

Zesilovač s jedním tranzistorem

Tranzistorové zesilovače s jedním tranzistorem tvoří základní stavební prvek všech současných zesilovačů, ať už v diskrétní nebo integrované podobě. Moderní operační zesilovače obsahují několik desítek tranzistorových struktur na jedné destičce (čipu) v různých zapojeních. Pro pochopení funkce je třeba znát vlastnosti jednotlivých dílčích tranzistorových zesilovačů. Přesný výpočet přenosových vlastností je poměrně složitý a ani se příliš nepoužívá vzhledem k výrobním rozptylům parametrů běžných tranzistorů. Zjednodušení lze provést pro oblast nízkých frekvencí, kdy můžeme zanedbat komplexní charakter parametrů tranzistorů a dále za předpokladu, že vstupní střídavý signál je mnohem menší než klidové stejnosměrné hodnoty napětí a proudu.

Tab. 1: Typické vlastnosti tran. zesilovače v zapojení SE

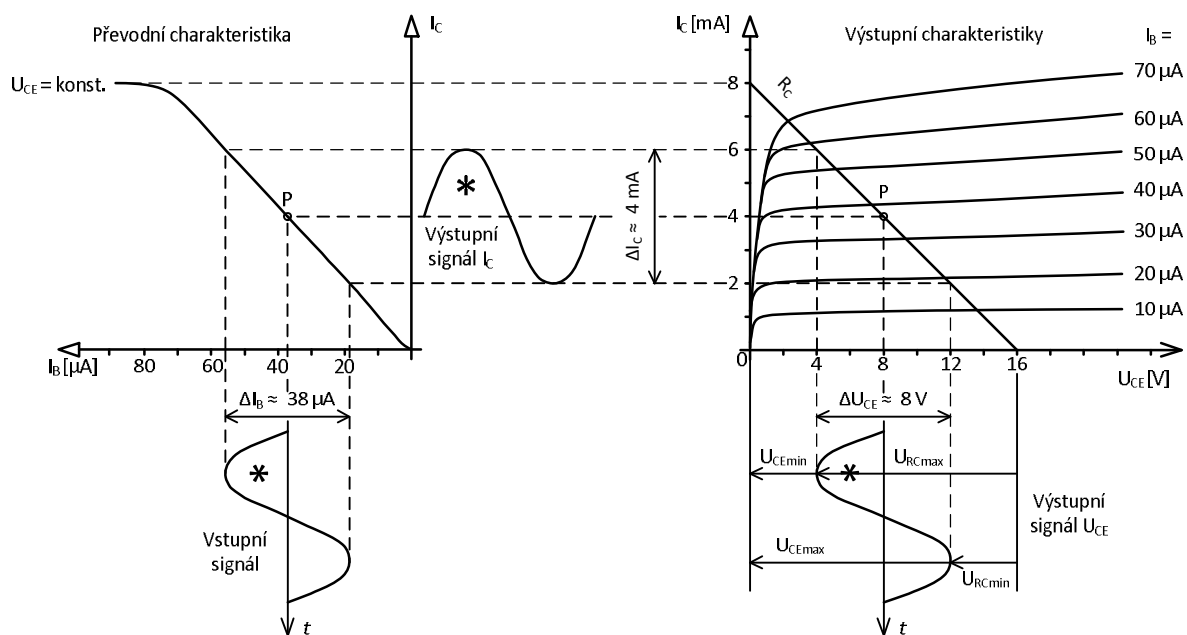
A_U	A_I	$R_{VST} [\Omega]$	$R_{VYST} [\Omega]$
10^{-10^3}	10^{-10^2}	10^2-10^3	10^2-10^3

Skutečné zesilovače střídavého nf signálu mají odpory (R_C , R_{B1} , P) pro nastavení klidového pracovního bodu a vazební blokovací kondenzátor (C_1). Velikost blokovacích kondenzátorů volíme tak, aby jejich reaktance byla pro dané frekvence zanedbatelná vzhledem k použitým odporům. Neměla by tedy přesahovat asi jednu desetinu hodnoty příslušného odporu. Na obrázku 1 je nakresleno zjednodušené provedení jednostupňového zesilovače v zapojení SE pro tranzistor NPN.

