
Octrooiraad



⑫ A Terinzagelegging ⑪ 8601463

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Kloksignaalregenerator met een in een fase-vergrendelde lus opgenomen kristaloscillator.**
- ⑤1 Int.Cl⁴: G06F 1/04, H04L 7/08, H03L 7/06.
- 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. 8601463.
- ②2 Ingediend 6 juni 1986.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 4 januari 1988.

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, Eindhoven

"Kloksignaalregenerator met een in een fase-vergrendelde lus opgenomen kristaloscillator"

De uitvinding betreft een kloksignaalregenerator, voorzien van een in een fase-vergrendelde lus opgenomen in frequentie stuurbare kristaloscillator, waarin de oscillatorfrequentie vertrokken wordt door middel van minstens één met het oscillatorkristal
5 gekoppelde belastingscapaciteit.

Tevens betreft de uitvinding een in spanning stuurbare kristaloscillator geschikt voor gebruik in zo een kloksignaalregenerator, en een telecommunicatieterminal voorzien van zo een kloksignaalregenerator.

10 Een in frequentie stuurbare kristaloscillator van het boven beschreven type is bekend uit het Amerikaanse octrooischrift nr. 3.569.865. De aldaar beschreven kristaloscillator is voorzien van zogeheten varicap diodes in serie met het oscillatorkristal. De oscillatorfrequentie wordt vertrokken door middel van een stuurspanning
15 over de varicap diodes, waardoor deze diodes een capaciteit vertonen die afhangt van de stuurspanning. Aldus vormen deze varicap diodes de belastingscapaciteit waarmee de oscillatorfrequentie vertrokken kan worden.

Het is voordelig om de frequentie van de
20 kristaloscillator over een groot gebied te kunnen vertrekken. Bij toepassing in een klokregenerator kan de locale oscillator dan het te regenereren kloksignaal over een groot frequentiegebied volgen, hetgeen de toepasbaarheid vergroot. Het is ook mogelijk om, bij een gegeven variatiegebied van het te regenereren kloksignaal, een kristal met een
25 grotere fabricagetolerantie in de nominale frequentie toe te passen. De hieruit voortvloeiende mogelijk grotere afwijking tussen het inkomende kloksignaal en de nominale oscillatorfrequentie kan dan gecompenseerd worden door de grotere vertrekking.

De uitvinding stelt zich ten doel een
30 kloksignaalregenerator te verschaffen waarin het vertrekgebied van de kristaloscillator groter is dan met varicap diodes mogelijk is.

Hiertoe is de kloksignaalregenerator daardoor gekenmerkt

dat de kristaloscillator is voorzien van een met een belastingscapaciteit verbonden schakelinrichting voor het werkzaam op het kristal aansluiten van de belastingscapaciteit, in afhankelijkheid van een aan de schakelinrichting toe te voeren stuursignaal dat de fase-
5 afwijking tussen het te regenereren kloksignaal en het geregenereerde kloksignaal representeert.

De frequentie van oscillatorkristallen kan worden vertrokken door middel van een seriecacpaciteit, door een parallelcapaciteit of door een combinatie van beide. Een
10 parallelcapaciteit wordt met een schakelaar in serie aan- en uitgeschakeld, een seriecacpaciteit door een daaraan parallel staande schakelaar.

Een discrete regeling van de oscillatorfrequentie wordt verkregen door gedurende een aantal perioden een eerste
15 capaciteitswaarde aan te sluiten, en gedurende een volgend aantal perioden een tweede capaciteitswaarde. De effectieve oscillatorfrequentie is dan het gewogen gemiddelde over de beide aantallen perioden. Het grootste vertrekgebied wordt uiteraard verkregen als slechts één belastingscapaciteit aanwezig is die geheel in- of
20 uitgeschakeld wordt.

Een regeling van de oscillatorfrequentie met een meer proportioneel karakter kan verkregen worden door het in- en uitschakelen steeds binnen één oscillatorperiode te laten plaats vinden.

Het voordeel van een groot vertrekgebied uit zich
25 bijvoorbeeld doordat bij de fabricage van de kristaloscillator een afregelprocedure voor de nominale frequentie achterwege kan blijven.

