



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8203247**

Nederland

⑲ NL

⑤4 **Functiegenerator met onafhankelijk instelbare symmetrie en frequentie.**

⑤1 Int.Cl.³: H03K 4/06, G06F 15/20.

⑦1 Aanvrager: Tektronix, Inc. te Beaverton, Oregon, Ver. St. v. Am.

⑦4 Gem.: Ir. H. Mathol c.s.
Octrooi- en Merkenbureau van Exter
Willem Witsenplein 3 & 4
2596 BK 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8203247.

②2 Ingediend 19 augustus 1982.

③2 Voorrang vanaf 21 augustus 1981.

③3 Land van voorrang: Japan (JP).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 131424/81 .

⑥2 - -

④3 Ter inzage gelegd 16 maart 1983.

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

Korte aanduiding: Functiegenerator met onafhankelijk instelbare symmetrie en frequentie.

De uitvinding heeft betrekking op een functiegenerator, in het bijzonder voor het opwekken van een driehoeksgolfvorm met bestuurbare symmetrie en frequentie.

Functiegeneratoren zijn op zich bekend; zij worden op grote schaal gebruikt voor het opwekken van een driehoeksgolfvormer met bestuurbare frequentie die kunnen worden omgezet in verschillende andere golfvormen, bij voorbeelden kandeelgolven, sinusvormige golven etc. voor test- en meetdoeleinden. Een daarbij optredend probleem is het feit dat wanneer de golfvormsymmetrie wordt veranderd, de uitgangsfrequentie eveneens wijzigt. Dergelijke functiegeneratoren vergen een gecompliceerde instelling, omdat er een wisselwerking bestaat tussen de instelling van frequentie enerzijds en de symmetrie anderzijds. In die gevallen waarin het gewenst is snel een uitgangssignaal met voorafbepaalde frequentie en symmetrie (of werk-rustverhouding) te verkrijgen is het moeilijk snel de gewenste signaalkarakteristieken te verkrijgen.

De uitvinding verschaft een functiegenerator waarin symmetrie en de frequentie van het uitgangssignaal onafhankelijk van elkaar en zonder elkaar te beïnvloeden kunnen worden geregeld. Een paar stroomgeneratoren wordt gebruikt voor het laden en ontladen van een condensator voor het opwekken van een driehoekvormige spanning. Een paar digitaal-analoogomzetters met bestuurbare referentiespanning wordt gebruikt voor het besturen van de stroomgeneratoren. Besturingsmiddelen leveren geschikte digitale data naar de twee digitaal-analoogomzetters voor het variëren van de symmetrie terwijl de frequentiekarakteristiek constant blijft. Het uiteindelijke resultaat is dat frequentie en symmetrie van de uitgangszaagtandspanning onafhankelijk van elkaar kunnen worden bestuurd zonder onderlinge beïnvloeding.

De uitvinding verschaft aldus een verbeterde functiegenerator met onafhankelijk van elkaar bestuurbare frequentie- en symmetriekarakteristieken die digitaal kan worden bestuurd.

De uitvinding wordt toegelicht aan de hand van de tekening.

Fig. 1 is een blokschema van een gebruikelijke functiegenerator;

Fig. 2 is een schema dat details toont van de op zich bekende functiegenerator;

Fig. 3 toont het amplitude-tijdverloop van driehoekige golfvormen;

Fig. 4 is een eenvoudige blokdiagram van de functiegenerator volgens de uitvinding;

5 Fig. 5A en 5B zijn schema's van de bovenste respectievelijk onderste stroomgeneratordelen in een functiegenerator volgens de uitvinding;

Fig. 6 toont details van de volgens de uitvinding toegepaste digitaal-analoogomzetter.

10 Fig. 1 toont het blokschema van een op zich bekende functiegenerator bestemd voor het opwekken van een driehoekvormige golfvorm. De uitgangsströmen I_U en I_D van een stroombron 10 en een stroomdispeer-element 12 vloeien afwisselend naar respectievelijk van de condensator 16 via een bestuurbare schakelaar 14 die staat onder besturing van de schakelbesturingsketen 20. De spanning over de condensator 16 wordt afgenomen van de uitgangsaansluiting 22 via de bufferversterker 13. Het uitgangssignaal van de bufferversterker 18 wordt tevens toegevoerd met aan de schakelbesturingsketen 20.

