

Elektronika a měření – cvičení 04

Operační zesilovač jako komparátor a jeho možnosti využití

Zadání a formulář

Číslo pracoviště:

Jméno studenta:.....

Datum měření:

1) Zapojení OZ jako komparátor

Zapojte přípravek s operačním zesilovačem (OZ) jako komparátor. Rezistory použijte $R_1=10k$ a $R_2=1k$.

a. Schéma zapojení obvodu:

b. Změřte následující napětí*¹⁾:

i. $U_{REF} = \dots\dots\dots$

ii. $U_{2_SAT+} = \dots\dots\dots$

$U_1 = \dots\dots\dots$

iii. $U_{2_SAT-} = \dots\dots\dots$

$U_1 = \dots\dots\dots$

c. Ověřte změřená napětí výpočtem*²⁾:

d. Co se stane, když v zapojení přehodíte vstupy OZ?



2) Připojení akčního členu – žárovky

K výstupu OZ připojte přes tranzistorový spínač žárovku tak, aby žárovka svítila, pokud bude na výstupu OZ kladná saturace. Použijte $R1=10k$ a unipolární tranzistor **BS170**^{*3)}.

a. Změřte proud I_G , když žárovka svítí a když nesvítí:

i. $I_{G_svítí} = \dots\dots\dots$

ii. $I_{G_nesvítí} = \dots\dots\dots$

3) Hardwarový generátor PWM

K obvodu z předchozí úlohy přes RC člen (volte $10k\Omega$ a $100nF$) připojte generátor obdélníkového signálu.

a. Zjistěte si, co znamená zkratka PWM a k čemu slouží:

.....

b. Co znamená **střída** PWM signálu a v jakých je jednotkách:

c. Nastavte takovou frekvenci, aby průběh napětí na kondenzátoru byl „pila“ a toto napětí přiveďte na vstup OZ místo U_{REF} (pevný dělič odpojte).

d. Potenciometrem RX1 měňte střídu.

e. Schéma zapojení a průběhy PWM:

f. Co se děje se žárovkou a tranzistorem:



4) Bonusová úloha: Automatické osvětlení

Navrhněte takové zapojení foto-odporu, OZ a tranzistorového spínače se žárovkou, který rozsvítí žárovku, pokud zastíníte foto-odpor. Intenzitu osvětlení, při které se žárovka rozsvítí, nastavujte pomocí potenciometru RX1.

a. Schéma zapojení:

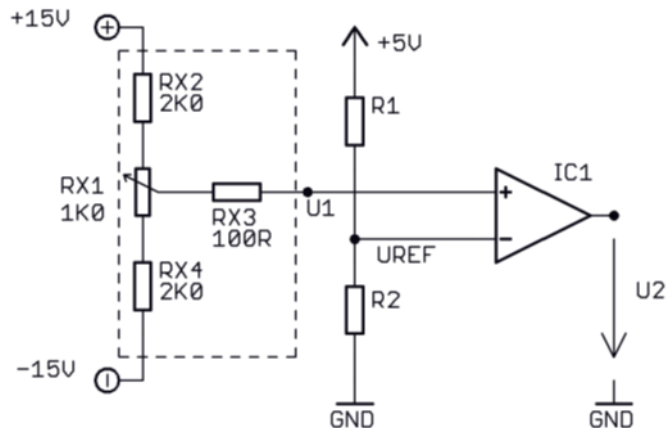
b. Jak by se změnilo zapojení obvodu, pokud bychom chtěli sestavit dvoustavový detektor světla (například slunečního osvětlení)?



Podklady a poznámky:

Popis modulu OZ (Operational Amplifier):

- Napájení modulu s OZ je $U_c = +5\text{ V}$ (**použijte vestavěný zdroj 5V**), avšak uvnitř je násobič napětí na cca $\pm 15\text{ V}$ pro standardní OZ. Maximální výstupní napětí OZ v lineárním režimu uvažujeme s rezervou $|U_{OM}| = 10\text{ V}$. Vyšší napětí je již signalizováno dvěma LED na modulu (každá polarita zvlášť – žluté LED).
- Je třeba nejen připojit modul k napájení (+5V a GND), ale také propojit virtuální zem operačního zesilovače se společným vodičem napájení (AGND \rightarrow GND rozvodného panelu).
- Proměnné napětí vstupů získáme na potenciometru **1K0**, který připojíme na druhý vestavěný zdroj o napětí $U_N = \pm 15\text{ V}$. Je nutno také spojit země obou zdrojů (+5 V, $\pm 15\text{ V}$). Potenciometr RX1 má na jezdcí ochranný odpor RX3 a na koncích připojené omezovací rezistory RX2 a RX4 (viz obrázek – součástky v čárkovaném obdélníku), takže je možno nastavit ca 20 % bipolárního rozsahu (uprostřed, t.j. asi $\pm 3\text{ V}$). Dle potřeby je možno jeden nebo oba omezovací rezistory vyřadit.



Obecný OZ zapojený bez zpětné vazby funguje jako komparátor, tj. porovnává známé referenční napětí s neznámým napětím U_1 a pokud je U_1 menší než U_{REF} , tak je na výstupu záporná saturace. Pokud U_1 je vyšší než U_{REF} , tak je na výstupu kladná saturace. Tohoto se využívá k detekci neznámého napětí například ze snímače, v AD převodnících, všude, kde je potřeba porovnat neznámé napětí se známou referencí.

- Přejechod mezi saturacemi je v našich podmínkách strmý, skokový.
- Ve schématické značce OZ jsou dva vstupy (+ a -) a nezáleží na tom, který je nahoře a který je dole. Důležité je vždy obvod zapojit se správnými vstupy.
- Na výstup OZ připojíme voltmetr. Šipku mezi výstupní svorkou a GND někteří *experti*-studenti nahrazovali vodičem, takže výstup zkratovali do země – to je ŠPATNĚ – to nedělejte.
- Ve schématech se už nekreslí (většinou) napájení. V zapojení ale musí být, jinak to nebude fungovat.

Poznámka: Odpory mají toleranci 1%, lze tedy počítat přímo se zadanými hodnotami.

*1) Výstupní napětí U_2 je myšleno jako saturační

*2) Uvažujte zesílení OZ v otevřené smyčce $A_{uo}=10^5$. ;-)

*3) <https://www.gme.cz/unipolarni-tranzistor-bs170-to92> .