Het schakelend element in de schakelinrichting zal vaak uitgevoerd worden in de vorm van een halfgeleiderschakelelement, zoals bijvoorbeeld een diode of een transistor. Zulke schakelelementen kunnen
30 aangestuurd worden met snelle omschakelsignalen waarvan de stijgtijd van dezelfde orde van grootte is als of kleiner dan de oscillatorfrequentie; het is ook mogelijk de omschakeling te besturen met langzame omschakelsignalen met een stijgtijd die (veel) groter is dan de oscillatorfrequentie.

35 In het geval van snelle omschakelsignalen kunnen pulsen tengevolge van de snelle omschakeling in het oscillatorsignaal optreden. Indien de polariteit van die pulsen tegengesteld is aan de

momentane polariteit van het oscillatorsignaal, dan kan dit tot verstoring van de uit de oscillator afgeleide klokfrequentie leiden. Dit is vanzelfsprekend ongewenst. Dit probleem zou opgelost kunnen worden door een synchronisatie-inrichting die de omschakelsignalen met het
5 oscillatorsignaal synchroniseert; zo een synchronisatie-inrichting vormt echter een extra kostenfactor.

In het geval van langzame omschakelsignalen vormt het schakelelement tijdens het omschakelen echter een weerstandsbelasting voor het oscillatorkristal waardoor de oscillator kan uitvallen.

10 Om bovengenoemde problemen op te lossen is de kloksignaalregenerator volgens de uitvinding gekenmerkt doordat de schakelinrichting is uitgevoerd met een halfgeleiderschakelelement waarvan de hole-storage tijd nagenoeg even groot is als of groter is dan de periode van de kristaloscillator.

15 Het aldus gekenmerkte schakelelement kan nu door een langzaam omschakelsignaal bestuurd worden. Komt het schakelelement (bijvoorbeeld een diode) tijdens deze omschakeling in geleiding dan zal deze geleiding ook weer binnen de periode van de oscillatorfrequentie stoppen, doordat over de diode de afgebrachte som van het
20 stuursignaal en het oscillatorsignaal staat. Gedurende deze korte geleidingstijd zal geen dissipatie van oscillatorenergie plaats vinden, omdat een diode gedurende de hole-storage tijd geen energie dissipeert.

Zoals verderop toegelicht zal worden biedt het gebruik van zo een halfgeleiderelement het extra voordeel dat nu ook
25 proportionele regeling van de frequentie mogelijk is.

Een voordelige uitvoeringsvorm van de kloksignaalregenerator is volgens de uitvinding verder gekenmerkt doordat het halfgeleiderschakelelement wordt gevormd door een bandschakeldiode. Zulke diodes vertonen een zeer lage parasitaire
30 capaciteit. Staat de schakeldiode parallel aan de belastingscapaciteit van het oscillatorkristal dan zal de totale belastingscapaciteit gevormd worden door de som van de werkelijk aangebrachte capaciteit en de parasitaire capaciteit. Zijn deze beide nu van dezelfde orde van grootte, dan zal het oscillatorkristal belast zijn met een slecht
35 gedefinieerde belastingscapaciteit omdat een parasitaire capaciteit slecht gedefinieerd is en gevoelig is voor allerlei storende invloeden.

De uitvinding en haar voordelen worden beschreven aan de

2501403

hand van de volgende figuren, waarbij gelijke elementen worden aangeduid met gelijke verwijzingscijfers. Daarbij toont:

figuur 1 een op zichzelf bekende schakeling voor een fase-vergrendelde lus met een spanningsgestuurde oscillator;

5 figuur 2 een grafiek die het verband aangeeft tussen de frequentievertrekking van een oscillatorkristal en de serie-belastingscapaciteit;

figuur 3 een eerste schakeling van een kristaloscillator volgens de uitvinding;

10 figuur 4 een grafiek die het verloop van het oscillatorsignaal toont;

figuur 5 een tweede schakeling van een kristaloscillator volgens de uitvinding.

