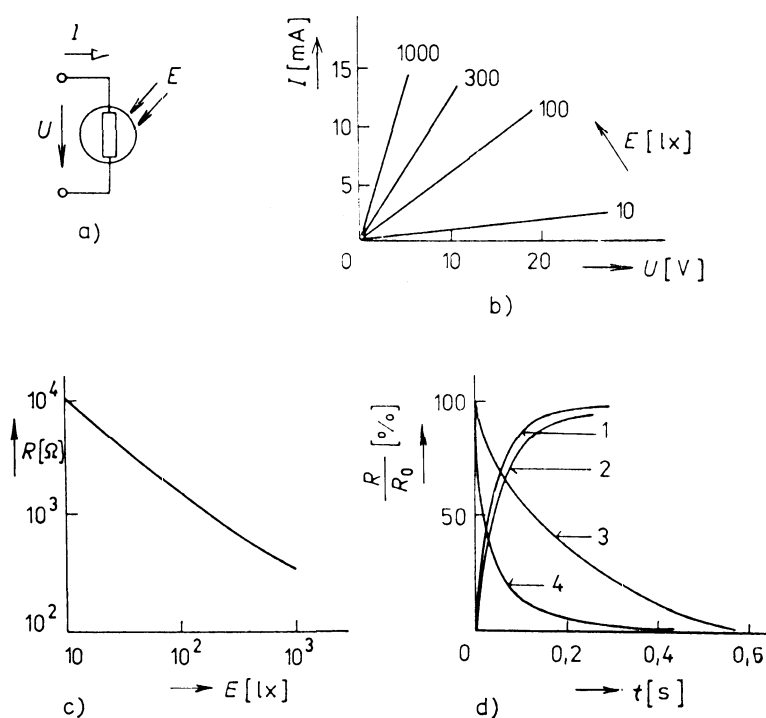


## Fotoelektrické součástky

Pojednání o fyzikální podstatě světla, citlivosti oka a různých materiálů na světla různých vlnových délek lze nalézt v učebnicích fyziky a částečně v [MF81]. V následujících odstavcích přistoupíme přímo k výkladu jednotlivých fotoelektrických součástek. Postupně popíšeme fotorezistor, fotodiodu, fototranzistor, fototyristor a perspektivní optron.

*Fotorezistor* je dvojpól, jehož odpor výrazně závisí na ozáření. Materiálem na výrobu fotorezistorů bývá sirník nebo selenid kadmátový. Nemění-li se ozáření fotorezistoru, zůstává i jeho odpor stálý a voltampérové charakteristiky tvoří soustavu s parametrem osvětlení. Závislost odporu fotorezistoru na osvětlení je přibližně logaritmická. Všechny fotorezistory jsou oproti ostatním fotoelektrickým součástkám velmi pomalé. Doba náběhu a doběhu se podle materiálu a technologie pohybuje od 100 ms do 100 s.

Používá se pro měření intenzity osvětlení, v požárních hlásičích, v expozimetrech, apod.

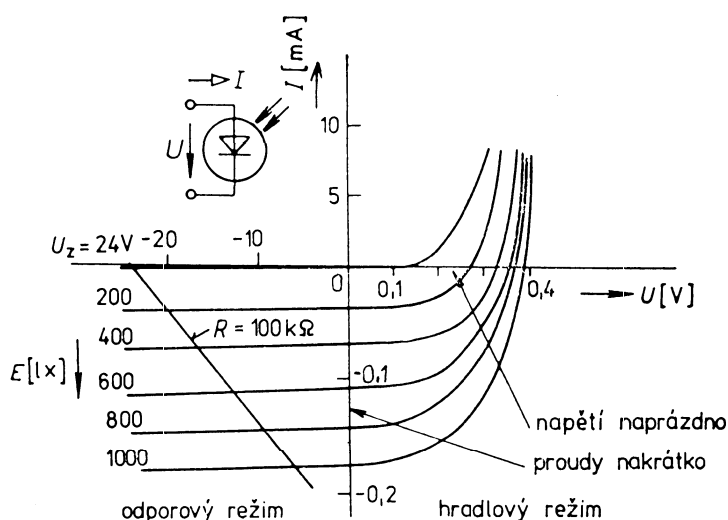


Obr. 1. Fotorezistor: a) schematická značka, b) soustava voltampérových charakteristik, c) závislost odporu fotorezistoru na osvětlení, d) přechodové charakteristiky fotorezistoru (1 zatemnění ze 100 lx, 2 zatemnění z 10 lx, 3 osvětlení z 0 lx, 4 osvětlení z 0 lx na 100 lx)

