

Ενεργά Φίλτρα Αρμονικών

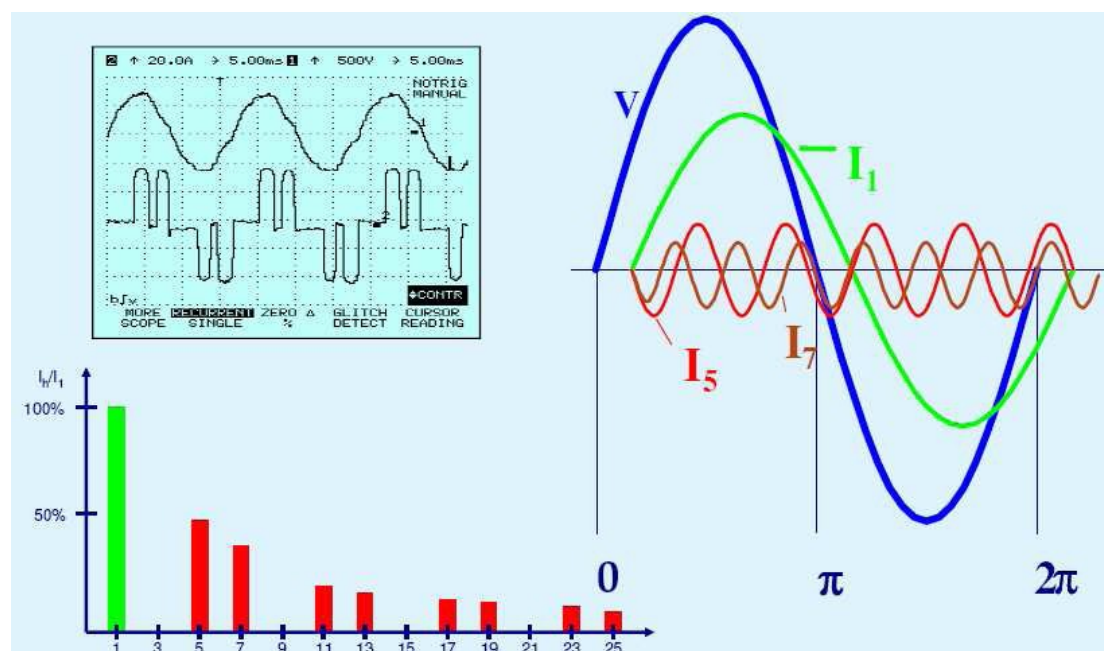
A. Το πρόβλημα των αρμονικών

Τα προηγούμενα χρόνια, τα περισσότερα φορτία ήταν γραμμικά (επαγωγικοί κινητήρες, αντιστάσεις θέρμανσης, λάμπες πυρακτώσεως) δηλαδή η κυματομορφή της τάσης ήταν ίδια με αυτή του ρεύματος.

Σήμερα, όμως, χρησιμοποιούνται ευρέως φορτία μη γραμμικά, τα οποία όταν συνδέονται με μία πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής άγουν ρεύμα μη ημιτονοειδούς μορφής. Το φαινόμενο αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μόλυνση του δικτύου με αρμονικές και ειδικότερα με συνιστώσες του ρεύματος σε συχνότητες πολλαπλάσιες των 50 Hz (3ης, 5ης, 7ης ... τάξης) οι οποίες διαρρέουν τα καλώδια τροφοδοσίας των φορτίων και πλήττουν ολόκληρη την ηλεκτρική εγκατάσταση.

Οι κυριότερες κατηγορίες τέτοιων φορτίων είναι:

1. Τα ηλεκτρονικά ισχύος (π.χ. inverters, UPS κλπ)
2. Οι Μετασχηματιστές Ανόρθωσης
3. Οι συσκευές παραγωγής ηλεκτρικών τόξων (π.χ. υψικάμινοι τήξης μετάλλων, οξυγονοκολλήσεις)



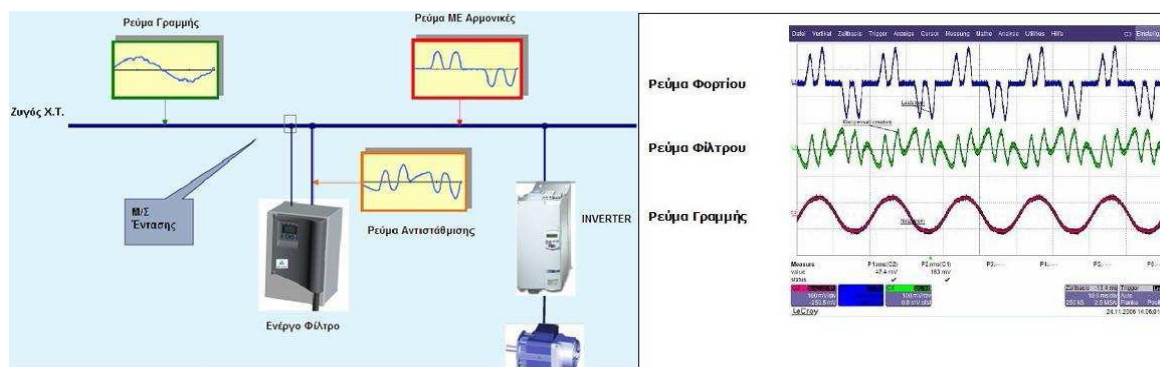
B. Συνέπειες από την δημιουργία των αρμονικών