De op zichzelf bekende fase-vergrendelde lus volgens
15 figuur 1 bestaat uit een cascadeschakeling van achtereenvolgens een fasecomparator 4, een laagdoorlaatfilter 6, een spanningsgestuurde oscillator 8 en een deelschakeling 10. Een extern kloksignaal kan worden toegevoerd aan een ingang 2 van fasecomparator 4. Tussen uitgang 12 en de andere ingang van fasecomparator 4 is een verbinding 14 aangebracht.
20 Laagdoorlaatfilter 6 is in het bijzonder nodig als oscillator 8 met een laagfrequent stuursignaal aangestuurd moet worden. Deelschakeling 10 is slechts nodig als de oscillatorfrequentie verschilt van (bijvoorbeeld een veelvoud is van) het externe kloksignaal.

Oscillator 8 kan uitgevoerd zijn als een
25 kristaloscillator. Ingeval het kristal van deze oscillator wordt belast met een seriec capaciteit, zal het frequentieverloop van de kristalfrequentie afhangen van de belastingscapaciteit volgens de grafiek van figuur 2. Uit deze grafiek blijkt duidelijk dat een vergroot vertrekgebied van de frequentie een sterk vergroot capaciteitsgebied
30 vereist.

De oscillatorfrequentie kan men discreet vertrekken door parallel aan de seriec capaciteit een schakelaar te plaatsen. Is de schakelaar geleidend, dan correspondeert deze situatie met belastingscapaciteit oneindig met een bijbehorende lage
35 kristalfrequentie; is de schakelaar niet-geleidend, dan is de belastingscapaciteit werkzaam geschakeld, met een bijbehorende hogere kristalfrequentie. Het is nu mogelijk met behulp van deze beide

frequenties een ertussen liggende kristalfrequentie op te wekken. Dit wordt bereikt door gedurende een eerste aantal oscillatorperioden de belastingscapaciteit in te schakelen, en deze gedurende een volgend, tweede aantal perioden uit te schakelen. De effectieve kristalfrequentie is dan het gewogen gemiddelde over de aantallen perioden.

Figuur 3 toont een uitvoeringsvorm van een kristaloscillator volgens de uitvinding. Kristaloscillator 8 bestaat uit een oscillatorschakeling 18 waarop aangesloten een frequentie-bepalende schakeling 20 en een uitgangsversterker 22.

Oscillatorschakeling 18 bestaat uit twee in cascade geschakelde versterkertrappen. De eerste trap bestaat uit een transistor 24 met een emitterweerstand 26 van bijvoorbeeld 40 k Ω en een collectorweerstand van bijvoorbeeld 2 k Ω . Frequentie-bepalende schakeling 20 is op de emitter van transistor 24 aangesloten. De tweede trap bestaat uit een transistor 30 met een emitterweerstand 32 (bijvoorbeeld 40 k Ω) en een collectorweerstand 34 (bijvoorbeeld 2 k Ω). De collector van transistor 24 is verbonden met de basis van transistor 30, de collector van transistor 30 is verbonden met de basis van transistor 24. Op de emitter van transistor 30 is een compensatienetwerk 36 aangesloten om de rondgaande versterking te compenseren voor afval tengevolge van parasitaire capaciteiten in de schakeling.

Compensatienetwerk 36 bestaat uit een serieschakeling van een weerstand 38 (400 Ω) en een capaciteit 40 (80 pF). De impedantie van dit netwerk bedraagt dus bij de oscillatorfrequentie van 1,824 MHz ongeveer 1400 Ω . Deze impedantie vormt samen met weerstand 32 de totale emitterimpedantie van transistor 30. De versterking van beide versterkertrappen wordt bepaald door de verhouding van hun collectorweerstand tot hun emitterweerstand. Omdat de voorwaarde voor oscilleren is dat de rondgaande versterking 1 is, volgt hieruit een maximumwaarde voor de impedantie van frequentie-bepalende schakeling 20.

Frequentie-bepalende schakeling 20 bestaat uit een kristal 42 (1,824 MHz) in serie met een belastingscapaciteit 44 (5 pF). Parallel aan capaciteit 44 is een schakeldiode 46 aangebracht, die op zijn anode wordt aangestuurd via weerstand 48 (200 k Ω) en sturingang 50. Diode 46 is een bandschakeldiode met een hole-storage tijd groter dan 0,5 μ s en een parasitaire capaciteit die klein is ten opzichte van de waarde van condensator 44, bijvoorbeeld minder dan 2 pF. Zoals bekend

8601463

vertoont een diode binnen de hole-storage tijd geen resistief karakter, zodat er in die tijd geen energiedissipatie plaats vindt. Dit maakt het mogelijk dat de frequentievertrekking van de oscillator plaats vindt met een signaal met een stijgtijd die veel groter is dan de
5 oscillatorperiode, bijvoorbeeld is de stijgtijd 30 μ s.

Het uitgangssignaal van oscillatorschakeling 18 wordt gevormd door het verschilsignaal tussen de collectoren van transistor 24 respectievelijk 30. Uitgangsversterker 22 is uitgevoerd als een verschilversterker, die het versterkte signaal naar oscillatoruitgang 52
10 voert.

De frequentievertrekking van oscillator 8 volgens figuur 3 wordt aan de hand van figuur 4 toegelicht. Het bovenste deel van figuur 4 toont het spanningsverloop over diode 46 als functie van de tijd. Zo lang de spanning over de diode lager is dan de doorlaatspanning
15 staat over de diode de som van twee spanningen, namelijk de laagfrequente spanning (gelijkspanning) die aan klem 50 wordt toegevoerd en de hoogfrequente oscillatorspanning (wisselspanning) die via kristal 42 wordt toegevoerd. Wanneer de som van deze beide spanningen groter wordt dan de diodedoorlaatspanning komt diode 46 in geleiding en wordt
20 de spanning over deze diode niet meer hoger dan de doorlaatspanning.

Tijdens het sperren van diode 46 is kristal 42 in serie belast met capaciteit 44; de oscillator zal nu de bijbehorende hogere frequentie vertonen (bijvoorbeeld tussen tijdstippen t_2 en t_3). Tijdens het geleiden van diode 46 lijkt de belastingscapaciteit zeer
25 groot (oneindig) te zijn; de oscillator zal nu de bijbehorende lagere frequentie vertonen (bijvoorbeeld tussen tijdstippen t_1 en t_2).

Door nu de gelijkspanning op klem 50 te variëren beweegt de sinuslijn in de bovenste grafiek op en neer. Hierdoor bewegen de doorsnijdingspunten met de drempelspanning naar links en rechts,
30 waardoor het aandeel van de lage frequentie in het onderste deel van de grafiek groter of kleiner wordt. Aldus wordt ook de resulterende oscillatorperiode groter of kleiner.

Figuur 5 toont een andere kristaloscillator volgens de uitvinding. Deze kristaloscillator 8 bestaat uit een versterker 54 en
35 een frequentie-bepalend circuit 56.

Versterker 54 wordt gevormd door een transistor 58 met een collectorweerstand 60 (460 Ω). De gelijkstroominstelling van

3601463

transistor 58 wordt gerealiseerd met weerstanden 62 en 64 in serie tussen de collector en de basis van transistor 58 (elk 6,2 k Ω). Tussen het verbindingpunt van deze weerstanden en de systeemaarde is een capaciteit 66 van 1 nF aangebracht. Met deze capaciteit wordt het

5 hoogfrequentsignaal vrijwel geheel ontkoppeld teneinde de versterking van versterker 54 voor hoge frequenties niet te ver te verlagen.

Frequentie-bepalend circuit 56 wordt gevormd door een serieschakeling van achtereenvolgens een condensator 68 (220 pF), een condensator 74 (6,8 pF), kristal 72 (1,824 MHz) en een condensator 70

10 (220 pF). De collector van transistor 58 is aangesloten op het verbindingpunt van kristal 72 en condensator 70, de basis is aangesloten op het verbindingpunt van condensator 74 en condensator 68. Parallel aan condensator 74 is een schakeldiode 76 aangebracht die via stuurweerstand 78 (200 k Ω) en sturingang 50 gestuurd wordt.

15 De belastingscapaciteit van kristal 72 wordt gevormd door de serieschakeling van de capaciteiten 68, 70 en 74, welke serieschakeling parallel staat aan kristal 72. Spert diode 76, dan wordt de belastingscapaciteit hoofdzakelijk bepaald door de condensator met de laagste waarde, i.e. condensator 74. Geleidt diode 76 dan wordt de

20 belastingscapaciteit gevormd door de serieschakeling van condensators 68 en 70, welke serieschakeling een aanzienlijk hogere capaciteitswaarde heeft dan condensator 74. Op deze wijze kan de belastingscapaciteit gevarieerd worden tussen ongeveer 6,8 pF en ongeveer 110 pF, met bijbehorende frequentievertrekking.

CONCLUSIES:

1. Kloksignaalregenerator, voorzien van een in een fase-
vergrendelde lus opgenomen in frequentie stuurbare kristaloscillator,
waarin de oscillatorfrequentie vertrokken wordt door middel van minstens
5 één met het oscillatorkristal gekoppelde belastingscapaciteit, met
het kenmerk, dat de kristaloscillator voorzien is van een met een
belastingscapaciteit verbonden schakelinrichting voor het werkzaam op
het kristal aansluiten van de belastingscapaciteit, in afhankelijkheid
van een aan de schakelinrichting toe te voeren stuursignaal dat de fase-
afwijking tussen het te regenereren kloksignaal en het geregenereerde
10 kloksignaal representeert.
2. Kloksignaalregenerator volgens conclusie 1, met het
kenmerk, dat de schakelinrichting is uitgevoerd met een
halfgeleiderschakelelement waarvan de hole-storage tijd nagenoeg even
groot is als of groter is dan de periode van de kristaloscillator.
- 15 3. Kloksignaalregenerator volgens conclusie 2, met het
kenmerk, dat het halfgeleiderschakelelement wordt gevormd door een
bandschakeldiode.
4. In spanning stuurbare kristaloscillator geschikt voor
toepassing in een kloksignaalregenerator volgens conclusie 1, 2 of 3.
- 20 5. Telecommunicatiestation voorzien van een
kloksignaalregenerator volgens conclusie 1, 2 of 3.

