

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 20002168 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 20002168
(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
H03B 5/36
(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 03.10.2000
(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 03.10.2000
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 13.04.2001
(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 14.06.2019
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority
12.10.1999 JP 11-289298P

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Toyo Communication Equipment Co., Ltd., 1-1, Koyato 2-chome, Samukawa-machi, Kouza-gun, Kanagawa 253-0192, JAPANI, (JP)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Ishikawa, Masayuki, Kanagawa 253-0192, JAPANI, (JP)
2 •Kohzu, Hideaki, Kanagawa 253-0192, JAPANI, (JP)
3 •Naito, Yukio, Kanagawa 253-0192, JAPANI, (JP)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Seppo Laine Oy, PL 339, 00181 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Pietsosähköinen oskillaattori
Piezoelektrisk oscillator

(57) Tiivistelmä - Sammandrag - Abstract

Keksintö käsittää pietsosähköisen oskillaattorin, joka kuuluu pietsosähköisen resonaattorin, vahvistimen ja muuttuvakapasitanssisen elimen sisältävään oskillaattoriluokkaan. Muuttuvakapasitanssinen elin on MOS-tyypin kapasitanssielin, jonka yksi liitin on kiinnitetty jännitteeseen V-voltti ja toiseen liittimeen tuodaan ohjausjännite, joka jää alueelle, jonka väliarvo on jännite V-voltti. Tämän tuloksena saadaan toteutetuksi pietsosähköinen oskillaattori, joka pystyy muuttamaan taajuuttaan laajalla alueella ilman, että käytettäisiin miinusmerkkistä teholähdettä.

Uppfinningen avser en piezoelektrisk oscillator, som tillhör en oscillatorkategori omfattande en piezoelektrisk resonator, en förstärkare och ett variabelkapacitansorgan. Variabelkapacitansorganet är ett kapacitansorgan av MOS-typ, vars ena anslutningsdon är fäst vid en V-voltspänning och det andra anslutningsdonet tillförs styrspänning, som faller inom ett område, vars mellanvärde är spänningen Vvolt. Som ett resultat härav, realiseras en piezoelektrisk oscillator, som kan variera sin frekvens inom ett brett område, utan att en effektkälla med minustecken används.

kuva 1

Pietsosähköinen oskillaattori

Keksintö koskee pietsosähköistä oskillaattoria ja erityisesti pietsosähköistä oskillaattoria, joka käyttää
5 MOS-kapasi-tanssielintä.

Erilaisia piirejä on tähän asti ehdotettu ja toteutettu käytännössä oskillaattoriksi, joka käyttää pietsosähköistä resonaattoria, jota on edustanut kideresonaattori. Niitä
10 käytetään erilaisissa elektronisissa kojeissa, esimerkiksi kannettavien puhelinten, tietokoneiden jne. signaalilähteinä.

Toisaalta kussakin tällaisessa oskillaattorissa eri tavoit-
15 teiden, joihin kuuluu säätöjen tekeminen valmistushetkellä, saavuttamiseksi kanavataajuussäätötoiminnon tai AFC-toiminnon (automatic frequency control, automaattinen taajuussäätö) jne. toteuttaminen ja joihin kuuluu edelleen kompensointien tekeminen taajuudelle lämpötiloihin liittyen,
20 oskillaattorin muovaaminen suurelle kanavataajuuksien määrälle jne. vaatii muuttuvakapasitanssisen elimen käyttöä.

Piirinä, joka pystyy toteuttamaan tällaiset tavoitteet, on käytetty yleensä piiriä, joka on kuvattu esimerkin vuoksi
25 kuviossa 6.

Kuviossa kuvattu oskilloiva piiri on tavallinen kideoskillaattoripiiri, joka käyttää invertoivaa vahvistinta. Tässä oskilloivassa piirissä invertoivan vahvistimen 101 tulo ja
30 lähdön väliin on laitettu rinnakkaispiiri, joka käsittää kideresonaattorin 102 ja takaisinkytkentävastuksen R1. Sen

tulon ja lähdön sekä maan välillä on myös laitettu kondensaattori C1 ja kondensaattori C2. Samanaikaisesti jompaankumpaan kondensaattoreista C1 ja C2 (tässä esimerkissä kondensaattoriin C2) on kytketty muuttuvakapasitanssinen diodi D1, joka toimii muuttuvakapasitanssina elimenä. Ja muuttuvakapasitanssinen diodin D1 katodi ja ohjausliitin Vcont on kytketty toisiinsa vastuksen R2 kautta tasavirtojen estämiseksi.

