



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8002904**

Nederland

⑲ NL

---

- ⑤4 **Signaalverwerkende schakeling met intrinsieke temperatuurgevoeligheid.**
- ⑤1 Int.Cl<sup>3</sup>: H03F3/343, G06G7/12.
- ⑦1 Aanvrager: Analog Devices, Inc. te Norwood, Massachusetts, Ver.St.v.Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.  
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU  
Joh. de Wittlaan 15  
2517 JR 's-Gravenhage.

- 
- ②1 Aanvraag Nr. 8002904.
- ②2 Ingediend 20 mei 1980.
- ③2 Voorrang vanaf 21 mei 1979.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 40594 .
- ②3 - -
- ⑥1 - -
- ⑥2 - -

- 
- ④3 Ter inzage gelegd 25 november 1980.

De aan dit blad gehechte afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en) bevat afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijk ingediende stukken; deze laatste kunnen bij de Octrooiraad op verzoek worden ingezien.

---

Signaalverwerkende schakeling met intrinsieke temperatuur-  
ongevoeligheid.

De uitvinding heeft betrekking op lineaire analoge  
schakelingen die gebruikt kunnen worden voor toepassingen  
zoals spanning/stroom-omvormers, differentieële koppelings-  
trappen, breedbandige begrenzingsschakelingen, gelijkrich-  
5 ters en dergelijke. Meer in het bijzonder heeft de uitvinding  
betrekking op analoge schakelingen die in principe voorzien  
zijn van vier transistorjuncties met kruislings aangebrachte  
collector-basis-verbindingen tussen twee van de transis-  
toren. Dergelijke circuits staan ook wel bekend als "cross-  
10 quad"-circuits.

De in het volgende te beschrijven circuits zijn van het  
type waarin gebruik wordt gemaakt van de lineaire relatie  
tussen de transconductantie van een bipolaire transistor  
en de collectorstroom (hetgeen aanleiding heeft gegeven  
15 tot de benaming "translineaire" circuits). Op equivalente  
wijze kan ook gezegd worden dat deze schakelingen gebaseerd  
zijn op de lineaire relatie tussen de basis-emitter-spanning  
en de logaritme van de collectorstroom. Deze lineaire rela-  
tie geldt over een aantal grootte-orde voor de meeste  
20 huidige, voor kleine signalen bestemde transistoren en vormt  
de basis voor een aantal "niet lineaire" analoge inrich-  
tingen zoals vermenigvuldigers, delers, begrenzers, ver-  
sterkers waarvan de uitgangsspanning evenredig is met de  
wortel uit de ingangsspanning, enzovoort. De zogenoemde  
25 translineaire schakelingen zijn niet beperkt tot gebruik in  
niet lineaire toepassingen en kunnen bijvoorbeeld worden  
toegepast als middel voor het bereiken van een zeer breed-  
bandige lineaire versterking. Een van de belangrijke ver-  
diensten van translineaire schakelingen is het verschaffen  
30 van een temperatuur onafhankelijk gedrag.

Translineaire schakelingen werken geheel in een stroom-  
domein (met uitzondering van de koppelschakeling naar de  
in de spanningsmodus werkende apparatuur), en zijn dus dui-  
delijk onderscheiden van schakelingen waarvan de functie ge-  
35 relateerd is aan de translatie tussen  $V_{BE}$  en de collector-  
stroom waarvoor temperatuurcompensatie nodig is. Dergelijke  
spanningen, als ze optreden in een translineaire schakeling

800 2904

als gevolg van signalen, zijn erg klein (in het algemeen enkele tienden millivolt) en slechts van incidenteel belang voor de werking van de schakeling. Analytische procedures kunnen worden toegepast om dergelijke spanningen geheel  
 5 buiten werking te stellen. De resulterende functies zijn fundamenteel exacte algebraïsche uitdrukkingen waarin de basisparameters van de inrichting niet expliciet optreden en welke ongevoelig zijn voor isothermische temperatuurvariaties over een breed gebied.

10 Een belangrijk kenmerk van een translineaire schakeling is, dat de schakeling gebruik maakt van een even aantal in voorwaartse richting voorgespannen PN-juncties aangebracht in een lus waarin de netto som van de spanningen gelijk is aan nul, dat wil zeggen dat er evenveel juncties van de ene  
 15 polariteit als van de andere polariteit zijn aangesloten. Veel schakelingen hebben slechts een enkele lus, maar er kunnen ook overlappende lussen aanwezig zijn. De PN-juncties behoeven niet te bestaan uit de emitter-basis-junctie van een bipolaire transistor; in theorie kunnen ook inrichtingen  
 20 met twee aansluitingen worden gebruikt alshoewel de nauwkeurigheid daarvan in de praktijk onvoldoende kan zijn.

De uitvinding heeft nu ten doel een verbeterde analoge schakeling uit de translineaire klasse te verschaffen. De uitvinding heeft meer in het bijzonder ten doel verbeterde  
 25 middelen te verschaffen voor het realiseren van de koppeling tussen in de spanningsmodus werkende inrichtingen en een translineaire schakeling, in het bijzonder bestemd voor de conversie van onsymmetrisch bedrijf naar bedrijf in een differentiele modus. Verder heeft de uitvinding ten doel  
 30 een differentiele emittervolger met zeer lage uitgangsimpedantie te verschaffen. Ook heeft de uitvinding ten doel een verbeterde schakeling te verschaffen voor het uitvoeren van een kwadraterfunctie. Andere doelstellingen, kenmerken en voordelen van de uitvinding zullen duidelijk  
 35 worden aan de hand van de volgende beschrijving van in de figuren weergegeven uitvoeringsvoorbeelden van de uitvinding.

