

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα σημερινά συστήματα διανομής περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία συσκευών και εμφανίζουν συχνά παραμόρφωση των χαρακτηριστικών της τάσης και/ή της συχνότητας ή μικροδιακοπές της ισχύος που τροφοδοτείται στους καταναλωτές. Αυτή η μειωμένη ποιότητα ισχύος επηρεάζει σημαντικά τη λειτουργία όλο και περισσότερων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών που χρησιμοποιεί ο σύγχρονος άνθρωπος. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος οι καταναλωτές προμηθεύονται τοπικές συσκευές βελτίωσης της ποιότητας ισχύος, που είναι μία ακριβή λύση με σημαντικές απώλειες ενέργειας. Η ΔΠ και η ενσωμάτωση μικροδίκτυων με ΔΠ στο σύστημα διανομής μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα ισχύος και την αξιοπιστία, ώστε να ικανοποιήσει τις ανάγκες των καταναλωτών. Οι πιθανές υπηρεσίες που μπορεί να παρέχει το μικροδίκτυο και η ΔΠ είναι:

- 1) Η χρήση CHP συστημάτων αυξάνει την ενεργειακή απόδοση του συστήματος ενέργειας και παρέχει μία οικονομικότερη λύση στους καταναλωτές από την αγορά ξεχωριστά ηλεκτρισμού και καυσίμου για θερμικά φορτία.
- 2) Η παραγωγή ενέργειας τοπικά, από συστήματα ΔΠ, είναι πιο αποδοτική οικονομικά για καταναλωτές απομακρυσμένους από τους κεντρικούς σταθμούς παραγωγής.
- 3) Οι ΔΠ μπορούν να λειτουργήσουν περιοδικά για να μειώσουν το φορτίο αιχμής και τις αντίστοιχες αυξήσεις στο κόστος της ενέργειας την περίοδο αιχμής.
- 4) Οι ΔΠ με ικανότητα διασυνδεδεμένης και αυτόνομης λειτουργίας μπορούν, σε περιπτώσεις αποσύνδεσης από το δίκτυο, να τροφοδοτούν τα κρίσιμα φορτία.
- 5) Οι ΔΠ είναι ικανές να παρέχουν υψηλής ποιότητας ισχύ σε ευαίσθητα φορτία, μέσω των ηλεκτρονικών μετατροπών διασύνδεσης που έχουν.

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1 η ποιότητα ισχύος καθορίζεται από τις τυπικές διαταραχές τάσης/συχνότητας, που είναι: βύθισμα τάσης, υπέρταση, παραμόρφωση αρμονικών, αναλαμπές ή διακυμάνσεις τάσης, μεταβατικές υπερτάσεις, διακοπές τροφοδοσίας, ανισορροπία φάσης και μεταβολή συχνότητας.

7.2 ΦΟΡΤΙΑ ΕΥΑΙΣΘΗΤΑ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής του ανθρώπου και η σύγχρονη βιομηχανία έχουν καθιερώσει τη χρήση μεγάλου αριθμού ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών ευαίσθητων στην αξιοπιστία και την ποιότητα ισχύος. Η αξιοπιστία σχετίζεται με τις μικρής ή μεγάλης διάρκειας διακοπές της τροφοδοσίας και η ποιότητα ισχύος με τις παραμορφώσεις τάσης/συχνότητας. Οι οικονομικές επιπτώσεις αυτών των διαταραχών εξαρτώνται από την ευαισθησία των συσκευών και τη λειτουργία που αυτές εξυπηρετούν σε κάθε καταναλωτή. Καταναλωτές που μπορούν να ανεχθούν βραχυχρόνιες διακοπές της τροφοδοσίας εγκαθιστούν εφεδρικές γεννήτριες για την τροφοδοσία των κρίσιμων φορτίων. Καταναλωτές που έχουν σημαντικές οικονομικές απώλειες από βραχυχρόνιες διακοπές ή μεταβολές στην ποιότητα ισχύος εγκαθιστούν συσκευές Αδιάλειπτης Παροχής Ισχύος (Uninterruptible Power Supply (UPS)) ή συσκευές αποκατάστασης τάσης/συχνότητας.

Καταναλωτές με αυξημένες απαιτήσεις ποιότητας ισχύος είναι:

- Υπολογιστικά συστήματα κρίσιμης αποστολής, όπως είναι σε τράπεζες, επενδυτικές εταιρίες, χρηματιστικές εταιρίες, εταιρίες ασφάλισης, συστήματα κράτησης εισιτηρίων, κ.α.
- Εγκαταστάσεις τηλεπικοινωνιών, όπως ραδιοτηλεοπτικοί σταθμοί, τηλεφωνικές εταιρίες, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, κ.α.
- Εγκαταστάσεις ιατρικής περίθαλψης, όπως νοσοκομεία.
- Μεγάλα εργαστήρια επεξεργασίας φωτογραφίας.
- Βιομηχανίες για παραγωγή προϊόντων που απαιτούν συνεχή λειτουργία, όπως χαρτοβιομηχανίες, χημικές βιομηχανίες, διυλιστήρια, βιομηχανίες πλαστικών, βιομηχανίες επεξεργασίας μετάλλων, κ.α.
- Εγκαταστάσεις σημαντικών υπηρεσιών ή επεξεργασίας, όπως τρένα, επεξεργασίας υδάτων, επιχειρήσεις αερίου και σωληνώσεων, κ.α.

7.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΙΣΧΥΟΣ

Η βελτίωση της ποιότητας ισχύος γίνεται σε οποιαδήποτε θέση και έκταση στο ηλεκτρικό σύστημα, ξεκινώντας από βελτιώσεις σε εκτεταμένα τμήματα του συστήματος, που γίνονται από τις ηλεκτρικές εταιρείες, μέχρι χρήση συσκευών για

τοπικά φορτία καταναλωτών. Οι καταναλωτές μπορούν να επέμβουν μόνο στη δική τους πλευρά του μετρητή και μπορούν να επιλέξουν αν θα προστατεύσουν το συνολικό τους φορτίο ή τμήματά του. Το επίπεδο προστασίας εξαρτάται από τον τύπο και το μέγεθος του κρίσιμου φορτίου και ο εξοπλισμός βελτίωσης της ποιότητας ισχύος μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε:

