Octrooiraad

(10)A **Terinzagelegging** (11) **8203979**

Nederland (19) **NL**

(54) **Inrichting voor het verzwakken van een analoog signaal.**

(51) Int.Cl³.: H03H 7/25, H03G 3/10, H03G 5/10.

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

(74) Gem.: Ir. R.A. Bijl c.s.
Internationaal Octrooibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

(21) Aanvrage Nr. 8203979.

(22) Ingediend 15 oktober 1982.

(32) - -

(33) - -

(31) - -

(62) - -

(43) Ter inzage gelegd 1 mei 1984.

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.

"Inrichting voor het verzwakken van een analoog signaal".

De uitvinding heeft betrekking op een inrichting voor het verzwakken van een analoog signaal bevattende tenminste één laddernetwerk, dat is voorzien van een ingang en een uitgang voor het analoge signaal en van een aantal van N trappen, welke tussen de ingang en uitgang van het laddernetwerk kunnen worden geschakeld met behulp van N schakelaars, welke door stuurmiddelen worden gestuurd zodanig, dat de schakelaars gerekend vanaf de uitgang van het laddernetwerk opeenvolgend worden gesloten en gerekend vanaf de ingang van het laddernetwerk opeenvolgend worden geopend.

Een dergelijke inrichting kan worden toegepast als regeling voor bijvoorbeeld het zgn. rood, groen en blauw signaal in een televisieapparaat of als volume- of toonregeling in audio-apparatuur.

Een dergelijke inrichting is bekend uit het artikel "A CMOS Digitally Controlled Audio Attenuator for HIFI-Systems", IEEE Jnl. of Solid State Circuit Vol. SC 16, No. 1, Febr. 1981, pp. 15-20. Bij de in fig. 4 van dit artikel getoonde inrichting is de uitgang van het laddernetwerk aangesloten op de ingang van een sommator, die gevormd wordt door een tegengekoppelde operationele versterker. Door vanaf de uitgang van het laddernetwerk gerekend een aantal, door een bepaalde code geprogrammeerde, schakelaars te sluiten worden een vooraf bepaald aantal trappen van het laddernetwerk op de ingang van de sommator aangesloten. De schakelaars worden gestuurd door een N-bits digitaal signaal. Dit N-bits digitaal signaal wordt geleverd door een decodeerinrichting, waaraan een binair gecodeerd digitaal signaal wordt toegevoerd.

Een dergelijke wijze van aansturen van de schakelaars maakt de inrichting echter ingewikkeld, daar de inrichting voorzien dient te zijn van middelen voor het genereren van een binair gecodeerd digitaal signaal en van middelen voor het decoderen van dit signaal, terwijl het binair gecodeerde signaal eerst uit een analoog stuursignaal moet worden verkregen. Het is dan ook het doel van de uitvinding een inrichting voor het verzwakken van een analoog signaal aan te geven, die indien een analoog stuursignaal aanwezig is, op een-

voudige wijze kan worden gestuurd.

Een inrichting van een in de aanhef genoemde soort wordt daartoe gekenmerkt, doordat de stuurmiddelen worden gevormd door een aantal van N komparatoren met eerste en tweede ingangen, welke eerste ingangen zijn gekoppeld met een regelspanningsbron en welke tweede ingangen zijn gekoppeld met een referentiespanningsbron, waarbij één van de spanningsbronnen door middel van een spanningsdeler met de betreffende ingangen is gekoppeld. Volgens de uitvinding wordt elke schakelaar rechtstreeks gestuurd door een komperator, die het signaal voor het sluiten en openen van de schakelaar levert. De komperatoren worden op eenvoudige wijze gestuurd door een regelspanning in de vorm van een gelijkspanning. Hierbij kunnen de eerste ingangen met de regelspanningsbron en de tweede ingangen door middel van de spanningsdeler met de referentiespanningsbron zijn gekoppeld of de eerste ingangen door middel van de spanningsdeler met de regelspanningsbron en de tweede ingangen met de referentiespanningsbron zijn gekoppeld. Is in bijvoorbeeld het eerste geval de regelspanning aan de eerste ingang van een komperator hoger dan de fractie van de referentiespanning aan de tweede ingang van die komperator, dan stuurt de komperator de desbetreffende schakelaar dicht. Bij een toenemende regelspanning sturen de opeenvolgende komperatoren de opeenvolgende schakelaars gerekend vanaf de uitgang van het laddernetwerk dicht. De uitvinding verschaft op deze wijze een inrichting voor het verzwakken van analoge signalen, waarbij geen binair gecodeerde signalen en geen inrichting voor het decoderen van deze signalen meer benodigd zijn.