Figuur 1 toont een "cross-quad" translineaire schakeling voorzien van een virtueel geaard stroom sommerend  
 40 ingangsknooppunt.

800 2904

Figuur 2 toont de schakeling uit figuur 1 gekoppeld met een niveau verschuivende emittervolgerschakeling voor het aandrijven van differentiele belasting op aardniveau.

Figuur 3 toont een "cross-quad" schakeling welke een  
5 tweede schakeling van hetzelfde type aandrijft.

Figuur 4 toont een "cross-quad"-schakeling gekoppeld met verdere schakelingen voor het verschaffen van een breedbandige kwadrateerschakeling.

Figuur 5 toont een "cross-quad"-schakeling met een  
10 enkelvoudige ingangsspanning en een uitgangskarakteristiek met een scherp breekpunt.

Figuur 6 illustreert in een grafiek de ingangs/uitgangskarakteristiek van de schakeling uit figuur 5.

In figuur 1 is een "cross-quad" schakeling 10 ge-  
15 illustreerd voorzien van een eerste paar aan elkaar aangepaste transistoren  $Q_1$  en  $Q_2$  waarvan de collectoren zijn verbonden met de bases zodat diode juncties met twee aansluitingen worden gevormd. De term "aan elkaar aangepast" betekent in dit verband dat de transistoren dezelfde emittergebieden en dezelfde junctiekarakteristieken bezitten  
20 met inbegrip van dezelfde verzadigingsstroom; bij voorkeur zijn de transistoren gevormd op dezelfde chip in een geïntegreerde schakeling samen met de andere transistoren die in het onderstaande nog worden beschreven en zodanig gepositioneerd dat ze isothermische eigenschappen bezitten. De  
25 collector/basis-aansluitingen van de twee transistoren zijn met elkaar verbonden en worden gevoed met stroom van een constante stroombron 12 welke een stroom levert die aangeduid is met  $2I$ , welke wordt verdeeld over de twee transistorjuncties.  
30

De emitters van de transistoren  $Q_1$  en  $Q_2$  zijn respectievelijk verbonden met de collectoren van een tweede paar van aan elkaar aangepaste transistoren  $Q_3$  en  $Q_4$ . Deze collectoren zijn kruislings gekoppeld met de bases van de tegen-  
35 over gelegen transistor, dat wil zeggen de collector van de transistor  $Q_3$  is verbonden met de basis van  $Q_4$  en omgekeerd. De emitter van  $Q_4$  wordt op een vaste referentiepotentiaal gehouden, in de figuur aangeduid als het aardniveau.

40 De schakeling uit figuur 1 houdt de emitteraansluiting

van transistor  $Q_3$  effectief op dezelfde potentiaal als de emitter van transistor  $Q_4$ . Dat kan het best worden begrepen door het optellen van de  $V_{BE}$ -spanningen van de vier transistoren te beginnen bij de emitter van  $Q_4$ , doorlopend van de basis van  $Q_4$  naar de emitter van  $Q_1$ , via  $Q_1$  naar  $Q_2$  en terug naar de  $V_{BE}$  van  $Q_3$ . Omdat  $Q_1$  en  $Q_2$  aan elkaar zijn aangepast en ook  $Q_3$  en  $Q_4$  aan elkaar zijn aangepast geldt dat  $V_{BE4} + V_{BE1} = V_{BE3} + V_{BE2}$ . Als gevolg daarvan moet de emitter van  $Q_3$  dezelfde potentiaal hebben als de emitter van  $Q_4$ , dat wil zeggen de aardpotentiaal in het geïllustreerde uitvoeringsvoorbeeld.

De emitter van  $Q_3$  is verbonden met een constante stroombron die in zijn algemeenheid aangeduid is met 14, en in figuur 1 symbolisch geïllustreerd is in de vorm van een weerstand  $R_1$  waarvan het andere uiteinde gekoppeld is met een voorinstelspanning  $-V$  teneinde een stroom  $I$  door de weerstand te laten lopen. Een ingangsschakeling 16 is eveneens gekoppeld met de emitter van  $Q_3$  en bestaat uit een ingangsweerstand  $R_2$  gestuurd door een ingangssignaalspanningsbron 18 zodanig dat een ingangsstroom  $i$  wordt opgewekt. De emitteraansluiting van  $Q_3$  vormt dus een stroom-sommerend ingangsknooppunt 20 dat op een virtueel aardniveau wordt gehouden.

Als de ingangsstroom  $i$  in het knooppunt 20 binnenkomt en als aangenomen wordt dat de  $\beta$ -factoren oneindig zijn dan zal de emitterstroom van  $Q_3$  afnemen van het rustniveau  $I$  naar de waarde  $(I-i)$ . Deze zelfde stroom  $(I-i)$  zal door  $Q_1$  lopen. Omdat de stroom van de bron 12 de vaste waarde  $2I$  heeft zal de resterende stroom  $(I+i)$  door  $Q_2$  en  $Q_4$  lopen. De schakeling uit figuur 1 vormt dus de onsymmetrische ingangsstroom om in een paar complementaire stromen door  $Q_1$  en  $Q_2$ . Hieruit resulteert de belangrijke bruikbaarheid van de schakeling in een groot aantal toepassingen.