Συνέπεια των αρμονικών είναι να προκαλούνται προβλήματα, τα οποία είναι ποικίλα & πολυσύνθετα. Αυτά εν συντομία συνοψίζονται στα εξής:

1. Οι μετασχηματιστές και ο εξοπλισμός κίνησης υπερθερμαίνονται λόγω της επιπρόσθετης φόρτισης που υφίστανται. Επίσης, καταπονούνται μηχανικά με αποτέλεσμα να υπάρχουν σε αυξημένο βαθμό δονήσεις και θόρυβος κατά τη λειτουργία τους.
 2. Ο ουδέτερος αγωγός υπερφορτίζεται, καθώς το διανυσματικό άθροισμα των ρευμάτων που τον διαρρέουν δεν είναι πλέον ίσο με μηδέν (περίπτωση συμμετρικών φορτίων). Τα ρεύματα των διαφόρων συχνοτήτων προστίθενται και αποτελούν υπολογίσιμη ποσότητα, ενώ οι τιμές τάσης μεταξύ ουδετέρου – γης είναι μη αποδεκτές. Αποτέλεσμα αυτού είναι το ρεύμα του ουδετέρου να μην είναι εντός των αποδεκτών ορίων τις περισσότερες φορές.
 3. Υπάρχουσες διατάξεις πυκνωτών κινδυνεύουν να καταστραφούν, σε περιπτώσεις όπου ο κλάδος στον οποίο συνδέονται, εμφανίζει ίδια συχνότητα με κάποιες από τις αρμονικές που υπάρχουν στο δίκτυο. Στην περίπτωση αυτή, η σύνθετη αντίσταση του συγκεκριμένου κλάδου ελαχιστοποιείται με αποτέλεσμα να αυξάνει κατά πολύ το ρεύμα που τον διαρρέει. Έτσι το πλάτος των αρμονικών αυξάνεται (ηλεκτρική ταλάντωση), αυξάνεται η ενεργός τάση και ένταση, οι πυκνωτές υπερθερμαίνονται και ενδέχεται είτε να καταστραφεί το διηλεκτρικό τους υλικό είτε να λιώσουν οι ασφάλειες τους με αποτέλεσμα τη θέση τους εκτός λειτουργίας.
 4. Τα μέσα ζεύξης & προστασίας φθείρονται και είναι πιθανό να λειτουργήσουν ανεπιθύμητα, ιδιαίτερα αν η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται σε θερμικά μοντέλα ή για τον υπολογισμό της ενεργούς τιμής της έντασης χρησιμοποιείται το πλάτος της κυματομορφής της, το οποίο είναι στην περίπτωση αυτή παραμορφωμένο.
 5. Η λειτουργία του ηλεκτρονικού εξοπλισμού και των γεννητριών καθίσταται αναξιόπιστη.
 6. Σημειώνονται λανθασμένες καταγραφές ηλεκτρικών μεγεθών από τις μετρητικές διατάξεις.
 7. Μειώνεται η εφεδρεία της ηλεκτρικής εγκατάστασης, καθώς τα ρεύματα που διαρρέουν τα καλώδια και τους ηλεκτρικούς πίνακες, είναι σημαντικά μεγαλύτερα λόγω των αρμονικών.
- Όλα τα παραπάνω οδηγούν σε επιβάρυνση της ηλεκτρικής εγκατάστασης η οποία ισοδυναμεί με οικονομικό κόστος που προκύπτει από την:
- i. μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας άρα την πληρωμή υψηλότερων λογαριασμών
 - ii. αδικαιολόγητα σταματήματα στην παραγωγή – χαμένοι χρόνοι – πρόσθετο κόστος

- iii. ταχύτερη φθορά του εξοπλισμού η οποία έχει ως αποτέλεσμα επιπρόσθετες επενδύσεις με συνέπεια υψηλότερο κόστος συντήρησης και επισκευών
- iv. μειωμένη ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος ή της παρεχόμενης υπηρεσίας.

