

ETC – Embedded Technology Club

7. setkání 31.1. 2017

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

doc. Ing. Jan Fischer, CSc.

Náplň

Výklad:

Bipolární tranzistor a jeho vlastnosti

Použití tranzistoru pro proudové zesílení signálu PWM při řízení akustického měniče (reproduktorku).

Laboratoř, experimenty:

Dokončování minulých úloh:

Náměty:

Použití mbed (dle přednášky mbed z 20.12.2016)

Blikání LED

Blikání LED - signalizace SOS . . . - - - . . . (krátce, . . . - dlouze)

Rozsvícení LED podle tlačítka

Blikání podle tlačítka

Postup mbed překlad

Binární soubor, převést pomocí Dfu manager na soubor DFU

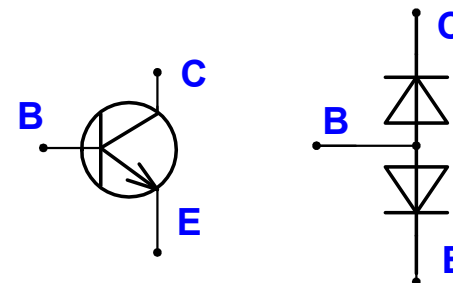
Nahrát pomocí DFU demo

Tranzistor

Bipolární tranzistor NPN, Si- křemíkový

Elektrody **B** - báze, **C** - Kolektor, **E**- emitor

Schématická značka **NPN** tranzistoru
a jeho **diodový model**



Tranzistor - zdroj proudu řízený proudem

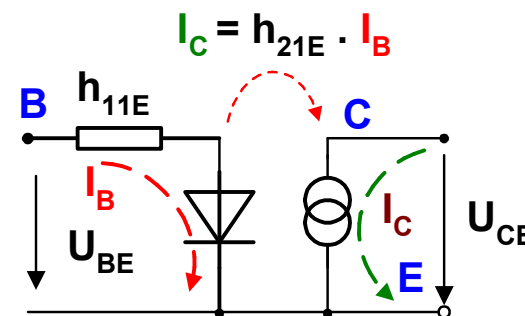
Zjednodušené náhradní schéma pro zapojení
se **společným emitorem - SE**

(emitor připojen na společný vodič - zde na zem)

H - parametry- parametry náhradního
schématu zapojení SE

Zjednodušení, jen par. h_{11E} , h_{21E} ,

(zanedbání parametrů h_{12E} a h_{22E} .)



Tranzistor

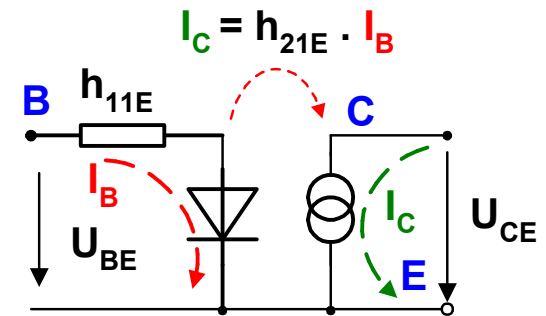
Zjednodušení, Si tranzistor, dioda přechodu BE (báze- emitor) , napětí U_{BE} cca **0,6 až 0,7**

Stejnoseměrný zesilovací činitel β - „beta“
poměr proudu kolektoru a proudu báze

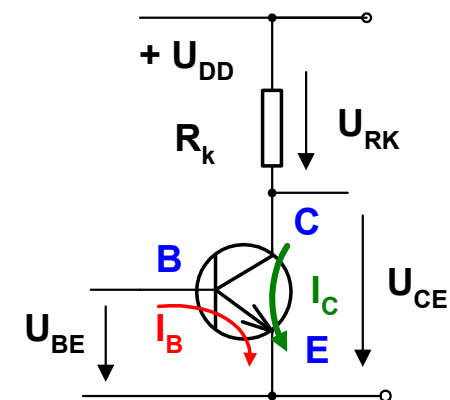
?? Jak chápat tranzistor jako řízený zdroj proudu, když proud sám negeneruje?

Analogie, vodovodní kohoutek - můžeme chápat jako řízený zdroj proudu (vody). V potrubí je tlak zdroje vody, nastavením (otvíráním) kohoutku seřídí (zvětšuje) proud vody. Pokud je potrubí **zarostlé** a velký odpor, pak od jisté úrovně otevření dalším otvíráním kohoutku proud vody **neroste**, ale je omezen potrubím. Proud vody je „**saturován**“.

To je situace, jako když bude R_K bude velký a nepropustí proud větší než $I_{sat} = U_{DD} / R_K$, i když se bude zvětšovat proud I_B .



