

Αναλογικά & Ψηφιακά Κυκλώματα

Διαφάνειες Μαθήματος
Δρ. Μηχ. Μαραβελάκης Εμ.



(α) Δίοδος φωτοεκπομπής (LED, light-emitting diode)

Χρησιμοποιείται ως συσκευή ένδειξης.

Η LED λειτουργεί ορθά πολωμένη και, όταν διαρρέεται από ρεύμα, εκπέμπει φως.

Υλικά κατασκευής: Ga, As, P.

Εκπέμπει κόκκινο (δίοδος TIL221), πράσινο (δίοδος TIL222), κίτρινο, μπλε, πορτοκαλί και υπέρυθρο φως.

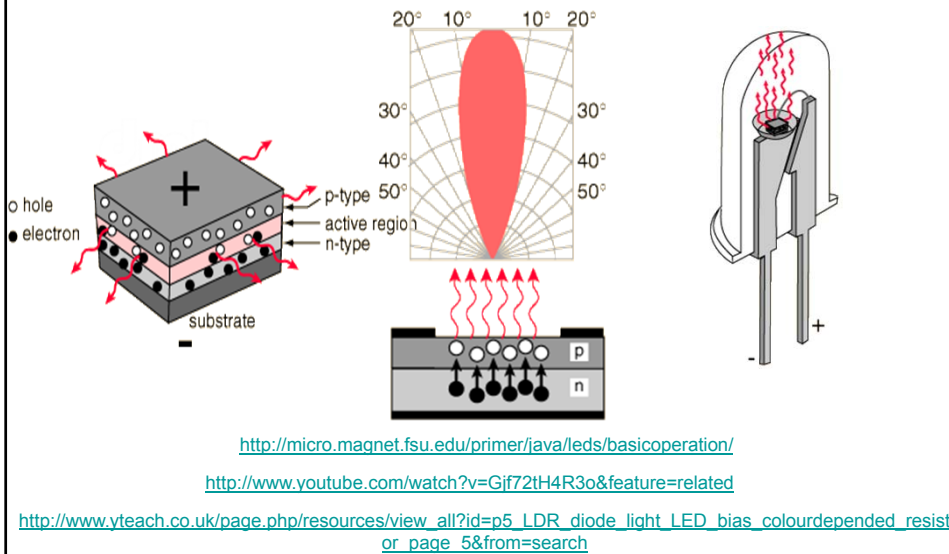
Επειδή μπορεί να δεχτεί μέχρι μία μέγιστη τιμή ρεύματος χωρίς να καταστραφεί, γι' αυτό συνήθως συνδέεται σε σειρά με μία αντίσταση (περιοχή λειτουργίας: 1.5 - 2.2 Volts).

Σε σχέση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, έχει χαμηλή τάση λειτουργίας, μεγάλη διάρκεια ζωής και ταχεία διακοπτική λειτουργία (απόκριση).





Δίοδος LED



Δίοδος LED - Πλεονεκτήματα

- **ΑΠΟΔΟΣΗ:** Τα LED παράγουν περισσότερο φως ανά watt συγκριτικά με της λάμπες πυράκτωσης.
- **ΧΡΩΜΑ:** Τα LED εκπέμπουν φως συγκεκριμένου χρώματος χωρίς την χρήση φίλτρων που απαιτούν οι παραδοσιακοί μέθοδοι φωτισμού. Είναι πιο αποδοτικά και χαμηλώνουν το αρχικό κόστος.
- **ΜΕΓΕΘΟΣ:** Τα LED είναι πολύ μικρά (μικρότερα από 2mm) και μπορούν να τοποθετηθούν σε πινάκες αποτύπωσης.
- **ΧΡΟΝΟΣ ON/OFF:** Τα LED έχουν γρήγορη απόκριση. Μια τυπική κόκκινη LED μπορεί να έρθει σε κατάσταση πλήρους φωτεινότητας σε χρόνο microsecond. Τα LED που χρησιμοποιούνται ως συσκευές επικοινωνίας έχουν ακόμα μικρότερους χρόνους απόκρισης.
- **ΨΥΧΡΟ ΦΩΣ:** Σε αντίθεση με τις κοινές πηγές φωτός, τα LED εκπέμπουν πολύ λίγη θερμότητα σε μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας που μπορεί να προκαλέσει ζημιά σε ευαίσθητα αντικείμενα ή κατασκευές. Η ενέργεια που χάνεται διαχέεται ως θερμότητα μέσω της βάσης του LED.





