
Octrooiraad



Nederland

⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8001120**

⑲ NL

- ⑤4 **Differentiele belastingsschakeling uitgevoerd met veldeffecttransistoren.**
- ⑤1 Int.Cl³.: H03F 3/345, G05F 1/56.
- ⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
- ⑦4 Gem.: Ir. R.A. Bijl c.s.
Internationaal Octroobureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8001120.
- ②2 Ingediend 25 februari 1980.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 16 september 1981.

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

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

"Differentiële belastingsschakeling uitgevoerd met veld-effecttransistoren"

De uitvinding heeft betrekking op een differentiële belastingsschakeling uitgevoerd met veldeffecttransistoren, van het verrijkingstype, met een eerste en een tweede ingangsaansluitpunt en een gemeenschappelijk aansluitpunt, een eerste en een tweede veldeffecttransistor van een eerste geleidingstype waarvan de bronelectroden met het gemeenschappelijke aansluitpunt verbonden zijn, de stuuerelectroden met elkaar verbonden zijn en de afvoerelectroden met respectievelijk het eerste en tweede ingangsaansluitpunt.

Een dergelijke belastingsschakeling is onder andere bekend uit "IEEE Journal of Solid-State Circuits", Vol. SC-13, no. 3, Juni 1978, pag. 285-294, in het bijzonder figuur 4 waar deze door een meekoppeling tussen de afvoerelektrode en de stuuerelektrode van de eerste transistor als stroomspiegel is geschakeld en opgenomen is als signaaluitkoppeling in de afvoerelektrodeketens van twee als verschilpaar geschakelde transistoren.

Een dergelijke stroomspiegelschakeling als belastingsschakeling heeft als bezwaar dat de spanning over althans de eerste transistor groter is dan de drempelspanning van die transistor, welke drempelspanning relatief hoog kan zijn, bijvoorbeeld vier volt. Aangezien voor een correcte werking van de versterker de transistoren van het verschilpaar niet uit verzadiging, dus niet in het triodegebied mogen komen, kan de gemeenschappelijke spanning ("common-mode"-spanning) op de stuuerelectroden van die versterkertransistoren ten opzichte van genoemd gemeenschappelijk punt niet veel lager dan genoemde drempelspanning worden, bijvoorbeeld niet lager dan twee volt. Verder is de spanning aan de uitgang, niet onafhankelijk van de ingangs-"common-mode"spanning door de rechtstreekse koppeling van het uitgangsaansluitpunt met de afvoer-

electrode van één van de versterkertransistoren en
vertoont de uitgangsspanning een relatief hoge terugwerking
op de belastingsschakeling. Hierdoor is de bekende
belastingsschakeling minder geschikt om toegepast te kunnen
5 worden in ingangsversterkers die een over een relatief groot
bereik variërende "common-mode"-ingangsspanning moeten
kunnen ontvangen zonder de versterking van de aan de ingang
daarvan aanwezige verschilspanning noemenswaardig te
beïnvloeden.

10 De uitvinding beoogt een differentiële belastings-
schakeling van het in de aanhef genoemde type aan te geven
die geschikt is om toegepast te worden in een differentiële
ingangstrap die een over een groot bereik variërende
"common-mode"-ingangsspanning moet kunnen ontvangen zonder
15 de versterking van de ingangsverschilspanning noemenswaardig
te beïnvloeden.

De uitvinding wordt daartoe gekenmerkt, doordat de
schakeling verder omvat een derde en een vierde veldeffekt-
transistor met onderling verbonden stuuerelektroden, een
20 eerste en tweede stroombronschakeling voor het toevoeren
van ruststromen aan de derde en vierde transistor, waarbij
de afvoerelectrode van de derde respectievelijk de vierde
transistor met de eerste respectievelijk de tweede stroom-
bron is verbonden, de bronelectrode van de derde en vierde
25 transistor met de afvoerelectrode van de eerste respectie-
velijk de tweede transistor is verbonden en de stuur-
electroden met de stuuerelektroden van de eerste en tweede
transistor zijn verbonden, althans een eerste uitgangs-
aansluitpunt verbonden met de afvoerelectrode van de vierde
30 transistor en instelmiddelen voor het instellen van de
potentiaal op de stuuerelektroden van de eerste, tweede,
derde en vierde transistor zodanig, dat de derde en vierde
transistor de door de stroombronnen geleverde ruststromen
voeren.

35 Deze belastingsschakeling voldoet aan de gestelde
eisen doordat de spanning aan het eerste en tweede
ingangsaansluitpunt gelijk is aan de spanning tussen de
stuur- en bronelectrode van de eerste respectievelijk

tweede transistor minus de spanning tussen de stuur- en bronelektrode van de derde respectievelijk, vierde transistor, welke spanning aanmerkelijk lager kan zijn dan de drempelspanning van de toegepaste transistoren
5 zonder dat de eerste respectievelijk tweede transistor geheel uit verzadiging geraken- een restspanning aan de ingangsaansluitpunten van de belastingsschakeling van bijvoorbeeld één volt is in de praktijk zeer goed haalbaar, doordat de spanning op de afvoerelektrode van de vierde
10 transistor weinig afhankelijk is van de spanning op het tweede ingangsaansluitpunt en doordat de tweede transistor als hoogohmige bronimpedantie van de vierde transistor fungeert wat de terugwerking van de spanning op de afvoerelektrode van de vierde transistor aanmerkelijk reduceert.

15 Voor wat betreft genoemde instelmiddelen kan de belastingsschakeling volgens de uitvinding nader gekenmerkt worden doordat genoemde instelmiddelen een meekoppeling tussen de afvoerelektrode en de stuuerelektrode van de derde transistor omvatten.

20 Deze uitvoeringsvorm is erg eenvoudig en geschikt voor een enkelzijdige uitgang. Is een differentiële uitgang gewenst door toevoeging van een uitgangsaansluitpunt aan de afvoerelektrode van de derde transistor, dan is een meekoppeling tussen afvoerelektrode en stuuerelektrode van de derde transistor, in zijn eenvoudigste
25 vorm een kortsluiting, niet toepasbaar.

Een uitvoeringsvorm die geschikt is voor een differentiële uitgang kan gekenmerkt worden doordat de stuuerelektroden van de eerste, tweede, derde en vierde
30 transistor met een spanningsreferentiebron zijn verbonden en de genoemde instelmiddelen een meekoppelversterker voor het opnemen van het gemeenschappelijke spanningsniveau (Eng. "Common Mode level") aan de afvoerelektroden van de derde en vierde transistor en het sturen van de
35 eerste en tweede stroombron zodanig dat deze stroombronnen qua gemeenschappelijk stroomniveau het gemeenschappelijk stroomniveau in de afvoerketens van de derde en vierde transistor volgen, omvatten.

Een alternatieve uitvoeringsvorm hiervan kan gekenmerkt worden, doordat de instelmiddelen een meekoppelversterker voor het opnemen van het gemeenschappelijke spanningsniveau aan de afvoerelektroden van de derde en de vierde transistor en het sturen van de gemeenschappelijke stuuerelektroden van de eerste, tweede, derde en vierde transistor zodanig, dat de derde en vierde transistor qua gemeenschappelijk afvoerelektrodestroomniveau het gemeenschappelijk stroomniveau van de eerste en tweede stroombron volgen, omvat.

Een belastingsschakeling volgens de uitvinding die aangestuurd wordt op de beide ingangen door een eerste verschilversterker omvattende een vijfde en een zesde transistor van een tweede, aan het eerste geleidingstype tegengestelde geleidingstype, welke vijfde en zesde transistor als verschilpaar zijn geschakeld waarbij hun stuuerelektroden een ingang vormen, de afvoerelektroden van de vijfde transistor met de afvoerelektrode van de eerste transistor is verbonden en de afvoerelektrode van de zesde transistor met de afvoerelektrode van de tweede transistor is verbonden kan nader worden gekenmerkt, doordat de eerste respectievelijk de tweede stroombron door de serieschakeling van de kanalen van een zevende en negende respectievelijk achtste en tiende veldeffecttransistor van het tweede geleidingstype worden gevormd, waarbij de bronelektroden van de zevende en achtste transistor met een tweede gemeenschappelijke punt zijn verbonden en de stuuerelektroden onderling en met de stuuerelektroden van de negende en tiende transistor zijn verbonden, en waarbij de afvoerelektrode van de negende respectievelijk tiende transistor met de afvoerelektroden van de derde respectievelijk vierde transistor is verbonden en de bronelektrode van de negende respectievelijk tiende transistor met de afvoerelektrode van een elfde respectievelijk twaalfde veldeffecttransistor van het eerste geleidingstype, waarvan de stuuerelektrode met de stuuerelektrode van de vijfde respectievelijk zesde transistor is verbonden en de bronelektroden gemeenschappelijk geschakeld zijn, is verbonden.

Een dergelijke schakeling is een samenvlechting van twee verschilparen van tegengesteld geleidingstype elk met een belastingsschakeling volgens de uitvinding die elkaars ruststroombronnen vormen. Een dergelijke schakeling heeft een ingangs common-mode bereik dat zelfs voorbij de waarde van beide voedingsspanningen (positieve en negatieve) loopt.

De uitvinding zal nader worden toegelicht aan de hand van de tekening, waarin:

Figuur 1 een eerste uitvoeringsvorm van een belastingsschakeling volgens de uitvinding toegepast in een verschilversterker toont;

Figuur 2 een modificatie van de in de schakeling volgens figuur 1 toegepaste belastingsschakeling toont;

Figuur 3 een andere modificatie van de in de schakeling volgens figuur 1 toegepaste belastingsschakeling toont;

Figuur 4 een combinatie van een tweetal verschilversterkers volgens figuur 1 van onderling tegengesteld geleidingstype met onderling vervlochten belastingsschakeling toont;

Figuur 5 een modificatie van de in de schakeling volgens figuur 4 toegepaste belastingsschakeling toont, en

Figuur 6 een uitvoeringsvorm van de in de schakelingen volgens de figuren 4 en 5 toegepaste "common-mode" meekoppelversterker toont.

Figuur 1 toont een verschilversterker met een belastingsschakeling volgens de uitvinding. Deze omvat een verschilversterker met p-kanaalstransistoren 5 en 6 waarvan de bronelektroden met een stroombron 25 die een stroom $2I_1$ levert, verbonden zijn. De stuurlektroden van de transistoren 5 en 6 zijn verbonden met ingangen 17 en 18. De belastingsschakeling omvat n-kanaalstransistoren 1, 2, 3 en 4. De stuurlektroden van deze transistoren zijn met de afvoerelektrode van transistor 3 rechtstreeks verbonden. Een verbinding via een spanningsvolger is ook mogelijk. De bronelektroden van de transistoren 1 en 2 zijn met een

negatief voedingsaansluitpunt $-V_{SS}$ verbonden en de afvoerelektroden met de bronelektrode van transistor 3 respectievelijk transistor 4 en met de afvoerelektrode van transistor 5 respectievelijk transistor 6. De afvoerelektroden van transistoren 3 en 4 zijn met ruststroombronnen 21 en 22 die elk een stroom I_0 voeren, verbonden. Met de afvoerelektrode van transistor 4 is een enkelzijdig uitgangsaansluitpunt 15 verbonden.

Een verschilspanning tussen ingangen 17 en 18 veroorzaakt een verdeling van de stroom $2I_1$ over de afvoerelektroden van transistoren 5 en 6. De stroom in de afvoerketen van transistor 5, die naar een ingang 13 van de belastingschakeling voert, kan dan geschreven worden als $I_1 + i$ en de stroom in de afvoerketen van transistor 6, die naar ingang 14 van de belastingschakeling voert, als $I_1 - i$, met I_1 de common-mode uitgangsstroom en i de signaalcomponent. Via de ten opzichte van de afvoerelektrode van transistor 1 laagohmige bronelektrode van transistor 3 en de verbinding tussen de afvoerelektrode van transistor 3 en de stuuerelektrode van transistor 1, wordt transistor 1 zodanig aangestuurd dat deze de stroom $I_1 + i$ benevens de via transistor 3 vloeiende stroom I_0 , opneemt. De door transistor 1 vloeiende stroom $I_0 + I_1 + i$ wordt nagenoeg volledig gespiegeld naar transistor 2; een geringe afwijking is mogelijk omdat transistoren 1 en 2 op de grens van het verzadigingsgebied bedreven worden. Doordat aan ingang 14 van de belastingschakeling de stroom $I_1 - i$ wordt toegevoerd, vloeit door transistor 4 een stroom gelijk aan $I_0 + 2i$, waarvan het signaalgedeelte $2i$ aan uitgang 15 verschijnt.

De signaalstroom $2i$ verschijnt aan uitgang 15 en het gelijkspanningsniveau aan uitgang 15 wordt niet beperkt door het "common-mode" gelijkspanningsniveau aan de ingangen 17 en 18 van het verschilpaar 5 en 6 wat bij toepassing van een conventionele stroomspiegel in de afvoerketens van transistoren 5 en 6 - waardoor de uitgang met de afvoerelektrode van transistor 6 verbonden zou zijn - wel het geval is. Doordat transistor 2 als relatief hoogohmige bronbe-

lastig voor transistor 4 fungeert, is de terugwerking van de signaalspanning van uitgang 15 zeer klein.

De werking van de belastingsschakeling is voor wat betreft het common-mode bereik aan ingangen 17 en 18 als volgt: Op de stuur-elektrode van transistoren 3 en 4 is een spanning gelijk aan de bron-stuur-elektrodespanning V_{gs1} van transistor 1 aanwezig. De transistoren 3 en 4 vertonen een bron-stuur-elektrodespanning gelijk aan V_{gs3} zodat de gelijkspanning op ingangen 13 en 14 van de belastingsschakeling gelijk is aan $V_{gs1} - V_{gs2}$. Alhoewel de bron-stuur-elektrodespanningen V_{gs1} en V_{gs2} elk groter zijn als de drempelspanning van de gebruikte veldeffekttransistoren, bijvoorbeeld 3 Volt, is de spanning $V_{gs1} - V_{gs2}$ aanmerkelijk lager, bijvoorbeeld 1 Volt. Dit betekent dat de common-mode spanning op ingangen 17 en 18 van het verschilpaar in dit uitvoeringsvoorbeeld zelfs negatief kan zijn zonder dat de transistoren 5 en 6 uit verzadiging geraken, wat niet het geval is bij toepassing van een conventionele stroomspiegel in de afvoerketens van de transistoren 5 en 6 waarbij de spanning op althans één van de afvoerelektroden van transistoren 5 en 6 door de drempelspanning van de gebruikte transistoren beperkt wordt tot bijvoorbeeld twee Volt. Bij een praktische realisatie van de schakeling volgens figuur 1 funktioneerde de verschilversterker nog bevredigend bij een common-mode ingangsniveau tot voorbij de negatieve voedingsspanning V_{SS} .

Het gelijkspanningsniveau op de punten 13 en 14 van de belastingsschakeling kan, teneinde de transistoren 1 en 2 nog voldoende in het verzadigingsgebied werkzaam te doen zijn, beïnvloed worden door een dimensionering van de afmetingen van de kanalen van transistoren 1 en 2 ten opzichte van die van de kanalen van transistoren 3 en 4 en wel zo dat de verhouding W/L , met W de kanaalbreedte en L de kanaallengte, van de transistoren 1 en 2 klein is ten opzichte van de verhouding W/L van de transistoren 3 en 4, wat uitgedrukt kan worden als dat de transistoren 1 en 2 onder dezelfde omstandigheden een hogere gelijkstroom-impedantie vertegenwoordigen dan de transistoren 3 en 4

onder die omstandigheden.

Figuur 2 toont een variant van de belastings-
schakeling die in de schakeling volgens figuur 1 toegepast
is, waarbij de ingangverschilversterker met transistoren
5 5 en 6 eenvoudigheidshalve niet getoond is.

Bij de belastingsschakeling volgens figuur 2
worden de stuur elektroden van de transistoren 1, 2, 3 en 4
niet aangestuurd vanaf de afvoerelektrode van transistor 3
maar door de common-mode spanning op de afvoerelektroden
10 van transistoren 3 en 4. De afvoerelektrode van transistor 3
is daarbij met een uitgangsaansluitpunt 16 verbonden. Ten-
gevolge van de common-mode aansturing met versterker 19
(een voorbeeld van een common-mode versterker wordt onder
andere getoond in aanvraag 7303851 (PHN 6806)).Tengevolge
15 van deze aansturing vloeien de ruststromen I_0 door de
transistoren 1, 2, 3 en 4 en vloeit het common-mode gedeelte
 I_1 van de aan ingangen 13 en 14 toegevoerde stromen door
transistoren 1 en 2. De signaalcomponenten $+i$ en $-i$ van de aan
ingangen 13 en 14 toegevoerde stromen vloeien via de laag-
20 ohmige bronelektrode van transistoren 3 en 4 naar uit-
gangsaansluitpunten 15 en 16.

Ten opzichte van de belastingsschakeling in de
schakeling volgens figuur 1 voeren de transistoren 1 en 2
de common-mode stromen $I_1 + I_0$ en vloeien de signaalstromen
25 naar de differentiële uitgangen 13, 14, terwijl in de in
figuur 1 getoonde belastingsschakeling de transistoren 1
en 2 de common-mode stromen $I_0 + I_1$ en de van transistor
5 afkomstige signaalcomponent $+i$ voeren, waardoor een
signaalstroom gelijk aan $2i$ naar de enkelzijdige uitgang
30 15 vloeit.

Zoals in figuur 2 gestippeld is getekend, kan de
common-mode versterker 19 een spanningsreferentiebron 36
bevatten. De regeling is dan zodanig dat het common-mode
niveau aan de uitgangen 15 en 16 met de spanning van die
35 referentiebron 36 correspondeert. Zo'n spanningsreferentie
kan ook impleciet in de versterker 19 aanwezig zijn.

Figuur 3 toont een variant van de schakeling
volgens figuur 2 waarbij de stuur elektroden van de transis-

toren 1, 2, 3 en 4 een vaste spanning afkomstig van spanningsreferentiebron 20, voeren. Een common-mode versterker 19 regelt de stroombronnen 21 en 22 zodanig dat hun common-mode stromen I_0 in overeenstemming zijn met de
5 common-mode stromen in de afvoerketens van de transistoren 3 en 4. De stroombronnen 21 en 22 worden door p-kanaals-transistoren 7 en 8 gevormd die door versterker 19 op hun gemeenschappelijke stuuerelektrode worden aangestuurd. Verder werkt de schakeling geheel overeenkomstig de schakeling
10 volgens figuur 2.

In de schakeling volgens figuur 1 is het common-mode bereik aan de ingangen 17 en 18 tenminste de negatieve voedingsspanning $-V_{SS}$, echter niet tot aan de positieve voedingsspanning V_{DD} . De positieve common-mode slag wordt
15 begrensd door de bronelektrode-stuuerelektrodespanning van transistor 3 en de voor stroombron 21 benodigde spanning, in totaal bijvoorbeeld 4 volt.

Een schakeling die in beide richtingen een maximale common-mode slag toestaat toont figuur 4 die de
20 schakeling volgens figuur 1 omvat, waarbij de stroombronnen 21 en 22 gevormd worden door de belastingsschakeling van eenzelfde doch complementair uitgevoerde schakeling waarvan de ruststroombronnen op hun beurt door de belastingsschakeling van de eerstgenoemde schakeling gevormd worden.
25 Van de complementaire helft corresponderen de elementen 7, 8, 9, 10, 11, 12 en de punten $+V_{DD}$, 23, 24, 15, 17 en 18 met de elementen 1, 2, 3, 4, 5 respectievelijk 6 en de punten $-V_{SS}$ 13, 14, 15, 17 respectievelijk 18 waarbij de afvoerelektrodeketens van de transistoren 9 en 10 de rust-
30 stroombronnen voor de belastingsschakeling met transistoren 1, 2, 3 en 4 vormen en de afvoerelektrodeketens van de transistoren 3 en 4 de ruststroombronnen voor de belastingsschakeling met transistoren 7, 8, 9 en 10 vormen. Beide helften werken geheel overeenkomstig de schakeling
35 volgens figuur 1 doch op complementaire wijze. Een verschilspanning tussen ingangen 17 en 18 leidt tot een uitgangssignaalstroom aan uitgang 15. De ene helft van de schake-

ling funktioneert voor een common-mode spanning op de ingangen 17 en 18 tot voorbij de negatieve voedingsspanning $-V_{SS}$ en de andere helft voor een common-mode spanning op ingangen 17 en 18 tot voorbij de positieve voedingsspanning $+V_{DD}$.

Ter instelling van de ruststromen is een weerstand 27 tussen de afvoerketens van de transistoren 3 en 9 opgenomen waardoor een stroom vloeit gelijk aan $(V_{DD} + V_{SS} - 2V_{gs})/R$ met $2V_{gs}$ de som van de stuur-bronelektrodespanning van de transistoren 1 en 7 en R de weerstandswaarde van weerstand 27. In plaats van een weerstand 27 kan, zoals in figuur 4 gestippeld is weergegeven, ook een stroombron toegepast worden.

Op soortgelijke wijze als de schakeling van figuur 4 opgebouwd is uit twee onderling complementaire versies van de schakeling volgens figuur 1 kunnen ook de schakelingen volgens figuren 2 en 3 samen met het complement ervan opgebouwd worden. Figuur 5 toont ter illustratie de belastingsschakeling volgens Figuur 3 samengesteld met het complement daarvan waarbij de transistoren 7, 8, 9 respectievelijk 10 corresponderen met en complementair zijn met de transistoren 1, 2, 3 respectievelijk 4. De ingangsverschiltrap met transistoren 5, 6, 11 en 12 (figuur 4) is eenvoudigheidshalve niet weergegeven. De common-mode versterker 19 stuurt op de stuu-elektroden van transistoren 7, 8, 9 en 10. De belastingsschakeling met transistoren 1, 2, 3 en 4 met als ruststroombronnen de transistorcombinaties 7,9 en 8,10 komt overeen met de belastingsschakeling volgens figuur 3 terwijl de situatie gezien vanuit de belastingsschakeling met transistoren 7, 8, 9 en 10 met als ruststroombronnen de transistorcombinaties 1,3 en 2,4 komt overeen met de complementaire uitvoering van de belastingsschakeling volgens figuur 2.

Figuur 6 toont ter illustratie een uitvoeringsvoorbeeld van een common-mode versterker 19 die in de schakelingen volgens figuren 3 en 5 en op complementaire wijze in de schakeling volgens figuur 2 toegepast kan

worden. Deze omvat twee parallel geschakelde n-kanaal-
transistoren 28 en 29 waarvan de stuur elektroden de span-
ning op uitgangen 15 en 16 ontvangen. De stroom I_2 die
in de gemeenschappelijke afvoerelektrodeketen van transis-
5 toren 28 en 29 vloeit is dus een maat voor de common-mode
spanning op uitgangen 15 en 16. Als interne referentie-
spanning fungeert hierbij de stuur-bronelektrodespanning
van de transistoren 28 en 29. De stroom I_2 wordt over een
p-kanaalstransistor 34 met doorverbonden stuur- en afvoer-
10 elektrode omgezet in een spanning die op punt 35, wat met
de stuur elektroden van de transistoren 7 en 8 verbonden
wordt, verschijnt. Transistor 34 werkt in combinatie met
de transistoren 7 en 8 in de schakelingen volgens figuren
3 en 5 als stroomspiegel.

15

20

25

30

35

CONCLUSIES:

1. Differentiële belastingsschakeling uitgevoerd met veldeffekttransistoren, van het verrijkingstype met een eerste en een tweede ingangsaansluitpunt en een ge-
5 meenschappelijk aansluitpunt, een eerste en een tweede veldeffekttransistor van een eerste geleidingstype waarvan de bronelektroden met het gemeenschappelijke aansluitpunt verbonden zijn, de stuuerelektroden met elkaar verbonden zijn en de afvoerelektroden met respectievelijk het eerste
10 en tweede ingangsaansluitpunt, met het kenmerk, dat de schakeling verder omvat een derde en een vierde veldeffekttransistor met onderling verbonden stuuerelektroden, een eerste en een tweede stroombronschakeling voor het toevoeren van ruststromen aan de derde en vierde transistor, waarbij de afvoerelektrode van de derde respectievelijk
15 de vierde transistor met de eerste respectievelijk de tweede stroombron is verbonden, de bronelektrode van de derde en vierde transistor met de afvoerelektrode van de eerste respectievelijk de tweede transistor is verbonden
20 en de stuuerelektroden met de stuuerelektroden van de eerste en tweede transistor zijn verbonden, althans een eerste uitgangsaansluitpunt verbonden met de afvoerelektrode van de vierde transistor en instelmiddelen voor het instellen van de potentiaal op de stuuerelektroden van de eerste,
25 tweede, derde en vierde transistor zodanig, dat de derde en vierde transistor de door de stroombronnen geleverde ruststromen voeren.
2. Differentiële belastingsschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk dat genoemde instelmiddelen een
30 meekoppeling tussen de afvoerelektrode en de stuuerelektrode van de derde transistor omvatten.
3. Differentiële belastingsschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de stuuerelektroden van de eerste, tweede, derde en vierde transistor met een span-
35 ningsreferentiebron zijn verbonden en de genoemde instelmiddelen een meekoppelversterker voor het opnemen van het gemeenschappelijke spanningsniveau (Eng. "Common-Mode Level")

aan de afvoerelektroden van de derde en vierde transistor en het sturen van de eerste en tweede stroombron zodanig dat deze stroombronnen qua gemeenschappelijk stroomniveau het gemeenschappelijk stroomniveau in de afvoerketens van de derde en vierde transistor volgen, omvatten.

5 4. Differentiële belastingsschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de instelmiddelen een meekoppolversterker voor het opnemen van het gemeenschappelijke spanningsniveau aan de afvoerelektroden van de derde en de vierde transistor en het sturen van de gemeenschappelijke stuurlektroden van de eerste, tweede, derde en vierde transistor zodanig, dat de derde en vierde transistor qua gemeenschappelijk afvoerelektrodestroomniveau het gemeenschappelijk stroomniveau van de eerste en tweede stroombron volgen, omvat.

15 5. Differentiële belastingsschakeling volgens een der voorgaande conclusies die aangestuurd wordt op de beide ingangen door een eerste verschilversterker omvattende een vijfde en een zesde transistor van een tweede, aan het eerste geleidingstype tegengestelde geleidingstype, welke vijfde en zesde transistor als verschilpaar zijn geschakeld waarbij hun stuurlektroden een ingang vormen, de afvoerelektrode van de vijfde transistor met de afvoerelektrode van de eerste transistor is verbonden en de afvoerelektrode van de zesde transistor met de afvoerelektrode van de tweede transistor is verbonden, met het kenmerk, dat de eerste respectievelijk de tweede stroombron door de serieschakeling van de kanalen van een zevende en negende respectievelijk achtste en tiende veld-effecttransistor van het tweede geleidingstype worden gevormd, waarbij de bronelektrode van de zevende en achtste transistor met een tweede gemeenschappelijke punt zijn verbonden en de stuurlektroden onderling en met de stuurlektroden van de negende en tiende transistor zijn verbonden, en waarbij de afvoerelektrode van de negende respectievelijk tiende transistor met de afvoerelektroden van de derde respectievelijk vierde transistor is verbonden

en de bronelektrode van de negende respectievelijk tiende transistor met de afvoerelektrode van een elfde respectievelijk twaalfde veldeffekttransistor van het eerste geleidingstype, waarvan de stuuerelektrode met de stuuerelektrode van de vijfde respectievelijk zesde transistor is verbonden en de bronelektroden gemeenschappelijk geschakeld zijn, is verbonden.

6. Differentiële belastingsschakeling volgens conclusie 5, voor zover afhankelijk van conclusie 2, met het kenmerk, dat de stuuerelektroden van de zevende, achtste, negende en tiende transistor met de afvoerelektrode van de negende transistor in meekoppelende zin zijn verbonden en dat tussen de afvoerelektrode van de derde en negende transistor een stroombepalend element is opgenomen.

7. Differentiële belastingsschakeling volgens conclusie 5, voor zover afhankelijk van conclusie 3, met het kenmerk, dat een uitgang van de meekoppelversterker voert naar de gemeenschappelijke stuuerelektroden van de zevende, achtste, negende en tiende transistor.

8. Differentiële belastingsschakeling volgens conclusie 5, voor zover afhankelijk van conclusie 4, met het kenmerk, dat de afvoerelektroden van de zevende, achtste, negende en tiende transistor met een spanningsreferentiebron zijn verbonden.

9. Differentiële belastingsschakeling volgens een der voorgaande conclusies met het kenmerk, dat de verhouding van de breedte en lengte van de kanalen van de eerste en tweede transistor relatief klein is ten opzichte van de verhouding van de breedte en lengte van de kanalen van de derde en vierde transistor.

10. Differentiële belastingsschakeling volgens één der conclusies 5, 6, 7 of 8, met het kenmerk, dat de verhouding van de breedte en de lengte van de kanalen van de eerste, tweede, zevende en achtste transistor relatief klein is ten opzichte van de verhouding van de breedte en lengte van de kanalen van de derde, vierde, negende en tiende transistor.

