

# **Materiál na cvičení**

Kurz praktické elektroniky, Katedra měření  
ČVUT–FEL, Praha, 2021

# Úlohy D4

- Vytvořit **snímač teploty** s Si diodou a tranzistorem v diodovém zapojení. Určit, jak **se mění napětí s teplotou**
- Zapojit **stabilizátor napětí TL431**:
  - a) přes  $R = 470 \text{ Ohmů}$  z  $+3,3 \text{ V}$ ,
  - b) přes 2x paralelně  $470 \text{ Ohmů}$ , z  $+3,3 \text{ V}$ , napětí  $U_{KA} = ?$
- **Řídit jas LED** (libovolná barva) pomocí PWM a změny střídy.
- Vytvořit **generátor ss** (stejnoseměrného) napětí **s PWM a dolnoproustným filtrem RC** ( $R = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 22 \text{ }\mu\text{F}$ ).
- Určit vhodnou **frekvenci signálu PWM pro minimalizaci působení zvlnění** výstupního napětí.
- Experimentálně určit **vnitřní odpor zdroje napětí s filtrem RC**
- Sestavit **nastavitelný zdroj** stejnosměrného napětí **s filtrací PWM signálu a tranzistorovým zesilovačem** (emitorovým sledovačem). **Určit jeho vnitřní odpor.**
- Sestavit **nastavitelný zdroj** stejnosměrného napětí **s filtrací PWM signálu a regulátorem s tranzistorem a operačním zesilovačem.**

## Bonus:

- Vytvořit **astabilní klopný** obvod s Schmittovým obvodem 74HC14.

# Úlohy – snímač teploty s Si diodou

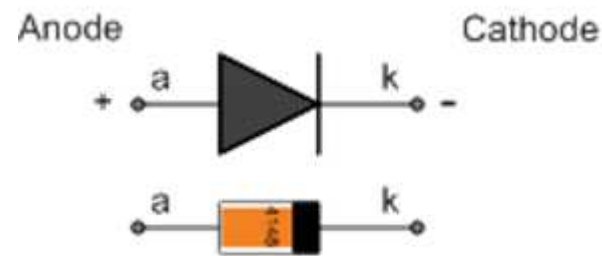
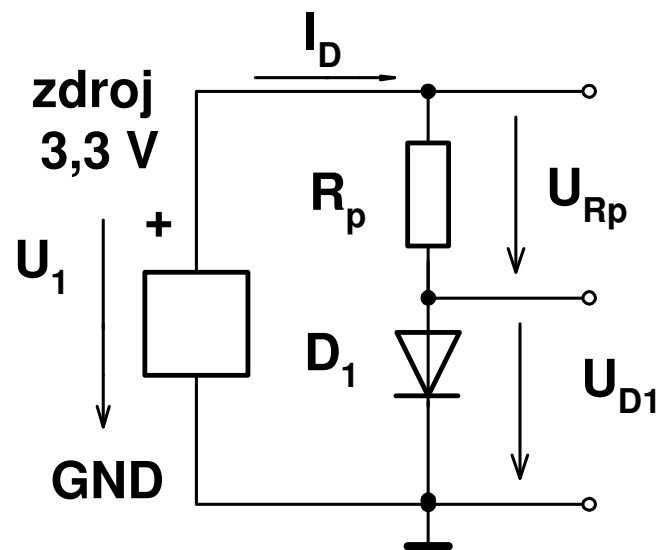
Polovodičový PN přechod se využije jako senzor teploty

Zapojení – napájení ze zdroje +3,3 V,  $R_p = 10\text{ k}\Omega$ .

Měřit napětí  $U_{AK}$ , (napětí na diodě) ohřát diodu dotykem prstů (ohřát prsty na vyšší teplotu třením o sebe).

Voltmetr – použít průměrování min. z 50 vzorků (**nastav. 50 samples**)

Určit, jak **se mění napětí s teplotou** (roste nebo klesá a o kolik?)