Δίοδος LED - Πλεονεκτήματα

- **ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ:** Τα LED έχουν μεγάλους χρόνους ζωής. Οι ώρες λειτουργίας τους κυμαίνονται από 35.000 έως 50.000 ώρες, αριθμός τεράστιος συγκριτικά με αυτόν των λαμπτήρων πυράκτωσης που κυμαίνεται από 1.000 έως 2.000 ώρες και των λαμπτήρων φθορισμού που κυμαίνεται από 10.000 έως 15.000 ώρες.
- **ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΡΑΔΑΣΜΟΥΣ:** Τα LED, όντας στοιχεία στερεάς κατάστασης, είναι δύσκολο να υποστούν ζημιά από κραδασμούς όπως συμβαίνει με τις λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού.
- **ΕΣΤΙΑΣΗ:** Τα LED μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να εστιάζουν το φως σε ένα συγκεκριμένο σημείο ή περιοχή. Οι λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού απαιτούν ένα εξωτερικό ανακλαστήρα για να συλλέγει το φως και να το κατευθύνει με ένα χρήσιμο τρόπο.
- **ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ:** Τα LED δεν περιέχουν υδράργυρο όπως οι λάμπες φθορισμού.
- Επιπλέον, τα LEDs αρχίζουν να φθείρονται με τη σταδιακή μείωση της έντασης του φωτός τους, ενώ οι λαμπτήρες πυράκτωσης καίγονται ξαφνικά.



Δίοδος LED

| Color | Wavelength (nm) | Voltage (V) | Semiconductor material |
|-------------|-----------------------|-------------------------------|--|
| Infrared | $\lambda > 760$ | $\Delta V < 1.9$ | Gallium arsenide (GaAs) Aluminium gallium arsenide (AlGaAs) |
| Red | $610 < \lambda < 760$ | $1.63 < \Delta V < 2.03$ | Aluminium gallium arsenide (AlGaAs) Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP) |
| Orange | $590 < \lambda < 610$ | $2.03 < \Delta V < 2.10$ | Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP) |
| Yellow | $570 < \lambda < 590$ | $2.10 < \Delta V < 2.18$ | Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP) |
| Green | $500 < \lambda < 570$ | $1.9^{[47]} < \Delta V < 4.0$ | Indium gallium nitride (InGaN) / Gallium(III) nitride (GaN) Gallium(III) phosphide (GaP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Aluminium gallium phosphide (AlGaP) |
| Blue | $450 < \lambda < 500$ | $2.48 < \Delta V < 3.7$ | Zinc selenide (ZnSe) Indium gallium nitride (InGaN) Silicon carbide (SiC) as substrate Silicon (Si) as substrate — (under development) |
| Violet | $400 < \lambda < 450$ | $2.76 < \Delta V < 4.0$ | Indium gallium nitride (InGaN) |
| Purple | multiple types | $2.48 < \Delta V < 3.7$ | Dual blue/red LEDs, blue with red phosphor, or white with purple plastic |
| Ultraviolet | $\lambda < 400$ | $3.1 < \Delta V < 4.4$ | Diamond (235 nm) ^[48] Boron nitride (215 nm) ^{[49][50]} Aluminium nitride (AlN) (210 nm) ^[51] Aluminium gallium nitride (AlGaN) Aluminium gallium indium nitride (AlGaInN) — (down to 210 nm) ^[52] |
| White | Broad spectrum | $\Delta V = 3.5$ | Blue/UV diode with yellow phosphor |





Οι εφαρμογές των LED μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες:

1. Ορατή απεικόνιση, όπου το φως κατευθύνεται περισσότερο ή λιγότερο στο ανθρώπινο μάτι για να μεταφέρει ένα μήνυμα ή μια έννοια.
2. Φωταγωγή, όπου το φως από τα LED ανακλάται από αντικείμενα για να μπορούν αυτά να είναι ορατά.