In de praktijk is het niet mogelijk om in de schakeling uit figuur 1 de emitter van  $Q_3$  exact op het aardniveau te houden als gevolg van kleine misaanpassingen in de emittergebieden. Het is echter in de praktijk mogelijk om de emitter potentiaal binnen ongeveer  $\pm 0,2$  mV van het aardniveau te handhaven. De schakeling levert dus een stroom sommerend aardknooppunt 20 met een zeer lage "offset", en dit resul-

taat wordt bereikt zonder gebruik, te maken van een complex schakeling. Van speciale waarde is de korte hoogfrequente weg, die samen met de afwezigheid van laterale PNP transistoren verzekerd dat het sommerknooppunt functioneert met een zeer grote bandbreedte, dat wil zeggen de inductieve component van de ingangsimpedantie is erg laag.

Bovendien vertegenwoordigt het ingangsknooppunt een zeer kleine totale ingangsimpedantie. Als de  $\beta$ -factor oneindig zou zijn dan zou deze impedantie theoretisch nul kunnen zijn. Voor een eindige  $\beta$ -factor kan aangetoond worden dat de ingangsimpedantie gelijk zal zijn aan  $4kT/qI$ . Met een praktische  $\beta$ -factor van 200 en een voorinstelstroom  $I = 1\text{mA}$  zal de ingangsimpedantie ongeveer 0,5 Ohm zijn. In sommige gevallen zal deze impedantie met een kleine waarde toenemen vanwege het gebruik voor topologische of stabiliteits redenen van basisweerstand voor  $Q_3$  en  $Q_4$  (die in de figuur niet zijn weergegeven); en in een kenmerkend geval kan deze toename gelijk zijn aan 0,5 Ohm. In een erg eenvoudige met vier transistoren opgebouwde schakeling kan dus aan het sommerknooppunt een ingangswaerstand worden bereikt van ongeveer 1,0 Ohm, hetgeen laag genoeg is voor het bereiken van een goede nauwkeurigheid in de meeste toepassingen waar het gaat om omvorming van spanning naar stroom. Verder zal deze impedantie laag blijven bij relatief hoge frequenties.

Figuur 2 toont een configuratie waarin de uitgangssignalen van de emitters van  $Q_1$  en  $Q_2$  van de schakeling soortgelijk aan die van figuur 1 zijn gekoppeld met een emittervolgerschakeling die in zijn algemeenheid aangeduid is met 28. In dit geval gaat het bij de emittervolgerschakeling om een dubbele emittervolger welke een gewenste mate van niveauverschuiving teweeg brengt. De uitgangsbelastingen  $R_L$  kunnen derhalve op aardniveau worden bedreven. Een kenmerk van een dergelijke schakeling is echter dat de basisstromen in  $Q_9$  en  $Q_{10}$  enige niet lineairiteit introduceren in de relatie tussen de ingang en de uitgang. Een dergelijke niet lineairiteit kan worden geminimaliseerd door hoge stromen toe te passen in de emittervolgers maar dit kan weer leiden tot andere moeilijkheden.

Figuur 3 toont een schakeling voor het vermijden van

8002904

de niet lineairiteitseffecten die optreden in de configuratie geïllustreerd in figuur 2. De schakeling uit figuur 3 combineert de "cross-quad"-schakeling 10 met een "cross-quad" differentiele emittervolger die in zijn algemeenheid aangeduid is met 30. Deze combinatie doet dienst voor het overdragen van de differentiele spanning  $V$  van de spanning/stroom-omvormer 10 naar een paar uitgangslijnen 32 van de differentiele emittervolger.  $Q_{11}$  en  $Q_{12}$  zijn aan elkaar aangepast evenals  $Q_{13}$  en  $Q_{14}$  zodat dezelfde  $V_{BE}$ -opheffing wordt bereikt als in de schakeling uit figuur 1. De emitters van  $Q_{13}$  en  $Q_{14}$  zijn aangesloten op constante stroombronnen  $I_{e1}$  en  $I_{e2}$  welke eveneens de respectievelijke stromen door het bovenste paar  $Q_{11}$  en  $Q_{12}$  vastleggen. Deze schakeling introduceert een zeer kleine fout bij aanwezigheid van basisstromen in het uitgangspaar, geïllustreerd met 34, zelfs als de emitterstromen  $I_e$  klein zijn. Er kan een nagenoeg perfecte lineairiteit worden bereikt. Ook hier kunnen vanwege topologische en/of stabiliteitsredenen basisweerstand voor  $Q_{13}$  en  $Q_{14}$  nodig zijn.

Een bijzonder waardevolle eigenschap van deze differentiele emittervolgerschakeling is zijn lage uitgangsimpedantie. De schakeling gedraagt zich voor het uitgangspaar 34 als een stuurtrap met een nul-uitgangsweerstand. Dit is erg belangrijk voor toepassingen waarin het gaat om een hoge nauwkeurigheid. De schakeling verschaft bovendien een niveauverschuiving over  $2V_{BE}$  zonder dat vervorming wordt geïntroduceerd bij lage stroomniveau's zoals het geval was bij de schakeling uit figuur 2.

