



Τεχνική Απόφαση αυτόματης Εφεδρείας Αποκατάστασης Συχνότητας (αΕΑΣ)

Δημόσια Διαβούλευση
Απρίλιος 2022

Τεχνική Απόφαση αυτόματης Εφεδρείας Αποκατάστασης Συχνότητας (αΕΑΣ)

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	3
1.1	Εφεδρείες Αποκατάστασης Συχνότητας.....	3
1.1	Πάροχοι Υπηρεσιών και Οντότητες.....	4
1.2	Μηχανισμός λειτουργίας εφεδρειών	5
2	Αυτόματη ΕΑΣ (αΕΑΣ)	6
2.1	Γενικά.....	6
2.2	Ορισμός του εύρους λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο	8
1.2	Διαδικασία Αυτόματης ΕΑΣ	8

❖ Συντομογραφίες

ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΑΡΠ	Αυτόματη Ρύθμιση Παραγωγής
ΕΑΣ	Εφεδρεία Αποκατάστασης Συχνότητας
ΕΔΣ	Εφεδρεία Διατήρησης της Συχνότητας
ΕΣΜΗΕ	Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
<u>ΕΦΣ</u>	<u>Έλεγχος Φορτίου Συχνότητας</u>
<u>αΕΑΣ ή aFRR</u>	Αυτόματη Εφεδρεία Αποκατάστασης της Συχνότητας
<u>χΕΑΣ ή mFRR</u>	Χειροκίνητη Εφεδρεία Αποκατάστασης της Συχνότητας
FRR	Frequency Restoration Reserve
FCR	Frequency Containment Reserve
<u>RTBM(S)</u>	<u>Real-Time Balancing Market (System) (Σύστημα Αγοράς Εξισορρόπησης Πραγματικού Χρόνου – Διαδικασία χΕΑΣ)</u>
<u>MS</u>	<u>Market Schedule (Πρόγραμμα Αγοράς)</u>
aFRR	automatic Frequency Restoration Reserve
mFRR	manual Frequency Restoration Reserve

1 Εισαγωγή – Εφεδρείες Αποκατάστασης Συχνότητας

Με την παρούσα τεχνική απόφαση ο Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς (ΔΣΜ) παραθέτει ~~τεχνικές λεπτομέρειες για τους βασικούς κανόνες που διέπουν~~ τη συμμετοχή των Παρόχων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης (ΠΥΕ) στην Αγορά Ενέργειας Εξισορρόπησης όπως αυτή περιγράφεται :

~~Όπως αναφέρεται και~~ στον Κανονισμό Αγοράς Εξισορρόπησης (ΚΑΕ).

~~Ο Διαχειριστής του ΕΣΜΗΕ), τα προϊόντα αυτής είναι η ανοδική και καθοδική Ενέργεια Εξισορρόπησης, τα οποία ενεργοποιούνται μέσω της εκτέλεσης της διαδικασίας χΕΑΣ και αΕΑΣ. Οι ΕΑΣ προσφέρονται από τους εξουσιοδοτημένους παρόχους εξισορρόπησης, οι οποίοι εκπροσωπούν και διαχειρίζονται τις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης στο Σύστημα προκειμένου αυτό να λειτουργεί με γνώμονα την Αγοράσφαιρα αλλά και την οικονομικότητα.~~

~~Στα πλαίσια της Αγοράς Εξισορρόπησης προσδιορίζονται οι ποσότητες και τιμές για την ενεργοποίηση των Προσφορών Ενέργειας Εξισορρόπησης από τις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, με σκοπό την εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τα Προγράμματα Αγοράς και την κατάσταση του Συστήματος σε πραγματικό χρόνο. Μέσω της ενεργοποίησης των διαδικασιών αυτόματης και χειροκίνητης ΕΑΣ (χΕΑΣ) και γίνεται κατάλληλη ενεργοποίηση των προϊόντων ανοδικής/καθοδικής αυτόματης ΕΑΣ (αΕΑΣ) και εκδίδει Εντολές Κατανομής και χειροκίνητης ΕΑΣ και αυτόματης ΕΑΣ προς τις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης. Παρά τη λειτουργική σύνδεση της χΕΑΣ με την αΕΑΣ, η παρούσα Τεχνική Απόφαση εστιάζει στην αΕΑΣ ενώ η χΕΑΣ καλύπτεται με ξεχωριστή Τεχνική Απόφαση. Ενέργειας Εξισορρόπησης~~

1.1 Εφεδρείες Αποκατάστασης Συχνότητας

Οι Εφεδρείες Αποκατάστασης Συχνότητας (ΕΑΣ) περιλαμβάνουν την αΕΑΣ και χΕΑΣ, και έχουν την έννοια του σημείου 7 του άρθρου 3 του Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485, αποτελούν δηλαδή εφεδρείες ενεργού ισχύος που είναι διαθέσιμες για να αποκαταστήσουν τη συχνότητα του Συστήματος στην ονομαστική της τιμή. ~~Για την περίπτωση συγχρονισμένης περιοχής και, για συγχρονισμένη περιοχή που αποτελείται από περισσότερες από μία περιοχές ελέγχου φορτίου – - συχνότητας, αυτό προϋποθέτει (ταυτόχρονη) αποκατάσταση του ισοζυγίου παραγωγής – ζήτησης της κάθε περιοχής ξεχωριστά ώστε να αποκαταστήσουν το ισοζύγιο ισχύος στην προγραμματισμένη τιμή.~~

Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει οι Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης που έχουν επιλεγεί από την αγορά εξισορρόπησης να ~~δύνανται~~ ~~μπορέσουν~~ να διαθέσουν τα απαιτούμενα ποσά εφεδρείας ισχύος και ενέργειας εξισορρόπησης είτε προς την κατεύθυνση αύξησης είτε μείωσης της παραγωγής ~~ή της ζήτησής τους~~, ώστε να μπορέσει να ~~ανακατανομηθεί η απαιτούμενη παραγωγή σε αυτές και να~~ εξισορροπηθεί η απόκλιση παραγωγής ~~– φορτίου~~ σε πραγματικό χρόνο με αξιοπιστία και οικονομικότητα. Τα εν λόγω ποσά εφεδρείας θα πρέπει να ενεργοποιούνται πλήρως εντός μέγιστου επιτρεπτού χρονικού διαστήματος, το οποίο προβλέπεται από τον Κανονισμό (ΕΕ) 2017/1485 στο άρ.157(2)(γ) και ~~πρέπει να μην υπερβαίνει ταίνα~~ ~~ισο~~ ~~με~~ 15', προκειμένου να είναι δυνατή η επίτευξη της επαναφοράς της συχνότητας του Συστήματος εντός του τυπικού εύρους

μεταβολής αυτής, όπως αυτό αναφέρεται στον Πίνακα 1 στο Παράρτημα ΙΙΙ του Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485 ~~και να επιτυγχάνονται οι παράμετροι στόχοι ΣΕΑΣ και συχνότητα.~~

Προκειμένου να αποδεσμευτούν τα απαιτούμενα ποσά εφεδρειών από τις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, μέσω της ενεργοποίησης των διαδικασιών αΕΑΣ και χΕΑΣ, είναι απαραίτητη η λειτουργία του Συστήματος Αυτόματης Ρύθμισης Παραγωγής (ΑΡΠ) και του συστήματος RTBM, για τη διαδικασία, ~~καθώς και της διαδικασίας~~ χΕΑΣ, όπως αυτά περιγράφονται στον ΚΑΕ.

~~Η μεθοδολογία διαστασιολόγησης για την απαίτηση σε ανοδική και καθοδική αΕΑΣ και χΕΑΣ περιγράφεται στο κείμενο μεθοδολογίας υπολογισμού ζωνικών/Συστημικών αναγκών ισχύος εξισορρόπησης.~~

1.1 Πάροχοι Υπηρεσιών και Οντότητες

Οι Πάροχοι Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, εκπροσωπούν Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης και συμμετέχουν στην διαδικασία χΕΑΣαγορά με σκοπό την προσφορά ενέργειας εξισορρόπησης, στα πλαίσια λειτουργίας της αγοράς εξισορρόπησης. Περισσότερες λεπτομέρειες μπορούν να αναζητηθούν στο κείμενο «Όροι και Προϋποθέσεις Συμβαλλόμενων Μερών με Ευθύνη Εξισορρόπησης», ~~καθώς και στο τεχνικό εγχειρίδιο αυτόματης και χειροκίνητης Εφεδρείας αποκατάστασης Συχνότητας.~~

Οι Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, προβλέπονται στον ΚΑΕ και μπορούν να χωριστούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

