

Ποιότητα Ισχύος – Βασικές Αρχές

Εύα Παρασκευαδάκη
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Υπό την ευρύτερη έννοιά της, η ποιότητα ισχύος είναι ένα σύνολο συνθηκών και περιορισμών που επιτρέπουν στα ηλεκτρικά συστήματα να λειτουργούν όπως προορίζεται. Ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει την ποιότητα της ηλεκτρικής ισχύος που τροφοδοτεί ένα φορτίο, το οποίο χωρίς την κατάλληλη ισχύ μπορεί να υπολειτουργεί, να φθαρεί ή και να μη λειτουργήσει καθόλου.

I. Γενικά

Το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει την παραγωγή, τη μεταφορά και τελικά τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας στον καταναλωτή. Η ηλεκτρική ενέργεια κινείται έπειτα μέσω της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης του τελικού καταναλωτή και φθάνει στο φορτίο. Όπως γίνεται κατανοητό η ισχύς διασχίζει μεγάλη διαδρομή, κατά την οποία βρίσκονται πολλές ευκαιρίες υποβάθμισης της ποιότητάς της.

Ειδικότερα, η ποιότητα ισχύος αφορά την ποιότητα της τάσης και την ποιότητα του ρεύματος. Η ποιότητα της τάσης εξαρτάται από την ποιότητα της παρεχόμενης ενέργειας και καθορίζεται από την εταιρεία ηλεκτρισμού. Η ποιότητα του ρεύματος έχει να κάνει με τον καταναλωτή, δηλαδή την συμπεριφορά του φορτίου.

II. Διαταραχές στην ποιότητα ισχύος

Ιδανικά η ηλεκτρική ισχύς θα είχε ημιτονοειδή μορφή με πλάτος και συχνότητα που δίνονται από τα εθνικά πρότυπα ή τις προδιαγραφές του συστήματος. Στην πραγματικότητα αυτό το ιδανικό δεν θα μπορούσε να υπάρξει ποτέ. Μερικές από τις παρεκκλίσεις που συναντώνται ακολουθούν:

1. Μεταβολές της τάσης: Αύξηση ή μείωση της τάσης συνήθως λόγω της μεταβολής του φορτίου του συστήματος διανομής. Μετράται η τάση για περίοδο μιας εβδομάδας και θα πρέπει ο μέσος όρος του 95% των τιμών (10λεπτο) να βρίσκεται στο φάσμα $\pm 10\%$ της ονομαστικής τιμής.
2. Φλίκερ (Flicker): Οι τυχαίες ή επαναλαμβανόμενες διακυμάνσεις στην RMS τάση μεταξύ 90 και 110% της ονομαστικής τιμής, η οποία οδηγεί σε οπτικά αισθητή μεταβολή της έντασης του φωτός που εκπέμπει ένας λαμπτήρας.
3. Βύθιση της τάσης : Ξαφνική μείωση της τάσης σε ποσοστό 90% έως 1% της ονομαστικής, διάρκειας 0.5 κύκλου ως 1 λεπτό.
4. Προσωρινή υπέρταση: Διακοπτικοί χειρισμοί ή βραχυκυκλώματα που σχετίζονται με τη γείωση του δικτύου μπορούν να προκαλέσουν υπερτάσεις.
5. Μεταβατική υπέρταση: Προκαλείται από κεραυνοπληξία, διακοπτικούς χειρισμούς ή τήξη ασφαλειών.
6. Διακοπή της τάσης: Μείωση κάτω από 1% της ονομαστικής τιμής.
7. Ασυμμετρία: Αφορά την rms τιμή των τάσεων και τις γωνίες σε ένα 3φασικό σύστημα.

8. Αρμονικές: Ημιτονοειδείς τάσεις με συχνότητα ίση με ακέραιο πολλαπλάσιο της θεμελιώδους (50Hz).

9. Διαρμονικές: Ημιτονοειδείς τάσεις με συχνότητα όχι ακέραιο πολλαπλάσιο της θεμελιώδους.

10. Μεταβολές στην Συχνότητα

Οι υπερτάσεις ανάλογα με την έντασή τους μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στον εξοπλισμό ή επανεκκίνηση συσκευών. Οι βυθίσεις συνεπάγονται συνήθως διακοπή στη λειτουργία συσκευών και επανεκκίνηση τους. Η διακοπή της τάσης εάν δεν υπάρχει σύστημα αδιάλειπτης παροχής ισχύος μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην λειτουργία των υπολογιστών ή άλλων συσκευών. Μεγάλες τιμές αρμονικών συνιστωσών προκαλούν υπερθερμάνσεις. Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι το να παραβλέψει κανείς τις διαταραχές στην ποιότητα ισχύος μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικές επιβαρύνσεις.

III. Αιτίες και συχνότητα εμφάνισης των διαταραχών

Κάθε ένα από αυτά τα προβλήματα ποιότητας ισχύος έχει διαφορετική αιτία. Παραδείγματος χάριν, ένα σφάλμα στο δίκτυο μπορεί να προκαλέσει μια βύθιση που έχει επιπτώσεις σε μερικούς πελάτες και όσο υψηλότερο το επίπεδο του σφάλματος, τόσο μεγαλύτερος ο αριθμός των επηρεαζόμενων φορτίων, ή ένα πρόβλημα στο σύστημα ενός καταναλωτή μπορεί να μεταφερθεί σε άλλους καταναλωτές. Άλλα προβλήματα, όπως οι αρμονικές, προκύπτουν μέσα στην εγκατάσταση του πελάτη και μπορεί να μεταφερθούν στο δίκτυο αν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

Η μεγάλη πλειοψηφία των προβλημάτων ποιότητας ισχύος σε ένα κτήριο δημιουργείται μέσα στο ίδιο κτήριο. Το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE) και άλλες οργανώσεις έχουν μελετήσει αυτά τα προβλήματα για αρκετά έτη και έχουν εκδώσει οδηγίες σχεδιασμού και συνιστώμενες πρακτικές που μειώνουν κατά πολύ, εάν δεν μηδενίζουν, την επίπτωση και τη δριμύτητα των σχετικών με την ποιότητα ισχύος προβλημάτων.

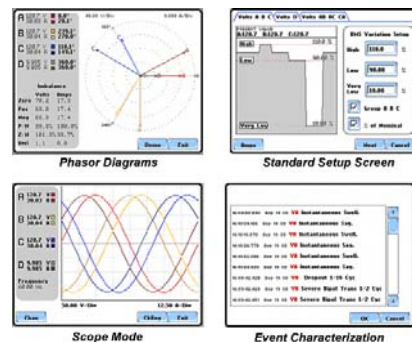
Δέκα ή περισσότερα έτη πριν, λίγοι εγκαταστάτες και σχεδιαστές μπορούσαν να φανταστούν το επίπεδο μηχανοργάνωσης που βρίσκουμε σήμερα στα κτήρια κάθε είδους. Ο σχεδιαστής των προηγούμενων δεκαετιών εύλογα κατέληγε στο σχεδιασμό μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης που ανέμενε ότι θα μπορούσε να εξυπηρετήσει τις ανάγκες του κτηρίου και των κατοχών του

ικανοποιητικά και στο μέλλον. Η ενασχόληση με τις αρμονικές και άλλα προβλήματα ποιότητας ισχύος σπάνια θα τον απασχολούσε.

Ποιος θα μπορούσε να έχει προβλέψει ένα PC σε κάθε γραφείο; Οι υπολογιστές ήταν μεγάλες μηχανές που βρίσκονταν σε ειδικά «δωμάτια υπολογιστών». Τα φωτιστικά είχαν χαμηλή παραγωγή αρμονικών. Ένα οργανωμένο γραφείο σπάνια βρισκόταν σε κατοικία. Οι εκτυπωτές λέιζερ δεν ήταν διαδεδομένοι. Και, εξετάζοντας όλα αυτά, ποιος μπορεί να προβλέψει τι το μέλλον επιφυλάσσει όσον αφορά την ηλεκτρονική?

Η αύξηση των υπολογιστών και άλλων ευαίσθητων συσκευών που χρησιμοποιούνται στο περιβάλλον των γραφείων, έχει οδηγήσει στον σχεδιασμό των εγκαταστάσεων λαμβάνοντας υπόψη την ποιότητα ισχύος. Η ελλιπής ποιότητα ισχύος έχει επιπτώσεις στην αξιόπιστη λειτουργία των υπολογιστών και του εξοπλισμού που βασίζεται σε αυτούς, οι οποίοι είναι πλέον πανταχού παρόντες. Έχουν υπάρξει πολυάριθμα βιβλία και άρθρα σχετικά με τη διάγνωση και την διόρθωση των προβλημάτων ποιότητας ισχύος που έχουν εκδηλωθεί στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

Σύμφωνα με μια έρευνα (National Power of Necedo, WI) 112 ηλεκτρικών εγκαταστάσεων που διέφεραν στην τοποθεσία, το μέγεθος και τον τύπο, παρατηρήθηκαν κατά μέσο όρο 106 διαταραχές το μήνα, με τη χειρότερη εγκατάσταση να παρουσιάζει πάνω από 4.000 τέτοια γεγονότα. Οι περισσότερες διαταραχές παρουσιάζονται με τυχαίο τρόπο.



