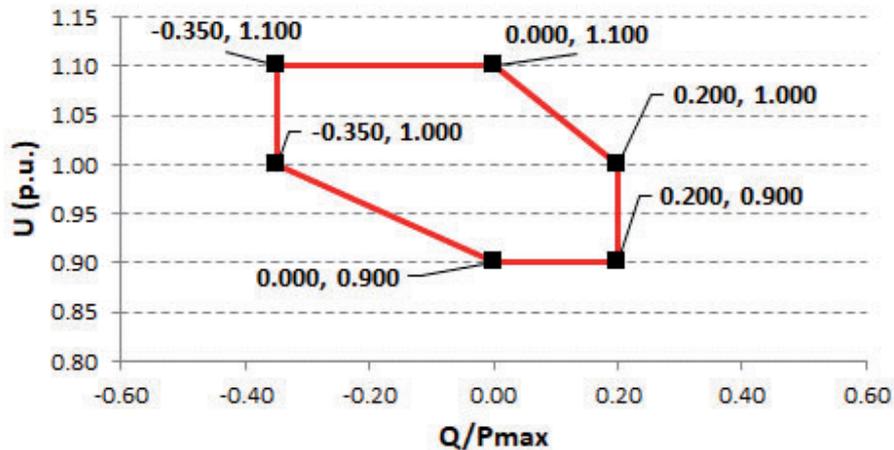
Και στις δύο καμπύλες, η ροή αέργου ισχύος θεωρείται θετική (+ Q) όταν εγχέεται στο σημείο σύνδεσης και αρνητική (-Q) όταν απορροφάται από το σημείο σύνδεσης.

⁷ Θεωρείται ότι η μέγιστη δυναμικότητα (ΣΑΗΕ σε λειτουργία εκφόρτισης) ισούται με τη μέγιστη ικανότητα κατανάλωσης (ΣΑΗΕ σε λειτουργία φόρτισης). Εάν δεν ισχύει αυτή η παραδοχή, οι απαιτήσεις για την ικανότητα αέργου ισχύος τροποποιούνται αναλόγως.

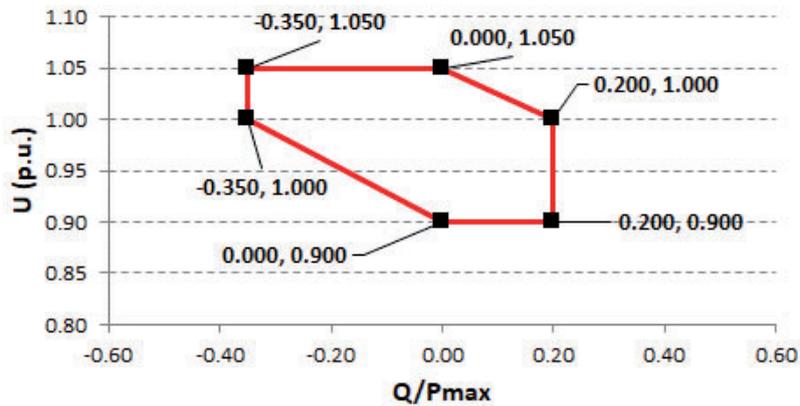
Η καμπύλη τάσης (U) στο σημείο σύνδεσης (που ορίζεται από την πρώτη καμπύλη, $P = P_{max}$) θα πρέπει επίσης να τηρείται όταν εξετάζεται η λειτουργία του ΣΑΗΕ κάτω από τη μέγιστη ισχύ του (δεύτερη καμπύλη, $P < P_{max}$).

ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένο σε ονομαστική τάση 150 kV και λειτουργεί στη μέγιστη ισχύ παραγωγής (P_{max}) είναι ικανό να παρέχει ή να απορροφά άεργο ισχύ στο σημείο σύνδεσης εντός και συμπεριλαμβανομένων των ορίων της καμπύλης $U-Q/P_{max}$ με κόκκινη σήμανση Σχήμα Π11, όπου U είναι το επίπεδο τάσης στο σημείο σύνδεσης, εκφραζόμενο σε p.u. της τιμής αναφοράς (150 kV), Q είναι η ροή αέργου ισχύος στο σημείο σύνδεσης και P_{max} είναι η μέγιστη ισχύς του ΣΑΗΕ.

ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένο σε ονομαστική τάση 400 kV και λειτουργεί στη μέγιστη ισχύ παραγωγής (P_{max}) είναι ικανό να παρέχει ή να απορροφά άεργο ισχύ στο σημείο σύνδεσης εντός και συμπεριλαμβανομένων των ορίων της καμπύλης $U-Q/P_{max}$ με κόκκινη σήμανση Σχήμα Π12 όπου U είναι το επίπεδο τάσης στο σημείο σύνδεσης, εκφραζόμενο σε p.u. της τιμής αναφοράς (400 kV), Q είναι η ροή αέργου ισχύος στο σημείο σύνδεσης και P_{max} είναι η μέγιστη ισχύς του ΣΑΗΕ.



Σχήμα Π11. Καμπύλη $U-Q/P_{max}$ των ΣΑΗΕ με ονομαστική τάση στο σημείο σύνδεσης 150kV



Σχήμα Π12. Καμπύλη U-Q/Pmax των ΣΑΗΕ με ονομαστική τάση στο σημείο σύνδεσης 400kV

Η ελάχιστη άεργος ισχύς του ΣΑΗΕ «-Qmin» έχει αρνητική τιμή και είναι η μέγιστη άεργος ισχύς που απορροφάται από το σημείο σύνδεσης.

Η μέγιστη άεργος ισχύς του ΣΑΗΕ «+ Qmax» έχει θετική τιμή και είναι η μέγιστη άεργος ισχύς που εγγέεται στο σημείο σύνδεσης.

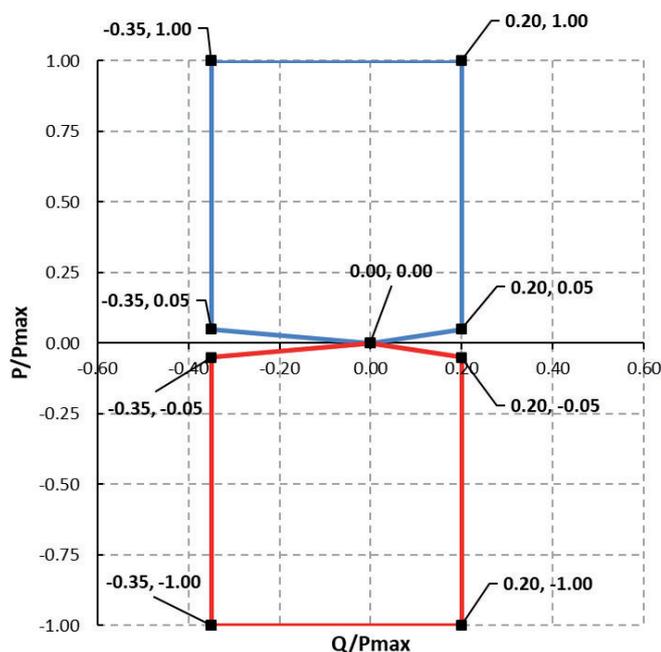
Τόσο το «-Qmin» όσο και το «+ Qmax» μπορούν να εκφραστούν ως ποσοστό (%) της μέγιστης ισχύος του ΣΑΗΕ (Pmax), όπως απεικονίζεται στον πίνακα Π8.

Πίνακας Π8. Ορισμός της μέγιστης και ελάχιστης αέργου ισχύος του ΣΑΗΕ

Ελάχιστη άεργος ισχύς (Το «-Qmin» που απορροφάται από το σημείο σύνδεσης)	Μέγιστη άεργος ισχύς («+ Qmax» που εγγέεται στο σημείο σύνδεσης)
(%) Pmax	(%) Pmax
- 35 %	+ 20 %

