

Octrooiraad



(12) A Terinzagelegging (11) 8701831

Nederland

(19) NL

(54) Oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen.

(51) Int.Cl⁴.: H03L 1/00, H03F 1/30.

(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. 8701831.

(22) Ingediend 4 augustus 1987.

(32) --

(33) --

(31) --

(62) --

(43) Ter inzage gelegd 1 maart 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
Oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen.

De uitvinding heeft betrekking op een oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen, welke oscillator een parallelschakeling van een capacitieve last en een stroomgeleidingspad van een aanstuurbaar schakelelement omvat, welke parallelschakeling in serie staat met een
5 door de frekwentiestabilisatiemiddelen regelbare stroombron tussen een eerste en een tweede voedingspunt, waarbij een knooppunt van de capacitieve last en de regelbare stroombron via een vertragingcircuit en een terugkoppeling met een stuuraansluiting van het schakelelement is verbonden.

10 Een dergelijke oscillator is bekend uit het Amerikaanse octrooischrift nr. 4,015,219. De bekende oscillator is een ringoscillator met cyclisch achter elkaar geschakelde trappen, waarbij een trap een serieschakeling van de stroomgeleidingspaden van een eerste en een tweede veldeffekttransistor omvat. Het stroomgeleidingspad van de
15 eerste respektievelijk tweede transistor is met het eerste respektievelijk tweede voedingspunt verbonden. Een knooppunt tussen de stroomgeleidingspaden is verbonden met de stuuerelektrode van de eerste transistor in de volgende trap. In alle trappen op één na is het knooppunt via een capaciteit met het eerste voedingspunt verbonden. De
20 trap zonder een dergelijke capaciteit fungeert als een uitgangstrap. Van de tweede transistoren is de stuuerelektrode met de frekwentiestabilisatiemiddelen verbonden. Deze frekwentiestabilisatiemiddelen omvatten een parallelschakeling van de stroomgeleidingspaden van een derde en een vierde transistor, die
25 enerzijds met het eerste voedingspunt en anderzijds via een weerstand met het tweede voedingspunt zijn verbonden. De stuuerelektrode van de derde respektievelijk vierde transistor is aangesloten op het tweede respektievelijk eerste voedingspunt. Het knooppunt tussen de parallelschakeling en de weerstand is aangesloten op de stuuerelektrode
30 van elke tweede transistor. De eerste en derde transistor zijn nagenoeg identiek en zijn van het P-kanaals-enhancement type, de tweede en vierde transistor zijn nagenoeg identiek en zijn van het P-kanaals-depletie

8701831

type. De werking van de bekende frekwentiestabilisatiemiddelen is als volgt. Ingeval de temperatuur van de schakeling stijgt, neemt de schakeldrempel van de eerste transistor, nodig voor het geleiden van de stroom uit de, als gestuurde stroombron geschakeld, tweede transistor, toe. Als gevolg hiervan neemt de oplaadstroom af en neemt derhalve de oscillatieperiode toe, omdat het langer duurt om de capaciteit op een spanning gelijk aan de schakeldrempel te brengen. De impedantie van de parallelschakeling in de frekwentiestabilisatiemiddelen neemt eveneens toe, waardoor de spanning op het knooppunt stijgt. Bijgevolg gaat de tweede transistor meer stroom leveren, hetgeen het effect van de temperatuurstijging tegenwerkt. Indien de spanning op het tweede voedingspunt stijgt, neemt de stroom door de tweede transistor toe. Dit leidt tot een verkorting van de oscillatieperiode omdat de spanning op de capaciteit sneller aangroeit tot de schakeldrempel. De stroom door de derde transistor neemt echter eveneens toe, bijgevolg waarvan de spanning op het knooppunt de stuurspanning voor de tweede transistor laat afnemen en de stroom daardoorheen lager wordt. Dit werkt het effect van fluktuaties op de voedingsspanning tegen.

