

Měření elektrických obvodů pomocí prostředí VEE II.

Úkol:

1. Voltampérová charakteristika

Naprogramujte na programovatelném zdroji dvěma způsoby měření V–A charakteristiky diody v propustném směru. Grafickou závislost vytiskněte.

2. Soustava voltampérových charakteristik

Naprogramujte na programovatelném zdroji měření výstupní charakteristiky unipolárního tranzistoru v obohaceném režimu. Grafickou závislost vytiskněte.

V obou úlohách vyexportujte naměřené hodnoty (I/O, TO FILE) do souboru a zpracujte je graficky v Excelu.

Návod:

V tomto měření se seznámíme s PLUG&PLAY DRIVERy.

Fyzický přístroj – programovatelný zdroj - ovládáme z programu pomocí objektu PLUG&PLAY DRIVER, který je již (snad) nakonfigurován. Pokud ne, vybereme rozhraní GP-IB, adresa 5. Do driveru se zadávají příkazy. Poklepáním na prázdný příkazový řádek se dostanete na panel pro výběr funkcí, kde vyberete potřebné funkce a do nich zadáte vhodné hodnoty.

1., způsob A: Nastavování napětí zdroje po krocích zajistí aplikační funkce **Step power supply voltage**. Zde na kartě *Panel* nastavíme počáteční a koncovou hodnotu napětí (jde o diodu v propustném směru, tak max. 1,5 V) a krok např. 0,05 V. Je vhodné nastavit i **Delay Program**, pauzu či zpoždění, aby se po každém nastavení ustálily parametry obvodu (např. 1 s). Dále je nutno stanovit max. proud (např. 0,8 A) a velikost matice (řady) měřených hodnot (*Array Length*).

Na kartě parametrů zaškrtneme pro matici (řadu) napětí a proudů automatickou volbu velikosti matice (*Auto-Allocate Input*) a zadáme velikost (*size*), aby byla větší nebo nejlépe stejná jako počet měření.

Změřené údaje se nakreslí v zapisovači X vs Y PLOT a také zaznamenají ve vhodně konfigurovaném textovém souboru (TO FILE).

1., způsob B: cyklovačem FOR RANGE zvolíme krokování napětí. Příkazem **Set Voltage**, kdy napětí je proměnnou (*variable*) přiváděnou z cyklovače, se nastavuje napětí. Příkazem **Set Current** nastavíme max. proud. Vložíme pauzu a dále pomocí příkazů **Measure Voltage** a **Measure Current** měříme obě veličiny, které se nakreslí v zapisovači a zaznamenají do souboru.

2. Jedním PLUG&PLAY DRIVERem (např. výstupu 2, který si vybereme příkazem **SelectOutputPort**) řídíme napětí U_{GS} . Toto řídicí napětí nastavujeme postupně od 0 V do 8 V po 2 V (FOR RANGE, *Set Voltage*, proměnná – *variable* např. *A*). Dáme pauzu 1 s. Napětí měříme příkazem **Measure Voltage** a sledujeme na ALPHANUMERIC.

Druhým PLUG&PLAY DRIVERem (např. výstupu 1, který si vybereme příkazem **Select Output Port**) řídíme napětí U_{DS} . Toto napětí nastavujeme postupně od 0 V do 12 V po 1 V (FOR RANGE, *Set Voltage*, proměnná napětí – *variable* např. *B*) Max. proud (**Set Current**) zadejte 0.1 A. Tento cyklus musí být podřízen cyklu řídicích napětí (musíte správně navrhnout sekvenční spojnici). Dále měříme napětí a proud, které se opět nakreslí zapisovačem a zaznamenají do souboru. Do zapisovače přidejte řídicí vstup *Next curve* z FOR RANGE, aby se nekreslily zpětné běhy.

Měření na nízkofrekvenčním zesilovači.

Úkol:

Proměřte nízkofrekvenční zesilovač.

1. Nastavte neutrální polohu korektorů hloubek a výšek a rozhodněte, zda odpovídá deklarované neutrální poloze jejich potenciometrů.
2. Změřte frekvenční charakteristiky (charakteristiku zisku a fázovou charakteristiku) $A_{\text{udB}}, \varphi = f(f)$ jednoho z kanálů, nakreslete je (v semilogaritmických souřadnicích) a zhodnoťte jejich vlastnosti.
3. Určete dolní a horní mezní kmitočty a šířku pásma B_3 .
4. Určete maximální výstupní výkon jednoho kanálu zesilovače.
5. Zhodnoťte vlastnosti korektorů hloubek a výšek ve všech kombinacích mezních poloh (při $f = 1$ kHz) a ověřte, jestli nedochází k zakmitávání zesilovače.

Přístroje:

nízkofrekvenční zesilovač, popř. rozhlasový přijímač
generátor, osciloskop, PC
zatěžovací odpor

Návod:

Všechna měření provádíme při zatížení výstupu zesilovače jmenovitou hodnotou R_Z , obvykle 4Ω . Dbáme na správné zapojení zemních svorek, abychom nezkratovali výstup.

