

Άσκηση 32

ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ (συνφ) ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Α: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Γενικά

Από την προηγούμενη άσκηση γνωρίσαμε ότι ο συντελεστής ισχύος ενός μονοφασικού καταναλωτή δίνεται από τη σχέση:

$$\text{συνφ} = \frac{\text{πραγματική ισχύς (} W \text{)}}{\text{φαινομενική ισχύς (} W \text{)}} = \frac{P}{P_{\phi}}$$

Γενικά η διαφορά μεταξύ P και P_{ϕ} οφείλεται στη διαφορά φάσεως μεταξύ της τάσεως U στα άκρα του καταναλωτή και της εντάσεως του ηλεκτρικού ρεύματος I που απορροφά αυτός από το δίκτυο. Μπορεί όμως η παραπάνω διαφορά να οφείλεται στη διαφορά της μορφής του κύματος της τάσεως U και του κύματος της εντάσεως I (δέστε μέτρηση της διαφοράς φάσεως με παλμογράφο διπλής δέσμης). Στις πρακτικές εφαρμογές ενδιαφέρει η πρώτη περίπτωση, η διαφορά φάσεως U και I γιατί θεωρούμε πάντοτε τη μορφή των κυμάτων της U και της I ως ημιτονοειδή. Θα πρέπει βέβαια να σημειώσουμε ότι η μορφή του κύματος της εντάσεως του ηλεκτρικού ρεύματος ορισμένων καταναλώσεων αποκλίνει από την ημιτονοειδή μορφή, όπως συμβαίνει στις λάμπες των ανορθωτών υδραργύρου και σε συσκευές στις οποίες πραγματοποιείται ηλεκτρική εκφόρτιση μέσω αραιών αερίων ή μέσω κενού.

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις φωτισμού ή κινήσεως αποτελούνται κυρίως από επαγωγικά φορτία, όπως λαμπτήρες φθορισμού, επαγωγικοί κινητήρες, μετασχηματιστές κ.λπ. και επομένως το συνφ είναι πάντοτε μικρότερο από τη μονάδα. Όσο μικρότερος από τη μονάδα είναι ο συντελεστής ισχύος τόσο μεγαλύτερη είναι η άεργη συνιστώσα της εντάσεως του ηλεκτρικού ρεύματος του καταναλωτή. Η παρουσία υψηλής άεργης συνιστώσας του ηλεκτρικού ρεύματος στο ηλεκτρικό δίκτυο δημιουργεί σοβαρά λειτουργικά προβλήματα στις εγκαταστάσεις της Ηλεκτρικής Εταιρείας (ΔΕΗ), που τροφοδοτεί τους καταναλωτές με ηλεκτρική ενέργεια. Τα προβλήματα αυτά σχετίζονται με τη διατήρηση της απαιτούμενης τάσεως αναχωρήσεως (στον ηλεκτρικό σταθμό παραγωγής) ή της τάσεως αφίξεως (στους καταναλωτές). Επίσης τα μειονεκτήματα του χαμηλού συντελεστή ισχύος των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, επηρεάζουν το κόστος κατασκευής και εγκαταστάσεως των σταθμών παραγωγής, των δικτύων μεταφοράς και διανομής της ΔΕΗ.

Έστω π.χ. ότι ένας μονοφασικός εναλλακτήρας είναι κατασκευασμένος για να αποδίδει στον καταναλωτή πραγματική ισχύ $P=10.000 \text{ W}$ (10kW) με τάση λειτουργίας $U=220\text{V}$. Υποθέτουμε ότι το φορτίο του καταναλωτή είναι ωμικό, $\text{συνφ}=1$. Επομένως η ένταση του ρεύματος που απορροφά ο καταναλωτής θα είναι:

$$I = \frac{P}{U \cdot \text{συνφ}} = \frac{10000\text{W}}{220\text{V} \cdot 1} \approx 45,5\text{A}$$



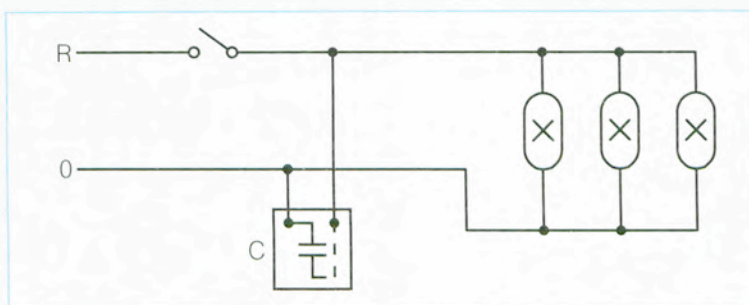
Αν το φορτίο του ίδιου καταναλωτή ήταν επαγωγικό με $\cos\phi=0,6$ θα είχαμε:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{10000W}{220V \cdot 0,6} \cong 75,8A$$