De werking van de keten is als volgt: aannemend dat de schakelaar 14 aanvankelijk in de bovenste stand is, wordt de stroom I_U gebruikt voor het lineair laden van de condensator 16; dan wordt het positief gaand deel van de driehoekvormige spanning gevormd. Wanneer de spanning over de condensator 16 een bovenste drempelwaarde V_U bereikt zet de schakelketen 20 de schakelaar 14 in de onderste stand 25 waardoor de stroom I_D , geleverd door de condensator 16, gaat vloeien zodat het lineair negatief gaande deel van het signaal wordt opgewekt. Dit proces wordt herhaald wanneer het driehoekvormig signaal een onderste drempelwaarde V_L bereikt.

Fig. 2 is een meer gedetailleerd schema van een dergelijke functiegenerator. De stroombron 10' bestaat uit het paar transistoren 30 24 en 26 waarvan de basissen zijn verbonden met de uitgang van de operationele versterker 28. De emitters van de transistoren 24 en 26 zijn via de weerstanden 34 respectievelijk 36 verbonden met de beide einden van de potentiometer 32, waarvan de loper aan een positieve 35 spanning ligt. De operationele versterker 28 vergelijkt de emitterspanning van de transistor 26 die is verbonden met de inverterende ingang van de operationele versterker 28 met een bestuurbare referentiespanning afgeleid van de potentiometer 30 en aangelegd aan de niet

inverterende ingang van de operationele versterker 28. De collectorstroom van de transistor 24 representeert de laadstroom I_U in fig. 1 terwijl de collectorstroom van de transistor 26 wordt gebruikt voor het besturen van de stroomspiegelketen 12' voor de ontlaadstroom I_D . De stroomspiegelketen 12' bestaat uit drie transistors 38, 40 en 42 en twee weerstanden 44 en 46. De collectoremitterovergang van de transistor 42 en de weerstand 46 zijn in serie opgenomen tussen de collector van de transistor 26 en een negatieve spanning. De collectorstroom van de transistor 38 representeert de ontlaadstroom I_D . De stuurschakelaar 14 wordt gevormd door een diodebrug met de vier dioden a t/m d.

Tijdens bedrijf zijn de transistoren 24 en 26 gelijk geleidend wanneer de loper van de potentiometer 32 in het midden staat. Door het kiezen van een identieke weerstandswaarde voor de weerstanden 44 en 46 zal de collectorstroom van de transistor 26 een nauwkeurige reproductie zijn van die van de transistor 38. Daardoor is I_U gelijk aan I_D . Wanneer de ingangsspanning op de ingangsaansluiting 23 betrekkelijk hoog is zijn de dioden a en d geleidend en zijn de dioden b en c niet geleidend. De laadstroom I_U wordt daardoor geleverd aan de condensator 16 terwijl de ontlaadstroom I_D wordt afgeleid naar de ingangsaansluiting 23. Zoals reeds is beschreven aan de hand van fig. 1 zal het positief gaand deel van de driehoeksspanning voortduren (zie het tijdverloop $t_0 - t_2$ in fig. 3) tot de spanning de waarde V_U bereikt op het tijdstip t_2 , op welk punt de stuurschakelaar 14 wordt omgekeerd door het verlagen van de ingangsspanning tot een betrekkelijk laag niveau. Nu worden de dioden b en c geleidend terwijl de dioden a en d niet geleidend zijn, waardoor het negatief gaand deel (periode $t_2 - t_4$ in fig. 3) van de driehoeksspanning wordt opgewekt. Wanneer met C wordt voorgesteld de capaciteit van de condensator 16 volgen de perioden $t_0 - t_2$ en $t_2 - t_4$ uit de volgende vergelijkingen:

$$T_1 = t_2 - t_0 = \frac{CV}{I_U} \dots\dots\dots (1)$$

$$T_2 = t_4 - t_2 = \frac{CV}{I_D} \dots\dots\dots (2)$$

$$T = T_1 + T_2 = \left(\frac{1}{I_U} + \frac{1}{I_D} \right) CV \dots\dots\dots (3)$$

