

Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια με συστήματα VSD

Εύα Παρασκευαδάκη
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Σε κάθε βιομηχανία υπάρχουν διαδικασίες που χρειάζονται κάποιου τύπου ρύθμιση για να διεξαχθούν κανονικά και με τη βέλτιστη απόδοση. Τέτοιες ρυθμίσεις συνήθως πραγματοποιούνται με τη χρήση συστημάτων οδήγησης μεταβλητής ταχύτητας (συστήματα VSD – **V**ariable **S**peed **D**rive). Η βασική ιδέα πίσω από αυτά τα συστήματα είναι η δημιουργία ενός εξοπλισμού που ελέγχει την ταχύτητα της μηχανής. Τα συγκεκριμένα συστήματα αποτελούν σημαντικό μέρος του αυτοματισμού, αφού βελτιστοποιούν τη διαδικασία, μειώνοντας το κόστος παραγωγής και την κατανάλωση ενέργειας.

I. Γενικά

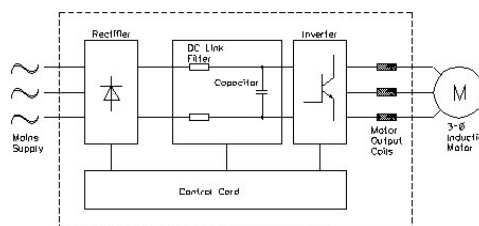
Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, τα συστήματα VSD βρίσκουν όλο και περισσότερα πεδία εφαρμογής. Ο έλεγχος είναι επιθυμητός εκτός των άλλων, και στα συστήματα εξαερισμού και άντλησης, όπου οι παράμετροι διαφοροποιούνται συνεχώς και η ταχύτητα της μηχανής, που ευθύνεται για τη λειτουργία αυτών των συστημάτων, θα πρέπει να τις ακολουθήσει. Το γεγονός αυτό εντάσσει τα VSD στα κτήρια ως μέρος των συστημάτων εξαερισμού και κλιματισμού.

II. Από τι αποτελείται ένα σύστημα VSD?

Ένα σύνηθες σύστημα VSD αποτελείται από τρία συστατικά μέρη:

- Την ηλεκτρική μηχανή (κινητήρας),
- Τον μετατροπέα ισχύος και
- Το σύστημα ελέγχου.

Η ηλεκτρική μηχανή είναι συνδεδεμένη με το φορτίο. Ο μετατροπέας ισχύος ελέγχει τη ροή ισχύος από την AC τροφοδοσία (συνήθως μέσω μετασχηματιστή) προς τη μηχανή, ρυθμίζοντας κατάλληλα τη λειτουργία των ημιαγωγικών διακοπών του μετατροπέα.



Αρχικά ανορθώνεται η AC τάση και στη συνέχεια δημιουργείται μια κυματομορφή τάσης με μεταβλητό πλάτος και συχνότητα. Με την τεχνική PWM (**P**ulse **W**idth **M**odulation) ρυθμίζεται το μέτρο και η συχνότητα της τάσης σύμφωνα με κάποιες τιμές αναφοράς. Κατ' αυτόν τον τρόπο ρυθμίζεται η ταχύτητα της μηχανής ανάλογα με τις απαιτήσεις του φορτίου.

III. Γιατί είναι χρήσιμο?

Τα συστήματα VSD έχουν γίνει πολύ δημοφιλή τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω των δυνατοτήτων που προσφέρουν.

Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα των συστημάτων VSD είναι η εξοικονόμηση ενέργειας που πραγματοποιείται μέσω του κατάλληλου ελέγχου της εκτελούμενης διαδικασίας. Αυτή πραγματοποιείται με δύο τρόπους: 1) άμεσα,

καταναλώνοντας λιγότερη ενέργεια και 2) έμμεσα, βελτιώνοντας την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Άμεση εξοικονόμηση ενέργειας συμβαίνει σε φορτία, όπως αντλίες και ανεμιστήρες, τα οποία συνήθως λειτουργούν σε σταθερές ταχύτητες. Κυρίως μηχανικά μέρη, όπως αυτόματες βαλβίδες, χρησιμοποιούνται για να μεταβάλλουν τη ροή στις αντλίες. Με το σύστημα VSD, η ταχύτητα του κινητήρα ελέγχεται ηλεκτρονικά ώστε να επιτευχθεί η κατάλληλη ροή. Έτσι εξομαλύνεται η διαδικασία και δεν καταναλώνεται περισσότερη ενέργεια από όση χρειάζεται για την άντληση.