- 1) Μικρής κλίμακας εξοπλισμό (μέχρι 3 kVA), που περιλαμβάνει ΧΤ μονοφασικό εξοπλισμό για προστασία συγκεκριμένων συσκευών, όπως προσωπικοί υπολογιστές ή συστήματα ελέγχου μεγαλύτερων συστημάτων. Σε αυτόν τον εξοπλισμό περιλαμβάνονται UPS, μονοφασικοί εκτροπείς κυματικών υπερτάσεων, μονοφασικοί βελτιωτές ισχύος, μετασχηματιστές απομόνωσης και ρυθμιστές τάσης.
- 2) Μεσαίας κλίμακας εξοπλισμό (μέχρι και 100 kVA), που χρησιμοποιείται για την προστασία του συστήματος διανομής χαμηλής τάσης μέσα σε μία εγκατάσταση. Περιλαμβάνονται μονοφασικά (3-18 kVA) και τριφασικά (μέχρι 100 kVA) UPS, τριφασικοί εκτροπείς κυματικών υπερτάσεων, τριφασικοί βελτιωτές ισχύος, μετασχηματιστές απομόνωσης και ρυθμιστές τάσης, ζεύγη παραγωγής και ενεργά και στατικά φίλτρα.
- 3) Μεγάλης κλίμακας εξοπλισμό (μεγαλύτερο από 100 kVA), που τοποθετείται στο σημείο εισόδου τροφοδοσίας της εγκατάστασης. Περιλαμβάνονται μεγάλης κλίμακας τριφασικά UPS, συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, ο γνωστός μας Διακόπτης Μεταφοράς Στερεάς Κατάστασης (SSTS) χαμηλής τάσης (μέχρι 600 V), μέσης τάσης SSTS (μέχρι 35 KV), οι γνωστοί μας Δυναμικοί Αποκαταστάτες Τάσης (DVRs), εγκάρσιοι στατικοί αντισταθμιστές και διακόπτες στερεάς κατάστασης.

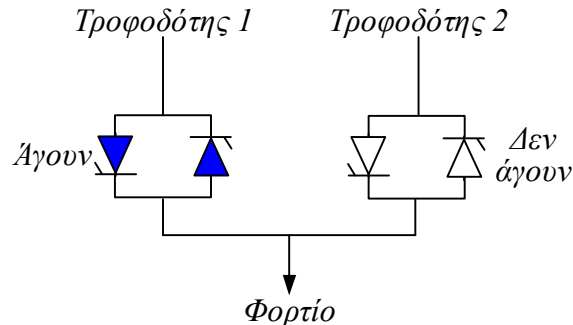
7.3.1 Εναλλακτικές τεχνολογίες τροφοδοσίας ισχύος

Η αξιοπιστία και ποιότητα ισχύος της τροφοδοσίας καταναλωτών μπορεί να βελτιωθεί αν διατίθεται μία εναλλακτική πηγή ισχύος. Αυτή μπορεί να είναι ένας δεύτερος τροφοδότης, μία εφεδρική γεννήτρια ή ένα σύστημα ΔΠ και η βελτίωση που επιτυγχάνεται εξαρτάται από την τεχνολογία σύνδεσης της εναλλακτικής πηγής, που μπορεί να είναι:

- 1) *Χειροκίνητος διακόπτης μεταφοράς*-Χρειάζεται ειδικευμένο προσωπικό για να συνδέσει τη δεύτερη πηγή και αποτρέπει τις μακροχρόνιες διακοπές τροφοδοσίας, γιατί η χειροκίνητη μεταφορά χρειάζεται μερικά λεπτά.
- 2) *Αυτόματος διακόπτης μεταφοράς*-Ανακαλύπτει τα βραχυκυκλώματα στον κύριο τροφοδότη και αυτόματα μεταφέρει τη σύνδεση στο δεύτερο τροφοδότη ή την εφεδρική πηγή. Κατά τη μεταφορά στο δεύτερο τροφοδότη προκαλείται σύντομη διακοπή της τροφοδοσίας. Η διάρκεια της διακοπής αυξάνει αν χρησιμοποιείται εφεδρική γεννήτρια, που χρειάζεται περί τα 10 s για να

εκκινήσει, ενώ στην περίπτωση ΔΠ χρειάζονται μερικά δευτερόλεπτα για την ανάληψη φορτίου. Προστατεύει από τις μακροχρόνιες διακοπές τροφοδοσίας, αλλά δεν προστατεύει ευαίσθητα φορτία από τις μικροδιακοπές και βυθίσεις τάσης.

- 3) *Διακόπτης μεταφοράς στερεάς κατάστασης (SSTS)*-Η κυκλωματική του παράσταση με θυρίστορ φαίνεται στο Σχ. 7.1. Ο χρόνος λειτουργίας του πληροί τις προδιαγραφές IEEE 446 ή ITIC (Information Technology Industry Council) και με τη χρήση του ευαίσθητα φορτία, όπως υπολογιστές και ηλεκτρονικά κινητήρια συστήματα, ξεπερνούν τις διακοπές ισχύος χωρίς δυσλειτουργίες. Όταν ο SSTS ανιχνεύσει απώλεια ή βύθισμα τάσης στον τροφοδότη 1, παλμοδοτεί (ανάβει) τα θυρίστορ του τροφοδότη 2, που αμέσως προκαλούν εξαναγκασμένη σβέση στα θυρίστορ του τροφοδότη 1 (λόγω διαφοράς τάσης). Έτσι επιτυγχάνεται μεταφορά του φορτίου σε ένα τέταρτο του κύκλου για διακοπές τάσης ή σε μισό κύκλο για βυθίσματα τάσης, επειδή σε αυτήν την περίπτωση η σβέση των θυρίστορ γίνεται στο πρώτο μηδέν του ρεύματος. Προφανώς ο δεύτερος τροφοδότης θα πρέπει να συνδέεται σε διαφορετικό υποσταθμό από τον πρώτο για να μην επηρεάζεται από τις ίδιες διαταραχές. Αν στη θέση του δεύτερου τροφοδότη έχουμε ένα UPS, επιτυγχάνουμε προστασία από μικροδιακοπές και βυθίσματα τάσης.



Σχ. 7.1 Διακόπτης μεταφοράς στερεάς κατάστασης με θυρίστορ.

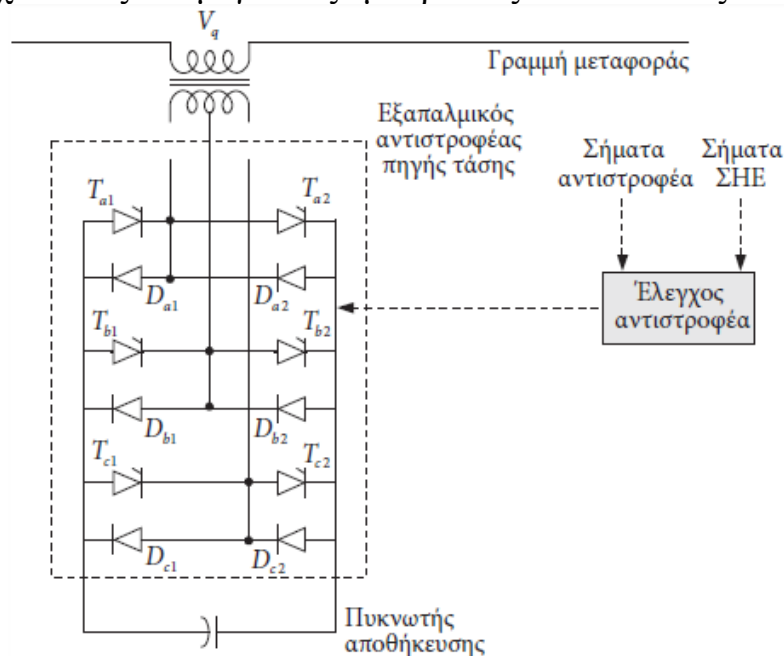
7.3.2 Τεχνολογίες βελτίωσης ισχύος.