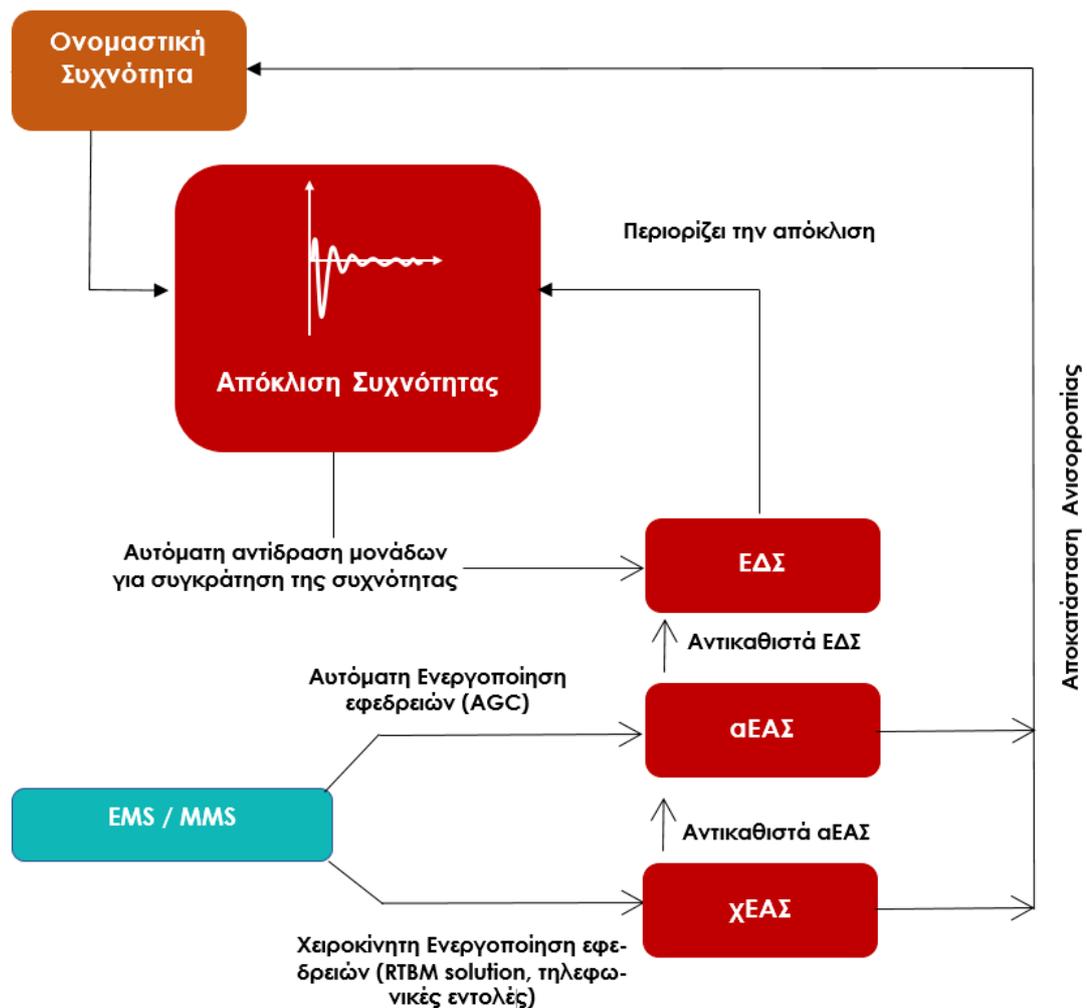
- Μονάδες Παραγωγής που χωρίζονται σε:
 - Κατανεμόμενες Μονάδες Παραγωγής
 - Εικονικές Οντότητες ως εξής:
 - Εικονικές Οντότητες που αντιστοιχούν στις Διατάξεις λειτουργίας των Κατανεμόμενων Μονάδων Παραγωγής Συνδυασμένου Κύκλου Πολλαπλών Αξόνων,
 - Εικονικές Οντότητες που αντιστοιχούν στις Κατανεμόμενες Μονάδες Παραγωγής με Εναλλακτικό~~Ενναλακτικό~~ Καύσιμο,
 - Εικονικές Οντότητες που αντιστοιχούν στην παραγωγή από Κατανεμόμενες υδροηλεκτρικές Μονάδες Παραγωγής με δυνατότητα άντλησης,
 - Εικονικές Οντότητες που αντιστοιχούν στην άντληση από Υδροηλεκτρικές μονάδες με δυνατότητα άντλησης.
- Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ.
- Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενου Φορτίου.

Οι Συμβεβλημένες Μονάδες συγκαταλέγονται επίσης στις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης. Κάθε Πάροχος Υπηρεσιών Εξισορρόπησης δηλώνει τις τεχνικές δυνατότητες της οντότητας εξισορρόπησης, σύμφωνα με την πρόνοια τις πρόνοιες του Κώδικα Διαχείρισης ΕΣΜΗΕ

και του ΚΑΕ. Ο πάροχος είναι υποχρεωμένος να τηρεί τις δηλωθείσες δυνατότητες, καθώς αυτές λαμβάνονται υπόψη στον τρόπο υπολογισμού των εντολών ανάληψης ή απόρριψης ισχύος από την αγορά εξισορρόπησης πραγματικού χρόνου αλλά και το σύστημα ΑΡΠ.

1.2 Μηχανισμός λειτουργίας εφεδρειών

Η μέθοδος ενεργοποίησης των προϊόντων εφεδρείας αποτυπώνεται στο , όπου φαίνεται σχηματικά ο μηχανισμός ενεργοποίησης των εφεδρειών (ανοδικών) ΕΔΣ και ΕΑΣ μετά από ένα συμβάν. Η χρησιμοποίηση των εφεδρειών ΕΔΣ, αΕΑΣ και χΕΑΣ είναι τέτοια ώστε να ικανοποιείται η απαίτηση του Άρθρου 157(2)(β)(γ) του Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485, και να διασφαλίζεται η ποιότητα συχνότητας (Άρ. 128, Πίνακας 1 & 2 Παράρτημα ΙΙΙ Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485).



ΣΧΗΜΑ 1: Μηχανισμός λειτουργίας εφεδρειών ισχύος

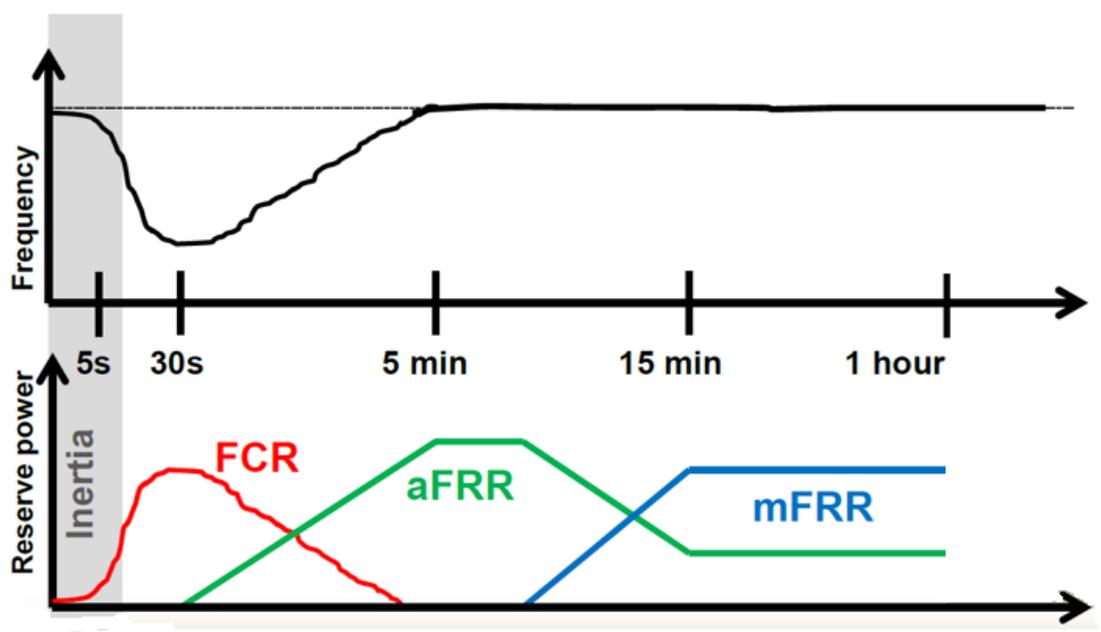
2 Αυτόματη ΕΑΣ (αΕΑΣ)