De totale periode T van de driehoekvormige uitgangsspanning is

een functie van C , V , I_U en I_D . Uit vergelijking (3) volgt dat de periode evenredig is met de capaciteit C . De stromen I_U en I_D worden bestuurd door de instelling der potentiometer 30. De periode T is omgekeerd evenredig met de stromen I_U en I_D . Met andere woorden:

5 de uitgangsfrequentie neemt toe wanneer de stromen I_U en I_D toenemen door verandering van de referentiespanning aangelegd aan de niet inverterende ingang van de operationele versterker 28 van een hoge en lage waarde.

De symmetrie van de uitgangsspanning kan worden bestuurd over
10 een bepaald, beperkt, bereik met behulp van de potentiometer 32. I_U neemt toe en I_D neemt af wanneer de loper van de potentiometer 32 uitgaande van de middenstand naar rechts gaat. I_U neemt af en I_D neemt toe wanneer de loper naar links wordt bewogen.

De uitvinding wordt nu toegelicht aan de hand van de fig. 4,
15 5A en 5B. Fig. 4 is een vereenvoudigd blokschema van een functie-generator volgens de uitvinding. De stroombron 10" en de stroomopneemketen 12" omvatten respectievelijk symmetriebesturingsdigitaal-analoogomzetters 52 en 54 die digitale ingangssignalen ontvangen van de microprocessor 50. De DACs 52 en 54 kunnen van elk geschikt
20 type zijn doch de voorkeur wordt gegeven aan DAC met een resolutie van 10 bit of hoger waarmee een nauwkeuriger besturing mogelijk is. De DACs 52 en 54 leveren uitgangsspanningen die corresponderen met de digitale ingang van elk DAC. Geschikte digitale ingangen voor de DACs 52 en 54 worden berekend door de microprocessor in responsie
25 op de door de gebruiker ingevoerd via het toetsenbord 51 betreffende de gewenste symmetrie of de verhouding tussen het positief gaand en negatief gaand deel van het driehoekssignaal. De digitale ingangen aan de DACs 52 en 54 worden zodanig berekend dat $(\frac{1}{I_U} + \frac{1}{I_D})$ constant blijft.

30 Een frequentiebesturingssignaal wordt via de aansluiting 27 toegevoerd aan de referentiespanning (V_{ref}) ingang van de DACs 52 en 54. Een dergelijk frequentiebesturingssignaal kan aanvankelijk de vorm hebben van een digitaal signaal en dan worden omgezet in een analoog signaal voorafgaand aan toevoer aan de aansluiting 27.
35 Zoals zal blijken uit de beschrijving aan de hand van de fig. 5A en 5B bestuurt het V_{ref} signaal de incrementele spanning van de DACs 52 en 54.

De fig. 5A en 5B zijn schema's van voorkeursuitvoeringsvormen

van de stroomopneemdelen 10" respectievelijk 12" in fig. 4. Fig. 6 is een schematisch schema van de DACs 52 en 54.

Fig. 5A toont een voorkeursuitvoeringsvorm van de stroombron 10" die, behalve andere samenhangende componenten bevat het DAC 52, het schuifregister 56, de operationele versterkers 58 en 62 en een PNP transistor 64. Het DAC 52 kan een 10-bit vermenigvuldig DAC zijn zoals het in de hand verkrijgbare model AD 7533 van Analog Devices. Zoals schematisch in fig. 6 aangegeven omvat een digitaal-analoogomzetter te gebruiken als DAC 52 de weerstanden R_{s1} , R_{s2} , ..., R_{sn} in serie tussen aarde en een V_{ref} aansluiting waaraan de in het voorgaande genoemde bestuurbare referentiespanning V_{ref} wordt toegevoerd van de frequentiebesturingsaansluiting 27 in fig. 4, de shuntweerstand R_{p1} , R_{p2} , ..., R_{pn} verbonden met elk knooppunt van de serie weerstanden R_s en de elektronische schakelaars S_1 , S_2 , ..., S_n in serie met de shunt weerstanden R_p . De schakelaars S kunnen CMOS schakelaars zijn bestuurd door de digitale uitgaande data van het schuifregister 56 met grendelmogelijkheid. De digitale data wordt via de databus op de gebruikelijke wijze van het μP 50 toegevoerd aan het DAC.