Επιπλέον η μηχανή που ελέγχεται από το VSD ξεκινά ομαλά, αποφεύγοντας το μεγάλο ρεύμα εκκίνησης με χαμηλό συντελεστή ισχύος. Αυτό οδηγεί στην μικρότερη καταπόνηση που αυξάνει το χρόνο ζωής της μηχανής.

IV. Εφαρμογές στα κτήρια

Σήμερα τα περισσότερα συστήματα εξαερισμού, που χρησιμοποιούνται ευρέως, λειτουργούν με σταθερή ροή αέρα, η οποία έχει επιλεγεί για το μέγιστο φορτίο, ή ρυθμίζοντας τη ροή με μηχανικά μέσα όπως αεροφράκτες (dampers). Το μέγιστο όμως συμβαίνει σπάνια και ο μηχανικός περιορισμός, παρόλο που ελέγχει τη ροή, προκαλεί απώλειες ενέργειας. Έτσι το σύστημα λειτουργεί καταναλώνοντας περισσότερη ενέργεια από όση χρειάζεται. Αυτό το καθιστά δαπανηρότερο, επιρρεπές σε διαταραχές, λιγότερο αποδοτικό και ευέλικτο, απαιτώντας έτσι περισσότερη συντήρηση. Οι απώλειες ενέργειας γίνονται σημαντικές αν ληφθεί υπόψη η συνεχής λειτουργία των συστημάτων εξαερισμού σε μεγάλα κτήρια γραφείων.

Η ευελιξία των συστημάτων VSD μπορεί να συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια, μέσω του αποτελεσματικότερου εξαερισμού. Με αυτόν τον τρόπο, η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μειωθεί δραματικά. Η εξοικονόμηση τείνει να είναι μεγαλύτερη στα εμπορικά κτήρια απ' ό,τι στα οικιακά, αφού τα εμπορικά κτήρια επηρεάζονται περισσότερο από τις εξωτερικές μετακινήσεις του αέρα λόγω του μεγέθους τους.

Ένα στεγανό κτήριο είναι αποδοτικότερο ενεργειακά, με την προϋπόθεση ότι ο εξαερισμός είναι αποτελεσματικός ώστε να ανανεώνεται ο αέρας και να μην δημιουργείται υγρασία. Τα συστήματα εξαερισμού με οδήγηση μεταβλητής ταχύτητας είναι ο καλύτερος τρόπος να επιτευχθούν τα παραπάνω.

Το σύστημα VSD ελέγχει τη ροή της ισχύος από την κύρια παροχή στη μηχανή, ώστε η ταχύτητα της μηχανής να ρυθμίζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις του χώρου που καλύπτει το σύστημα. Καθώς η ταχύτητα του ανεμιστήρα μειώνεται, η ροή αέρα μειώνεται ανάλογα, αλλά η καταναλισκόμενη ενέργεια μειώνεται θεωρητικά με τον κύβο της ταχύτητας (speed³). Η δυναμική αυτή μπορεί να αποφέρει μεγάλο κέρδος από την εξοικονόμηση ενέργειας και καλύτερη ποιότητα εξαερισμού στα κτήρια με τέτοια συστήματα.

Ο έλεγχος των κύριων μονάδων διαχείρισης του αέρα με βάση την συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), είναι μια μέθοδος με πολλά πλεονεκτήματα, ιδιαίτερα για χώρους με μεταβαλλόμενη ή διακοπτόμενη χρήση. Εφαρμογές τέτοιου είδους περιλαμβάνουν αίθουσες συνεδριάσεων και διαλέξεων, θέατρα, αίθουσες αναμονής και χώρους γραφείων.