De bekende frekwentiestabilisatiemiddelen dienen zeer zorgvuldig gedimensioneerd te worden om een over- of onderkompensatie te vermijden. Dit is een gevolg van het feit dat, ofschoon de eerste en de derde transistor evenals de tweede en vierde transistor nagenoeg identiek zijn, de werkgebieden van de identieke transistoren geen onderling verband hebben. Dit wordt toegelicht met het volgende. Elke tweede transistor ontvangt een stuurspanning, die bepaald wordt door de spanningsval over de weerstand. De spanningsval wordt veroorzaakt door de stromen door de geleidingskanalen van de derde en de vierde transistor. De vierde transistor, die nagenoeg identiek is aan een tweede transistor, ontvangt daarentegen op zijn stuuerelektrode de spanning van het eerste voedingspunt en ondervindt een drijvende spanning, veroorzaakt door de spanningsval over de weerstand.

Elke eerste transistor wordt gestuurd door een stuurspanning, die, mede afhankelijk van het aantal trappen, varieert tussen de spanning op het eerste en het tweede voedingspunt. Elke eerste transistor ondervindt daarbij een drijvende spanning die eveneens wisselt tussen de spanningen op de voedingspunten. De derde transistor ontvangt op zijn stuuerelektrode de spanning van het tweede

8701831

voedingspunt. De drijvende spanning van de derde transistor wordt daarentegen bepaald door de spanningsval over de weerstand. De eerste, respektievelijk de tweede transistoren zijn dus actief in een werkgebied dat verschilt van het werkgebied van de derde, respektievelijk vierde
5 transistor, zodat de instelling van de frekwentiestabilisatiemiddelen niet stabiel is omdat deze nog steeds kan verlopen.

De uitvinding beoogt te voorzien in een oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen, waarbij de frekwentiestabilisatiemiddelen een stabiele referentie bieden voor de oscillatiefrekwentie, en waarbij
10 de oscillatiefrekwentie minder gevoelig is voor parameterspreidingen, die immer tijdens de fabricage optreden. Een oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens de uitvinding wordt daartoe gekenmerkt, doordat de frekwentiestabilisatiemiddelen een eerste respektievelijk een tweede stroomtak, die via een weerstand
15 respektievelijk een stroomgeleidingspad van een referentie-element, dat nagenoeg identiek is aan het schakelelement, zijn aangesloten op het eerste voedingspunt, waarbij een stuuraansluiting van het referentie-element via de weerstand is verbonden met het eerste voedingspunt, alsmede een instelstroombron, voor het leveren van een stroom door de
20 eerste stroomtak, met welke instelstroombron de regelbare stroombron is gekoppeld, en een verdere stroombron in de tweede stroomtak omvatten, waarbij de regelbare stroombron en de verdere stroombron nagenoeg identieke stromen leveren, welke frekwentiestabilisatiemiddelen verder terugkoppelmiddelen bevatten voor het terugkoppelen van een spanning
25 over het referentie-element in de tweede stroomtak naar de eerste stroomtak waardoor de instelstroombron zodanig instelbaar is, dat de verhouding tussen een stuurspanning voor het referentie-element en de stroom in de tweede stroomtak nagenoeg konstant is.

De frekwentiestabilisatiemiddelen leggen de verhouding tussen de
30 stuurspanning (schakeldrempel) op de ingang van het schakelelement, die nodig is voor het geleiden van de door de regelbare stroombron leverbare stroom, en die leverbare stroom middels de weerstand vast. Deze zelfde verhouding bepaalt de oscillatiefrekwentie.

Een uitvoeringsvorm van een oscillator met
35 frekwentiestabilisatiemiddelen volgens de uitvinding wordt gekenmerkt, doordat de instelstroombron, de verdere stroombron en de regelbare stroombron stroomspiegels vormen met respektievelijk een met hun

8701831

stuuraansluiting verbonden eerste, een tweede en een derde transistor waarbij de tweede en derde transistor nagenoeg identiek zijn, de eerste, tweede en derde transistor van een eerste geleidingstype zijn en met hun respektievelijke stroomgeleidingspad gekoppeld zijn met het tweede
5 voedingspunt en waarbij het referentie-element en het schakelement respektievelijk een vierde en een vijfde transistor van een tweede geleidingstype omvatten.