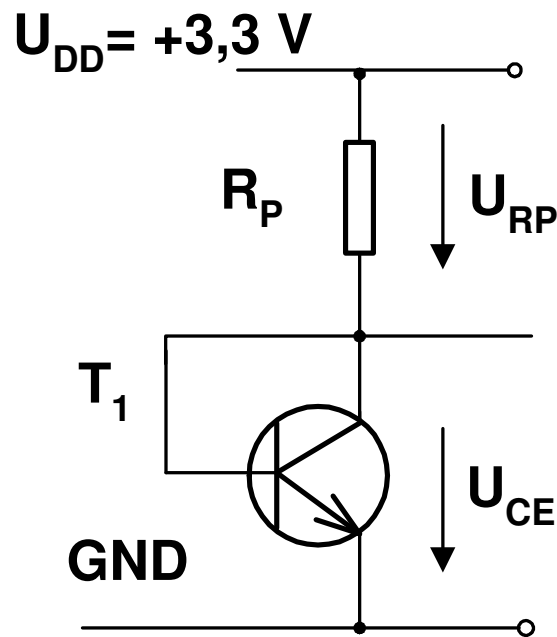


# Úlohy – snímač teploty s tranzistorem

Místo diody je možno také použít tranzistor BC546 v diodovém zapojení, (spojit kolektor s bází, což pak působí jako *anoda*, emitor pak nahrazuje *katodu*) Měřit změnu napětí tranzistorové diody v závislosti na teplotě **přechod Báze – Emitor** tranzistoru

Realizace je jednoduchá, místo diody se zapojí tranzistor

$R_P = 10\text{ k}\Omega$  napětí  $U_{CE} = \text{cca } 0,6\text{ V}$



**Úloha pro zájemce, v případě dostatku času.**

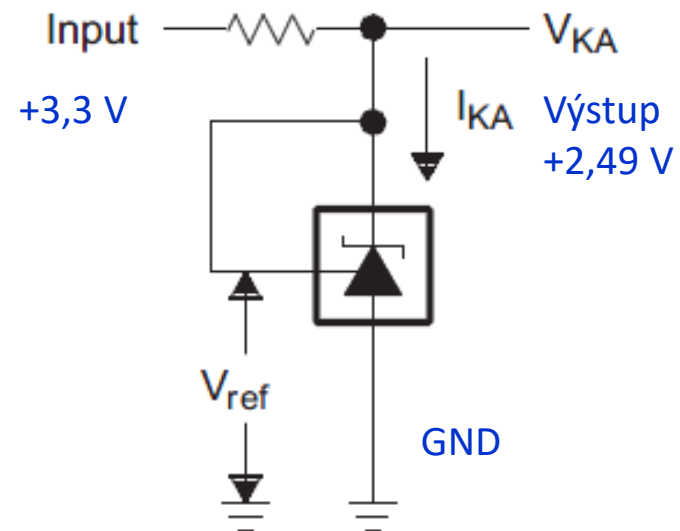
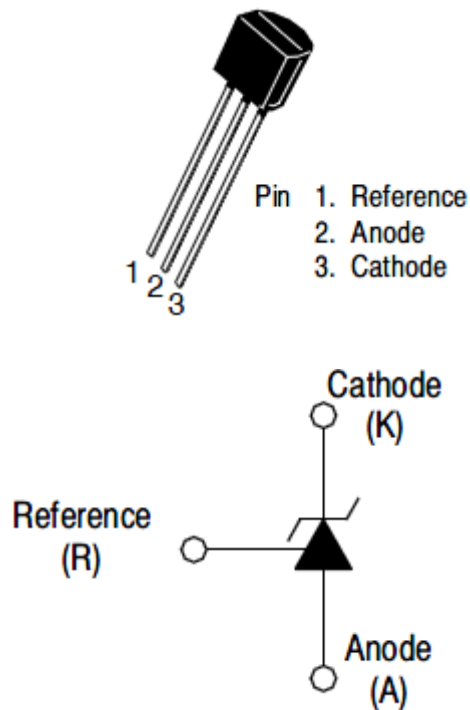
# Úlohy – stabilizátor napětí TL431

Napájení ze zdroje **+3,3 V** přes rezistor **470 Ohmů**

**Změřte** napětí  $U_{KA}$ , určete velikost proudu  $I_{KA}$ .

Jaké bude **napětí**  $U_{KA}$ , pokud se použijí **dva** rezistory **470 Ohmů** (zapojené paralelně), jak se změní  $I_{KA}$  (hodnota = ?).