Κάποιες από τις συσκευές που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της ποιότητας ισχύος σε επίπεδο καταναλωτή είναι:

- 1) *Κυματικοί Καταστολείς Μεταβατικών Υπερτάσεων (Transient Voltage Surge Suppressors, (TVSS))*-Χρησιμοποιούνται για προστασία από κυματικές υπερτάσεις που προκαλούνται από κεραυνούς και διακοπτικές λειτουργίες. Είναι εξαρτώμενες από την τάση αντιστάσεις από μεταλλικά οξειδία (Metal Oxide Varistors (MOVs)), διαθέσιμες σε μικρό μέγεθος πρίζες για PCs και

μικρές ηλεκτρονικές συσκευές ή μεγάλου μεγέθους για προστασία ολόκληρης της εγκατάστασης.

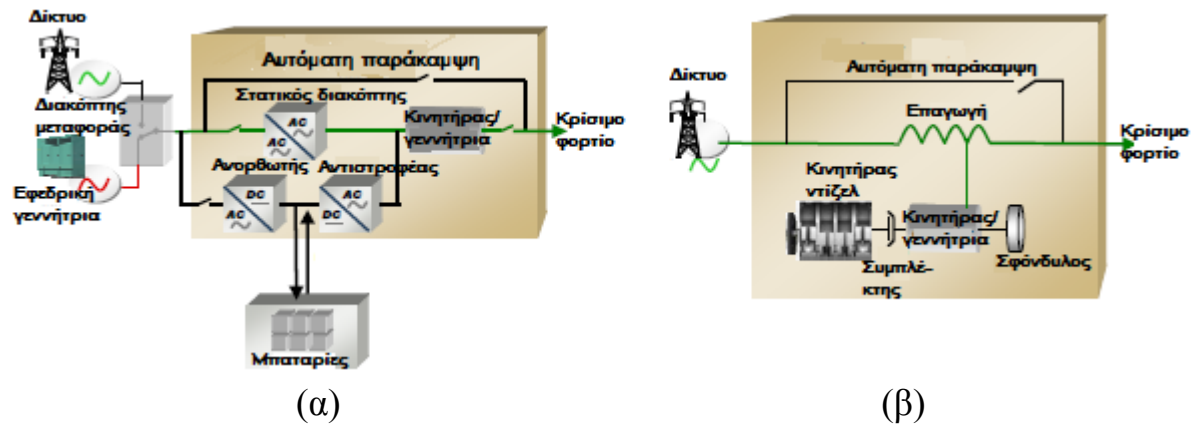
- 2) *Αντισταθμιστές VAR*-Είναι συσκευές αντιστάθμισης της άεργης ισχύος, για να αποφεύγονται βυθίσματα τάσης ή υπερτάσεις, που προκαλούνται από την ανισοροπία της άεργης ισχύος. Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, τέτοιες συσκευές είναι οι: TSSC, TCSC, SVC, STATCOM και σύγχρονοι αντισταθμιστές.
- 3) *Δυναμικός αποκαταστάτης τάσης (DVR)*-Όπως φαίνεται στο Σχ. 7.2, είναι ένας αντιστροφέας πηγής τάσης, που συνδέεται εν σειρά στη γραμμή του φορτίου μέσω Μ/Σ και στην πλευρά ΣΡ συνδέεται με μία συσκευή αποθήκευσης ενέργειας, που το μέγεθός της καθορίζει τη διάρκεια αποκατάστασης της τάσης. Ένας DVR με ισχύ 30% του ονομαστικού φορτίου μπορεί να καλύψει περίπου το 95% των διαταραχών. Μπορεί να σχεδιαστεί για οποιεσδήποτε απαιτήσεις τάσης και φορτίου, αλλά ταιριάζει καλύτερα σε εφαρμογές ΜΤ ή ΥΤ σε βιομηχανικούς και μεγάλους εμπορικούς καταναλωτές.



Σχ. 7.2 Δυναμικός αποκαταστάτης τάσης.

- 4) *Μετασχηματιστής απομόνωσης*-Χρησιμοποιείται για την θωράκιση ευαίσθητων φορτίων από την Ηλεκτρομαγνητική Παρεμβολή (Electromagnetic Interference (EMI)). Προστατεύει αυτά τα φορτία από έμμεσες επαφές χωρίς να διακόπτει το κύκλωμα σε βραχυκυκλώματα γης.
- 5) *Περιστρεφόμενα UPS*-Χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση της τάσης και την απόρριψη του θορύβου. Αποτελούνται από έναν κινητήρα (ΣΡ ή ΕΡ), συζευγμένο με γεννήτρια ή εναλλάκτη που τροφοδοτεί τα κρίσιμα φορτία. Για εφεδρική πηγή μπορεί να χρησιμοποιεί εφεδρική γεννήτρια και μπαταρίες (ή

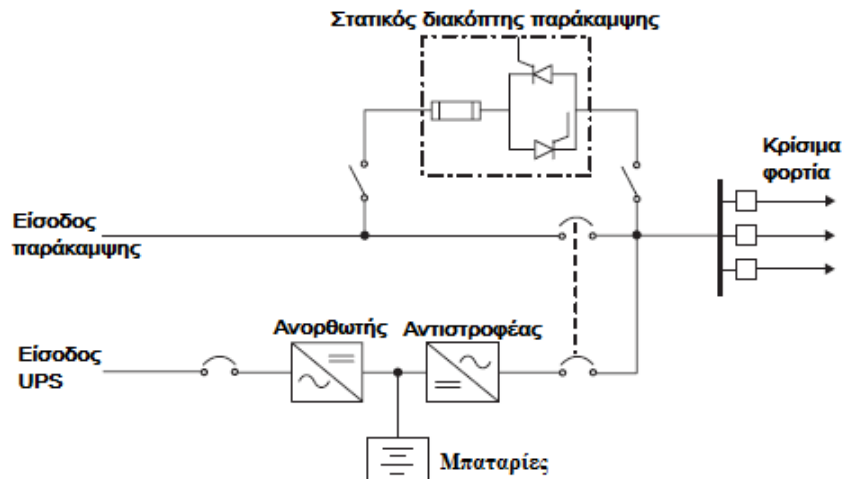
άλλο τύπο αποθήκευσης ενέργειας), Σχ. 7.3α, ή χρησιμοποιεί κινητήρα ντίζελ, Σχ. 7.3β. Τα περιστρεφόμενα UPS χρησιμοποιούν ζεύγη κινητήρα-εναλλάκτη



Σχ. 7.3 Περιστρεφόμενα UPS.