Figuur 4 toont een "cross-quad" schakeling 10 van het type dat beschreven is in verband met figuur 1 maar nu met een gemeenschappelijke basisleiding van  $Q_1$  en  $Q_2$  voor het besturen van een tweede schakeling die in zijn algemeenheid aangeduid is met 40 en die samen met de "cross-quad" 10 wordt gebruikt voor het uitvoeren van een mathematische functie, in dit geval de kwadraterfunctie. Deze schakeling is voorzien van een transistor  $Q_{15}$  welke een stroom  $I$  levert aan een constante stroombron 42 welke verbonden is met zijn emitter. Deze emitter is eveneens gekoppeld met de basis van een verdere transistor  $Q_{16}$  waarvan de emitter geaard is en die stroom krijgt toegevoerd uit een andere con-

stante stroombron 44 welke een stroom  $I$  levert. Een uitgangsstroom  $i_0$  verloopt vanaf de collector van  $Q_{16}$  door de belasting  $Z_L$ .

De functie van de schakeling uit figuur 4 kan het best worden geanalyseerd door gebruik te maken van het volgende principe dat, zoals aangetoond kan worden, toegepast kan worden op translineaire schakelingen: in een gesloten lus waarin een evenaantal perfect logaritmische functies aangebracht is in spanning opheffende paren zijnde junctiestromen zodanig dat het produkt van alle stromen in de juncties gekoppeld in de ene richting exact evenredig is aan het produkt van alle stromen in de juncties gekoppeld in de tegengestelde richting, waarbij de evenredigheidsconstante gelijk is aan de verhouding tussen het produkt van de gebieden in de eerste groep van juncties en het produkt van de gebieden in de laatste groep. Deze relatie geldt ongeacht de temperatuur, de emissiecoëfficiënt,  $(m)$  en de junctieverzadigingsstroom, vooropgesteld dat alle juncties deze factoren gemeenschappelijk hebben.

Verwijzend naar figuur 4 en in het bijzonder wijzend op de lus die begint bij de geaarde emitter van  $Q_{16}$ , verloopt via  $Q_{15}$  en  $Q_1$  terug naar aarde via  $Q_4$ , zal het duidelijk zijn dat de som van de spanningen  $V_{BE}$  in deze lus gelijk is aan nul. Daarom kan bij toepassing van de in het bovenstaande gedefinieerde relatie op deze gesloten lus de volgende vergelijking worden genoteerd voor de produkten van de stromen door de respectievelijke juncties (waarbij de transistor corresponderend bij elke junctiestroom direct onder deze stroom is aangegeven):

$$(I - i_0) \times (I) = (I - i) \times (I + i)$$

$Q_{16} \qquad Q_{15} \qquad Q_1 \qquad Q_4$

hieruit volgt:  $I^2 - i_0 I = I^2 - i^2$

dus:  $i_0 = i^2 / I$

De zeer eenvoudige schakeling uit figuur 4 is dus in staat om op nauwkeurige wijze de mathematische kwadrateerfunctie uit te voeren. Een belangrijke verdienste van deze schakeling berust op het feit dat ze simultaan een spanning/

stroom-omvorming als een signaal kwadratering bij brede bandbreedte kan uitvoeren welke functies beiden normaal moeilijk uitgevoerd kunnen worden. Het zal duidelijk zijn dat er verschillende voorinstelstromen kunnen worden gebruikt  
 5 voor het wijzigen van de schaalfactor en/of de verschuiving (offset) aan de uitgang op de gewenste wijze.

Figuur 5 toont een verdere toepassing van een schakeling van het "cross-quad" type en wel voor het verschaffen van een eenvoudige actieve gelijkrichter. De emitters van  
 10  $Q_3$  en  $Q_4$  zijn met elkaar gekoppeld via een weerstand R. De basis van  $Q_2$  is geaard en de niet symetrische spanning  $E_{in}$  wordt aangeboden aan de basis van  $Q_1$ . Het uitgangssignaal wordt in dit geval gevormd door de collectorstroom van  $Q_2$ .  
 Figuur 6 toont in een grafiek de relatie tussen de ingangsspanning en de uitgangsstroom en toont in het bijzonder het  
 15 scherpe breekpunt dat kan worden bereikt wanneer de ingangsspanning gelijk wordt aan  $IR$ . De schakeling kan worden uitgebreid voor dubbelzijdige werking eenvoudig door de schakeling te herhalen waarbij de ingangsfase wordt omgedraaid.  
 20 draaid.

Alhoewel in het bovenstaande diverse voorkeursuitvoeringsvormen van de uitvinding in detail zijn besproken zal het duidelijk zijn dat de uitvinding daarmee alleen wordt geïllustreerd zonder dat het kader van de uitvinding wordt  
 25 beperkt omdat het tevens duidelijk zal zijn dat als aanpassing aan verschillende toepassingen allerlei wijzigingen kunnen worden uitgevoerd in de beschreven uitvoeringsvormen door een deskundige zonder buiten het kader van de uitvinding te treden.

C O N C L U S I E S .