De inrichting volgens de uitvinding heeft verder het voordeel, dat de verzwakking van het analoge signaal als functie van de regelspanning, de zogenaamde regelkromme, door verschillende variabelen kan worden ingesteld. Dit maakt het mogelijk nagenoeg elke gewenste regelkromme te realiseren.

Volgens een eerste uitvoeringsvorm waarbij elke trap van het laddernetwerk wordt gevormd door een serieweerstand en een takweerstand, wordt de verzwakking van het ingangssignaal als functie van de regelspanning bepaald door het verloop van de verzwakking van de trappen van het laddernetwerk.

Een tweede uitvoeringsvorm wordt gekenmerkt, doordat de verzwakking van alle trappen van het laddernetwerk onderling nagenoeg

gelijk is. Hiermee wordt de verzwakking van het ingangssignaal als functie van de regelspanning een logarithmische functie.

Een derde uitvoeringsvorm wordt gekenmerkt, doordat de verzwakking van tenminste één van de trappen verschilt van die van de overige trappen. Door één of meer trappen een andere verzwakking te geven kunnen verschillende regelkrommen worden verkregen.

Volgens een verdere uitvoeringsvorm kan een andere verzwakking van één of meer trappen worden verkregen, doordat de verhouding tussen de serieweerstand en de takweerstand van tenminste één van de trappen verschilt van die van de overige trappen. Een andere verzwakking van één of meer trappen kan volgens weer een verdere uitvoeringsvorm ook worden verkregen doordat de verhouding tussen de serieweerstand en de takweerstand van alle trappen gelijk is en doordat de grootte van de weerstanden van tenminste één van de trappen verschilt van die van de overige trappen.

Een vierde uitvoeringsvorm wordt gekenmerkt, doordat de verzwakking van het ingangssignaal tevens wordt bepaald doordat ten minste één van de stappen van de spanningsdeler in grootte verschilt van de overige stappen van de spanningsdeler. De stapgrootte van de spanningsdeler is een tweede variabele waarmee de regelkromme kan worden beïnvloed. Door de verschillende stapgroottes worden de opeenvolgende trappen van het laddernetwerk steeds bij een andere spanningstoename van de regelspanning ingeschakeld.

Een vijfde uitvoeringsvorm, waarbij de schakelaars elk worden gevormd door een eerste en een tweede transistor van onderling hetzelfde geleidingstype, van welke eerste transistor de kollektor met een takweerstand en de emitter met de uitgang is gekoppeld en van welke tweede transistor de kollektor met de takweerstand en de emitter met een aansluitpunt op een vaste spanning is gekoppeld, wordt gekenmerkt, doordat de komperatoren elk worden gevormd door een derde en een vierde transistor van onderling hetzelfde geleidingstype tegengesteld aan dat van de eerste en tweede transistor, welke derde en vierde transistor als een verschilpaar zijn geschakeld met een weerstand tussen de emitters, waarbij de basis van de derde transistor met de regelspanningsbron en de kollektor met de basis van de eerste transistor is gekoppeld en waarbij de basis van de vierde transistor met de referentiespanningsbron en de kollektor met de basis van de tweede transistor is gekoppeld. Is de regelspanning of de fraktie daarvan

op de basis van de derde transistor groter dan de vaste spanning op de basis van de vierde transistor, dan geleidt de derde transistor en spert de vierde transistor. In dat geval geleidt tevens de eerste transistor en spert de tweede transistor. Is de regelspanning of de fraktie daarvan kleiner dan de vaste spanning dan vindt het omgekeerde plaats. Om de overgang tussen de geleidende toestanden van de derde en vierde transistor en dus van de eerste en tweede transistor geleidelijker te laten verlopen en daarmee het inschakelen van de desbetreffende trap van het laddernetwerk geleidelijker te laten verlopen, is tussen de emitters van de derde en vierde transistor een weerstand geschakeld, waardoor een tegenkoppeling wordt verkregen. Doordat de trappen van het laddernetwerk meer geleidelijk worden ingeschakeld, verkrijgt de regelkromme een meer vloeiend verloop.