10 Koska tällaisen oskilloivan piirin toiminta on hyvin tunnettu, tässä yhteydessä ei katsota tarpeelliseksi selittää sitä uudelleen. Lyhyesti sanottuna, kuitenkin, tässä oskilloivassa piirissä muuttuvakapasitanssinen diodin D1 kapasitanssiarvo muuttuu sen mukaan, mikä tasajännite tuodaan ohjausliittimeen Vcont. Ohjausjännitettä muuttamalla voidaan siksi suorittaa erilaisia taajuussäätöjä, esimerkiksi automaattinen taajuussäätö (AFC) jne., kuten edellä on mainittu.

Kun toisaalta ajatellaan viimeaikoina heränneitä miniatyrisoinnin ja tehonkulutuksen pienentämisen vaatimuksia kaikenlaisissa elektronisissa kojeissa, on myös herännyt tarve muuntaa edellä kuvattu oskillaattori integroiduksi piiriksi (IC).

25 Muuttuvan kapasitanssielimen D1 sisältävän oskilloivan piirin, kuten kuviossa 6 on esitetty IC-versioksi muuntamisen tapauksessa, tätä diodia ei kuitenkaan voida muokata muuten kuin käyttämällä prosessivaiheita, jotka poikkeavat muiden puolijohdepiirien muokkauksen prosessivaiheista. Tämä diodi on siten ollut este sille, että muunnetaan oskilloiva piiri IC-versioksi.

Muuttuva kapasitanssinen diodi D1, joka on bipolaarityyppiä, on nimittäin muokattava käyttämällä prosessivaiheita, jotka eroavat invertoivan vahvistimen 101, joka on C-MOS-tyypin puolijohde, muokkauksen prosessivaiheista Tällainen muokausprosessi on siten monimutkainen ja saatava IC-tuote on lisäksi kallis.

Vaikka IC-versioksi muunnettavaksi sopivasta muuttuvakapasitanssisesta elimestä tunnetaan toisaalta MOS-tyypin muuttuvakapasitanssinen elin, sen käyttäminen on jäänyt odotuksen asteelle.

Kideoskillaattoreista, jotka käyttävät tällaista MOS-tyypin muuttuvakapasitanssista elintä, on olemassa sellainen joka sisältyy japanilaiseen patenttihakemukseen numero 10-131555 "Taajuussäätötoiminnolla varustettu kideresonaattori"

Tämä kideoskillaattori on rakenteeltaan seuraavanlainen. Kuten kuviossa 7 on esitetty, invertoivan vahvistimen 101 tulo- ja lähtöliittimen väliin on laitettu rinnakkaispiiri, joka käsittää kideresonaattorin 102 ja takaisinkytkentävastuksen R1. MOS-tyypin muuttuvakapasitanssinen elin 103 on kytketty invertoivan vahvistimen tuloliittimeen, ja samalla MOS-tyypin muuttuvan kapasitanssielimen sähkövarauksen injektoiva liitin TI ja ohjausliitin Vcont on kytketty toisiinsa.

MOS-tyypin muuttuvakapasitanssisista elimistä 103 tunnetaan esimerkiksi sellainen, joka on kuvattu kuviossa 8. Tässä elimessä 103 nimittäin positiivinen ja negatiivinen jännite

tuodaan ohjausliittimeen Vcont käyttämällä pohjana N-tyyppin substraattia, jolloin saadaan tunnelivirta SiO_2 -yhdisteen sisässä ja saadaan elektronit injektoitumaan kelluvaan elektrodiin 104 tai ulos siitä.

5

Esimerkiksi tapauksessa, jossa käytetään positiivista jännitettä ohjausliittimen Vcont ohjauksessa, elektronit virtaavat ulos kelluvasta elektrodista 104. Kelluvaa elektrodia 104 lähellä sijaitsevan tyhjennysalueen 105 paksuus kapenee siten, minkä seurauksena kapasitanssi kasvaa tyhjennysalueen kapenemisen myötä.