1. Signaalverwerkingsinrichting met een translineaire schakeling, g e k e n m e r k t d o o r: eerste en tweede aan elkaar aangepaste PN-juncties met ingangs- en uitgangsaansluitingen; eerste stroom leverende middelen voor het leveren van stroom aan de genoemde junctie ingangsaansluitingen; eerste en tweede aan elkaar aangepaste transistoren, waarbij de uitgangsaansluiting van de eerste junctie gekoppeld is met de collector van de eerste transistor voor het daaraan leveren van de stroom door de eerste junctie en de uitgangsaansluiting van de tweede junctie gekoppeld is met de collector van de tweede transistor voor het daaraan leveren van de stroom door de tweede junctie; middelen voor het koppelen van de collector van de eerste transistor met de basis van de tweede transistor; middelen voor het koppelen van de collector van de tweede transistor met de basis van de eerste transistor; middelen voor het handhaven van de emitter van de genoemde tweede transistor op een referentiepotentiaal; een ingangsschakeling voorzien van middelen voor het leveren van een ingangsstroom corresponderend met een ingangssignaal aan de emitter van de eerste transistor; en tweede stroom leverende middelen gekoppeld met de genoemde emitter van de eerste transistor zodanig dat de netto emitterstroom wordt gevormd door de ruststroom van de transistor vermeerderd (of vermindert) met de ingangsstroom van de genoemde ingangsschakeling.

2. Inrichting volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat de junctie ingangsaansluitingen met elkaar zijn verbonden zodat de stroom van de eerste stroom leverende middelen wordt verdeeld over de genoemde juncties.

3. Inrichting volgens conclusie 2, m e t h e t k e n m e r k, dat de eerste stroom leverende middelen een constante stroom leveren waarvan de waarde gelijk is aan  $2I$  en de genoemde tweede stroom leverende middelen voorzien zijn van een constante stroombron welke de ruststroom door de eerste transistor levert waarvan de waarde gelijk is aan  $I$ , waarbij de ruststromen door de eerste en tweede transistoren gelijk zijn.

4. Inrichting volgens conclusie 2, m e t h e t

k e n m e r k, dat de juncties zijn gevormd als derde en vierde transistoren waarvan de collectoren en bases met elkaar zijn verbonden.

5. Een signaalverwerkende inrichting voorzien van  
 5 een differentiele emittervolgenschakeling, g e k e n -  
 m e r k t d o o r eerste en tweede aan elkaar aangepaste  
 transistoren waarvan de collectoren zijn aangesloten op  
 voedingsspanningen; derde en vierde aan elkaar aangepaste  
 transistoren waarbij de emitter van de eerste transistor  
 10 gekoppeld is met de collector van de derde transistor en  
 de emitter van de tweede transistor gekoppeld is met de  
 collector van de vierde transistor; middelen voor het  
 koppelen van de emitter van de eerste transistor met de  
 basis van de vierde transistor; middelen voor het koppe-  
 15 len van de emitter van de tweede transistor met de basis  
 van de derde transistor; uitgangsmiddelen gekoppeld met de  
 emitters van de derde en vierde transistoren voor het op-  
 wekken van een uitgangsspanning corresponderend met het  
 potentiaal verschil tussen de genoemde emitters; ingangs-  
 20 middelen voor het differentieel koppelen van een ingangs-  
 spanning tussen de bases van de eerste en tweede transis-  
 toren; en eerste en tweede constante stroombronnen aange-  
 sloten op de emitters van de derde en vierde transistoren  
 en bestemd voor het handhaven van constante stromen door  
 25 de emitters van de genoemde derde en vierde transistoren  
 en door de emitters van de eerste en tweede transistoren.

6. Inrichting volgens conclusie 5, m e t h e t  
 k e n m e r k, dat de uitgangsmiddelen de uitgangsspanning  
 aanleggen aan de bases van een differentiaal paar transis-  
 30 toren.

7. Signaalverwerkingsinrichting voorzien van een  
 translineaire schakeling, g e k e n m e r k t d o o r:

(A) een eerste zogenaamde "cross-quad" schakeling  
 voorzien van eerste en tweede aan elkaar aangepaste PN-  
 35 juncties met ingangs- en uitgangsaansluitingen; eerste  
 stroom leverende middelen voor het leveren van stroom aan  
 de genoemde junctie ingangsaansluitingen; eerste en tweede  
 aan elkaar aangepaste transistoren waarbij de uitgangsaan-  
 sluiting van de eerste junctie gekoppeld is met de collec-  
 40 tor van de eerste transistor voor het daaraan toevoeren

van de stroom door de eerste junctie en de uitgangsaan-  
sluiting van de tweede junctie gekoppeld is met de col-  
lector van de genoemde tweede transistor voor het daaraan  
toevoeren van de stroom door de tweede junctie; middelen  
5 voor het koppelen van de collector van de eerste transis-  
tor met de basis van de tweede transistor; middelen voor  
het koppelen van de collector van de tweede transistor met  
de basis van de eerste transistor; middelen voor het aan-  
bieden van een ingangssignaal aan deze eerste "cross-quad"-  
10 schakeling en voor het opwekken van een differentieel uit-  
gangssignaal daaruit;

