

---

Octrooiraad



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8401370**

Nederland

⑲ NL

---

- ⑤4 **Filterschakeling.**
- ⑤1 Int.Cl.: H03H 19/00, H01H 3/00.
- 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. 8401370.
- ②2 Ingediend 1 mei 1984.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

- 
- ④3 Ter inzage gelegd 2 december 1985.

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.

Filterschakeling.

De uitvinding heeft betrekking op een filterschakeling omvattende tenminste een eerste weerstand en een eerste condensator met een door het produkt van de weerstandswaarde van de weerstand en de capaciteit van de condensator bepaalde tijdconstante en een van een  
5 geschakelde tweede condensator voorziene afregelschakeling voor het afregelen van de tijdconstante van de filterschakeling.

Een dergelijke schakeling kan elk bekend actief of passief filter vormen. In het bijzonder kan een dergelijke schakeling een ingangs- of uitgangsfiler in een tijddiscreet filter met geschakelde condensa-  
10 toren vormen.

In geïntegreerde schakelingen kunnen weerstanden en condensatoren slechts met een beperkte nauwkeurigheid worden vervaardigd, waardoor in filterschakelingen de tijdsconstanten erg onnauwkeurig zijn. Uit het artikel "Switched-Resistor Filters - A Continuous Time Approach  
15 to Monolithic MOS-Filter Design" IEEE Transactions on Circuits and Systems, Vol Cas-29 No 5, May 1982 pp. 306-315 is een filterschakeling bekend, waarmee nauwkeurigere tijdconstanten worden gerealiseerd. In deze schakeling wordt elke weerstand gevormd door een veldeffekt-transistor (FET), waarvan de weerstandswaarde wordt ingesteld met behulp  
20 van een spanning die door middel van een condensator wordt aangelegd tussen de stuur- en bronelektrode. Voor elke weerstand zijn twee FET's aanwezig, die beurtelings in het filter zelf en in een afregelschakeling worden geschakeld. In deze afregelschakeling wordt de weerstand van de FET gelijk gemaakt aan de equivalente weerstand van een geschakelde  
25 condensator. Op deze wijze wordt een tijdconstante gerealiseerd, die alleen afhangt van de capaciteitsverhouding van de condensator uit het filter zelf en de geschakelde condensator en van de klokfrequentie, waarmee de condensator wordt geschakeld. De capaciteitsverhouding van de condensatoren kan bij integratie wel nauwkeurig worden gemaakt.  
30 De klokfrequentie, die door een externe schakeling wordt bepaald, kan eveneens nauwkeurig worden vastgelegd.

Een bezwaar van deze bekende schakeling is echter dat door het niet-lineaire verband tussen de weerstandswaarde van de FET's en de

8401370

stuurspanningen er onnauwkeurigheden in de tijdconstanten optreden. Tevens blijken betrekkelijk grote verschillen tussen de weerstandswaarden van FET's met gelijke stuurspanningen op te treden als gevolg van de verschillen in spanning op de afvoerelektroden en op de kanaalsubstraten (back gates). Doordat voor elke weerstand twee FET's worden gebruikt, 5 treedt bovendien gemakkelijk overspraak van de schakelklokken op.

Het is dan ook het doel van de uitvinding een filterschakeling met een afregelschakeling aan te geven, waarmee tijdconstanten op nauwkeurigere wijze kunnen worden afgeregeld. Een filterschakeling van 10 een in de aanhef genoemde soort wordt volgens de uitvinding gekenmerkt doordat de afregelschakeling voorts is voorzien van:

- een referentieweerstand waarover een referentiespanning wordt aangelegd, die tevens over de tweede condensator wordt aangelegd,
- eerste middelen voor het genereren van een regelspanning, die een maat 15 is voor het verschil in weerstandswaarde van de referentieweerstand en de equivalente weerstandswaarde van de tweede condensator, die nagenoeg gelijk is aan de verhouding van de referentiespanning en het over een zeker tijdsinterval gemiddelde ladingstransport ten gevolge van het volledig ontladen van deze condensator in dit tijdsinterval,
- 20 - en tweede middelen voor het met behulp van deze regelspanning kortsluiten van een gedeelte van de eerste weerstand, dat relatief nagenoeg gelijk is aan het gedeelte dat de referentieweerstand groter is dan de equivalente weerstand van de tweede condensator.

De schakeling volgens de uitvinding maakt evenals de bekende schakeling 25 gebruik van het feit, dat de tijdconstante die wordt gevormd door de equivalente weerstand van de geschakelde tweede condensator en de eerste condensator alleen afhangt van de capaciteitsverhouding van deze condensatoren en van de klokperiode waarmee de tweede condensator wordt geschakeld. De uitvinding is gebaseerd op het inzicht, dat deze afhanke- 30 lijkheid ook voor de werkelijke tijdconstante van het filter kan worden verkregen door in een afregelschakeling de waarde van een referentie- weerstand te vergelijken met de equivalente weerstandswaarde van de geschakelde tweede condensator en daaruit de positie op de referentie- weerstand te bepalen waar deze een weerstandswaarde bezit die gelijk is 35 aan die van de geschakelde tweede condensator. De gewenste tijdconstante van het filter wordt dan verkregen door de eerste weerstand vanaf relatief dezelfde positie als de gevonden positie op de referentieweerstand kort te sluiten.