Een zesde uitvoeringsvorm wordt gekenmerkt, doordat in de emitterleiding van de eerste en de tweede transistor een onderling gelijke weerstand is opgenomen, welke weerstand deel uitmaakt van de takweerstand. Bij een geleidelijke overgang tussen de geleidende toestanden van de eerste en tweede transistor, treedt er een toestand op waarbij beide transistoren zich in de geleidende toestand bevinden. Om in dat geval te voorkomen, dat de eerste en tweede transistor de ingang van de versterker kortsluiten, wordt een gedeelte van de takweerstand in de emitterleiding van de eerste en tweede transistor opgenomen.

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

figuur 1 het principeschema van een inrichting voor het verzwakken van een analoog signaal volgens de uitvinding toont,

figuur 2a een eerste uitvoeringsvorm van een laddernetwerk voor de inrichting van figuur 1 toont,

figuur 2b en 2c een trap van een tweede en een derde uitvoeringsvorm van een laddernetwerk voor de inrichting van fig. 1 tonen,

figuur 3 een vierde uitvoeringsvorm van een laddernetwerk voor de inrichting van fig. 1 toont en

figuur 4 een praktisch uitvoeringsvoorbeeld van een komperator met schakelaar voor een inrichting van fig. 1 toont.

In figuur 1 is het principeschema van een inrichting volgens de uitvinding weergegeven. De inrichting bevat een met een stippellijn aangegeven verzwakker 1 met een ingang 2 voor het toe-

voeren van het analoge signaal en een uitgang 3 voor het afnemen van het verzwakte analoge signaal. De verzwakker 1 bevat een ladder-netwerk 4, dat wordt gevormd door een aantal trappen T_1 t/m T_N, waarbij elke trap wordt gevormd door een serieweerstand R_S en een takweerstand R_T. Elk van de trappen T_2 t/m T_N vormt een belaste spanningsdeler, die wordt belast door de voorafgaande spanningsdeler. De eerste trap T_1 wordt belast door een afsluitweerstand R_A. De verschillende stromen, die ten gevolge van de spanningsdelers door de takweerstanden R_{T1} t/m R_{TN} vloeien, kunnen worden gesommeerd door deze stromen toe te voeren aan de inverterende ingang 5 van een operationele versterker 6, die is tegengekoppeld door een weerstand R_N en waarvan de niet-inverterende ingang 7 met een punt op een vaste potentiaal is gekoppeld. De verschillende stromen door de weerstanden R_{T1} t/m R_{TN} worden door schakelaars S_1 t/m S_N òfwel naar de virtueel geaarde inverterende ingang 5 van de versterker 6 gevoerd òfwel naar aarde afgevoerd. De schakelaars S_1 t/m S_N worden zodanig gestuurd, dat telkens de trappen met een rangnummer lager dan T_k ($1 \leq k \leq N$) met de inverterende ingang 5 en de trappen met een rangnummer hoger dan T_k met aarde zijn gekoppeld. Het op deze wijze sturen van de schakelaars S_1 t/m S_N geschiedt door de komperatoren C_1 t/m C_N, waarvan de inverterende ingangen door de serieschakeling van weerstanden R_{V1} t/m R_{VN} zijn gekoppeld met een referentiespanningsbron 8 en waarvan de niet-inverterende ingangen zijn gekoppeld met een regelgelijkspannings-bron 9. De referentiespanning van de referentiespanningsbron 8 wordt door de weerstanden R_{V1} t/m R_{VN} opgedeeld in N deelreferentiespanningen, zodanig dat de spanning op de inverterende ingangen van de komperatoren C_1 t/m C_N toeneemt met oplopend rangnummer. De regelgelijkspanning van bron 9 op de niet-inverterende ingang van een komperator C_k ($1 \leq k \leq N$) wordt nu vergeleken met de deelreferentiespanning op de inverterende ingang van de desbetreffende komperator C_k. Is de regelgelijkspanning groter dan de deelreferentiespanning dan stuurt de komperator C_k de bijbehorende schakelaar S_k zodanig, dat de bijbehorende trap T_k (met $1 \leq k \leq N$) met de inverterende ingang 5 van de versterker 6 wordt gekoppeld. Is de regelgelijkspanning kleiner dan de deelreferentiespanning, dan wordt de betreffende trap T_k naar aarde gekoppeld.

