

# ZADÁNÍ LABORATOŘE Č. 4

## „POLOVODIČOVÉ SOUČÁSTKY – DIODA, TRANZISTOR“

*Cíle: Experimentálně ověřit chování polovodičových součástek ve vybraných praktických obvodových zapojeních.*

### 1 MOTIVACE ANEB „PROČ TOMU VĚNOVAT ČAS A JAKÉ KOMPETENCE LZE ZÍSKAT ?“

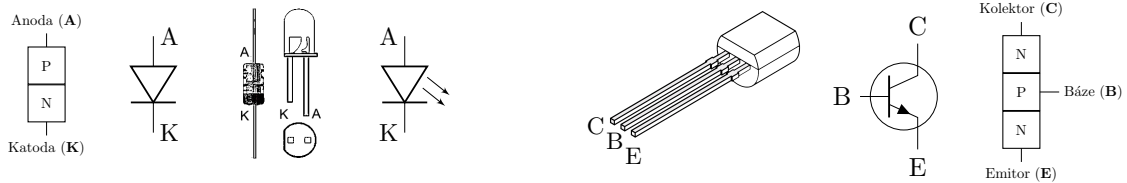
Na základě sady experimentů budete moci ověřit, pochopit a objasnit princip činnosti vybraných obvodových zapojení s polovodičovou diodou a tranzistorem, a související děje a jevy<sup>1</sup>. Např. získáte zkušenost s propustným a závěrným směrem diody a bipolárním tranzistorem<sup>2</sup> ve funkci spínače<sup>3</sup>.

### 2 VÝSTUP A ZPŮSOB JEHO HODNOCENÍ ANEB „CO SE ODE MNE OČEKÁVÁ A CO ZA TO ?“

Za experimentální ověření činnosti obvodů s polovodičovými součástkami, dějů v nich probíhajících, souvisejících jevů a objasnění jejich využití v praxi lze získat až **3 body**.

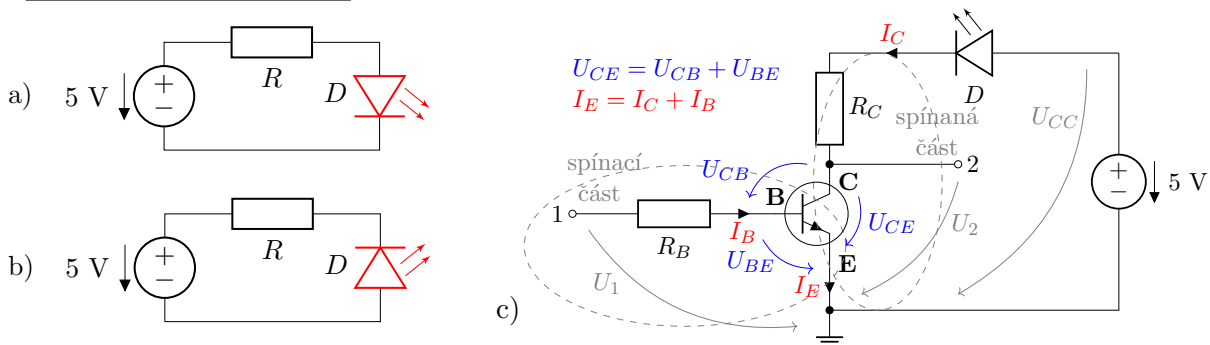
### 3 PROSTŘEDKY ANEB „CO JE K DISPOZICI ?“

Zdroj ss. napětí s omezením proudu, nepájivé pole, krabička s prvky pro konstrukci obvodů (rezistory, dioda, tranzistor, vodiče), měřicí přístroje (multimetr, osciloskop).



**Obrázek 1:** Vývody, průřez materiálem, značka a pouzdro a) polovodičové diody, b) bipolárního NPN tranzistoru; povšimněte si, že zatímco v diodě je jediný PN přechod, v bipolárním tranzistoru jsou PN přechody dva.

### 4 ZÁKLADNÍ SCHÉMA(TA) ANEB „Z ČEHO SE BUDE VYCHÁZET ?“



**Obrázek 2:** Obvod s diodou a) v propustném resp. b) v závěrném směru, c) spínač s bipol. NPN tranzistorem v zapojení SE; promyslete okolnosti, za kterých jsou resp. mohou být některé z PN přechodů v tranzistoru zapojeném dle c) v propustném či závěrném směru.

<sup>1</sup>mj. diodový jev, tranzistorový jev

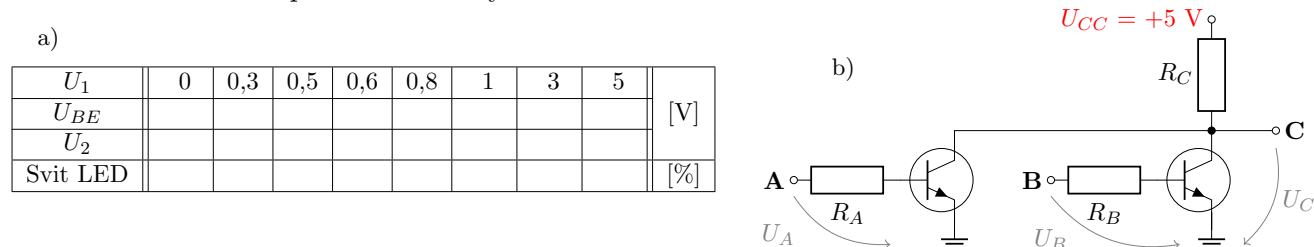
<sup>2</sup>typu n-p-n (nnp, NPN) v zapojení se společným emitorem (SE)

