

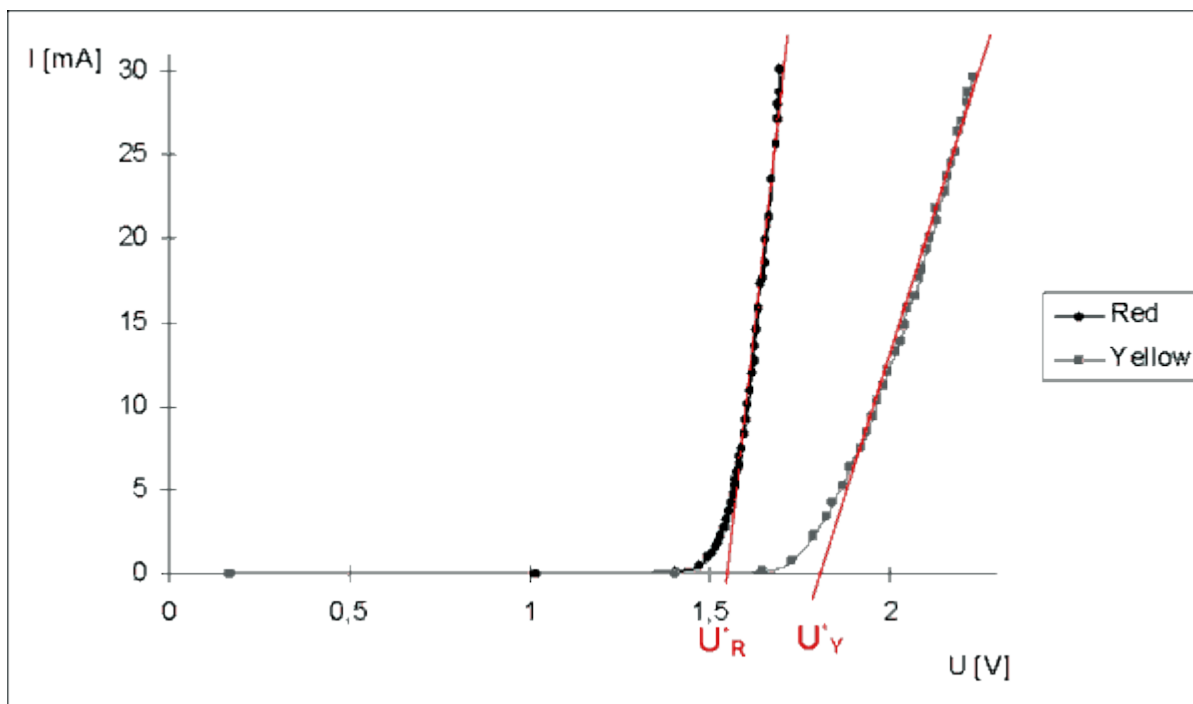
## Elektroluminiscenční dioda (LED)

Elektroluminiscenční diody patří vedle polovodičových laserů mezi základní optoelektronické zdroje světla. Funkce luminiscenční diody (**LED** = *Light Emitting Diode*) je založena na elektroluminiscenčním jevu, čímž rozumíme emisi fotonu z oblasti polovodičového P-N přechodu, kterým prochází proud. Přiložením vnějšího napětí na P-N přechod v propustném směru dochází totiž ke vstřikování (injekci) minoritních nosičů proudu do vodivostních oblastí. Část elektronů v oblasti **P** a část děr v oblasti **N** zářivě rekombinuje s majoritními nosiči a díky uvolněné energii dochází k emisi světla. Tento jev se též nazývá tzv. *injekční elektroluminiscence*.

## Vlastnosti luminiscenčních diod

### Volt-ampérová charakteristika

Vlastnosti luminiscenčních diod jako součástek elektrických obvodu popisují jejich voltampérové charakteristiky. U všech luminiscenčních diod mají typicky diodový průběh (viz obr. 1).



Tvar charakteristiky závisí na geometrii a vlastnostech přechodu, na vlastnostech použitého materiálu, výrobní technologii apod. Všechny tyto faktory se zahrnují do bezrozměrné konstanty  $n$ . Převrácená hodnota  $n$  definuje konstantu  $\alpha = 1/n$ , která charakterizuje mechanismus transportu náboje přechodem (difúze, rekombinace, tunelování).