De complete schakeling werkt als volgt. Het te verzwakken analoge signaal wordt toegevoerd aan de ingang 2. Uitgegaan wordt

van de toestand, dat alle trappen T_1 t/m T_N met aarde zijn gekoppeld. Laat men de regelspanning nu toenemen, dan sturen de opeenvolgende komperatoren C_1 t/m C_N de opeenvolgende schakelaars S_1 t/m S_N zodanig, dat de opeenvolgende trappen T_1 t/m T_N op de inverterende ingang 5 van de versterker 6 worden aangesloten. Op deze manier worden één voor één alle takstromen van de trappen T_1 t/m T_N naar de versterker 6 gevoerd. Op de uitgang 3 van de versterker 6 verschijnt hierdoor een steeds minder verzwakt ofwel toenemend signaal.

Naast de getoonde uitvoeringsvorm is het natuurlijk ook mogelijk om de inverterende ingangen van de komperatoren C_1 t/m C_N met de referentiespanningsbron 8 en de niet-inverterende ingangen door middel van een spanningsdeler met de regelgelijkspanningsbron 9 te koppelen. De regelgelijkspanningsbron 9 dient dan wel zo te worden aangesloten op de spanningsdeler, dat de deelregelspanning afneemt met oplopend rangnummer van de komperatoren.

De wijze waarop het ingangssignaal wordt verzwakt als functie van de regelspanning, de zogenaamde regelkromme, wordt door een aantal variabelen bepaald. Ten eerste kan de regelkromme worden ingesteld door de keuze en opbouw van het laddernetwerk.

Een eerste uitvoeringsvorm van een laddernetwerk voor de inrichting van figuur 1 wordt toegelicht aan de hand van figuur 2a. Het laddernetwerk is opgebouwd uit een aantal gelijke trappen met een serieweerstand $R_S = R$ en een takweerstand $R_T = 2R$. Bij deze weerstandswaarden is de spanningsdeling van elke trap gelijk aan 0,5 zodat de stroom door een takweerstand R_T telkens 2 x zo groot is als de stroom door de takweerstand R_T van de voorgaande trap. Het inschakelen van een trap op de inverterende ingang van de versterker geeft dan een vermindering van de verzwakking van het ingangssignaal met +6 dB per trap. Is alleen de eerste trap op de inverterende ingang van de versterker aangesloten dan wordt het ingangssignaal (N-1) x 6 dB keer verzwakt. Zijn alle trappen op de inverterende ingang aangesloten dan is de uitgangsspanning $V_u \approx -\frac{R_N}{2R}$ (zie fig. 1). Door $R_N \backsim 2R$ te kiezen, kan het uitgangssignaal V_u nagenoeg gelijk aan het ingangssignaal V_i worden gemaakt.

Door een andere verhouding tussen de serieweerstand R_S en een takweerstand R_T te kiezen kan een andere verzwakking per trap worden verkregen. In figuur 2b is een trap van een tweede uitvoeringsvorm van een laddernetwerk weergegeven. Het laddernetwerk is opgebouwd uit trappen met een serieweerstand $R_S = \frac{1}{2}R$ en een takweerstand $R_T = 4R$, waarmee een ver-

zwakking van ongeveer 3 dB per trap wordt verkregen. In figuur 2c is een derde uitvoeringsvorm van een laddernetwerk weergegeven. De serieweerstand $R_S = \frac{1}{3} R$ en de takweerstand $R_T = 6R$, waarmee een verzwakking van ongeveer 2 dB per trap wordt verkregen.