Jaké je **napětí**  $U_{KA}$ , pokud se obvod napájí **přes rezistor 470 Ohmů** ze zdroje **+5 V**?



## Úlohy – řídit jas LED pomocí PWM a změny střídny

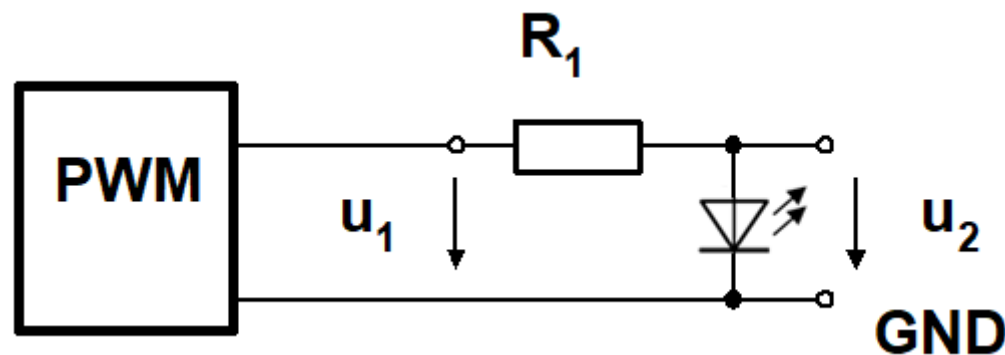
Na pin č. 14 (PWM Out) připojit rezistor 470  $\Omega$  a dále LED na zem (GND).

Program voltmetr.

Nastavit frekvenci 1000 Hz (není vidět blikání), změnit střídny, pozorovat změnu jasu LED

Snížit frekvenci postupně až na 1 Hz při stejné střídě – pozorovat, jak se při snižování frekvence na desítky a jednotky Hertzů postupně začne projevovat blikání.

**Zaznamenejte frekvenci, při které vidíte ještě blikání.**



## Úlohy – generátor ss napětí s PWM a dolnoproputným filtrem RC

**Výstup PWM** pin 14 propojit na pin č. 11 Ch1 vstup osciloskopu

**Výstup PWM** připojit na rezistor integračního RC

**RC člunek** – Elektrolytický kondenzátor 22  $\mu\text{F}$  a rezistor 10  $\text{k}\Omega$

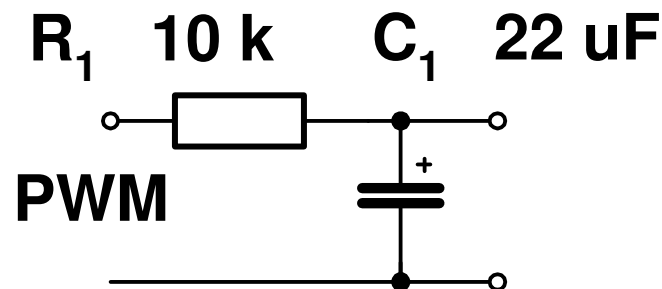
**Výstup z RC člunku** (společný kontakt rezistoru a + pól. kondenzátoru) připojit na vstup osciloskopu Ch2 pin 12

**Zvolit** režim zobrazení dvou kanálů, **synchronizovat** kanálem Ch1.

Nastavit **frekvenci 1 Hz**, pozorovat signál na **výstupu RC**.

Zvyšovat frekvenci a pozorovat **snížování rozkmitu na výstupu RC**, až se signál téměř „vyhladí“.