(B) een tweede zogenaamde "cross-quad" schakeling  
voor het realiseren van een differentiele emittervolger en  
voorzien van derde en vierde aan elkaar aangepaste tran-  
15 sistoren waarvan de collectoren zijn gekoppeld met een voe-  
dingsspanning; middelen voor het koppelen van de genoemde  
uitgangsspanning met de bases van deze derde en vierde  
transistoren; vijfde en zesde aan elkaar aangepaste transis-  
toren, waarbij de emitter van de derde transistor gekoppeld  
20 is met de collector van de vijfde transistor en de emitter  
van de vierde transistor gekoppeld is met de collector van  
de zesde transistor; middelen voor het koppelen van de  
emitter van de derde transistor met de basis van de zesde  
transistor; middelen voor het koppelen van de emitter van  
25 de vierde transistor met de basis van de vijfde transistor;  
uitgangsmiddelen gekoppeld met de emitters van de genoemde  
vijfde en zesde transistoren voor het genereren van een  
uitgangsspanning corresponderend met het genoemde uitgangs-  
signaal; en eerste en tweede constante stroombronnen ge-  
30 koppeld met de emitters van de genoemde vijfde en zesde  
transistoren en bestemd voor het handhaven van constante  
stromen door de emitters van de vijfde en zesde transistoren  
en zodoende voor het handhaven van constante stromen door  
de emitters van de derde en vierde transistoren.

35 8. Inrichting volgens conclusie 7, g e k e n m e r k t  
d o o r een ingangsschakeling voorzien van middelen voor  
het leveren van een ingangsstroom corresponderend met een  
ingangssignaal aan de emitter van de eerste transistor en  
tweede stroom leverende middelen gekoppeld met de emitter  
40 van de eerste transistor voor het opwekken van een netto

8002904

emitterstroom door de emitter gelijk aan de ruststroom van de genoemde eerste transistor vermeerderd (of vermindert) met de ingangsstroom door de genoemde ingangsschakeling.

9. Inrichting volgens conclusie 7; g e k e n m e r k t  
5 d o o r een paar uitgangstransistoren, waarbij de uitgangsschakeling verder voorzien is van middelen voor het koppelen van de emitters van de genoemde vijfde en zesde transistoren met de respectievelijke bases van de transistoren in het genoemde uitgangspaar.

10 10. Kwadraterinrichting g e k e n m e r k t d o o r

(A) een zogenaamde "cross-quad" schakeling voorzien van eerste en tweede aan elkaar aangepaste in voorwaartse richting voorgespannen PN-juncties met ingangs- en uitgangsaansluitingen waarvan de ingangsaansluitingen met  
15 elkaar zijn gekoppeld; eerste stroom leverende middelen voor het leveren van stroom aan de genoemde junctie ingangsaansluitingen; eerste en tweede aan elkaar aangepaste transistoren waarbij de uitgangsaansluiting van de eerste junctie gekoppeld is met de collector van de eerste transistor  
20 voor het daaraan leveren van de stroom door de eerste junctie en de uitgangsaansluiting van de tweede junctie gekoppeld is met de collector van de tweede transistor voor het daaraan leveren van de stroom door de tweede junctie; middelen voor het koppelen van de collector van de eerste  
25 transistor met de basis van de tweede transistor en middelen voor het koppelen van de collector van de tweede transistor met de basis van de eerste transistor; middelen voor het aanbieden van een ingangssignaal aan de genoemde "cross-quad" schakeling en voor het opwekken van een correspon-  
30 derend uitgangssignaal aan de ingangsaansluitingen van de juncties; en

(B) een tweede schakeling voorzien van een derde in voorwaartse richting voorgespannen PN-junctie waarvan de ingangsaansluiting gekoppeld is met de ingangsaansluitingen  
35 van de genoemde eerste en tweede juncties; tweede stroom leverende middelen voor het leveren van stroom aan de derde junctie; een vierde in voorwaartse richting voorgespannen PN-junctie waarvan de ingangsaansluiting is gekoppeld met de uitgangsaansluiting van de genoemde derde junctie; derde  
40 stroom leverende middelen voor het leveren van stroom aan

de genoemde vierde junctie en middelen voor het afleiden van een deel van de stroom van de genoemde derde stroom leverende middelen teneinde een uitgangsstroom aan een belastings-element te leveren.

- 5        11. Inrichting volgens conclusie 10, m e t h e t k e n m e r k, dat de uitgangsaansluiting van de vierde junctie op dezelfde potentiaal wordt gehandhaafd als de emitter van de tweede transistor.

- 10       12. Inrichting volgens conclusie 11, g e k e n - m e r k t d o o r een ingangsschakeling voor het leveren van een ingangsstroom aan de emitter van de eerste transistor en vierde stroom leverende middelen gekoppeld met de emitter van de eerste transistor voor het opwekken van een stroom door de emitter die gelijk is aan de ruststroom  
15 van de transistor vermeerderd (of vermindert) met de ingangsstroom.

- 20       13. Inrichting volgens conclusie 12, m e t h e t k e n m e r k, dat alle juncties deel uitmaken van bipolaire transistoren waarbij de collectoren gekoppeld zijn met de corresponderende bases en dienst doen als ingangsaansluiting en de emitters dienst doen als uitgangsaansluiting.