*Fotodioda* je polovodičová součástka, jejíž přechod PN je přístup z osvětlením. Voltampérové charakteristiky tvoří soustavu křivek, kde parametrem je osvětlení  $E$ . V I. kvadrantu jsou křivky stlačeny, dioda je málo citlivá na osvětlení, v průsečíku charakteristik není citlivá vůbec. Proto se fotodioda v propustném směru nepoužívá. Ve III. kvadrantu jsou charakteristiky lineární a rovnoměrně vzdá-

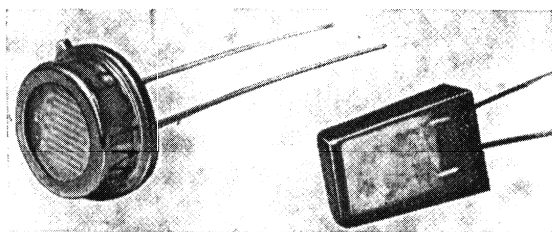
lené. Dioda se chová jako odpor řízený osvětlením, hovoříme o *odporovém režimu* fotodiody. Ve IV. kvadrantu se dioda chová jako stejnosměrný zdroj elektrické energie, hovoříme o tzv. *hradlovém režimu*. Fotodioda dává naprázdno napětí řádově 0,1 V a závisí na materiálu a osvětlení. Proud nakrátko je přímo úměrný ploše přechodu a osvětlení. Fotodioda stačí sledovat průběhy osvětlení rychleji než fotorezistor, doby náběhu jsou udávány ns až  $\mu$ s. Některé diody lze používat jak v odporovém, tak v hradlovém režimu.

V odporovém režimu pracují jako snímače děrné pásky, budiče pro optický záznam zvuku, atd. Některé druhy diod mají dovolené malé závěrné napětí a mohou pracovat pouze v hradlovém režimu – zde pracují jako světlem řízené zdroje stejnosměrného napětí, použití nalézají v luxmetrech, expozimetrech, světelných závorách, apod.



Obr. 2. Soustava voltampérových charakteristik fotodiody<sup>1</sup>

*Solární článek* je druh hradlové křemíkové fotodiody s velkou účinnou plochou, *solární baterie* je soustava slunečních článků.

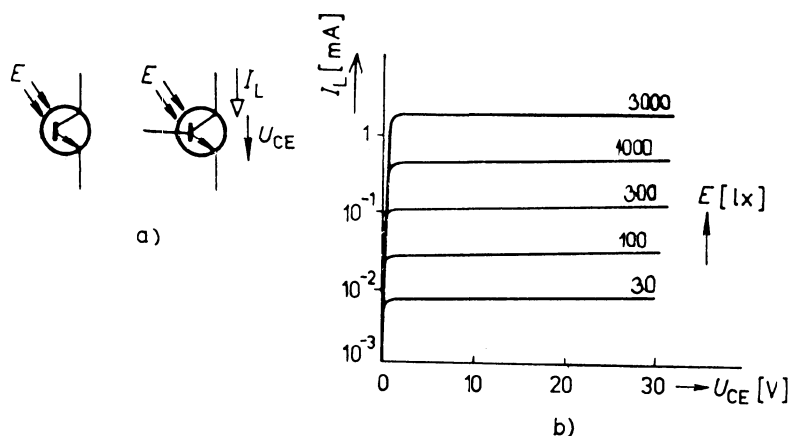


Obr. 3. Ukázka provedení fotorezistoru a fotodiody

*Fototranzistor* je bipolární křemíkový tranzistor, jehož emitorový přechod je přístupný světlu. Zapojuje se *společným emitorem*, vnější zdroj se připojuje mezi kolektor a emitor tak, aby kolektorový přechod byl polarizován závěrně. Báze zpravidla nebývá vyvedena. Princip spočívá v tom, že emitorový přechod je otvírán osvětlením, počet uvolněných nosičů se zvětšuje úměrně s osvětlením a je zesilován jako proud báze v bipolárním tranzistoru. Vlivem tohoto zesilovacího účinku mají fototranzistory větší