Όσον αφορά την ικανότητα αέργου ισχύος του ΕΜΣ όταν λειτουργεί κάτω από τη μέγιστη ισχύ ($P < P_{max}$) σε λειτουργία φόρτισης, ο ΣΑΗΕ είναι ικανός να παρέχει αέργου ισχύ σε οποιοδήποτε σημείο λειτουργίας εντός και συμπεριλαμβανομένων των ορίων της καμπύλης P-Q/Pmax με κόκκινη σήμανση που ορίζεται στο Σχήμα Π13 (για σημείο σύνδεσης είτε στα 150 kV είτε στα 400 kV), τηρώντας παράλληλα τη διάταξη της καμπύλης U-Q/Pmax στο σχήμα Π11 και στο σχήμα Π12 (για σημείο σύνδεσης στα 150 και 400 kV αντίστοιχα). Ομοίως, σε λειτουργία εκφόρτισης ο ΣΑΗΕ είναι ικανός να παρέχει άεργο ισχύ σε οποιοδήποτε σημείο λειτουργίας εντός και συμπεριλαμβανομένων των ορίων της καμπύλης P-Q/Pmax με μπλε σήμανση στο παρακάτω σχήμα.

Ο ΣΑΗΕ έχει την ικανότητα μετάβασης, εντός επαρκούς χρονικού διαστήματος, από οποιοδήποτε σημείο λειτουργίας εντός της καμπύλης P-Q/Pmax σε τιμές-στόχους που απαιτεί ο Διαχειριστής του ΕΣΜΗΕ.



Σχήμα Π13 Προφίλ P-Q/Pmax των ΣΑΗΕ που συνδέονται στα 150/400kV

Π7. Έλεγχος αέργου ισχύος για ΣΑΗΕ

Όλοι οι ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένοι στο ΕΣΜΗΕ είναι ικανοί να προσαρμόζουν την παραγωγή αέργου ισχύος συμβάλλοντας στη ρύθμιση της τάσης στο σημείο σύνδεσης. Για να επιτευχθεί αυτό, ο ΣΑΗΕ είναι εξοπλισμένος με συστήματα ελέγχου τάσης ικανά να παρέχουν έλεγχο τάσης/αέργου ισχύος λειτουργώντας είτε σε λειτουργία ελέγχου τάσης, είτε σε λειτουργία ελέγχου αέργου ισχύος, είτε σε λειτουργία ελέγχου συντελεστή ισχύος.

Ο ΣΑΗΕ είναι σε θέση να υλοποιεί αυτόματα και να λειτουργεί σε σημεία ρύθμισης τάσης, αέργου ισχύος ή συντελεστή ισχύος στο σημείο σύνδεσης σύμφωνα με οδηγίες που εκδίδονται εξ αποστάσεως και σε πραγματικό χρόνο από το Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ. Για να επιτευχθεί αυτό, ο ΣΑΗΕ πρέπει να είναι σε θέση να ανταλλάσσει σήματα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο με το Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας του Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ.

Εφόσον ορίζεται από τον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ, ΣΑΗΕ που είναι συνδεδεμένος στο ΕΣΜΗΕ είναι σε θέση να συμβάλει θετικά στην απόσβεση των ταλαντώσεων ισχύος χαμηλής συχνότητας. Τα χαρακτηριστικά ελέγχου της τάσης/αέργου ισχύος των ΣΑΗΕ πρέπει να μην επηρεάζουν δυσμενώς την απόσβεση των ταλαντώσεων ισχύος.

Π8. Μοντέλα προσομοίωσης

Για τους σκοπούς της διενέργειας στατικών και δυναμικών προσομοιώσεων, ο ιδιοκτήτης του ΣΑΗΕ είναι υπεύθυνος για την παροχή στον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ μοντέλου RMS για τη σύνδεση του συστήματος αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Το μοντέλο του ΣΑΗΕ θα πρέπει να βασίζεται σε μοντέλο μονάδας αποθήκευσης



ηλεκτρικής ενέργειας (Electricity Storage Unit - ESU) το οποίο επικυρώνεται με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών που έχουν διεξαχθεί.

Το μοντέλο της μονάδας αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να είναι συμβατό με τα πακέτα λογισμικού που χρησιμοποιεί το ΑΔΜΗΕ⁸ και να μην έχει εξαρτήσεις από πρόσθετο εξωτερικό εμπορικό λογισμικό ή λογισμικό μεταγλώττισης.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 15 Ιανουαρίου 2026

Ο Αντιπρόεδρος Κλάδου

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΦΟΥΡΛΑΡΗΣ

⁸ Επί του παρόντος, ο ΑΔΜΗΕ χρησιμοποιεί το PSS[®]E και το PSCAD για μελέτες RMS και EMT, αντίστοιχα.

