



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

252818

(11)

(B2)

(51) Int. Cl.⁴
H 04 N 5/205

(22) Přihlášeno 13 07 84
(21) PV 5436-84
(32) (31) (33) Právo přednosti 21 07 83
(515851) Spojené státy americké

(40) Zveřejněno 12 03 87

(45) Vydáno 15 07 88

(72) Autor vynálezu

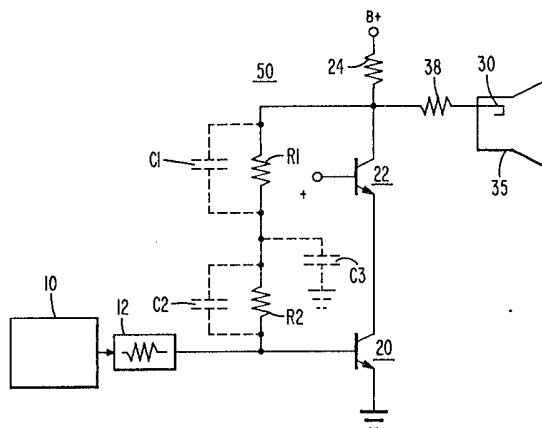
NAIMPALLY SAIPRASAD VASUDEV, KNOXVILLE, TENNESE,
TALLANT JAMES CHARLES II, NOBLESVILLE, INDIANA (Sp. st. a.)

(73) Majitel patentu

RCA CORPORATION, NEW YORK, NEW YORK (Sp. st. a.)

(54) Širokopásmový budicí zesilovač obrazovky

Řešení se týká širokopásmového budicího zesilovače obrazovky se zdrojem videosignálu připojeným přes vazební článek k budicímu obvodu. Cílem řešení je zvětšení kmitočtové odezvy bez vytváření podstatnějších nežádoucích zákrmitů zesíleného výstupního signálu zesilovače. Tohoto cíle je dosaženo tím, že budicí obvod je tvořen kaskodovým zesilovačem sestávajícím ze dvou tranzistorů, kde kolektor prvního tranzistoru je spojen s emitorem druhého tranzistoru a kolektor druhého tranzistoru je zpětnovazebně připojen přes v sérii zapojené alespoň dva rezistory navzájem odlišných hodnot, přičemž první rezistor, mající větší hodnotu než ostatní rezistory, je připojen ke kolektoru druhého tranzistoru.



Vynález se týká širokopásmového budicího zesilovače obrazovky se zdrojem videosignálu připojeném přes vazební článek k budicímu obvodu.

Videosignálové budicí zesilovače s přidruženým obvodem záporné zpětné vazby se často používají pro dodávání videosignálů o vysoké úrovni na elektrody řízení intenzity, například katody, obrazovky v televizním přijímači. Zpětnovazební obvod se zúčastní na vytváření signálového zisku zesilovače a na stabilizaci stejnosměrného pracovního napětí na výstupu zesilovače.

Zpětnovazební obvod také slouží pro zmenšení výstupní impedance zesilovače a tím zlepšuje šířku pásma zesilovače a vysokofrekvenční kmitočtovou odezvu snížením šířky pásma omezujícího účinku parazitních kapacit sdružených s výstupním obvodem zesilovače. Dalšího zlepšení ve vysokofrekvenční kmitočtové odezvě zesilovače může být dosaženo použitím jedné nebo více korekčních cívek ve výstupním obvodu zesilovače. Ale použití vysokofrekvenčních korekčních cívek ve výstupním obvodu zesilovače se považuje za nežádoucí vzhledem k ceně přídavného obvodu a složitosti plynoucí z použití takových prvků.

Uznává se zde, že vysokofrekvenční kmitočtová odezva budicího zesilovače obrazovky může být ohrožena účinky parazitních kapacit sdružených s výstupním obvodem zesilovače v kombinaci s parazitními kapacitami sdruženými s rezistory obsaženými ve zpětnovazebním obvodu.