2.1 Γενικά

Το χρονικό πλαίσιο ενεργοποίησης της αΕΑΣ είναι μικρότερο σε σχέση με αυτό της χΕΑΣ. ΗαΕΑΣ αποσκοπεί ώστε οι δυνατότητες παροχής εφεδρειών των οντοτήτων υπηρεσιών εξισορρόπησης που συμμετέχουν στην ΑΡΠ, να χρησιμοποιηθούν άμεσα, έτσι ώστε να αποκατασταθεί το ισοζύγιο ισχύος.

Οι ποσότητες αΕΑΣ που έχουν ενεργοποιηθεί ανακτώνται από τη διαδικασία της χΕΑΣ.

Στο ΣΧΗΜΑ 2 φαίνεται η χρονική κλίμακα δράσης των εφεδρειών FCR, aFRR, mFRR καθώς και η αλληλουχία ενεργοποίησής τους.



ΣΧΗΜΑ 2 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΥΠΩΝ ΤΩΝ ΕΦΕΔΡΕΙΩΝ

Από το ΣΧΗΜΑ 2 προκύπτει ότι οι χρόνοι ενεργοποίησης των προϊόντων αΕΑΣ και χΕΑΣ είναι τέτοιοι ώστε να εξασφαλίζεται η επαναφορά της συχνότητας εντός του τυπικού εύρους μεταβολής της, όπως αυτό ορίζεται στον Πίνακα 1 Παράρτημα ΙΙΙ του Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485, καθώς και οι απαιτήσεις του Άρθρου 157(2)(β) του ίδιου Κανονισμού.

Οι Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης δύνανται να δέχονται εντολές ρύθμισης παραγωγής/ζήτησης από το σύστημα ΑΡΠ εφόσον βρίσκονται σε λειτουργία ΑΡΠ. Προκειμένου να ενεργοποιηθεί η κατάσταση ρύθμισης, πρέπει να αναγγέλλεται επιβεβαιώνεται αμφίδρομα και είτε

από την πλευρά του Παρόχου και από την πλευρά παραγωγού στην περίπτωση αιτήματος του Διαχειριστή ΚΕΕ, είτε αντιστρόφως.

2.2 Ορισμός του εύρους λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο

Το εύρος λειτουργίας εντός του οποίου εντέλλεται μια Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης για παροχή αΕΑΣ εξαρτάται από τα καταχωρημένα Τεχνικά Χαρακτηριστικά, τις διαθεσιμότητες που έχει δηλώσει η Οντότητα Υπηρεσιών εξισορρόπησης και από το ποσό εφεδρείας που της έχει δεσμεύσει η ΔΕΠ για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα επίλυσης βάσει των προσφορών.

1.2 Διαδικασία Αυτόματης ΕΑΣ

Η Ενέργεια Εξισορρόπησης από αΕΑΣ ενεργοποιείται αυτόματα από το σύστημα Αυτόματης Ρύθμισης Παραγωγής (ΑΡΠ) και αφορά τις οντότητες οι οποίες βρίσκονται σε λειτουργία ΑΡΠ. Το Σύστημα ΑΡΠ διαχειρίζεται σε πραγματικό χρόνο τις οντότητες που βρίσκονται σε λειτουργία ΑΡΠ και αναλόγως του τρέχοντος Σφάλματος Ελέγχου Περιοχής (ΣΕΠ) – Area Control Error (ACE) χρησιμοποιεί κατάλληλα τις διαθέσιμες ποσότητες εφεδρείας αΕΑΣ από κάθε συμμετέχουσα οντότητα, ώστε να το μειώσει και να το διατηρεί ~~ιδανικά~~ σε τιμή όσο το δυνατόν πιο κοντά στο μηδέν.

Η Ενέργεια Εξισορρόπησης αυτόματης ΕΑΣ ενεργοποιείται με τη χρήση της λειτουργίας Αυτόματης Ρύθμισης Παραγωγής (ΑΡΠ) του Διαχειριστή του Συστήματος για έλεγχο της συχνότητας, όπως ορίζεται στον Κανονισμό (ΕΕ) 2017/1485 της Επιτροπής της 2ας Αυγούστου 2017 σχετικά με τον καθορισμό κατευθυντήριων γραμμών για τη λειτουργία του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Παρακάτω

1.3 Σύστημα ΑΡΠ

~~Με βάση το αρ.118(1) και του αρ.139 του Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485 ο ΔΣΜ προσδιορίζει τη δομή του συστήματος Ελέγχου Φορτίου Συχνότητας (ΕΦΣ) για τη συγχρονισμένη περιοχή. Στην παρούσα ενότητα~~ περιγράφονται συνοπτικά τα κυριότερα χαρακτηριστικά του συστήματος ΑΡΠ.