<sup>3</sup>od tranzistorového spínače se mj. očekává: dva stavy (sepnuto, rozepnuto), malá spotřeba výkonu, krátká doba a vysoký opakovací kmitočet spínání/rozepínání

5 POSTUP SAMOSTATNÝCH ČINNOSTÍ ANEB „CO DĚLAT A NA CO SI DÁT POZOR ?”

**Experiment 1:** V nepájivém poli zapojte obvod dle Obr. 2a; poté odměřte napětí na součástkách a sledujte, zda a za jakých podmínek dioda svítí<sup>4</sup>. Činnosti opakujte pro Obr. 2b. **Objasněte** souvislost zjištěného chování diody s tzv. *diodovým jevem*<sup>5</sup>.

**Experiment 2:** i) V nepájivém poli zapojte obvod dle Obr. 2c; zapojení obohaťte o potenciometr pro regulaci hodnoty napětí  $U_1$  v rozmezí 0 V až 5 V.  
ii) Odměřte závislost chování tranzistorového spínače z Obr. 2c na hodnotě napětí  $U_1$ . Do sloupců tab. z Obr. 3a doplňte chybějící údaje pro  $U_1$  z jejího záhlaví.  
iii) Na základě tabulky z Obr. 3a vynesete grafy závislosti  $U_2=f(U_1)$  a  $U_{BE}=g(U_1)$ . **Objasněte** souvislost zjištěných závislostí s tzv. *tranzistorovým jevem*<sup>6</sup> a označování tranzistorového spínače pojmem *invertor logické úrovně*<sup>7</sup>.  
iv) **Předvedte** činnost tranzistoru ve funkci spínače, **určete** pracovní body tranzistorového spínače pro stavy sepnuto, rozepnuto a **objasněte** pohyb mezi těmito pracovními body<sup>8</sup>.



Obrázek 3: a) příklad tab. pro záznam výsledků experimentu 2, b) schéma obvodu k experimentu 3

**Experiment 3:** V rámci zvolené skupiny experimentálně ověřte, popř. pomocí dosud nabytých vědomostí **objasněte** princip činnosti obvodu z Obr. 3b (log. vstupy A, B a log. výstup C; log.0 resp. log.1 realizujte připojením k 0 V resp. 5 V) a **zjistěte**, kterou log. funkci realizuje; nakreslete či zapojte **jiný** log. obvod pomocí dvou tranzistorů.

6 SHRUTÍ, VYHODNOCENÍ A INTERPRETACE VÝLEDKŮ ANEB „JAKÁ JSOU ZJIŠTĚNÍ ?”

Experimentálně jste mohli ověřit důsledky a praktické využití dvou jevů – diodového, tranzistorového. Mj. se podařilo zjistit, že za běžných okolností dioda propouští proud pouze v jednom směru, a to za cenu určitého úbytku napětí na ní; toto chování lze využít v řadě aplikací<sup>9</sup>. Dále jste mohli ověřit, že i) od tranzistorového, stejně jako u mechanického, spínače se čekají pouze stavy sepnuto resp. rozepnuto, mezi nimiž pracovní bod tranzistoru při spí/rozepínání přechází<sup>10</sup> ii) vstupně-výstupní chování tr. spínače je realizací invertoru log. úrovně a je základem dalších logických obvodů.

7 K ZAMYŠLENÍ/ZAPAMATOVÁNÍ ANEB „NĚCO DO DALŠÍHO STUDIA A ŽIVOTA.”

Na základě získaných poznatků o chování diody zkuste navrhnout obvod, který je schopen převést vstupní střídavé napětí (či proud) na stejnosměrné, popř. logické hradlo. Zkuste zjistit, zda tr. spínač přechází mezi stavy sep/rozepnuto po přímce i v případě kapacitní či induktivní zátěže v kolektoru.

<sup>4</sup>svítící dioda signalizuje průchod nezanedbatelného proudu obvodem

<sup>5</sup>závislost elektrického odporu diody na polaritě a velikosti vnějšího napětí přiloženého na diodu

<sup>6</sup>malé napětí vzbuzuje v obvodu báze proud, který je příčinou vzniku mnohem většího proudu v kolektorovém obvodu

<sup>7</sup>mění log.0 na log.1 a naopak; např., log.0 si lze představit jako napětí pod 0,4 V, log.1 jako napětí nad 0,6 V

<sup>8</sup>např. ve Výstupní charakteristice tranzistoru (graf závislosti  $I_C$  a  $U_{CE}$ ) – viz přednášky aj.

<sup>9</sup>např. ke konstrukci usměrňovačů či logických hradel, k ochraně prvků před následky napěťových špiček atd.

<sup>10</sup>v případě odporové zátěže v kolektoru přechází po tzv. zatěžovací přímce