1. Neutrální polohu korektorů hloubek a výšek zjistíme tak, že na vstup zesilovače připojíme obdélníkový signál o frekvenci 1 kHz a sledujeme na osciloskopu průběh výstupního napětí. Nastavíme potenciometry hloubek a výšek tak, aby se výstup co nejvíce blížil obdélníku. Pak jsou korektory v neutrální poloze.
2. Frekvenční charakteristiky měříme při neutrálním nastavení tónových clon sinusovým signálem v rozmezí 10 Hz – asi 50 kHz podobným způsobem, jako u obecných dvojbranů. Zisk $A_{\text{udB}} = 20 \log \frac{U_2}{U_1}$ by měl být v oblasti akustických frekvencí konstantní, aby nedocházelo ke zkreslení. Fázový posuv by měl být v téže oblasti také konstantní, a to -180° .
3. Při horním a dolním mezním kmitočtu je zisk o 3 dB menší, než je maximální zisk. Šířka pásma je rozmezí od dolního do horního mezního kmitočtu.
4. Maximální výkon určíme při $f = 1$ kHz. Zvyšujeme napětí vstupního signálu a pozorujeme průběh napětí na výstupu. Těsně před počátkem zkreslení sinusovky („oříznutí“) změříme U_2 a vypočítáme
$$P_{\text{max}} = \frac{U_2^2}{R_Z}.$$
5. Vlastnosti korektorů hloubek a výšek určujeme při obdélníkovém vstupním signálu a $f = 1$ kHz. V mezních polohách (např. výšky max. – hloubky min. atd.) sledujeme (a stáhneme) průběh výstupního napětí. Hloubkový korektor vykazuje tvar přechodové charakteristiky integračního, výškový derivačního členu. Na průbězích nesmí být superponována kmitavá složka.

Záhlaví tabulky:

| f (kHz) | U_1 (V) | U_2 (V) | A_{udB} (dB) | φ ($^\circ$) |
|-----------|-----------|-----------|-----------------------|------------------------|
| | | | | |

$f_d = \dots\dots\dots$ $f_h = \dots\dots\dots$ $B_3 = \dots\dots\dots$

$P_{\text{max}} = \dots\dots\dots$

Měření na tranzistorovém zesilovači.

Úkol:

1. Nakreslete schéma jednostupňového zesilovače s tranzistorem NPN v zapojení se společným emitorem a sériovou proudovou zpětnou vazbou R_E . Zvolte napájecí napětí 10 V, rezistory jsou $R_C = 1 \text{ k}\Omega$, $R_E = 100 \text{ }\Omega$. Pracovní bod P nastavte do středu zatěžovací přímky. Změřte potřebný proud I_B pro nastavení P. Vypočítejte velikost potřebného odporu R_B pro nastavení P.
2. Do vstupu zesilovače opatřeného oddělovacím kondenzátorem přiveďte sinusový signál 1 kHz a zvyšujte amplitudu až na hranici nelineárního zkreslení (oříznutí sinusovky) na výstupu. Pak amplitudu snižte na polovinu a změřte a nakreslete charakteristiku zisku. Porovnejte zisk s teoretickou hodnotou.
3. Přemostěte odpor R_E kondenzátorem C_E , nastavte vstupní napětí tak, aby na výstupu nebylo viditelné zkreslení (deformovaná sinusovka) a opakujte měření podle bodu 2.
4. Z charakteristik podle bodu 2 a 3 zjistěte horní a dolní mezní frekvenci zesilovače.

Návod:

1. V pracovním bodě P je napětí $U_{CE} = 5 \text{ V}$ (polovina U_{CC}). Nastavíme P, změříme proud báze I_B a kolektoru I_C . Porovnáme ho s teoretickou hodnotou $I_C = \frac{U_{CC} - U_{CE}}{R_C + R_E}$. Vypočítáme potřebný

$$R_B = \frac{U_{CC} - U_{BE} - U_{RE}}{I_B}. \text{ Přebpokládáme } U_{BE} = 0,6 \text{ V}.$$

2. Charakteristika zisku je závislost zisku na frekvenci $A_{UdB} = 20 \log A_U = 20 \log \frac{U_2}{U_1} = f(f)$. Obě napětí měříme pomocí osciloskopu (efektivní hodnota). Zesílení při dostatečně velkém zpětnovazebním odporu R_E je teoreticky $A_U = -\frac{R_C}{R_E}$.

3. Přemostěním R_E se zruší zpětná vazba R_E pro střídavý signál, zesílení a zisk jsou proto významně větší (teoreticky by bylo $A_U = -\frac{\Delta U_{CE}}{\Delta U_{BE}} = -\frac{\Delta I_C R_C}{\Delta U_{BE}} = -\frac{h_{21E} R_C}{h_{11E}}$). Jsou také ovlivněny hodnotami R_E a C_E a značně frekvenčně závislé. Pozorujeme také změnu fáze při vyšších frekvencích oproti -180° při $f = 1 \text{ kHz}$.

