



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8703128**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Digitaal-analoog-omzetter.**
- ⑤1 Int.Cl.: H03M 1/74.
- ⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
- ⑦4 Gem.: Ir. P.J.P.G. Simons c.s.
Internationaal Octroobureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8703128.
 - ②2 Ingediend 24 december 1987.
 - ③2 --
 - ③3 --
 - ③1 --
 - ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 17 juli 1989.

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.
Digitaal-analoog-omzetter.

De uitvinding heeft betrekking op digitaal-analoog-omzetter voor het omzetten van een digitaal ingangssignaal in een analoog uitgangssignaal, omvattende

- een ingangsklem voor het ontvangen van het digitale ingangssignaal,
- 5 - een uitgangsklem voor het afgeven van het analoge uitgangssignaal,
- een stroombronschakeling met N stroombronnen van in hoofdzaak onderling gelijke stroomsterkte, welke stroombronschakeling is ingericht voor het genereren van N stromen met een onderling gedefinieerde verhouding aan N uitgangen,
- 10 - een combinatieschakeling voor het als functie van het digitale ingangssignaal samenstellen van een analoog signaal uit de aan de uitgangen van de stroombronschakeling ter beschikking staande stromen, welke combinatieschakeling N ingangen bevat gekoppeld met de N uitgangen van de stroombronschakeling, een andere ingang bevat
- 15 gekoppeld met de ingangsklem, voor het ontvangen van het digitale ingangssignaal, en een uitgang bevat die is gekoppeld met de uitgangsklem.

Een dergelijke digitaal-analoog omzetter is bekend uit de gepubliceerde Nederlandse terinzagelegging 8003948 (PHN 9788).

- 20 In een dergelijke digitaal-analoog omzetter wordt gebruik gemaakt van het uit het Amerikaanse octrooischrift no. 3.982.172 (PHN 7513) en het Amerikaanse octrooischrift no. 4.125.803 (PHN 8376) - welke octrooischriften hierin zijn opgenomen als referentie - bekende dynamische omwisselprincipe waarbij in de stroombronschakeling stromen
- 25 met een nauwkeurige onderlinge sterkteverhouding worden gegenereerd door in hoofdzaak gelijke stromen volgens een cyclisch permuterend patroon naar uitgangen te schakelen. De bekende stroombronschakeling bevat daartoe een permutatieschakeling. Door het cyclisch permuterend schakelen verschijnt de relatieve afwijking van elk van de stromen
- 30 waarvan wordt uitgegaan, ten opzichte van een gemiddelde waarde even vaak per cyclus in elk van de uitgangsstromen. Daardoor bezit elk van de uitgangsstromen een gelijkstroomcomponent die een zeer nauwkeurige

. 87 03 12 8

sterkteverhouding met de gemiddelde waarde van de stromen waarvan wordt uitgegaan, en dus met elk van de gelijkstroomcomponenten van de andere uitgangsstromen, vertoont. De onderlinge afwijkingen tussen de stromen waarvan wordt uitgegaan verschijnen als wisselstroomcomponent in die
5 uitgangsstromen, welke wisselstroomcomponent, afhankelijk van de omwisselfrequentie ten opzichte van de hoogste signaalfrequentie en afhankelijk van de onderlinge sterkteverhouding van de stromen waarvan wordt uitgegaan, al dan niet storend kan zijn.

In die gevallen waar deze wisselstroomcomponenten storend
10 zijn kunnen deze weggefilterd worden door aan elke uitgang van de stroombronschakeling een middelingschakeling toe te voegen. Hierdoor kan zonder problemen met behulp van de resterende gelijkstromen digitaal-analoog omzetting met de combinatieschakeling uitgevoerd worden. De voornoemde sterkteverhouding is telkens een faktor twee. De te schakelen
15 stromen worden dan rechtstreeks door een bijbehorend bit van het digitale signaal ingeschakeld ter verhoging van het met het digitale signaal overeenkomende analoge signaal.

Voor het verkrijgen van de stromen met de onderling gedefinieerde verhouding wordt in de stroombronschakeling gebruik
20 gemaakt van schuifregisters, waarvan het aantal toeneemt, naarmate het aantal in de stroombronschakeling te generen stromen toeneemt. Dit heeft een grote vermogensdissipatie in de bekende D-A-omzetter tot gevolg.

De uitvinding beoogt een D-A-omzetter te verschaffen die eenvoudiger is, minder componenten benodigt, zodat de
25 vermogensdissipatie lager kan zijn, terwijl toch voor de ongelijkheid in de stromen gekompenseerd kan worden.

De digitaal-analoog-omzetter volgens de uitvinding heeft daartoe het kenmerk, dat de stroombronschakeling is ingericht voor het genereren van N stromen van in hoofdzaak onderling gelijke
30 stroomsterkte, dat voor het omzetten van een digitaal signaal D dat gedurende tijdinterval aan de ingangsklem wordt aangeboden het tijdinterval is onderverdeeld in ten minste twee deelintervallen, en dat de combinatieschakeling is ingericht voor het telkens gedurende een deelinterval combineren van de stromen van d stroombronnen, zodanig dat
35 in elk deelinterval liggend binnen het tijdinterval de stromen van telkens een andere combinatie van d uit de N stroombronnen met elkaar worden gekombineerd, waarbij d de decimale representatie is van het

. 87 03 128

digitale signaal D. De uitvinding is gebaseerd op het inzicht dat ook op andere wijze, dan in de Nederlandse octrooiaanvraag 8003948 beschreven, de D-A-omzetter kan gerealiseerd worden. Er wordt nu namelijk, uitgaande van oorspronkelijke stromen met in hoofdzaak onderling gelijke

5 stroomsterkte (die echter een ongelijkheid bezitten ten gevolge van de niet-lineariteiten en van de positionering van de stroombronnen op verschillende posities op een substraat) direkt een analoog signaal samengesteld dat de analoge representatie is van het digitale signaal D dat aan de ingangsklem is aangeboden. De in de bekende

10 stroombronschakeling aanwezige permutatieschakeling is hier dus overbodig. Door in de deelintervallen liggend binnen een tijdsinterval steeds een andere combinatie van de stroombronnen aan te sturen, en eventueel een middelingsschakeling aan te brengen tussen de uitgang van de kombinatieschakeling en de uitgangsklem wordt een analoog

15 uitgangssignaal verkregen waarin voor de ongelijkheid in de stroomsterkte is gekompenseerd.

De digitaal-analoog-omzetter kan verder zijn gekenmerkt, doordat, onder toevoeging van een index x (x geheel en $1 \leq x \leq N$) aan de stroombronnen, de kombinatieschakeling is ingericht voor het in een j -

20 de deelinterval van de J deelintervallen liggend in het tijdsinterval combineren van de stromen van de stroombronnen met index $\{(j-1)N+J\}/J$ tot en met $\{(j-1)N+d.J\}/J$ indien j oneven is, en voor het combineren van de stromen van de stroombronnen met index $(j.N-d.J+J)/J$ tot en met $j.N/J$ indien j even is, terwijl j loopt van 1

25 tot en met J en verder geldt dat, indien een volgens één der voorgaande formules berekende index x een waarde bezit die groter is dan N of kleiner is dan 1, in plaats van deze index een index x' genomen wordt waarvoor geldt

$$x' = x \bmod N.$$

30 In het bijzonder kan in een digitaal-analoog-omzetter waarbij de stroombronnen in één lijn liggend op een substraat zijn aangebracht, de kombinatieschakeling zijn ingericht voor het in een eerste deelinterval combineren van de stromen van de stroombronnen met index 1 tot en met d , en zijn ingericht voor het in een tweede deelinterval

35 combineren van de stromen van de stroombronnen met index $N+1-d$ tot en met N .

Met een dergelijke omzetter kan voor een lineaire

. 87 03 128

gradient over de stroomsterkten van de N stroombronnen worden gekompenseerd. Indien bovendien de kombinatieschakeling is ingericht voor het in een derde deelinterval combineren van de stromen van de stroombronnen met index $\frac{N}{2} + 1$ tot en met $\frac{N}{2} + d$, en
 5 is ingericht voor het in een vierde deelinterval combineren van de stromen van de stroombronnen met index $\frac{N}{2} + 1 - d$ tot en met $\frac{N}{2}$, dan kan worden gekompenseerd voor een over de stroomsterkten van de N stroombronnen verlopende gradient die symmetrisch is ten opzichte van het midden. De uitvinding zal hierna in
 10 de figuurbeschrijving aan de hand van een aantal uitvoeringsvoorbeelden nader worden uiteengezet.

Hierin toont:

Figuur 1 een eerste uitvoeringsvoorbeeld,

Figuur 2 in figuur 2a de stroomsterkten van de N
 15 stroombronnen, in figuur 2b de stroombronnen die in het eerste deelinterval met de uitgang van de kombinatieschakeling worden gekoppeld en in figuur 2c de stroombronnen die in het tweede deelinterval met de uitgang van de kombinatieschakeling worden gekoppeld,

Figuur 3 een tweede,

20 Figuur 4 een derde uitvoeringsvoorbeeld,

Figuur 5 de onderverdeling van een tijdinterval in J deelintervallen, en

Figuur 6 de stroomsterkten van N stroombronnen, waarbij een hogere orde gradient over de stroomsterktes aanwezig is, en de
 25 stroombronnen die in de vier deelintervallen in een tijdinterval met de uitgang van de kombinatieschakeling worden gekoppeld.

Figuur 1 toont een eerste uitvoeringsvoorbeeld van een D-A-omzetter volgens de uitvinding, die is voorzien van een ingangsklem 1 voor het ontvangen van een digitaal ingangssignaal D , een uitgangsklem 2
 30 voor het afgeven van het analoge uitgangssignaal, een stroombronschakeling 3 met N stroombronnen voor het leveren van N stromen I_1 tot en met I_N van in hoofdzaak onderling gelijke stroomsterkte, een kombinatieschakeling 4 en een middelingschakeling 5. N uitgangen 3.1 tot en met 3.N van de stroombronschakeling 3 zijn
 35 elk gekoppeld met een bijbehorende ingang, 4.1 tot en met 4.N respectievelijk, van de kombinatieschakeling 4. De kombinatieschakeling 4 heeft nog een andere ingang 6, die is gekoppeld met de ingangsklem 1,

. 87 03 12 8

en een uitgang 7, die is gekoppeld met een ingang 8 van de middelingsschakeling 5, waarvan de uitgang 9 is gekoppeld met de uitgangsklem 2.

De kombinatieschakeling 4 bevat verder N schakeleenheden S_1 tot en met S_N , elk met een ingang 10.1, een uitgang 10.2 en een stuursignaalingang 10.3. Deze referentienummers zijn alleen bij de schakeleenheid S_1 aangegeven, doch gelden evenzo bij de schakeleenheden S_2 tot en met S_N . Elk van de ingangen 4.1 tot en met 4.N van de kombinatieschakeling 4 is gekoppeld met de bijbehorende ingang 10.1 van één van de schakeleenheden S_1 tot en met S_N .

De uitgangen 10.2 van de schakeleenheden S_1 tot en met S_N zijn alle gekoppeld met de uitgang 7. Verder is een stuursignaalgenerator 15 voorzien. De stuursignaalgenerator 15 heeft een ingang 16 die is gekoppeld met de ingang 6 van de kombinatieschakeling en N uitgangen 17.1 tot en met 17.N die elk zijn gekoppeld met een bijbehorende stuursignaalingang 10.3 van één van de schakeleenheden S_1 tot en met S_N .

De middelingsschakeling 5 is ingericht voor het telkens over een tijdsinterval T_a uitmiddelen van het uitgangssignaal van de kombinatieschakeling 4, zoals later ook zal blijken. De middelingsschakeling is voor de uitvinding niet essentieel en ook niet noodzakelijk.

Voor het omzetten van een digitaal signaal D (dat uit een n bits digitaal getal van "enen" en "nullen" is opgebouwd) is het tijdsinterval, zijnde de middelingssperiode voor de middelingsschakeling 5, onderverdeeld in tenminste twee deelintervallen, en wordt het digitale signaal D gedurende het tijdsinterval T_a aan de ingangsklem 1 aangeboden.

De kombinatieschakeling is nu ingericht voor het telkens gedurende een deelinterval T_{di} liggend binnen het tijdsinterval T_a combineren van stromen van d stroombronnen, zodanig dat in elk deelinterval de stromen van telkens een ander combinatie van d uit de N stroombronnen I_1 tot en met I_N , met elkaar worden gekombineerd, waarbij d de decimale representatie is van het digitale signaal D.

De specifieke werking van het uitvoeringsvoorbeeld van figuur 1 wordt nader uitgelegd met behulp van figuur 2.

Figuur 2a toont de stroomverdeling I over de N

stroombronnen I_1 tot en met I_N . Langs de verticale as staat de stroomsterkte I uitgezet en langs de horizontale as het rangnummer x van de stroombron. Uit figuur 2a wordt duidelijk dat er een lineair verloop is over de stroomsterktes van de stroombronnen. Dit komt bij voorbeeld
 5 voor indien men de stroombronnen integreert en naast elkaar in één lijn op een substraat aanbrengt. Met \bar{I} is de over alle stroomsterktes gemiddelde stroomsterkte aangegeven. De stuursignaalgenerator 15 genereert nu in het eerste deelinterval schakelsignalen op de uitgangen 17.1 tot en met 17.d, in afhankelijkheid
 10 van het digitale signaal D dat aan de ingang 16 wordt aangeboden. Onder invloed van deze schakelsignalen sluiten zich de schakeleenheden S_1 tot en met S_d , dat wil zeggen zij realiseren een doorverbinding tussen de ingang 10.1 en de uitgang 10.2. Dit is in figuur 1 voor de schakeleenheden S_1 en S_2 aangegeven. Via de uitgang 7 vloeit er nu
 15 een stroomsterkte gelijk aan

$$I_1 + I_2 + \dots + I_{d-1} + I_d$$

Dit is in figuur 2b door middel van het gearceerde oppervlak aangegeven.

In het tweede deelinterval genereert de stuursignaal-
 20 generator 15, eveneens in afhankelijkheid van het digitale signaal D , stuursignalen aan de uitgangen 17.N+1-d tot en met 17.N. Dit betekent dat de schakeleenheden S_{N+1-d} tot en met S_N zich sluiten. Via de uitgang 7 vloeit nu een stroomsterkte gelijk aan

$$I_{N+1-d} + \dots + I_{N-1} + I_N$$

25 Dit is in figuur 2c door middel van het gearceerde oppervlak aangegeven.

Het middelen van de beide stroomsterkten in de middelingsschakeling 5 houdt in aan de uitgangsklem 2 een stroomsterkte wordt afgegeven die gelijk is aan

$$d \cdot \bar{I},$$

30 voor iedere waarde van het digitale signaal D . Duidelijk is dat op deze wijze voor het lineaire verloop over de stroomsterktes is gecorrigeerd.

De middelingsschakeling kan bijvoorbeeld een laagdoorlaatfilter zijn.

De klem 18 die is gekoppeld met de uitgangen 10.4 van de
 35 schakeleenheden S_1 tot en met S_N is bedoeld voor de stroomafvoer van de niet ingeschakelde stroombronnen, hetgeen betekent dat de bijbehorende schakeleenheid in een stand staat waarbij de ingang 10.1

. 8703128

met de uitgang 10.4 is gekoppeld.

Figuur 3 toont een tweede uitvoeringsvoorbeeld, dat veel overeenkomsten vertoont met dat van figuur 1. De $N (=7)$ stroombronnen worden hier gerealiseerd door middel van zeven npn transistoren $T_{4.1}$ tot en met $T_{4.7}$, waarvan de emitters alle naar aarde zijn gekoppeld en waarvan de bases de spanning $V_{ref 1}$ krijgen toegevoerd. De kollektoren van de transistoren vormen de uitgangen 3.1 tot en met 3.7 van de stroombronschakeling 3'.

De stuursignaalgenerator 15' omvat een omzetter 30 die een (3 bit) digitaal signaal dat aan zijn ingang 31.1, 31.2, 31.3 wordt toegevoerd omzet in een zogenaamde thermometercode. Dat wil zeggen dat, afhankelijk van de decimale waarde d overeenkomende met het digitale signaal D dat aan de ingang 31 wordt aangeboden, er d uitgangen, te weten de uitgangen 32.1 tot en met 32. d , van de uitgangen 32.1 tot en met 32.7 "hoog", ofwel "logisch één" worden. De uitgangen 32.1 tot en met 32.7 zijn elk gekoppeld met een basis van een bijbehorende npn transistor van de 7 npn transistoren $T_{1.1}$ tot en met $T_{1.7}$. De emitters van deze transistoren $T_{1.i}$ zijn elk gekoppeld met een emitter van een bijbehorende transistor $T_{2.i}$ van de npn transistoren $T_{2.1}$ tot en met $T_{2.7}$, waarbij i loopt van 1 tot en met 7. De gekoppelde emitters van de transistoren $T_{1.i}$ en $T_{2.i}$ zijn gekoppeld met de uitgang 3. i van de stroombronschakeling 3'. De bases van de transistoren $T_{2.1}$ tot en met $T_{2.7}$ krijgen alle de spanning $V_{ref 2}$ toegevoerd.

De twee transistoren $T_{1.i}$ en $T_{2.i}$ vormen een eerste schakeleenheid $S_{1.i}$ die is voorzien van een ingang (zijnde de gekoppelde emitters), een stuursignaalingang (zijnde de basis van de transistor $T_{1.i}$), en een eerste en een tweede uitgang (gevormd door de kollektoren van de transistoren $T_{1.i}$ respectievelijk $T_{2.i}$). De eerste uitgangen (de kollektoren van de transistoren $T_{1.1}$ tot en met $T_{1.7}$) zijn alle gekoppeld met een gemeenschappelijke klem 33.1. De tweede uitgangen (de kollektoren van de transistoren $T_{2.1}$ tot en met $T_{2.7}$) zijn alle gekoppeld met een gemeenschappelijke klem 33.2. Deze twee klemmen vormen de eerste en de tweede ingang van een tweede schakeleenheid 34, die verder een stuursignaalingang 35 en een uitgang 36 bevat die is gekoppeld met de uitgang 7 van de kombinatieschakeling 4'.

De tweede schakeleenheid 34 bevat vier npn transistoren

. 8703128

$T_{3.1}$ tot en met $T_{3.4}$. De emitters van de transistoren $T_{3.1}$ en $T_{3.2}$ zijn gekoppeld met de klem 33.1. De emitters van de transistoren $T_{3.3}$ en $T_{3.4}$ zijn gekoppeld met de klem 33.2. De bases van de transistoren $T_{3.1}$ en $T_{3.4}$ zijn gekoppeld met de stuursignaalingang

5 35. De bases van de transistoren $T_{3.2}$ en $T_{3.3}$ krijgen een spanning $V_{ref 3}$ toegevoerd. De kollektoren van de transistoren $T_{3.2}$ en $T_{3.4}$ zijn gekoppeld met de uitgang 36. De kollektoren van de transistoren $T_{3.1}$ en $T_{3.3}$ zijn gekoppeld met de klem 18.

Het 3 bit digitale signaal D wordt aangeboden aan de

10 ingang 6.

De drie bits worden elk over een aparte leiding toegevoerd aan eerste ingangen 37.1 tot en met 37.3 van EXOR-poorten 38.1 tot en met 38.3. Uitgangen 39.1 tot en met 39.3 van de drie EXOR-poorten 38 zijn gekoppeld met de ingangen 31.1 tot en met 31.3 van de

15 omzetter 30.

Een stuursignaalingang 40 is gekoppeld met de ingang 35 en met tweede ingangen 41.1, 41.2 en 41.3 van de EXOR-poorten 38.1, 38.2 en 38.3 respektievelijk.

In een eerste deelinterval T_{d1} liggend in het

20 tijdsinterval T_a wordt een eerste stuursignaal, zijnde een "logische nul" of "laag" signaal aan de ingang 40 aangeboden. De EXOR-poorten 38 laten het digitale signaal D ongewijzigd door. Dat betekent dat d uitgangen 32.1 tot en met 32.d van de omzetter 30 "hoog" zijn. Dit heeft tot gevolg dat de stroombronnen $T_{4.1}$ tot en met $T_{4.d}$ via de in geleiding

25 komende transistoren $T_{1.1}$ tot en met $T_{1.d}$ aan de uitgang 33.1 worden geschakeld. Bovendien zijn, ten gevolge van het "lage" stuursignaal aan de bases van de transistoren $T_{3.1}$ en $T_{3.4}$ en het signaal $V_{ref 3}$ aan de bases van de transistoren $T_{3.2}$ en $T_{3.3}$, de transistoren $T_{3.2}$ en $T_{3.3}$ geleidend, en de andere gesperd. Via de uitgang 36

30 loopt dus een stroomsterkte die overeenkomt met het gearceerde oppervlakte onder de kurve I in figuur 2b.

In het tweede deelinterval T_{d2} liggend binnen het tijdsinterval T_a wordt een tweede stuursignaal, zijnde een "logisch 1" of "hoog" signaal aan de ingang 40 aangeboden. De EXOR-poorten 38 laten nu

35 een digitaal signaal door dat de inverse is van het digitale signaal D ofwel \bar{D} . Dat houdt in dat de uitgangen 32.1 tot en met 32.N-d van de omzetter 30 "hoog" zijn. Dit heeft tot gevolg dat de stroombronnen

, 8703128

$T_{4.1}$ tot en met $T_{4.N-d}$ via de in geleiding komende transistoren $T_{1.1}$ tot en met $T_{1.N-d}$ aan de uitgang 33.1 worden geschakeld. Via deze uitgang loopt dus een stroomsterkte die overeenkomt met het niet gearceerde oppervlak onder de curve I in figuur 2c.

5 Vanwege het feit dat de uitgangen 32.N+1-d tot en met 32.N van de omzetter 30 "laag" zijn, zijn de transistoren $T_{2.N+1-d}$ tot en met $T_{2.N}$ in geleiding. Daardoor loopt er via de uitgang 33.2 een stroomsterkte die overeenkomt met het gearceerde oppervlak onder de curve I in figuur 2c.

10 Doordat aan de bases van de transistoren $T_{3.1}$ en $T_{3.4}$ een logisch "hoog" signaal wordt toegevoerd, zijn deze twee transistoren geleidend en de transistoren $T_{3.2}$ en $T_{3.3}$ gesperd. De ingang 33.2 is nu met de uitgang 36 gekoppeld. Via deze uitgang 36 loopt dus een stroomsterkte die overeenkomt met dat gearceerde oppervlak onder de
15 curve I in figuur 2c.

De middeling in de middelingsschakeling 5 resulteert dan in een analogoë uitgangssignaal aan de klem 2 gelijk aan d.T.

De uitvoeringsvoorbeelden van figuren 1 en 3 zijn bijzonder geschikt voor het compenseren voor een lineair verloopende
20 gradient over de stroomsterktes. Voor het compenseren van hogere orde gradienten over de stroomsterkte, zoals een gradient die een symmetrisch verloop heeft ten opzichte van het midden, zijn deze uitvoeringsvoorbeelden minder geschikt.

Het uitvoeringsvoorbeeld van figuur 4 is beter geschikt
25 om voor deze gradienten, die anders dan lineair verlopen, te corrigeren. Het uitvoeringsvoorbeeld van figuur 4 toont weer veel overeenkomsten met het uitvoeringsvoorbeeld van figuur 1. De stuursignaalgenerator 15" krijgt via een ingang 16 het digitale signaal D gedurende het tijdsinterval T_a aangeboden en via de ingang 40 het
30 eerste stuursignaal C aangeboden. Het stuursignaal C zorgt ervoor dat het tijdsinterval T_a wordt onderverdeeld in J deelintervallen T_{dj} , en dat de stuursignaalgenerator 15" in elk van deze J deelintervallen d schakelsignalen genereert op d van de N uitgangen 17.

In elk deelinterval wordt telkens een andere combinatie
35 van d van de N uitgangen 17 voorzien van de d schakelsignalen. Onder invloed van een schakelsignaal, toegevoerd aan de stuursignaalingang 10.3 zal een schakeleenheid, zoals schakeleenheid S_1 , in de andere dan

. 87 03 12 8

de getekende stand komen te staan, hetgeen dus betekent dat in elk van de deelintervallen telkens een andere combinatie van d stroombronnen met de uitgang 7 wordt gekoppeld.

De stuursignaalgenerator 15" kan zodanig zijn ingericht
 5 dat in het j -de deelinterval T_{dj} de stroombronnen I_x met index x gelijk aan $\{(j-1)N+J\}/J$ tot en met $\{(j-1)N+d.J\}/J$ aan de uitgang 7 worden gekoppeld, waarbij j is oneven, dan wel de stroombronnen I_x met index x is gelijk aan $(j.N-d.J+J)/J$ tot en met $j.N/J$ aan de uitgang 7 worden gekoppeld, waarbij j is even.

10 Voor $J=2$ krijgen wij weer de uitvoeringsvoorbeelden van figuur 1 of 3.

Een uitvoeringsvoorbeeld waarbij $J=4$ zal aan de hand van figuur 6 nader worden uiteengezet. Aangenomen wordt dat de stroombronschakeling 3" zestien stroombronnen bevat. In figuur 6 is een
 15 gradient over de zestien stroombronnen aangenomen die is opgebouwd uit een eerste orde (lineair) en ten tweede orde (een symmetrische) gradient.

In het eerste deelinterval ($j=1$) worden de stroombronnen I_1 tot en met I_d aan de uitgang 7 geschakeld. Daar in figuur 6 is
 20 aangenomen dat $d=3$, betekent dit dat de eerste drie stroombronnen I_1 , I_2 en I_3 aan de uitgang 7 zijn geschakeld, zie de van linksonder naar rechtsboven verlopende dikke arcering in figuur 6.

In het tweede deelinterval ($j=2$) worden de stroombronnen met index $\frac{N}{2}-d+1$ tot en met $\frac{N}{2}$ aan de uitgang 7
 25 geschakeld. Dit betekent: de stroombronnen I_6 , I_7 en I_8 , zie de van linksboven naar rechtsonder verlopende dikke arcering in figuur 6.

In het derde deelinterval ($j=3$) worden de stroombronnen met index $\frac{N}{2}+1$ tot en met $\frac{N}{2}+d$ aan de uitgang 7
 30 geschakeld, ofwel de stroombronnen I_9 tot en met I_{11} , zie de dunne arcering van linksonder naar rechtsboven in figuur 6.

In het vierde deelinterval ($j=4$) worden de stroombronnen met index $N-d+1$ tot en met N aan de uitgang 7 gekoppeld, ofwel de stroombronnen I_{14} , I_{15} en I_{16} , zie de dunne arcering van
 linksboven naar rechtsonder in figuur 6.

35 Na middeling in de aan de uitgang 7 aangesloten middelingsschakeling (niet getekend) wordt aan de uitgang van de D-A-omzetter een stroomsterkte van $d.\bar{I}$ gegenereerd, waarbij \bar{I}

8703128

de over de 16 stroomsterktes gemiddelde waarde is.

Het spreekt natuurlijk voor zich dat de volgorde van de (vier) deelintervallen ook anders genomen kan worden.

Mocht d groter zijn dan $N/2$, dan levert de bovengrens
5 $\{(j-1)N+d\}/J$, voor j oneven, een index op die groter dan N kan zijn.
Evenzo levert de ondergrens $(j.N-dJ+J)/J$, voor j even, een index op die
kleiner dan of gelijk aan nul kan zijn.

De stuursignaalgenerator 15" is nu zodanig ingericht dat
voor de indices $N+1$, $N+2$, $N+3$, enz. de index 1, 2, 3 enz. genomen wordt
10 (dat wil zeggen de waarde N wordt van de index afgetrokken), en dat voor
de indices 0, 1, 2, enz. de index 16, 15, 14 enz. genomen wordt.

Ofwel: $x' = x \bmod N$.

Het zij vermeld dat de uitvinding niet is beperkt tot
enkel de getoonde uitvoeringsvoorbeelden. De uitvinding is evenzeer van
15 toepassing op die uitvoeringsvormen die op niet op de uitvinding
betrekking hebbende punten van de getoonde uitvoeringsvoorbeelden
verschillen.

. 87 03 128

Konklusies:

1. Digitaal-analoog-omzetter voor het omzetten van een digitaal ingangssignaal in een analoog uitgangssignaal, omvattende
 - een ingangsklem voor het ontvangen van het digitale ingangssignaal,
 - een uitgangsklem voor het afgeven van het analoge uitgangssignaal,
 - 5 - een stroombronschakeling bevattende N stroombronnen van in hoofdzaak onderling gelijke stroomsterkte, welk stroombronschakeling is ingericht voor het genereren van N stromen met een onderling gedefinieerde verhouding aan N uitgangen,
 - een kombinatieschakeling voor het als functie van het digitale
 - 10 ingangssignaal samenstellen van een analoog signaal uit de aan de uitgangen van de stroombronschakeling ter beschikking staande stromen, welke kombinatieschakeling N ingangen bevat gekoppeld met de N uitgangen van de stroombronschakeling, een andere ingang bevat gekoppeld met de ingangsklem, voor het ontvangen van het digitale
 - 15 ingangssignaal, en een uitgang bevat die is gekoppeld met de uitgangsklem,met het kenmerk, dat de stroombronschakeling is ingericht voor het genereren van N stromen van in hoofdzaak onderling gelijke stroomsterkte, dat voor het omzetten van een digitaal signaal D dat gedurende een tijdinterval aan de ingangsklem wordt aangeboden, het
 - 20 tijdinterval is onderverdeeld in ten minste twee deelintervallen, en dat de kombinatieschakeling is ingericht voor het telkens gedurende een deelinterval combineren van de stromen van d stroombronnen, zodanig dat in elk deelinterval liggend binnen het tijdinterval de stromen van
 - 25 telkens een andere combinatie van d uit de N stroombronnen met elkaar worden gekombineerd, waarbij d de decimale representatie is van het digitale signaal D.
2. Digitaal-analoog-omzetter volgens konklusie 1, met het kenmerk, dat, onder toevoeging van een index x (x geheel en $1 \leq x \leq N$)
 - 30 aan de stroombronnen, de kombinatieschakeling is ingericht voor het in een j-de deelinterval van de J deelintervallen liggend in het tijdinterval, combineren van de stromen van de stroombronnen met index

$\{(j-1)N+J\}/J$ tot en met $\{(j-1).N+d.J\}/J$ indien j oneven is, en voor het combineren van de stromen van de stroombronnen met index $(j.N-d.J+J)/J$ tot en met $j.N/J$ indien j even is, terwijl j loopt van 1 tot en met J en verder geldt dat, indien een volgens één der voorgaande formules

- 5 berekende index x een waarde bezit die groter is dan N of kleiner is dan 1, in plaats van deze index een index x' genomen wordt waarvoor geldt

$$x' = x \bmod N$$

3. Digitaal-analoog-omzetter volgens konklusie 1, met het kenmerk, dat de stroombronnen in een lijn naast elkaar liggend op een substraat zijn aangebracht, dat, onder toevoeging van een index x (x geheel en $\leq N$) aan de stroombronnen, waarbij de index 1 wordt toegekend aan één der buitenste stroombronnen, daarop volgende indices aan opeenvolgend aangrenzende stroombronnen en de hoogste index aan de andere buitenste stroombron, de kombinatieschakeling is ingericht voor het in een eerste deelinterval combineren van de stromen van de stroombronnen met index 1 tot en met d , en is ingericht voor het in een tweede deelinterval combineren van de stromen van de stroombronnen met index $N+1-d$ tot en met N .

4. Digitaal-analoog-omzetter volgens konklusie 3, met het kenmerk, dat N is even, dat de kombinatieschakeling verder is ingericht voor het in een derde deelinterval combineren van de stromen van de stroombronnen met index $\frac{N}{2} + 1$ tot en met $\frac{N}{2} + d$, en is ingericht voor het in een vierde deelinterval combineren van de stromen van de stroombronnen met index $\frac{N}{2} + 1 - d$ tot en met

25 $\frac{N}{2}$.

5. Digitaal-analoog-omzetter volgens één der voorgaande konklusies, met het kenmerk, dat de kombinatieschakeling daartoe is voorzien van N schakeleenheden, elk met een ingang, een stuursignaalingang en een uitgang, en een stuursignaalgenerator, met een ingang en N uitgangen, dat elk van de N ingangen van de kombinatieschakeling is gekoppeld met een bijbehorende ingang van één van de N schakeleenheden, waarvan de uitgangen alle zijn gekoppeld met de uitgang van de kombinatieschakeling, dat de andere ingang van de kombinatieschakeling is gekoppeld met de ingang van de stuursignaalgenerator voor het ontvangen van het digitale ingangssignaal, dat elk van de N uitgangen van de stuursignaalgenerator is gekoppeld met een bijbehorende stuursignaalingang van één van de

, 87 03 128

N schakeleenheden, dat de stuursignaalgenerator is ingericht voor het in afhankelijkheid van het aan de ingang aangeboden digitale signaal D genereren van d schakelsignalen en voor het in elk deelinterval liggend in het tijdinterval toevoeren van deze d schakelsignalen aan telkens een
5 andere combinatie van d uitgangen van de stuursignaalgenerator, en dat elk van de schakeleenheden is ingericht voor het koppelen van zijn ingang met zijn uitgang onder invloed van een schakelsignaal toegevoerd aan de bijbehorende stuursignaalingang.

6. Digitaal-analoog-omzetter volgens konklusie 3, met het
10 kenmerk, dat de combinatieschakeling daartoe is voorzien van N eerste schakeleenheden, elk met een ingang, een stuursignaalingang en een eerste en een tweede uitgang, een tweede schakeleenheid met een eerste en een tweede ingang, een stuursignaalingang en een uitgang en een stuursignaalgenerator met een ingang en N uitgangen,
15 dat elk van de N ingangen van de combinatieschakeling is gekoppeld met een bijbehorende ingang van één van de N eerste schakeleenheden, de eerste uitgangen van alle N eerste schakeleenheden zijn gekoppeld met de eerste ingang van de tweede schakeleenheid, de tweede uitgangen van alle N eerste schakeleenheden zijn gekoppeld met de tweede ingang van de
20 tweede schakeleenheid, de uitgang van de tweede schakeleenheid is gekoppeld met de uitgang van de combinatieschakeling, dat de andere ingang van de combinatieschakeling via een omzettereenheid, die is voorzien van een stuursignaalingang, is gekoppeld met de ingang van de stuursignaalgenerator, dat elk van de N
25 uitgangen van de stuursignaalgenerator is gekoppeld met een bijbehorende stuursignaalingang van één van de N eerste schakeleenheden, dat de omzettereenheid is ingericht voor het doorlaten van het digitale signaal D naar de ingang van de stuursignaalgenerator onder invloed van een eerste stuursignaal dat gedurende het eerste deelinterval aan de
30 stuursignaalingang van de omzettereenheid wordt aangeboden, en voor het doorlaten van een geïnverteerd digitaal signaal \bar{D} naar de ingang van de stuursignaalgenerator onder invloed van een tweede stuursignaal dat gedurende het tweede deelinterval aan de stuursignaalingang van de omzettereenheid wordt aangeboden,
35 dat de stuursignaalgenerator is ingericht voor het in afhankelijkheid van het gedurende het eerste deelinterval aan zijn ingang aangeboden digitale signaal D genereren van d eerste schakelsignalen en $N-d$ tweede

. 87 03 128

schakelsignalen, voor het toevoeren van deze eerste schakelsignalen aan de eerste d uitgangen en voor het toevoeren van deze tweede schakelsignalen aan de resterende $N-d$ uitgangen, dat de stuursignaalgenerator verder is ingericht voor het in

5 afhankelijkheid van het gedurende het tweede deelinterval aan zijn ingang aangeboden digitale signaal \bar{D} genereren van $N-d$ eerste schakelsignalen en d tweede schakelsignalen, voor het toevoeren van deze eerste schakelsignalen aan de eerste $N-d$ uitgangen en voor het toevoeren van deze tweede schakelsignalen aan de resterende uitgangen,

10 dat elk van de eerste schakeleenheden is ingericht voor het koppelen van zijn ingang met zijn eerste uitgang onder invloed van het eerste schakelsignaal en voor het koppelen van zijn ingang met zijn tweede uitgang onder invloed van het tweede schakelsignaal, en dat de tweede schakeleenheid is ingericht voor het koppelen van zijn eerste ingang met

15 zijn uitgang onder invloed van het eerste stuursignaal, en is ingericht voor het koppelen van zijn tweede ingang met de uitgang onder invloed van het tweede stuursignaal, welk eerste en tweede stuursignaal gedurende het eerste respectievelijk tweede deelinterval aan de stuursignaalingang van de tweede schakeleenheid wordt aangeboden.

20 7. Ditigitaal-analoog omzetter volgens één der voorgaande konklusies, met het kenmerk, dat tussen de uitgang van de kombinatieschakeling en de uitgangsklem een middelingsschakeling is aangebracht, welke middelingsschakeling is ingericht voor het telkens over een tijdinterval uitmiddelen van het uitgangssignaal van de

25 kombinatieschakeling.

. 8703128

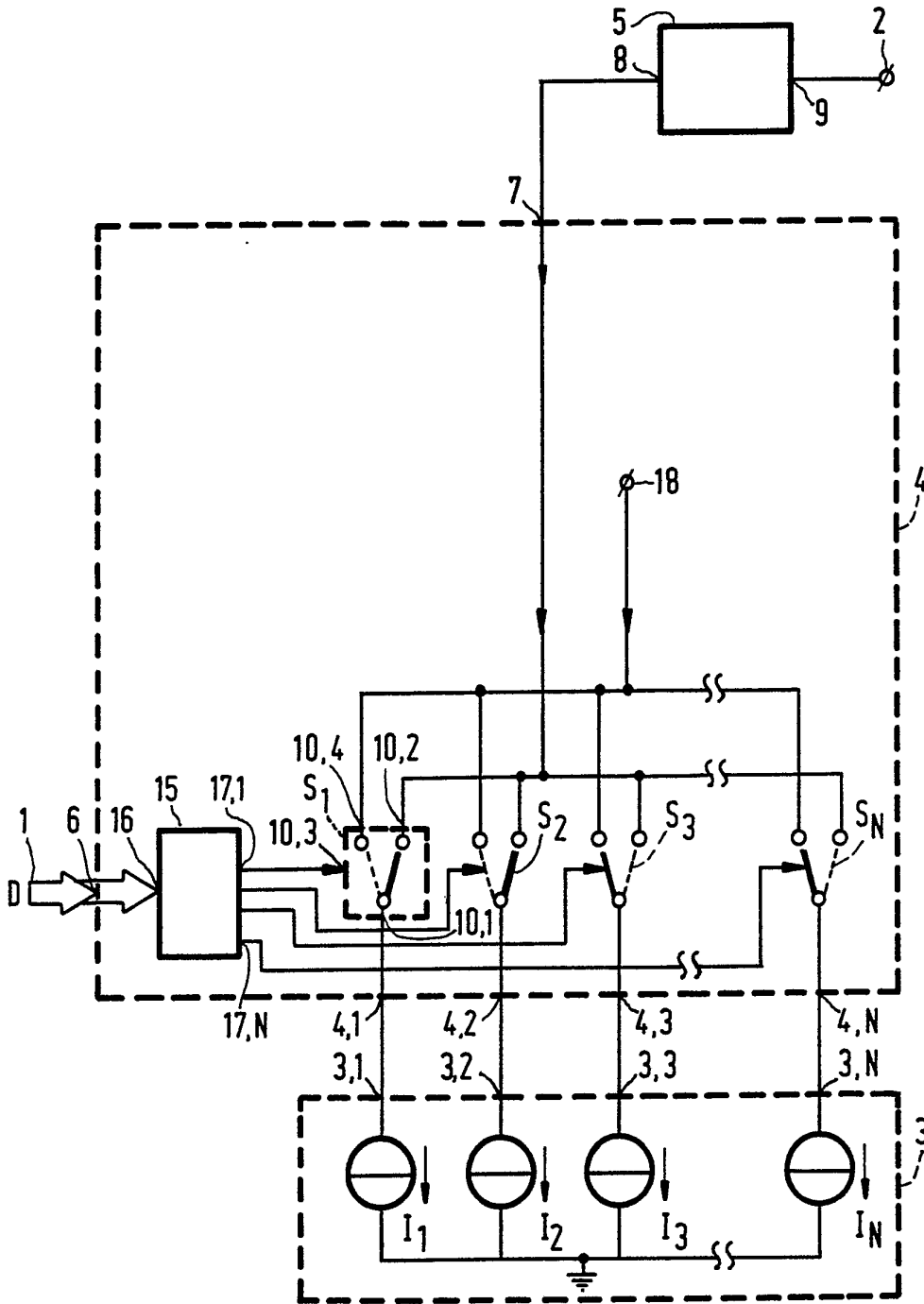


FIG.1

. 87 03 128

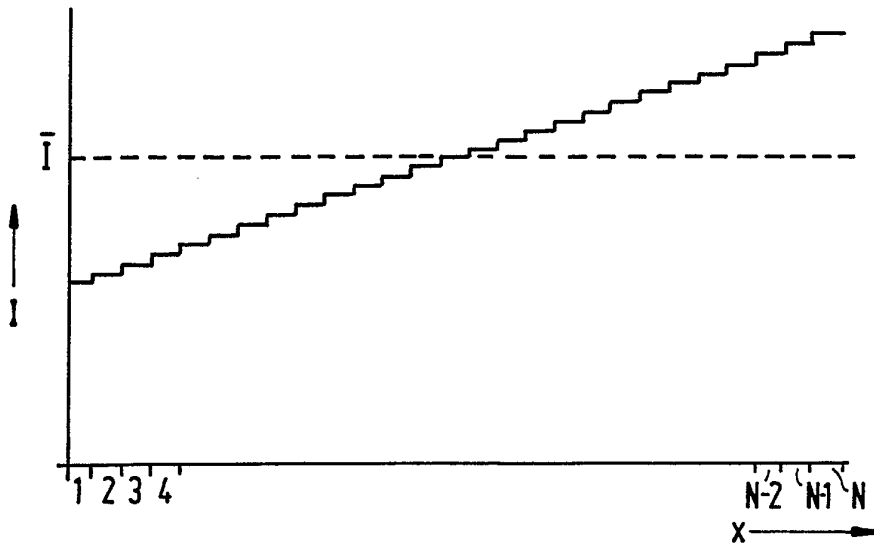


FIG. 2a

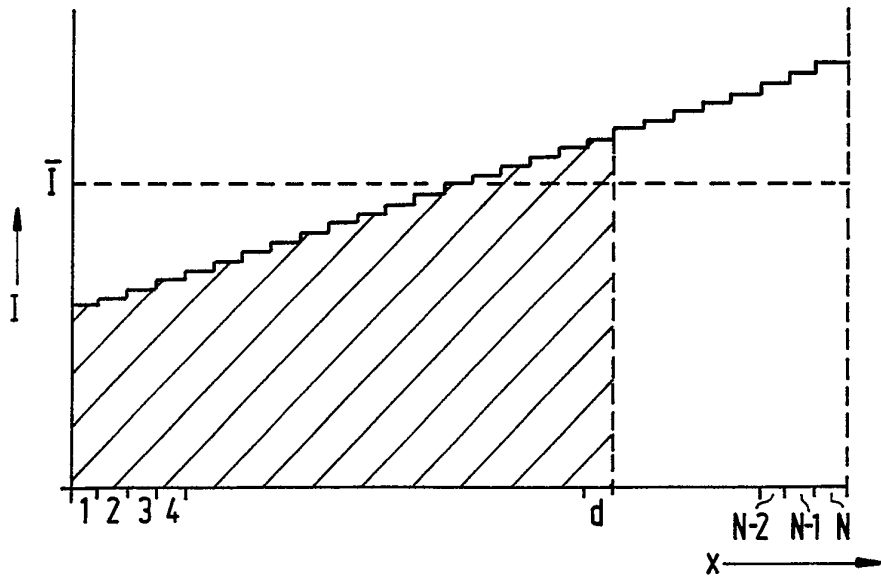


FIG. 2b

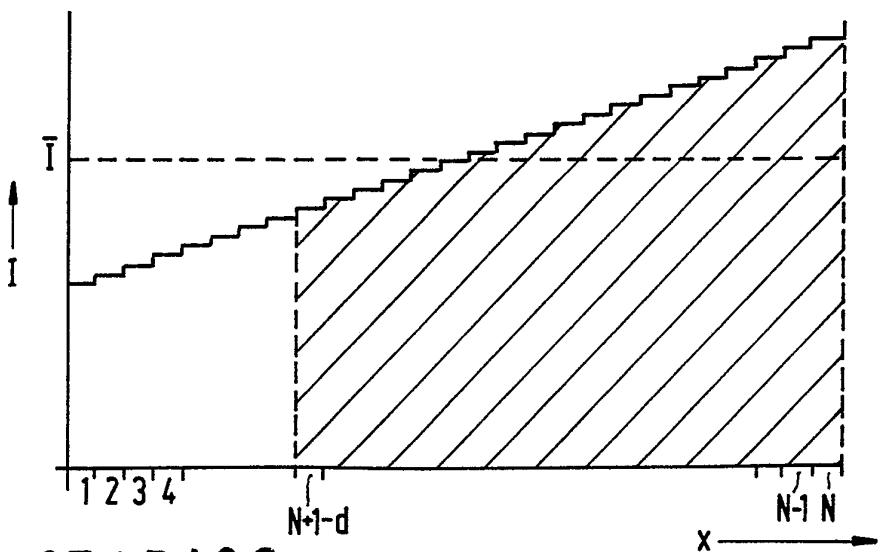


FIG. 2c

87 03 128

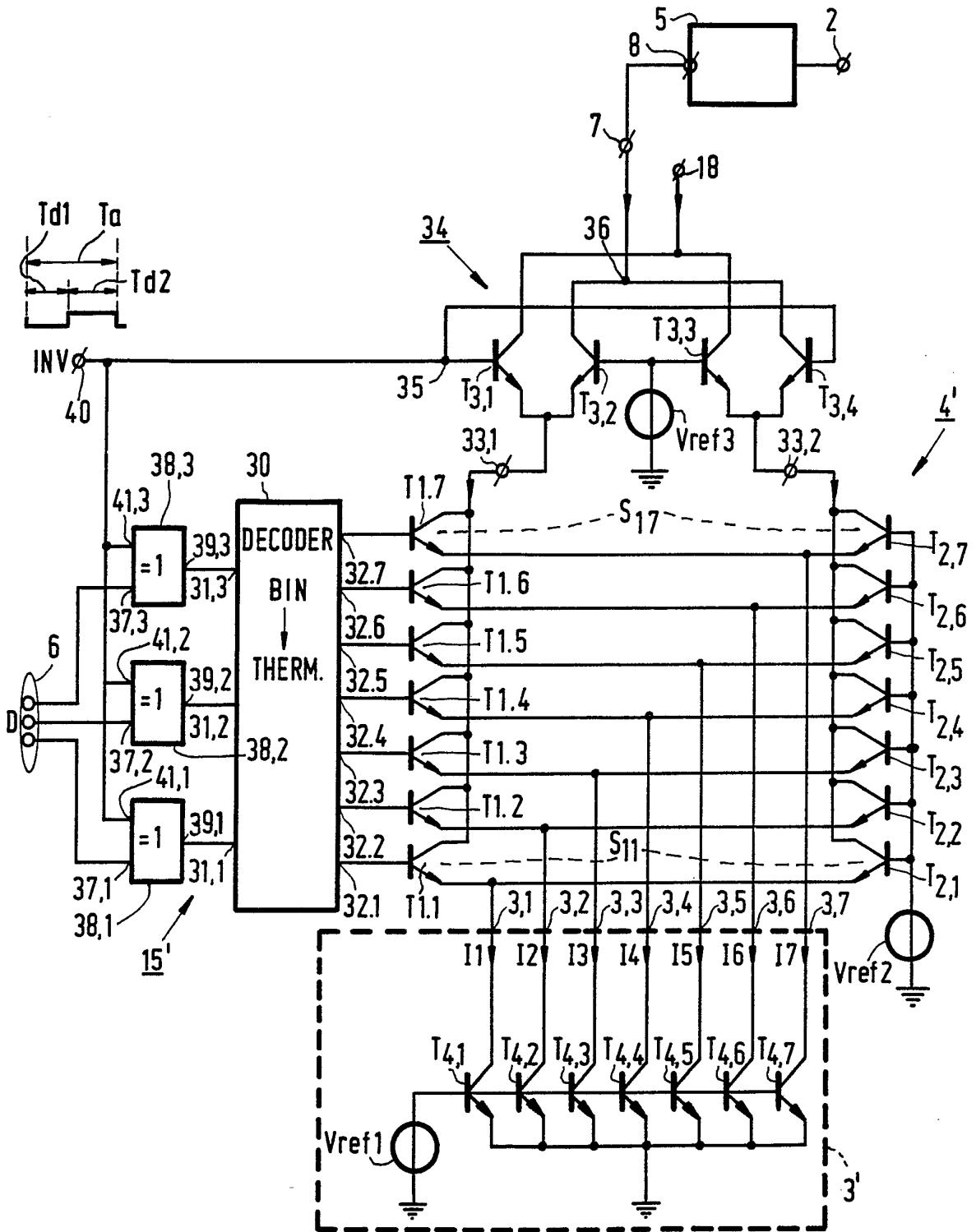


FIG. 3