Door het toepassen van een stroomspiegel worden op eenvoudige wijze de stromen, die door de instelstroombron, verdere stroombron en regelbare
10 stroombron geleverd worden, en hun onderlinge verhoudingen vastgelegd.

Een verdere uitvoeringsvorm van een oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens de uitvinding wordt gekenmerkt, doordat de terugkoppelmiddelen een zesde transistor van het tweede geleidingstype omvatten waarvan een stroomgeleidingspad in de eerste
15 stroomtak tussen de weerstand en de instelstroombron is opgenomen en waarvan een sturingang is aangesloten op de tweede stroomtak tussen het referentie-element en de verdere stroombron, waarbij de sturingangen van de eerste, tweede en derde transistoren op een knooppunt tussen de zesde transistor en de instelstroombron zijn aangesloten.
20 De eenvoudige terugkoppeling door middel van de zesde transistor leidt tot een stabiele instelling van de eerder genoemde verhouding tussen de schakeldrempel en de stroom.

Het is op zich bekend om met veldeffekttransistoren een stabiele stroombron te realiseren. Zie "Analysis and design of Analog
25 Integrated Circuits", Gray en Meyer, 1984, Wiley and Sons, Second Edition, pagina 732. In een schakeling volgens de uitvinding wordt deze op zich bekende stroombron gebruikt om door middel van de in de bekende stroombron aanwezige weerstand de eerder genoemde verhouding tussen schakeldrempel en stroom, welke verhouding voorkomt in een uitdrukking
30 voor de oscillatieperiode, vast te leggen.

Een verder bezwaar van de bekende oscillator is dat een last aan de uitgang van de oscillator invloed heeft op de oscillatiefrekwentie. Dit zou kunnen worden vermeden door op de uitgang een buffer aan te sluiten, zoals bijvoorbeeld gedaan is in de schakeling
35 uit het Amerikaanse octrooischrift 4,072,910. Op de uitgang van een daar getoonde ringoscillator met gecascadeerde inverters is een buffer in de vorm van een verdere inverter aangesloten. Hiermee wordt dan

8701831

enerzijds wel de beïnvloeding van de oscillatiefrekwentie door de last vermeden, maar anderzijds zullen temperatuurinvloeden in de buffer zelf merkbaar zijn in het signaal op de uitgangsklem van de buffer, bijvoorbeeld in de vorm van temperatuurafhankelijke flanksteilheden. De

- 5 uitvinding beoogt te voorzien in een oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen en een uitgangstrap, waarbij de uitgangstrap regelbaar is door de frekwentiestabilisatiemiddelen.

Een verdere uitvoeringsvorm van een oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens de uitvinding wordt daartoe
10 gekenmerkt, doordat op de oscillator een uitgangstrap is aangesloten die een serieschakeling van een door de frekwentiestabilisatiemiddelen stuurbare uitgangsstroombron en een stroomgeleidingspad van een uitgangsschakelelement omvat tussen het eerste en het tweede voedingspunt, waarbij een sturingang van het uitgangsschakelelement
15 aangesloten is tussen de regelbare stroombron en de parallelschakeling en waarbij het uitgangsschakelelement nagenoeg identiek is aan het referentie-element en de uitgangsstroombron een stroom levert die in een nagenoeg vaste verhouding staat tot de stroom die geleverd wordt door de regelbare stroombron.

- 20 De aparte uitgangstrap verhindert een beïnvloeding van de oscillatieperiode door een met de oscillator gekoppelde en met klokpulsen gevoede lastschakeling. Door de uitgangsstroombron met de frekwentiestabilisatiemiddelen te sturen, wordt bovendien de mogelijkheid gerealiseerd om het uitgangssignaal van de uitgangstrap
25 synchroon met een oscillatorsignaal te laten lopen, omdat de uitgangstrap componenten bevat die identiek zijn aan soortgelijke componenten in de oscillator. Tot op een uitgang van de uitgangstrap is het oscillatorsignaal dan voor de temperatuur gestabiliseerd.