8401370

Bij de filterschakeling volgens de uitvinding worden echte weerstanden afgeregeld, waardoor het optreden van niet-lineariteiten wordt voorkomen. Doordat voor elke tijdconstante slechts één weerstand in het filter aanwezig is, treedt voorts geen overspraak van de schakel-  
5 klokken meer op. Een groot voordeel van de schakeling volgens de uitvinding is verder dat met één afregelschakeling alle tijdconstanten van een filterschakeling kunnen worden afgeregeld.

Volgens een uitvoeringsvorm van een filterschakeling kunnen de eerste middelen voor het genereren van de regelspanning een integrator  
10 bevatten, die is voorzien van een versterker met een inverterende ingang en een niet-inverterende ingang die een vaste potentiaal voert en een uitgang die door middel van een derde condensator is teruggekoppeld met de inverterende ingang, die verder is verbonden met een eerste uiteinde van een referentieweerstand, waarvan het tweede uiteinde een referentie-  
15 potentiaal voert, welke integrator gedurende een eerste tijdsinterval de door de referentieweerstand vloeiende stroom integreert, waarbij de tweede condensator op een eerste tijdstip in het eerste tijdsinterval aan de inverterende ingang een hoeveelheid lading toevoert, die overeenkomt met een spanning over de geschakelde condensator die gelijk is aan  
20 de spanning over de referentieweerstand en waarbij op een tweede tijdstip in het eerste tijdsinterval de regelspanning wordt afgenomen van de uitgang van de versterker. Vanaf de aanvang van het integratie-interval neemt in het geval van een positieve referentiespanning de spanning op de integrator lineair af. Op het tijdstip dat de lading op de tweede  
25 condensator aan de ingang van de versterker wordt toegevoerd, treedt op de uitgang een spanningssprong op, waarna de spanning weer lineair afneemt. Wordt op het moment dat de totale spanningsverandering aan de uitgang van de integrator gelijk aan nul is geworden de tweede condensator van de ingang losgekoppeld dan is de equivalente weerstand ervan gelijk  
30 aan de referentieweerstand. Wordt de tweede condensator losgekoppeld op een tijdstip vóór dit moment dan is de equivalente weerstand van de tweede condensator kleiner dan de referentieweerstand. De spanning op de uitgang van de integrator is dan gelijk aan de spanning over het weerstandsverschil van de referentieweerstand en de equivalente weerstand  
35 van de tweede condensator.

De eerste middelen kunnen nader worden gekenmerkt doordat deze zijn voorzien van:

- een eerste schakelaar, die tussen de uitgang en de inverterende ingang

8401370

- van de versterker is aangebracht,
- een tweede schakelaar voor het verbinden van een eerste aansluiting van de tweede condensator met het tweede uiteinde van de referentieweerstand en met een eerste punt, dat dezelfde potentiaal voert als de niet-inverterende ingang van de versterker
  - een derde schakelaar voor het verbinden van de tweede aansluiting van de tweede condensator met een tweede punt, dat dezelfde potentiaal voert als de niet-inverterende ingang van de versterker en met de inverterende ingang van de versterker,
  - en eerste en tweede klokmiddelen voor het besturen van de eerste, tweede en derde schakelaars, waarbij de eerste klokmiddelen gedurende een tweede tijdsinterval de tweede condensator tussen het tweede uiteinde van de referentieweerstand en het tweede punt schakelen en de derde condensator met de eerste schakelaar kortsluiten en waarbij de tweede klokmiddelen gedurende een derde door het eerste en tweede tijdstip begrensd tijdsinterval de tweede condensator tussen het eerste punt en de inverterende ingang van de versterker schakelen.
- Volgens een verdere uitvoeringsvorm kunnen de eerste middelen voorts een houdschakeling bevatten voor het vasthouden van de uitgangsspanning van de integrator op het tweede tijdstip tot het overeenkomstige tijdstip in het volgende integratieinterval. Op voordelige wijze kan de houdschakeling tevens een filterschakeling vormen voor het filteren van ongewenste signaalcomponenten in de uitgangsspanning van de integrator.
- Een dergelijke houdschakeling kan volgens een uitvoeringsvorm worden gevormd door een vierde condensator, die door een vierde schakelaar met de uitgang van de versterker en parallel aan een vijfde condensator kan worden geschakeld.

De tweede middelen voor het kortsluiten van gedeelten van de eerste weerstand kunnen volgens een uitvoeringsvorm worden gekenmerkt door dat de tweede middelen zijn voorzien van een aantal komparatoren met eerste en tweede ingangen, waarvan de eerste ingangen de regelspanning voeren en waarvan de tweede ingangen zijn gekoppeld met op equidistante afstanden aangebrachte aftakkingen op de referentieweerstand en welke komparatoren verder zijn voorzien van eerste en tweede uitgangen voor het besturen van schakelaars, die gedeelten van de eerste weerstand kunnen kortsluiten, welke relatief nagenoeg gelijk zijn aan de tussen de aftakking op de referentieweerstand gelegen gedeelten. De komparatoren vertonen bij voorkeur een hysteresis om te voorkomen, dat deze door

8401370

bijvoorbeeld ruisinvloeden gaan schakelen. Indien de filterschakeling nog is voorzien van verdere weerstanden die met bijbehorende condensatoren verdere "tijdconstanten" vastleggen, dan kunnen deze volgens een verdere uitvoeringsvorm ook worden voorzien van schakelaars, die gedeelten van de weerstanden kunnen kortsluiten, die relatief nagenoeg gelijk zijn aan de tussen de aftakkingen op de referentieweerstand gelegen gedeelten en dat de eerste en tweede uitgangen van de komparatoren ook de schakelaars van deze weerstanden aansturen.

