

1. Σκοπός

Σε αυτή την άσκηση υπολογίζεται η απόδοση του λαμπτήρα πυράκτωσης σε διαφορετικές τάσεις λειτουργίας καθώς και η εξάρτηση της έντασης της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από αυτόν με την απόσταση.

2. Θεωρία

2.1 Λαμπτήρας πυράκτωσης

Ο λαμπτήρας πυράκτωσης είναι γνωστή συσκευή παραγωγής φωτός που εφευρέθηκε από τον Αμερικανό Τόμας Έντισον, τον οποίο παρουσίασε για πρώτη φορά στις 31 Δεκεμβρίου του 1879.

Ο λαμπτήρας πυράκτωσης περιλαμβάνει ένα λεπτό μεταλλικό νήμα, από βαρύ, δύστηκτο μέταλλο, συνήθως βολφράμιο, τυλιγμένο σε σπείρες (Σχήμα 1). Αυτό φέρεται από τις άκρες του συγκολλημένο σε δύο παχύτερα σύρματα από όπου εφαρμόζεται η ηλεκτρική τάση η οποία θέτει τα ηλεκτρικά φορτία σε κίνηση η οποία εξαναγκάζει το νήμα να φωτοβολεί από τη θέρμανσή του. Όταν το μήκος του νήματος είναι μεγαλύτερο των 2 cm τότε αυτό συγκρατείται και ενδιάμεσα από μη ηλεκτροφόρα σύρματα σε ακτινική διάταξη. Η κατασκευή αυτή περικλείεται σε γυάλινη σφαιρική ή ελλειπτική φύσιγγα χαμηλής πίεσης αερίου.

Η φύσιγγα αυτή σε λαμπτήρες μικρής ισχύος είναι αερόκενη, ή σε λαμπτήρες μεγάλης ισχύος περιέχει αδρανές αέριο, συνήθως άζωτο. Ο λαμπτήρας μπορεί να διαθέτει βιδωτή επαφή που συνδέεται με τον έναν πόλο και μια επαφή στην βάση που συνδέεται με τον άλλο πόλο. Η όλη διάταξη περιέχεται σε στήριγμα από πορσελάνη ή γυαλί.



Σχήμα 1. Τυπικός λαμπτήρας πυράκτωσης

2.2 Διάρκεια ζωής

Ένας λαμπτήρας πυράκτωσης έχει διάρκεια ζωής περίπου 750 - 1500 ώρες συνεχούς λειτουργίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς του τόσο μικρότερη είναι η ζωή του.

2.3 Αιτίες μείωσης ζωής

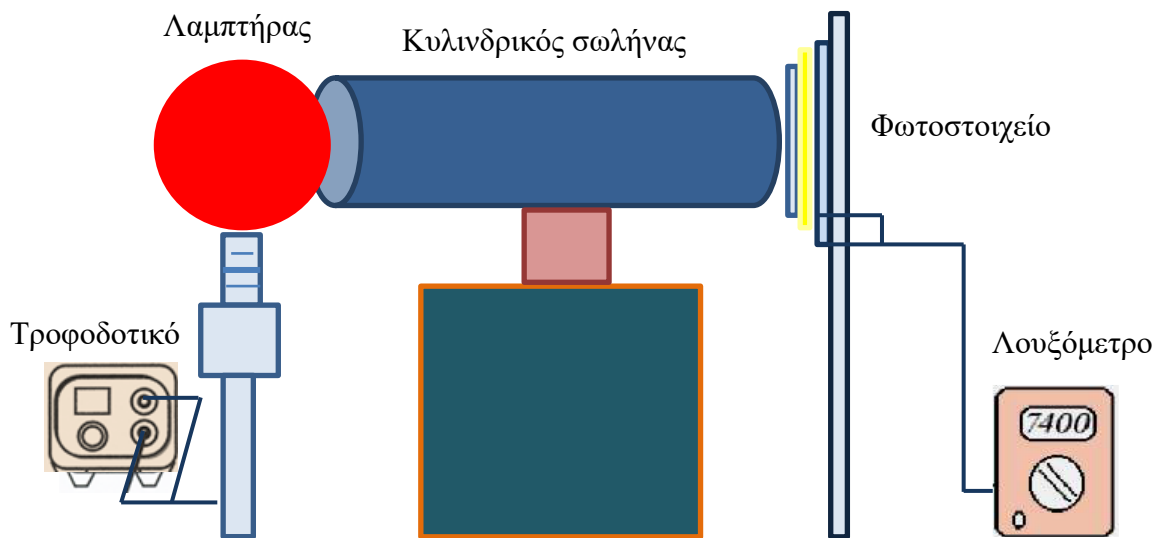
Κύρια αιτία φθοράς και "θανάτου" του λαμπτήρα πυράκτωσης είναι η εξάχνωση του βολφραμίου του νήματος του οποίου προοδευτικά το πάχος μειώνεται μέχρις ότου να αποκοπεί στο σημείο όπου είναι ασθενέστερος. Το βολφράμιο εξαχνούμενο μεταφέρεται και επικάθεται στα ψυχρότερα σημεία της φύσιγγας. Αυτή είναι και η αιτία του μαυρίσματος του λαμπτήρα. Η εξάχνωση αυτή είναι ταυτόχρονα και η αιτία να εμποδίζεται η αύξηση της θερμοκρασίας με απώτερο και κύριο τελικά σκοπό την επιτυχία λευκότερου φωτός αφενός και αφετέρου υψηλότερο βαθμό απόδοσης.