**Určete časovou konstantu  $\tau$  (tau) filtru = výpočet.**

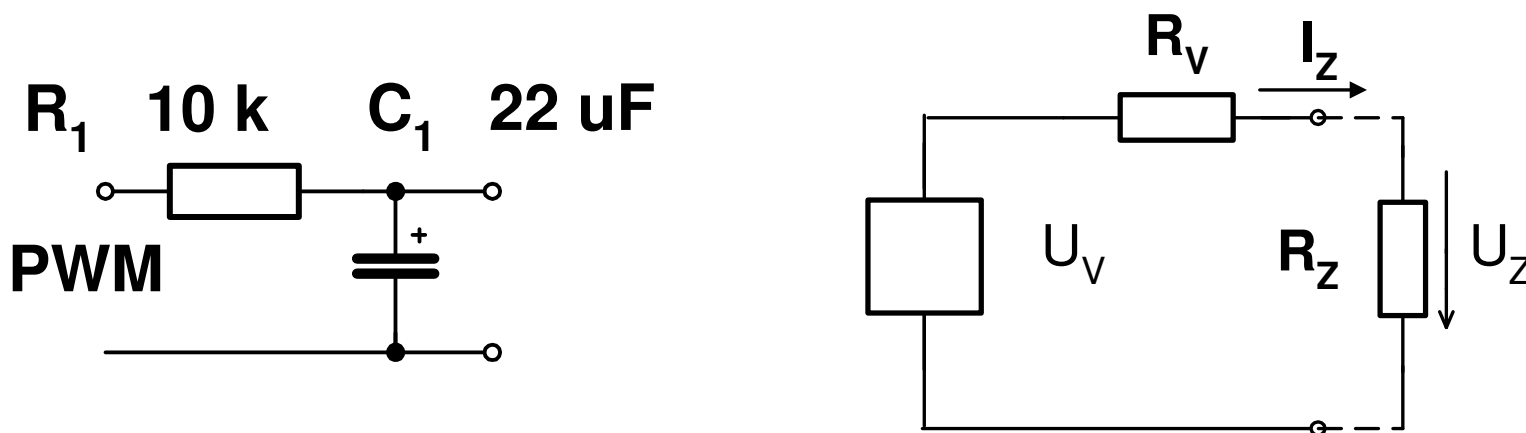


## Úlohy – generátor ss napětí s PWM

Zapojení – jako u předchozího zadání – integrační článek RC 22  $\mu\text{F}$  a 10 k $\Omega$ .

Ověřte experimentálně, jaký je vnitřní odpor zdroje ss napětí s PWM – připojte zátěž na výstup. **Frekvenci** signálu nastavit na **1000 Hz**. Se střídou **90 %**. Odpor zátěže  **$R_z$  volte 10 k $\Omega$** .

Použít číslicový voltmetr (F0–LAB) – výstup filtru na Ch 1 voltmetr.