Εικόνα 1: Μέτρηση παραμέτρων ποιότητας ισχύος με κατάλληλο όργανο.

IV. Όργανα Μέτρησης

Ο καλύτερος τρόπος να λυθεί ένα πρόβλημα ποιότητας ισχύος είναι η πλήρης κατανόηση του φαινομένου και ο προσδιορισμός της πηγής που το προκαλεί. Οι απλές μετρήσεις σε ένα ηλεκτρικό σύστημα δεν δίνουν πάντα την απάντηση για την προέλευση του προβλήματος. Ειδικά όργανα θα

πρέπει να χρησιμοποιηθούν, τα οποία να είναι προσανατολισμένα στα προβλήματα της ποιότητας ισχύος.

Σήμερα διατίθενται στην αγορά πολλά όργανα που πραγματοποιούν μετρήσεις ποιότητας ισχύος. Τα όργανα αυτά μετρούν τις βασικές ηλεκτρικές παραμέτρους δηλαδή την τάση, το ρεύμα, τη συχνότητα και τη σύνθετη αντίσταση αλλά παράλληλα πραγματοποιούν ανάλυση και επεξεργασία των μετρούμενων μεγεθών ώστε να προκύψουν πληροφορίες που θα δώσουν σαφή εικόνα για την ποιότητα ισχύος της εγκατάστασης.

Με τη μέτρηση της τάσης διαπιστώνεται ότι η τιμή της είναι στα επιτρεπτά όρια, η μορφή της ημιτονοειδής και η συχνότητα η προβλεπόμενη. Η RMS τιμή της τάσης θα πρέπει να είναι κοντά στην ονομαστική (230V φασική) και η συχνότητα στα 50 Hz. Η κυματομορφή που φαίνεται στην οθόνη του οργάνου θα πρέπει να μην περιέχει πολύ εμφανείς διαταραχές. Επίσης μπορεί να μετρηθεί το ρεύμα που παρέχεται σε ένα φορτίο ταυτόχρονα με την τάση.

Η συνέχεια των συνδέσεων ελέγχεται μέσω μέτρησης της αντίστασης. Αν η αντίσταση που βλέπει το όργανο είναι μεγάλη (ξεπερνά μια προκαθορισμένη τιμή), υπάρχει ανοιχτό κύκλωμα και ο χρήστης ειδοποιείται ηχητικά.

Για να ανιχνευτούν οι διαταραχές σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση θα πρέπει η μέτρηση να διαρκέσει κάποιο ικανό χρονικό διάστημα. Τα όργανα μέτρησης της ποιότητας ισχύος δίνουν τη δυνατότητα λήψης μετρήσεων για ένα καθορισμένο από το χρήστη χρονικό διάστημα. Μπορεί επίσης να επιλεγεί η καταγραφή μόνο συγκεκριμένων συμβάντων, για παράδειγμα όταν η τάση υπερβαίνει το 110% της ονομαστικής της τιμής. Ο αριθμός των συμβάντων που μπορούν να καταγραφούν διαφέρει για κάθε όργανο.

Η ανίχνευση των γρήγορων μεταβολών της τάσης, που προκαλούν το φαινόμενο flicker, γίνεται με καταγραφή της ενεργού τιμής κάθε κύκλου της τάσης.

Η ανάλυση των αρμονικών με το φάσμα καθώς και τον υπολογισμό του THD (total harmonic distortion), είναι άλλη μια δυνατότητα που παρέχεται από τα όργανα μέτρησης της ποιότητας ισχύος. Εάν το THD είναι μικρότερο του 5% και δεν παρατηρούνται μεγάλες τιμές ανωτέρων αρμονικών το επίπεδο αρμονικών διαταραχών είναι ικανοποιητικό. Τα μη γραμμικά φορτία δημιουργούν αρμονικές στο ρεύμα το οποίο επηρεάζει την τάση. Το ρεύμα λοιπόν θα πρέπει να ελέγχεται για

αρμονικές αλλά τα πρότυπα δεν είναι τόσο αυστηρά όσον αφορά την τιμή του THD.

Σε 3φασικά συστήματα υπάρχει και η δυνατότητα διανυσματικής απεικόνισης των βασικών αρμονικών συνιστωσών των τριών τάσεων.

Πολλά από αυτά τα όργανα μπορούν να λειτουργήσουν και ως παλμογράφοι παρέχοντας μια πιο αναλυτική παρουσίαση των καταγραφόμενων σημάτων. Επίσης τα λογισμικά που τα συνοδεύουν καθιστούν απλούστερη την περαιτέρω ανάλυση στον υπολογιστή.