In plaats van het laddernetwerk op te bouwen uit trappen, die alle dezelfde verzwakking geven is het eveneens mogelijk het laddernetwerk op te bouwen uit trappen, waarvan de verzwakking niet even groot is. Volgens een niet getoonde uitvoeringsvorm kan dit worden gerealiseerd door het laddernetwerk op te bouwen met bijvoorbeeld de in fig. 2a en 2b getoonde trappen. Een andere wijze waarop dit kan worden gerealiseerd, wordt toegelicht aan de hand van figuur 3, die een vierde uitvoeringsvorm van een laddernetwerk weergeeft. Het laddernetwerk is opgebouwd uit takken, die alle dezelfde verhouding tussen de serieweerstand R_S en de takweerstand R_T bezitten. In het getoonde laddernetwerk bedraagt deze verhouding $R_S/R_T = R/2R$. Van de eerste trap T_1 en de tweede trap T_2 is de grootte van de serieweerstand gelijk aan $R_S = R_1$ en de takweerstand gelijk aan $R_T = 2R_1$, terwijl van de overige trappen de grootte van de serieweerstand gelijk is aan $R_S = R_2$ en $R_T = 2R_2$. De stroom door de takweerstand R_T van de tweede trap T_2 is weer 2 x zo groot als de stroom door de takweerstand R_T van de eerste trap T_1. De stroom door de derde trap T_3 is echter niet 2 x zo groot als de stroom door de takweerstand R_T van de tweede trap T_2 daar de grootte van de belastingweerstand van de derde trap T_3 ongelijk aan $2R_1$ is. Afhankelijk van het verschil van de weerstandswaarden R_1 en R_2 wordt na verloop van enkele trappen de stroom door een takweerstand weer 2 x zo groot als de stroom door de takweerstand van de vorige trap. Door de grootte van de serie- en takweerstanden van één of meer trappen ongelijk aan die van de andere trappen te kiezen is het dus mogelijk om de regelkromme in te stellen.

Een tweede variabele waarmee de regelkromme kan worden bepaald is de grootte van de weerstanden R_{V1} t/m R_{VN} (zie fig. 1) via welke de inverterende ingangen van de komperatoren C_1 t/m C_N met de referentiespanningsbron 8 zijn gekoppeld. Zijn de weerstanden R_{V1} t/m R_{VN} even groot, dan sturen de komperatoren C_1 t/m C_N de opeenvolgende schakelaars S_1 t/m S_N telkens na gelijke spanningstoenames van de regelgelijkspanning van bron 9. Door bijvoorbeeld de weerstandswaarde van R_{V1} naar R_{VN} te laten toenemen, is voor het inschakelen van elke volgende trap een grotere toename van de regelspanning benodigd, waardoor een ander verloop van de regelkromme wordt verkregen.

Naast alle hiervoor beschreven wijzen is het ook mogelijk door kombinaties daarvan het verloop van de regelkromme te bepalen.

