

ETC – Embedded Technology Club

setkání 6, 3B 13.11. 2018

zahájení třetího ročníku

**Katedra měření, Katedra telekomunikací,
ČVUT- FEL, Praha**

doc. Ing. Jan Fischer, CSc.

Náplň

Dokončení z minulého klubu

Dělat si poznámky do sešitu, záznamy experimentů, schémata, výsledky.

- **Zesilovač proudu fototranzistoru s tranzistorem NPN**
- **Nastavení prahu – komparátor s tranzistorem, vysvětlení významu prahového napětí U_{BE}**
- **Optická závora , určení rychlosti pohybu prstu – výklad**
- **Pulsní šířková modulace a její použití**

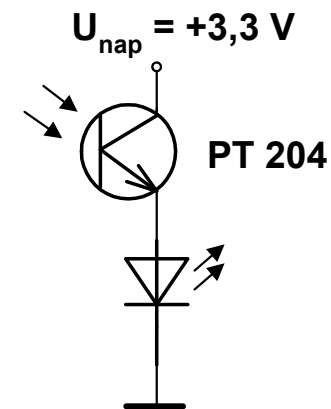
Zesílení proudu fototranzistoru

Jednoduchá zapojení – indikace osvětlení

fototranzistoru s využitím LED;

proud fototranzistoru je malý

– téměř nerozsvítí LED

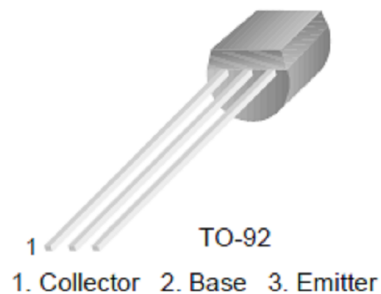
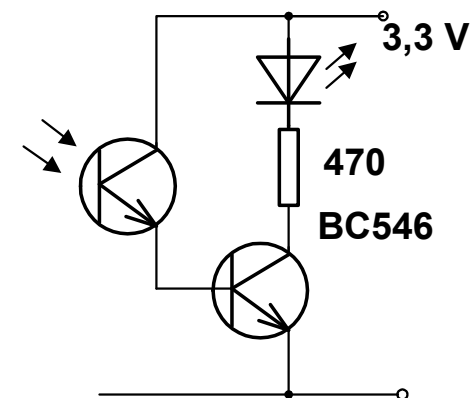


Zesílení proudu fototranzistoru **proudovým**

zesilovačem s tranzistorem **BC546**

ale - **příliš velké zesílení,**

LED svítí **stále** (i za šera).. **Jak řešit?**



Tranzistor

Bipolární tranzistor NPN

Elektrody **B** = báze, **C** = kolektor, **E** = emitor

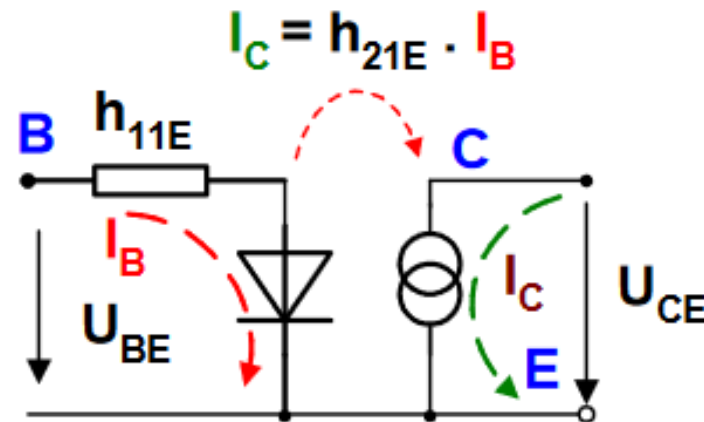
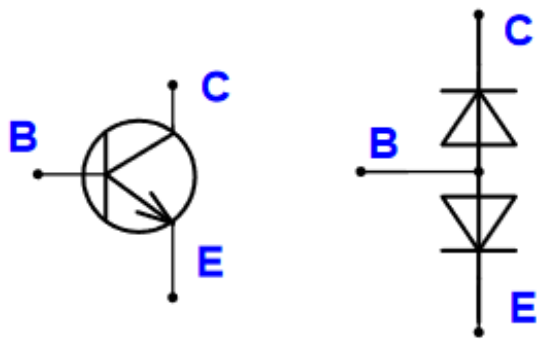
Schématická značka NPN tranzistoru a jeho diodový model