$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$



Zesílení proudu tranzistorem BC546

Určit β tranzistoru **BC546**

(hodnoty cca 400 – 600)

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$



TI. OFF, ? proud kolektoru $I_C = 0$

TI ON, ? proud kolektoru $I_C = ?$

Změřit napětí U_{BE} (báze - emitor)

Jak určit I_B ? $I_B = (U_{DD} - U_{BE}) / R_B$

pro 1M, $I_B = (3,3 - 0,7) / 10^6 = 2,6 \mu A$

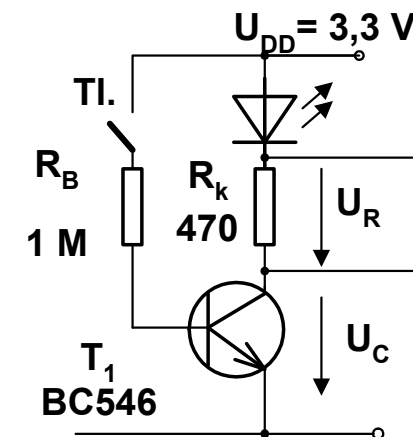
určení velikosti I_C – z úbytku nap. U_R na R_k ,

přidat k 1M, paralelně další rezistor **1 M**,

jaký je odpor R_B ?

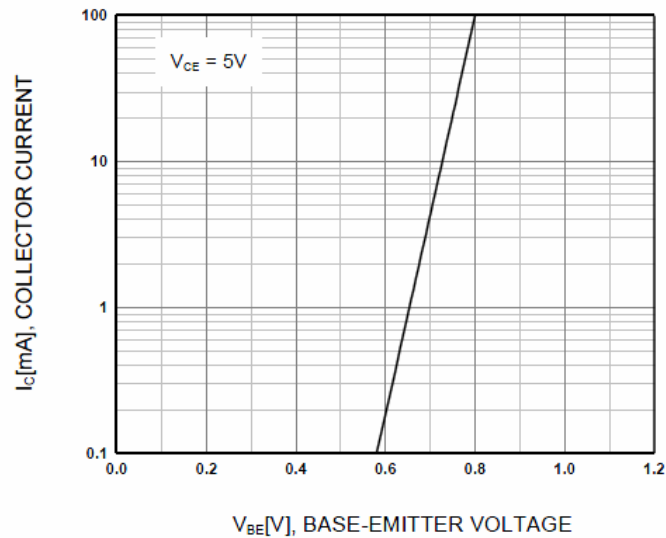
jak se změnil proud I_B a I_C ?

Změnilo se **zesílení** proudu?



Parametry BC546

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



Přechod BE tranzistoru se chová podobně jako Si dioda s PN přechodem. Napětí v předním směru $U_{BE} = 0,6$ až $0,7 \text{ V}$.