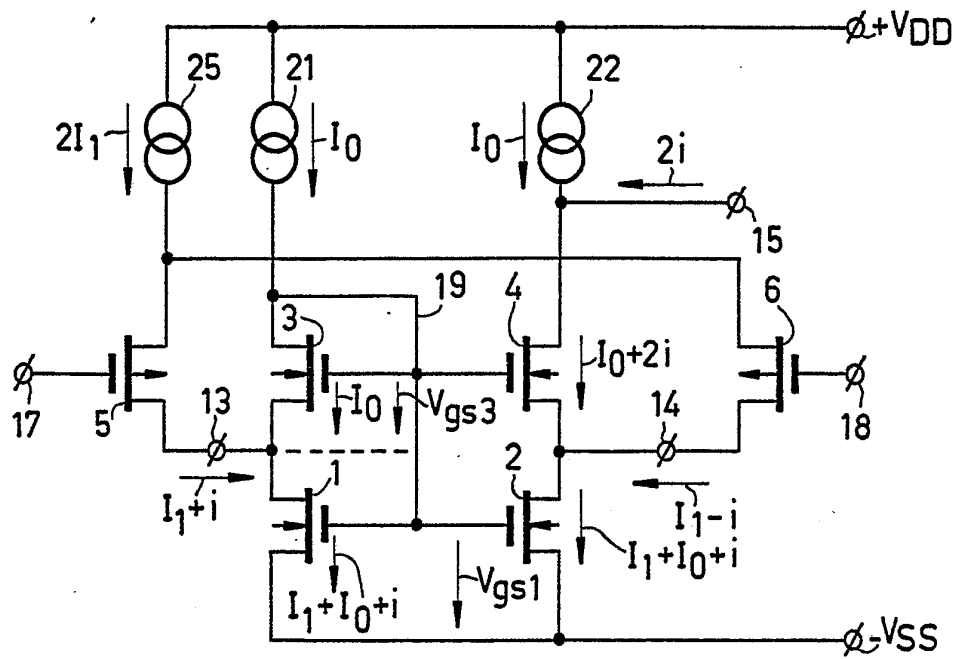


FIG.1

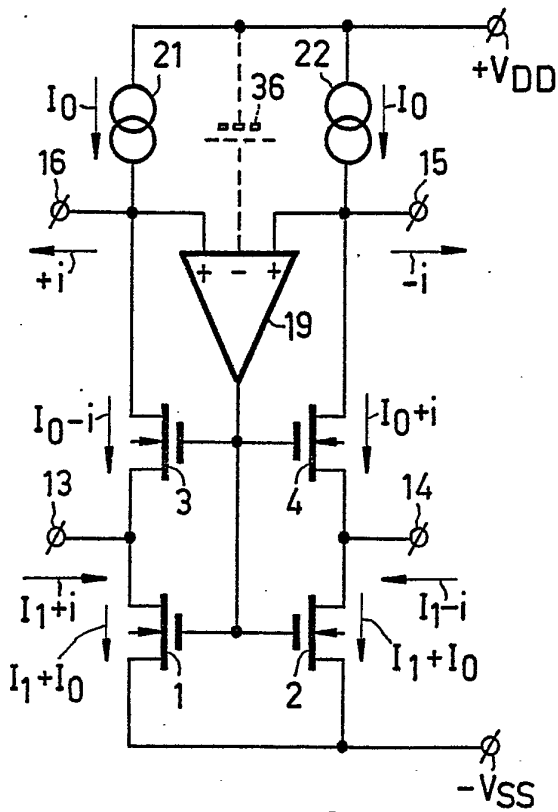


FIG.2

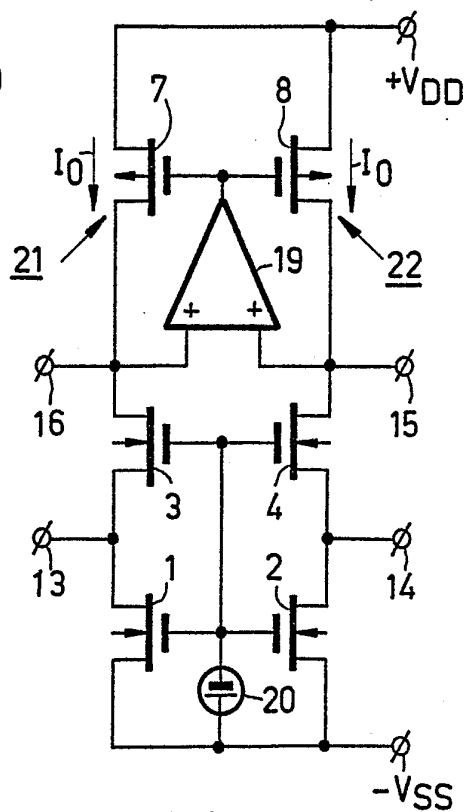


FIG. 3

2/2