ώστε εκμεταλλευόμενα την αδράνεια του ζεύγους να προστατεύουν από τις στιγμιαίες διακοπές ισχύος. Στο κύκλωμα του Σχ. 7.3α το κρίσιμο φορτίο τροφοδοτείται πάντοτε από το ζεύγος ηλεκτρικού κινητήρα/γεννήτριας. Σε κανονική λειτουργία το δίκτυο τροφοδοτεί τον κινητήρα, ενώ σε διακοπή ή παραμόρφωση της τάσης του δικτύου, ο κινητήρας τροφοδοτείται από τις μπαταρίες μέχρι να εκκινήσει η εφεδρική γεννήτρια και να τροφοδοτήσει το σύστημα. Στο κύκλωμα του Σχ. 7.3β, σε κανονική λειτουργία το δίκτυο τροφοδοτεί το κρίσιμο φορτίο μέσω του φίλτρου που σχηματίζεται από την επαγωγή και τη γεννήτρια, που στρέφεται όπως και ο σφόνδυλος από τον ηλεκτρικό κινητήρα. Σε διακοπή ή παραμόρφωση της τάσης του δικτύου, ο σφόνδυλος τροφοδοτεί ισχύ στο ζεύγος ηλεκτρικού κινητήρα/γεννήτριας, που τροφοδοτεί το κρίσιμο φορτίο για λίγα δευτερόλεπτα, μέχρι να εκκίνηση και να αποκτήσει ονομαστικές στροφές ο κινητήρας ντίζελ. Τότε ενεργοποιείται ο συμπλέκτης για να δοθεί η μηχανική ισχύς στο ζεύγος ηλεκτρικού κινητήρα/γεννήτριας, που συνεχίζει τη τροφοδοσία του κρίσιμου φορτίου για όσο χρονικό διάστημα υπάρχει το πρόβλημα στο δίκτυο.

- 6) *Συστήματα αδιάλειπτης παροχής ισχύος (UPS)*-Σε ένα UPS σύστημα διπλής μετατροπής, η ΕΡ ισχύς εισόδου ανορθώνεται σε ισχύ ΣΡ και στη συνέχεια μετατρέπεται σε ρυθμιζόμενη ισχύ ΕΡ, συγκεκριμένης συχνότητας για την τροφοδοσία του συνδεδεμένου κρίσιμου φορτίου. Κατά την κανονική λειτουργία του δικτύου, είναι συνδεδεμένες μπαταρίες στον ζυγό ΣΡ του UPS και φορτίζονται, έτσι ώστε να στηρίζουν το φορτίο σε περίπτωση διακοπής, Σχ. 7.4. Ο διακόπτης παράκαμψης στερεάς κατάστασης ενεργοποιείται και συνδέει την είσοδο παράκαμψης σε περίπτωση δυσλειτουργίας του UPS.



Σχ. 7.4 UPS σύστημα διπλής μετατροπής.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της χρήσης UPS συστημάτων είναι:

- Το κρίσιμο φορτίο είναι πλήρως απομονωμένο από την τροφοδοσία ΕΡ του δικτύου.
- Ο αντιστροφέας που τροφοδοτεί το φορτίο έχει πάντοτε ως είσοδο το ζυγό ΣΡ του UPS και σε περίπτωση διακοπής της κεντρικής τροφοδοσίας δεν υπάρχει καθόλου βύθισμα τάσης εξόδου.
- Ακόμα και αν υπάρχουν ταλαντώσεις της συχνότητας και της τάσης του δικτύου, δεν εμφανίζονται μεταβολές της τάσης εξόδου του UPS. Το UPS συνεχίζει να δουλεύει και να φορτίζει τις μπαταρίες για τάση εισόδου μέχρι 15% μικρότερη της ονομαστικής. Συνεχίζει να δουλεύει χωρίς να αποφορτίζει τις μπαταρίες για μειωμένη τάση μέχρι 20%.
- Παρέχεται προστασία από το θόρυβο στο φορτίο, μέσω ενός Μ/Σ απομόνωσης στην έξοδο του αντιστροφέα του UPS συστήματος.
- Είναι διπλής τροφοδοσίας, δηλαδή έχει διαφορετική τροφοδοσία για τον ανορθωτή και διαφορετική για το κύκλωμα παράκαμψης.
- Ένα σφάλμα στη τροφοδοσία οδηγεί το UPS σε χρήση της ενέργειας από τη μπαταρία, χωρίς ωστόσο να επιτρέπει την ροή ισχύος ΣΡ προς το δίκτυο, λόγω του ανορθωτή.
- Έχει μία πολύ καλά κατανοητή σχεδίαση και αποδεδειγμένη απόδοση. Πρόσφατα εκτός από μπαταρίες για την αποθήκευση ενέργεια χρησιμοποιούνται και υπερπυκνωτές, υπεραγωγία πηνία και σφόνδυλοι με υπεραγωγίμη έδραση..

7.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΔΠ

Οι κύριες επιδράσεις της ενσωμάτωσης της ΔΠ με τη μορφή των μικροδίκτυων στα ενεργά δίκτυα διανομής είναι η βελτίωση της αξιοπιστίας και της ποιότητας

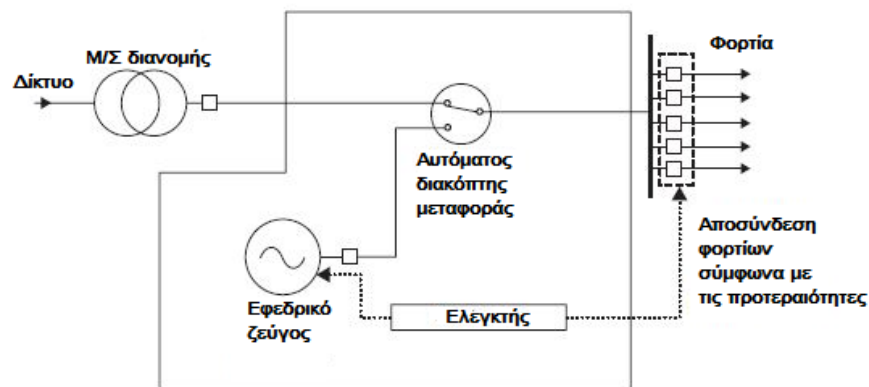
ισχύος. Οι ακόλουθες απαιτήσεις είναι τα στοιχεία που οδήγησαν σε αυτές τις βελτιώσεις:

- *Γρήγορη απόκριση*-Τα φορτία χρειάζονται γρήγορη απόκριση των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας για να αντιμετωπίζουν τις διακυμάνσεις της τάσης.
- *Καθαρή ενέργεια*-Η αποθηκευμένη ενέργεια πρέπει να μετατρέπεται σε καθαρή ενέργεια.
- *Συγχρονισμός*-Με ομαλό έλεγχο πρέπει να γίνεται ο παραλληλισμός και ο συγχρονισμός.
- *Ομαλή μεταβίβαση*-Οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας πρέπει να είναι ικανές για ομαλή ανάληψη φορτίου.
- *Απομόνωση*-Η ενσωματωμένη ΔΠ, δηλαδή το μικροδίκτυο, πρέπει πολύ γρήγορα να περνά στην αυτόνομη λειτουργία σε περίπτωση σφάλματος.
- *Επαρκής αποθήκευση*-Το μέγεθος της αποθηκευμένης ενέργειας πρέπει να είναι αρκετό για την υπερπήδηση των διακοπών μέχρι την αποκατάσταση της κύριας ή εφεδρικής τροφοδοσίας.
- *Τροφοδοσία στα κρίσιμα φορτία*-Το μικροδίκτυο πρέπει να είναι ικανό να τροφοδοτεί με καθαρή ενέργεια τα κρίσιμα φορτία του συστήματος.
- *Κατανομή (dispatch) ισχύος*-Το μικροδίκτυο πρέπει να μπορεί να τροφοδοτεί ισχύ σε τοπικά μεταβαλλόμενα φορτία.
- *Απόδοση*- Το μικροδίκτυο πρέπει να λειτουργεί με μεγάλη απόδοση.
- *Εκπομπές ρύπων*- Το μικροδίκτυο πρέπει να ελαττώνει δραστικά τις εκπομπές ρύπων των ΔΠ.

Κάποια παραδείγματα ενσωμάτωσης συστημάτων ΔΠ είναι:

7.4.1 Απλό σύστημα εφεδρικού ζεύγους

Το ζεύγος συνδέεται με το φορτίο μέσω ενός αυτόματου διακόπτη μεταφοράς. Ο ελεγκτής αυτόματα ανακαλύπτει τη διακοπή στο κύριο δίκτυο, θέτει σε λειτουργία το ζεύγος και το συνδέει με τον αυτόματο διακόπτη στα φορτία, Σχ. 7.5. Το ζεύγος

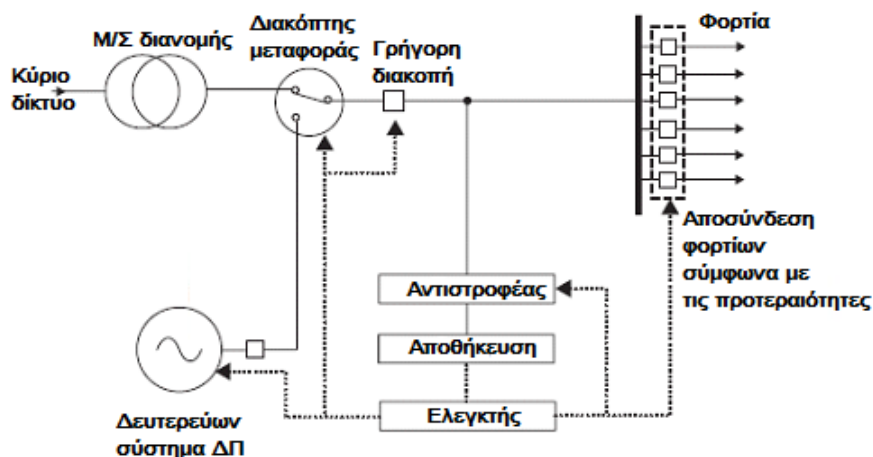


Σχ. 7.5 Απλό σύστημα εφεδρικού ζεύγους.

κινητήρα ντίζελ-γεννήτριας χρειάζεται περίπου 10 s για να τροφοδοτήσει τα φορτία. Τα φορτία είναι κατηγοριοποιημένα και τροφοδοτούνται μόνο τα κρίσιμα χωρίς υπερφόρτιση της γεννήτριας. Η χρήση μη ελεγχόμενων κινητήρων ντίζελ περιορίζεται από τις εκπομπές των ρύπων τους.

7.4.2 Δευτερεύον σύστημα ΔΠ με υποστήριξη ποιότητας ισχύος

Δευτερεύον σύστημα παραγωγής είναι αυτό που αρχίζει να παράγει μετά την απώλεια της κύριας παραγωγής. Το σύστημα του Σχ. 7.6 χρησιμοποιεί αποθήκευση ενέργειας για προστασία από βραχυχρόνιες διακοπές και στιγμιαίες διακυμάνσεις της τάσης, μέσω εξελιγμένου συστήματος ελέγχου. Η αποθηκευμένη ενέργεια χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση κάθε αποτυχίας στο δίκτυο, μέχρι

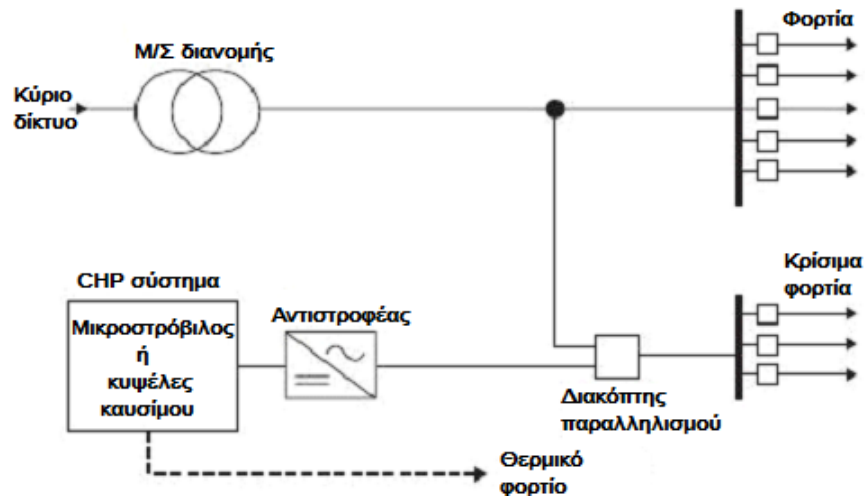


Σχ. 7.6 Δευτερεύον σύστημα ΔΠ με υποστήριξη ποιότητας ισχύος.