Τα ενεργά φίλτρα που χρησιμοποιούμε είναι διατάξεις ηλεκτρονικών ισχύος που παράγουν και διοχετεύουν στο δίκτυο το αντίθετο ρεύμα αρμονικών από αυτό που δημιουργούν οι πηγές αρμονικών του δικτύου. Σχηματικά αυτό φαίνεται στις εικόνες που ακολουθούν. Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου ο ΜΗ αντισταθμισμένος συντελεστής ισχύος είναι κοντά στη μονάδα και επομένως δεν απαιτείται τόσο αντιστάθμιση αέργου ισχύος όσο η μείωση της Ολικής Αρμονικής Παραμόρφωσης (THD %).



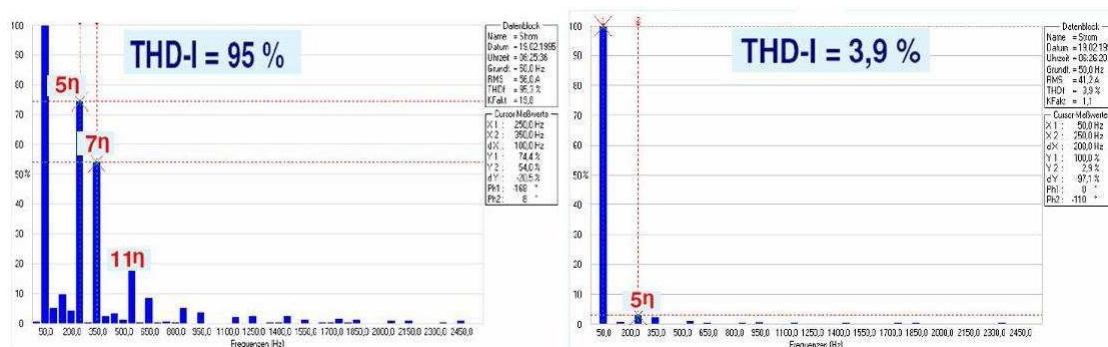
Εικόνα 6. Σχηματική απεικόνιση της αρχής λειτουργίας ενός ενεργού φίλτρου

Είναι ιδιαίτερα ακριβές λύσεις και γι' αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου ισχύουν αρκετές ή όλες από τις παρακάτω συνθήκες σε μια εγκατάσταση:

- Υπάρχει μεγάλο περιεχόμενο σε ΜΗ γραμμικά φορτία
- Οι απαιτήσεις για καλή ποιότητα τάσης και ρεύματος είναι ιδιαίτερα αυξημένες (THD V % < 3).
- Υπάρχει δυναμική Μεταβολή της Ολικής Αρμονικής Παραμόρφωσης.
- Υπάρχουν ταχέως μεταβαλλόμενα ΜΗ γραμμικά φορτία (π.χ. Νοσοκομεία, ακτίνες X κλπ.) και ευαίσθητος ηλεκτρονικός Εξοπλισμός.

Το βασικότερο πλεονέκτημα των ενεργών φίλτρων είναι ότι πετυχαίνουν ολοκληρωτική αποκοπή των αρμονικών που εμφανίζονται στο δίκτυο μειώνοντας σχεδόν 100% την Ολική Αρμονική Παραμόρφωση. Επιπλέον, είναι εύκολα στην εγκατάσταση αφού δεν πιάνουν ιδιαίτερο χώρο. Ακόμη δεν υπερφορτίζονται, ενώ η δυναμική αλλαγή στην Ολική Αρμονική Παραμόρφωση του δικτύου δεν επηρεάζει τη λειτουργία τους, αφού παράγουν και διοχετεύουν στο δίκτυο το αντίθετο ρεύμα από αυτό των αρμονικών την κάθε χρονική στιγμή.

Η εικόνα που ακολουθεί είναι αρκετά διαφωτιστική τόσο όσον αφορά τον τρόπο λειτουργίας όσο και την αποτελεσματικότητα ενός ενεργού φίλτρου.



Στην εικόνα αριστερά, δίνεται η Ολική Αρμονική Παραμόρφωση που προκαλείται στο ρεύμα γραμμής από έναν Inverter συνδεδεμένο με έναν Ασύγχρονο Τριφασικό Κινητήρα. Ο κινητήρας είναι ονομαστικής ισχύος 45 kW και είναι φορτισμένος στα 30 kW. Στα δεξιά της εικόνας δίνεται η νέα Ολική Αρμονική Παραμόρφωση που προκύπτει έπειτα από την εγκατάσταση ενός ενεργού φίλτρου και η οποία είναι εμφανώς μικρότερη και εντός των ορίων που θέτουν οι κανονισμοί.