Een uitgangsaansluiting I_{out} van DAC 52 is verbonden met de inverterende ingang van de operationele versterker 58 terwijl de andere uitgangsaansluiting $I_{out 2}$ is geaard. De uitgang van de versterker 58 wordt teruggekoppeld naar de terugkoppelaansluiting R_{FB} van DAC 52 die is verbonden met $I_{out 1}$ via de terugkoppelweerstand R_f . De niet inverterende ingang van de versterker 58 heeft als referentiespanning aardpotentiaal. Met de uitgangsaansluiting met de operationele versterker 58 is de ingangsweerstand 60 van de andere operationele versterker 62 verbonden, die een positief gaande referentiespanning ontvangt van een weerstanddeler met de weerstanden 61, 63 en 65. Het uitgangssignaal van de versterker 62 wordt toegevoerd naar de stroombrontransistor 64 waarvan de emitter via de terugkoppelweerstand 66 is verbonden met de inverterende ingang van de operationele versterker 62 en via de weerstand 68 met een geregelde positieve spanning; aan de collector is de uitgangsstroom I_U beschikbaar.

Tijdens bedrijf zal de uitgangsstroom $I_{out 1}$ van DAC 52 reageren op de digitale data van het schuifregister 56. Alle schakelaars S_1 t/m S_n zijn de linker stand waardoor de binaire gewogen stromen gaan naar de uitgangsaansluiting $I_{out 1}$ wanneer alle digitale data

van het register 56 logische enen zijn. Stromen corresponderend met een digitale data nul gaan naar de uitgangsaansluiting $I_{out\ 2}$. Opgemerkt wordt dat de stroom van $I_{out\ 1}$ representatief is voor de digitale data aan DAC 52 en ook representatief is voor de referen-
5 tiespanning V_{ref} . De uitgangsstroom $I_{out\ 1}$ vloeit door de terugkoppel-
weerstand R_f voor het daardoor opwekken van een corresponderende negatieve uitgangsspanning van de operationele versterker. Deze uitgangsspanning wordt dan versterkt door de operationele versterker 62 voor het instellen van de emitterspanning van de transistor 64
10 en van de uitgangsstroom I_U .

De stroomopneemketen 12" in fig. 5B komt overeen met de stroom-
opneemketen 10"; de polariteiten zijn, waar van toepassing, omgekeerd. Het hoofdverschil ligt in het gebruik van de NPN transistor 78 in
plaats van de PNP transistor 64 en de niet inverterende configuratie
15 van de operationele versterker 76. De stroomopneemketen 12" werkt
in hoofdzaak op dezelfde wijze als de stroombron 10". Om een soort-
gelijke werking te verzekeren worden passieve componenten van iden-
tieke elektrische waarde gebruikt in de stroomopneemketen 12", zij
zijn weergegeven met identieke verwijzingscijfers voorzien van accent.
20 De stroombron 10' en de stroomopneemketen 12' leveren stromen I_U
en I_D van gelijke grootte aan de aansluitingen 70 respectievelijk 80
wanneer identieke digitale data wordt toegevoerd aan de DACs 52 en 54.