να ξεκινήσει η γεννήτρια και να τροφοδοτήσει τα κρίσιμα φορτία. Εξελιγμένοι στατικοί διακόπτες και έλεγχος εξασφαλίζουν ότι τα φορτία δεν αντιλαμβάνονται καμία από τις διακοπτικές λειτουργίες. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιείται για εξαιρετικά ευαίσθητα φορτία και με τη χρήση εξελιγμένων μικροστροβίλων μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την κάλυψη των φορτίων αιχμής.

7.4.3 Πρωτεύον σύστημα ΔΠ με υποστήριξη ποιότητας ισχύος σε κρίσιμα φορτία

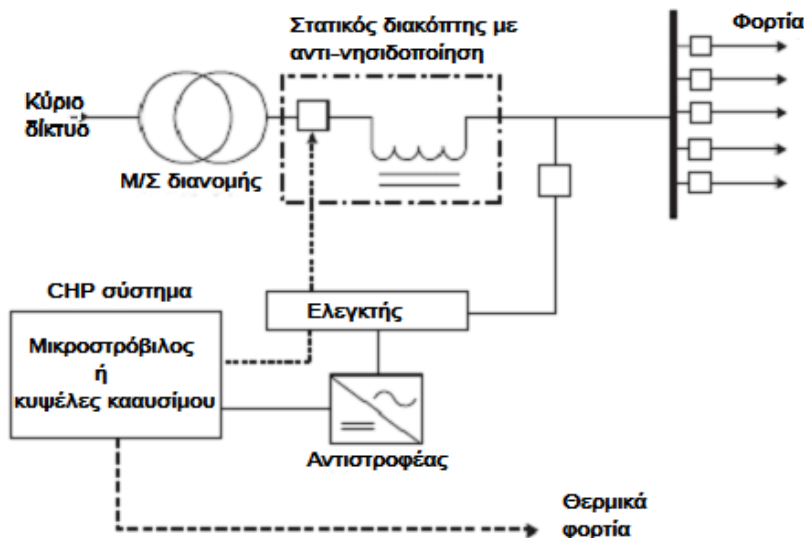
Πρωτεύον σύστημα παραγωγής είναι αυτό που βρίσκεται σε συνεχή διαδικασία παραγωγής. Το σύστημα του Σχ. 7.7, αποτελεί μία εναλλακτική διασύνδεση των CHP συστημάτων. Το CHP σύστημα λειτουργεί παράλληλα με το δίκτυο και παράγει ηλεκτρική και θερμική ενέργεια χαμηλού κόστους. Σε περίπτωση διακοπής της παροχής ισχύος από το δίκτυο, το CHP σύστημα λειτουργεί αυτόνομα και τροφοδοτεί τα κρίσιμα φορτία.



Σχ. 7.7 Πρωτεύον σύστημα ΔΠ με υποστήριξη ποιότητας ισχύος σε κρίσιμα φορτία.

7.4.4 Διασυνδεδεμένη ΔΠ με υποστήριξη ποιότητας ισχύος σε κρίσιμα φορτία

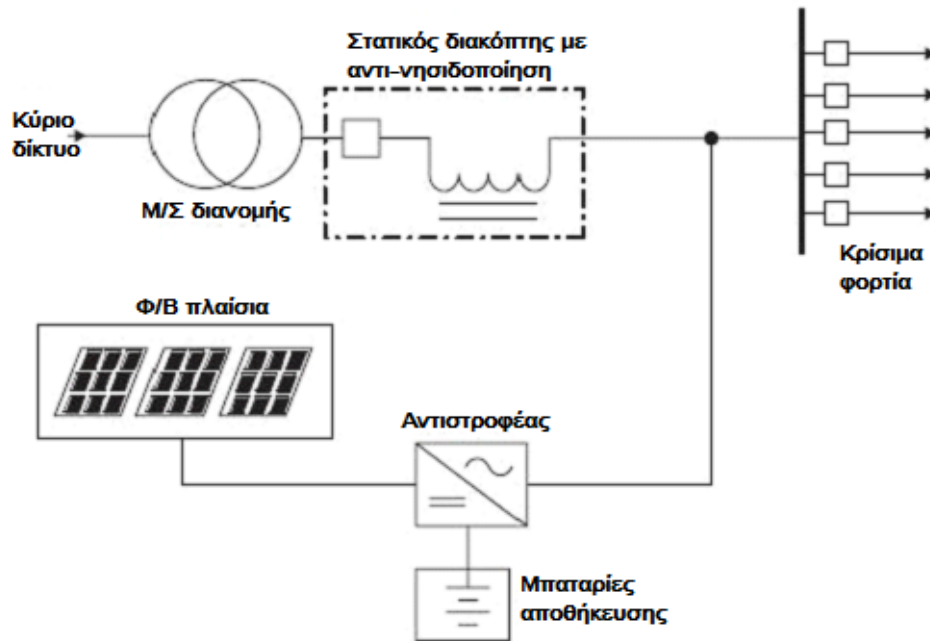
Το σύστημα αυτό, Σχ. 7.8, μοιάζει με το προηγούμενο, αλλά μπορεί να λειτουργεί αυτόνομα με προστασία αντι-νησιδοποίησης. Μπορεί να παρέχει την αξιοπιστία του εφεδρικού ζεύγους. Ακόμα, με την προσθήκη συστήματος UPS και αποθήκευση ενέργειας, το σύστημα αυτό μπορεί να λειτουργήσει ως σύστημα παροχής ισχύος εξασφαλισμένης ποιότητας.



Σχ. 7.8 Διασυνδεδεμένη ΔΠ με υποστήριξη ποιότητας ισχύος σε κρίσιμα φορτία.

