



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

214 346 ✓

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 03 12 80
(21) PV 8407-80

(51) Int. Cl.³H 03 G 3/00
// H 03 F 3/181

(40) Zveřejněno 15 09 81
(45) Vydáno 01 06 84

(75)

Autor vynálezu VRBA KAMIL doc. ing. CSc., BRNO

(54) Zapojení zesilovače s přepínatelným zesílením s možností přepínání polaritu zesílení

1

Vynález se týká zapojení zesilovače s přepínatelným zesílením s možností přepínání polaritu zesílení, opatřené vstupem a výstupem, obsahující operační zesilovač s invertující a neinvertující vstupem a výstupem, alespoň dva spínače, z nichž každý je opatřen řídicím vstupem, řídicí obvod spínačů s alespoň dvěma výstupy, které jsou připojeny k jim příslušným řídicím vstupům jednotlivých spínačů, vstupní odpor, uzemňovací odpor, zpětnovazební odpor, sériovou kombinaci alespoň tří odporů, a společný vodič, když mezi vstup zapojení a invertující vstup operačního zesilovače je zapojen vstupní odpor, mezi invertující vstup operačního zesilovače a výstup operačního zesilovače je zapojen zpětnovazební odpor a mezi invertující vstup operačního zesilovače a společný vodič je zapojen uzemňovací odpor.

V řadě elektronických přístrojů, jako jsou například měřicí přístroje, měřicí ústředny, některá zařízení automatizační techniky, případně v chemické instrumentaci je často zapotřebí zesilovač, jehož zesílení je možno dálkově přepínat. Někdy je také vhodné, aby bylo možno současně dálkově přepínat polaritu zesílení zesilovače.

Je známo několik druhů zapojení zesilovačů s přepínatelným zesílením. Je známo zapojení zesilovače s přepínatelným zesílením, které používá k přepínání zpětnovazebních odporů zesilovače mechanického přepínače. Ovšem mechanické přepínače nejsou pro dálkové ovládání zesílení zesilovače vhodné, protože přepínače je nutno umístit na předním panelu přístroje a k vlastnímu zesilovači vedou dlouhé příklady, což způsobuje ve většině případů značné potíže.

Vhodnějším prvkem k přepínání zpětnovazebních odporů zesilovače je elektromechanický spínač - relé. Toto řešení však obvykle vykazuje malou mechanickou spolehlivost a malou rychlost přepínání a v některých případech je na závadu, stejně jako v prvním případě, odskakování kontaktů při spínání.

Proto se v poslední době stále častěji užívá k tomuto účelu elektronických, zpravidla polovodičových spínačů. Většina zapojení těchto přepínatelných zesilovačů vychází z přímé náhrady mechanického spínače spínačem elektronickým. To však způsobuje, že se v plné míře u těchto zapojení projevují nepříznivé reálné vlastnosti elektronických spínačů, především odpor spínače v sepnutém stavu a závislost tohoto odporu na přiloženém napětí a na okolní teplotě.

Jsou známa také zapojení přepínatelných zesilovačů, u kterých je vliv nepříznivých reálných vlastností spínačů vhodným obvodovým uspořádáním potlačen. Zapojení však zpravidla obsahují dva operační zesilovače, a neumožňují současně přepínat polaritu zesílení.

Tyto nevýhody do značné míry odstraňuje zapojení zesilovače s přepínatelným zesílením s možností přepínání polarity zesílení podle vynálezu, jehož podstatou je, že mezi vstup zapojení a společný vodič je zapojena sériová kombinace alespoň tří odporů, přičemž mezi odpory sériové kombinace jsou jednotlivě připojeny spínače, které jsou svým druhým koncem připojeny k neinvertujícímu vstupu operačního zesilovače.

Výhodou zapojení zesilovače s přepínatelným zesílením s možností přepínání polarity zesílení podle vynálezu je, že se v něm téměř neuplatňuje vliv nepříznivých vlastností elektronických spínačů. Konečný odpor sepnutého spínače, řádově několik stovek ohmů, tvoří se totiž se vstupním odporem připojeného operačního zesilovače, řádově desítky gigaohmů, dělič s dělicím poměrem blízkým se na zlomky promile jedné. Proto konečný odpor sepnutého spínače a jeho změny v závislosti na přiloženém napětí, resp. na teplotě nemají podstatný vliv na délkovou činnost obvodu.

Zapojení zesilovače s přepínatelným zesílením s možností přepínání polarity zesílení je znázorněno na výkresu.

Zapojení zesilovače podle vynálezu je opatřeno vstupem 1 a výstupem 2 a obsahuje operační zesilovač 4 s invertujícím vstupem 5, neinvertujícím vstupem 6 a výstupem 7. Zapojení obsahuje alespoň dva spínače 14 a 15, z nichž každý je opatřen řídicím vstupem 16 a řídicí obvod 8 s alespoň dvěma výstupy 9, které jsou připojeny k jim příslušným řídicím vstupům 16 jednotlivých spínačů 14 a 15. Dále obsahuje vstupní odpor 17, uzemněný odpor 19, zpětnovazební odpor 18, sériovou kombinaci 13 alespoň tří odporů 10, 11, 12 a společný vodič 3.

Mezi vstup 1 zapojení a invertující vstup 5 operačního zesilovače 4 je zapojen vstupní odpor 17. Zpětnovazební odpor 18 je zapojen mezi invertující vstup 5 operačního zesilovače 4 a výstup 7 operačního zesilovače 4. Mezi invertující vstup 5 a společný vodič 3 je připojen uzemněný odpor 19. Výstup 7 operačního zesilovače 4 je současně výstupem 2 celého zapojení.