8601433

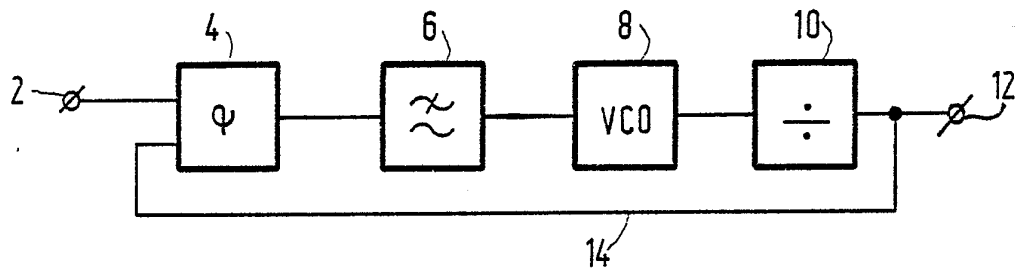


FIG. 1

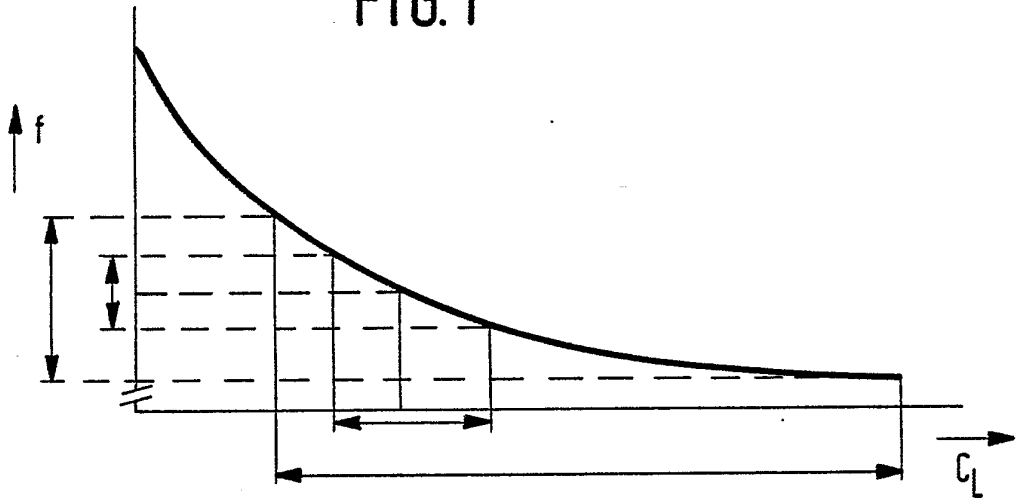


FIG. 2

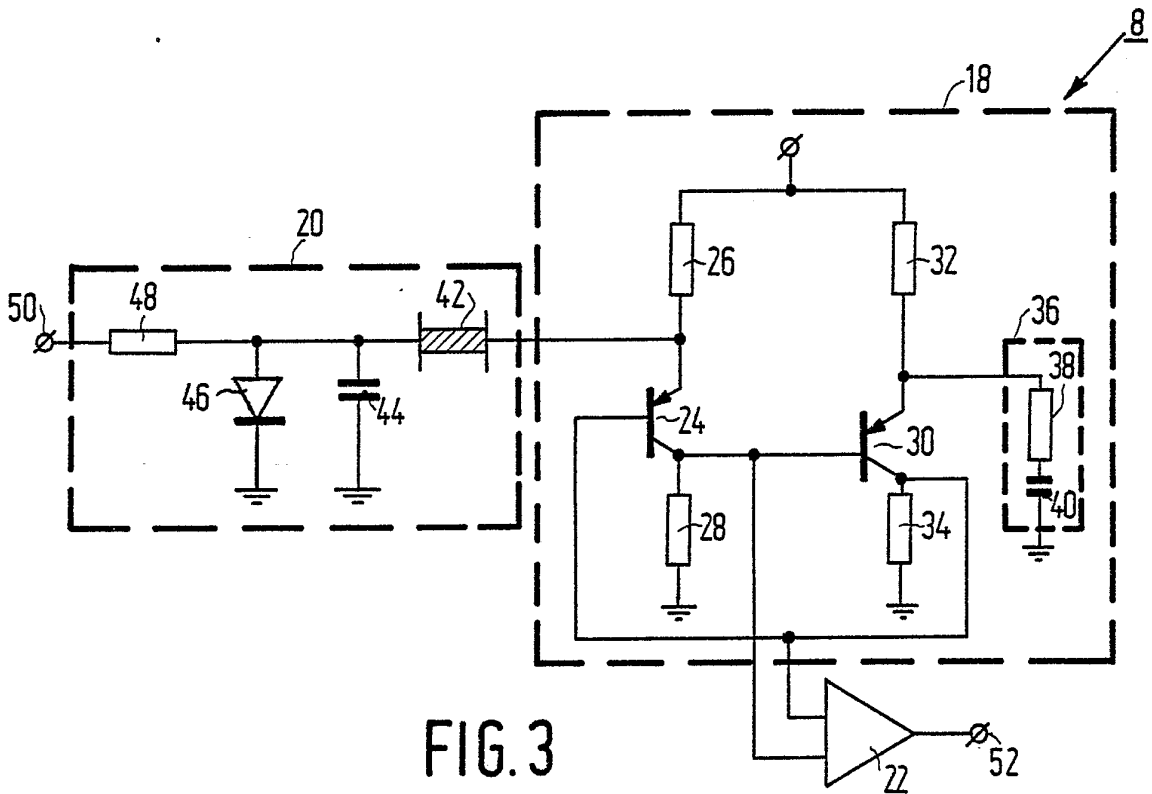


