



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

244606

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

H 03 F 3/20

(22) Přihlášeno 11 08 82
(21) PV 5953-82

(40) Zveřejněno 31 08 85

(45) Vydáno 14 10 87

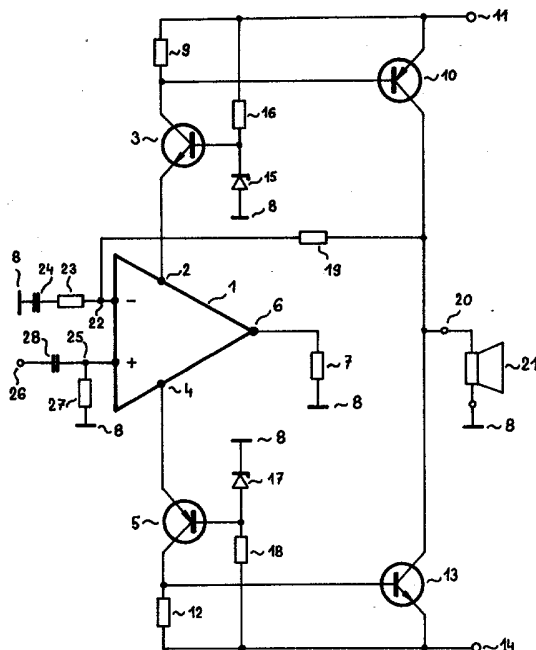
(75)

Autor vynálezu

MUSIL VÍTEK ing., HOLEŠOV, ZATLOUKAL PETR, GOTTWALDOV

(54) Výkonový zesilovač signálů nízkého kmitočtu

Pedstata řešení spočívá v tom, že v každé větvi napájecího napětí integrovaného obvodu - operačního zesilovače s pomocným zatěžovacím odporem na výstupu je zapojen stabilizační tranzistor, jehož emitor je spojen se sverkou napájecího napětí integrovaného obvodu, jeho báze je spojena přes Zenerovu diodu se společnou sverkou napájecího napětí zesilovače a přes odpor se sverkou napájecího napětí celého zesilovače a jeho kolektor je přes snímací odpor spojen se sverkou napájení celého zesilovače. V každé větvi je dále výkonový tranzistor, jehož báze je spojena s kolektorem stabilizačního tranzistoru, jeho emitor je spojen se sverkou napájecího napětí celého zesilovače a jeho kolektor je spojen s výstupní sverkou zesilovače. Obvody se stabilizačními tranzistory a Zenerovými diodami stabilizují napájecí napětí integrovaného obvodu - operačního zesilovače na optimální hodnotu, nezávislou na kolísání napájecího napětí celého zesilovače. Před snímacími odpory odvede proud do pomocného zatěžovacího odporu. Úbytek napětí na snímacích odporech způsobuje otevření výkonových tranzistorů a na výstupní sverce zesilovače je zesílené vstupní napětí zesilovače. Toto napětí může být mnohem větší než dovolená maximální velikost napájecího napětí samostatného integrovaného obvodu.



Vynález se týká výkonového zesilovače signálů nízkého kmitočtu, které se používají např. v akustických reprodukčních zařízeních, pro napájení motorů v automatizační technice a pod.

Zvyšování výkonu zesilovače se děje buď zvýšením napájecího napětí, nebo snížením velikosti zatěžovacího odporu. Zvyšování napájecího napětí je omezeno maximálním dovoleným průrazným napětím použitých prvků, především tranzistorů.

Při snižování velikosti zatěžovacího odporu rostou proudy v obvodech zesilovače. Ztráty napětí na přechodech polovodičových prvků v zesilovači a ve zdroji napájecího napětí pro zesilovač jsou závislé na odebíraném proudu.

Odpor přírodních vodičů a spojů, např. na konektorech, není zanedbatelný vzhledem k zatěžovacímu odporu, klesá dosažitelná účinnost. Při vysokých hodnotách proudu klesá i zesilovací činitel tranzistorů.

S ohledem na konstrukční provedení vinutí nelze řešit motory použitím nízkých odporů.