Een verder voordeel is de mogelijkheid tot het vergroten
30 van de signaalslag. Hiervoor is vereist dat het quotiënt van de stroom, geleverd door de uitgangsstroombron, en de capacitieve last op de uitgangstrap groter is dan het quotiënt van de stroom, geleverd door de instelbare stroombron en de capacitieve last in de parallelschakeling binnen de oscillator.

- 35 Een verdere uitvoeringsvorm van een oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens de uitvinding wordt gekenmerkt, doordat de genoemde stroombronnen elk een cascodeschakeling van

8701831

transistoren van het eerste geleidingstype omvatten.

Door de instelstroombron, de verdere stroombron en de regelbare stroombron te realiseren met behulp van cascodeschakelingen, wordt de uitgangsimpedantie van de genoemde stroombronnen vergroot, hetgeen de
5 gevoeligheid van de oscillatieperiode voor voedingsspanningsfluctuaties verder vermindert.

De uitvinding zal worden toegelicht aan de hand van een tekening, waarin

- figuur 1 de principeschakeling van een oscillator met
10 frekwentiestabilisatiemiddelen volgens de uitvinding weergeeft;
figuur 2 een eerste uitvoeringsvorm van de schakeling uit
figuur 1 weergeeft;
figuur 3 een tweede uitvoeringsvorm van de schakeling uit
figuur 1 weergeeft; en
15 figuur 4 een andere uitvoeringsvorm van de schakeling uit
figuur 1 weergeeft.

In figuur 1 is de principeschakeling van een oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens de uitvinding weergegeven. De eigenlijke oscillator omvat een stroombron CCS, een parallelschakeling
20 van een capacatieve last C en een schakelelement SWEL en een vertragingscircuit DELC. Het vertragingscircuit DELC omvat bijvoorbeeld een passief RC netwerk of bijvoorbeeld een drietal soortgelijke trappen met CCS, C en SWEL zodat een op zich bekende ringoscillator is gevormd. Het vertragingscircuit DELC veroorzaakt een tijdsvertraging TD bij het
25 doorgeven van een signaal $v(t)$ op de capacatieve last C naar de sturingang van het schakelelement SWEL. De stroombron CCS levert een stroom I_0 , die de capacatieve last C oplaadt of die door het schakelelement SWEL doorgelaten wordt na overschrijding van een schakeldrempel V_0 op diens sturingang. Met deze gegevens is eenvoudig
30 af te leiden dat de oscillatieperiode T van de oscillator gegeven wordt door: $T=2TD+C.V_0/I_0$. De schakeldrempel V_0 en de stroom I_0 en dus de periode T zijn afhankelijk van temperatuur, voedingsspanning en van parameterspreidingen van het fabricageproces. In de uitdrukking voor de oscillatieperiode T komt echter alleen de verhouding tussen V_0 en I_0
35 voor. Voor een stabiele oscillatieperiode is dus een vaste verhouding tussen deze twee grootheden V_0 en I_0 voldoende. Omwille hiervan is voorzien in de frekwentiestabilisatiemiddelen FS. Deze omvatten een

870 183 1

eerste stroomtak CB1, een tweede stroomtak CB2, een referentie-element REFEL, dat nagenoeg identiek is aan het schakelelement SWEL, een weerstand R, een terugkoppelingsnetwerk FBM tussen eerste en de tweede stroomtak, een instelstroombron RCS, welke een stroom I1 levert, en
5 stuurmiddelen CM die een stroom I2 gelijk aan IO door de tweede stroomtak CB2 sturen, waarbij I1 en IO in een vaste verhouding staan tot elkaar: $I1 = a \cdot IO$. Het terugkoppelingsnetwerk stelt de aan weerstand R toegevoerde stroom zodanig in, dat het referentie-element REFEL de stroom $I2 = IO$ geleidt, waarvoor een stuurspanning gelijk aan de
10 schakeldrempel V0 nodig is op de sturingang van het referentie-element REFEL. Over de weerstand R staat dus een spanning V0, als gevolg van een stroom I1. Omdat I1 in een vaste verhouding staat tot IO, volgt dat de verhouding tussen V0 en IO slechts van verhoudingsgetallen en de grootte van de weerstand R afhangt, welke nagenoeg konstant zijn:
15 $V0/IO = aV0/I1 = aR$. Substitutie van dit resultaat in de uitdrukking voor de oscillatieperiode T geeft dan: $T = 2TD + aRC$, in welke uitdrukking nu alleen konstantes voorkomen.

In figuur 2 is een eerste uitvoeringsvorm van de schakeling volgens de uitvinding weergegeven. De oscillator is
20 uitgevoerd als een op zich bekende ringoscillator en omvat de P-kanaals-MOS-transistoren P3, P4, P5, de N-kanaals-MOS-transistoren N3, N4, N5 en de capacitieve lasten C3, C4, C5. Ofschoon deze laatste expliciet zijn weergegeven, mogen zij ook alleen de ingangskapaciteiten van respektievelijk N4, N5 en N3 verdiskonteren. De
25 frekwentiestabilisatiemiddelen omvatten de P-kanaals-MOS-transistoren P1 en P2, de N-kanaals-MOS-transistoren N1 en N2 en de weerstand R. Bij een ringoscillator, wordt de oscillatieperiode bepaald door de som van de vertragingstijden van alle trappen.

Zoals hiervoor is besproken, is het voor het konstant
30 houden van de oscillatieperiode T nodig om het quotiënt van schakeldrempel V0 en stroom IO konstant te houden per trap. In figuur 2 weergegeven P-transistoren P1 tot en met P5 zijn onderling nagenoeg identiek, evenals de N-transistoren N1 tot en met N5 en de capacitieve lasten C3, C4, C5. De oscillatieperiode T is dan als volgt bepaald. De
35 als stroombron geschakelde transistoren P1 tot en met P5 ontvangen ieder een gelijke stuurspanning en geleiden dan ook elk een stroom I1 tot en met I5 van dezelfde grootte. In een evenwichtstoestand is deze stroom

8701831

precies groot genoeg om over de weerstand R de spanning te veroorzaken, die nodig is op de sturingang van N2 om eenzelfde stroom door N2 te geleiden. De verhouding tussen deze spanning V0 (de schakeldrempel) en de geleide stroom I2 is dan gelijk aan de grootte van de weerstand R.

5 Ingeval in een trap van de oscillator, bijvoorbeeld P4, N4 en C4, het schakelelement (N4) spert, zodat de stroombron (P4) de capacitieve last (C4) oplaadt, stijgt de spanning V4 op de sturingang van het schakelelement van de eerstvolgende trap (N5). Is de stuurspanning V4 op het schakeldrempelniveau V0 gekomen waarbij het schakelelement van de

10 eerstvolgende trap (N5) de stroom uit de bijbehorende stroombron (P5) geleidt, dan wordt de bijbehorende capacitieve last (C5) ontladen. Daarmee ontvangt in een daaropvolgende trap (P3, N3 en C3) het schakelelement (N3) op zijn sturingang een lage stuurspanning V5 zodat dit schakelelement (N3) spert en de bijbehorende capacitieve last (C3)

15 door de betreffende stroombron (P3) wordt opgeladen. Bijgevolg krijgt de daarmee verbonden volgende trap (P4, N4 en C4) op de sturingang van zijn schakelelement (N4) een stijgende spanning V3, die, boven een schakeldrempel V0 gekomen, ervoor zorgt dat de betreffende capacitieve last (C4) wordt ontladen. Bij een ringoscillatorschakeling verschuift

20 dit patroon cyclisch over de trappen. De vertragingstijd per trap is in goede benadering die, welke nodig is om de betreffende capaciteit vanaf een spanning gelijk aan nul op te laden tot de schakeldrempel van het schakelelement in de volgende trap waarbij dat schakelelement de stroom uit de stroombron geleidt. Stijgt als gevolg van temperatuursverhoging

25 de impedantie van transistor N2 (en dus van transistoren N3, N4 en N5), dan is een grotere schakeldrempelspanning V0 nodig om dezelfde stroom te geleiden. De spanning V2 op punt A neemt dan toe, waardoor transistor N1 beter gaat geleiden en de spanning op punt B zakt, waardoor de stroombron I1 meer stroom levert en daarmee de spanning over weerstand R

30 verhoogt. De transistor N2 gaat beter geleiden net zolang totdat de spanning op punt A niet meer stijgt. Dit is het geval als transistor N2 de door transistor P2 geleverde stroom helemaal doorlaat. Omdat transistor P1 nu meer stroom levert, doen de transistoren P2 tot en met P5 dit ook. De verhouding tussen stroom en schakeldrempel is dan weer

35 gelijk aan de grootte van R, bijgevolg waarvan de oscillatieperiode konstant blijft.