7.4.5 Σύνδεση Φ/Β σε δίκτυο με απαιτήσεις ποιότητας ισχύος

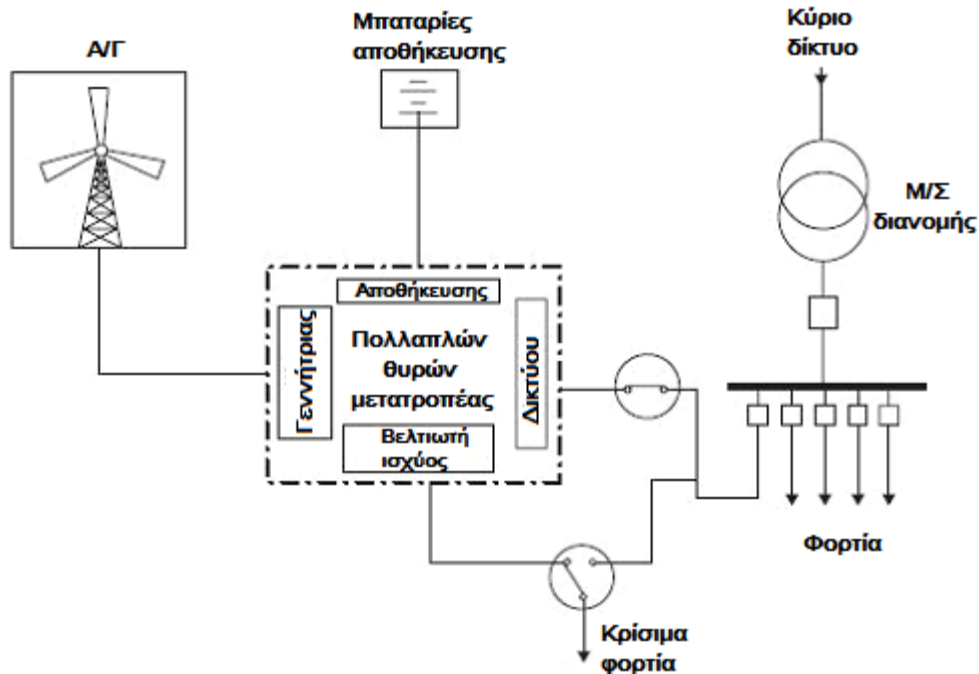
Στο Σχ. 7.9 φαίνεται το σύστημα για τη σύνδεση ΑΠΕ, με μεταβαλλόμενη ισχύ από Φ/Β. Το σύστημα συνεισφέρει ικανοποιητικά στη κάλυψη του φορτίου σε ένα περιβάλλον με απαιτήσεις ποιότητας ισχύος.



Σχ. 7.9 Φ/Β σε δίκτυο με απαιτήσεις ποιότητας ισχύος.

7.4.6 Σύνδεση Α/Γ σε δίκτυο με απαιτήσεις ποιότητας ισχύος.

Στο Σχ. 7.10 φαίνεται το σύστημα για τη σύνδεση ΑΠΕ, με μεταβαλλόμενη ισχύ από Α/Γ. Το σύστημα συνεισφέρει ικανοποιητικά στη κάλυψη του φορτίου σε ένα περιβάλλον με απαιτήσεις ποιότητας ισχύος.

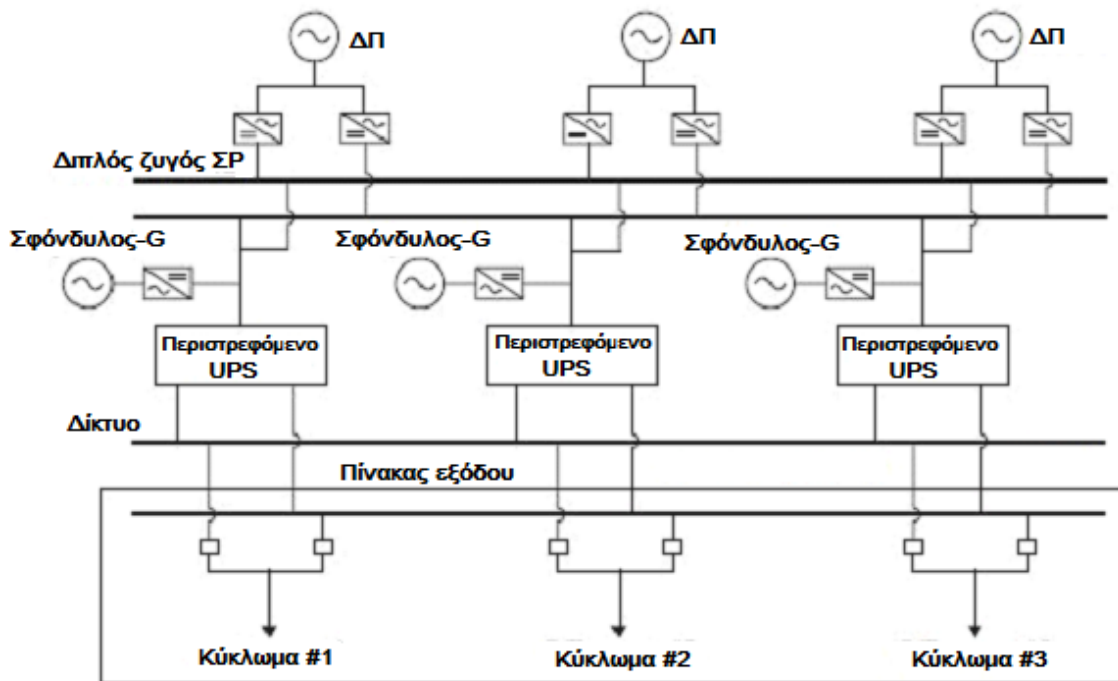


Σχ. 7.10 Α/Γ σε δίκτυο με απαιτήσεις ποιότητας ισχύος.

7.4.7 Σύστημα πολύ υψηλής αξιοπιστίας με διπλό ζυγό σύνδεσης ΣΡ

Το σύστημα αυτό φαίνεται στο Σχ. 7.11 και λειτουργεί ανεξάρτητα από το κύριο δίκτυο. Χρησιμοποιούνται ΔΠ ως κύρια πηγή παροχής ισχύος, με το δίκτυο ως εφεδρική τροφοδοσία και χωρίς σύνδεση κατά την κανονική λειτουργία. Σφόνδυλοι καλύπτουν από βλάβες στις ΔΠ και από βηματικές μεταβολές του φορτίου. Η αποβαλλόμενη θερμότητα από τη συνεχή χρήση των ΔΠ αξιοποιείται σε εφαρμογές Y/T EP. Αυτό το σύστημα έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Μία πηγή με απώλεια τάσης δεν τραβά ισχύ από τις άλλες πηγές.
- Τα σφάλματα στα κρίσιμα φορτία είναι απομονωμένα από τα ζεύγη κινητήρας γεννήτρια των UPS, επειδή η εκκαθάριση των σφαλμάτων υπερισχύει των UPS.
- Δεν προκαλείται βλάβη στο σύστημα λόγω βλάβης στο σύστημα ελέγχου.
- Πολλαπλές γεννήτριες λειτουργούν παράλληλα και ανεξάρτητα μεταξύ τους.
- Δεν επιτρέπει αντίστροφη (προς το δίκτυο) ροή ισχύος.
- Σπανίζουν οι αποτυχημένοι συγχρονισμοί και τα διαδοχικά σφάλματα.



Σχ. 7.11 Σύστημα πολύ υψηλής αξιοπιστίας με διπλό ζυγό σύνδεσης ΣΡ.