Mezi vstup 1 zapojení a společný vodič 3 je zapojena sériová kombinace alespoň tří od-

porů 10, 11, 12. Body, ve kterých jsou spojeny jednotlivé odpory 10, 11, 12 sériové kombinace 13 mezi sebou, jsou jednotlivě přes spínače 14 a 15 připojeny k neinvertujícímu vstupu 6 operačního zesilovače 4.

Pro zapojení zesilovače s přepínatelným zesílením s možností přepínání polaroty zesílení podle vynálezu je charakteristické, že při jeho provozu je sepnut vždy jen jeden spínač 14, 15 a všechny ostatní spínače 14, 15 jsou rozpojeny. Spínání jednotlivých spínačů se děje elektrickými signály z výstupů 9 řídicího obvodu 8, které se přivádějí na řídicí vstupy 16 spínačů 14 a 15.

V případě, že je sepnut n -tý spínač 14, 15, kde n značí pořadové číslo spínačů 14, 15, a ostatní spínače 14, 15 jsou rozpojeny, dostaneme na výstupu 2 zapojení napětí, dané vztahem.

$$u_2 = \left[\frac{\sum_{\nu=n}^N R_{1\nu}}{\sum_{n=0}^N R_{1n}} \left(\frac{R_2}{R_1 \parallel R_3} + 1 \right) - \frac{R_2}{R_1} \right] u_1,$$

kde u_1 značí vstupní napětí zesilovače, u_2 jeho výstupní napětí, R_1 vstupní odpor 17, R_2 zpětnovazební odpor 18, R_3 uzemňací odpor 19, R_{1n} n -tý odpor ze sériové kombinace 13 odporů 10, 11, 12, $R_{1\nu}$ ν -tý odpor ze sériové kombinace 13 odporů 10, 11, 12, kde n i ν značí pořadové číslo odporů 10, 11, 12 sériové kombinace 13 počítáno od vstupu 1 zapojení a současně n pro $n \geq 1$, značí sepnutý spínač 14, 15.

Zvolíme-li příkladně $R_1 = R/m$, $R_2 = R$, $R_3 = R/(m-1)$, kde R značí zvolenou hodnotu odporu a m maximální požadovanou absolutní hodnotu zesílení a dále označíme-li

$$\sum_{\nu=0}^{n-1} R_{1\nu} = 1 - a_n / R_0,$$

$$\sum_{\nu=n}^N R_{1\nu} = a_n R_0,$$

kde R_0 značí celkový odpor sériové kombinace 13 odporů 10, 11, 12, tj.

$$R_0 = \sum_{n=0}^N R_{1n},$$

přičemž a_n je bezrozměrová veličina z intervalu $[0,1]$, je činnost celého zapojení jednoduše popsána vztahem

$$u_2 = m/2a_n - 1/u_1 = A_n u_1;$$

kde A_n značí zesílení zesilovače při sepnutém n -tém spínači 14, 15. Jednotlivé hodnoty odpo-

rů 10, 11, 12 sériové kombinace 13 pak můžeme určit na základě vztahů

$$R_{10} = 1 - a_1 / R_0,$$

$$R_{1n} = (a_n - a_{n+1}) / R_0, \quad n \geq 1,$$

$$R_{1N} = a_N R_0,$$

kde bezrozměrová veličina

$$a_n = \frac{1}{2} / \frac{A_n}{m} + 1/.$$

Požadujeme-li například, aby zapojením zesilovače s přepínatelným zesílením s možností přepínání polaroty zesílení podle vynálezu bylo možno realizovat zesílení 3, 2, 1, 0, -1, -2, -3, bude $m = 3$ a proto $R_1 = R/3$, $R_2 = R$, $R_3 = R/2$, $R_{10} = 0$, $R_{11} = R_{12} = \dots = R_{16} = R_0/6$, $R_{17} = 0$.

Bude-li zapojení ve zvláštním případě osazeno pouze dvěma spínači 14, 15 a zvolíme-li $R_{10} = R_{12} = 0$, $R_{11} = \infty$, jako střídač a jeho činnost bude popsána rovnicí

$$u_2 = \pm k u_1,$$

kde k značí absolutní přenos střídače. Polarita výstupního napětí bude určena tím, který ze spínačů 14, 15 je právě sepnut.

Zapojení zesilovače s přepínatelným zesílením s možností přepínání polaroty zesílení podle vynálezu lze aplikovat například v měřicích ústřednách a přístrojích s automatickou či dálkovou volbou vstupního, případně výstupního rozsahu. Lze ho také aplikovat jako přesný střídač či vyvážený modulátor nebo demodulátor

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Zapojení zesilovače s přepínatelným zesílením s možností přepínání polaroty zesílení, opatřené vstupem a výstupem, obsahující operační zesilovač s invertující a neinvertující vstupem a výstupem, alespoň dva spínače, z nichž každý je opatřen řídicím vstupem, řídicí obvod spínačů s alespoň dvěma výstupy, které jsou připojeny k jim příslušným řídicím vstupům jednotlivých spínačů, vstupní odpor, uzemňný odpor, zpětnovazební odpor, sériovou kombinaci alespoň tří odporů, a společný vodič, když mezi vstup zapojení a invertující vstup operačního zesilovače je zapojen vstupní odpor, mezi invertující vstup operačního zesilovače a výstup operačního zesilovače je zapojen zpětnovazební odpor a mezi invertující vstup operačního zesilovače a společný vodič je zapojen uzemňný odpor, vyznačující se tím, že mezi vstup /1/ zapojení a společný vodič /3/ je zapojena sériová kombinace /13/ alespoň tří odporů /10, 11, 12/, přičemž mezi odpory /10, 11, 12/ sériové kombinace /13/ jsou jednotlivě připojeny spínače /14, 15/, které jsou svým druhým koncem připojeny k neinvertujícímu vstupu /6/ operačního zesilovače /4/.