De schuifregisters 56 en 72 kunnen bestaan uit drie in cascade
verbonden 8-traps schuif/opslagregisters, zoals van het type MC
25 14094B, Motorola, wanneer een 8-bit microprocessor als μP 50 wordt
gebruikt. In een dergelijk geval ontvangt het eerste register digi-
tale data in serievorm aan de data-ingang. Dergelijke data wordt
sequentieel overgedragen bij de tweede en derde schuifregisters. Met
andere woorden: alle noodzakelijke data wordt gevuld wanneer drie
30 8-bit datawoorden worden toegevoerd aan de data-ingang van het eerste
schuifregister. Al de digitale bits van data van de derde schuif-
register en de laatste twee bits van de tweede schuifregister wordt
gebruikt als 10-bit digitale ingangsdata voor DAC 54. De zes digi-
tale bits van de tweede schuifregister en de laatste vier digitale
35 bits van het eerste schuifregister worden gebruikt voor de 10-bit
digitale ingangsdata voor DAC 52. De resterende vier bits van digi-
tale data van het schuifregister kunnen worden gebruikt voor besturen
van de kiesschakelaars van tijdcondensators 16 met verschillende
capaciteit.

Zoals blijkt uit fig. 3 en de in het bovenstaande gegevensvergelijking (3) moet de volgende relatie worden gehandhaafd tussen de beide stromen I_U en I_D onafhankelijk van de gekozen symmetrie:

$$\frac{1}{I_{U1}} + \frac{1}{I_{D1}} = \frac{1}{I_{U2}} + \frac{1}{I_{D2}} = \dots = \frac{1}{I_{Un}} + \frac{1}{I_{Dn}} = \text{Constant} \dots (4)$$

5 Wanneer de gewenste waarden van symmetrie en frequentie zijn ingevoerd in de microprocessor 50 via het toetsenbord 51 wordt de gewenste referentiespanning V_{ref} berekend en toegevoerd aan de aansluiting 27 waarmee de periode T van de driehoeksgolfvorm wordt bepaald. De μP 50 berekent de waarden van I_U en I_D uitgaande van de
10 vergelijking (4). De driehoeksgolfvorm met geschikte frequentie en symmetrie zal worden opgewekt wanneer deze data wordt toegevoerd aan de DACs 52 en 54.