Jsou známy zesilovače ve formě monolitického integrovaného obvodu. Jejich dosažitelný výkon pro spotřebič je výrobcem limitován přibližně 20 W při maximálním přístupném napájecím napětí $\pm 20 \text{ V} / \approx 40 \text{ V}$.

Pro vyšší výkony se monolitické integrované obvody nevyrábějí. Výkonové zesilovače vyššího výkonu se obvykle sestavují z diskretních tranzistorů. Výroba takových zesilovačů je pracná, klade vysoké nároky na kvalifikaci pracovníků, vyžaduje používání speciálních měřicích přístrojů pro jejich nastavení a proto je ve výsledku nákladná.

Pro speciální účely se vyrábějí tzv. hybridní integrované obvody. Vzhledem k jejich vysoké ceně však jejich použití nepřichází v úvahu ve velkoseriové výrobě konsumních výrobků.

Jsou známy výkonové zesilovače, které tvoří monolitický integrovaný obvod, k němuž jsou připojeny symetricky v kladné a záporné větvi napájecího napětí Zenerovy diody, snímací odpory a emitory a báze komplementární dvojice výkonových tranzistorů, jejich kolektory jsou spojeny s výstupní svorkou celého zesilovače a přes zpětnovazební odpor s invertujícím vstupem integrovaného obvodu.

Zenerovy diody snižují napětí pro napájení integrovaného obvodu z napájecího napětí pro výkonové tranzistory, kterými se dosahuje většího výstupního výkonu. Má-li být maximálně využito přípustné napájecí napětí integrovaného obvodu, je nutno stabilizovat napájecí napětí celého zesilovače.

Potřebný stabilizátor má velké rozměry, je potřebné řešit problém chlazení a účinnost stabilizátoru je problematická.

Uvedené problémy a nevýhody řeší výkonový zesilovač signálů nízkého kmitočtu podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že integrovaný obvod, vytvořený jako operační zesilovač, je v každé větvi napájecího napětí spojen s emiterem stabilizačního tranzistoru, jehož kolektor je spojen se snímacím odporem a sází výkonového tranzistoru a jeho báze je spojena přes Zenerovu diodu se společnou svorkou napájecího napětí zesilovače a přes odpor se svorkou napájecího napětí celého zesilovače.

Výkonový tranzistor kladné větve napájecího napětí je při tom typu PNP, Zenerova dioda kladné větve napájecího napětí je pólována katodou na bázi stabilizačního tranzistoru, který je typu NPN.

Výkonový tranzistor záporné větve napájecího napětí je typu NPN, Zenerova dioda záporné

větve napájecího napětí je pólována anodou na bázi stabilizačního tranzistoru, který je typu PNP.

Řešení zesilovače podle vynálezu odtrahuje nevýhody dosud známého typu zesilovače. Napětí pro napájení integrovaného obvodu je konstantní při změnách napájecího napětí celého zesilovače a velikost proudu tekoucího stabilizátorem do integrovaného obvodu je při tom téměř shodná s velikostí proudu tekoucího snímacími odpory.

Příklad konkrétního provedení zesilovače podle vynálezu je znázorněn na obr. 1. Monolitický integrovaný obvod 1, který tvoří výkonový operační zesilovač, je kladnou svorkou 2 napájecího napětí spojen s emitorem stabilizačního tranzistoru 3 typu NPN, který stabilizuje kladné napájecí napětí, zápornou svorkou 4 napájecího napětí je spojen s emitorem stabilizačního tranzistoru 5 typu PNP, který stabilizuje záporné napájecí napětí.

Výstupní svorka 6 monolitického integrovaného obvodu 1 je spojena přes pomocný zatěžovací odpor 7 se společnou svorkou 8 napájecího napětí. Kolektor stabilizačního tranzistoru 3 je spojen s jedním koncem snímacího odporu 9 a s bází výkonového tranzistoru 10 typu PNP.

Emitor výkonového tranzistoru 10 je spojen s druhým koncem snímacího odporu 9 a kladnou svorkou 11 napájecího napětí celého zesilovače. Kolektor stabilizačního tranzistoru 5 je spojen s jedním koncem snímacího odporu 12 a s bází výkonového tranzistoru 13 typu NPN.