Φωτισμός

- Με την εξέλιξη των LED υψηλής απόδοσης και ισχύος έγινε δυνατή η χρήση τους για φωτισμό και φωταγωγή. Τα LED χρησιμοποιούνται στα φώτα των δρόμων ή σε αρχιτεκτονικές κατασκευές που απαιτείται φωτισμός με εναλλαγή χρωμάτων. Επίσης χρησιμοποιούνται και ως κύρια φώτα στα αυτοκίνητα, στις μοτοσυκλέτες και στα ποδήλατα.
 - Επίσης τα LED χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στον φωτισμό ενυδρείων. Μπορούν να παρέχουν το απαιτούμενο φως με μικρότερη εκπομπή θερμότητας και έτσι βοηθούν στην συντήρηση της βέλτιστης θερμοκρασίας του ενυδρείου. Επειδή μπορούν να παράγουν φως με συγκεκριμένο μήκος κύματος είναι ιδανικά για να παρέχουν ένα συγκεκριμένο χρώμα-φάσμα για τον χρωματισμό των κοραλλιών, των ψαριών, των ανεμώνων κ.α.
 - Τα LED είναι ακόμα ιδανικά για χρήση στην τηλεοράσεις, στους φορητούς υπολογιστές και στους προβολείς (projectors) DLP.
3. Παράγωγή φωτός για μέτρηση και αλληλεπίδραση με διαδικασίες που δεν γίνονται αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι.





Λαμπήρες νέας εποχής

Οι λαμπήρες τύπου LED, παρά το μεγάλο τους κόστος, εισβάλλουν αιγά αιγά στα σπιτία μας. Σε σχέση με τις παραδοσιακές λάμπες, είναι πιο γεροί, φωτίζουν καλύτερα και ζουν περισσότερο.

Κονός λαμπήρας

Το νήμα πυράκτωσης φωτίζει εξαιτίας του ηλεκτρικού ρεύματος που το διαρρέει.



Το υάλινο περιβλήμα διατηρεί σε κενό αέρος ή σε αδρανές αέριο το νήμα ώστε να μην αναφλεγεί.

Φωτοεκπομπός δίοδος (LED)

Φακός (περιβλήμα)

Όταν τα ηλεκτρόνια συναντώνται, εκπέμπεται φως.

Ηλεκτρόνια

Ηλεκτρόνια

Ηλεκτρόδια

Κάτοπτρο

Μικροσκοπικό τοπίο
Καθορίζει τη ροή ηλεκτρονίων ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόδια.

► Το χρώμα του φωτός προκαθορίζεται από τον τύπο του ημιαγωγικού υλικού στο εσωτερικό του φακού.





Δίοδος LED – Παραδείγματα χρήσης



ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑΚΕΣ ΛΑΜΠΕΣ
5 WATT

1 WATT INVERTED LED



Δίοδος LED - Παραδείγματα χρήσης



Bar graph



7-segment



Starburst



Dot matrix



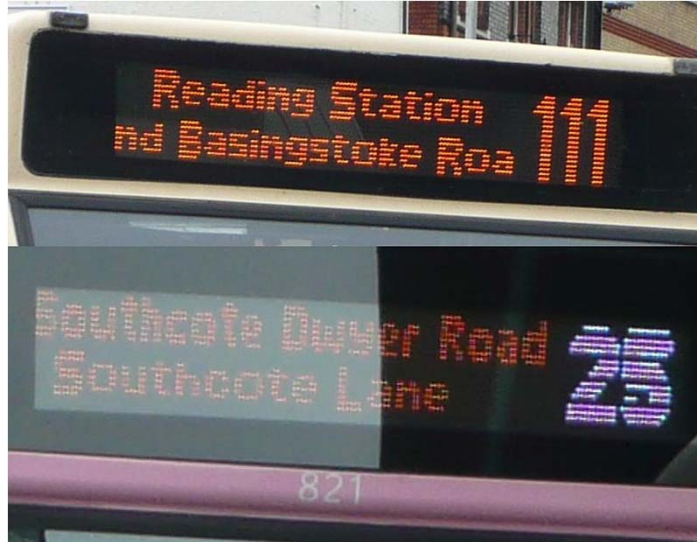
LED lighting in the aircraft cabin of an [Airbus A320 Enhanced](#).



LED screen behind Tsach Zimroni in Tel Aviv Israel



Δίοδος LED - Παραδείγματα χρήσης



LED destination signs on buses, one with a colored route number.