Uvedené nevýhody jsou odstraněny u širokopásmového budicího zesilovače obrazovky podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že budicí obvod je tvořen kaskodovým zesilovačem sestávajícím ze dvou tranzistorů, kde kolektor prvního tranzistoru je spojen s emitorem druhého tranzistoru a kolektor druhého tranzistoru je zpětnovazebně připojen přes v sérii zapojené alespoň dva rezistory navzájem odlišných hodnot, přičemž první rezistor, mající větší hodnotu než ostatní rezistory, je připojen ke kolektoru druhého tranzistoru.

U budicího zesilovače obrazovky podle vynálezu je kmitočtová odezva značně zvětšena bez vytváření podstatnějších nežádoucích zámkitů zesíleného výstupního signálu zesilovače.

Příklad provedení širokopásmového budicího zesilovače obrazovky podle vynálezu je zobrazen na výkresech, na nichž znázorňuje obr. 1 část televizního přijímače obsahující budicí zesilovač obrazovky s přidruženým zpětnovazebním odporovým obvodem, obr. 2 diagram zobrazující kmitočtovou odezvu zesilovače při různých poměrech rezistorů zpětnovazebního obvodu a obr. 3 tvar signálu pro ulehčení porozumění odezvě zesilovače podle vynálezu.

Na obr. 1 se videosignály ze zdroje 10 videosignálu přikládají k budicímu zesilovači obrazovky drahou vstupního signálu zahrnující vstupní vazební článek 12. Budicí zesilovač obrazovky obsahuje kaskodový zesilovač zahrnující první tranzistor 20 a druhý tranzistor 22. První tranzistor 20 jako vstupní zesilovač je v zapojení se společným emitorem a druhý tranzistor 22 jako zesilovač je v zapojení se společnou bází. Na zatěžovací rezistor 24 o hodnotě například 12 k Ω v kolektorovém výstupním obvodu druhého tranzistoru 22 se vytvářejí zesílené videosignály a tyto se přivádějí ke katodě 30 jako elektrodě řízení intenzity obrazu obraz reprodukuující obrazovky 35 po dráze výstupního signálu zahrnující omezovací rezistor 38, například hodnoty 2,2 k Ω . Omezovací rezistor 38 působí jako ochranné zařízení a chrání budicí zesilovač obrazovky 35 před poškozením vysokonapěťovými přechodovými jevy způsobenými jiskřením obrazovky 35.

Pracovní napájecí napětí pro budicí stupeň obrazovky 35 je zajištěno zdrojem B + kladného stejnosměrného napětí, například ve výši +230 V. V případě přijímače pro barevnou televizi přijímače bylo by třeba tří budicích zesilovačů obrazovky 35 pro přikládání videosignálů červeného, zeleného a modrého obrazu na přidružené katody barevné obrazovky 35. Videosignály zesílené prvním tranzistorem 20 a druhým tranzistorem 22 jako budicím obvodem obrazovky 35, odvozené z úplného televizního signálu zahrnující kmitočtové pásmo od 0 Hz do přibližně 4 MHz.

Záporná zpětná vazba pro budicí zesilovač obrazovky 35 je realizována odporovým zpětnovazebním obvodem 50 obsahujícím první rezistor R1 a druhý rezistor R2 zapojené v sérii mezi kolektorem druhého tranzistoru 22 a bází prvního tranzistoru 20. Báze prvního tranzistoru 20 představuje virtuální zemní bod, to jest klidový potenciál báze prvního tranzistoru 20 odpovídá poměrně malému pevnému potenciálu rovnému součtu zemního potenciálu na emitoru prvního tranzistoru 20 plus a v podstatě konstantní napěťové odchylky +0,7 na přechodu báze-emitor prvního tranzistoru 20.

Signálový zisk zesilovače tvořeného prvním tranzistorem 20 a druhým tranzistorem 22 je určen poměrem součtu hodnot zpětnovazebního prvního rezistoru R1 a zpětnovazebního druhého rezistoru R2 a hodnoty vstupní impedance, například 3 k Ω , představované vstupním vazebním článkem 12, na vstupu prvního tranzistoru 20.