Η ποσότητα CO₂ που βρίσκεται στον αέρα ενός κτηρίου μπορεί να περιγράψει το πόσο καλά αερίζεται ο χώρος. Εγκαθιστώντας λοιπόν αισθητήρες CO₂ στους διάφορους χώρους ενός κτηρίου και συνδέοντας τους με το σύστημα ελέγχου του VSD της κύριας μονάδας διαχείρισης αέρα, μπορεί να γίνει αποτελεσματικός έλεγχος της μηχανής του ανεμιστήρα.

Οι αισθητήρες αερίων έχουν πλέον τέτοιο σχεδιασμό ώστε να εγγυάται η αποτελεσματική και σε βάθος χρόνου λειτουργία τους, χωρίς μεγάλη οικονομική επιβάρυνση. Για το λόγο αυτό διεισδύουν με ταχύ ρυθμό στις εφαρμογές για την διαχείριση του αέρα στα κτήρια.

Επιπλέον, αισθητήρες πίεσης μπορούν να τοποθετηθούν για τον έλεγχο της πίεσης του αέρα μέσα στους αγωγούς, ώστε να μην επιβάλλεται μείωση της ροής του αέρα και της πίεσης με μηχανικά μέσα, που καθιστούν το σύστημα μη αποδοτικό ενεργειακά.

Σε κλειστούς χώρους στάθμευσης έχουν εγκατασταθεί συστήματα διαχείρισης του αέρα (εξαερισμού και κλιματισμού), με ανιχνευτές μονοξειδίου του άνθρακα, εξοικονομώντας ενέργεια και βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα. Το σύστημα ελέγχου της ταχύτητας του ανεμιστήρα δέχεται είσοδο από τους αισθητήρες και παίρνει τις κατάλληλες αποφάσεις. Όταν δεν υπάρχει μεγάλη κινητικότητα στον χώρο οι αισθητήρες αντιλαμβάνονται χαμηλά επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα και ρυθμίζουν τους ανεμιστήρες να λειτουργούν σε χαμηλή ταχύτητα. Σε ώρες αιχμής,

αμέσως η ταχύτητα αυξάνεται ώστε να αντικατασταθεί ο μολυσμένος αέρας με καθαρό.

Αντίστοιχη απόδοση έχουν τα συστήματα στον εξαερισμό και κλιματισμό των κουζινών εστιατορίων, όπου θα πρέπει η θερμοκρασία του αέρα να προσαρμόζεται στη λειτουργία του χώρου και ο αέρας από την κουζίνα να μην διοχετεύεται προς τις άλλες αίθουσες.

Υπάρχουν λύσεις για κάθε μεγάλο χώρο, όπως νοσοκομεία, γραφεία εταιρειών, εργοστάσια κλπ, ώστε τα συστήματα διαχείρισης του αέρα να γίνουν πιο αποδοτικά χρησιμοποιώντας VSD.

V. Επικοινωνία στα συστήματα VSD

Τα συστήματα οδήγησης είναι ισχυρά, ενεργειακά οικονομικά, εύκολα στην εγκατάσταση και δεν απαιτούν συχνή συντήρηση. Έχουν επίσης την ικανότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους, καθώς και με άλλες συσκευές σε ένα δίκτυο επικοινωνίας.

Η χρήση ψηφιακής επικοινωνίας υψηλών ταχυτήτων (Fieldbus) στην δημιουργία συστημάτων αυτοματισμού για έλεγχο σε πραγματικό χρόνο ή μόνο για τη συλλογή δεδομένων, αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς.

Το Fieldbus είναι ένα σύστημα ψηφιακής επικοινωνίας που επιτρέπει στο σύστημα ελέγχου να ανταλλάσσει πληροφορίες με απομακρυσμένους αισθητήρες, drives κλπ, χρησιμοποιώντας μόνο έναν σύνδεσμο επικοινωνίας. Τα πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρει είναι το μειωμένο κόστος εγκατάστασης, καλωδίωσης και συντήρησης, η αξιοπιστία και η ασφάλεια.

