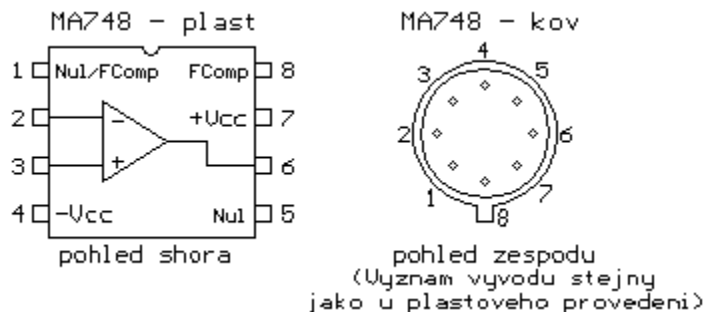


Měření dynamických parametrů operačních zesilovačů

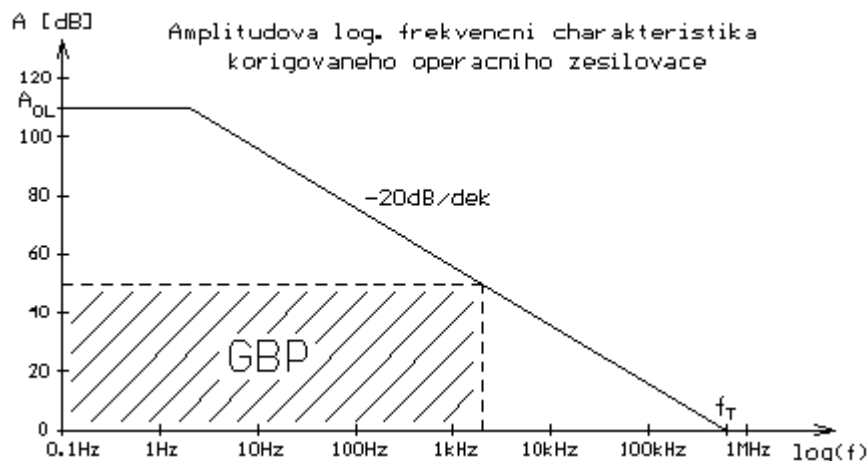
Úkolem cvičení je změřit dynamické parametry reálného operačního zesilovače. Měřit se budou parametry SR, f_p a f_T . Měření by se mělo provádět na operačním zesilovači MA748 nebo jeho ekvivalentu. Rozmístění vývodů v pouzdrech je následující:



Měření SR, f_p a f_T :

Trocha teorie:

Z důvodu stability se u operačních zesilovačů provádí kmitočtová korekce. Kmitočtová charakteristika je korekcí upravena tak, aby bylo splněno Bodeho kritérium stability. To říká, že systém s minimální fází je stabilní, pokud jeho amplitudová logaritmická frekvenční charakteristika (ALFCH) protíná osu 0 dB se sklonem -20 dB/dek. Korekce se provádí pomocí kompenzačního kondenzátoru, který je buď umístěn přímo na čipu OZ nebo jej lze připojit externě na k tomu určené vývody. ALFCH korigovaného OZ pak vypadá následovně:

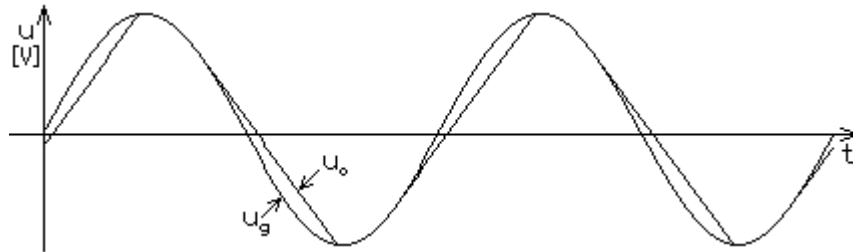


Parametr GBP (Gain Bandwidth Product) je součin šířky pásma a k ní příslušejícího zesílení.

Rychlost přeběhu SR (Slew Rate) operačního zesilovače udává, s jakou maximální rychlostí se dokáže měnit výstupní napětí OZ, pokud na jeho vstup přivedeme napěťový skok. Udává se ve voltech za μs .

Mezní výkonový kmitočet f_p je maximální kmitočet, na kterém dokáže OZ přenést na výstup nezkreslený sinusový signál s amplitudou U_o .