Een praktische uitvoeringsvorm van een komperator met schakelaar wordt nader toegelicht aan de hand van figuur 4. De komperator wordt gevormd door twee NPN-transistoren T_3 en T_4, die als verschilpaar zijn geschakeld. In de emitterleidingen van de transistor T_3 en T_4 zijn gelijke weerstanden 10 opgenomen. Op het gemeenschappelijke aansluitpunt van de weerstanden 10 is verder een stroombron 11 aangesloten voor de gelijkstroominstelling van het verschilpaar T_3 - T_4. De basis van transistor T_3 is gekoppeld met de regelgelijkspanningsbron 9 en de basis van transistor T_4 is door middel van de spanningsdeler met de referentiespanningsbron 8 gekoppeld. De kollektor van transistor T_3 is gekoppeld met de basis van een transistor T_1 en de kollektor van transistor T_4 is gekoppeld met de basis van een transistor T_2. De twee PNP-transistoren T_1 en T_2 vormen een schakelaar, die door de komperator gestuurd wordt. De trap van het laddernetwerk wordt in dit voorbeeld gevormd door een 3 dB verzwakkingstrap met een serieweerstand 14 met een weerstandswaarde ½R en een takweerstand 15a + 15b met een weerstandswaarde van totaal 4R. De kollektoren van de transistoren T_1 en T_2 zijn gekoppeld met de weerstand 15a met een waarde van 3R. De emitter van transistor T_1 is gekoppeld met de ingang 5 van de sommeerversterker, waarbij in de emitterleiding een weerstand 15b met een waarde R is opgenomen. De verhouding tussen de weerstanden 15a en 15b kan willekeurig worden gekozen als de som van deze weerstanden maar gelijk is aan 4R. De emitter van transistor T_2 is gekoppeld met ingang 7, waarbij in de emitterleiding eveneens een weerstand 15b met een waarde R is opgenomen.

De werking van de schakeling is als volgt. Is de regelspanning op de basis van transistor T_3 groter dan de referentiespanning op de basis van transistor T_4, dan geleidt transistor T_3 en spert transistor T_4. De kollektorstroom van transistor T_3 stuurt dan de basisemitterovergang van transistor T_1 in de geleidende toestand, terwijl de basisemitterovergang van transistor T_2 is gesperd. De takstroom door de weerstand 15a en de weerstand 15b in de emitterleiding van transistor T_1 wordt dan toegevoerd aan de ingang 5 van de sommeerversterker. Is de regelspanning op de basis van transistor T_3 kleiner dan de referentiespanning op de basis van transistor T_4, dan spert transistor T_3 en dus ook transistor T_1 en geleidt transistor T_4 en dus ook transistor T_2. De takstroom door de weerstand 15a en de weerstand 15b in de emitterleiding van transistor T_2 wordt dan naar ingang 7 afgevoerd.

Door het opnemen van de emitterweerstand 10 in de emitterleidingen van de transistoren T_3 en T_4 vindt er een geleidelijke overgang plaats tussen de geleidende toestand van transistor T_3 en de geleidende toestand van transistor T_4. Hierdoor vindt er ook een geleidelijke overgang plaats tussen de geleidende toestanden van transistor T_1 en transistor T_2, waarbij een toestand optreedt dat beide transistoren geleiden. Om in dat geval te voorkomen, dat de transistoren de ingangen van de sommeerversterker kortsluiten is in elk van de emitterleidingen een deel van de takweerstand nl. de weerstand 15b opgenomen.

Bij de getoonde uitvoeringsvormen sturen de komperatoren C_1 t/m C_N de schakelaars S_1 t/m S_N van één laddernetwerk aan. Het is echter ook mogelijk, dat door de komperatoren C_1 t/m C_N schakelaars van meerdere netwerken worden aangestuurd, zoals kan worden toegepast bij volume- c.q. toonregeling voor stereogeluidsweergave.

CONCLUSIES:

1. Inrichting voor het verzwakken van een analoog signaal bevattende ten minste één laddernetwerk, dat is voorzien van een ingang en een uitgang voor het analoge signaal en van een aantal van N trappen, welke tussen de ingang en uitgang van het laddernetwerk kunnen worden geschakeld met behulp van N schakelaars, welke door stuurmiddelen worden gestuurd zodanig, dat de schakelaars gerekend vanaf de uitgang van het laddernetwerk opeenvolgend worden gesloten, en gerekend vanaf de ingang van het laddernetwerk opeenvolgend worden geopend, met het kenmerk de dat stuurmiddelen worden gevormd door een aantal van N komperatoren met eerste en tweede ingangen, welke eerste ingangen zijn gekoppeld met een regelspanningsbron en welke tweede ingangen zijn gekoppeld met een referentiespanningsbron, waarbij één van de spanningsbronnen door middel van een spanningsdeler met de betreffende ingangen is gekoppeld.