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

- 10 figuur 1 een eerste uitvoeringsvorm van een filterschakeling volgens de uitvinding weergeeft,  
figuur 2 de kloksignalen voor het besturen van de schakelaars en het verloop van enige spanningen uit de schakeling van figuur 1 weergeeft, en  
15 figuur 3 een tweede uitvoeringsvorm van een filterschakeling volgens de uitvinding weergeeft.

Een eerste uitvoeringsvorm van een filterschakeling volgens de uitvinding is in figuur 1 weergegeven. Het eigenlijke filter wordt gevormd door een passief eerste orde laagdoorlaatfilter met een weerstand  $R_1 = R$  en een condensator  $C_1 = C$  met een tijdconstante  $RC$ , waarbij het te filteren ingangssignaal  $V_1$  aan de weerstand  $R_1$  wordt toegevoerd en het gefilterde signaal van de condensator  $C_1$  wordt afgenomen. De weerstand  $R_1$  en de condensator  $C_1$  kunnen bij integratie echter niet nauwkeurig worden gemaakt, waardoor de  $RC$ -tijdconstante erg onnauwkeurig is. Om een nauwkeurige tijdconstante te verkrijgen is de filterschakeling voorzien van afregelschakeling. Deze bevat een integrator, die wordt gevormd door een operationele versterker 2 met een inverterende en een niet-inverterende ingang 3 en 4 en een uitgang 5. De niet-inverterende ingang 4 voert een referentiespanning, in dit geval 0 Volt. De uitgang 5 is teruggekoppeld met de inverterende ingang 4 door middel van condensator  $C_2$ , die met een schakelaar  $S_1$  kan worden kortgesloten. Tussen de inverterende ingang 3 en de ingang 6 van de integrator is een referentieweerstand  $R_2 = R$  aangebracht. Aan de ingang 6 wordt een referentiespanning  $V_R$  toegevoerd. De integrator bevat verder een condensator  $C_3$ , die met behulp van schakelaars  $S_2$  en  $S_3$  tussen de ingang 6 en het massapunt 7 en tussen de inverterende ingang 3 en het massapunt 8 kan worden geschakeld. Met de uitgang 5 van de integrator is een houd- en tevens

8401370

filterschakeling verbonden, die wordt gevormd door een condensator  $C_4$  en een houdcondensator  $C_5$ . Door middel van een schakelaar  $S_4$  kan de condensator  $C_4$  met de uitgang 5 van de integrator en met de aansluiting 9 van condensator  $C_6$  worden verbonden. Opgemerkt wordt dat de schakelaars  $S_1$  tot en met  $S_4$  van elk bekend type kunnen zijn en bijvoorbeeld door P-kanaals veldeffekttransistoren gevormd kunnen worden. De schakelaars  $S_1$  tot en met  $S_4$  worden bestuurd door schematisch weergegeven klokmiddelen  $\phi_1$ , die klokpulsen  $\phi_1$  en  $\phi_2$  leveren.

De referentieweerstand  $R_2$  is aan het naar de versterker 2 toegekeerde einde voorzien van een aantal op regelmatige afstanden van elkaar aangebrachte aftakkingen 11 tot en met 20, die zijn verbonden met een ingang van de komparatoren 21 tot en met 30 waarvan de andere ingangen zijn verbonden met de uitgang 9 van de houdschakeling. De weerstand  $R_1$  van het filter is eveneens voorzien van een aantal aftakkingen 31 tot en met 40 die doordat in dit voorbeeld de referentieweerstand gelijk aan de weerstand  $R_1$  is gekozen, op dezelfde afstanden van elkaar zijn aangebracht als de aftakkingen op de referentieweerstand  $R_2$ . De uitgangen van de komparatoren 21 tot en met 30 sturen schakelaars  $S_{11}$  tot en met  $S_{20}$ , die de aftakkingen 31 tot en met 40 met het verbindingspunt 50 van de weerstand  $R_1$  en de condensator  $C_1$  kunnen verbinden en daardoor gedeelten van de weerstand  $R_1$  kunnen kortsluiten. De schakelaars  $S_{11}$  tot en met  $S_{20}$  kunnen bijvoorbeeld elk gevormd worden door een N-kanaals- en een P-kanaals-veldeffekttransistor met verbonden bron- en afvoerelektroden.

De werking van de schakeling wordt toegelicht aan de hand van figuur 2, waarin figuren 2a en 2b de kloksignalen  $\phi_1$  en  $\phi_2$  voor het besturen van de schakelaars  $S_1$  tot en met  $S_4$  en figuren 2c en 2d respectievelijk de spanning  $V_{O1}$  op de uitgang 5 van de integrator en de spanning  $V_{O2}$  op uitgang 9 van de houdschakeling weergegeven.

Als het kloksignaal  $\phi_1$  laag is, bevinden de schakelaars  $S_1$  tot en met  $S_4$  zich in positie 1 en als het kloksignaal  $\phi_2$  hoog is zijn de schakelaars  $S_1$  tot en met  $S_4$  open, tenzij het kloksignaal  $\phi_2$  laag is, want dan bevinden de schakelaars  $S_1$  tot en met  $S_4$  zich in positie 2. Als het kloksignaal  $\phi_2$  hoog is zijn de schakelaars  $S_1$  tot en met  $S_4$  open, tenzij het kloksignaal  $\phi_1$  laag is.