Tranzistor – zdroj proudu řízený proudem

Zjednodušené náhradní schéma pro zapojení se **společným emitorem – SE**
(emitor připojení na společný vodič – zde na zem)

H – parametry – parametry náhradního schématu zapojení SE

Zjednodušení, jen par. h_{11E} a h_{21E}
(zanedbání parametrů h_{12E} a h_{22E})



Parametry tranzistoru BC546

Závislost I_C na proudu I_B

Pod $U_{BE} = 0,6 \text{ V}$ proud bází neteče

Kolektorové charakteristiky

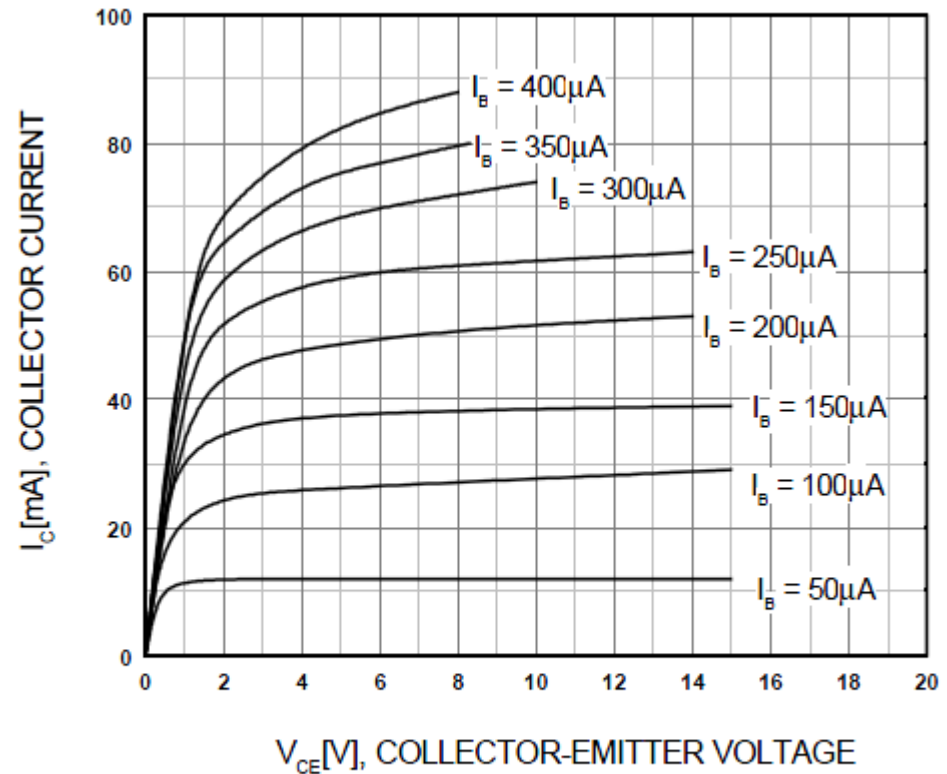
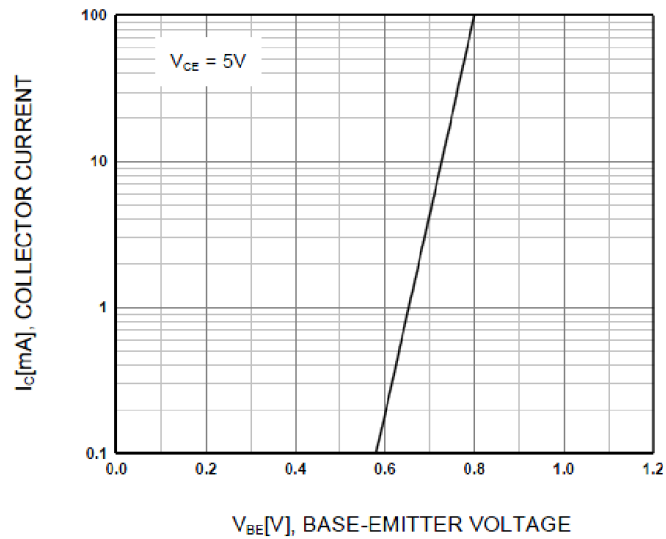


Figure 1. Static Characteristic

Zesílení proudu fototranzistoru tranzistorem NPN

Zesílení proudu fototranzistoru

Pomocí BC546 – příliš velké zesílení.