Siinä tapauksessa, että käytetään negatiivista jännitettä ohjausliittimen Vcont ohjaamiseen, toiminta on vastakkainen edellä kuvattuun nähden, joten sitä ei selitetä enempää tässä yhteydessä.

Kuten jäljempänä selitetään, MOS-tyyppin muuttuvakapasitanssisen elimen kapasitanssiarvoa voidaan kuitenkin periaatteellisesti muuttaa laajalla alueella vain käyttämällä positiivista teholähdettä tai negatiivista teholähdettä. Haittana on tästä syystä se, että kapasitanssiarvossa ei tapahdu juuri mitään muutosta, kun käytetään joko vain positiivista tai negatiivista yksinapaista teholähdettä yksin.

Tätä selostetaan nyt hieman yksityiskohtaisemmin.

Kuvio 9 on käyrä, joka kuvaa esimerkinomaisesti elektrodien välisen jännitteen ja MOS-tyyppin muuttuvakapasitanssisen elimen kapasitanssiarvon välisen suhteen.

Kuten tästä kuviosta selviää, tässä esimerkissä, kun liittimien välinen jännite vaihtelee alueella $-1,5V$ - $+0,5 V$ mukaan lukien arvo $0 V$ siinä välissä, kapasitanssiarvo vaihtelee
5 alueella, joka kattaa kaikkiaan noin $80pF$.

Toisaalta kuitenkin kideoskillaattorissa, jossa taajuuden vaihtelualueen on oltava yleensä leveä, on edullisempaa, että kapasitanssiarvo muuttuu hienovaraisesti ohjausjännitteen muutoksen myötä kuin että se muuttuisi terävästi,
10 jotta saataisiin tarkka taajuudensäätö. Tästä syystä on ollut tarvetta muuttuvakapasitanssista elimestä, jonka kapasitanssiarvo muuttuu laajalla ohjausjännitealueella.

15 Sen mukaisesti kuviossa 7 esitetyn kideoskillaattorin tapauksessa on tarpeen käyttää ohjausjännitelähteitä, joista syötetään sekä positiivinen että negatiivinen jännite ohjausliittimeen V_{cont} , jotta saataisiin laajalla alueella muuttuva kapasitanssi, kun käytetään MOS-tyypin muuttuva-
20 kapasitanssista elintä 103. Siksi oli olemassa sellainen ongelma, että taajuuden säätöön käytettävän järjestelmän rakenne tuli monimutkaiseksi.

Nyt kyseessä oleva keksintö on tehty ratkaisemaan edellä
25 kuvatut ongelmat ja antamaan pienikokoinen pietsosähköinen oskillaattori, joka soveltuu muunnettavaksi IC-versioksi, kun käytetään MOS-kapasitanssielintä ja joka mahdollistaa sen, että saavutetaan laaja muutosalue muuttuvassa kapasitanssissa myös silloin, kun käytetään joko positiivista
30 tai negatiivista yksinapaista tehonlähdettä ja joka edelleen mahdollistaa taajuuden säädön.

Jotta saavutettaisiin edellä mainittu tavoite, keksinnön ensimmäisen puolen mukaisesti saadaan pietsosähköinen oskillaattori, jossa pietsosähköisen resonaattorin, vahvistimen ja muuttuvan kapasitanssielimen sisältävässä oskillaattorissa muuttuvakapasitanssinen elin on MOS-tyypin kapasitanssielin, jonka yhteen liittimeen tuodaan vaihtojännite, jonka välijännitteellä on arvo V -voltti, ja toiseen jonka toiseen liittimeen tuodaan ohjausjännite, joka on alueella, jonka välijännite on jännite V -voltti.

Keksinnön toisen puolen mukaisesti saadaan pietsosähköinen oskillaattori, jossa invertoivassa pietsosähköisessä oskillaattorissa, jossa pietsosähköinen resonaattori on kytketty invertoivan vahvistimen tulo- ja lähtöliittimen väliin ja jakokondensaattorit $C1$ ja $C2$ on kytketty pietsosähköisen resonaattorin vastaavien päiden ja maan välille, laittamalla MOS-tyypin kapasitanssielin sarjaan pietsosähköisen resonaattorin kanssa, MOS-tyypin kapasitanssielimen toiseen päähän tuodaan esijännite, joka on jännite V -voltti invertoivan vahvistimen lähtö- tai tulopäässä, ja sen toinen pää syöttää siihen ohjausjännitteen, joka muuttuu alueella, jonka väliarvo on jännite V -voltti.