In de periode  $t_1 - t_2$  van het kloksignaal  $\phi_1$  wordt de condensator  $C_2$  kortgesloten door de schakelaar  $S_1$  waardoor deze volledig wordt ontladen. De stroom door de referentieweerstand  $R_2$  wordt dan door

de uitgang van de operationele versterker 2 opgenomen. Tegelijkertijd wordt condensator  $C_3$  tot de referentiespanning  $V_R$  opgeladen. Op het moment  $t_2$  dat het kloksignaal  $\phi_1$  hoog wordt, wordt de schakelaar  $S_1$  geopend, waardoor deingangspanning  $V_R$  door de integrator wordt geïntegreerd. De spanning op de uitgang 5 van de integrator daalt dan volgens de vergelijking:

$$V_{O1} = -V_R \frac{t}{R_2 C_2} \quad (1)$$

Op het tijdstip  $t = t_3$  wordt het kloksignaal  $\phi_2$  laag. De condensator  $C_3$  wordt dan op de inverterende ingang 3 van de versterker 2 aangesloten, waardoor de spanning op deze ingang gelijk aan  $-V_R$  wordt. Daar de niet-inverterende ingang 4 zich op een spanning van 0 Volt bevindt, vormt de inverterende ingang 3 een virtueel aardpunt. De operationele versterker 2 regelt via condensator  $C_2$  de inverterende ingang 3 onmiddellijk weer naar nul Volt. Hierdoor vertoont op het tijdstip  $t = t_3$  de uitgang 5 van de integrator een spanningsprong, die gegeven wordt door:

$$\Delta V_{O1} = V_R \cdot \frac{C_3}{C_2} \quad (2)$$

Na deze spanningsprong verloopt de integratie van de referentiespanning  $V_R$  weer op dezelfde wijze verder, zodat de spanning  $V_{O1}$  op de uitgang 5 verloopt zoals in figuur 2c is weergegeven.

Op het tijdstip  $t = t_4$  wordt het kloksignaal  $\phi_2$  weer hoog, waardoor de schakelaar  $S_4$  wordt geopend. De condensator  $C_4$  bevat dan de uitgangsspanning  $V_{O1}$  op het tijdstip  $t = t_4$ , dat wil zeggen de spanning een tijd  $t_m = t_4 - t_2$  na aanvang van de integratie. Op het tijdstip  $t = t_5$  wordt het kloksignaal  $\phi_1$  weer laag, waardoor de schakelaar  $S_4$  in positie 1 wordt gebracht. De spanning op de houdcondensator  $C_5$  wordt dan gelijk aan de spanning op condensator  $C_4$ . Hierbij is aangenomen, dat voorafgaand aan het tijdstip  $t = t_1$  al een aantal klokcycli heeft plaats gevonden, daar in werkelijkheid de spanning op de condensator  $C_5$  pas na een aantal klokcycli gelijk aan de spanning op condensator  $C_4$  zal zijn tengevolge van de spanningsdeling tussen deze condensatoren. Door dit laatste vormt de houdschakeling tevens een filterschakeling. In de uitgangsspanning van de integrator optredende stoorspanningen tengevolge van bijvoorbeeld schakelpieken of ruisinvloeden zullen

8401370



ten gevolge van de spanningsdeling slechts in geringe mate in de spanning op de houdcondensator doorwerken. Hierbij is het van voordeel dat de houdcondensator  $C_5$  een veel grotere capaciteit bezit dan de condensator  $C_4$ .

- 5 Voor de spanning  $V_{O2}$  op de uitgang 9 van de houdschakeling volgt uit de vergelijkingen (1) en (2):

$$V_{O2} = V_{O1} (t = t_4) = V_R \left( \frac{C_3}{C_2} - \frac{t_m}{R_2 C_2} \right) \quad (3)$$

- 10 Indien de condensatoren  $C_2$  en  $C_3$  gelijk zijn, dat wil zeggen  $C_2 = C_3 = C_R$  dan volgt hieruit:

$$V_{O2} = V_R \left( 1 - \frac{t_m}{R_2 C_R} \right) \quad (4)$$

- 15 Deze spanning is gelijk aan de spanning op die plaats op de referentiweerstand  $R_2$ , waar de weerstand tussen deze plaats en de ingang 6 gelijk is aan de equivalente weerstand van de condensator  $C_3$  die over de periode  $t_m$  gerekend gelijk is aan  $t_m/C_R$ . De spanning tussen deze positie en de ingang 6 is immers gelijk aan:

$$20 \quad V_R \cdot \frac{t_m}{R_2 C_R} \quad (5)$$

Deze spanning correspondeert met een weerstandswaarde die gelijk is aan:

$$25 \quad R^* = R_2 \cdot \frac{t_m}{R_2 C_R} = \frac{t_m}{C_R}$$

- De regelspanning zoals die gegeven wordt door vergelijking (4) is aanwezig op een ingang van elke komparator 21 tot en met 30. De met aftakkingen 11 tot en met 20 op de referentiweerstand  $R_2$  verbonden ingangen van de komparatoren 21 tot en met 30 voeren een van nul Volt af stapsgewijze toenemende spanning. De uitgangen van de komparatoren 21 tot en met 30 waarvoor de regelspanning  $V_{O2}$  op de ene ingang groter is dan de afgetakte spanning op de andere ingang sturen de bijbehorende schakelaars van de met aftakkingen 31 tot en met 40 verbonden schakelaars  $S_{11}$  tot en met  $S_{20}$  van de positie 1 naar positie 2. Hierdoor wordt van weerstand  $R_1$  een gedeelte kortgesloten, dat nagenoeg gelijk is aan het gedeelte van de referentiweerstand  $R_2$  waarover de spanning  $V_{O2}$  staat.

De effectieve tijdconstante van de filterschakeling wordt

8401370

hierdoor gelijk aan:

$$\tau_{\text{eff}} = R^* \cdot C = \frac{C}{C_R} \cdot t_m \quad (7)$$

5 De tijdconstante wordt dus bepaald door de verhouding van twee capaci-  
teiten, die bij integratie wel nauwkeurig kan worden gemaakt en door een  
tijdsduur, die door de klokmiddelen zeer nauwkeurig kan worden vastgelegd.

De nauwkeurigheid waarmee de tijdconstante gerealiseerd wordt  
hangt tevens af van het aantal komparatoren dat wordt gebruikt. Alleen bij  
10 een onbeperkt aantal komparatoren wordt van de weerstand  $R_1$  een gedeelte  
kortgesloten dat nauwkeurig overeenkomt met de regelspanning  $V_{02}$ . Bij een  
beperkt aantal komparatoren wordt de nauwkeurigheid bepaald door de fractie  
van de weerstand die kan worden kortgesloten en het daarvoor gebruikte  
aantal komparatoren. De grootte van de fractie wordt bepaald door de  
15 onnauwkeurigheid in de waarde van de onafgeregelde tijdconstante  $R_1 C_1$  van  
het filter. Bedraagt deze bijvoorbeeld 25% dan kan worden volstaan met  
1/4 van de weerstand, dat kan worden kortgesloten. De referentieweerstand  
en de af te regelen weerstand zijn bij integratie slechts met een beperkte  
nauwkeurigheid aan elkaar gelijk te maken. Het maximale aantal kompara-  
20 toren voor het kortsluiten van een bepaalde fractie wordt dan bepaald  
door de onnauwkeurigheid in de gelijkheid van de weerstanden.

De komparatoren kunnen van elk gebruikelijk type zijn. Om te  
voorkomen, dat, indien de regelspanning op de ene ingang nagenoeg gelijk  
is aan de afgetakte spanning op de andere ingang, de uitgangen van de  
25 komparator ten gevolge van bijvoorbeeld ruis een stukje weerstand  
afwisselend wel en niet kortsluiten, zijn de komparatoren bij voorkeur  
voorzien van een hysteresis in de stuurkarakteristiek. Hierdoor wordt een  
gedeelte dat bijvoorbeeld wordt kortgesloten als de regelspanning groter  
wordt dan de afgetakte spanning, pas weer in de weerstand geschakeld  
30 als de regelspanning een zeker bedrag kleiner is geworden dan de afgetakte  
spanning.

In het beschreven uitvoeringsvoorbeeld is de af te regelen  
weerstand  $R_1$  gelijk aan de referentieweerstand  $R_2$ , zodat de gewenste  
tijdconstante wordt verkregen door van de af te regelen weerstand  $R_1$   
35 een deel kort te sluiten dat gelijk is aan het deel van de referentie-  
weerstand  $R_2$  waarover de regelspanning staat. De af te regelen weerstand  
kan echter ook een van de referentieweerstand verschillende weerstands-  
waarde bezitten. De aftakkingen op de af te regelen weerstand  $R_1$  dienen

8401370

dan zó te worden aangebracht dat het gedeelte dat kan worden kortgesloten procentueel gelijk is aan het van aftakkingen voorziene gedeelte van de referentieweerstand  $R_2$ . De effectieve tijdconstante (zie vergelijking 7) wordt dan gelijk aan:

$$\tau_{\text{eff}} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \tau_{\text{eff}} = \frac{R_1 C}{R_2 C_R} \cdot t_m \quad (8)$$

Een voordeel van de filterschakeling volgens de uitvinding is dat met één afregelschakeling tegelijk alle tijdconstanten in het filter worden afgeregeld. Een uitvoeringsvoorbeeld waarin twee tijdconstanten worden afgeregeld wordt toegelicht aan de hand van figuur 2, die een zogenaamde twee-orde Sallen en Key filter toont. Dit filter kan worden gebruikt als een anti-aliasing ingangfilter voor een tijddiscreet switched capacitor filter. Gelijke onderdelen zijn met dezelfde verwijzingscijfers als in figuur 1 weergegeven. Het eigenlijke filter bevat een weerstand  $R_1$  en een weerstand  $R_3$  die gegeven de vereiste filterwerking een bepaalde relatie tot condensator  $C_1$  en condensator  $C_6$  dienen te hebben. De weerstand  $R_3$  en de condensator  $C_6$  zijn verbonden met de niet-inverterende ingang van een volledig tegengekoppelde operationele versterker 60 waarvan de inverterende ingang met het van het verbindingspunt 50 afgekeerde uiteinde van condensator  $C_1$  is verbonden. De weerstand  $R_3$  is voorzien van aftakkingen 71 tot en met 80 die, evenals de aftakkingen op de weerstand  $R_1$ , zijn aangebracht op een onderlinge afstand die in verhouding tot de onderlinge afstand van de aftakkingen 11 tot en met 20 op de referentieweerstand  $R_2$  gelijk is aan de verhouding van de weerstandswaarden van deze weerstanden. De aftakkingen zijn verbonden met schakelaars  $S_{21}$  tot en met  $S_{30}$ , die evenals de schakelaars  $S_{11}$  tot en met  $S_{20}$  worden aangestuurd door de uitgangen van de komparatoren 21 tot en met 30. Hierdoor wordt van de weerstand  $R_3$  relatief eenzelfde gedeelte kortgesloten als van de weerstand  $R_1$ . De beide weerstanden zijn dan zodanig afgeregeld dat deze samen met de condensatoren de gewenste filterkarakteristiek geven.

De uitvinding is niet beperkt tot bovenbeschreven uitvoeringsvormen maar kan worden toegepast voor het afregelen van tijdconstanten in elke passieve of actieve filterschakeling. Voorts zijn een groot aantal variaties op de gegeven uitvoeringsvormen mogelijk. Zo kan in plaats van de integrator elke andere schakeling voor het opwekken van een regelspanning die een maat is voor het weerstandsverschil van de

8401370

referentieweerstand en de equivalente weerstand van de geschakelde condensator worden toegepast. Voor de houdschakeling zijn voor de vakman vele andere uitvoeringsvormen te bedenken. De houdschakeling kan ook worden weggelaten indien geklokte komparatoern worden teogepast  
5 waarbij de spanningen op de uitgangen tussen twee klokperioden niet veranderen.

10

15

20

25

30

35

8401370

Conclusies:

1. Filterschakeling omvattende tenminste een eerste weerstand en een eerste condensator met een door het produkt van de weerstandswaarde van de weerstand en de capaciteit van de condensator bepaalde tijdconstante en een van een geschakelde tweede condensator voorziene afregelschakeling  
5 voor het afregelen van de tijdconstante van de filterschakeling, met het kenmerk, dat de afregelschakeling voorts is voorzien van:
  - een referentieweerstand waarover een referentiespanning wordt aangelegd, die tevens over de tweede condensator wordt aangelegd,
  - eerste middelen voor het genereren van een regelspanning, die een maat  
10 is voor het verschil in weerstandswaarde van de referentieweerstand en de equivalent weerstandswaarde van de tweede condensator, die nagenoeg gelijk is aan de verhouding van de referentiespanning en het over een zeker tijdsinterval gemiddelde ladingstransport ten gevolge van het volledig ontladen van deze condensator in dit tijdsinterval,
  - 15 - en tweede middelen voor het met behulp van deze regelspanning kortsluiten van een gedeelte van de eerste weerstand, dat relatief nagenoeg gelijk is aan het gedeelte dat de referentieweerstand groter is dan de equivalente weerstand van de tweede condensator.
2. Filterschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de  
20 eerste middelen een integrator bevatten, die is voorzien van een versterker met een inverterende ingang en een niet-inverterende ingang die een vaste potentiaal voert en een uitgang, die door middel van een derde condensator is teruggekoppeld met de inverterende ingang, die verder is verbonden met een eerste uiteinde van een referentieweerstand, waarvan  
25 het tweede uiteinde een referentiepotentiaal voert, welke integrator gedurende een eerste tijdsinterval de door de referentieweerstand vloeiende stroom integreert, waarbij de tweede condensator op een eerste tijdstip in het eerste tijdsinterval aan de inverterende ingang een hoeveelheid lading toevoert, die overeenkomt met een spanning over de  
30 geschakelde condensator die gelijk is aan de spanning over de referentieweerstand en waarbij op een tweede tijdstip in het eerste tijdsinterval de regelspanning wordt afgenomen van de uitgang van de versterker.
3. Filterschakeling volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de eerste middelen verder zijn voorzien van:
  - 35 - een eerste schakelaar, die tussen de uitgang en de inverterende ingang van de versterker is aangebracht,
  - een tweede schakelaar voor het verbinden van een eerste aansluiting van de tweede condensator met het tweede uiteinde van de referentie-

8401370

- weerstand en met een eerste punt, dat dezelfde potentiaal voert als de niet-inverterende ingang van de versterker
- een derde schakelaar voor het verbinden van de tweede aansluiting van de tweede condensator met een tweede punt, dat dezelfde potentiaal voert als de niet-inverterende ingang van de versterker en met de inverterende ingang van de versterker,
  - en eerste en tweede klokmiddelen voor het besturen van de eerste, tweede en derde schakelaars, waarbij de eerste klokmiddelen gedurende een tweede tijdsinterval de tweede condensator tussen het tweede uiteinde van de referentieweerstand en het tweede punt schakelen en de derde condensator met de eerste schakelaar kortsluiten en waarbij de tweede klokmiddelen gedurende een derde door het eerste en tweede tijdstip begrensde tijdsinterval de tweede condensator tussen het eerste punt en de inverterende ingang van de versterker schakelen.
4. Filterschakeling volgens conclusie 2 of 3, met het kenmerk, dat de eerste middelen voorts een houdschakeling bevatten voor het vasthouden van de uitgangsspanning van de integrator op het tweede tijdstip tot het overeenkomstige tijdstip in het volgende integratieinterval.
5. Filtersschakeling volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de houdschakeling tevens een filterschakeling vormt voor het filteren van ongewenste signaalcomponenten in de uitgangsspanning van de integrator.
6. Filterschakeling volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de houdschakeling wordt gevormd door een vierde condensator, die door een vierde schakelaar met de uitgang van de versterker en parallel aan een vijfde condensator kan worden geschakeld.
7. Filterschakeling volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de vierde schakelaar door de eerste en tweede klokmiddelen wordt bestuurd, waarbij de eerste klokmiddelen gedurende het tweede tijdsinterval de vierde condensator parallel aan de vijfde condensator schakelen en de tweede klokmiddelen gedurende het derde tijdsinterval de vierde condensator met de uitgang van de versterker verbinden.
8. Filterschakeling volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de tweede middelen zijn voorzien van een aantal komparatoren met eerste en tweede ingangen, waarvan de eerste ingangen de regelspanning voeren en waarvan de tweede ingangen zijn gekoppeld met op equidistante afstanden aangebrachte aftakkingen op de referentieweerstand en welke komparatoren verder zijn voorzien van eerste en tweede uitgangen voor het besturen van schakelaars, die gedeelten van de eerste

8401370

weerstand kunnen kortsluiten, welke relatief nagenoeg gelijk zijn aan de tussen de aftakkingen op de referentieweerstand gelegen gedeelten.

9. Filterschakeling volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de komparatoren elk zijn voorzien van een eerste drempel voor het  
5 spanningsverschil tussen de eerste en tweede ingang, waarboven het spanningsverschil tussen de eerste en tweede uitgang van teken omkeert en zijn voorzien van een tweede onder de eerste gelegen drempel voor het spanningsverschil tussen de eerste en tweede ingang, waarbeneden het spanningsverschil tussen de eerste en tweede uitgang weer van teken  
10 omkeert.

10. Filterschakeling volgens conclusie 8 of 9, met het kenmerk, dat elke in de filterschakeling aanwezige weerstand, die voor de gewenste filterwerking een bepaalde relatie tot een bijbehorende condensator dient te hebben, is voorzien van schakelaars, die gedeelten van de  
15 weerstand kunnen kortsluiten, welke relatief nagenoeg gelijk zijn aan de tussen de aftakkingen op de referentieweerstand gelegen gedeelten en dat de eerste en tweede uitgangen van de komparatoren de schakelaars van deze weerstanden aansturen.

20

25

30

35

8401370

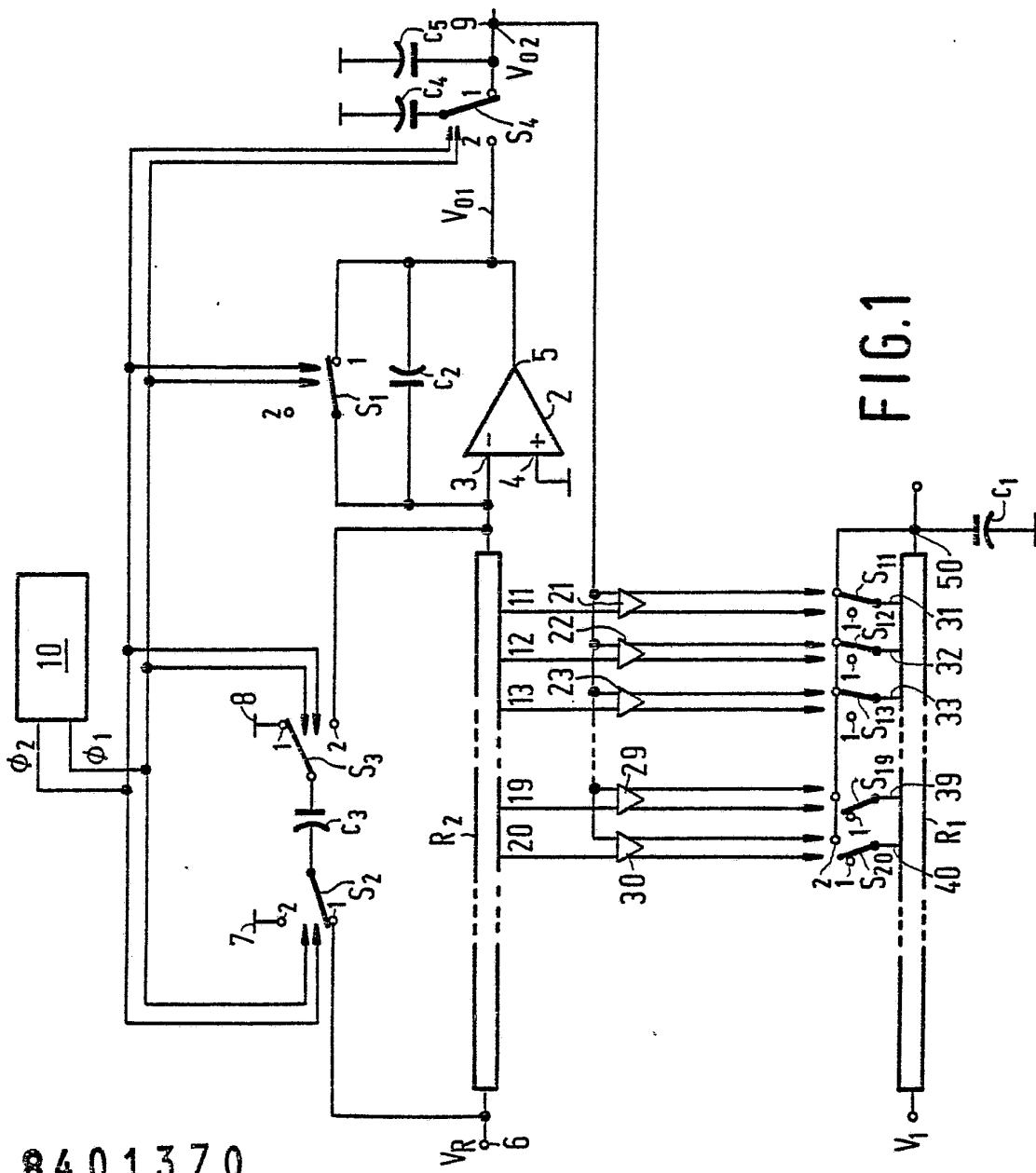


FIG. 1

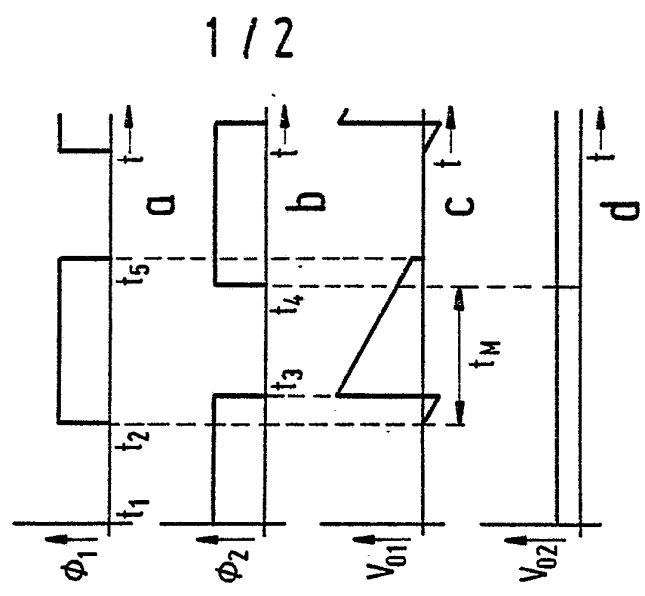


FIG. 2

8401370

1-II-PHN 11020



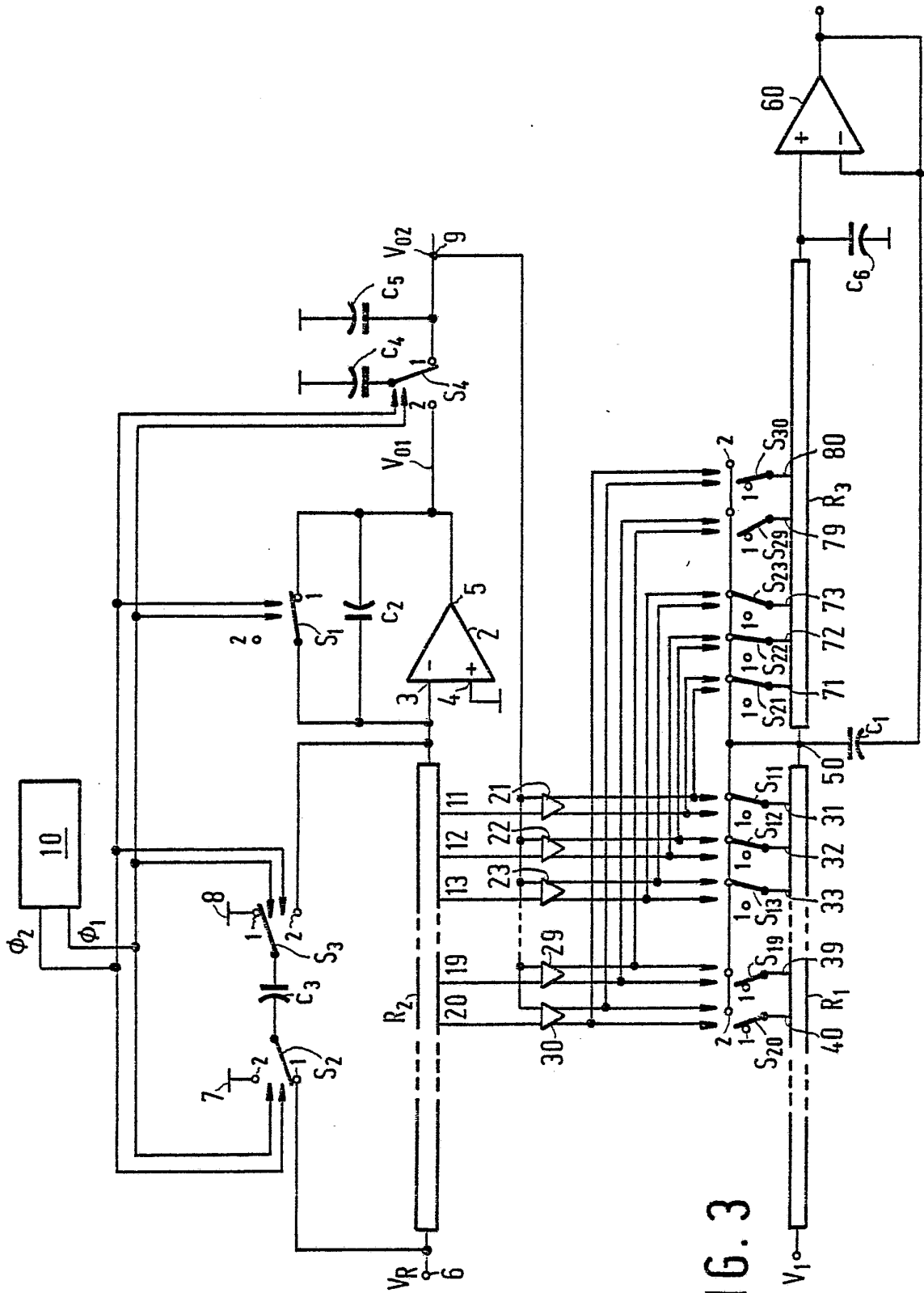


FIG. 3

8401370