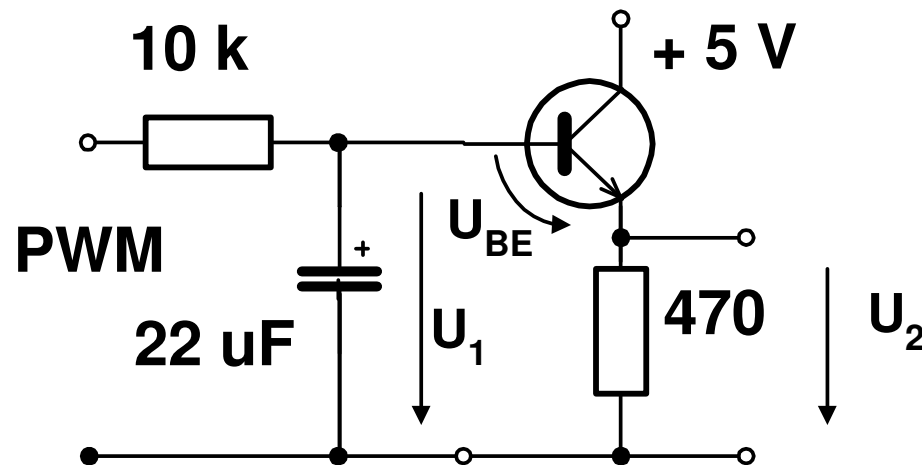




# Úlohy – gener. ss napětí s PWM a sledovačem s tranzistorem

K výstupu RC článku zapojit sledovač s BC546. Odpor v emitoru je 470 Ohmů. Kolektor na +5 V. **Zapojit do emitoru ještě LED s odporem 470 Ohmů proti GND.**

**Při jakém napětí přestane svítit LED, při jaké střídě a při jakém napětí na výstupu RC se napětí na emitoru blíží nule? Čím je to dáno?**

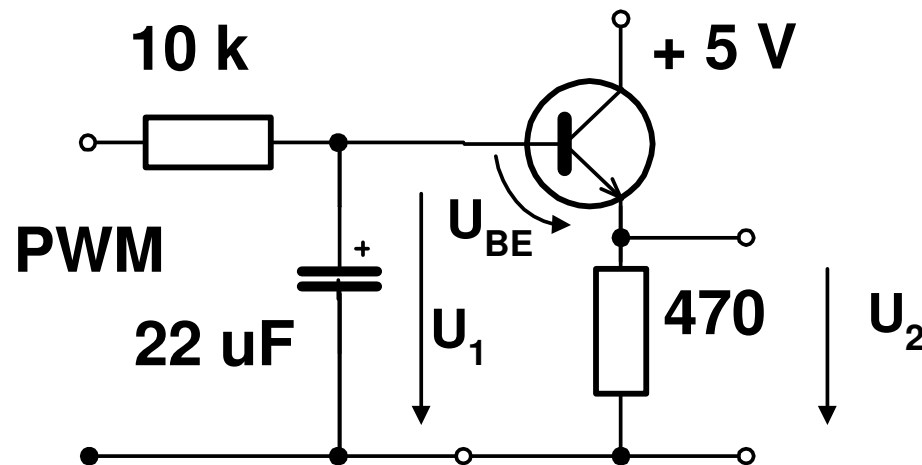


# Úlohy – gener. ss napětí s PWM a sledovačem s tranzistorem

K výstupu RC článku zapojit sledovač s BC546. Odpor v emitoru je 470 Ohmů. Kolektor na +5 V. **Odpojit LED.**

Nastavit **střídu 90 % a 1000 Hz**, změřit napětí na výstupu RC a napětí na výstupu sledovače (emitor).

Zatížit výstup sledovače proti zemi odporem 470 Ohmů a paralelně k němu zapojí  $R_z = 10\text{ k}\Omega$ . Jak se změní napětí  $U_2$ ?



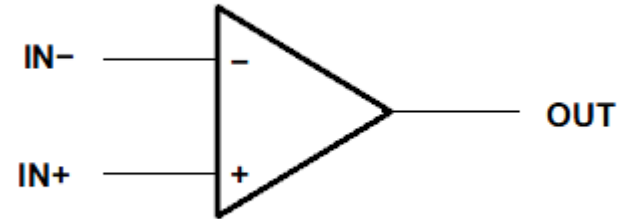
# Použité součástky op. zesil, LM324, tranzist. BC546

Napájení op zesilovač:

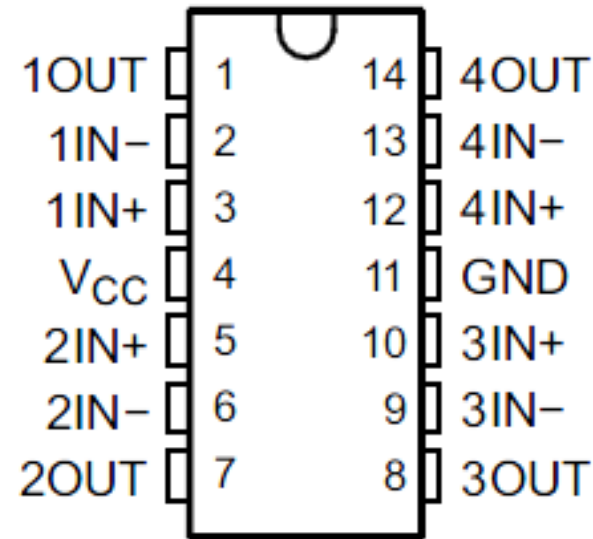
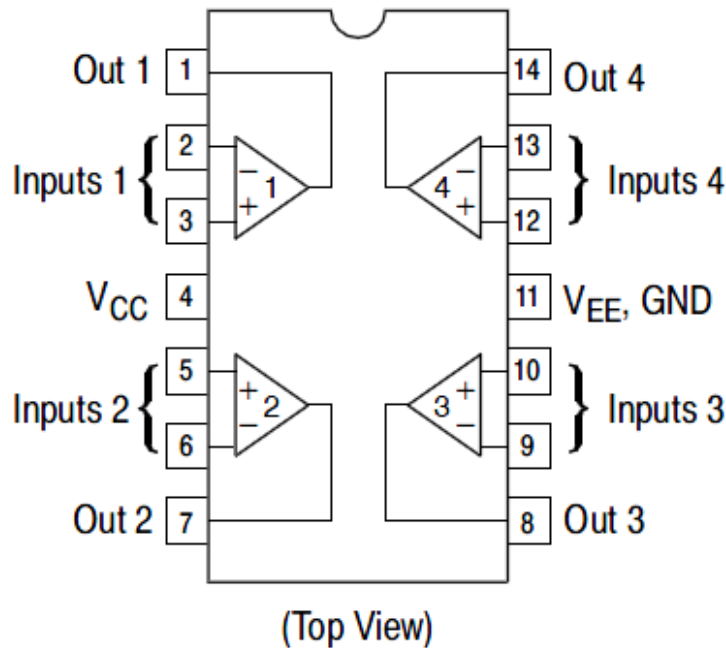
$V_C$  na +5 V

GND – na zem

Symbol (Each Amplifier)