Keksinnön kolmannen puolen mukaisesti saadaan pietsosähköinen oskillaattori, jossa invertoivassa pietsosähköisessä oskillaattorissa, jossa pietsosähköinen resonaattori on kytketty invertoivan vahvistimen tulo- ja lähtöliittimen väliin; jakokondensaattorit $C1$ ja $C2$ on kytketty pietsosähköisen resonaattorin vastaavien päiden ja maan väliin, kaksi MOS-kapasitanssielintä on laitettu vastaavasti pietsos-

sähköisen resonaattorin kummallekin puolelle; kummankin MOS-kapasitanssielimen toiseen päähän tuodaan vaihtojännite, jonka välijännitearvo on jännite V -voltti; ja jonka toiseen päähän tuodaan ohjausjännite, joka muuttuu alueella, jonka väliarvo on jännite V -voltti.

Keksinnön neljännen puolen mukaisesti saadaan pietsosähköinen oskillaattori, jossa inverttoivassa oskillaattorissa, jossa pietsosähköinen elin on kytketty inverttoivan vahvistimen tulo- tai lähtöpäähän; ja jakokondensaattorit $C1$ ja $C2$ on kytketty pietsosähköisen elimen vastaavien päiden ja maan välille, MOS-kapasitanssielin on laitettu pietsosähköisen resonaattorin ja inverttoivan vahvistimen tulopään väliin taikka pietsosähköisen resonaattorin ja inverttoivan vahvistimen lähtöpään väliin; ohjausjännite V_{cont} tuodaan MOS-kapasitanssielimen pietsosähköiseen resonaattoriin kytkettyvän puolen mukaiseen liittimeen; ja kun oletetaan, että V edustaa jännitettä, joka on tasajännitteinen esijännite inverttoivan vahvistimen tulo- tai lähtöpäässä ja joka tuodaan MOS-kapasitanssielimen yhteen päähän, on järjestetty niin, että mainittu jännite tulee ohjausjännitteen V_{cont} väliarvojännitteeksi.

Keksinnön viidennen puolen mukaisesti saadaan pietsosähköinen oskillaattori, jossa inverttoivassa oskillaattorissa, jossa pietsosähköinen elin on kytketty inverttoivan vahvistimen tulo- tai lähtöpäähän; ja jakokondensaattorit $C1$ ja $C2$ on kytketty pietsosähköisen elimen vastaavien päiden ja maan välille, MOS-kapasitanssielin on laitettu pietsosähköisen resonaattorin ja inverttoivan vahvistimen tulopään väliin taikka pietsosähköisen resonaattorin ja inverttoivan vah-

vistimen lähtöpään väliin ja ohjausjänite V_{cont} tuodaan MOS-kapasitanssielimen pietsosähköiseen resonaattoriin kytkeytyvän puolen mukaiseen liittimeen; vastuksen ja kondensaattorin muodostama tasajännitepiiri laitetaan ja kytketään

5 MOS-kapasitanssielimen invertoivan vahvistimen mukaisen puolen ja invertoivan vahvistimen tulo- tai lähtöliittimeen väliin; ja edelleen tasajännitteinen esijännite tuodaan MOS-kapasitanssielimen invertoivan vahvistimen puolen mukaiseen liittimeen.

10

Keksinnön kuudennen puolen mukaisesti saadaan keksinnön viidennen puolen mukainen pietsosähköinen oskillaattori, jossa MOS-kapasitanssielimeen syötettävän vaihtovirran amplituditaso säädetään tasavirtapiirin vastusarvon mukaan; ja

15 kun oletetaan, että V edustaa tasajännitteistä esijännitettä, joka syötetään MOS-kapasitanssielimen invertoivan vahvistimen puolen mukaiseen liittimeen, on järjestetty niin, että tasajännitteinen esijännite V tulee ohjausjännitteen V_{cont} väliarvojäännitteeksi.

20

Kuvio 1 on piirikaavio, joka kuvaa nyt kyseessä olevan keksinnön mukaisen kideoskillaattorin.

