

Βελτιώνοντας την απόδοση των συστημάτων οδήγησης ανεμιστήρων και αντλιών

Οδηγώντας ανεμιστήρες και αντλίες

Όλες οι σύγχρονες βιομηχανίες έχουν σε μεγάλο ποσοστό εφαρμογές στις οποίες απαιτείται η χρήση ανεμιστήρων ή/και αντλιών (χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι ανεμιστήρες ακόφιλτρων και καυσαερίων σε βιομηχανίες τσιμέντου και μετάλλου, ανεμιστήρες κυκλοφορίας αέρα σε τούνελ, αντλιοστάσια κ.ο.κ.).

Η ιδιαιτερότητα που παρουσιάζουν τα φορτία ανεμιστήρων και αντλιών έγκειται στο είδος της χαρακτηριστικής καμπύλης Απαιτούμενης Ισχύος/Ταχύτητας. Συγκεκριμένα, ο λόγος της ισχύος P_1 που απαιτείται σε συγκεκριμένες στροφές n_1 προς την ισχύ P_2 που απαιτείται σε συγκεκριμένες στροφές n_2 ακολουθεί το νόμο του κύβου. Ισχύει, δηλαδή, ότι:

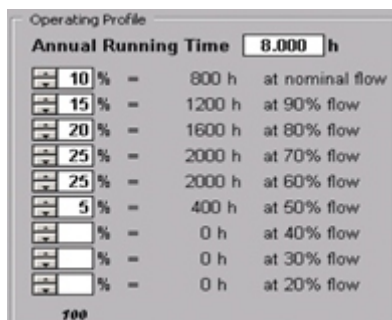
$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3$$

Εύκολα καταλαβαίνουμε, λοιπόν, ότι μία αντλία ή ένας ανεμιστήρας που λειτουργεί στη μισή ταχύτητα καταναλώνει μόλις το ένα όγδοο ($1/8$) της ενέργειας που θα καταναλώνει αν λειτουργούσε σε πλήρη ταχύτητα. Δεδομένου, λοιπόν, ότι μία μικρή μείωση στην ταχύτητα μπορεί να κάνει μεγάλη διαφορά στην κατανάλωση ενέργειας, και ότι οι περισσότερες αντλίες ή ανεμιστήρες λειτουργούν με μειωμένη ταχύτητα για μεγάλο χρονικό διάστημα, η χρήση μετατροπών συχνότητας μπορεί να οδηγήσει σε τεράστια εξοικονόμηση, καθιστώντας τον έλεγχο της ταχύτητας ενός κινητήρα με χρήση μετατροπών συχνότητας μακράν την καλύτερη μέθοδο (εικ. 1).



Εικόνα 1. Τα συστήματα μεταβαλλόμενης ταχύτητας (μετατροπείς συχνότητας - Variable-speed drives) αποτελούν την αποτελεσματικότερη μέθοδο ελέγχου της ταχύτητας ενός κινητήρα, με αποτέλεσμα να συνεισφέρουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Παρ' όλα αυτά, ένα μεγάλο μέρος του ελέγχου γίνεται ακόμα με ειδικές βαλβίδες ρύθμισης ροής σε συστήματα αντλίας ή αεροφράκτες (dampers) σε εφαρμογές ανεμιστήρων, ενώ οι απαιτήσεις για περιστρεφόμενα μηχανήματα ικανοποιούνται από κιβώτια ταχυτήτων (gear boxes) ή από συστήματα οδήγησης με ιμάντες (belt drives). Ο έλεγχος ταχύτητας με συστήματα οδήγησης με ιμάντες, κιβώτια ταχυτήτων και υδραυλικές ζεύξεις δεν προσφέρουν στη βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων, αντίθετα, καθένα τον μειώνει, σε διαφορετικό βαθμό.



Στα γραφήματα που ακολουθούν, φαίνονται συγκριτικά παραδείγματα συστημάτων οδήγησης ανεμιστήρων και αντλιών. Η σύγκριση γίνεται ανάμεσα σε έλεγχο με μετατροπείς συχνότητας και παραδοσιακούς τρόπους ελέγχου. Τα δεδομένα της σύγκρισης αφορούν 8000 ώρες λειτουργίας ανά έτος (βλ. εικ. 2) και λειτουργία σε μεταβλητές στροφές, για διάφορες ισχύεις και στοιχεία κινητήρων που δίνονται στον πίνακα 1.