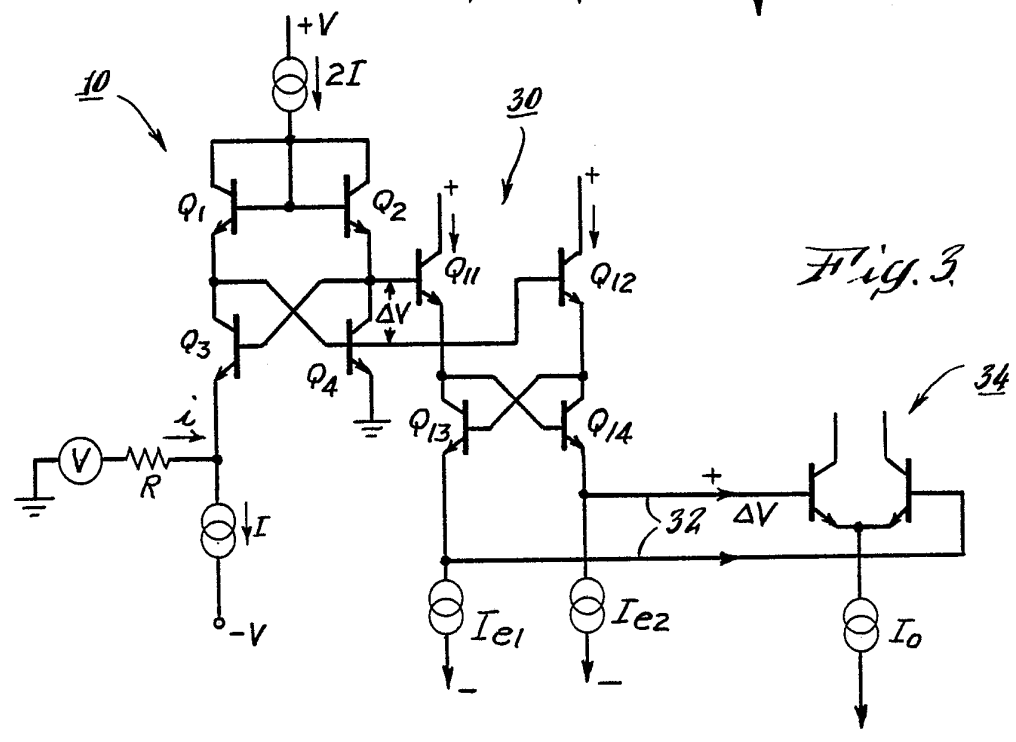
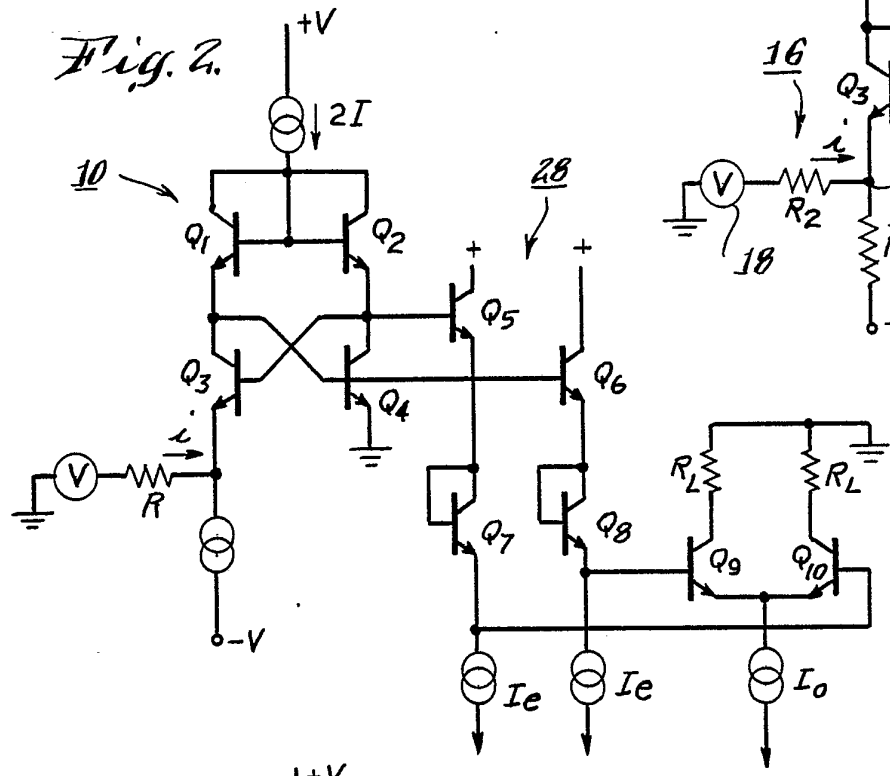
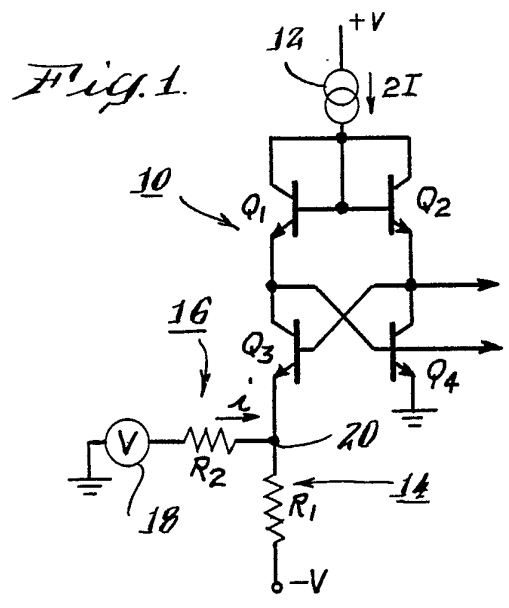
- 25       14. Inrichting volgens conclusie 13, m e t h e t k e n m e r k, dat alle stroom leverende middelen voorzien zijn van constante stroombronnen voor het leveren van stromen in vooraf bepaalde verhoudingen.