### Sériový statický a dynamický odpor

Stejně jako u každé jiné polovodičové diody lze definovat i tzv. *sériový statický odpor* (v pracovním bodě  $U_{F0}$ ,  $I_{F0}$ ) jako:

$$R_d = \frac{U_{F0}}{I_{F0}}$$

a sériový dynamický (diferenciální) odpor, který je definován:

$$R_{di} = \left( \frac{dU_{Fo}}{dI_{Fo}} \right)_{I_{Fo} = konst.}$$

Statický odpor bývá řádově 10 - 100 Ω, dynamický odpor je < 1 Ω.

Prahové napětí

Dalším parametrem je *prahové napětí*  $U^*$ , to je napětí extrapolované z lineární části V-A charakteristiky (na obr. 1 červeně). Při tomto napětí dochází ke zlomu v linearizovaném průběhu závislosti proudu tekoucího diodou na napětí přiloženém na luminiscenční diodu. Toto prahové napětí je závislé na materiálu, z něhož jsou luminiscenční diody zhotoveny a je blízké difuznímu napětí  $U_d$ , tedy i šířce zakázaného pásu  $E_g/e$ . Důvodem této skutečnosti je to, že napětí  $U^*$  poskytuje - zhruba řečeno - nosičům proudu energii nutnou k překonání potenciálové bariéry  $e \cdot U_d$ . U diod z GaAs ( $E_g \approx 1,4$  eV) je prahové napětí  $U^*$  asi 1,4 V, z  $GaAs_xP_{1-x}$  ( $E_g \approx 1,4 - 2,4$  eV dle složení) je  $U^* = (1,4 - 2,3)$  V, u diod z GaP ( $E_g \approx 2,3$  eV) je  $U^* = 2,4$  V.

Vlnová délka vyzařovaného světla

Podobná souvislost je pak i mezi prahovým napětím a vyzařovanou frekvencí (vlnovou délkou) emitovaného světla. Se zkracující se vlnovou délkou emitovaného světla roste velikost potřebného elektrického proudu a z toho vyplývajícího napětí. Zatímco u klasické (nesvítící) usměrňovací křemíkové diody je toto napětí asi 0,6 V, u zelené LED z GaP 1,7 V a u modré LED ze SiC dokonce již 2,5 V.

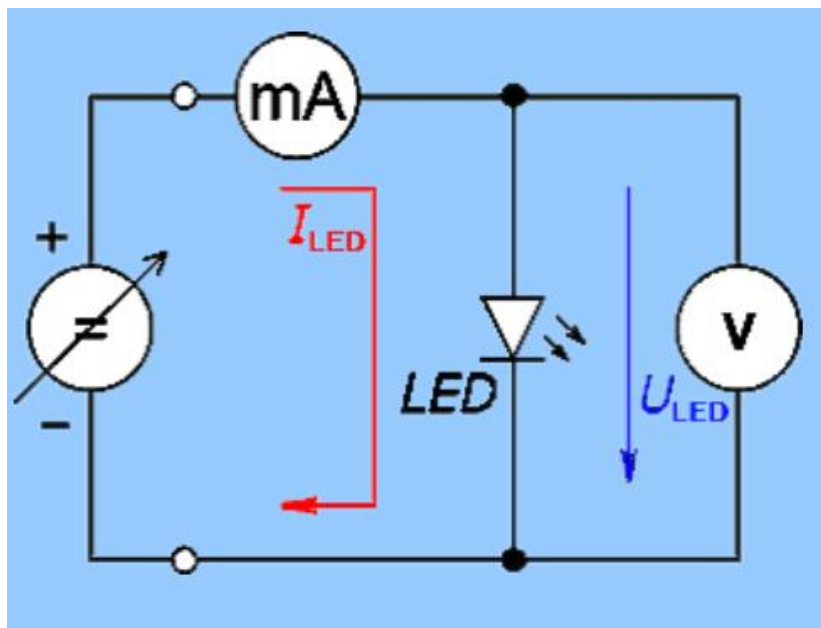
Zpravidla se ze znalosti prahového napětí  $U^*$  určuje vlnová délka emitovaného záření, která se porovnává s tabulkovými hodnotami. Vztah (4) však lze použít i naopak pro řádový odhad Planckovy konstanty. Ze znalosti prahového napětí a přibližné vlnové délky (viz Tab. 1) lze vyjádřit Planckovu konstantu:

$$h = \frac{e \cdot U^* \cdot \lambda}{c}$$

| Barva   | $\lambda$ / nm |
|---------|----------------|
| červená | 656 - 768      |
| žlutá   | 568 - 585      |
| zelená  | 495 - 535      |
| modrá   | 452 - 485      |

Protokol - hlavička

Schéma zapojení obvodu



červená

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| I |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

zelená

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| I |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Modrá

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| I |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Graf VA charakteristik diod

Závěr