Pokud kmitočet překročí f_p , začne docházet k deformování sinusového signálu do tvaru trojúhelníku, jak je znázorněno na následujícím obrázku:

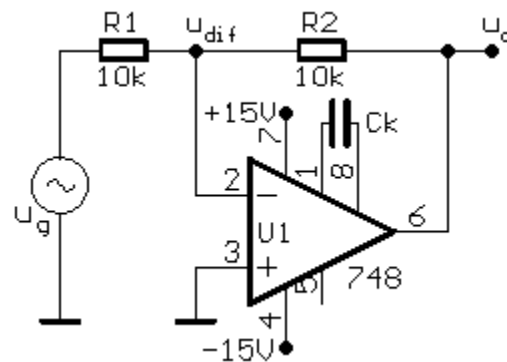


Jak je patrné, dochází k deformaci té části sinusovky, ve které je největší derivace, tj. ve které je překročena rychlost přeběhu SR. Lze tedy odvodit vztah mezi SR a f_p :

$$SR = 2\pi \cdot U_o \cdot f_p$$

Tranzitní kmitočet f_T je kmitočet, na kterém klesne zesílení OZ na 0 dB, tj. na kterém přestává OZ zesilovat. Někdy se místo f_T udává parametr UGB (Unity Gain Bandwidth - šířka pásma při jednotkovém zesílení), který má shodný význam. (Z výše uvedené ALFCH kmitočtově korigovaného OZ je zřejmé, že též platí $GBP = UGB$)

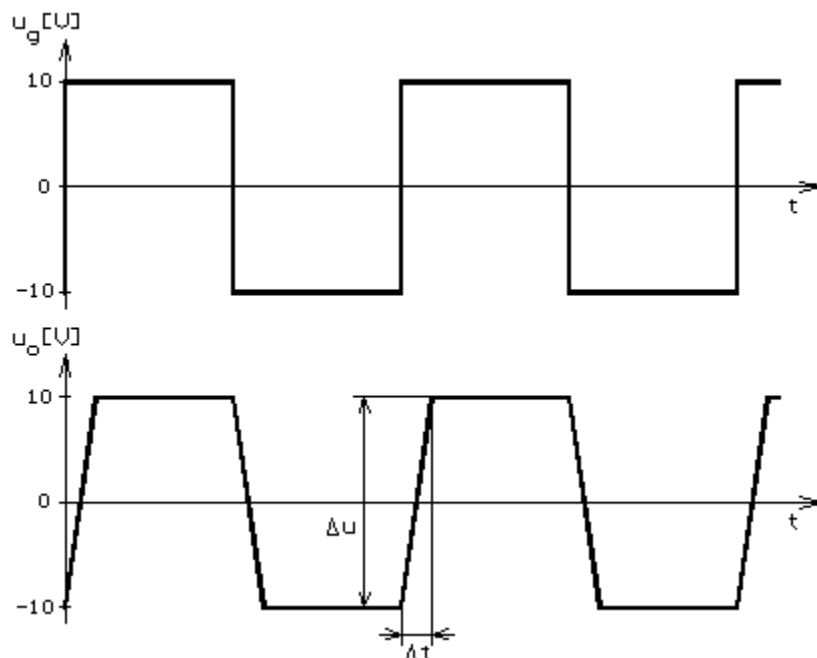
Schéma:



Postup měření:

Měření SR:

1. Obvod zapojte na pracovní destičce podle schématu. OZ MA748 je typ s vnějším kompenzačním kondenzátorem (Ck). Měřit se bude postupně při třech různých hodnotách Ck. Nejprve tedy zapojte jeden z dodaných kondenzátorů.
2. Na vstup připojte generátor obdélníkového signálu o kmitočtu cca 10 kHz a amplitudě 10V.
3. Jedním kanálem osciloskopu měřte vstupní napětí u_g , druhým kanálem výstupní napětí u_o . Náběžná a sestupná hrana výstupního napětí budou skoseny vlivem omezené rychlosti přeběhu. Průběhy napětí budou vypadat přibližně následovně:



4. Na osciloskopu odečtete hodnoty Δu (ve voltech) a Δt (v μs) a následně z nich vypočítejte rychlost přeběhu dle vzorce:

$$SR = \frac{\Delta u}{\Delta t} \quad [V/\mu s]$$

Měření f_p :

5. Výstup generátoru přepněte na sinusový průběh, amplitudu ponechte 10V.
 6. Na osciloskopu sledujte průběh napětí u_o . Kmitočet napětí z generátoru nastavte na takovou maximální hodnotu, při které ještě nebude sinusový průběh na výstupu OZ trojúhelníkovitě zkreslený (viz. teoretický úvod). Tento maximální kmitočet je mezním výkonovým kmitočtem f_p . Ze změřené hodnoty f_p vypočítejte dle vztahu

$$SR = 2\pi \cdot U_o \cdot f_p$$

rychlost přeběhu SR a porovnejte ji s hodnotou změřenou v bodě 4.

Měření f_T :

7. Osciloskop si přepojte tak, abyste jedním kanálem měřili diferenční napětí u_{dif} a druhým kanálem výstupní napětí u_o .
 8. Kmitočet napětí z generátoru postupně zvyšujte a sledujte poměr u_{dif} a u_o a tvar napětí u_o . Pokud začne docházet ke zkreslení u_o , snižte amplitudu napětí z generátoru. Kmitočet, na kterém dosáhnete stavu, kdy se bude u_{dif} rovnat u_o , je tranzitním kmitočtem f_T měřeného OZ.
 9. Body 2 až 8 zopakujte pro 3 různé hodnoty C_k .