7.5 ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΣΤΗΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΔΠ

Η ενσωμάτωση ΔΠ με UPS και άλλες συσκευές ποιοτικής ισχύος, για να έχει κατάλληλη λειτουργικότητα, πρέπει να εξετάσει τα ακόλουθα θέματα:

- (1) Η αποθηκευμένη ενέργεια πρέπει να καλύπτει τα φορτία μέχρι να αρχίσει την τροφοδοσία η εφεδρική γεννήτρια. Η έναρξη λειτουργίας ενός ζεύγους κινητήρα ντίζελ-γεννήτριας γίνεται σε 10 s, ενώ ο αντίστοιχος χρόνος για CHP μικροστρόβιλο είναι 90 s. Γι αυτό σφόνδυλοι με διάρκεια τροφοδοσίας μικρότερη από 30 s μπορούν να καλύψουν τα ζεύγη, αλλά όχι τους μικροστρόβιλους.
- (2) Το σύστημα ΔΠ για τη τροφοδοσία κρίσιμων φορτίων πρέπει να διατηρεί πάντοτε τον έλεγχο της τάσης. Όμως σε βηματικές μεταβολές φορτίου μπορεί να μην ανταπεξέλθουν οι κυψέλες καυσίμου και οι μικροστρόβιλοι, αντίθετα με τα ζεύγη.
- (3) Διασυνδεδεμένα συστήματα ΔΠ πρέπει να έχουν την κατάλληλη προστασία για επιτυχή αποσύνδεση/σύνδεση, ρύθμιση τάσης/ρεύματος κ.α. κατά την εκκαθάριση βραχυκυκλώματος και επανακλείσιμο του διακόπτη.
- (4) Συστήματα ΔΠ με UPS και/ή εφεδρικές γεννήτριες πρέπει να εξετάζουν προβλήματα συγχρονισμού, όταν υπάρχουν σταθερής θερμοκρασίας φορτία που μπορούν να δημιουργήσουν επικίνδυνες βηματικές μεταβολές.
- (5) Συστήματα ΔΠ με UPS και στατικά φίλτρα πρέπει να εξετάζουν τη δυνατότητα ελέγχου της τάσης κατά την υποφόρτιση του συστήματος, που έχει χωρητική συμπεριφορά και παρατηρείται υπέρταση.
- (6) Συστήματα ΔΠ πρέπει να έχουν ικανοποιητικό πλεονασματικό εξοπλισμό για να τροφοδοτούν με υψηλής αξιοπιστίας ισχύ τα ευαίσθητα φορτία, όπως διπλούς ζυγούς, SSTS, κ.α.
- (7) Ομάδες συστημάτων ΔΠ πρέπει να διαχωρίζονται μεταξύ τους με αντιπυρικούς τοίχους για προστασία από τον κίνδυνο πυρκαγιάς.
- (8) Τα συστήματα ΔΠ σε κατάσταση εφεδρείας πρέπει να έχουν διπλούς εκκινητές, ειδικά φίλτρα καυσίμου, κ.α.
- (9) Τα συστήματα ΔΠ που χρησιμοποιούνται ως οι κύριοι τροφοδότες ισχύος πρέπει να πληρούν όλες τις προδιαγραφές για ποιότητα ισχύος και αξιοπιστία.

7.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για τους καταναλωτές έχει πολύ μεγαλύτερη αξία η αύξηση της αξιοπιστίας και της ποιότητας ισχύος που τροφοδοτείται στα ευαίσθητα φορτία, που επηρεάζονται πάρα πολύ από τις συχνές διακυμάνσεις στην τάση και την συχνότητα, σε σχέση με την προστασία για συσκοτίσεις (blackout), που συμβαίνουν σπάνια. Οι ηλεκτρικές εταιρείες συνήθως αγνοούν τα αιτήματα των καταναλωτών για ποιοτική παροχή ισχύος και αυτοί αναγκάζονται να εγκαθιστούν τοπικές συσκευές (UPS) για την προστασία των ευαίσθητων φορτίων τους. Έχει αποδειχθεί ότι οι ΔΠ μπορούν να αξιοποιηθούν στην απαιτούμενη βελτίωση της ποιότητας ισχύος και της αξιοπιστίας. CHP μικροστρόβιλοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως

βασικές τοπικές πηγές ενέργειας σε συνδυασμό με το δίκτυο για τη μείωση του κόστους παραγωγής, αλλά και ως αυτόνομες εφεδρικές παραγωγές με αντι-νησιδοποιητική προστασία, όταν χάνουμε το δίκτυο. Στην οικονομική τεκμηρίωση για αποδοτική επένδυση σε ενσωματωμένες ΔΠ στο δίκτυο για παραγωγή ενέργειας, κάλυψη του μέγιστου φορτίου και άλλες βοηθητικές υπηρεσίες, πρέπει να προστεθεί και η ικανότητα για χρήση τους ως εφεδρικές παραγωγές και αποφυγή της επένδυσης σε ζεύγη κινητήρα ντίζελ-γεννήτριας.

Για να γίνει ευρέως αποδεκτό ότι η ενσωμάτωση της ΔΠ μπορεί να δώσει λύση και στα προβλήματα ποιότητας ισχύος και αξιοπιστίας πρέπει να διευθετήσουμε τα ακόλουθα θέματα:

- (1) Οι ίδιες οι ΔΠ και οι εφεδρικές γεννήτριες συνήθως προκαλούν προβλήματα ποιότητας ισχύος. Επομένως οι μελλοντικές εγκαταστάσεις τους πρέπει να σχεδιάζονται κατάλληλα για να μην έχουν αυτά τα προβλήματα.
- (2) Οι κανόνες διασύνδεσης, που απαγορεύουν στις ΔΠ να παρέχουν εφεδρική ισχύ κατά τη διακοπή του δικτύου, πρέπει να επανεξεταστούν από τεχνική και οικονομική άποψη.
- (3) Οι καταναλωτές με ΔΠ πρέπει να ενθαρρύνονται να καλύπτουν έκτακτα φορτία του συστήματος.
- (4) Οι καταναλωτές με ΔΠ πρέπει να επιτρέπεται να συμμετέχουν στη λιανική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.
- (5) Εναλλακτικές τεχνικές, όπως η συμμετοχή μηχανών διπλού-καυσίμου χωρίς εκπομπές ρύπων στην οικονομική λειτουργία του συστήματος, η ενσωμάτωση ηλεκτρονικών ισχύος στις ΔΠ, UPS κ.α., χρειάζεται να ολοκληρωθούν για να βελτιωθούν οι ευκαιρίες αύξησης της αγοράς.
- (6) Η ενσωμάτωση ΔΠ πρέπει να εφαρμόζει αποτελεσματικού κόστους προστασία.
- (7) Πρέπει να αναπτυχθούν οι καλύτερες πρακτικές οδηγίες για την αποτελεσματική μελλοντική ενσωμάτωση των ΔΠ.