Στο Fieldbus μπορεί να συνδεθεί πολύ μεγάλος αριθμός μετατροπέων και αισθητήρων, ενσωματώνοντας τους στο γενικό σύστημα διαχείρισης του κτηρίου (Building Management System – BMS). Έτσι δίνεται η δυνατότητα στον σχεδιαστή του συστήματος να αξιοποιήσει όλες τις δυνατότητες του μετατροπέα, προσαρμόζοντας τις επιθυμητές συνθήκες με μεγάλη ακρίβεια.

Πολλοί μετατροπέες που υποστηρίζουν λειτουργία σε Fieldbus έχουν interface για κάποιο από τα γνωστά πρωτόκολλα (CANopen, ControlNet, DeviceNet, Interbus, LonWorks, Modbus, κ.ά.).

VI. Και κάποια μειονεκτήματα...

Η χρήση των VSD έχει και μερικές δυσάρεστες επιπτώσεις, οι οποίες ελέγχονται ικανοποιητικά με τον κατάλληλο σχεδιασμό.

Η αύξηση του ακουστικού θορύβου της μηχανής προέρχεται από τις μη ημιτονοειδείς κυματομορφές

τάσης και ρεύματος που παράγονται από τον μετατροπέα. Οι ατέλειες αυτές προκαλούν δόνηση στα εσωτερικά τμήματα της μηχανής. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα με την οποία ανοιγοκλείνουν οι διακόπτες του αντιστροφέα, τόσο πιο ημιτονοειδής γίνεται η κυματομορφή εξόδου που εφαρμόζεται στη μηχανή. Το φαινόμενο του ακουστικού θορύβου μειώνεται τοποθετώντας ένα LC φίλτρο μεταξύ του VSD και της μηχανής, ώστε να αποκοπούν οι αρμονικές συνιστώσες υψηλών συχνοτήτων από την κυματομορφή της τάσης. Οι σύγχρονοι αντιστροφείς, που χρησιμοποιούν την μέθοδο PWM, λειτουργούν σε υψηλές διακοπτικές συχνότητες μειώνοντας επιπλέον τον θόρυβο.

Σε μεγάλους μετατροπέες η διακοπτική συχνότητα δεν μπορεί να πάρει αρκετά μεγάλες τιμές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η τάση εξόδου να περιέχει σχετικά μεγάλης τιμής αρμονικές συνιστώσες χαμηλών συχνοτήτων (5^η, 7^η, 11^η και 13^η). Οι αρμονικές αυτές, μεταφέρονται στο ρεύμα και προκαλούν υπερθέρμανση της μηχανής. Το πρόβλημα αυτό δεν εμφανίζεται στους PWM - VSI (voltage source inverter) μετατροπέες.

Τέλος, όπου συνδέονται μη γραμμικά φορτία (όπως τα VSDs), προκαλείται έγχυση αρμονικών στο δίκτυο AC, κάτι το οποίο μπορεί να δημιουργήσει αρκετά προβλήματα στην ομαλή λειτουργία του. Σε κάθε εφαρμογή αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από το σχεδιαστή του συστήματος και να γίνουν οι κατάλληλες ρυθμίσεις ώστε να πληρούνται οι αντίστοιχες προδιαγραφές.

VII. Τα συστήματα VSD στις κατοικίες

Τα συστήματα VSD διεισδύουν ολοένα και περισσότερο στην καθημερινότητα του καταναλωτή ενέργειας. Ξεκινώντας από τις βιομηχανικές εφαρμογές καταλήγουμε σήμερα στην εξοικονόμηση ενέργειας και την βελτίωση των συστημάτων εξαερισμού και κλιματισμού σε μεγάλα εμπορικά κτήρια. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την αναζήτηση για πιο αποδοτικά συστήματα, όσον αφορά την καταναλισκόμενη ενέργεια και το κόστος, δεν θα προκαλούσε έκπληξη η καθιέρωση των συστημάτων VSD και σε οικιακές εφαρμογές.