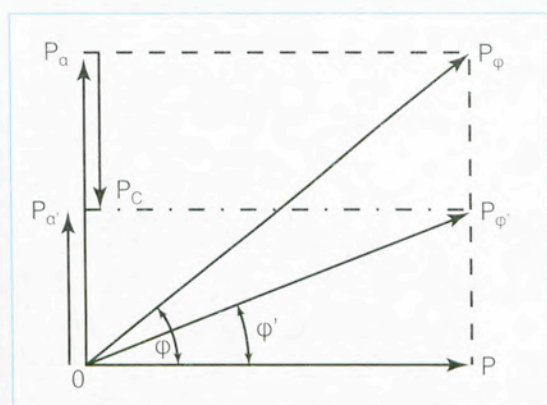
Δηλαδή στη δεύτερη περίπτωση θα πρέπει τα τυλίγματα της γεννήτριας να διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα εντάσεως 66% περίπου μεγαλύτερο από την πρώτη περίπτωση (ωμικό φορτίο). Επόμενο είναι και οι διάφοροι διακόπτες και συσκευές να είναι κατασκευασμένοι για τα 75,8 A. Οι αγωγοί του δικτύου τροφοδοτήσεως του καταναλωτή πρέπει να έχουν μεγαλύτερη διατομή.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι ο συντελεστής ισχύος των διαφόρων καταναλωτών πρέπει να πλησιάζει τη μονάδα (ελάχιστη αποδεκτή τιμή $\cos\phi=0,85$). Αυτό επιτυγχάνεται με τη βελτίωση του χαμηλού συντελεστή ισχύος.

Η βελτίωση του συντελεστή ισχύος μιας μονοφασικής ηλεκτρικής εγκαταστάσεως καταναλωτή με επαγωγική συμπεριφορά πραγματοποιείται με τη σύνδεση κατάλληλου πυκνωτή παράλληλα με αυτή (σχ. 8.14).



(Σχ.8.14)
Σύνδεση πυκνωτή παράλληλα σε κύκλωμα λαμπτήρων φθορισμού.



(Σχ. 8.15)

P, P_ϕ, P_α ισχύεις εγκαταστάσεως χωρίς σύνδεση πυκνωτή.

$P_c = \text{άεργη ισχύς πυκνωτή} = U \cdot I_c$ $P, P_\phi, P_\alpha = \text{ισχύεις εγκαταστάσεως μετά τη σύνδεση του πυκνωτή } \cos\phi' > \cos\phi$.

Οι κατασκευαστές πυκνωτών δίνουν σε πίνακες τα απαραίτητα στοιχεία με τα οποία είναι δυνατή η εκλογή των κατάλληλων πυκνωτών για τη βελτίωση του συντελεστή ισχύος καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας, ανάλογα με τη μορφή και το είδος του φορτίου τους.

Θεωρητικά η βελτίωση του συντελεστή ισχύος ενός επαγωγικού καταναλωτή με σύνδεση πυκνωτή φαίνεται στο (σχήμα 8.15).

Β. ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

α) Απαραίτητα όργανα και συσκευές για την εκτέλεση εργασίας.

Βατόμετρο
Μετρητής άεργης ισχύος (VAR)
Βολτόμερο A.C
Αμπερόμετρο A.C
Διάταξη με σύνθετο φορτίο (επαγωγικό)
Πυκνωτές με κατάλληλες χωρητικότητες

Εκτέλεση εργασίας

- 1.α) Για να μετρήσετε τις ισχύεις (P , P_{ϕ} , P_{α}) και το συντελεστή ισχύος του επαγωγικού καταναλωτή, ο οποίος πρέπει να έχει $\cos\phi < 0,6$ και ο οποίος θα σας δοθεί στο εργαστήριο, ζητήστε να σας δώσουν τα κατάλληλα όργανα.
- 1.β) Συνδεσμολογήστε κατάλληλα τα όργανα με την κατανάλωση και μετρήστε την πραγματική ισχύ P , τη φαινόμενη P_{ϕ} και το συντελεστή ισχύος $\cos\phi$ της καταναλώσεως.
- 1.γ) Πραγματοποιήστε τις παραπάνω μετρήσεις για ένα επαγωγικό καταναλωτή της ίδιας τάσεως λειτουργίας με τον προηγούμενο και της ίδιας πραγματικής ισχύος, αλλά να έχει $\cos\phi > 0,6$.
- 1.δ) Σημειώστε στο τετράδιό σας τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Επαληθεύσετέ τα διανυσματικά και διατυπώστε τις παρατηρήσεις σας.
- 2.α) Προκειμένου να βελτιώσετε το συντελεστή ισχύος του καταναλωτή της ασκήσεως 1 συνδέστε στο κύκλωμά του παράλληλα τον πυκνωτή που θα σας δώσουν στο εργαστήριο.
Προσοχή: Ο πυκνωτής πρέπει να έχει την ίδια τάση λειτουργίας με την τάση του καταναλωτή.
- 2.β) Πραγματοποιήστε τις μετρήσεις για τον προσδιορισμό των P , P_{ϕ} , P_{α} , $\cos\phi$ και P_C , όπως στην άσκηση 1.
- 2.γ) Σημειώστε στο τετράδιό σας τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Επαληθεύσετέ τα διανυσματικά, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της ασκήσεως 1, και διατυπώστε τις παρατηρήσεις σας.