Άλλες σημαντικές αιτίες μείωσης ζωής των λαμπτήρων είναι οι εξής:

1. Αυξήσεις της τάσης: σε αύξηση περίπου του 5%, παρατηρείται ελάττωση ζωής 30%.
2. Ανάμματα των λαμπτήρων: αυτό σημαίνει πως σε 1/10 sec περνάει ρεύμα σχεδόν 12 φορές περισσότερο από το κανονικό. Αυτό συμβαίνει επειδή η αντίσταση που παρουσιάζει το νήμα βολφραμίου είναι περίπου 12 φορές μικρότερη όταν είναι αυτό κρύο σε σχέση με την αντίσταση που παρουσιάζει αυτό όταν είναι ζεστό, δηλαδή σε λειτουργία.

3. Πειραματική διάταξη - Διαδικασία

Στο πείραμα χρησιμοποιείται λαμπτήρας πυράκτωσης 24 V. Ο λαμπτήρας τροφοδοτείται με μεταβλητή εναλλασσόμενη τάση και στο κύκλωμα τοποθετείται βολτόμετρο και αμπερόμετρο ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός της εκάστοτε παρεχόμενης ηλεκτρικής ισχύος $P(W)$ στον λαμπτήρα.



Σχήμα 2. Πειραματική διάταξη υπολογισμού συντελεστή απόδοσης λαμπτήρα πυράκτωσης.

Η φωτεινή ροή του λαμπτήρα μετρίεται άμεσα με φωτόμετρο σε Lux. Μεταξύ του λαμπτήρα και της φωτοευαίσθητης επιφάνειας του φωτόμετρου τοποθετείται κυλινδρικός αδιαφανής σωλήνας ο οποίος εμποδίζει τον φωτισμό του περιβάλλοντος να επηρεάζει τις ενδείξεις του φωτόμετρου (Σχήμα 2).

4. Εργασίες

1. Αναγνωρίζονται τα όργανα που χρησιμοποιούνται στο κύκλωμα. Πραγματοποιείται η συνδεσμολογία του κυκλώματος συνδέοντας σε σειρά το αμπερόμετρο και παράλληλα το βολτόμετρο.
2. Τοποθετείται η φωτοευαίσθητη επιφάνεια του φωτόμετρου κάθετα και σε ορισμένη απόσταση r (π.χ. 10-20 cm) από τον λαμπτήρα. Επιλέγεται η μεγαλύτερη κλίμακα του φωτόμετρου και σημειώνεται η απόσταση r :

$$r = \quad (m)$$

3. Αυξάνοντας την τάση V στα άκρα του λαμπτήρα με το ποτενσιόμετρο του τροφοδοτικού με βήματα του 1 V προσέχοντας να μην ξεπεραστεί η τάση λειτουργίας του λαμπτήρα και

καεί το νήμα του.

4. Για κάθε τιμή της τάσης V αναγράφονται στον πίνακα μετρήσεων 1 τις τιμές του ρεύματος I (mA) και του φωτισμού B (Lux). Λαμβάνονται συνολικά 12 μετρήσεις.

Πίνακας 1

a/a	V (Volt)	I (mA)	Φ_W (Watt)	B (Lux)	$I = Br^2$ (cd)	$\Phi_{ολ} = 4\pi I$ (Lumen)	$K = \Phi_{ολ}/\Phi_W$ (Lumen/Watt)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

5. Από το γινόμενο των V και i υπολογίζονται οι τιμές της κατανάλωσης Φ_W του λαμπτήρα σε Watt. Για την απόσταση r υπολογίζεται η φωτοβολία του λαμπτήρα I και η ολική φωτεινή ροή $\Phi_{ολ}$. Οι τιμές αναγράφονται στον πίνακα μετρήσεων 1.

6. Υπολογίζεται τα πηλικά $K = \Phi_{ολ}/\Phi_W$ (Lumen/Watt) που δίνουν την απόδοση του λαμπτήρα σε διαφορετικές τάσεις λειτουργίας V .

7. Σχεδιάζεται σε χιλιοστομετρικό χαρτί η σχέση $K = f(V)$. Τι συμπέρασμα προκύπτει;

8. Τοποθετείται ο λαμπτήρας στην τάση λειτουργίας του. Πλησιάζεται το φωτοστοιχείο του φωτόμετρου προσέχοντας ώστε η ένδειξή του να μην υπερβαίνει την μέγιστη δυνατή που μπορεί να μετρήσει. Καταγράφεται η ένδειξη B του φωτόμετρου και η απόσταση r του φωτοστοιχείου από το νήμα του λαμπτήρα στον πίνακα μετρήσεων 2.

Πίνακας 2

a/a	B (Lux)	r (m)	r^2 (m ²)	$1/r^2$ (m ⁻²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

9. Σχεδιάζεται σε χιλιοστομετρικό χαρτί η σχέση: $B = f\left(\frac{1}{r^2}\right)$. Τι συμπέρασμα προκύπτει;