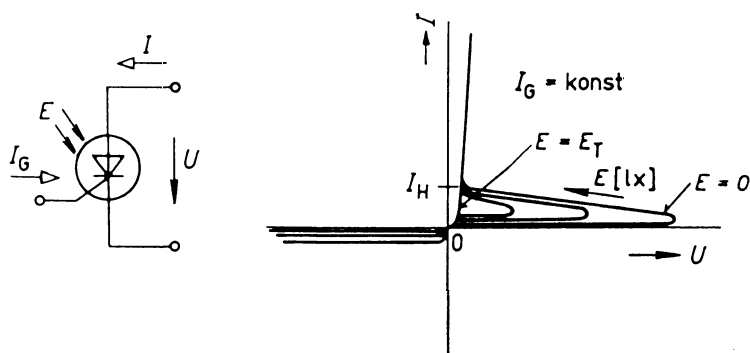
<sup>1</sup>V I. kvadrantu by měl být vyznačen průsečík charakteristik, v němž fotodioda není citlivá na osvětlení

citlivost na osvětlení než fotodiody. Neozářeným fototranzistorem prochází kolektorový proud, zvaný proud za temna  $I_0$ , který je určen zbytkovým proudem tranzistoru  $I_{CE0}$ . Voltampérové charakteristiky mají tvar výstupních charakteristik bipolárního tranzistoru, parametrem je zde namísto proudu báze osvětlení  $E$ .



Obr. 4. Fototranzistor: a) schematické značky, b) voltampérové charakteristiky

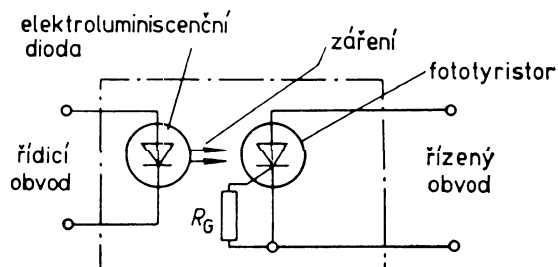
*Fototyristor* má svou strukturu, především pak přechod  $J_2$  přístupný světlu. Má vyvedenou řídicí elektrodu. Za temna se chová jako běžný tyristor. Soustava voltampérových charakteristik má obdobný tvar jako u běžného tyristoru s tím rozdílem, že zde je parametrem osvětlení  $E$  při řídicím proudu  $I_G = \text{konst}$ . Analogicky k  $I_{GT}$  existuje i spínací osvětlení  $E_T$ , při němž oblast záporného diferenciálního odporu vymizí. Toto spínací osvětlení je tím menší, čím větší je kladný řídicí proud, tzn. že řídicím proudem lze řídit citlivost fototyristoru na osvětlení.



Obr. 5. Fototyristor: schematická značka a soustava voltampérových charakteristik

*Optron* je čtyřpólová součástka složená ze zdroje světla, zpravidla luminiscenční diody a fotoelektrického přijímače – fotodiody, fototranzistoru, fototyristoru. Celá soustava je uzavřena do neprůhledného pouzdra. Jedná se o perspektivní součástku, jež nachází stále častější využití pro galvanické oddělení dvou obvodů, např. port osobního počítače a silový obvod tímto portem ovládaný. Některé moderní optrony s fototyristory či fototriaky obsahují obvod detekující průchod spínaného

napětí nulou. Právě v tomto okamžiku obvod sepne, čímž se předejde rušení způsobeným spínáním zátěže. Rovněž se lze setkat s optoelektronickými relé, které v mnoha případech nahrazují klasické relé s mechanickými kontakty. Oproti nim mají pochopitelně mnohokrát vyšší životnost, mnohem kratší dobu zotavení, ...



Obr. 6. Příklad provedení optronu

## Použitá literatura

- [GM95] *GM Electronic: Součástky pro elektroniku.* GM Electronic, Praha, 1995.
- [MF81] *Mařátka, J. – Foitová, E.: Elektronika pro 3. ročník SPŠ elektrotechnických.* SNTL, Praha, 1981.