

# POKROČILÉ PRAKTIKUM Z ELEKTRONIKY

## Návod k úloze č. 3: Proudové zdroje

### Zadání úlohy číslo 3

Sestavte několik zdrojů proudu a měřte závislost výstupního proudu na výstupním napětí pro tři velikosti vstupního proudu (0.5 mA, 1 mA a 5 mA). V závěru protokolu jednotlivé zdroje porovnejte.

Zdroje proudu s tranzistorem a Zenerovou diodou  
Widlarovo proudové zrcadlo  
Wilsonovo proudové zrcadlo

## 1. Úvod

V elektronice může nastat situace, kdy potřebujeme zdroj konstantního proudu. Ideální proudový zdroj dodává do obvodu konstantní proud nezávislé na napětí, které je na jeho svorkách. Ideálního stavu nelze dosáhnout a každý proudový zdroj bude mít výstupní charakteristiku, která se bude s napětím vyvíjet.

V tomto praktiku sestavíte několik proudových zdrojů a určíte jejich výstupní charakteristiky. Ve všech zapojeních využijete bipolární NPN tranzistory a prvního zapojení Zenerovu diodu. K dispozici máte pole nepájivých spojů, tři laboratorní multimetry, sadu rezistorů, sadu tranzistorů, Zenerovu diodu a dvojitý zdroj stejnosměrného napětí.

Vaším úkolem bude ověřit funkci tří proudových zdrojů, vždy budete měřit výstupní charakteristiku zdroje v závislosti na vstupní proudu.

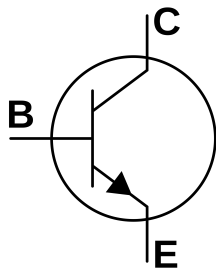
### 1.1. NPN tranzistor a Zenerova dioda

Vyzkoušíte si zapojení, které využívají jako hlavní prvek NPN tranzistor a v jednom zapojení je využita Zenerova dioda. NPN tranzistor je součástka se třemi vývody – kolektor, emitor a báze, které jsou označeny na schématické značce na obrázku 1. Tranzistor je aktivní součástka, která tvořena ze dvou PN přechodů.

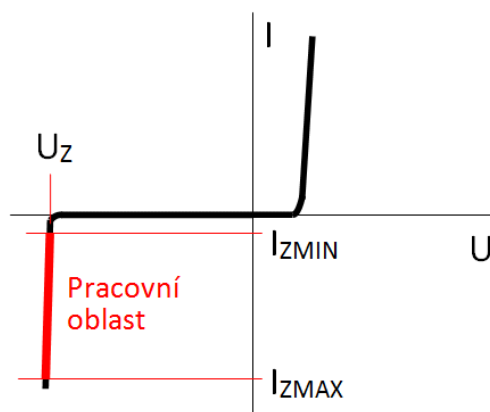
Mikroskopická struktura způsobuje, že velikost BE proudu ovlivňuje velikost proudu CE. Kolektorový proud může být mnohonásobně vyšší než báze, součástka tak lze použít jako zesilovač.

Zenerova dioda je speciální typ diody, který se využívá převážně v závěrném směru. Více se o Zenerově diodě dozvíte (nebo již jste se dozvěděli) v úloze č. 1 toho praktika. Zenerova dioda je konstruována tak, aby pracovala v oblasti průrazu bez poškození.

Voltampérovou charakteristiku takové diody vidíte na obrázku 2. Z této charakteristiky je zřejmé proč se Zenerova dioda využívá jako napěťová reference, pro velkou oblast závěrného proudu je stále na diodě stejné napětí  $U_Z$  – Zenerovo napětí. V zapojení proudového zdroje slouží k řízení báze proudu tranzistoru, který určuje proud výstupní.



Obrázek 1: Schématická značka tranzistorů s označenými konektory.