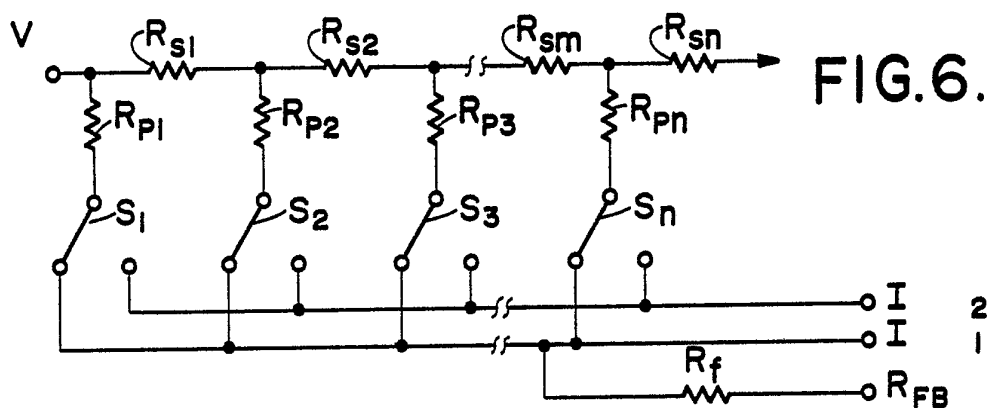
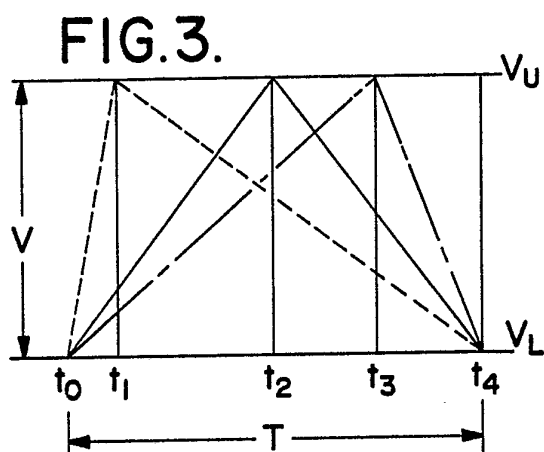
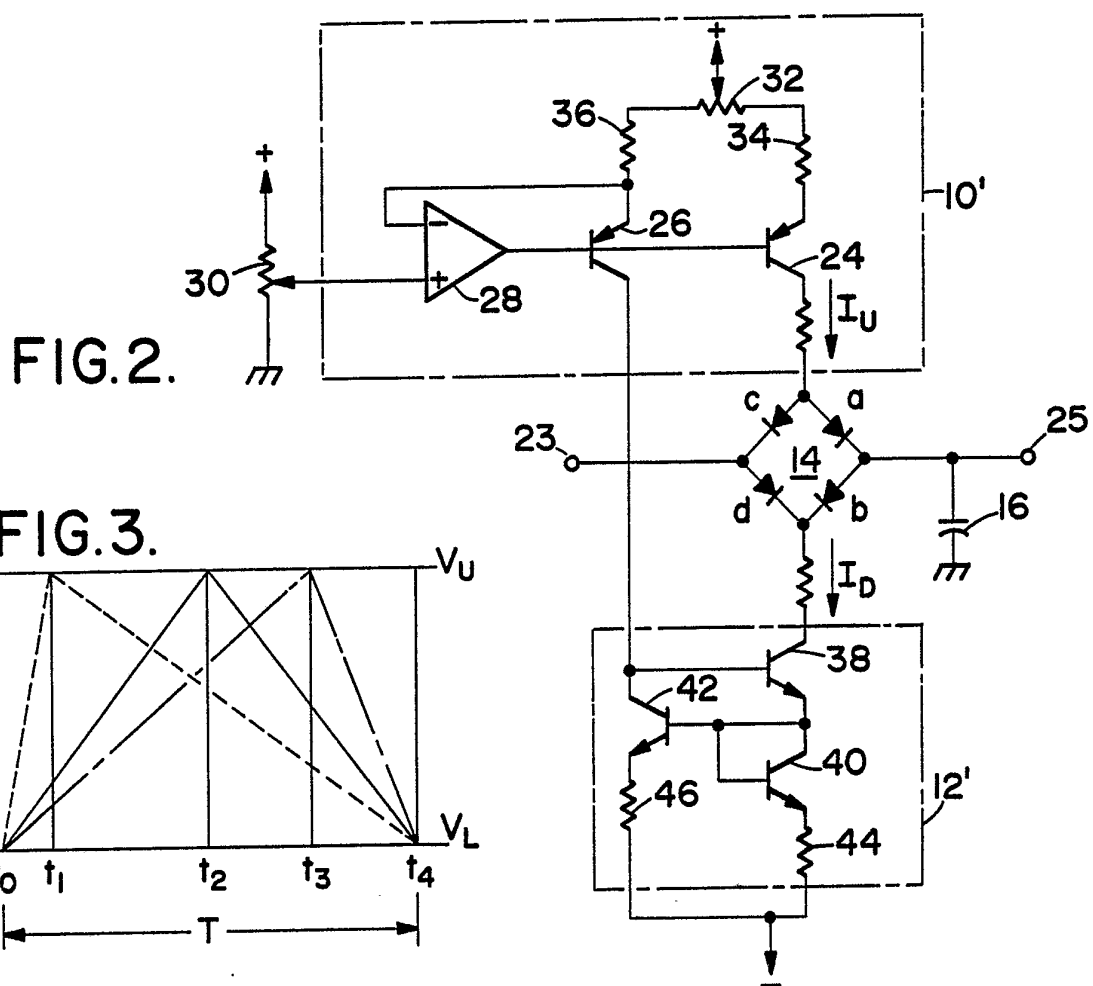
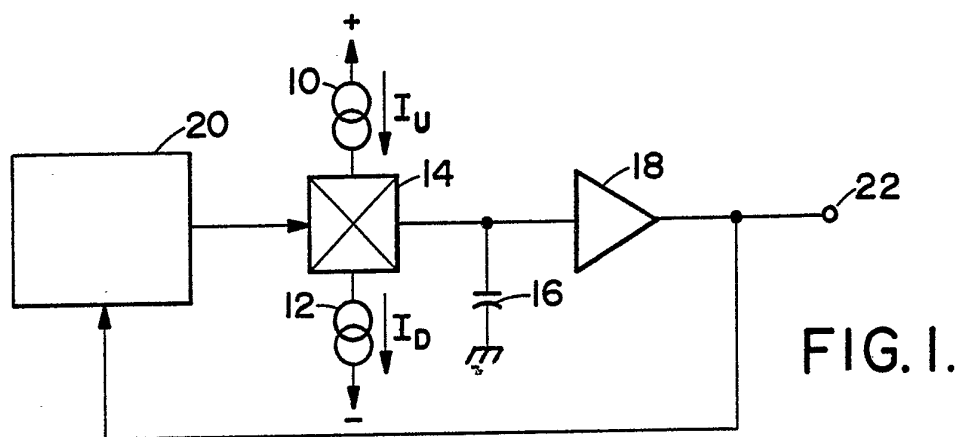
Een andere mogelijkheid is het gebruik van de fasevergrendel-
lustechniek. Het spanningsniveau op het tijdstip t_4 (fig. 3) wordt
15 bemonsterd door bemonstermiddelen bij elke periode T en een dergelijk monster wordt vergeleken met de onderste drempelspanning V_L . Een of beide waarde van I_U en I_D worden vergroot wanneer de bemonsterspanning hoger is dan V_L , en verlaagd wanneer de driehoeksspanning V_L bereikt voorafgaand aan het moment t_4 . Een evenwichtstoestand
20 wordt bereikt wanneer het spanningmonster gelijk is aan $-V_L$.