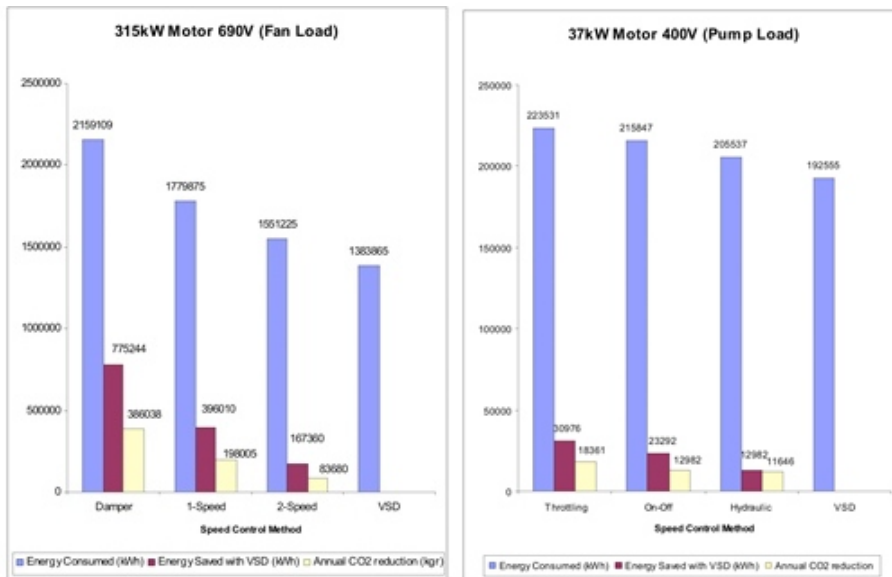
Εικόνα 2. Προφίλ ετήσιας λειτουργίας

Ισχύς	Τάση τροφοδοσίας	Απόδοση κινητήρα	Μέση απόδοση μετατροπέα συχνότητας
37 kW	400 V	92,8%	97%
315 kW	690 V	96,3%	97%

Πίνακας 1. Στοιχεία κινητήρων γραφημάτων

Τα παρακάτω αποτελέσματα είναι ενδεικτικά και αφορούν συγκεκριμένες εφαρμογές και απαιτήσεις. Μας βοηθούν, όμως, να κατανοήσουμε ότι η οδήγηση ανεμιστήρων και αντλιών με μετατροπείς συχνότητας βοηθά πολύ στην εξοικονόμηση μεγάλων ποσών ενέργειας, που σε διαφορετική περίπτωση θα επιβάρυναν κοστολογικά την εφαρμογή.

Η ρύθμιση της ταχύτητας του κινητήρα έχει και το πρόσθετο πλεονέκτημα ότι μπορεί να βοηθήσει εύκολα στην αύξηση της παραγωγής χωρίς επιπλέον κόστος επένδυσης, καθώς μία άνοδος της ταχύτητας από 5 έως 20% δεν αποτελεί πρόβλημα για ένα σύστημα κίνησης μεταβαλλόμενης ταχύτητας (variable speed drive system). Ταιριάζοντας την απόδοση του κινητήρα με τις ανάγκες της διεργασίας, τα συστήματα κίνησης μεταβαλλόμενης ταχύτητας μπορούν να είναι πολύ οικονομικά, συγκρινόμενα με τη σπάταλη / ενεργοβόρα χρήση των κινητήρων σε πλήρη ταχύτητα και περιορισμό της αποδιδόμενης ισχύος τους. Σε ιδανικές συνθήκες, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ενέργεια με διακριτή ακρίβεια, μόνο όπου και όποτε χρειάζεται, χωρίς να έχουμε σπατάλη.



Γράφημα 1. Σύγκριση λειτουργίας ανεμιστήρα και αντλίας με μετατροπέα συχνότητας (VSD) και παραδοσιακών τρόπων ελέγχου στροφών για κινητήρες 315 kW και 37 kW χαμηλής τάσης αντίστοιχα.



Εικόνα 3. Σε εφαρμογές αντλίας / ανεμιστήρα τα συστήματα μεταβαλλόμενης ταχύτητας συνεισφέρουν στη μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας, η οποία με τη σειρά της επηρεάζει το περιβάλλον.

Αν αντικαταστήσουμε ένα μέσο κινητήρα και μετατροπέα συχνότητας της δεκαετίας του 1980 με ένα μετατροπέα συχνότητας ABB και έναν κινητήρα υψηλής απόδοσης ABB, ο χρόνος απόσβεσης του κόστους αγοράς, μόνο εξαιτίας της μικρότερης κατανάλωσης ενέργειας, είναι μερικοί μήνες, εξαρτώμενα πάντα από τις συνολικές ώρες λειτουργίας του συστήματος σε ένα χρόνο και το κόστος της ενέργειας. Επίσης, σε περίπτωση που ένας κινητήρας 11 kW αντικατασταθεί, οι ετήσιες εκπομπές σε CO₂ μειώνονται κατά 6 τόνους. Για το λόγο αυτό, η ABB για ισχύς άνω των 11 kW παρέχει κινητήρες μόνο στην καλύτερη κατηγορία απόδοσης, όπως αυτή καθορίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Παρά τα προφανή πλεονεκτήματα της εξοικονόμησης ενέργειας, το 97% των κινητήρων που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές κάτω των 2,2 kW δεν έχουν καν κάποιο είδος ελέγχου και ισοδυναμούν με ένα πλήθος βιομηχανικών κινητήρων που πωλούνται ετησίως ο οποίος ανέρχεται, περίπου, στα 37 εκατομμύρια σε παγκόσμια κλίμακα.