## PIN CONNECTIONS



# Úlohy – generátor ss napětí s PWM a zesilovačem

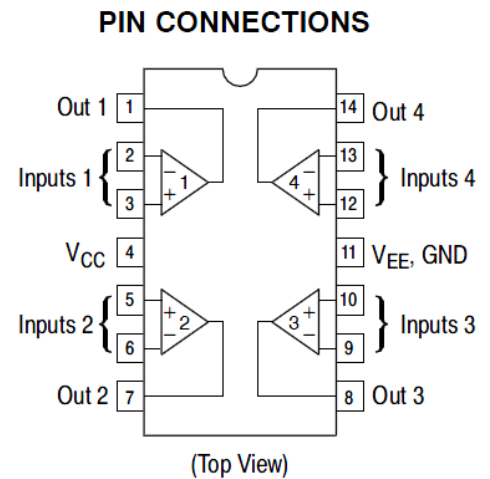
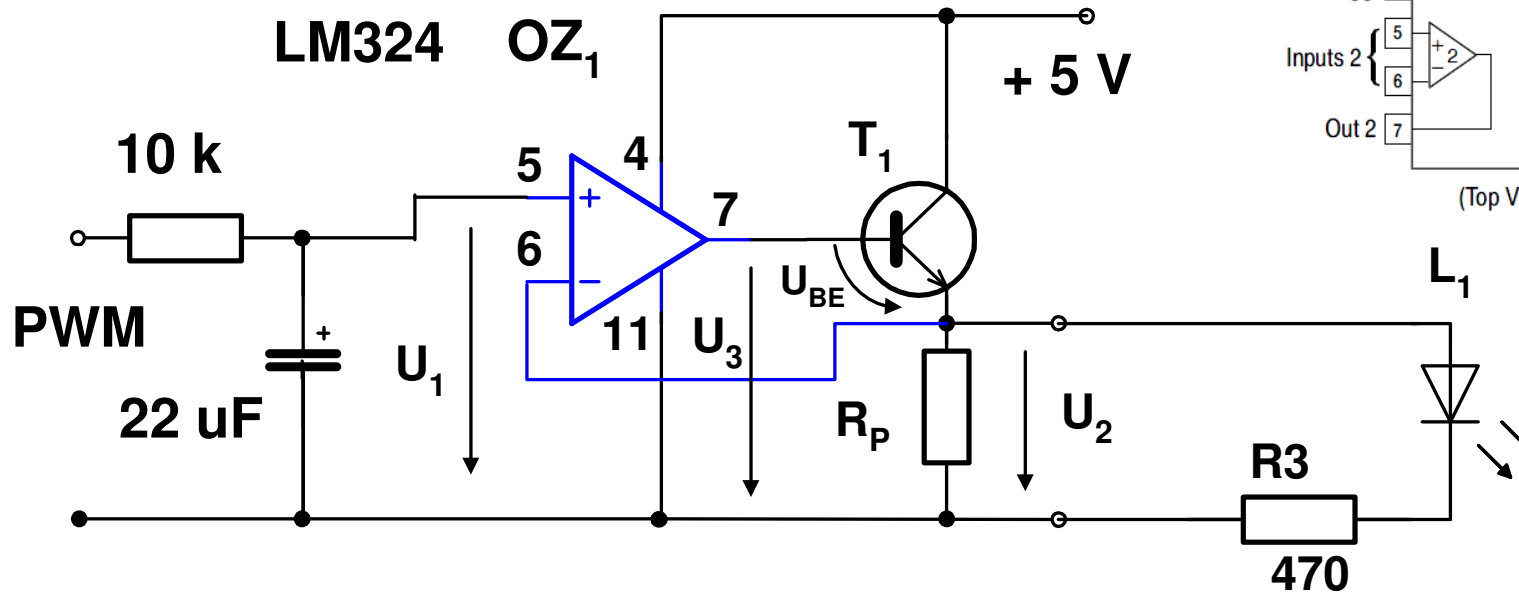
Regulátor napětí – udržuje *konstantní* napětí  $U_2$

Měnit střídu PWM (1000 Hz) a měřit napětí  $U_1$  a  $U_2$

pomocí voltmetru v F0-LAB.  $R_p = 470 \Omega$ . Změnit střídu.

Porovnejte výsledky s předchozími zapojeními

(střída = 90 %).



## Bonus – Astabilní klopný obvod s 74HC14

Napájení z  $U_{CC} = +3,3\text{ V}$

$R_p = 470\text{ Ohmů}$ ,  $R_T$  trimr  $5\text{ k}\Omega$ ,  $C_G = 100\text{ nF}$  experiment  $1,6\text{ až }16\text{ kHz}$

$R_p = 10\text{ k}\Omega$  ( $68\text{ k}\Omega$ ),  $R_T = 0$   $C_G = 22\text{ }\mu\text{F}$ ,  $f = 3,8\text{ Hz}$  ( $0,6\text{ Hz}$ )

(zapojit indikační LED přes  $470\text{ Ohmů}$  na výstup)

$R_p = 10\text{ k}\Omega$        $R_T = 0$     $C_G = 100\text{ nF}$ ,  $f = 830\text{ Hz}$

$R_p = 1\text{ M}\Omega$        $R_T = 0$     $C_G = 22\text{ }\mu\text{F}$ ,  $f = 0,038\text{ Hz}$  (perioda  $26\text{ sec?}$ )

Signály **vyšší frekvence** pozorovat pomocí osciloskopu **napětí na výstupu a na vstupu** (napětí na  $C_G$ )

Signály **nízké frekvence** pozorovat **na výstupu i pomocí LED**

Asymetrická funkce, doplnění dalšího rezistoru **s diodou**  
– **různá časová konstanta** pro nabíjení a vybíjení