Zoals uit voorgaande blijkt wordt een paar DACs met bestuurbare referentiespanning volgens de uitvinding gebruikt voor het besturen van de stromen I_U en I_D voor het laden en ontladen van een condensator. De referentiespanning wordt gebruikt voor het bepalen van
25 de uitgangsfrequentie in combinatie met het kiezen van verschillende condensatoren indien een ruim frequentie bereikt is. Besturingsmiddelen leveren geschikte digitale data aan de twee DACs voor het verkrijgen van de gewenste symmetrie terwijl $(\frac{1}{I_U} + \frac{1}{I_D})$ constant blijven. Het eindresultaat is dat frequentie en symmetrie van de uitgangs-
30 driehoeksgolfvorm onafhankelijk van elkaar en zonder elkaar beïnvloeden kunnen worden geregeld.

C O N C L U S I E S

1. Functiegenerator omvattende een stroombron, een stroomopneemketen en een condensator die afwisselend kan worden verbonden met een stroombron en de stroomopneemketen om respectievelijk te worden geladen en ontladen voor het opwekken van een driehoekvormige golfvorm, g e k e n m e r k t d o o r besturingsmiddelen verbonden met de stroombron en de stroomopneemketen voor het variëren van de daardoor gaande stromen onder constant houden van de som der inversen der stromen ter verkrijging van een onafhankelijk van de frequentie bestuurbare golfvormsymmetrie.
10
2. Functiegenerator volgens conclusie 1, m e t h e t k e n - m e r k, dat de besturingsmiddelen middelen omvatten voor het leveren van digitale stuursignalen voor zowel de stroomopneemketen als de stroombron, welke digitale data wordt omgezet in analoge signalen
15 door digitaal-analoogomzetters voor het nauwkeurig besturen van de stroomopneemketen en de stroombron.
3. Functiegenerator volgens conclusie 2, m e t h e t k e n - m e r k, dat de middelen voor het opwekken van digitale stuurdata een microprocessor omvatten.