Το σύστημα ΑΡΠ είναι κεντρικά εγκατεστημένο σύστημα, συνδεδεμένο με το Energy Management System (EMS) του Εθνικού Κέντρου Ελέγχου Ενέργειας (ΚΕΕ). Η περιοχή ελέγχου και ευθύνης του συστήματος ΑΡΠ αφορά σε όλη την ενότητα ΕΦΣ ευθύνης του ΔΣΜ, η οποία αποτελείται στην περίπτωση του ΔΣΜ του Ελληνικού Συστήματος από μία περιοχή ΕΦΣ.

Η λειτουργία του ΑΡΠ βασίζεται στην οριοθέτηση περιοχών και ενοτήτων ΕΦΣ και φροντίζει για τη διατήρηση της τιμής ACE αυτών σε ~~τιμή~~ ιδανικά μηδενική. Στην περίπτωση του Ελληνικού Συστήματος, η ενότητα και περιοχή ταυτίζονται με αποτέλεσμα η τιμή ACE να αφορά όλο το Σύστημα και συγκεκριμένα τη μετρούμενη συχνότητα του Εθνικού Συστήματος καθώς και τις αποκλίσεις των πραγματικών ροών ενεργού ισχύος στις ~~AC~~ διασυνδέσεις εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) από τις προγραμματισμένες. Η ~~DC~~ διασύνδεση συνεχούς ρεύματος (DC) μεταξύ Ελλάδος και Ιταλίας δεν συμμετέχει στο ACE, καθώς αυτή ελέγχεται άμεσα και αυτόνομα από τον ελεγκτή του ~~HVDC~~ συστήματος ελέγχου διασύνδεσης HVDC (High Voltage Direct Current).

Βασική λειτουργία ~~αποχρέωση~~ του συστήματος ΑΡΠ είναι ο υπολογισμός της τρέχουσας απόκλισης του ισοζυγίου ενεργού ισχύος ~~σθεζυγίου~~ υπό τη μορφή της τιμής του ~~της~~ παραμέτρου

ACE και η αποστολή εντολών κατανομής υπό τη μορφή τιμών-στόχων (set points), με τις οποίες τηλερυθμίζεται η παραγωγή/ζήτηση ενεργού ισχύος των οντοτήτων εξισορρόπησης που βρίσκονται σε λειτουργία ΑΡΠ, προκειμένου η τιμή του ACE να προσεγγίζει ιδανικά τη μηδενική, όπως ορίζει η απαίτηση του αρ.143 του Κανονισμού (ΕΕ) 2017/1485.

Η δυνατότητα αυξομείωσης της ενεργού ισχύος των Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης από το σύστημα ΑΡΠ προϋποθέτει ότι οι απονεμηθείσες εφεδρείες είναι διαθέσιμες, αυτές διαθέτουν και τα απαραίτητα ποσά εφεδρείας, αλλά και ότι μπορούν να τηρήσουν τους ρυθμούς αύξησης/μείωσης παραγωγής/ζήτησης σε λειτουργία ΑΡΠ σύμφωνα με τα δηλωθέντα στοιχεία των οντοτήτων τους. Οι Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης στις οποίες έχει απονεμηθεί εφεδρεία αΕΑΣ τίθενται. Για τον σκοπό αυτό κάθε οντότητα που βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας ΑΡΠ και οφείλουνδύναται να παρέχουν τουλάχιστονπρωσφέρει ένα ποσό αΕΑΣ το οποίο έχει υπολογιστεί από την απονεμημένη ποσότητα εφεδρείαςεπίλυση της τελευταίας ΔΕΠ. Το ποσό αΕΑΣ. Το άνω και κάτω όριο εντός του οποίου ρυθμίζει μια Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης που δύναται να προσφερθεί από την κάθε οντότητα που συμμετέχει στο ΑΡΠ ανανεώνεται σε κάθε κύκλο εκτέλεσης της διαδικασίας χΕΑΣ του RTBM (15').

Η ρύθμιση που αποστέλλεται από το σύστημα ΑΡΠ στους Παρόχους Υπηρεσιών Εξισορρόπησης μπορεί να λαμβάνει χώρα σε χρονικά πλαίσια από δέκα (10) δευτερόλεπτα έως και δεκαπέντε (15) λεπτά από την ενεργοποίησή της, ενώ ο κύκλος λειτουργίας του συστήματος ΑΡΠ είναι 4 sec και τα set pointssetpoints που αποστέλλει στις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης μονάδες ανανεώνονται κάθε 48 sec. Αυτό καθιστά τη ρύθμιση μέσω του συστήματος ΑΡΠ τον γρήγορο βρόχο ελέγχου όσον αφορά την εξισορρόπηση των αποκλίσεων του ισοζυγίου ενεργού ισχύος.