Pomocí rezistoru R_b – omezení

Pro $I_{Fot} \times R_b < 0,6 \text{ V}$ proud

fototranzistoru teče pouze do rezistoru R_b

Volba R_b – nastavení **prahu**

Počáteční volba $R_b = 10 \text{ k}$,

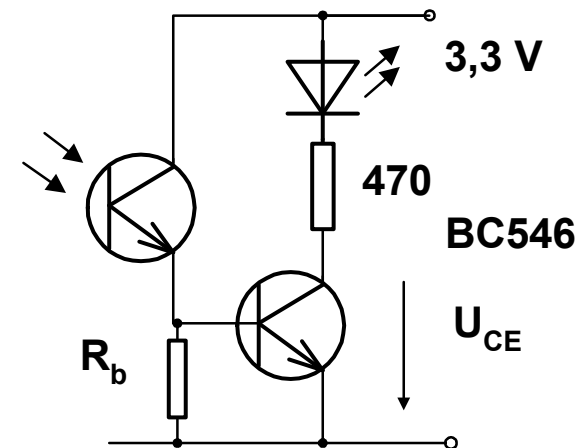
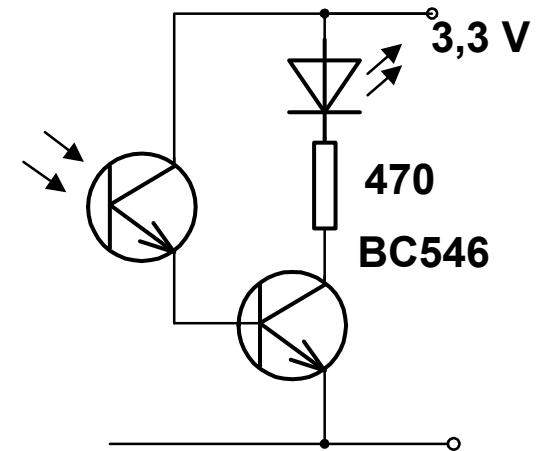
(Pokud nestačí 10K, použít samotný odporový trimr 5 k jako proměnný odpor) nastavit, až LED spolehlivě zhasne při zaclonění závory)

Další růst I_{Fot} – zesílení proudu, saturace tranzistoru

U_{CE} – desítky voltu

Funkce jako dvojhodnotového snímače

Využít pro optickou závoru



Vložená informace – doplňkový výklad pro samostudium

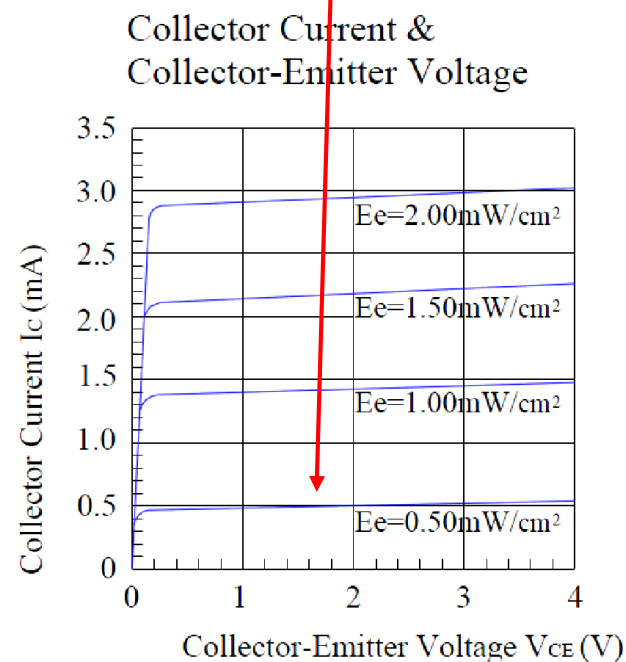
Tranzistor BC546C má typickou hodnotu parametru $h_{21E} = 400 - 600$, tedy zesílení proudu bude stejné, cca 500x. Proud fototranzistoru LL-304PTC4B-1AD velikosti **1 uA** po zesílení způsobí proud LED cca **0,5 mA**, což způsobí znatelný svit LED. Pro proud fototr. 1 uA lze z grafu odhadnout $E_{e1} = 0,001 \text{ mW/cm}^2 = 10 \text{ mW/m}^2$. To je malá intenzita ozáření, která je v normálně osvětlené místnosti vždy překročena. Pro zhasnutí LED se musí fototranzistor důkladně zakrýt. Takovýto senzor pro nás tedy má příliš velkou citlivost.