- - - -



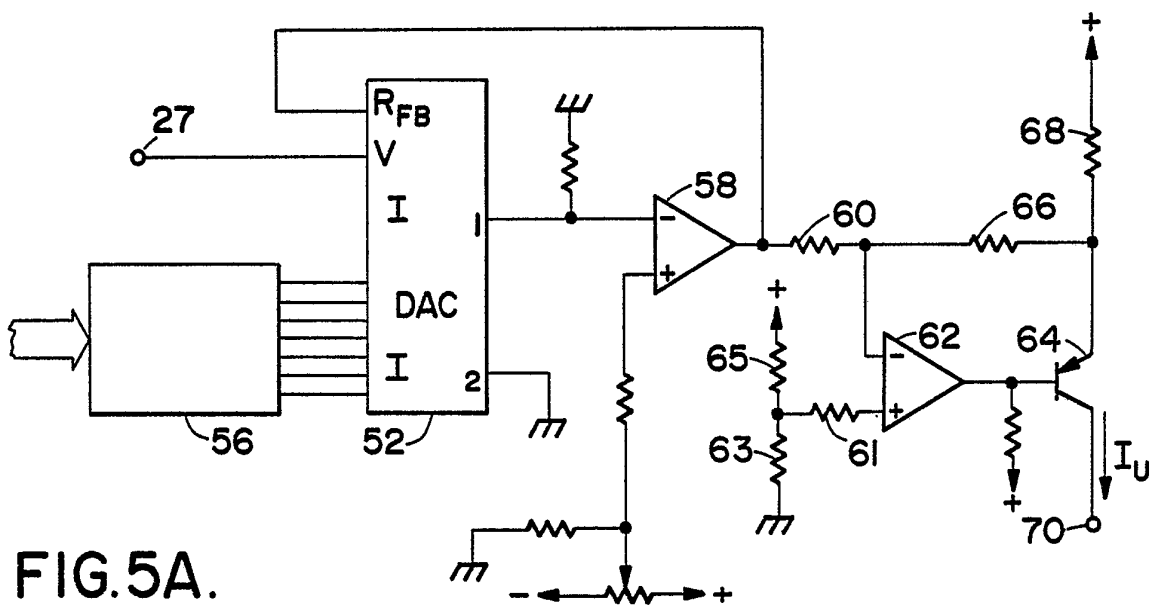
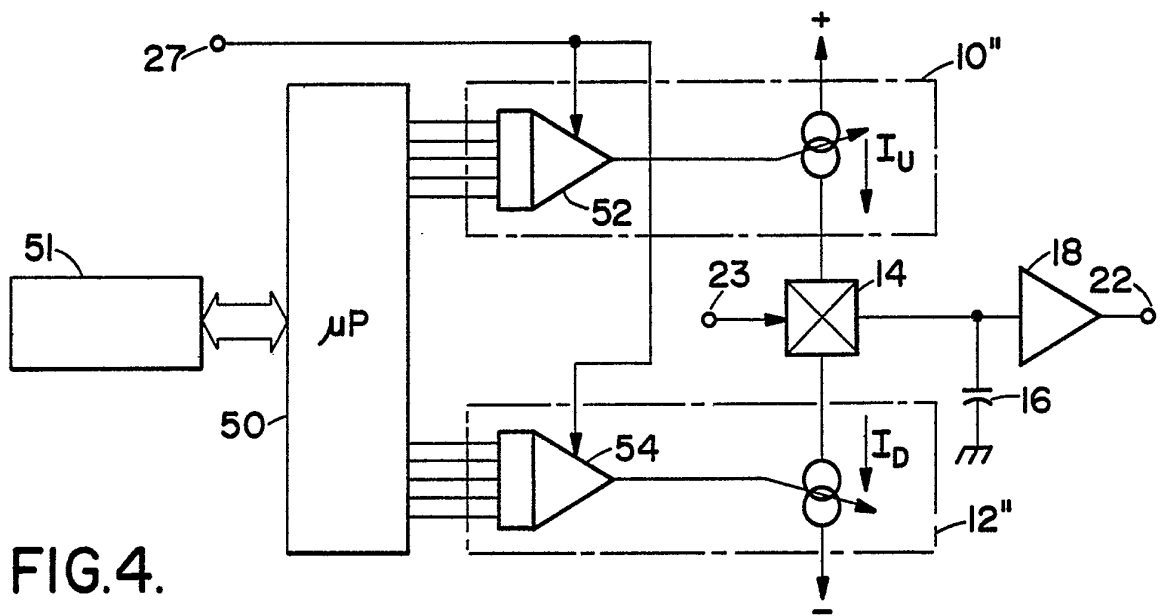


FIG. 5B.