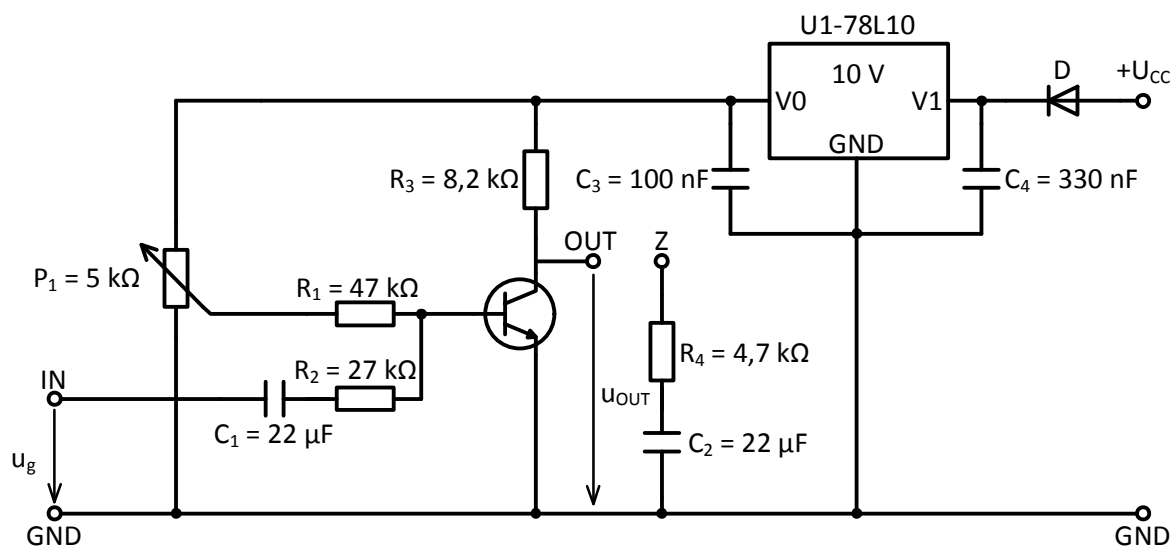
Zapojení tranzistorových zesilovačů je možné dělit dle několika kritérií. Jedním z kritérií může být poloha pracovního bodu, kdy se zesilovače dělí do tříd. Třídy jsou **A** až **H**, některé z nich jsou běžně používané, jako například třída **A**. Zesilovač zapojený ve třídě **A** má pracovní bod nastaven v polovině zatěžovací charakteristiky viz Obr. 1. To s sebou přináší jak výhody, tak nevýhody. Mezi výhody patří pohyb pracovního bodu na obě strany zatěžovací přímky a tudíž i schopnost zesilovat obě polarity vstupního signálu, viz Obr. 1. Další výhodou zesilovače ve třídě **A** je vysoká linearita (malé zkreslení). Nevýhodou tohoto zapojení je však nízká účinnost.

Zesilovač zapojený ve třídě **B** je charakteristický tím, že zesilují pouze jednu půlvlnu vstupního signálu a k tomu, aby zesiloval obě, se zapojují ve dvojici. Má vyšší účinnost, ale vykazuje větší zkreslení v porovnání s třídou **A**.