4. Horní a dolní mezní frekvenci f_H a f_D se zjistí při poklesu zesílení o 3 dB, tj. na 0,707 hodnoty U_2 při $f = 1 \text{ kHz}$. Při silné záporné zpětné vazbě se v měřeném pásmu f_H a f_D nemusí vůbec objevit.

Naměřené a vypočtené hodnoty:

parametry pracovního bodu P: $U_{CE} = \dots\dots\dots$ $I_B = \dots\dots\dots$ $R_B = \dots\dots\dots$

kolektorový proud: teoretický $I_C = \dots\dots\dots$ změřený $I_C = \dots\dots\dots$

zisk se ZZV při $f = 1 \text{ kHz}$: teoretický $A_{UdB} = \dots\dots\dots$ změřený: $A_{UdB} = \dots\dots\dots$

zisk s přemostěným R_E při $f = 1 \text{ kHz}$: změřený: $A_{UdB} = \dots\dots\dots$

Záhlaví tabulek:

zisk se ZZV

| f (Hz) | U_1 (V) | U_2 (V) | A_{UdB} (dB) |
|----------|-----------|-----------|----------------|
| 10 | | | |
| | | | |

zisk s přemostěným R_E

| f (Hz) | U_1 (V) | U_2 (V) | A_{UdB} (dB) |
|----------|-----------|-----------|----------------|
| 10 | | | |
| | | | |

mez

ní frekvence se ZZV:

$f_D = \dots\dots\dots$ $f_H = \dots\dots\dots$

mezní frekvence s přemostěním R_E :

$f_D = \dots\dots\dots$ $f_H = \dots\dots\dots$

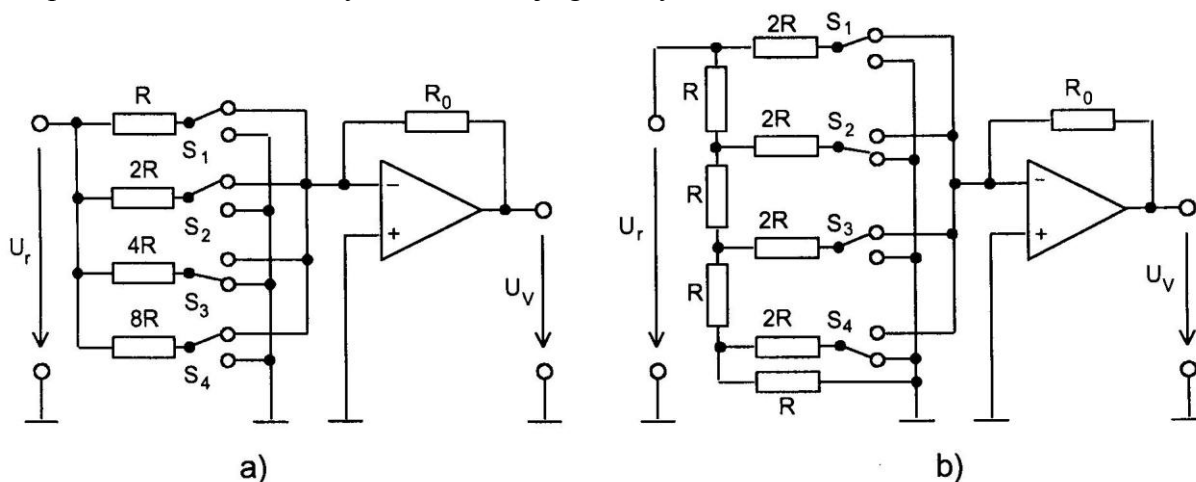
Měření na převodnících.

Úkol:

U předložených 4-bitových D/A převodníků

- s váhovou odporovou sítí
- s žebříčkovou odporovou sítí

změříte převodní charakteristiky a znázorníte je graficky.



Návod:

D/A převodníky pro převod číselného kódu na stejnosměrné analogové napětí se používají dvojího druhu: s váhovou odporovou sítí nebo se žebříčkovou odporovou sítí, které se říká síť R-2R.

Převodník s váhovou odporovou sítí nelze realizovat pro vyšší počty bitů z praktických důvodů – rozmezí hodnot odporů. Výstupní napětí převodníku je dáno vztahem

$$U_v = -\frac{R_0}{8R} U_r D, \text{ kde } D \text{ nabývá hodnot 0 až 15.}$$

Převodník s odporovou sítí R-2R lze konstruovat pro libovolný počet bitů vstupního čísla. Pro

výstupní napětí platí vztah $U_v = -\frac{R_0}{16R} U_r D$.

Tabulka:

$U_r = \dots\dots\dots$

$R_0 = \dots\dots\dots$

$R = \dots\dots\dots$

| číslo D dekadicky | číslo D binárně | U_{Va} teor (V) | U_{Va} měř (V) | U_{Vb} teor (V) | U_{Vb} měř (V) |
|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 0 | | | | | |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |