



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8400633**

Nederland

⑲ NL

⑤4 **Versterkerschakeling.**

⑤1 Int.Cl⁴.: H03F3/21, H03F3/343, H03F3/45.

⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

⑦4 Gem.: Ir. P.J.P.G. Simons c.s.
Internationaal Octrooibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

②1 Aanvraag Nr. 8400633.

②2 Ingediend 29 februari 1984.

③2 --

③3 --

③1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 16 september 1985.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

De uitvinding heeft betrekking op een versterkerschakeling met een inverterende en een niet-inverterende ingang en een uitgang omvattende tussen een eerste en een tweede voedingsaansluitpunt:

- 5 - een voorversterker voorzien van een eerste en een tweede transistor, die als verschilpaar geschakeld en waarvan de emitters door middel van een eerste stroombron met het eerste voedingsaansluitpunt zijn gekoppeld en waarbij de basis van de eerste transistor met de inverterende en de basis van de tweede transistor met de
10 niet-inverterende ingang van de versterkerschakeling is gekoppeld en voorts voorzien van een eerste en een tweede uitgang,
- en een eindversterker voorzien van een derde en een vierde transistor van onderling het tegengestelde geleidingstype, die met de kollektor-emitterwegen in serie tussen de twee voedingsaansluitpunten
15 zijn geschakeld en die elk met eenzelfde elektrode met de uitgang van de versterkerschakeling zijn gekoppeld en waarbij de basis van de derde en de basis van de vierde transistor respectievelijk zijn gekoppeld met de eerste en tweede uitgang van de voorversterker.

Een dergelijke versterkerschakeling is algemeen toepasbaar en kan in het bijzonder in audio-schakelingen worden toegepast.
20

Een dergelijke versterkerschakeling met een in moderne versterkerschakelingen algemeen gebruikelijke opbouw, is bekend uit het Duitse octrooischrift 31 36 284. Daarbij wordt de niet-
25 inverterende ingang van de versterkerschakeling met behulp van een spanningsdeler tussen de voedingsaansluitpunten op de halve voedingsspanning ingesteld. Opdat de uitgang van de versterkerschakeling ook de halve voedingsspanning voert, wordt een tegenkoppelnetwerk aangebracht tussen de uitgang en de inverterende ingang van de versterkerschakeling. Dit tegenkoppelnetwerk, dat vaak volledig uitwendig aan
30 de geïntegreerde schakeling wordt toegevoegd, wordt gevormd door een spanningsdeler met een niet-integreerbare electrolytische condensator. Deze condensator zorgt voor een volledige gelijkspanningstegenkoppeling.

waardoor de uitgang en de inverterende ingang zich ook op de halve voedingsspanning bevinden. Voor het frequentiebereik van de te versterken signalen vormt deze condensator nagenoeg een kortsluiting en zorgt het tegenkoppelnetwerk voor de signaaltegenkoppeling.

5 Behalve het niet-integreerbaar zijn van de condensator in het tegenkoppelnetwerk heeft de tegenkoppeling verder het bezwaar, dat daardoor de inverterende ingang van de versterker laagohmig wordt. Dit heeft tot gevolg, dat bij zogenaamde brugversterkers, waarbij een
10 en een niet-inverterende versterkerschakeling, het ingangssignaal niet zowel aan de niet-inverterende als aan de inverterende versterker kan worden toegevoerd. Daarom wordt gewoonlijk het uitgangssignaal van de niet-inverterende versterker via een spanningsdeler aan de inverterende versterker toegevoerd. Dit heeft echter het bezwaar, dat de
15 uitgangssignalen van de inverterende en niet-inverterende versterker verschillende tijdsvertragingen ondergaan, hetgeen tot vervormingen van het uitgangssignaal van de totale versterker leidt.

Het is dan ook het doel van de uitvinding een versterkerschakeling aan te geven, waarbij de bovengenoemde bezwaren niet optreden. Een versterkerschakeling van een in de aanhef genoemde soort
20 wordt volgens de uitvinding gekenmerkt, doordat

- de kollektor van de eerste transistor met het tweede voedingsaansluitpunt is verbonden,
- de kollektor van de tweede transistor door middel van een tweede
25 stroombron met het tweede voedingsaansluitpunt en voorts door middel van een eerste weerstand met de uitgang van de versterkerschakeling is gekoppeld,
- een vijfde en een zesde transistor met parallel geschakelde basis-emitterwegen met de tweede stroombron in cascode zijn geschakeld,
30 van welke transistoren de bases een referentiespanning voeren en de kollektoren door middel van respectievelijk een derde en een vierde stroombron met het eerste voedingsaansluitpunt en voorts met respectievelijk de eerste en tweede uitgang van de voorversterkertrap zijn gekoppeld, en doordat de stroomsterkte van de tweede stroombron nagenoeg
35 gelijk is aan de som van de door de eerste transistor vloeiende ruststroom, de stroom van de derde en vierde stroombron en de door de eerste weerstand vloeiende stroom, waarbij deze weerstand een zodanige waarde bezit, dat de spanning op de uitgang van de versterkerschakeling

nagenoeg gelijk is aan de helft van een tussen de voedingsaansluitpunten aan te sluiten voedingsspanning.

Bij een versterkerschakeling volgens de uitvinding vindt geen tegenkoppeling meer plaats tussen de uitgang en de inverterende ingang van de versterker. Hierdoor zijn zowel de inverterende alsook de niet-inverterende ingang van de versterker zwevend, waardoor bijvoorbeeld bij brugschakelingen het ingangssignaal direkt aan de niet-inverterende ingang van de ene versterker en aan de inverterende ingang van de andere versterker kan worden toegevoerd. Doordat geen tegenkoppelnetwerk aanwezig is, wordt tevens de daarin gebruikte uitwendige condensator uitgespaard, waardoor de versterker van minder uitwendige componenten voorzien behoeft te worden.

De uitgang van de versterker wordt op de halve voedingsspanning ingesteld met behulp van de tweede weerstand. De weerstandswaarde hiervan wordt zo gekozen, dat de spanning over deze weerstand opgeteld bij de spanning over de tweede stroombron, die door de referentiespanning op de basis van de derde en vierde transistor op een vaste waarde staat ingesteld, gelijk is aan de halve voedingsspanning. Daar de weerstand bij een gegeven dimensionering van de stroombronnen een bepaalde waarde dient te hebben, wordt deze weerstand bij voorkeur geïntegreerd.

Een uitvoeringsvorm van een versterkerschakeling van de uitvinding wordt gekenmerkt, doordat de emitters van de eerste en tweede transistor elk door middel van een stroombron met het eerste voedingsaansluitpunt zijn gekoppeld en dat tussen de emitters van de eerste en tweede transistors een tweede weerstand is opgenomen.

Door deze tweede weerstand wordt de voorversterker tegengekoppeld, waardoor een lineaire omzetting van de ingangsspanning naar de uitgangsstroom van de voorversterker wordt verkregen. Hierbij wordt de totale versterking van de versterker bepaald door de verhouding van de weerstandswaarden van de eerste en tweede weerstand, waarbij de versterking door de keuze van de weerstandswaarde van de tweede weerstand kan worden ingesteld. Bij een vaste waarde van de versterking wordt de tweede weerstand bij voorkeur geïntegreerd.

Een verdere uitvoeringsvorm wordt gekenmerkt, doordat de eerste en tweede transistor elk zijn uitgevoerd als een samengestelde transistor met een ingangstransistor, waarvan de emitter is verbonden met de ingang van een stroomversterker, waarvan de uitgang de basis van

een uitgangstransistor van een aan het geleidingstype van de ingangstransistor tegengesteld geleidingstype aanstuurt, waarvan de emitter met de kollektor van de eerste transistor is verbonden. Deze uitvoeringsvorm kan nader worden gekenmerkt, doordat de stroomversterker
5 wordt gevormd door een stroomspiegelschakeling met een als diode geschakelde zevende transistor en een achtste transistor waarvan de basis-emitterovergang parallel aan die van de zevende transistor is geschakeld.

Door stroomversterking toe te passen kunnen de ingangstransistoren van de voorversterker grote stromen voeren, zonder dat
10 daarbij grote ingangsbasisstromen vloeien. Deze uitvoeringsvorm kan nader worden gekenmerkt, doordat tussen de basis en emitter van de uitgangstransistor een stroombepalende weerstand is opgenomen, die de stroom door de zevende en achtste transistor vastlegt.

15 Weer een verdere uitvoeringsvorm van een versterkerschakeling volgens de uitvinding wordt gekenmerkt, doordat de stroomsterkte van de eerste, tweede, derde en vierde stroombron recht evenredig met de voedingsspanning toeneemt en dat de spanning over de tweede stroombron recht evenredig met de voedingsspanning toeneemt.
20 Hierdoor wordt bewerkstelligd, dat bij toenemende voedingsspanning dezelfde weerstandswaarde van de eerste weerstand benodigd is om de spanning op de uitgang op de halve voedingsspanning in te stellen. Volgens een nadere uitvoeringsvorm kan de recht evenredig met de voedingsspanning toenemende spanning over de tweede stroombron worden
25 verkregen, doordat de referentiespanning op de basis van de vijfde en zesde transistor wordt opgewekt met behulp van een recht evenredig met de voedingsspanning toenemende stroom, die vloeit door de serieschakeling van een als diode geschakelde transistor, waarvan de basis is verbonden met de basis van de vijfde en zesde transistor, en een
30 derde weerstand.

De uitvinding wordt nader toegelicht aan de hand van bijgaande tekening, waarin:

figuur 1 het principe-schema van een versterkerschakeling volgens de uitvinding toont,

35 figuur 2 een nadere uitvoeringsvorm van de in figuur 1 weergegeven schakeling toont, en

figuur 3 een brugversterker voorzien van versterkerschakelingen volgens de uitvinding toont.

In figuur 1 is het principe-schema van een versterkerschakeling volgens de uitvinding weergegeven. De schakeling bevat een voorversterker 10, die is voorzien van een verschilversterker met transistoren T_1 en T_2 , waarbij de basis van transistor T_1 de inverterende en de basis van transistor T_2 de niet-inverterende ingang van de versterkerschakeling vormt. Tussen de emitters van de transistoren T_1 en T_2 is een tegenkoppelweerstand R_1 opgenomen. De emitters van de transistoren T_1 en T_2 zijn respectievelijk met een stroombron $I_1 = I$ en een stroombron $I_2 = I$ met het positieve voedingsspanningsaansluitpunt 2 gekoppeld. In rust vloeit er door de weerstand R_1 geen stroom, waardoor de bases van de transistoren T_1 en T_2 afgezien van de verzadigingsspanningen van de stroombronnen I_1 en I_2 nagenoeg tot op één basis-emitterspanning van de positieve voedingsspanning uitgestuurd kunnen worden. De kollektor van transistor T_1 is met het negatieve voedingsaansluitpunt 3, in dit geval massa verbonden. De kollektor van transistor T_2 is door middel van een stroombron $I_3 = 3,5I$ met massa verbonden. Met de uitgang 4 van de stroombron I_3 zijn twee transistoren T_3 en T_4 met parallel geschakelde basis-emitterovergangen in cascode geschakeld. De gemeenschappelijke basis van de transistoren T_3 en T_4 voert een referentiespanning V_R , die bij voorkeur zodanig gekozen wordt dat over de stroombron I_3 een kleine spanning staat, die voldoende is om deze stroombron niet dicht te sturen. Hierdoor kan transistor T_2 over een zo groot mogelijk spanningsbereik worden uitgestuurd. De kollektor van transistor T_3 is door middel van een stroombron $I_4 = I$ met het positieve voedingsaansluitpunt 2 en verder met de uitgang 5 van de voorversterker gekoppeld. Evenzo is de kollektor van transistor T_4 met een stroombron $I_5 = I$ en met de uitgang 6 van de voorversterker gekoppeld. De kollektor van transistor T_2 is verder door middel van een weerstand R_2 met de uitgang 7 van de versterkerschakeling gekoppeld. De eindversterker 20 wordt gevormd door twee complementaire transistoren T_5 en T_6 die met hun kollektorwegen in serie tussen het positieve en negatieve voedingsaansluitpunten 2 en 3 zijn geschakeld. De kollektoren van de transistoren T_5 en T_6 zijn met de uitgang 7 verbonden, waarop een belasting kan worden aangesloten.

Voor het verklaren van de werking van de schakeling wordt aangenomen, dat de voedingsspanning 3 volt, de stroom $I = 100 \mu A$ en de spanning over stroombron I_3 200 mV bedraagt. Worden de transistoren T_1 en T_2 niet aangestuurd dan is de kollektorstroom van

transistor T_2 gelijk aan de stroom $I_2 = 100 \text{ uA}$. Deze stroom wordt evenals de stromen $I_4 = 100 \text{ uA}$ en $I_5 = 100 \text{ uA}$ volledig door de stroombron $I_3 = 350 \text{ uA}$ opgenomen, de resterende stroom van 50 uA voor stroombron I_3 wordt geleverd via de weerstand R_2 . Omdat de uitgang 7 van de

5 versterkerschakeling zich op de halve voedingsspanning van $1,5 \text{ Volt}$ bevindt, dient de weerstand R_2 gelijk te zijn aan $R_2 = (1,5 - 0,2) / 50 \cdot 10^{-6} = 26 \text{ k}\Omega$. De uitgang 7 van de versterkerschakeling wordt op deze wijze op de halve voedingsspanning gehouden zonder dat daarvoor het gebruikelijke tegenkoppelnetswerk met niet-integreerbare condensator

10 tussen de uitgang en de inverterende ingang van de versterker behoeft te worden aangebracht. Hierdoor vormen zowel de niet-inverterende alsook de inverterende ingang een zwevende ingang, die direkt vanuit een bron kunnen worden aangestuurd. Daarbij wordt opgemerkt, dat de inverterende ingang tot beneden de spanning op het negatieve voedings-

15 aansluitpunt 3 kan worden uitgestuurd. Transistor T_1 kan namelijk tot in de verzadiging worden gestuurd, waarbij de emitterspanning op de verzadigingsspanning van transistor T_1 na gelijk is aan de negatieve voedingsspanning. De basis van transistor T_1 bevindt zich dan op een spanning, die nog één basis-emitterspanning lager ligt. De niet-

20 inverterende ingang kan worden uitgestuurd tot een spanning, die de verzadigingsspanning van transistor T_2 vermindert met de basis-emitterspanning daarvan boven de spanning op de uitgang van stroombron I_3 (200 mV) ligt. Voor de verklaring van de werking van de schakeling bij aansturing wordt in dit voorbeeld aangenomen, dat de niet-inverterende

25 ingang met het massa-aansluitpunt 3 verbonden is en dat de inverterende ingang door een bron wordt aangestuurd. Indien de uitgang van de bron voor gelijkspanning niet aan massa is gelegd, dan moet op de inverterende ingang een weerstand naar massa worden aangesloten en een koppelcapaciteit worden toegepast. Neemt ten gevolge van de aansturing de

30 spanning op de inverterende ingang bijvoorbeeld af, dan zal transistor T_1 meer en transistor T_2 minder stroom gaan voeren. De voor stroombron I_3 extra benodigde stroom kan in eerste instantie niet via weerstand R_2 geleverd worden omdat de spanning op de uitgang 7 aanvankelijk niet verandert. Daarom neemt eerst de stroom door de transistoren T_3 en T_4

35 toe, hetgeen resulteert in een toename van de basisstroom van transistor T_5 en een afname van de basisstroom van transistor T_6 . Transistor T_5 gaat dan meer stroom voeren waardoor de spanning op de uitgang 7 toeneemt. De extra stroom die stroombron I_3 vraagt kan nu via weerstand R_2

vloeien. Op dezelfde wijze zal bij een toename van de spanning op de inverterende ingang transistor T_6 meer en transistor T_5 minder stroom gaan voeren, waardoor de spanning op uitgang 7 daalt. De extra stroom die nu transistor T_2 levert vloeit dan via weerstand R_2 naar de uitgang. Op deze wijze worden de transistoren T_5 en T_6 aangestuurd, waarbij een toename van de stroom in de ene transistor een afname van de stroom in de andere transistor tot gevolg heeft. De versterking van de versterkerschakeling wordt bepaald door de verhouding van de weerstanden R_2 en R_1 , waarbij de grootte van de weerstand R_1 vrij gekozen kan worden. Bij een vaste versterking kunnen dan beide weerstanden worden geïntegreerd, waardoor de versterkerschakeling met uitzondering van een eventueel benodigde condensator voor het aansluiten van de belasting geheel vrij is van uitwendige componenten.

De schakeling is verder geschikt voor zeer lage voedingsspanningen vanaf 1,6 Volt. De dimensionering van de weerstand R_2 kan daarbij onafhankelijk van de voedingsspanning gemaakt worden door stroombronnen te gebruiken waarvan de uitgangsstroom recht evenredig met de voedingsspanning is. De referentiespanning op de basis van de transistoren T_3 en T_4 dient daarbij zo te zijn dat de spanning over de stroombron I_3 in dat geval ook evenredig met de voedingsspanning toeneemt. Opgemerkt wordt, dat stroombronnen waarvan de uitgangsstroom recht evenredig met de voedingsspanning toeneemt worden beschreven in een gelijktijdig met deze aanvraag ingediende octrooiaanvraag (PHN 10.958).

In figuur 2 is een nadere uitvoeringsvorm van de in figuur 1 getoonde schakeling weergegeven, waarbij gelijke onderdelen met dezelfde verwijzingscijfers zijn weergegeven. De transistoren van de verschilversterker van de voorversterkertrap 10 worden hierbij gevormd door samengestelde transistoren. De emitter van transistor T_1 is verbonden met de ingang van een stroomversterker, die wordt gevormd door een stroomspiegel met een als diode geschakelde transistor T_{10} en een transistor T_{11} , waarvan de basis-emitterovergang parallel aan die van transistor T_{10} is geschakeld. Het emitteroppervlak van transistor T_{11} is groter dan dat van transistor T_{10} , zodat de kollektorstroom van transistor T_{11} groter is dan de emitterstroom van transistor T_{10} . De kollektor van transistor T_{11} stuurt de basis van een transistor T_{12} , waarvan de emitter met de kollektor van transistor T_1 is verbonden. Tussen de basis en emitter van transistor T_{12} is een weerstand R_4 opgenomen, die de stroom door transistoren T_1 , T_{10} en T_{11}

vastlegt. Van deze samengestelde transistor vormt de kollektor van transistor T_{12} de emitter en de emitter van transistor T_{12} de kollektor. Door de stroomversterking via de stroomspiegel T_{10} , T_{11} en via transistor T_{12} verdeelt de stroom van stroombron I_1 zich zo over de transistoren T_1 , T_{11} en T_{12} , dat door transistor T_1 een kleine stroom, door transistor T_{11} een iets grotere en door transistor T_{12} een veel grotere stroom vloeit. Bij een stroom $I_1 = 100 \text{ uA}$ en een verhouding 1 : 5 van de emitteroppervlakken van de transistoren T_1 en T_{11} bedragen deze stromen bijvoorbeeld respectievelijk 2 uA, 10 uA en 88 uA. Door de kleine emitterstroom van transistor T_1 is ook de basisstroom van deze transistor erg klein. Door deze kleine basisstroom zal transistor T_1 bij aansturing de bron nauwelijks belasten. Op dezelfde wijze als bij transistor T_1 is transistor T_2 met behulp van transistoren T_{13} , T_{14} , T_{15} en weerstand R_5 als een samengestelde transistor uitgevoerd. De referentiespanning V_R wordt opgewekt met behulp van een stroombron, die wordt gevormd door een weerstand R_6 , die in serie met de kollektor-emitterweg van een transistor T_{16} tussen de positieve en negatieve voedingsaansluitpunten 2 en 3 is geschakeld. De transistor T_{16} maakt deel uit van een stroomspiegelschakeling met transistoren T_{16} , T_{17} en T_{18} . De kollektor van transistor T_{18} is hierbij niet zoals gebruikelijk met het positieve voedingsaansluitpunt 2 maar met de kollektor van transistor T_{17} verbonden. Voorts is parallel aan de basis-emitterweg van transistor T_{16} een weerstand R_7 geschakeld, waarvan de weerstandswaarde gelijk is aan de helft van de weerstandswaarde van de weerstand R_6 . Door deze maatregelen is de gezamenlijke kollektorstroom van de transistoren T_{17} en T_{18} gelijk aan het quotiënt van de voedingspanning en de weerstandswaarde van weerstand R_6 . Deze stroom wordt met behulp van de stroomspiegel met transistoren T_{19} en T_{20} gespiegeld en door de serieschakeling van een als diode geschakelde transistor T_{21} en een weerstand R_8 gestuurd. De basis van transistor T_{21} is verbonden met de basis van de transistoren T_3 en T_4 . Opgemerkt wordt dat de stroombronnen I_1 , I_2 , I_4 en I_5 kunnen worden verkregen door het parallel schakelen van transistoren aan transistor T_{20} , terwijl stroombron I_3 eveneens van stroombron R_6 , R_7 , T_{16} tot en met T_{18} kan worden afgeleid. Indien de stromen door transistor T_{21} en transistor T_3 even groot zijn, dan zijn de basis-emitterspanningen daarvan even groot, zodat de spanning over de stroombron I_3 gelijk is aan de spanning over de weerstand R_8 . Daar de stroom door de weerstand R_8

recht evenredig met de voedingsspanning toeneemt, neemt ook de spanning over de stroombron I_3 recht evenredig met de voedingsspanning toe. Hierdoor wordt bewerkstelligd dat met dezelfde weerstandswaarde van weerstand R_2 bij toenemende voedingsspanning de spanning op de uitgang
5 7 toch steeds gelijk is aan de halve voedingsspanning. Een andere wijze om de referentiespanning op te wekken is beschreven in de gelijktijdig met deze aanvraag ingediende octrooiaanvraag (PHN 10.959).

De uitgangstransistoren van de versterkerschakeling zijn als een bijzondere vorm van een Darlington-schakeling uitgevoerd,
10 die op zich het onderwerp is van een gelijktijdig ingediende octrooiaanvraag (PHN 10.957). Transistor T_5 wordt aangestuurd via een met behulp van een stroombron I_6 als emittervolger geschakelde transistor T_{23} en een als emittervolger geschakelde transistor T_{24} . De kollektor van transistor T_{24} is verbonden met de ingang van een stroomspiegelschakeling, die gevormd wordt door een als diode geschakelde transistor
15 T_{25} , waarvan de emitter via een weerstand R_9 met het negatieve voedingsaansluitpunt 3 is verbonden en een transistor T_{26} waarvan de basis verbonden is met de basis van transistor T_{25} en waarvan de emitter via een weerstand R_{10} met het negatieve voedingsaansluitpunt 3 verbonden is.
20 Het emitteroppervlak van transistor T_{26} is groter dan dat van transistor T_{25} , terwijl de weerstandswaarde van weerstand R_{10} veel kleiner is dan dat die van weerstand R_9 . Hierdoor vindt bij kleine stromen een relatief kleine stroomversterking in de stroomspiegelschakeling plaats die bepaald wordt door de verhouding van de emitteroppervlakken van de
25 transistoren T_{26} en T_{25} en vindt bij grote stromen een relatief grote stroomversterking plaats die bepaald wordt door de verhouding van de weerstanden R_9 en R_{10} , welke verhouding groter is dan de verhouding van de emitteroppervlakken. Op deze wijze wordt bij grote stromen extra basisstroom aan transistor T_5 toegevoerd, waardoor de bij grote
30 stromen afnemende stroomversterkingsfactor van de uitgangstransistor T_5 wordt gecompenseerd. Transistor T_6 wordt aangestuurd door een met stroombron I_7 als emittervolger geschakelde transistor T_{27} , waarvan de kollektorstroom op dezelfde wijze als bij transistor T_6 wordt versterkt door middel van een stroomspiegel met transistoren T_{28} , T_{29} en
35 weerstanden R_{11} en R_{12} en samen met de emitterstroom van transistor T_{27} aan de basis van transistor T_6 wordt toegevoerd.

Zoals reeds vermeld is een van de grote voordelen van de versterkerschakeling volgens de uitvinding, dat door het ont-

breken van een tegenkoppeling van de uitgang naar de inverterende ingang, beide ingangen van de voorversterkertrap zwevend zijn. Hierdoor kunnen zowel de inverterende als de niet-inverterende ingang direkt door een signaalbron worden aangestuurd, hetgeen onder andere van belang is voor zogenaamde brugversterkers. In figuur 3 is het principe-schema van een dergelijke brugversterker weergegeven. Hierin zijn de versterkers 20 en 30 van het in figuur 1 en 2 weergegeven type. Van versterker 20 is de inverterende ingang geaard en de niet-inverterende ingang met de ingangsspanning V_i verbonden, terwijl van versterker 30 de niet-inverterende ingang is geaard en de inverterende ingang met de ingangsspanning V_i is verbonden. Op de uitgangen van de versterkers 20 en 30 is een belasting R_L , hier in de vorm van een luidspreker aangesloten. Voor deze brugschakeling zijn in het geheel geen externe komponenten benodigd.

De uitvinding is niet beperkt tot de getoonde uitvoeringsvoorbeelden. Zo kunnen in plaats van in gemeenschappelijke emitterschakeling bedreven eindtransistoren ook in gemeenschappelijke kollektorschakeling bedreven eindtransistoren worden toegepast. Voorts kunnen de overige transistoren van de schakeling op bekende wijze worden vervangen door transistoren van het tegengestelde geleidingstype. Verder kan de versterker ook als een klasse AB-versterker worden gebruikt met behulp van een ruststroominstelling zoals bijvoorbeeld beschreven in de hiermee gelijktijdig ingediende octrooiaanvraag (PHN 10.956).

CONCLUSIES

1. Versterkerschakeling met een inverterende en een niet-inverterende ingang en een uitgang omvattende tussen een eerste en een tweede voedingsaansluitpunt: transistor die
- een voorversterker voorzien van een eerste en een tweede/als verschillend paar zijn geschakeld en waarvan de emitters door middel van een eerste stroombron met het eerste voedingsaansluitpunt zijn gekoppeld en waarbij de basis van de eerste transistor met de inverterende en de basis van de tweede transistor met de niet-inverterende ingang van de versterkerschakeling is gekoppeld en voorts voorzien van een eerste en een tweede uitgang,
 - en een eindversterker voorzien van een derde en een vierde transistor van onderling het tegengestelde geleidingstype, die met de kollektor-emitterwegen in serie tussen de twee voedingsaansluitpunten zijn geschakeld en die elk met eenzelfde elektrode met de uitgang van de versterkerschakeling zijn gekoppeld en waarbij de basis van de derde en de basis van de vierde transistor respectievelijk zijn gekoppeld met de eerste en tweede uitgang van de voorversterker, met het kenmerk,
 - dat de kollektor van de eerste transistor met het tweede voedingsaansluitpunt is verbonden,
 - dat de kollektor van de tweede transistor door middel van een tweede stroombron met het tweede voedingsaansluitpunt en voorts door middel van een eerste weerstand met de uitgang van de versterkerschakeling is gekoppeld,
 - dat een vijfde en een zesde transistor met parallel geschakelde basis-emitterwegen met de tweede stroombron in cascode zijn geschakeld, van welke transistoren de bases een referentiespanning voeren en de kollektoren door middel van respectievelijk een derde en een vierde stroombron met het eerste voedingsaansluitpunt en voorts met respectievelijk de eerste en tweede uitgang van de voorversterkertrap zijn gekoppeld, en dat de stroomsterkte van de tweede stroombron nagenoeg gelijk is aan de som van de door de eerste transistor vloeiende ruststroom, de stroom van de derde en vierde stroombron en de door de eerste weerstand vloeiende stroom, waarbij deze weerstand een zodanige waarde bezit, dat de spanning op de uitgang van de versterkerschakeling nagenoeg gelijk is aan de helft van een tussen de voedingsaansluitpunten aan te sluiten voedingsspanning.
2. Versterkerschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk,

8400633

dat de emitters van de eerste en tweede transistor elk door middel van een stroombron met het eerste voedingsaansluitpunt zijn gekoppeld en dat tussen de emitters van de eerste en tweede transistor een tweede weerstand is opgenomen.

5 3. Versterkerschakeling volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de eerste en tweede transistor elk zijn uitgevoerd als een samengestelde transistor met een ingangstransistor, waarvan de emitter is verbonden met de ingang van een stroomversterker, waarvan de uitgang de basis van een uitgangstransistor van een aan het ge-
10 leidingstype van de ingangstransistor tegengesteld geleidingstype aanstuurt, waarvan de emitter met de kollektor van de eerste transistor is verbonden.

4. Versterkerschakeling volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de stroomversterker wordt gevormd door een stroomspiegelschakeling
15 met een als diode geschakelde zevende transistor en een achtste transistor waarvan de basis-emitterovergang parallel aan die van de zevende transistor is geschakeld.

5. Versterkerschakeling volgens conclusies 3 of 4, met het kenmerk, dat tussen de basis en emitter van de uitgangstransistor
20 een stroombepalende weerstand is opgenomen, die de stroom door de zevende en achtste transistor vastlegt.

6. Versterkerschakeling volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de stroomsterkte van de eerste, tweede, derde en vierde stroombron recht evenredig met de voedingsspanning toeneemt
25 en dat de spanning over de tweede stroombron recht evenredig met de voedingsspanning toeneemt.

7. Versterkerschakeling volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de referentiespanning op de basis van de vijfde en zesde transistor wordt opgewekt met behulp van een recht evenredig met de
30 voedingsspanning toenemende stroom, die vloeit door de serieschakeling van een als diode geschakelde transistor, waarvan de basis is verbonden met de basis van de vijfde en zesde transistor, en een derde weerstand.

8. Versterkerschakeling volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de derde en vierde transistor zijn uit-
35 gevoerd als Darlington-transistoren.

9. Brugversterker voorzien van een eerste en een tweede versterkerschakeling, waarbij tussen de uitgangen van deze versterkerschakelingen een belasting is aangesloten met het kenmerk, dat de

8400633

eerste en tweede versterkerschakeling versterkerschakelingen volgens één der voorgaande conclusies zijn en dat de inverterende ingang van de eerste en niet-inverterende ingang van de tweede versterkerschakeling met een ingangsaansluitpunt voor het toevoeren van een
5 ingangssignaal zijn gekoppeld en dat de niet-inverterende ingang van de eerste en de inverterende ingang van de tweede versterkerschakeling zijn verbonden met een aansluitpunt, dat een referentiespanning voert.

10

15

20

25

30

35

8400633