- 30       15. Actieve gelijkrichtinrichting, g e k e n m e r k t d o o r eerste en tweede aan elkaar aangepaste transistoren waarvan de collectoren zijn gekoppeld met voedingsspanningen; derde en vierde aan elkaar aangepaste transistoren waarbij  
35 de emitter van de eerste transistor gekoppeld is met de collector van de derde transistor en de emitter van de tweede transistor gekoppeld is met de collector van de vierde transistor; middelen voor het koppelen van de emitter van de eerste transistor met de basis van de vierde transistor; middelen voor het koppelen van de emitter van de tweede transistor met de basis van de derde transistor; ingangsmiddelen voor het differentieel koppelen van de ingangsspanning tussen de bases van de eerste en  
40 tweede transistoren; hun weerstand aangebracht tussen de

emitters van de derde en vierde transistoren; een constante stroombron gekoppeld met de emitter van de genoemde derde transistor en bestemd voor het handhaven van een constante totale stroom door de emitter van de derde  
5 transistor en de weerstand waarbij de collectorstroom van de tweede transistor dienst doet als uitgangssignaal in responsie op de ingangsspanning.

16. Gelijkrichtinrichting volgens conclusie 15, met  
h e t k e n m e r k, dat de basis van de tweede transistor op een vaste referentiepotentiaal wordt gehouden en de  
10 ingangsspanning asymmetrisch wordt toegevoerd aan de basis van de eerste transistor.

\*\*\*\*\*



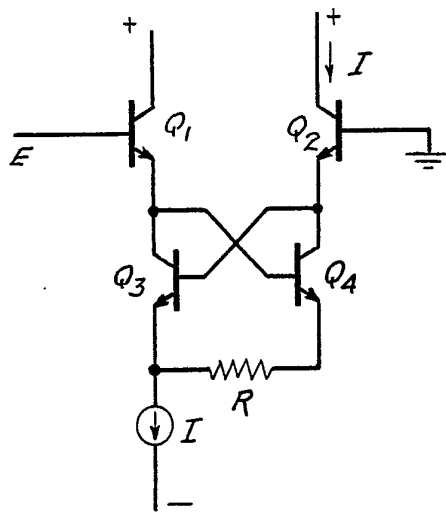


Fig. 5.

Fig. 4.

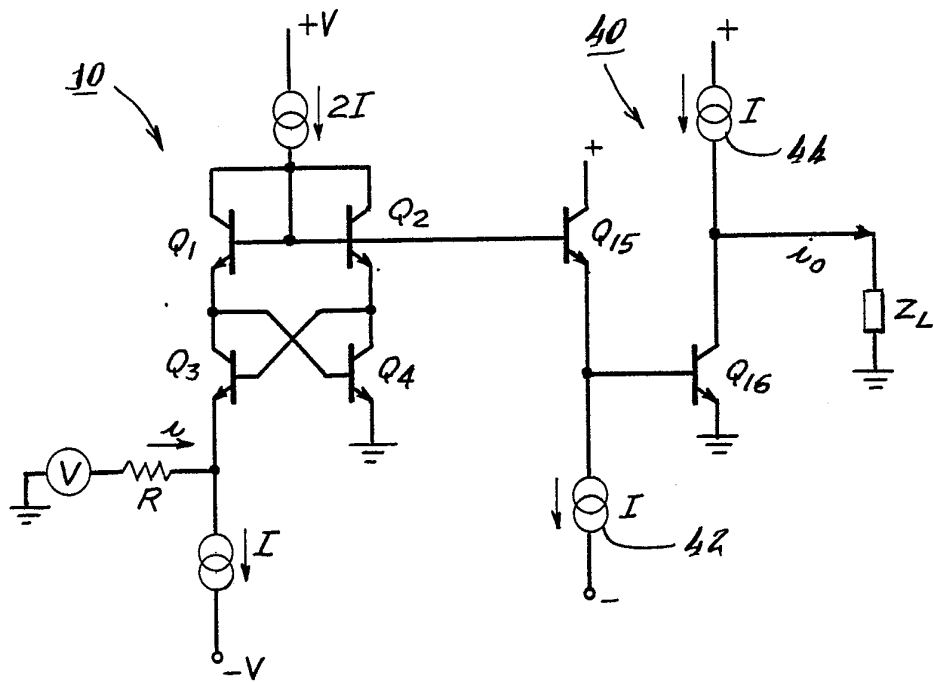
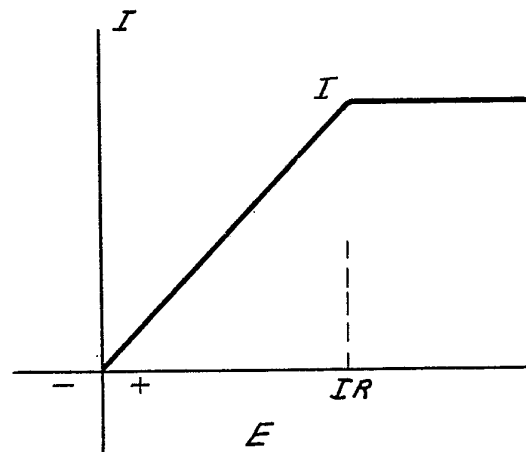


Fig. 6.



8002904