závislost I_C na proudu báze I_B

Kolektorové charakteristiky

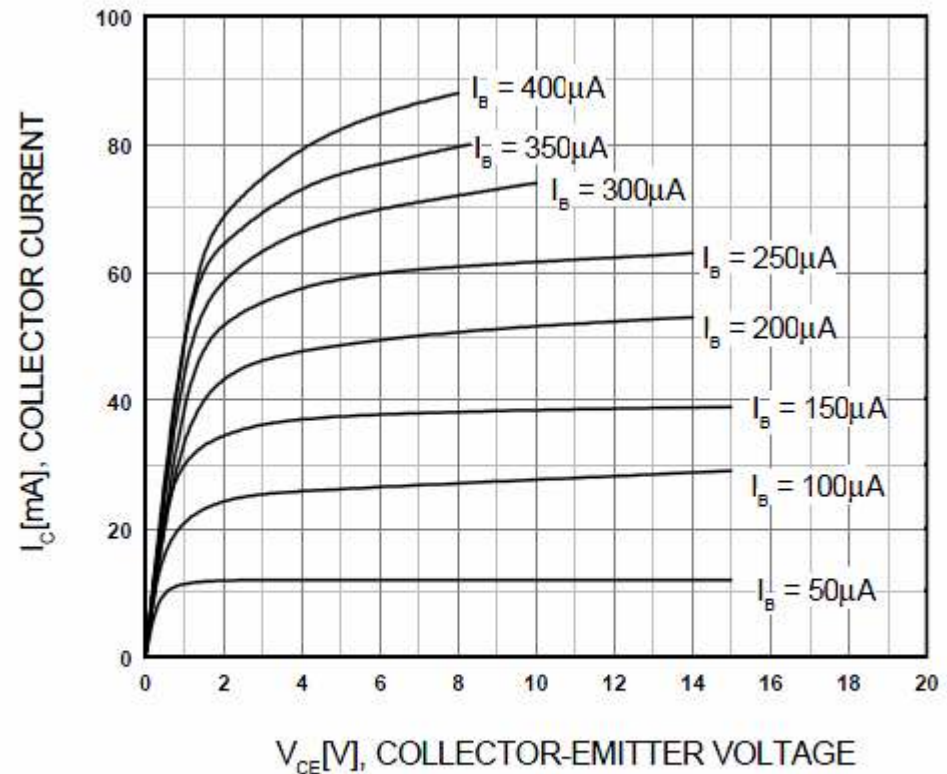


Figure 1. Static Characteristic

Měření vodivosti kůže

Experiment- přerušit obvod s rezistorem R_B a uzavřít obvod přes prsty ruky nebo i přes obě ruce – LED bude svítit svit podle odporu kůže. Je možno uzavřít obvod i přes dvě osoby (viz „vyděržaj pioněř“) a indikovat dotyk osob. *Ověřte experimentálně!*

Funkce podobná jako – **detektor lži**.

Voltmetr Ch_1 na U_R , Ch_2 na U_C

Napětí na rezistoru R_k je úměrné proudu LED

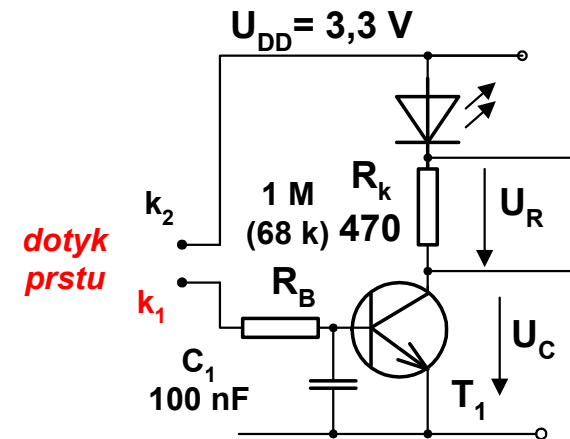
Kondenzátor C_1 , pro snížení případného rušení z rozvodné sítě 230 V/50 Hz

Experiment

Dotknout se prstem jen kontaktu k_1 , kapacitní vazba, rušení, zesílení tranzistorem, LED může mírně svítit

Osciloskop Ch_1 na napětí na kolektor, pozorovat signál u_C , při dotyku prstu.

(Pro větší zesílení případně použít $R_k = 10\text{ k} - 68\text{ k}$)



Měření na zesilovači pro reproduktor

Osciloskopem pozorovat signály:

Ch₁ na PWM, **Ch₂** na u_B , **Ch₃** na u_C

*Pozn. malými písmeny (u_B , u_C) označujeme napětí - proměnného signálu
velkými písmeny – označujeme (stálé) napětí, příp. ustálený stav*

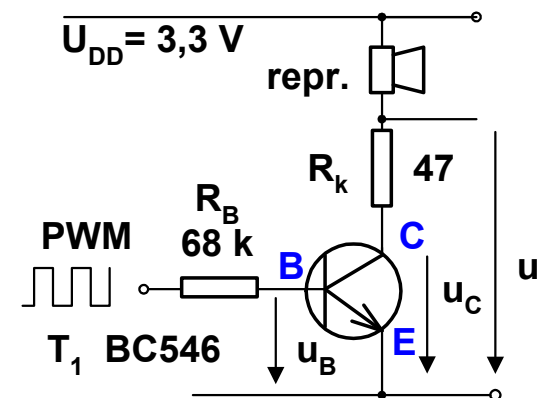
Zakreslit na papír průběh signálu a jeho úrovně

PWM- rozkmit 0 a + 3,3 V, u_B 0 a + 0,7 V – vysvětlit proč

Zapojit paralelně k R_B další rezistor 68 k, jak se změní napětí u_B ?

Ponechat Ch1 a Ch2 zapojené na rezistoru R_B , odpojit bázi B od rezistoru, jak se změní napětí na Ch2?

Jak se změní u_C , pokud se použije $R_B = 1M$?



Experiment s reproduktorem, mbed

- 3) Mbed**, generace **obdélníkového signálu** pomocí SW (programového) ovládání pinu, generovat stálou frekvenci, měnit frekvenci. Podobně, jako blikání LED, jen kratší prodleva. viz. přednáška **mbed**.
- 4) Mbed**, generace obdélníkového sig. pomocí **bloku PWM**, Stálá frekvence, měnit frekvenci ? melodie (nastavit frekvenci PWM, nechat generovat, čekat, nastavit novou frekvenci,.. Generace melodie
- 5) Dvouhlasá generace signálu pomocí Mbed**, **dva výstupy PWM**, sečtení pomocí dvou rezistorů $R_B = 68\text{ k}$, generace **dvou nezávislých signálů**

Pozn. je třeba použít dva nezávislé generátory PWM, aby bylo možno nezávisle měnit frekvenci)