Obrázek 2: VA charakteristika Zenerovy diody

## 2. Realizace zdrojů proudu

### 2.1. Zapojení s tranzistorem a Zenerovou diodou

V prvním zdroji je využita Zenerova dioda pro referenci napětí, které reguluje bázový proud NPN tranzistoru zapojeného ve zdroji. Vstupní proud ovlivňuje velikost výstupního proudu. Při měření zapojte obvod podle následujícího schématu s těmito hodnotami rezistorů. Jako Zenerovu diodu využijete BZX83V004V7.

Hodnotu rezistorů můžete určit podle proužkového značení nebo přímým měřením odporu multimetrem. U NPN tranzistorů si pomocí multimetru s funkcí hFE si ověřte pozici jednotlivých konektorů a funkčnost tranzistoru.

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 470 \text{ }\Omega$$

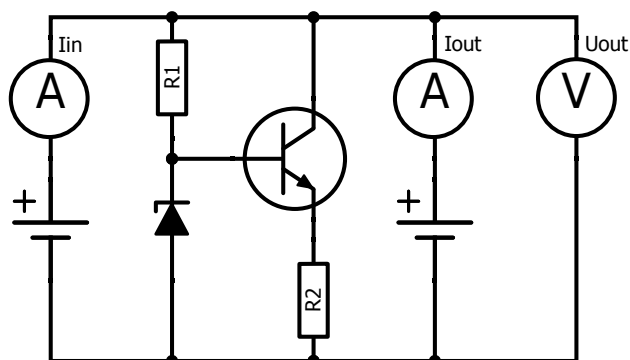


Schéma 1: Zapojení s tranzistorem a Zenerovou diodou

*Změřte výstupní charakteristiku zapojení s tranzistorem a Zenerovou diodou pro tři různé vstupní proudy.*

## 2.2. Widlarovo proudové zrcadlo

Další kategorií zapojení jsou proudová zrcadla. Zapojením dvou tranzistorů do obvodu můžeme docílit zrcadlení bázevého proudu a tím i stabilizaci výstupního proudu. Při měření porovnejte vstupní proud s výstupním, dokážete určit proč se liší?

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 100 \text{ }\Omega$$

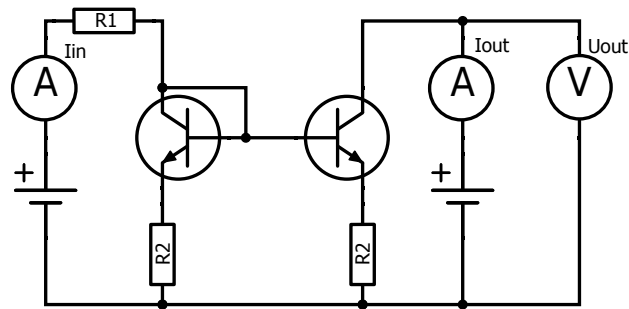


Schéma 2: Zapojení Widlarova proudového zrcadla.

*Změřte výstupní charakteristiku Widlarova proudového zrcadla pro tři různé vstupní proudy.*

## 2.3. Wilsonovo proudové zrcadlo

Posledním zapojení je Wilsonovo proudové zrcadlo, které sestavíte podle schématu 3. Na konci měření porovnejte jednotlivé zapojení a jejich schopnost stabilizovat proud v obvodu.

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

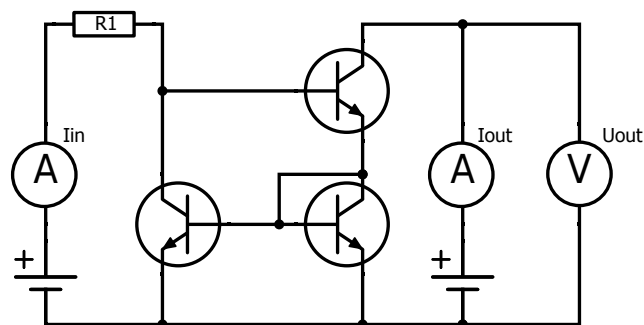


Schéma 3: Zapojení Wilsonova proudového zrcadla.

*Změřte výstupní charakteristiku Wilsonova proudového zrcadla pro tři různé vstupní proudy.*