Η νέα γενιά των συστημάτων κίνησης είναι μικρότερη σε μέγεθος οπότε μπορεί να είναι εφικτή η εγκατάστασή τους σε μέρη όπου ο περιορισμένος χώρος αποτελούσε περιοριστικό παράγοντα στο παρελθόν. Επίσης, είναι ενεργειακά πιο αποδοτική από τους προκατόχους της.

Οι μετατροπείς συχνότητας γίνονται, επίσης, όχι μόνο μικρότεροι σε μέγεθος, αλλά και η κατασκευή τους απαιτεί λιγότερη ενέργεια, με μικρότερες πλακέτες ηλεκτρονικών και περιβλήματα που κατασκευάζονται από ανακυκλούμενο πλαστικό.

Το επόμενο βήμα - αποδοτικότητα κινητήρα

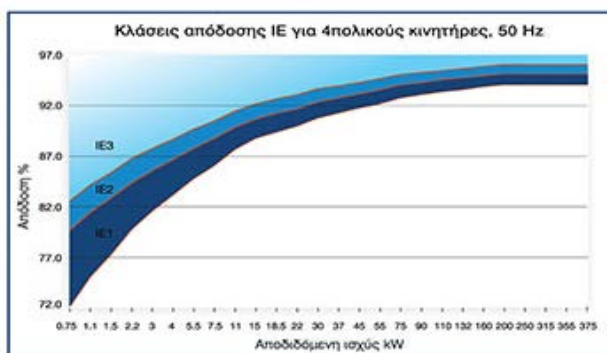
Η επόμενη μεγάλη στρατηγική κίνηση αναφορικά με την εξοικονόμηση ενέργειας είναι να γίνουν οι κινητήρες πιο αποδοτικοί και να δοθούν κίνητρα στις βιομηχανίες για να τους χρησιμοποιούν.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση συνεχίζει την πολιτική περί ενεργειακής απόδοσης κάτω από το υποπρόγραμμα EIE SAVE το οποίο εστιάζει σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και κτίρια, ειδικά σε εκείνες τις περιπτώσεις όπου παίζουν σημαντικό ρόλο ενεργοβόρες διεργασίες. Αυτό περιλαμβάνει εθελοντικές συμφωνίες και κλάδους της βιομηχανίας για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO₂.

Έτσι το 2010 εκπονήθηκε ο νέος Ευρωπαϊκός Κανονισμός EU MEPS (European Union Minimum Energy Performance Standard) που καλύπτει σχεδόν όλους τους 2πολικούς, 4πολικούς και 6πολικούς ηλεκτροκινητήρες μίας ταχύτητας, ισχύος 0,75 έως 375 kW, τάσης ≤ 1000 V και συχνότητας 50 ή 60 Hz, συνεχούς ή περιοδικής λειτουργίας.

Ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός MEPS θέτει υποχρεωτικά όρια για το βαθμό απόδοσης των κινητήρων που χρησιμοποιούνται εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σύμφωνα με αυτόν, μέσα στο χρονοδιάγραμμα εφαρμογής που παρατίθεται, οι κινητήρες θα πρέπει να είναι σύμφωνοι με το πρότυπο IEC 60034-30 (2008) και συγκεκριμένα να έχουν κλάση απόδοσης IE3 ή και IE2, αποκλειστικά και μόνο στην περίπτωση που οι κινητήρες οδηγούνται από ρυθμιστές στροφών.

Η πρώτη φάση τέθηκε σε ισχύ από τις 16 Ιουνίου 2011 και οι κινητήρες θα πρέπει να διαθέτουν κλάση απόδοσης IE2. Στη διάρκεια της δεύτερης φάσης (έναρξη από 1η Ιανουαρίου 2015), οι κινητήρες ονομαστικής ισχύος από 7,5 έως 375 kW θα πρέπει να διαθέτουν κλάση απόδοσης IE3 ή, εφόσον οδηγούνται από ρυθμιστές στροφών, κλάση απόδοσης IE2. Τέλος, η τρίτη φάση (έναρξη ισχύος από 1η Ιανουαρίου 2017) ορίζει πως οι κινητήρες ονομαστικής ισχύος από 0,75 έως 375 kW θα πρέπει να διαθέτουν κλάση απόδοσης IE3 ή, εφόσον οδηγούνται από ρυθμιστές στροφών, κλάση απόδοσης IE2.



Εικόνα 4. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκδόσει κατηγορίες απόδοσης για τους κινητήρες. Υπάρχουν τρία επίπεδα κλάσεων: IE1, IE2 και IE3, που εφαρμόζονται για διπολικούς, τετραπολικούς και εξαπολικούς κινητήρες χαμηλής τάσης από 0,75 έως 375 kW. Σκοπός είναι η παύση της παραγωγής κινητήρων με χαμηλότερα επίπεδα απόδοσης.