Hodnota takové vstupní impedance, která představuje výstupní zátěž pro zdroj 10 videosignálu, by měla být dostatečně vysoká, aby se zabránilo, aby výstupní obvody zdroje 10 videosignálu nevedly nadměrné proudy s doprovodným nadměrným ztrátovým výkonem. Tato úvaha je zvláště důležitá, když zdroj 10 videosignálu je vytvořen jako integrovaný obvod, neboť nadměrná proudová vodivost a nadměrný rozptyl energie je plýtvání a může vytvořit potenciálně destruktivní tepelné napětí v integrovaném obvodu. U tohoto příkladu je zpětnovazební odpor určený součtem hodnot prvního rezistoru R1 a druhého rezistoru R2 řádu 160 k Ω , což vyvolává zesílení signálového napětí zesilovače přibližně 54. Relativně větší hodnoty zpětnovazebního odporu také výhodně přispívají ke snížení spotřeby energie budicího zesilovače.

Požadované zesílení signálu zesilovače může být také dosaženo použitím jediného zpětnovazebního rezistoru, například půlwattového vrstevového uhlíkového rezistoru v hodnotě 160 k Ω místo dvojice rezistorů prvního rezistoru R1 a druhého rezistoru R2. Bylo však shledáno, že vysokofrekvenční odezva zesilovače se významně zvětšila, když bylo použito více rezistorů, například dva, místo jediného zpětnovazebního rezistoru. V případě zpětnovazebního obvodu s jedním rezistorem jsou parazitní kapacity účinnější a nežádoucím způsobem omezují vysokofrekvenční odezvu zesilovače.

Se zvýšenou vysokofrekvenční odezvou plynoucí z použití několika zpětnovazebních rezistorů, může však být spojena nežádoucí vlastnost, jako jsou zákmity spojené s přeměnami amplitudy v zesíleném signálu. Velká šířka pásma je žádoucí u mnoha aplikací zpracování videosignálu, poněvadž podporuje zvýšení jakosti reprodukováného obrazového záznamu. Zákmity, se kterými se lze setkat u systému s širokopásmovým zesilovačem, nežádoucím způsobem snižují jinak dobrou jakost obrazu dosahovanou zpracováváním širokopásmového signálu. Viditelný výsledek takového zakmitávání signálu na zobrazeném obraze se podobá duchům nebo pruhům podél okrajů obrazu.

První rezistor R1 a druhý rezistor R2 zpětnovazebního obvodu 50 jsou umístěny tak, že dochází k podstatnému zlepšení vysokofrekvenční odezvy budicího zesilovače obrazovky 35 tvořeného prvním tranzistorem 20 a druhým tranzistorem 22 a prakticky se eliminuje zkreslení obrazu zákmity ve výstupním signálu zesilovače. Toho se dosahuje použitím více než jednoho zpětnovazebního rezistoru, zde prvního rezistoru R1 a druhého rezistoru R2 o různých hodnotách a umístěním prvního rezistoru R1 o větší hodnotě co nejbližší výstupnímu obvodu výstupního druhého tranzistoru 22: U tohoto příkladu provedení je první rezistor R1 v 0,5 wattovém vrstevovém uhlíkovém provedení o hodnotě 130 k Ω a druhý rezistor R2 je v 0,25 wattovém vrstevovém uhlíkovém provedení o hodnotě 33 k Ω .

V dalším bude vysvětlen způsob, jakým se dosahuje výše uvedeného výsledku. Parazitní kapacity různých typů mají účinek na kmitočtovou odezvu zpětnovazebního obvodu 50. Mezi význačnějšími z těchto parazitních kapacit jsou první kapacita C1, druhá kapacita C2 a třetí kapacita C3, jak je znázorněno na obr. 1. První kapacita C1 zahrnuje parazitní kapacitu samotného prvního rezistoru R1, rovnou přibližně 0,3 pF u 0,5 wattového provedení • spolu se všemi rozptylovými kapacitami konektorů a drátových spojů, které by se projevovaly

mezi konektory obvodu na kolektoru druhého tranzistoru 22 a na uzlu prvního rezistoru R1 a druhého rezistoru R2. Druhá kapacita C2 zahrnuje parazitní kapacitu sdruženou s druhým rezistorem R2 samotným velikostí přibližně 0,2 pF u 1/4 W provedení spolu se všemi rozptylovými kapacitami konektorů a drátových spojů.

Třetí kapacita C3 zahrnuje parazitní kapacitu vůči zemi, sdruženou s obvodovými spoji na uzlu prvního rezistoru R1 a druhého rezistoru R2. Hodnoty těchto parazitních kapacit jsou ovlivněny například typem použitých obvodových spojů a uspořádáním obvodu, například ve vztahu k bodům zemního potenciálu a fyzickou blízkostí obvodových prvků.

Hodnoty takových parazitních kapacit lze v mnoha případech těžko určit nebo přesně měřit, ale někdy mohou být odhadnuty s přijatelnou přesností. V tomto případě je první kapacita C1 zřetelně větší než druhá kapacita C2, poněvadž první rezistor R1 je ve fyzicky větším 0,5 wattovém provedení ve srovnání se čtvrtwattovým druhým rezistorem R2 a poněvadž se značné parazitní kapacity objevují na kolektoru výstupního druhého tranzistoru 22.

V tom druhém ohledu je možno zaznamenat, že zatěžovací rezistor 24 zesilovače je typicky veliký, například dvouwattový nebo větší výkonový rezistor s odpovídajícím způsobem navrženou velikostí spojovacích prostředků, které mohou zahrnovat prostředky pro pozvednutí zatěžovacího rezistoru 24 nad příslušnou desku s tištěnými spoji pro lepší rozptyl tepla. Takové spojovací prostředky přidávají významnou složku k parazitní první kapacitě C1. Rolí zde hraje i způsob, jakým jsou propojeny a umístěny kolektor prvního tranzistoru 22 a zatěžovací rezistor 24, omezovací rezistor 38 a první rezistor R1. Bylo také shledáno, že hodnoty první kapacity C1 a C2 druhé kapacity, jsou relativně nezávislé na hodnotách odporu prvního rezistoru R1 a druhého rezistoru R2.

Jak bylo dříve zmíněno, vysokofrekvenční odezva budicího zesilovače obrazovky 35 může být zlepšena použitím dvou zpětnovazebních rezistorů místo jednoho. Pro grafické objasnění tohoto jevu v obecném smyslu znázorňuje obr. 2 přibližně vysokofrekvenční odezvu pro budicí zesilovač v bodě poklesu o 3 dB pro různé kombinace hodnot zpětnovazebních rezistorů. Za účelem zjednodušení se předpokládají čtvrtwattové rezistory s přidruženými parazitními kapacitami o velikosti 0,2 pF a účinky dalších rozptylových kapacit jsou zanedbány.

Na obr. 2 je na vodorovné ose nanesen poměr K hodnot zpětnovazebních rezistorů od 0,01 do 100. Na svislé ose je nanesena normalizovaná vysokofrekvenční odezva zesilovače vztahovaná na referenční vysokofrekvenční kmitočet f, například řádu 4 MHz. Maximální vysokofrekvenční odezva, odpovídající horní kmitočtové mezí v bodě poklesu o 3 dB, mezi 1,75 f a 2 f je přiřazena k poměru rezistorů K = 1, což odpovídá dvěma zpětnovazebním rezistorům o stejné hodnotě, například dvěma čtvrtwattovým rezistorům o 82 kΩ. Minimální vysokofrekvenční odezva je přiřazena poměrům rezistorů v sousedství K = 0,01 a K = 100. Tato podmínka odpovídá použití jediného 160 kΩ zpětnovazebního rezistoru.

Takto zlepšená vysokofrekvenční odezva může být získána použitím spíše dvou zpětnovazebních rezistorů, než jednoho, zvláště když hodnoty takových rezistorů vykazují poměr mezi 1:10, to jest K = 0,1 a 10:1, to jest K = 10. Například v obecném smyslu lze očekávat horní kmitočtovou mez 1,35 f, tedy 5,4 MHz při frekvenčním kmitočtu f různém 4 MHz, jestliže oba zpětnovazební rezistory mají hodnoty odpovídající poměru K = 0,25.

Bylo však zjištěno, že když se použijí dva zpětnovazební rezistory stejné hodnoty pro dosažení maximální vysokofrekvenční odezvy zesilovače, je výsledkem zákmit výstupního signálu zesilovače, jak je naznačeno tvarem vlny prvního výstupního signálu A na obr. 3.