Kuviot 2(a) ja 2(b) kuvaavat menetelmän, jolla säädetään nyt

25 kyseessä olevan keksinnön mukaisen kideoskillaattorin herkkyys muuttuvalle kapasitanssille; kuvio 2(a) kuvaa tapausta, jossa ei tehdä herkkyyden säätöä muuttuvalle kapasitanssille, ja kuvio 2(b) kuvaa tapausta, jossa säädetään muuttuvan kapasitanssin herkkyyttä.

30

Kuviot 3(a) ja 3(b) ovat piirikaavioita, jotka kuvaavat nyt kyseessä olevan keksinnön mukaisen kideoskillaattorin muita suoritusmuotoja; kuvio 3(a) on piirikaavio, joka kuvaa yhden mainituista keksinnön mukaisen kideoskillaattorin muista suoritusmuodoista ja kuvio 3(b) on piirikaavio, joka kuvaa toisen mainituista keksinnön mukaisen kideoskillaattorin muista suoritusmuodoista.

Kuvio 4 on piirikaavio, joka kuvaa vielä yhden suoritusmuodon keksinnön mukaisesta kideoskillaattorista.

Kuviot 5(a) ja 5(b) ovat piirikaavioita, jotka kuvaavat keksinnön mukaisen kideoskillaattorin muita suoritusmuotoja.

Kuvio 6 on piirikaavio, joka kuvaa tavanomaisen kideoskillaattorin.

Kuvio 7 on piirikaavio, joka kuvaa MOS-tyypin muuttuva kapasitanssista elintä käyttävän tavanomaisen kideoskillaattorin.

Kuvio 8 on rakenneleikkauskuva MOS-tyypin muuttuvakapasitanssisesta elimestä.

Kuvio 9 kuvaa liittimestä liittimeen jännitteen ja MOS-tyypin muuttuvakapasitanssisen elimen kapasitanssiarvon välisen suhteen.

Keksintöä kuvataan seuraavassa yksityiskohtaisesti sen kuvioissa esitettyihin suoritusmuotoihin perustuen.

Kuvio 1 on piirikaavio, joka kuvaa keksinnön mukaisen jänniteohjatun kideoskillaattorin yhden suoritusmuodon.

Kuviossa 1 kuvatulla kideoskillaattorilla on seuraava rakenne. Invertoivan vahvistimen 1, jonka teholähdejännite on Vcc, tulo- ja lähtöliittimien välille on laitettu rinnakkainen takaisinkytkentävastus R1 ja sarjapiiri, joka koostuu kideresonaattorista 2 ja vastuksesta R2. Invertoivan vahvistimen tuloliittimen ja maan välille on laitettu kondensaattori C1 ja samalla toisaalta kideresonaattorin 2 yhden pään ja maan välille on laitettu kondensaattori C2. Edelleen kideoskillaattorin 2 toisen pään ja maan välillä on maahan kondensaattorin C3 kautta kytketty MOS-tyypin muuttuvakapasitanssinen elin 3, kun taas toisaalta MOS-tyypin muuttuvakapasitanssisen elimen 3 ja kondensaattorin C3 välinen kytkentäpiste on kytketty ohjausliittimeen vastuksen R3 kautta.

Seuraavaksi selostetaan edellä kuvatun rakenteen omaavan kideoskillaattorin toiminta.

Koska invertoivan värähtelypiirin toiminta on hyvin tunnettu, sitä ei selosteta tässä.

Kuten on ilmeistä edellä annetusta selostuksen perusteella, kuviossa 1 esitetty kideoskillaattori on rakennettu sellaiseen muotoon, jossa muuttuvakapasitanssisen MOS-elimen 3 yksi liitin on kytketty invertoivan vahvistimen 1 tuloliittimeen. Tämän seurauksena muuttuvakapasitanssisen MOS-elimen 3 toiseen päähän tuodaan jännite, jonka taso on $V_{cc}/2$, joka edustaa invertoivan vahvistimen 1 kynnystasojännitettä V_{ref} .