2. Inrichting volgens conclusie 1, waarbij elke trap van het laddernetwerk wordt gevormd door een serieweerstand en een takweerstand, met het kenmerk, dat de verzwakking van het ingangssignaal als funktie van de regelspanning wordt bepaald door het verloop van de verzwakking van de trappen van het laddernetwerk.

3. Inrichting volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de verzwakking van alle trappen van het laddernetwerk onderling nagenoeg gelijk is.

4. Inrichting volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de verzwakking van tenminste één van de trappen verschilt van die van de overige trappen.

5. Inrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de verhouding tussen de serieweerstand en de takweerstand van tenminste één van de trappen verschilt van die van de overige trappen.

6. Inrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de verhouding tussen de serieweerstand en de takweerstand van alle trappen gelijk is en dat de grootte van de weerstanden van ten minste één van de trappen verschilt van die van de overige trappen.

7. Inrichting volgens één der conclusies 1 t/m 6, met het kenmerk, dat de verzwakking van het ingangssignaal als funktie van de regelspanning tevens wordt bepaald doordat ten minste één van de stappen van de spanningsdeler in grootte verschilt van de overige stappen van de spanningsdeler.

8. Inrichting volgens één der conclusies 2 t/m 7, waarbij de

schakelaars elk worden gevormd door een eerste en een tweede transistor van onderling hetzelfde geleidingstype, van welke eerste transistor de kollektor met een takweerstand en de emitter met de uitgang is gekoppeld en van welke tweede transistor de kollektor met de takweerstand en de emitter met een aansluitpunt op een vaste spanning is gekoppeld, met het kenmerk, dat de komperatoren elk worden gevormd door een derde en een vierde transistor van onderling hetzelfde geleidingstype tegengesteld aan dat van de eerste en tweede transistor, welke derde en vierde transistor als een verschilpaar zijn geschakeld met een weerstand tussen de emitters, waarbij de basis van de derde transistor met de regelspanningsbron en de kollektor met de basis van de eerste transistor is gekoppeld en waarbij de basis van de vierde transistor met de referentiespanningsbron en de kollektor met de basis van de tweede transistor is gekoppeld.

9. Inrichting volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat in de emitterleiding van de eerste en de tweede transistor een onderling gelijke weerstand is opgenomen, welke weerstand deel uitmaakt van de takweerstand.