Emitor výkonového tranzistoru 13 je spojen s druhým koncem snímacího odporu 12 a zápornou svorkou 14 napájecího napětí celého zesilovače. Báze stabilizačního tranzistoru 3 je spojena přes Zenerovu diodu 15, pólovanou katodou na bázi stabilizačního tranzistoru 3, se společnou svorkou 8 napájecího napětí a přes odpor 16 pro napájení báze stabilizačního tranzistoru 3 a Zenerovy diody 15 s kladnou svorkou 11 napájecího napětí celého zesilovače.

Báze stabilizačního tranzistoru 5 je spojena přes Zenerovu diodu 17, pólovanou anodou na bázi stabilizačního tranzistoru 5, se společnou svorkou 8 napájecího napětí a přes odpor 18 pro napájení báze stabilizačního tranzistoru 5 a Zenerovy diody 17 se zápornou svorkou 14 napájecího napětí celého zesilovače.

Kolektory výkonového tranzistoru 10 a výkonového tranzistoru 13 jsou spojeny s prvním koncem zpětnovazebního odporu 19 a s výstupní svorkou 20 celého zesilovače. Mezi výstupní svorkou 20 a společnou svorkou 8 napájecího napětí se připojuje spotřebič 21, např. reproduktor nebo motor.

Druhý konec zpětnovazebního odporu 19 je spojen s invertujícím vstupem 22 monolitického integrovaného obvodu 1 a přes zpětnovazební odpor 23 se společnou svorkou 8 napájecího napětí.

Pro zesilování jen střídavého signálu bez stejnosměrné složky zapojuje se v serii zpětnovazební odpor 23 s kondenzátorem 24.

Neinvertující vstup 25 monolitického integrovaného obvodu 1 je spojen přes odpor 27 pro napájení vstupu integrovaného obvodu se společnou svorkou 8 napájecího napětí. Spoj neinvertujícího vstupu 25 monolitického integrovaného obvodu 1 a odporu 27 je spojen se vstupní svorkou 26 zesilovače.

Pro zesilování jen střídavého signálu bez stejnosměrné složky zapojuje se oddělovací vstupní kondenzátor 28 seriově s přívodem od vstupní vsorky 26 zesilovače ke spoji neinvertujícího vstupu 25 s odporem 27. Vstupní signál do zesilovače se přivádí mezi vstupní svorku 26 zesilovače a společnou svorkou 8 napájecího napětí.

Na neinvertující vstup 25 monolitického integrovaného obvodu se přivádí vstupní napětí

- uvažujeme, že je kladné. Toto napětí se zesílené objeví na výstupní svorce 6 a vyvolá průtek proudu pomocným zatěžovacím odporem 7 integrovaného obvodu. Velikost tohoto proudu je prakticky téměř stejná jako proud protékající z kladné svorky 11 napájecího napětí celého zesilovače přes snímací odpor 2 a drahou kolektor - emitor stabilizačního tranzistoru 3 typu NPN do kladné svorky 2 napájecího napětí integrovaného obvodu.

Díky velkému zesílení výkonového tranzistoru 10 typu PNP, stabilizačního tranzistoru 3 typu NPN a monolitického integrovaného obvodu 1 je možno proud do báse výkonového tranzistoru 10 typu PNP, do báse stabilizačního tranzistoru 3 typu NPN a proud pro napájení vnitřních obvodů monolitického integrovaného obvodu zanedbat proti proudu protékajícímu z kladné svorky 11 napájecího napětí celého zesilovače přes snímací odpor 2 na kladnou svorku 2 napájecího napětí integrovaného obvodu a výstupní svorku 6 integrovaného obvodu.

Proud protékající přes kladnou svorku 11 napájecího napětí celého zesilovače, snímací odpor 2 na kladnou svorku 2 napájecího napětí a výstupní svorku 6 integrovaného obvodu vyvolá úbytek napětí na snímacím odporu 2, mezi emitorem a bází výkonového tranzistoru 10 typu PNP a způsobí pootevření výkonového tranzistoru 10 typu PNP, v důsledku čehož se na výstupní svorce 20 zesilovače objeví výsledné zesílené napětí a do spotřebiče 21 je dodáván zesílený výkon.