FIG. 3

8601463

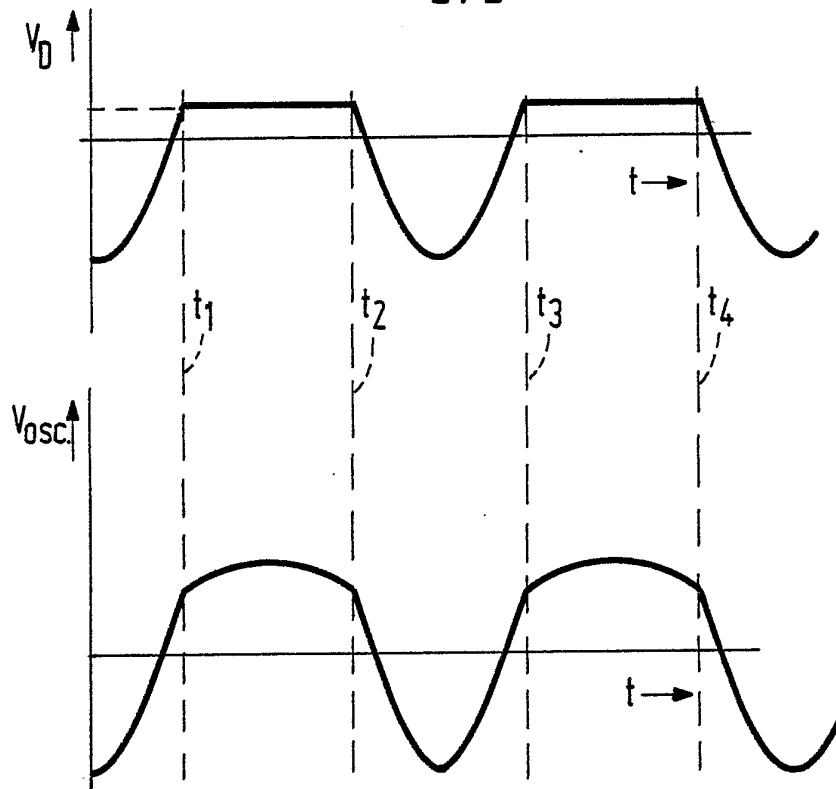


FIG. 4

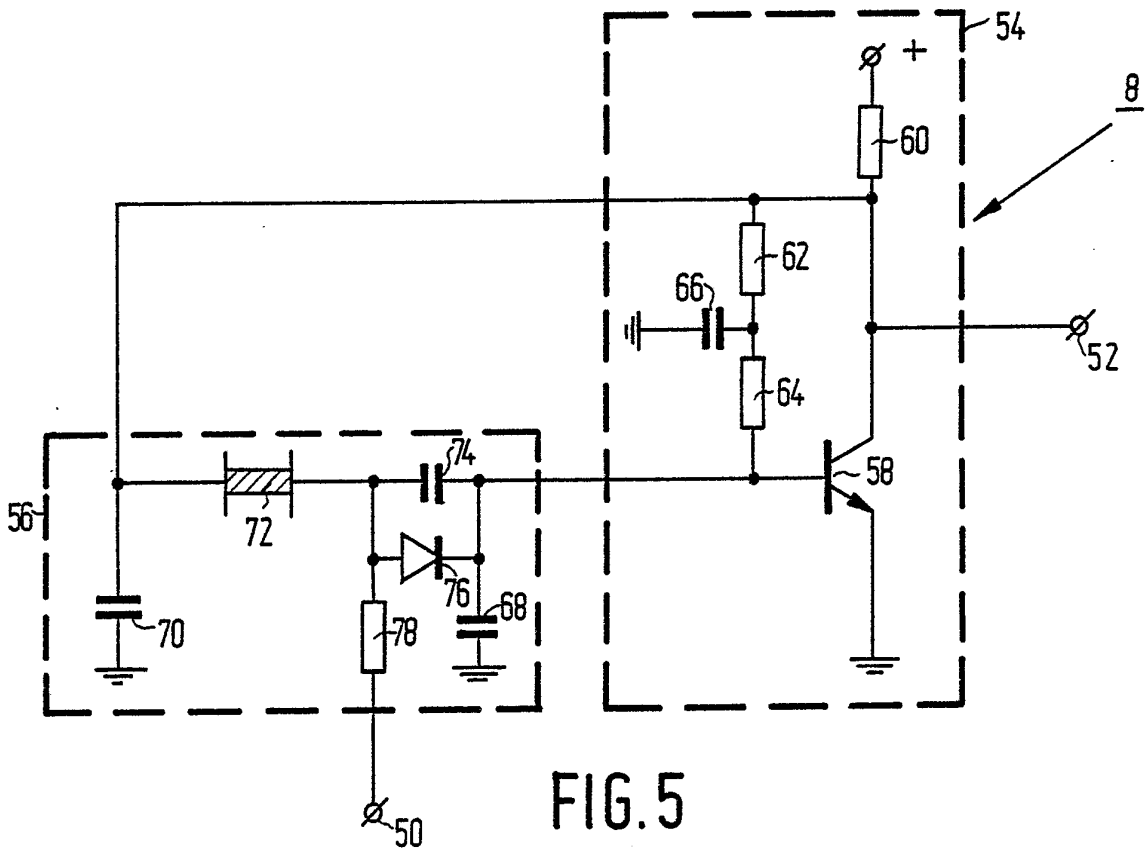


FIG. 5