Το ACE ορίζεται ως το άθροισμα της απόκλισης των προγραμματισμένων ανταλλαγών ενεργού ισχύος μέσω των διασυνδέσεων από τις πραγματικά μετρούμενες τιμές (ΔP) και του γινομένου της απόκλισης της συχνότητας από την ονομαστική τιμή (Δf) επί τον συντελεστή K (σε MW/Hz), όπως ορίζεται από τον Κανονισμό (ΕΕ) 2017/1485 στο αρ.156(2), δηλαδή:

$$ACE = \sum \Delta P + K \Delta f$$

$$ACE = \sum \Delta P + K \Delta f$$

Η δυνατότητα ρύθμισης κάθε οντότητας μέσω του ΑΡΠ υπόκειται στα όρια εύρους λειτουργίας αΕΑΣ όπως αυτά έχουν προσδιοριστεί στην παράγραφο 2.2ελάχιστα (LFC_{min}) και μέγιστα (LFC_{max}) όρια παραγωγής της οντότητας που λειτουργεί υπό τον έλεγχο του ΑΡΠ. Τα όρια αυτά αποτελούν και τα όρια λειτουργίας τα οποία μπορεί να διαχειριστεί ο ελεγκτής του ΑΡΠ προκειμένου να δώσει εντολές ρύθμισης ενεργού ισχύος στις οντότητες που συμμετέχουν στη λειτουργία ΑΡΠ.

Αυτά τα όρια προκύπτουν από την επίλυση της ΔΕΠ και σύμφωνα με την απονομή της ανοδικής και καθοδικής εφεδρείας αΕΑΣ ανά Οντότητα Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, με βάση τις υπολογισθείσες τιμές από τη μεθοδολογία υπολογισμού ζωνικών/Συστημικών αναγκών ισχύος εξισορρόπησης του ΔΣΜ.

Στα πλαίσια λειτουργίας του ανωτέρου βρόχου, αφού ολοκληρωθεί ο υπολογισμός του ACE, ακολουθεί ο επιμερισμός της ενέργειας διόρθωσης στις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης.

Υποθέτοντας ότι το ACE έχει τιμή β , απαιτείται μεταβολή (δηλαδή μείωση) της συνολικής ισχύος εντός της ΕΦΣ ίση με $-\beta$. Η ποσότητα $-\beta$ θα επιμεριστεί με συγκεκριμένη συνάρτηση λαμβάνοντας υπόψη τα τεχνοοικονομικά στοιχεία των προσφορών των επιλεχθέντων γι' αυτό το σκοπό, Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης.

Υποθέτουμε ότι:

G_i : Τρέχουσα Παραγωγή της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης - Κατανεμόμενης Μονάδας Παραγωγής (συμβατικού καυσίμου) i , όπου $i=1, \dots, k$

R_i : Τρέχουσα Παραγωγή της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης - Χαρτοφυλάκιο Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ i , όπου $i=1, \dots, l$

D_i : Τρέχουσα Παραγωγή της Οντότητας Υπηρεσιών Εξισορρόπησης - Χαρτοφυλάκιο Κατανεμόμενου Φορτίου i , όπου $i=1, \dots, m$

Οι ποσότητες που θα εκδοθούν από το ΑΡΙΠ προς υλοποίηση από τις ανωτέρω οντότητες, ώστε να μηδενιστεί το ACE, θα είναι:

ΔG_i : Η εντελλόμενη μεταβολή ισχύος της Κατανεμόμενης Μονάδας Παραγωγής (συμβατικού καυσίμου) i

ΔR_i : Η εντελλόμενη μεταβολή ισχύος του Χαρτοφυλακίου Κατανεμόμενων Μονάδων ΑΠΕ i

ΔD_i : Η εντελλόμενη μεταβολή ισχύος του Χαρτοφυλακίου Κατανεμόμενου Φορτίου i

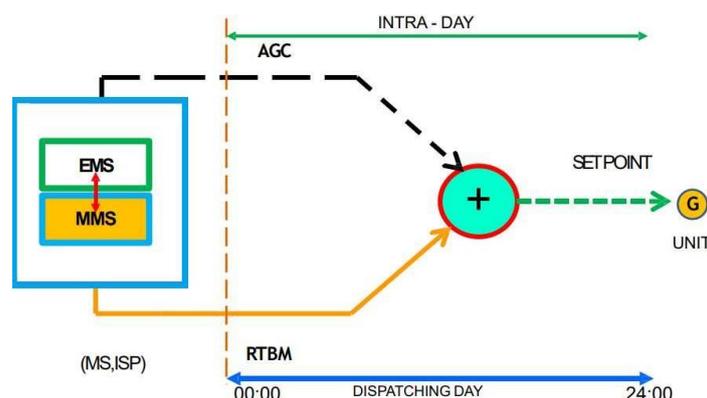
$$\sum_{i=1}^k (\Delta G_i) + \sum_{i=1}^l (\Delta R_i) + \sum_{i=1}^m (-\Delta D_i) = -\beta$$

Τα πρόσημα στην ανωτέρω σχέση δηλώνουν την κατεύθυνση διόρθωσης, δηλαδή:

(+) : αύξηση έγχυσης ως προς το Σύστημα

(-) : μείωση έγχυσης ως προς το Σύστημα

Το σύστημα ΑΡΠ λαμβάνει ως είσοδο μετρήσεις συχνότητας, ροές ισχύος στις διασυνδέσεις, τις τρέχουσες τιμές ενεργού ισχύος παραγωγές των Οντοτήτων Υπηρεσιών Εξισορρόπησης, όπως επίσης και το εύρος λειτουργίας αΕΑΣ. τις ικανότητες τους. Η έξοδος του ΑΡΠ αποτελεί το τμήμα της εντολής ενεργού ισχύος που πρόκειται να προστεθεί μαζί με το τμήμα που προκύπτει από την επίλυση της διαδικασίας χΕΑΣ αγοράς-εξισορρόπησης συνθέτοντας την τελική εντολή κατανομής υπό μορφή τιμής set point που αποστέλλεται στις Οντότητες Υπηρεσίας Εξισορρόπησης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Οι τιμές των setpoints κυμαίνονται περίεξ μίας τιμής base point η οποία προκύπτει από τη Διαδικασία Χειροκίνητης ΕΑΣ.