Ja siinä tapauksessa, että ohjausliittimeen V_{cont} syötetään tasajännitteinen ohjausjännite, jonka taso on välillä $0V - V_{cc}$, muuttuvakapasitanssisen MOS-elimien 3 liittimestä liittimeen -jännite vaihtelee välillä $-V_{cc}/2 - V_{cc}/2$ niin, että

5 potentiaali ohjausliittimen V_{cont} ja invertoivan vahvistimen 1 tuloliittimen välinen kytkentäpiste toimii pohjana. Siitä johtuen sekä positiivinen että negatiivinen jännite tuodaan muuttuvakapasitanssiselle MOS-elimelle 2, kuten aiemmin selostettiin kuvion 9 yhteydessä, sillä seurauksella, että sen

10 kapasitanssiarvo vaihtelee laajalla alueella.

Esimerkiksi siinä tapauksessa, että invertoiva vahvistin 1 toimii syöttöjännitteellä $V_{cc}=5V$, muuttuvakapasitanssisen MOS-elimien yhteen liittimeen tuodaan invertoivan vahvistimen

15 1 kynnyksijännite V_{ref} , jonka taso on $V_{ref}=2,5V$. Edelleen tässä tapauksessa, kun ohjausjännite (V_{cont}), joka jää alueelle $0V-5V$, syötetään ohjausliittimeen V_{cont} positiivisena jännitteenä, muuttuvakapasitanssisen MOS-elimien 3 liittinjännitettä $V_{cont} - V_{ref}$ ohjataan alueella $-2,5V -$

20 $+2,5V$. Siksi kapasitanssin arvoa voidaan säätää laajalla alueella käyttämättä negatiivista syöttöjännitettä kuten tavanomaisissa ratkaisuissa.

Keksinnön mukaisella oskilloivalla piirillä on edellä kuvatu-
 25 tun toiminnan ja vaikutuksen lisäksi vaikutuksia, joita selostetaan seuraavassa.

Edellä kuvatussa rakenteessa muuttuvakapasitanssin MOS-
 elin 3 laitetaan värähtelysilman sisään. Sen invertoivan
 30 vahvistimen 1 puoleiseen liittimeen tuodaan siten

vaihtojännite, joka toimii oskillointisignaalina, jonka välijännite on kynnyksjännite V_{ref} , tasoltaan $V_{ref}=2,5V$.

On olemassa ilmiö, että vaihtojännitteen amplituditaso
 5 vaikuttaa muuttuvakapasitanssisen MOS-elimien 3 muuttuvan
 kapasitanssin herkkyyteen. Muuttuvakapasitanssisen MOS-
 elimien 3 muuttuvan kapasitanssin herkkyyttä voidaan vai-
 mentaa vapaavalintaisesti hyödyntämällä tätä ominaisuutta
 positiivisesti.

10

Tätä selostetaan seuraavassa yksityiskohtaisesti. Asian ym-
 märtämisen helpottamiseksi seuraavassa esityksessä oletetaan,
 että liittimestä liittimeen vaikuttavan jännitteen ja
 muuttuvakapasitanssisen MOS-elimien kapasitanssiarvon välinen
 15 suhde asetetaan niin, että kapasitanssiarvo vaihtelee kuvi-
 oissa 2(a) ja 2(b) esitetyllä tavalla vasteena ohjausjännite-
 alueeseen $-0,5$ voltista $+0,5$ volttiin jolloin liittinten
 välisen jännitteen keskikohtana on $0V$.

20 Kuviossa 2(a) yhtenäinen viiva A kuvaa liittinten välisen
 jännitteen ja liittinten välisen kapasitanssiarvon suhteen,
 joka pätee, kun tasajännite $V_{ref} = 2,5V$, yhtä kuin kynnyks-
 jännitteen taso, tuodaan muuttuvakapasitanssisen MOS-elimien
 yhteen liittimeen ja napaisuudeltaan positiivinen tasajännite-
 25 nitteinen, keskikohdaltaan $2,5$ voltin ohjausjännite tuodaan
 sen toiseen liittimeen. Kuten voidaan nähdä, ei-kyllästy-
 neellä alueella jossa kapasitanssiarvo vaihtelee paljon ja
 lineaarisesti, saadaan suuri muuttuvan kapasitanssin
 herkkyys jotakuinkin $80pF/V$.

30

Ajatellaanpa muuttuvakapasitanssisen MOS-elimien osalta sellaista tapausta, että - olettaen, että sille tuotava jännite V_{ref} on esijännite 2,5V, joka tuodaan inverttoivan vahvistimen tuloliittimeen - jännite V_{ref} on oskilloiva vaihtojännite, joka vaihtelee 2,5 voltin keskijännitteen ympärillä ja joka syötetään takaisin inverttoivan vahvistimen tulopäähän.