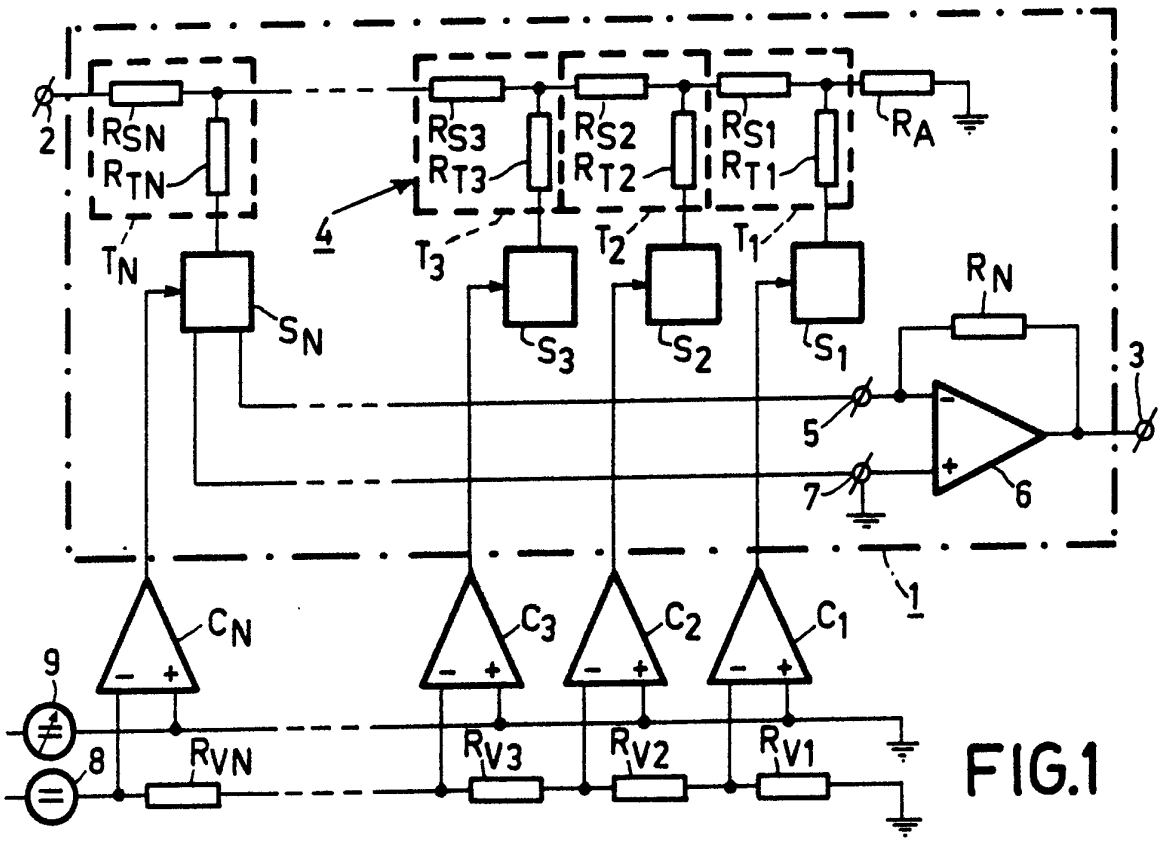
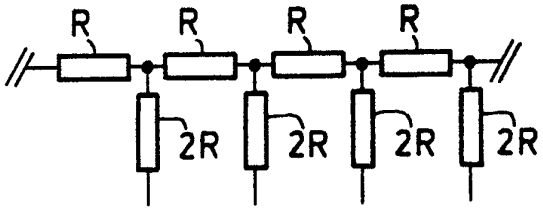
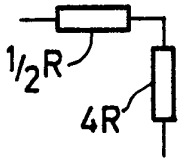


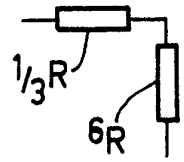
FIG.1



a



b



c FIG.2

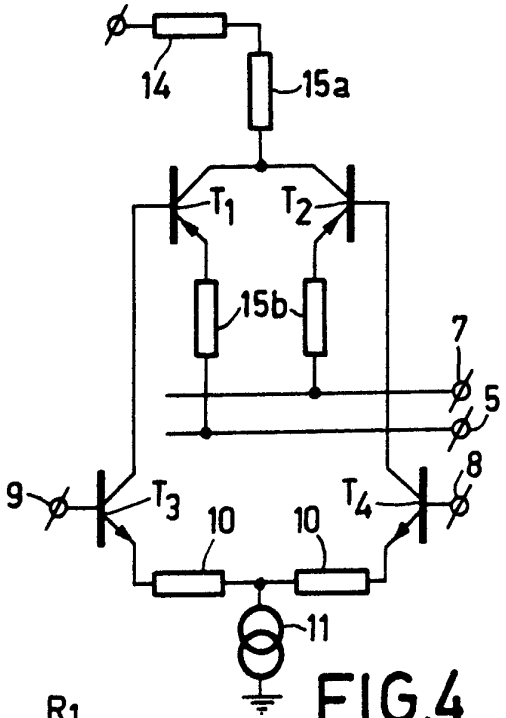


FIG.4

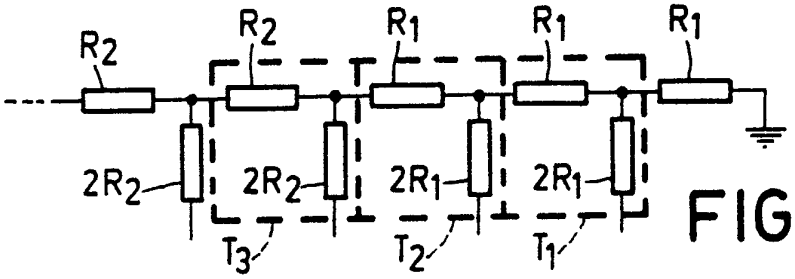


FIG.3