ΣΧΗΜΑ 3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΤΟΛΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΑΠΟ AGC - RTBM

Ο αλγόριθμος υπολογισμού των set points από το σύστημα ΑΡΠ κατανέμει την απαιτούμενη συνολική μεταβολή της ισχύος παραγωγής στις Οντότητες Υπηρεσιών Εξισορρόπησης με βάση τις τιμές των προσφορών ανοδικής και καθοδικής ενέργειας εξισορρόπησης από αΕΑΣ και τους ρυθμούς ανόδου/καθόδου των οντοτήτων. Η σχέση υπολογισμού του set point για την Οντότητα i δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$Setpoint_i = Basepoint_i + Tracking_i + Regulation_i$$

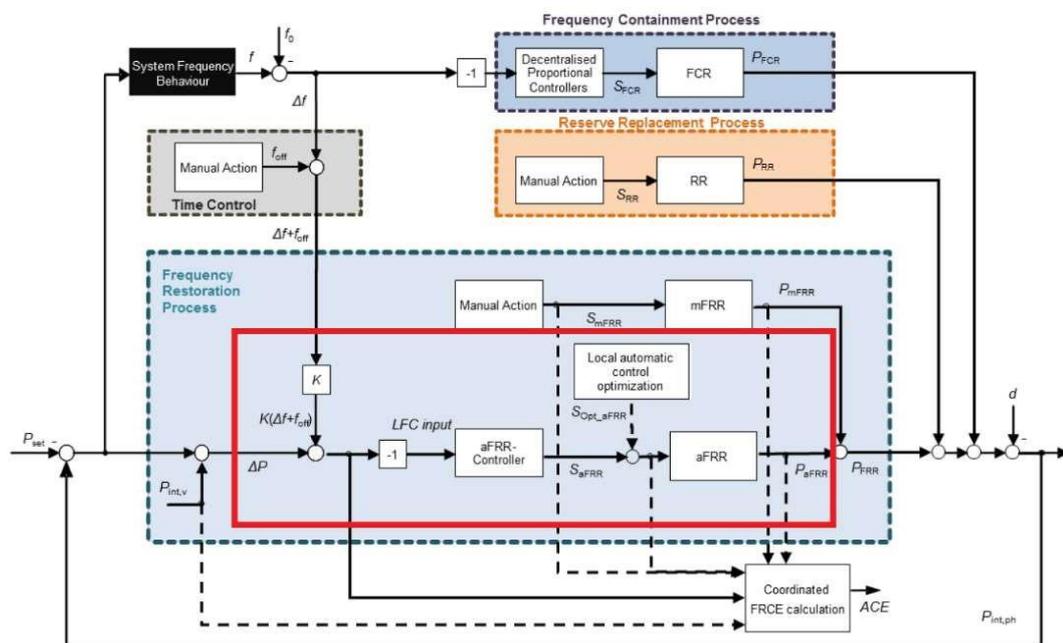
Το Setpoint αρχικοποιείται στο Basepoint που για τις Κατανεμόμενες Μονάδες Παραγωγής και για τα Χαρτοφυλάκια κατανεμόμενων ΑΠΕ ελεγχόμενης παραγωγής η τιμή του προκύπτει από την επίλυση της διαδικασίας χΕΑΣ (RTBM). Για τα Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενων ΑΠΕ μη ελεγχόμενης παραγωγής και τα Χαρτοφυλάκια Κατανεμόμενου Φορτίου λαμβάνεται υπόψη ως basepoint το Φορτίο Αναφοράς αΕΑΣ. Ο όρος Tracking αντανακλά την συνιστώσα ολοκληρωτικού ελέγχου του ΡΙ βρόγχου ελέγχου στην διάρκεια του δεκαπενταλέπτου και εκφράζει το ποσοστό της απαιτούμενης συνολικής μεταβολής της ισχύος που $Setpoint_i = Basepoint_i + Tracking_i + Regulation_i$.