Δίοδος LED - Παραδείγματα χρήσης



LED daytime running lights of Audi A4



Δίοδος LED - Παραδείγματα χρήσης



LED panel light source used in an experiment on plant growth. The findings of such experiments may be used to grow food in space on long duration missions.



Δίοδος LED - Παραδείγματα χρήσης



http://www.youtube.com/watch?v=ec2KpXP1w0Q&feature=player_embedded



Δίοδος LED - Παραδείγματα χρήσης



<http://www.youtube.com/watch?v=NkkU0UO3sek>



Δίοδος LED - Παραδείγματα χρήσης



<http://www.youtube.com/watch?v=QsWc58zmBKI>

http://www.youtube.com/watch?v=wcaQ5QWHJIM&feature=player_embedded



<http://www.youtube.com/watch?v=luOeJdosct4>



- Οι παραδοσιακές LCD τηλεοράσεις διαθέτουν οπίσθιο φωτισμό φθορισμού (πρακτικά ίδιες τεχνολογίας με τις λάμπες φθορισμού που πολλοί από εμάς έχουν στην κουζίνα μας). Το πρόβλημα με αυτόν τον φωτισμό είναι ότι πολύ δύσκολα μπορεί να επιτευχθεί το περίφημο πλούσιο και βαθύ "μαύρο", για το οποίο φημίζονται οι Plasma οθόνες.
- Η χρήση LED για τον οπίσθιο φωτισμό του πάνελ της τηλεόρασης εξαλείφει αυτή την αδυναμία των LCD τηλεοράσεων. Η ποιότητα της εικόνας βελτιώνεται αφάνταστα και η αντίθεση φτάνει στα ύψη. Οι κατασκευαστές LED τηλεοράσεων αναγράφουν χαρακτηριστικά, λόγους αντίθεσης ("contrast ratio" - η διαφορά μεταξύ του πιο φωτεινού λευκού έναντι του πιο σκοτεινού μαύρου που μπορεί να παραχθεί στην οθόνη) της τάξης του 1,000,000:1. Κι αν αυτές οι αναφορές πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν με ιδιαίτερη προσοχή, η διαφορά από τον λόγο αντίθεσης μιας συμβατικής LCD-TV (π.χ. 50.000:1) είναι κάτι παραπάνω από εμφανής.
- Οι τηλεοράσεις LED προσφέρουν ακόμα, ένα πολύ πιο εκτεταμένο φάσμα χρωμάτων. Σε τελική ανάλυση, παράγουν ευκρινέστερες εικόνες στην οθόνη με μεγαλύτερη ποικιλία χρωμάτων, γρηγορότερους χρόνους απόκρισης σε συνδυασμό με τον πολύ ανώτερο λόγο αντίθεσης, ενώ είναι ελαφρύτερες, μικρότερου πάχους και πιο οικονομικές στη χρήση τους.
- Επίσης, οι LED τηλεοράσεις καταναλώνουν πολύ λιγότερη ενέργεια, περίπου 40% λιγότερο σε σύγκριση με μια συμβατική οθόνη παρόμοιου μεγέθους, ενι με την αφαίρεση περισσότερου μολύβδου από τη διαδικασία παραγωγής, οι συσκευές αυτές είναι φιλικότερες προς το περιβάλλον, έχοντας ταυτόχρονα μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.





Δίοδος LED – Κατασκευές που μπορείτε να κάνετε μόνοι σας!



<http://www.kpsec.freeuk.com/proj.htm>



Τάσεις και ρεύματα διόδων LED

- Αντιπροσωπευτικές διόδοι LED TIL221 και TIL222
- Εμφανίζουν ορθή πτώση τάσης από 1,5 μέχρι 2,6 volt περίπου
- Όταν δεν προσδιορίζεται η ορθή πτώση τάσης να χρησιμοποιήτε την τυπική τιμή των 2 volt
- Ένα ρεύμα μεταξύ 10 – 20 mA είναι αρκετό για τις περισσότερες εφαρμογές
- Το μέγιστο ρεύμα του LED είναι συνήθως 50mA
- Για τις ακριβείς τιμές συμβουλευέστε τα στοιχεία των κατασκευαστών





- Παράδειγμα 3-1, σελίδα 59 από βιβλίο Malvino
- Παράδειγμα 3-2, σελίδα 60 από βιβλίο Malvino