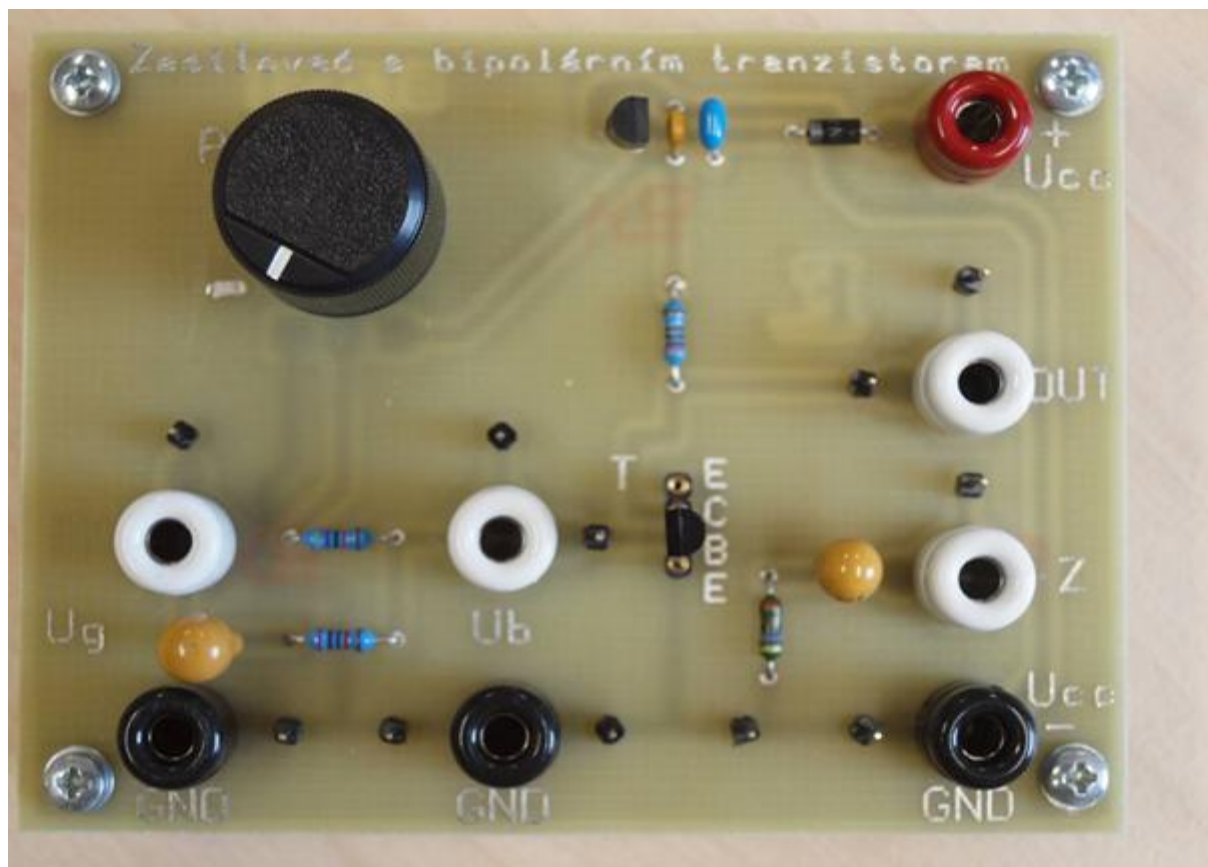
Jako kompromis mezi třídami **A** a **B** je třída **AB**. Třída **AB** má větší účinnost v porovnání s třídou **A** a menší zkreslení v porovnání s třídou **B**.



Obr. 1: Změna výstupního proudu I_C a výstupního napětí U_{CE} , pracovní bod zvolen uprostřed zatěžovací charakteristiky (třída A)



Obr. 2: Schéma zapojení přípravku pro zesilovač s bipolárním tranzistorem NPN



Obr. 3: Přípravek pro zesilovače s jedním tranzistorem

Úkoly měření

1. Pro měření použijte přípravek Zesilovač s BT. Měřicí přípravek pro zesilovač připojte ke zdroji napětí 15V. Na generátoru nastavte hodnotu sinusového napětí $u_g = 200 \text{ mV}$ (špička-špička) a frekvenci $f = 1 \text{ kHz}$. Na základě teoretického úvodu nastavte pracovní bod pomocí potenciometru P pro zesilovač ve třídě A. V pracovním bodě změřte hodnotu stejnosměrného napětí U_{CE} a věrohodně zaznamenejte tvar a amplitudu výstupního signálu do připravené šablony.
2. Změnou polohy potenciometru P dojde ke změně pracovního bodu. Zaznamenejte věrohodně tvar a amplitudu výstupního signálu v závislosti na změně polohy potenciometru P kolem pracovního bodu do připravené šablony. Polohu potenciometru zvolte tak, aby stejnosměrné napětí U_{CE} bylo 1,8 V; 5 V; 8 V a 9 V.
3. V pracovním bodě (zjištěném podle bodu 1.) zjistěte a věrohodně zaznamenejte do připravené šablony vliv změny amplitudy vstupního signálu na tvar a amplitudu výstupního signálu. Měření proveďte pro hodnoty napětí $u_g = 50, 150 \text{ a } 300 \text{ mV}$ (špička-špička).
4. V pracovním bodě (zjištěném podle bodu 1.) proměřte závislost výstupního napětí u_{CE} (špička-špička) na frekvenci tranzistorového zesilovače ve frekvenčním pásmu 50 Hz – 500 kHz při $u_g = 200 \text{ mV}$ (špička-špička).