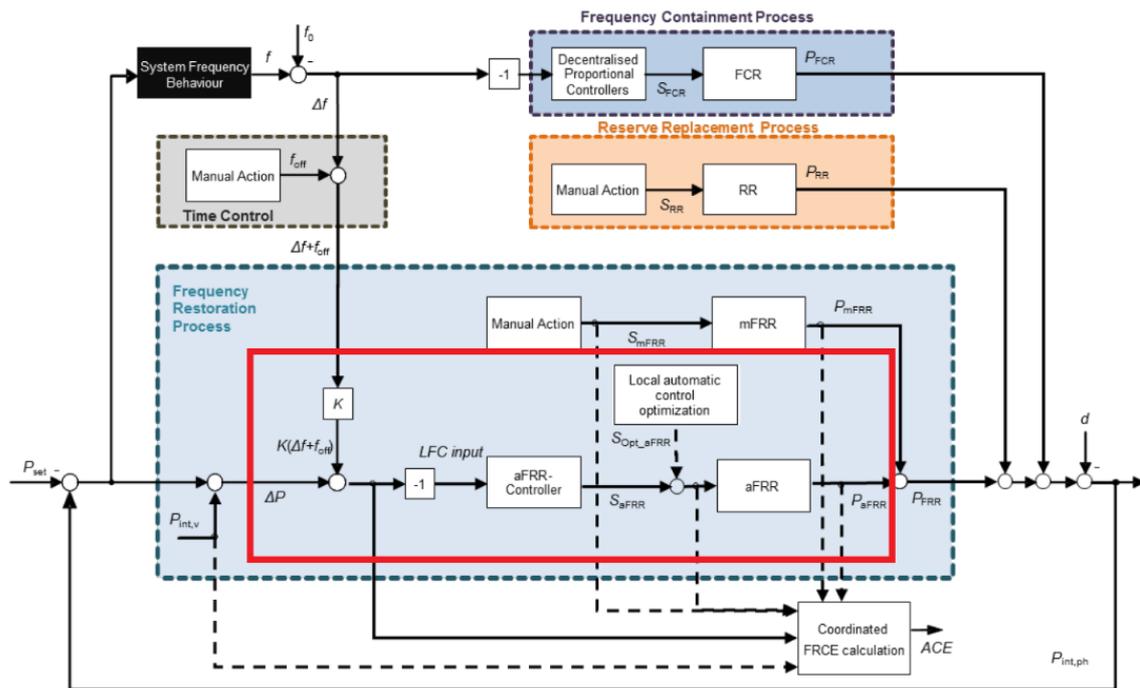
Ο όρος Tracking εκφράζει το ποσοστό της απαιτούμενης συνολικής μεταβολής της παραγωγής που θα αποδοθεί στην οντότητα i με βάση τις τιμές των προσφορών ενέργειας εξισορρόπησης. Ο όρος Regulation αντανακλά την συνιστώσα αναλογικού ελέγχου του ΡΙ βρόγχου ελέγχου στην διάρκεια του δεκαπενταλέπτου και ο όρος Regulation εκφράζει το ποσοστό της απαιτούμενης συνολικής τιμής της παραγωγής που θα αποδοθεί στην οντότητα i με βάση τους ρυθμούς

ανόδου/καθόδου της οντότητας. Ο καταμερισμός της συνολικής μεταβολής γίνεται και στις δύο περιπτώσεις σε αναλογική βάση.

Η ηλεκτρονική αποστολή των εντολών κατανομής γίνεται μέσω εξειδικευμένου και αποκλειστικού (dedicated) συστήματος παραγωγής και μετάδοσης Εντολών Κατανομής σε πραγματικό χρόνο.

Στο 1Σχήμα 4.7, εμφανίζεται ο συνολικός βρόχος ρύθμισης συχνότητας που αφορά σε κάθε περιοχή ΕΦΣ, ενώ με κόκκινο πλαίσιο εμφανίζεται ο βρόχος ρύθμισης του ΑΡΠ από τον οποιοδήποτε παράγεται το τμήμα της ισχύος εξισορρόπησης που προκύπτει από τη διαθέσιμη εφεδρεία αΕΑΣ. Το σχήμα είναι γενικό και κάποια blocks, όπως αυτό της Ενέργειας Αντικατάστασης ΕΑ δεν υλοποιούνται στην τρέχουσα υλοποίηση.





Σχήμα 1

ΣΧΗΜΑ 4: ΒΡΟΧΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΒΡΟΧΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Ο κεντρικός ελεγκτής του ΑΡΠ έχει αναλογικό-ολοκληρωτικό σχήμα ελέγχου, δηλαδή στοχεύει στον μηδενισμό του ACE στη μόνιμη κατάσταση, ενώ η ακρίβεια μέτρησης της συχνότητας κάθε περιοχής ΕΦΣ είναι τουλάχιστον της τάξης $\pm 1mHz$.

Οι καταστάσεις λειτουργίας του ΑΡΠ είναι οι εξής:

- Κανονική λειτουργία, κατά την οποία το σήμα εισόδου στο σύστημα ΑΡΠ ορίζεται ως ~~είναι το~~ εξής:

$$LFC_{input} = \sum \Delta P + K \Delta f$$

~~$$LFC_{input} = \sum \Delta P + K \Delta f$$~~

- Λειτουργία ελέγχου συχνότητας, στην οποία αμελούνται οι αποκλίσεις ενεργού ισχύος στα διασυνδεδετικά προγράμματα και το σήμα εισόδου στο ΑΡΠ είναι:

$$LFC_{input} = K \Delta f$$

$$LFC_{input} = K \Delta f$$

Η συγκεκριμένη λειτουργία ενδείκνυται σε καταστάσεις πυρόπυ η ενότητα ΕΦΣ έχει αποκοπεί από την υπόλοιπη συγχρονισμένη περιοχή Ηπειρωτικής Ευρώπης (HE) και λειτουργεί αυτόνομα.

- Απενεργοποιημένη λειτουργία, κατά την οποία το ΑΡΠ είναι εκτός λειτουργίας και το σήμα $S_{aFRR} S_{aFRR}$ είναι ίσο με μία σταθερή τιμή.
- Χειροκίνητη λειτουργία, κατά την οποία είτε οι διασυνδεδετικές ροές είτε το σφάλμα συχνότητας ή ακόμη και η έξοδος του ΑΡΠ μπορούν να τεθούν ίσα με μία συγκεκριμένη τιμή, επιβάλλοντας μία σταθερή χρήση αΕΑΣ από τις μονάδες που βρίσκονται σε ρύθμιση.