In figuur 3 is een verdere uitvoeringsvorm van de in

8701831

figuur 3 getoonde schakeling weergegeven, waarbij overeenkomstige elementen uit figuur 2 hetzelfde zijn aangeduid. De schakeling van figuur 3 bevat bovendien de P-kanaals-transistoren P6 tot en met P10, die samen met transistoren P1 tot en met P5 respectievelijk cascodes
5 P1/P6 tot en met P5/P10 vormen. De cascodeschakeling vergroot de uitgangsimpedantie en verkleint hiermee de gevoeligheid van de oscillatieperiode T voor fluktuaties in voedingsspanning V_{DD} .

Hoewel in de figuren 2 en 3 de transistoren getekend zijn als veldeffekttransistoren, zijn equivalente schakelingen
10 uitvoerbaar met bipolaire transistoren.

In figuur 4 is een andere uitvoeringsvorm van een oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens de uitvinding getekend. De oscillator omvat de PNP-transistoren P4, P5 en P6, de NPN-transistoren N4, N5, N6 en de capaciteiten C4, C5 en C6. De
15 frekwentiestabilisatiemiddelen omvatten de PNP-transistoren P1, P2 en P3, de NPN-transistoren N1, N2 en de weerstand R. De terugkoppeling geschiedt nu via de transistoren N1 en P2.

In evenwicht geldt dat transistoren P1, P2 en P3 evenveel stroom leveren als er door respectievelijk weerstand R, transistor N1 en
20 N2 wordt afgevoerd. Hierbij is de spanning over weerstand R net zo groot als nodig is om transistor N2 de stroom uit transistor P3 minus de basisstroom van transistor N1 te doen geleiden. Omdat transistor N1 kleiner is dan transistor N2, zoals hierna zal worden beschreven, wordt de basisstroom van transistor N1 verwaarloosd. Transistor N1 fungeert
25 als een sensor voor de spanning op het knooppunt K. Afwijkingen van de spanning op knooppunt K vanuit de evenwichtstoestand doen transistor N1 meer of minder geleiden, waardoor de spanning op knooppunt L mee-fluctueert. De spanning op knooppunt L stuurt vervolgens de stromen door transistoren P1 en P3. Transistor N1 is kleiner dan transistor N2, omdat
30 de transistor N1 zowel de basisstromen van transistor P1 en P3 alsook de stroom door de kleine transistor P2 afvoert. Transistor P2 is kleiner dan transistoren P1 en P3, omdat transistor P2 samen met transistor N1 een spanningsdeler vormt, waarvan de uitgangsspanning, dat is de spanning op klem L, de transistoren P1 en P3 stuurt. Bijgevolg hoeven
35 geen grote stromen doorgelaten te worden door transistor P2.

8701831

CONCLUSIES:

1. Oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen, welke oscillator een parallelschakeling van een capacitieve last en een stroomgeleidingspad van een aanstuurbaar schakelelement omvat, welke parallelschakeling in serie staat met een door de
5 frekwentiestabilisatiemiddelen regelbare stroombron tussen een eerste en een tweede voedingspunt, waarbij een knooppunt van de capacitieve last en de regelbare stroombron via een vertragingscircuit en een terugkoppeling met een stuuraansluiting van het schakelelement is verbonden, gekenmerkt, doordat de frekwentiestabilisatiemiddelen een
10 eerste respektievelijk een tweede stroomtak, die via een weerstand respektievelijk een stroomgeleidingspad van een referentie-element, dat nagenoeg identiek is aan het schakelelement, zijn aangesloten op het eerste voedingspunt, waarbij een stuuraansluiting van het referentie-element via de weerstand is verbonden met het eerste voedingspunt,
15 alsmede een instelstroombron, voor het leveren van een stroom door de eerste stroomtak met welke instelstroombron de regelbare stroombron is gekoppeld, en een verdere stroombron in de tweede stroomtak omvatten, waarbij de regelbare stroombron en de verdere stroombron nagenoeg identieke stromen leveren, welke frekwentiestabilisatiemiddelen verder
20 terugkoppelmiddelen bevatten voor het terugkoppelen van een spanning over het referentie-element in de tweede stroomtak naar de eerste stroomtak waardoor de instelstroombron zodanig instelbaar is, dat de verhouding tussen een stuurspanning voor het referentie-element en de stroom in de tweede stroomtak nagenoeg konstant is.
- 25 2. Oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens conclusie 1, gekenmerkt, doordat de instelstroombron, de verdere stroombron en de regelbare stroombron stroomspiegels vormen met respektievelijk een met hun stuuraansluiting verbonden eerste, een tweede en een derde transistor, waarbij de tweede en derde transistor
30 nagenoeg identiek zijn, de eerste, tweede en derde transistor van een eerste geleidingstype zijn en met hun respektievelijke stroomgeleidingspad gekoppeld zijn met het tweede voedingspunt en waarbij het referentie-element en het schakelelement respektievelijk een vierde en een vijfde transistor van een tweede geleidingstype omvatten.
- 35 3. Oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens conclusie 2, gekenmerkt, doordat de terugkoppelmiddelen een zesde transistor van het tweede geleidingstype omvatten waarvan een

- stroomgeleidingspad in de eerste stroomtak tussen de weerstand en de instelstroombron is opgenomen en waarvan een stuuringang is aangesloten op de tweede stroomtak tussen het referentie-element en de verdere stroombron, waarbij de sturingangen van de eerste, tweede en derde transistor op een knooppunt tussen de zesde transistor en de instelstroombron zijn aangesloten.
4. Oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens conclusie 2, gekenmerkt, doordat de terugkoppelmiddelen een zesde en een zevende transistor respektievelijk van het eerste en van het tweede geleidingstype omvatten, waarbij de serieschakeling van de stroomgeleidingspaden van de zesde en zevende transistor het tweede voedingspunt met het eerste voedingspunt verbinden en een stuuringang van de zesde transistor is aangesloten op de sturingangen van de eerste, tweede en derde transistor alsmede tussen de stroomgeleidingspaden van de zesde en zevende transistor en een stuuringang van de zevende transistor is aangesloten op de tweede stroomtak tussen de derde transistor en het referentie-element.
5. Oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens conclusie 1, 2, 3, of 4, gekenmerkt, doordat op de oscillator een uitgangstrap is aangesloten die een serieschakeling van een door de frekwentiestabilisatiemiddelen stuurbare uitgangsstroombron en een stroomgeleidingspad van een uitgangsschakelelement omvat tussen het eerste en het tweede voedingspunt, waarbij een stuuringang van het uitgangsschakelelement aangesloten is tussen de regelbare stroombron en de parallelschakeling en waarbij het uitgangsschakelelement nagenoeg identiek is aan het referentie-element en de uitgangsstroombron een stroom levert die in een nagenoeg vaste verhouding staat tot de stroom die geleverd wordt door de regelbare stroombron.
6. Oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens conclusie 2, 3, 4 of 5, gekenmerkt, doordat de genoemde stroombronnen elk een cascodeschakeling van transistoren van het eerste geleidingstype omvatten.
7. Oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens één der voorgaande conclusies, gekenmerkt, doordat de instelstroombron een stroom levert nagenoeg identiek aan de stroom geleverd door de verdere stroombron.
8. Oscillator met frekwentiestabilisatiemiddelen volgens

8701831

één der voorgaande conclusies, gekenmerkt, doordat de weerstand instelbaar is.