Pozn. 1: Při zaznamenávání průběhů pečlivě zakreslujte případné deformace signálů, dále nesmějí chybět v grafech popisky os a osy samotné, min. a max. hodnoty napětí průběhu a stejnosměrná hodnota napětí na výstupu.

Pozn. 2: U sondy na vstupu použijte AC vazbu, u sondy na výstupu DC vazbu, Trigger zachytávejte na výstupní signál a vhodně přizpůsobujte při změně pracovního bodu.

Obsah elaborátu

- ☐ Titulní strana (jméno katedry, předmětu, název úlohy, datum měření, jména členů ve skupině, jméno osoby zodpovědné za vypracování úlohy).
- ☐ Tato kapitola s obsahem elaborátu.
- ☐ Schéma zapojení úlohy (kompletní včetně měřících přístrojů a zdrojů).
- ☐ Katalogové parametry měřených součástek.
- ☐ Hodnoty stejnosměrného napětí U_{CE} v pracovním bodě. Tvar a amplituda napětí u_{CE} v pracovním bodě.
- ☐ Tvar a amplituda napětí u_{CE} pro stejnosměrné napětí $U_{CE} = 1,8 \text{ V}; 5 \text{ V}; 8 \text{ V a } 9 \text{ V}$.
- ☐ Tvar a amplituda napětí u_{CE} pro vstupní napětí $u_G = 50 \text{ mV}; 150 \text{ mV a } 300 \text{ mV}$.
- ☐ Výpočet zesílení zesilovače v zadaných frekvencích dle vztahu $A_u = 20\log(u_{CE}/u_G) [\text{dB}]$ + příklad výpočtu (obecný vzorec, dosazené hodnoty, výsledek).
- ☐ Graf kmitočtové amplitudové charakteristiky zesilovače (správný typ, včetně popisků os, maximálně 2 na celou stránku, graf na celou šířku stránek, logaritmická osa x).
- ☐ Závěr se zdůvodněním, proč dochází k deformaci výstupního signálu při změně pracovního bodu.
- ☐ List s naměřenými hodnotami (zaznamenané nesmazatelnou propiskou) potvrzenými vyučujícím.

Pozn.: Jednotlivé body obsahu elaborátu budou kontrolovány a každý chybějící kontrolní bod je hodnocen 1 chybou. Chybějící potvrzené naměřené hodnoty vyučujícím jsou hodnoceny 7 chybami.

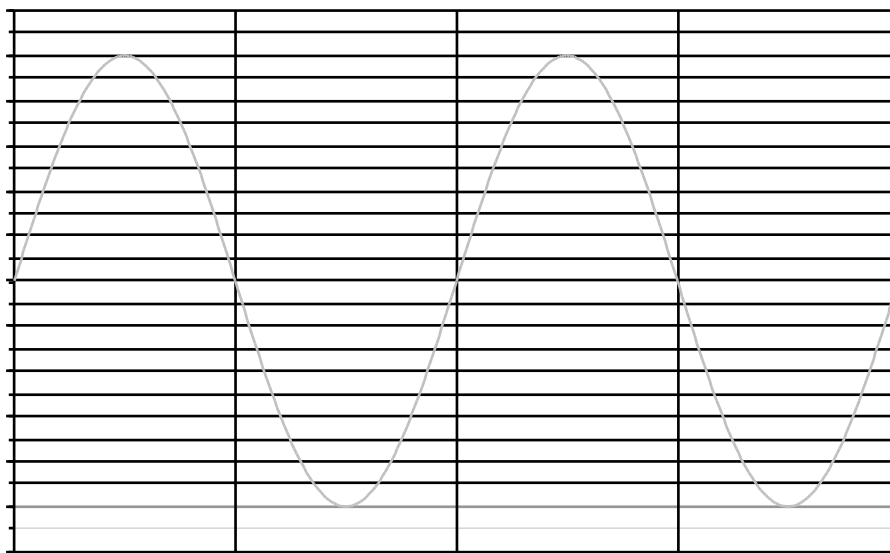
Datum:

Podpis cvíčího:

Zesilovač s jedním tranzistorem

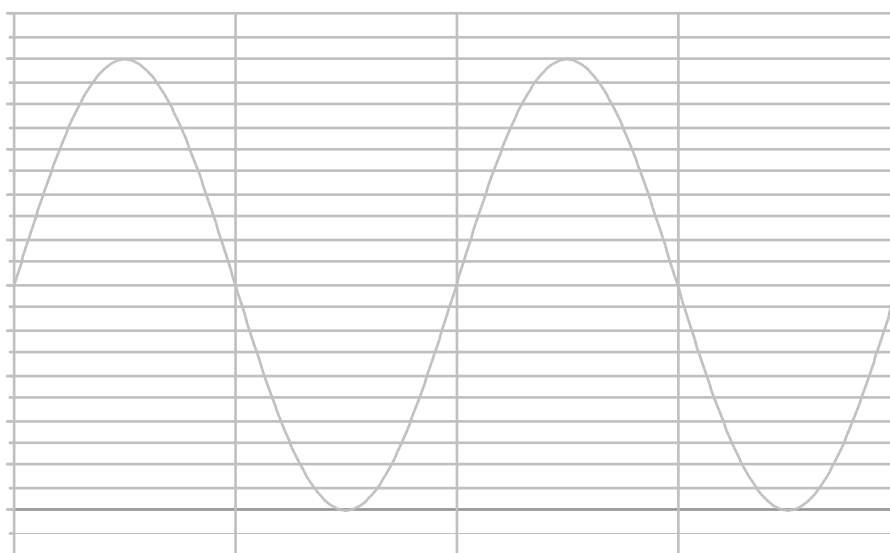
Nastavení pracovního bodu

$$U_{CE} = \quad V$$



Změna polohy pracovního bodu

$$U_{CE} = 1,8 V$$

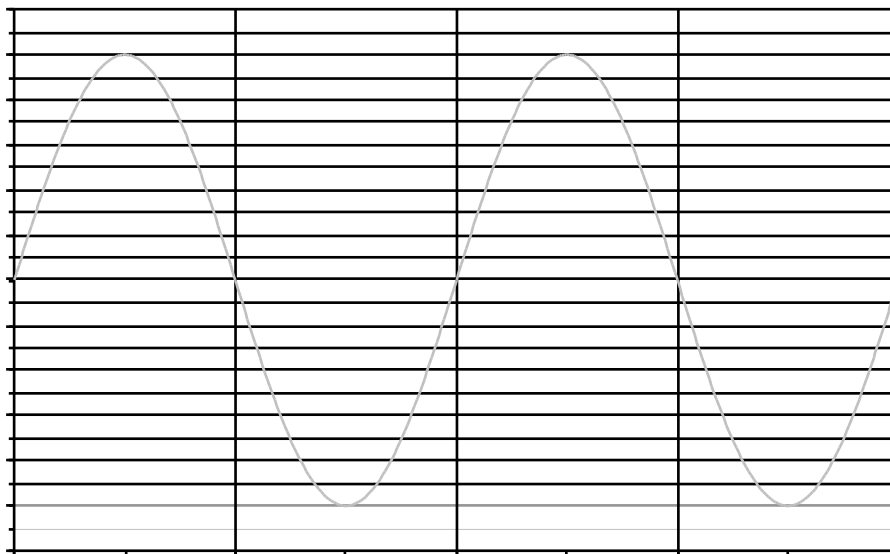


Datum:

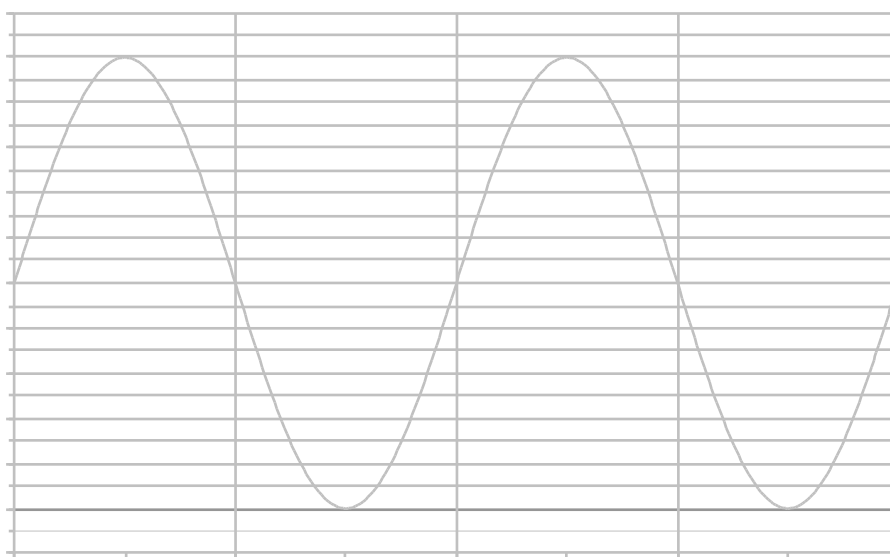
Podpis cvíčího:

Změna polohy pracovního bodu

$$U_{CE} = 5 \text{ V}$$



$$U_{CE} = 8 \text{ V}$$

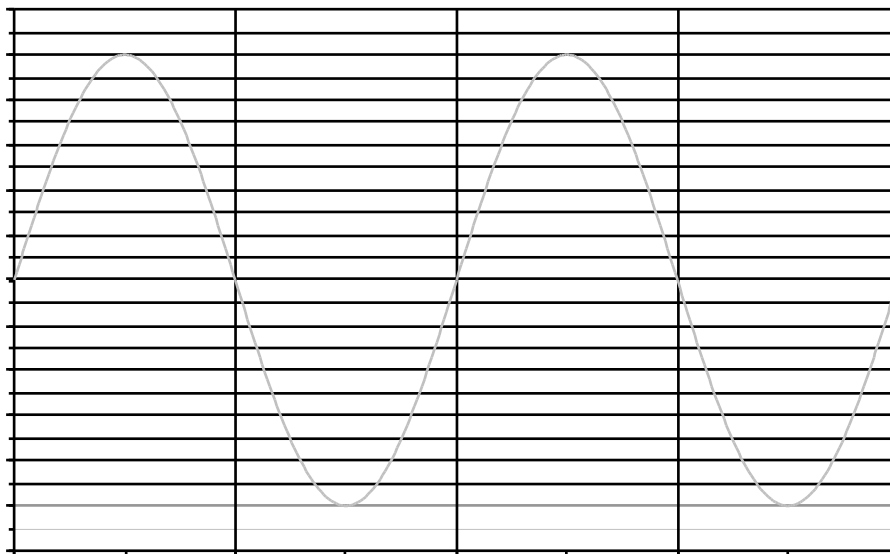


Datum:

Podpis cvíčího:

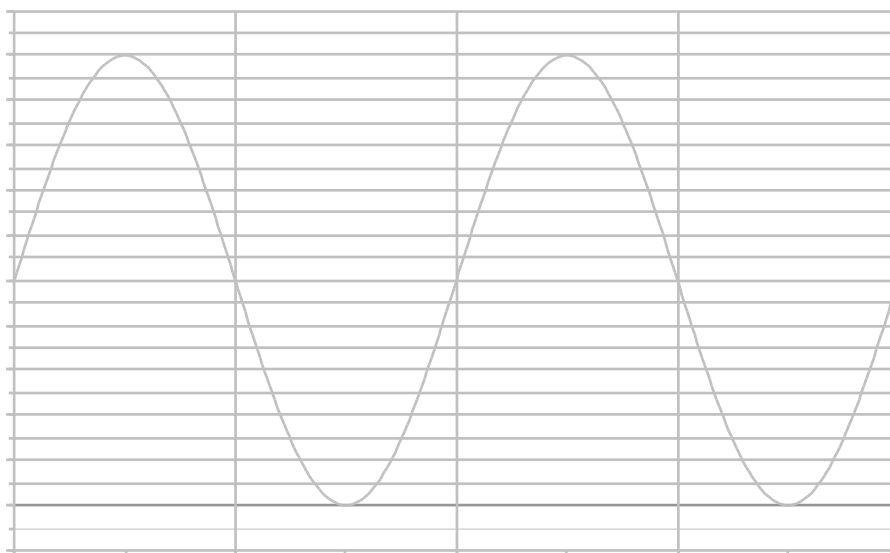
Změna polohy pracovního bodu

$$U_{CE} = 9 \text{ V}$$



Změna amplitudy vstupního signálu

$$u_g = 50 \text{ mV}$$

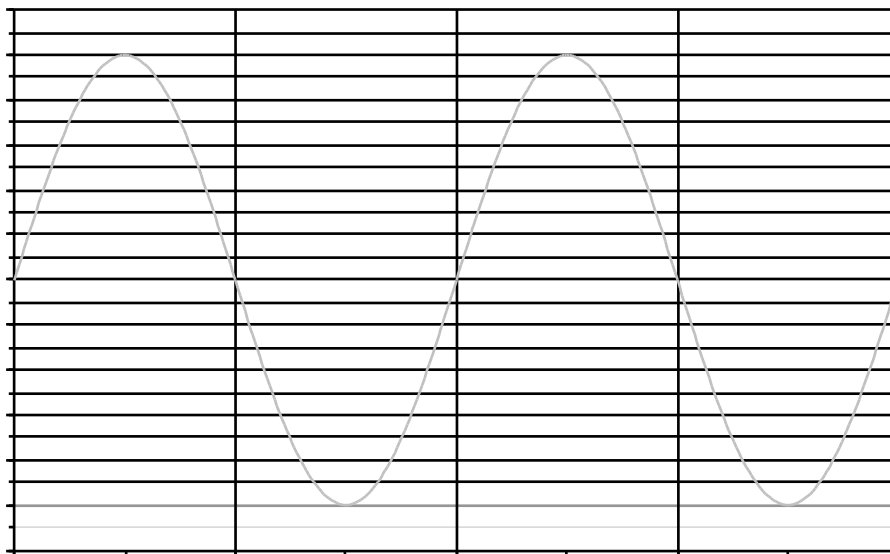


Datum:

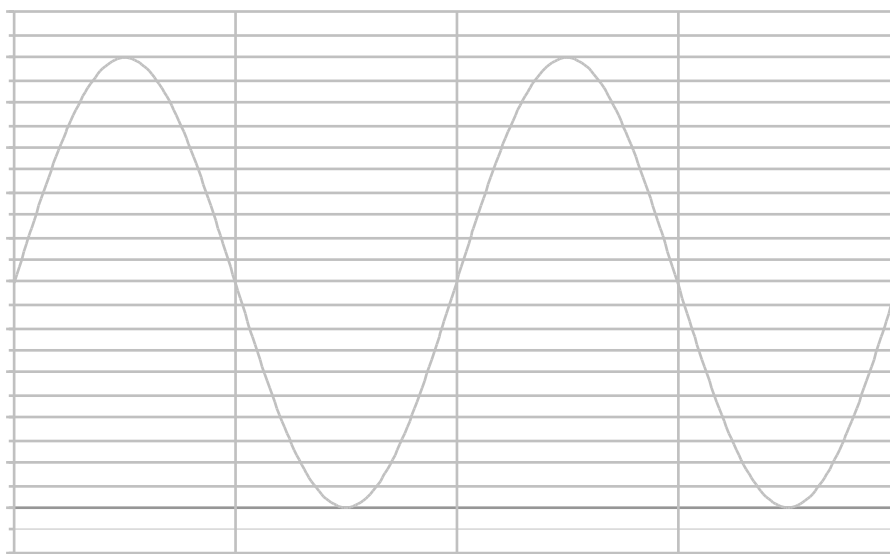
Podpis cvíčího:

Změna amplitudy vstupního signálu

$$u_g = 150 \text{ mV}$$



$$u_g = 300 \text{ mV}$$



Datum:

Podpis cvíčícího:

Kmitočtově amplitudová charakteristika

[illegible]