Tvar vlny prvního výstupního signálu A odpovídá výstupnímu signálu z budicího zesilovače obrazovky vytvořeného v odezvu na vstupní signál zesilovače, který je znázorněn v čárkované

forně. Vstupní signál a odpovídající první výstupní signál A amplitudový přechod od úrovně černé k úrovni bílé se špičkami opatřenými předkmitovými a překmitovými složkami signálu. S úrovní bílé prvního výstupního signálu A je sdružena nežádoucí zákmitová složka, která zhoršuje jakost a detaily obrazu reprodukovaného v odezvu na první výstupní signál A. Byly pozorovány zákmitové složky s velkými amplitudami dosahujícími 40 % amplitudy videosignálu mezi úrovní černé a úrovní bílé.

Vysokofrekvenční odezva budicího zesilovače obrazovky 35 může být snížena z maximální vysokofrekvenční meze, to jest $2f$ na obr. 2 změnění poměru K odporů mezi zpětnovazebními rezistory. Nicméně bylo zjištěno, že problém překmitů není vyřešen, je-li menší rezistor o hodnotě $33\text{ k}\Omega$ umístěn co nejbližší k výstupu zesilovače. Zvláště byl-li pro zpětnovazební první rezistor R_1 na obr. 1 zvolen $1/4$ wattový rezistor o hodnotě $33\text{ k}\Omega$ a jako druhý rezistor R_2 byl zvolen $1/2$ wattový rezistor o hodnotě $130\text{ k}\Omega$, objevila se zákmitová složka s amplitudou přibližně 25 % amplitudy videosignálu.

Nicméně bylo zjištěno, že amplituda zákmitové složky se značně sníží, je-li větší rezistor umístěn co nejbližší k výstupu zesilovače, to jest jestliže první rezistor R_1 , znázorněný na obr. 1 odpovídá rezistoru o hodnotě $130\text{ k}\Omega$. V takovém případě bylo zjištěno, že zákmitová složka vykazuje zanedbatelnou amplitudu, menší než 10 % přechodu videosignálu od úrovně černé k úrovni bílé, jak je znázorněno tvarem druhého výstupního signálu B na obr. 3.

V souvislosti s výše uvedeným je třeba poznamenat, že zisk signálu budicího zesilovače může být definován následujícím výrazem v komplexním kmitočtu, neboli v rovině "S".

$$\frac{-1}{RIN} \frac{C_1 + C_2 + C_3}{C_1 C_2} \frac{S + \frac{1}{R_p (C_1 + C_2 + C_3)}}{\left(S + \frac{1}{R_1 C_1}\right) \left(S + \frac{1}{R_2 C_2}\right)}$$

kde RIN je vstupní impedance na vstupním prvním tranzistoru 20; R_1 , R_2 odpovídají hodnotám odporu prvního rezistoru R_1 a druhého rezistoru R_2 ; C_1 , C_2 , C_3 odpovídají hodnotám první kapacity C_1 , druhé kapacity C_2 a třetí kapacity C_3 ; R_p odpovídá hodnotě odporu paralelní kombinace prvního rezistoru R_1 a druhého rezistoru R_2 a S představuje $2f$, kde f odpovídá kmitočtu.

V tomto výrazu výrazy $S + 1/R_1 C_1$ a $S + 1/R_2 C_2$ určují každý umístění různého "pólového" kmitočtu, od něhož kmitočtová odezva klesá o 6 dB na oktávu.

$$\text{Výraz} \quad S + \frac{1}{R_p (C_1 + C_2 + C_3)}$$

určuje jediné místo nulového kmitočtu, od něhož se kmitočtová odezva zvyšuje o 6 dB na oktávu. Tudiž členy "pólového" kmitočtu způsobují degradaci vysokofrekvenční kmitočtové odezvy zesilovače. Naproti tomu člen "nulového" kmitočtu zvyšuje vysokofrekvenční kmitočtovou odezvu zesilovače a pomáhá ve zvětšování šířky pásma zesilovače.

Pro dané umístění pólového kmitočtu snižování "nulového" kmitočtu zvětšuje šířku pásma zesilovače a mez vysokého kmitočtu v bodě poklesu o 3 dB. To jest, vzrůstající odezva "nulového" kmitočtu nastává dříve a amplitudová kmitočtová odezva zesilovače je donucena vzrůstat dříve, to jest při nižším kmitočtu. Podmínka maximální šířky pásma a meze vysokého kmitočtu v bodě poklesu o 3 dB je splněna, když se použijí zpětnovazební rezistory o stejné hodnotě, neboť v takovém případě R_p je maximální a přidružený "nulový" kmitočet je minimální.

Vysokofrekvenční kmitočtová odezva může být snížena tak, že se způsobí, aby se vzrůstající odezva nulového kmitočtu uskutečnila později, to jest na relativně vyšším kmitočtu.

Tohoto účinku může být docíleno zvolením prvního rezistoru R_1 a druhého kmitočtu R_2 s navzájem odlišnými hodnotami tak, aby "nulový" kmitočet v nahoře uvedeném výrazu vzrůstal. V tomto případě už K_p není maximální, neboť hodnota odporu paralelní kombinace prvního rezistoru R_1 a druhého rezistoru R_2 se stává čím dál tím menší, čím více se hodnoty těchto od sebe různí.

Prosté snižování meze vysokého kmitočtu zesilovače tímto způsobem nedostačuje k eliminaci dříve popsaného problému "zakmitávání" signálu. To je zejména pravdivé, když spolupůsobení vzrůstající odezvy "nulového" kmitočtu a klesající odezvy pólových kmitočtů vytváří špičku na vysokofrekvenční části kmitočtového spektra, například špičku mezi 3 až 4 MHz.

Umístění zpětnovazebního prvního rezistoru R_1 o větší hodnotě co nejbližší k výstupu zesilovače vyvolává pólový kmitočet v sousedství požadovaného horního kmitočtového rozsahu, to jest 3 až 5 MHz, zesilovače. V důsledku toho takové uspořádání kompenzuje zahrocovací charakteristiku sdruženou se vzrůstající odezvou "nulového" kmitočtu v rozsahu dostatečném pro způsobení podstatného snížení amplitudy zákmitové složky.

Bylo shledáno, že budicí zesilovač obrazovky 35 typu znázorněného na obr. 1 s prvním rezistorem R_1 a druhým rezistorem R_2 o hodnotách 130 k Ω a 33 k Ω vykazuje šířku pásma přibližně 5,5 MHz bez podstatné zákmitové složky výstupního signálu, jak bylo výše diskutováno. Bylo shledáno, že poměry rezistorů $K = 0,14$ pro první rezistor R_1 velikosti 139 k Ω a druhý rezistor R_2 velikosti 20 k Ω až $K = 0,43$ pro první rezistor R_1 velikosti 110 k Ω a druhý rezistor R_2 velikosti 47 k Ω poskytují zlepšenou šířku pásma budicího zesilovače a vysokofrekvenční kmitočtovou odezvu, aniž by zaváděly nežádoucí množství zákmitu signálu. Poměr $K = 0,14$ vytváří menší zákmit, ale o něco menší šířku pásma ve srovnání se zvoleným výhodným poměrem odporů $K = 0,25$, zatímco poměr $K = 0,43$ dosáhl větší šířky pásma s o něco větším zákmitem signálu.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Širokopásmový budicí zesilovač obrazovky se zdrojem videosignálu připojeným přes vazební článek k budicímu obvodu, vyznačující se tím, že budicí obvod je tvořen kaskodovým zesilovačem sestávajícím ze dvou tranzistorů (20, 22), kde kolektor prvního tranzistoru (20) je spojen s emitorem druhého tranzistoru (22) a kolektor druhého tranzistoru (22) je zpětnovazebně připojen přes v sérii zapojené alespoň dva rezistory (R_1 , R_2) navzájem odlišných hodnot, přičemž první rezistor (R_1), mající větší hodnotu než ostatní rezistory, je připojen ke kolektoru druhého tranzistoru (22).

2. Širokopásmový budicí zesilovač obrazovky podle bodu 1, vyznačující se tím, že poměr hodnoty prvního rezistoru (R_1) k hodnotě druhého rezistoru (R_2) je v rozmezí mezi 5 a 10.

2 výkresy

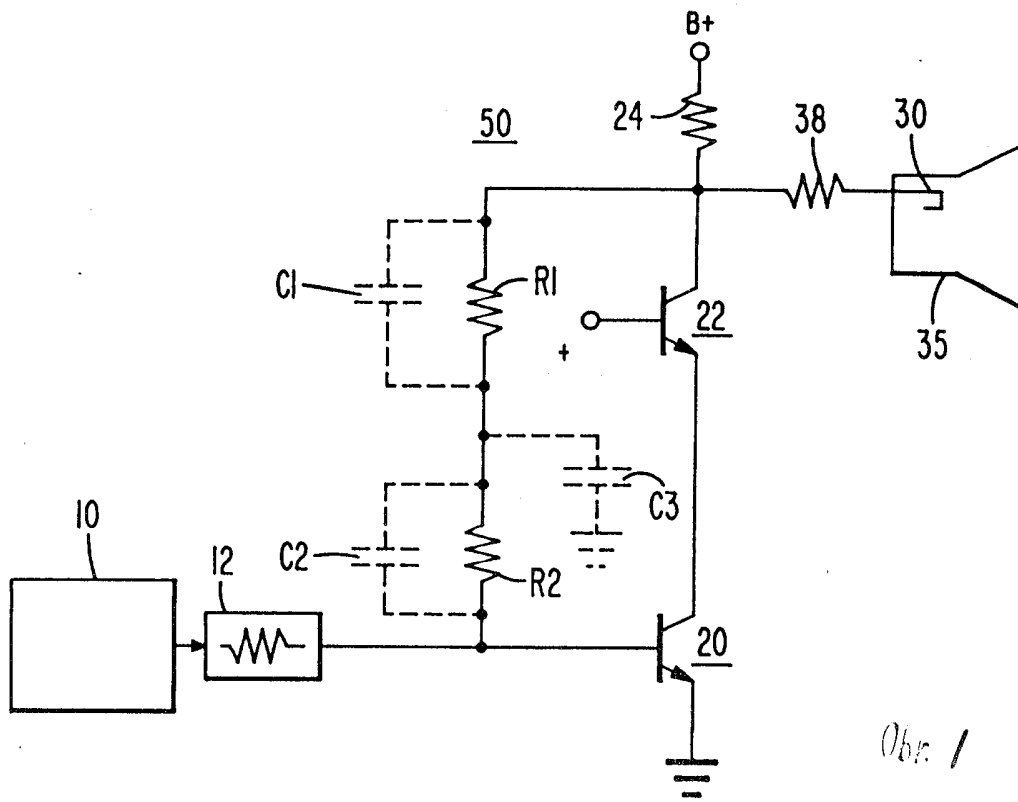


Fig. 1

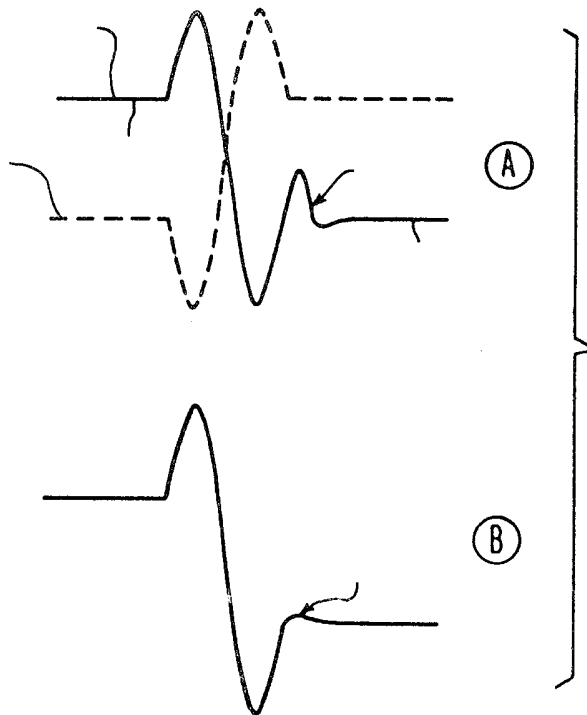


Fig. 3

Obč. 2.

