

# Vážení zákazníci,

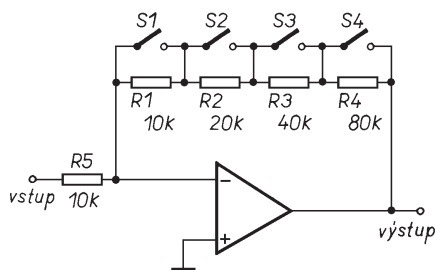
dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

*redakce nakladatelství BEN – technická literatura*  
[redakce@ben.cz](mailto:redakce@ben.cz)



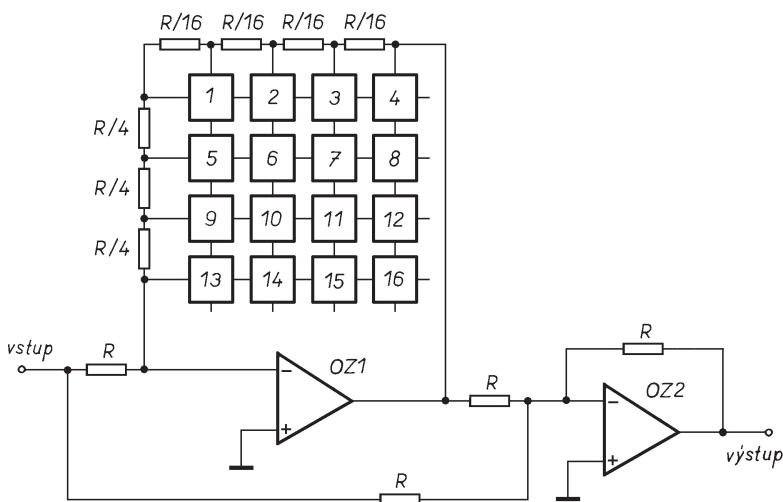


Obr. 4.14. Zesilovač s nastavitelným ziskem

Zapojení jiného zesilovače s nastavitelným zesílením je na obr. 4.15 [7]. Jsou zde použity dva operační zesilovače a 16 tlačítek. Na vstupu OZ2 se sčítá signál ze vstupu a invertovaný signál z OZ1. Nemí-li stisknuto žádné tlačítko, není žádný zpětnovazební rezistor OZ1 zkratován a zesílení OZ1 je  $-1$ . Napětí se odečtou a na výstupu OZ2 je 0 V. Při stisku kteréhokoli tlačítka je zesílení OZ1 v absolutní hodnotě menší než 1. Například stiskneme-li tlačítko s číslem 5, bude zesílení stupně s OZ1  $11/16$ . Na výstupu OZ2 pak bude napětí zesíleno poměrem  $1-11/16 = 5/16$ . Vhodným poměrem odporů rezistorů je zajištěno, že napětí na výstupu je

$$U_{\text{výst}} = \frac{n}{16} U_{\text{vst}},$$

kde  $n$  je číslo tlačítka. Pokud je potřeba, lze upravit celkové zesílení změnou odporu rezistoru ve zpětné vazbě OZ2.



Obr. 4.15. Zesilovač s nastavitelným zesílením od 0 do 1 po 1/16

Zapojení zesilovače se zesílením přepínatelným ve čtyřech stupních je na *obr. 4.16* [8]. Zesílení se mění tak, že analogový multiplexer přepíná invertující vstup na různé odbočky odporového děliče. Protože je multiplexer zařazen do přímé větve zpětnovazební smyčky OZ, neuplatní se konečný odpor sepnutého kanálu ani jeho změny s teplotou a v čase. Zesílení k pro jednotlivé kanály bude

$$k_1 = 1$$

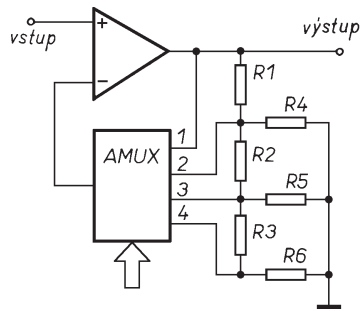
$$k_2 = 1 + \frac{R1}{R4} + \frac{R1(R3 + R5 + R6)}{R2(R3 + R5 + R6) + R5(R3 + R6)}$$

$$k_3 = k_2 \left( 1 + \frac{R2(R3 + R5 + R6)}{R5(R3 + R6)} \right)$$

$$k_4 = k_3 \left( 1 + \frac{R3}{R6} \right)$$

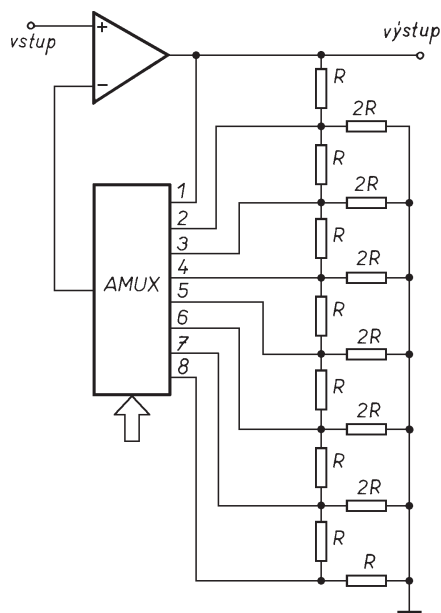
přičemž samozřejmě  $k_1 < k_2 < k_3 < k_4$ .