4



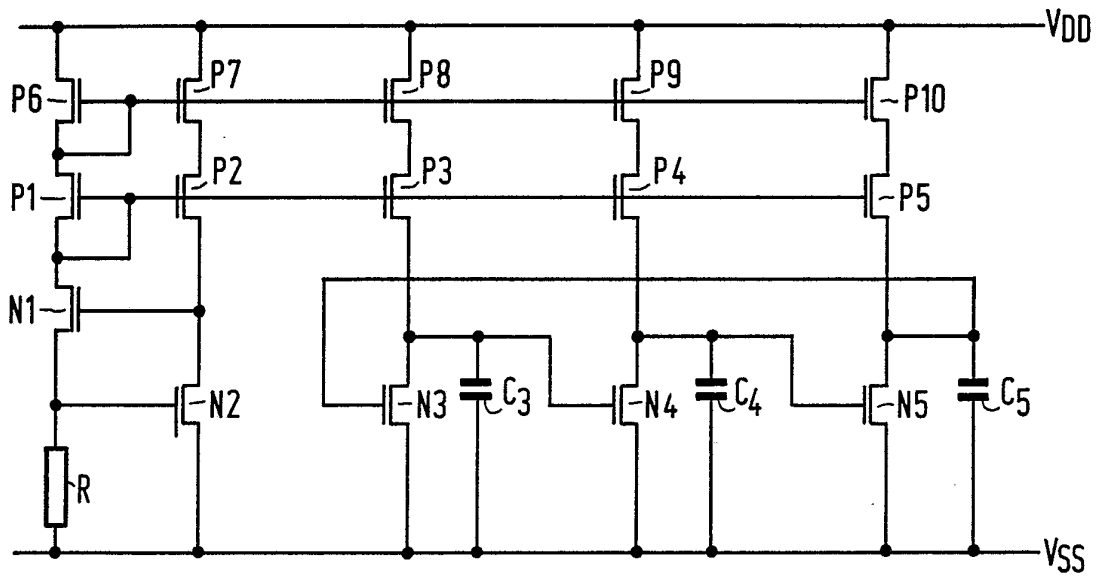


FIG. 3

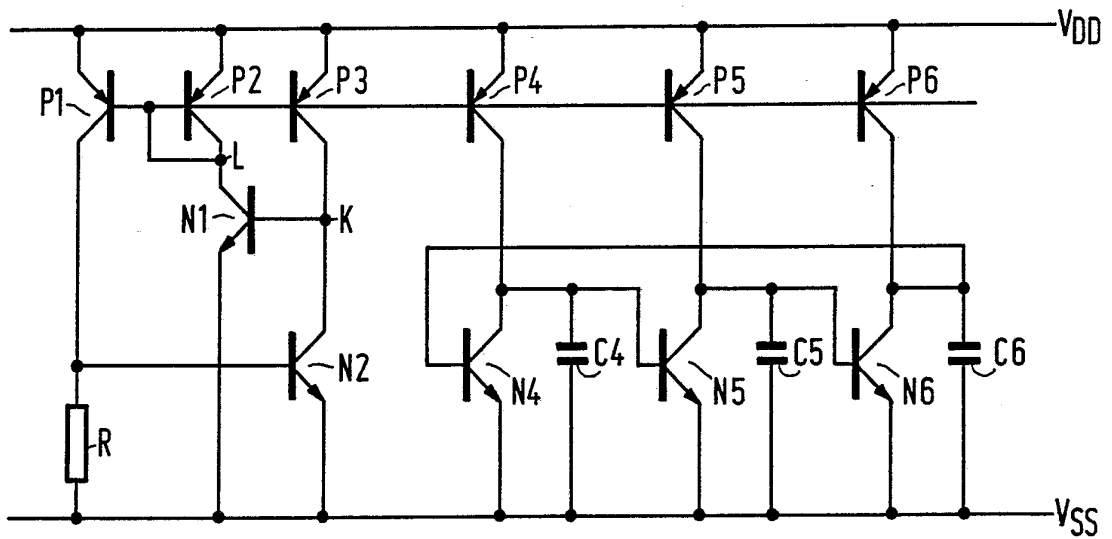


FIG. 4