Použití rezistoru R_B způsobí, že až LED nebude svítit, pokud napětí na bázi BC546 bude menší než do napětí cca 0,6V. Tedy součin $I \cdot R_B$ musí dosáhnout 0,6 V (Ohmův zákon). Volbou velikosti $R_B = 0,6 \text{ V} / I$ se nastaví práh proudu, pod kterým LED nebude svítit.

Tedy např. použití $R_B = 10 \text{ k}$ nastaví práh na 60 uA. Z grafu se odhadne a následným výpočte určí potřebná intenzita ozáření fototranzistoru jako $E_{e2} = 60 \text{ uA} \times 0,5 \text{ (mW/m}^2) / 0,5 \text{ mA} = 0,6 \text{ W/m}^2$, což je **600 x** větší hodnota oproti E_{e1} .

Další nárůst proudu fototranzistoru, např. o 5 - 10 uA, způsobí nárůst proudu báze a následně i prudký nárůst zesíleného proudu kolektoru, čímž vzroste úbytek napětí na rezistoru 68 k. Tím poklesne napětí na kolektoru tranzistoru až na desetiny voltu – tranzistor bude sepnut. Tento blok lze tedy využít jako zjednodušený jednoduchý dvouhodnotový snímač osvětlení a jeho výstup může být napojen na logický vstup mikrořadiče.

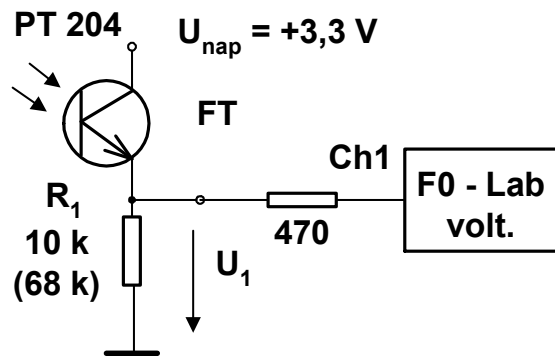
Výpočty výše pro názornost využívají zjednodušené náhrady chování tranzistoru



Měření rychlosti pohybu prstu

Optická závora – LED + fototranzistor

2 x optická závora, definovaná vzdálenost, , osciloskopem ve dvoukanálovém režimu pozorovat zpoždění signálu.



Pulsní šířková modulace

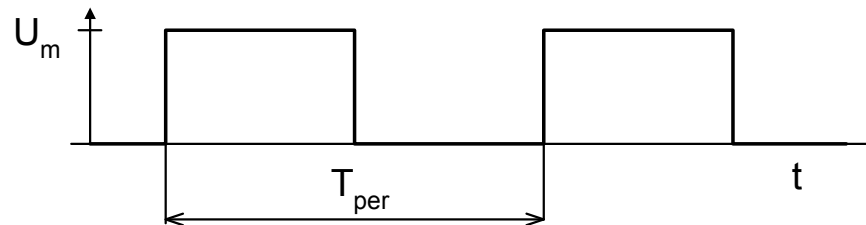
Pulsní šířková modulace *pulse width modulation = PWM*)

Impulsní signál, obdélníkového průběhu, pouze dvě napěťové úrovně, obvykle „0“ a U_m

Logický (číslicový) výstup z mikrořadiče – dva stavy

logický signál log „0“ (nízká napěť. úroveň, též „Low“ nebo „L“
(u mikrořadičů je obvykle pro „L“ napětí nulové $U_{OUT_L} = 0\text{ V}$)

logický signál log „1“ (vysoká napěť. úroveň, též „High“ nebo „H“)
(u mikrořad. je pro H napětí dané **napájecím. nap. U_{CC}**) $U_{OUT_H} = 0\text{ V}$