Napětí na kladné svorce 2 napájecího napětí integrovaného obvodu 1 je stabilizováno na velikost odpovídající rozdílu Zenerova napětí Zenerovy diody 12, připojené mezi bází stabilizačního tranzistoru 3 a společnou svorkou 8 napájecího napětí, a úbytku napětí mezi bází a emitorem stabilizačního tranzistoru 3.

Integrovaný obvod 1 je takto napájen optimální velikostí napětí bez ohledu na nestabilitu napájecího napětí celého zesilovače.

Pro záporné vstupní napětí na neinvertujícím vstupu 22 monolitického integrovaného obvodu a pro záporné napájecí napětí se v asymetricky uspořádané polovině zapojení uplatní analogické proudové poměry.

Linearita a stabilita zesílení se zajišťuje zápornou zpětnou vazbou, která je zavedena z výstupní svorky 20 zpětnovazebními odpory 19 a 23 do invertujícího vstupu 22 monolitického integrovaného obvodu.

Pro zesílení pouze střídavých signálů bez stejnosměrné složky je v serii s odporem 23 zapojen kondenzátor 24, který zabráňuje průchodu stejnosměrného proudu ve smyčce záporné zpětné vazby a tím zesilovač stejnosměrný signál nezesiluje.

Přes odpor 27 pro napájení vstupu integrovaného obvodu mezi neinvertujícím vstupem 25 integrovaného obvodu a společnou svorkou 8 napájecího napětí se přivádí na neinvertující vstup 25 monolitického integrovaného obvodu ve stavu bez signálů nulové napětí, tím je definováno klidové napětí na výstupu zesilovače - za předpokladu dokonalé symetrie je to opět nula.

Pro zesilování pouze střídavých signálů bez jejich stejnosměrné složky je seriově s přiveden od vstupní svorky 26 zesilovače zapojen oddělovací kondenzátor 28. Tím je na neinvertující vstup 25 monolitického integrovaného obvodu přiváděn vstupní signál střídavý, jehož případná stejnosměrná složka je vstupním kondenzátorem 28 oddělena a na neinvertující vstup 25 monolitického integrovaného obvodu se nedostane. Celý zesilovač pak stejnosměrný signál nepřeneší vůbec. Stabilizační a výkonové tranzistory lze zapojit také ve formě tzv. Darlingtonova zapojení.

Výkonový zesilovač podle vynálezu je vhodný zejména pro zesilování hudebních signálů, především pro osvučování sálů a prostorů, dále pro napájení dvoufázových asynchronních servomotorů v regulační a automatizační technice.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Výkonový zesilovač signálů nízkého kmitočtu, jehož součástí je integrovaný obvod vytvořený jako operační zesilovač, spojený na výstupu přes pomocný zatěžovací odpor se společnou svorkou napájecího napětí zesilovače, k němuž jsou připojeny symetricky v kladné a záporné větvi napájecího napětí paralelně snímací odpory a emitory a báze komplementární dvojice výkonových tranzistorů, jejichž kolektory jsou spojeny s výstupní svorkou celého zesilovače a přes spřítomovací odpor s invertujícím vstupem integrovaného obvodu, vyznačený tím, že integrovaný obvod /1/ je v každé větvi napájecího napětí spojen vstupem /2, 4/ pro napájení s emitorem stabilizačního tranzistoru /3, 5/, jehož kolektor je spojen se snímacím odporem /9, 12/ a s bází výkonového tranzistoru /10, 13/ a jeho báze je spojena přes Zenerovu diodu /15, 17/ se společnou svorkou /8/ napájecího napětí zesilovače a přes odpor /16, 18/ se svorkou /11, 14/ napájecího napětí celého zesilovače, přičemž výkonový tranzistor /10/ kladné větve napájecího napětí je typu PNP a Zenerova dioda /15/ kladné větve napájecího napětí je pólována katodou na bázi stabilizačního tranzistoru /3/, který je typu NPN a dále výkonový tranzistor /13/ záporné větve napájecího napětí je typu NPN a Zenerova dioda /17/ záporné větve napájecího napětí je pólována anodou na bázi stabilizačního tranzistoru /5/, který je typu PNP.

1 výkres

244606