Zvolíme-li např.  $k_2 = 10$ ,  $k_3 = 100$ ,  $k_4 = 1000$  a  $R1 = R2 = R3 = 10 \text{ k}\Omega$ , bude  $R4 = R5 = 1,23 \text{ k}\Omega$  a  $R6 = 1,11 \text{ k}\Omega$ .



*Obr. 4.16. Zesilovač s elektronicky přepínaným zesílením*

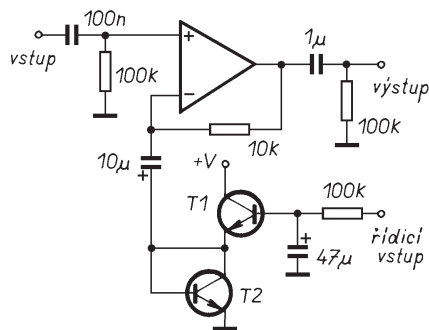
Na *obr. 4.17* je obdobné zapojení zesilovače. V tomto případě je použita odporová síť typu  $R - 2R$ . Zesílení je možno přepínat v řadě  $1 - 2 - 4 - 8 - 16 - 32 - 64 - 128$ . Připojení multiplexeru do obvodu zpětné vazby může zhoršit stabilitu zesilovače a zvětšit rušení způsobené indukovaným napětím. Proto je vhodné, aby přívoody k rezistorům a k invertujícímu vstupu OZ byly co nejkratší.



Obr. 4.17. Zesilovač s elektronicky přepínaným zesílením  
1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 a 128

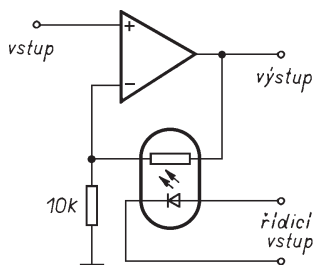
V některých případech se skokovou změnou zesílení operačního zesilovače nevystačíme a zisk je nutno řídit plynule. Typickým případem jsou oscilátory  $RC$ , komandéry a expandéry, potlačovače šumu, či automatické řízení úrovně záznamu v magnetofonech. V těchto případech se nejčastěji využívá závislosti dynamického odporu polovodičového přechodu na protékajícím proudu. Toto řešení již z principu zkresluje signál, neboť střídavé napětí signálu, superponované na stejnosměrné napětí na přechodu, mění i dynamický odpor. Zkreslení je tím větší, čím silnější signál je zpracováván. Zpracováváme-li nízkofrekvenční signál, bývá střídavé napětí na regulačním prvku nejvýše 30 až 100 mV. Zkreslení lze poněkud zmenšit zapojením dvou přechodů tak, aby se změny alespoň částečně kompenzovaly. Zapojení zesilovače s řízeným zesílením je na obr. 4.18. Jako řízený prvek jsou v zapojení použity tranzistory n-p-n. Varianty tohoto zapojení jsou často používány v magnetofonech s automatickým řízením záznamové úrovně.

Protože se na regulačním prvku mění stejnosměrné napětí, musí být od signálové cesty oddělen kondenzátorem. Použití tranzistoru T1 zmenšuje potřebný řídicí proud, tranzistor T2 je použit kvůli symetrii a mohl by být nahrazen diodou.



Obr. 4.18. Zesilovač s plynulým řízením zesílení

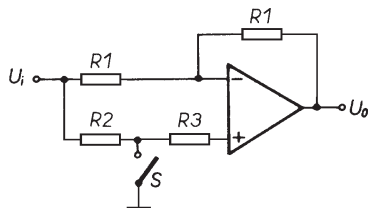
Méně známá je možnost řídit zesílení fotorezistorem, viz obr. 4.19. Zapojení má velmi malé zkreslení i při velkých signálech. Určitou nevýhodou je nutnost použít speciální optočlen, který se obtížně shání (můžeme si ho také vyrobit). Většina běžných fotorezistorů je nejcitlivější na světlo červené LED. V některých případech může být na závalu, že odpor fotorezistoru je závislý i na okolní teplotě.



Obr. 4.19. Řízení zesílení fotorezistorem

K řízení zesílení se také používají tranzistory JFET a MOSFET.

Úpravou zapojení z obr. 4.5 získáme obvod, jehož zesílení je 1 nebo  $-1$  (obr. 4.20). Je-li spínač S sepnut, pracuje zapojení jako invertující zesilovač. V opačném případě (spínač rozpojen) se zapojení chová jako sledovač. Na místě spínače se většinou používá tranzistor nebo spínač MOS. Tento obvod se používá v generátorech tvarových kmitů, měřicích přístrojích a modulátorech.



Obr. 4.20. Obvod se zesílením 1 nebo  $-1$