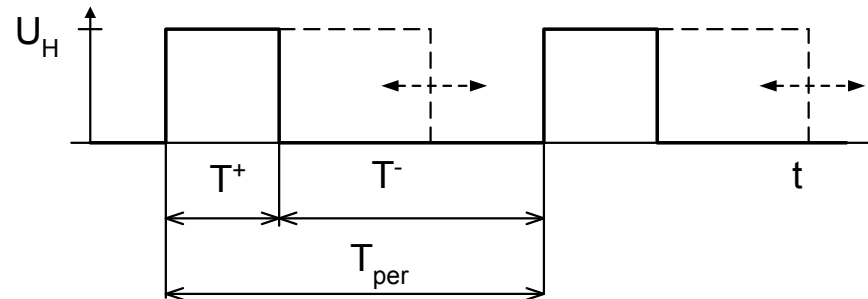
Parametry signálu PWM

PWM – parametry střída a perioda (frekvence)

(*pulse width modulation = PWM*)

střída – různé způsoby vyjádření poměru $k_s = T^+ / T_{per}$, 0,5 nebo pro názornost 50 % (délka impulsu T^+ vůči periodě)

PWM - změna střídny – změna šíře impulsu T^+ „width“ při stálé periodě T_{per}



střední hodnota signálu PWM změřená (pomalým stejnosměrným) voltmetrem) $U_{střed} = k_s \times U_m$

PWM . řízení jasu LED, proměnné podsvícení LCD v telefonu,...

Experimenty: PWM použít pro blikání LED, pozorovat LED pro různé frekvence a pro různou střídu dle úkolu z minulého klubu.

PWM , odezva RC článku

Signál PWM frek.

na RC článek,

pozorovat odezvu

časová. Konstanta τ (tau)

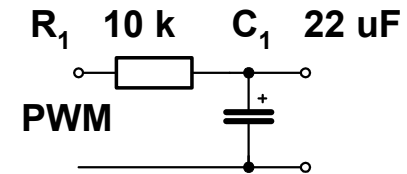
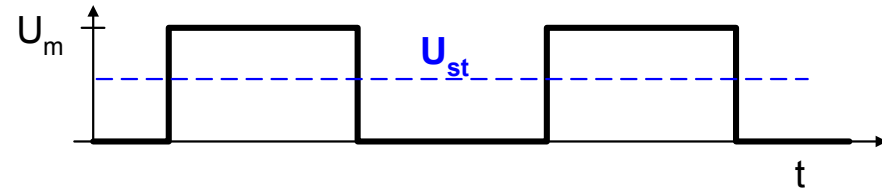
$$\tau = R \cdot C = 10 \cdot 10^3 \cdot 22 \cdot 10^{-6} = 22 \cdot 10^{-4} = 0,22 \text{ s}$$

(- pól elektrolyt. kond. na zem)

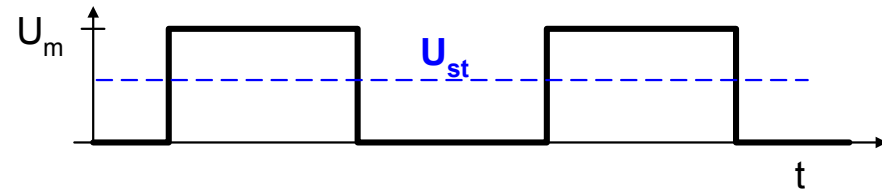
Pozorovat osciloskopem odezvu

při volbě jiných součástek (R_1 a C_1)

a volbě jiné frekvence PWM



Generátor SS napětí s PWM



Signál PWM, filtrace-

Použít **vyšší frekvenci PWM**, s periodou podstatně kratší, než je časová konstanta, výstup nestačí sledovat vstup a ustálí se na střední hodnotě

střední hodnota napětí U_s

$U_s = U_H \cdot k_s = U_H \cdot (T+ / T_{per})$ je závislá na střídě

Ponechat jenom **stejnosemernou složku**,odfiltrovat střídavou složku **dolnoproustným filtrem** (zde s RC článkem)

Pomocí PWM a filtru realizujeme zdroj nastavitelného stejnosměrného napětí

Problém- zdroj napětí s takovým filtrem má velký **vnitřní odpor $R_v = R_1$**