Ensiksikin, olettaen, että tämä oskilloiva vaihtojännite on vaihtojännite B, jonka amplituditaso on paljon pienempi kuin ei-kyllästyneen alueen (F) jännitteen amplitudileveys kuviossa 2(a), liittimestä liittimeen kapasitanssiarvo vaihtelee puolijakson muuttumisen myötä vaihtojännitteen B pluspuolella ja miinuspuolella. Liittimestä liittimeen kapasitanssiarvoksi saadaan kuitenkin jotakuinkin keskiarvo näin vaihtelevista arvoista.

Kun ohjausjännite V_{cont} pienenee tässä tilassa kuvion piste-
viivan (a) alapuolelle, vaihtojännitteen B miinuspuolen puolijaksot saavuttavat kyllästysalueen (f). Kapasitanssiarvon muutosmäärä pienenee siten vastaavasti miinuspuolen puolijaksoilla. Kapasitanssin muutosmäärä jännitteen muutoksen johdosta plus puolen puolijaksoilla tulee hallitsevaksi. Tämän seurauksena liitintenvälinen kapasitanssiarvoherkkyys pienenee siinä asemassa, jossa vaihtojännite B saavuttaa kyllästysalueen, mikä on ilmaistu piste-
viivalla A'. Tämän seurauksena ohjausjännitealue, jota seuraa muutos kapasitanssissa, suurenee.

Toisaalta silloin, kun oskilloivan vaihtojännitteen amplituditaso asetetaan vaihtojännitteeksi C, joka on jotakuinkin

yhtä kuin ei-kyllästyvän jännitealueen leveys, kuten on esitetty kuviossa 2(b), jo pieni liittimestä liittimeen jännitteen pienentäminen aiheuttaa sen, että vaihtojännitteen C miinuspuolen puolijaksoilla saavutaan kyllästy-

5 alueelle. Täten kapasitanssin muutoksen määrä, joka vastaa miinuspuolen puolijaksoja liittimestä liittimeen jännitteen alueella, kun ko. jännitteen taso on pienempi kuin vähän pientyneellä liittimestä liittimeen jännitteellä, tulee pieneksi. Ja päinvastoin, kun jännitteen V_{cont} taso tehdään

10 suuremmaksi kuin $0V$, MOS-tyypin muuttuvakapasitanssin elin toimii myös vastaavasti. Näin ollen kapasitanssiherkkyys liittimestä liittimeen jännitteelle tulee laaja-alaiseksi, kuten on ilmaistu pisteviivalla C' , ja se vaihtelee laajasti suhteessa liittimestä liittimeen jännitteeseen. Sen seurauk-

15 sena muuttuvan kapasitanssin herkkyudeksi voidaan saada $40pF/V$.

Edellä olevassa selostuksessa selostus on tehty sillä oletuksella, että vaihtojännitteen C amplituditaso on jotakuinkin yhtä kuin jännitteen leveys ei-kyllästyneellä alueella

20 (F). Jos tällaisen vaihtojännitteen C amplituditaso on kuitenkin sellainen, että ei-kyllästynyt alue on noin 50% tai enemmän sitä vastaavasta jännitetasosta, muuttuvan kapasitanssin herkkyys voidaan saada käytännössä riittäväksi.

25 Myös vaihtojännitteen amplituditason säätö voidaan toteuttaa helposti säätämällä esimerkiksi vastuksen R_2 vastusarvoa.

Kuviot 3(a) ja 3(b) ovat piirikaavioita, jotka kuvaavat

30 keksinnön mukaisen kideoskilaattorin muita suoritusmuotoja.

Se seikka, jolta osin kummassakin kuviossa 3(a) ja 3(b) esitetty kideoskillaattori poikkeaa kuviossa 1 esitetystä, on se, että MOS-tyypin muuttuvakapasitanssinen elin 3 on laitettu kideresonaattorin 2 ja kondensaattorin C1 väliin tai kideresonaattorin 2 ja kondensaattorin C2 väliin. Kuvion 3(a) piiri on rakennettu sellaiseen muotoon, jossa MOS-tyypin muuttuvakapasitanssinen elimen 3 yksi liitin on kytketty invertoivan vahvistimen 1 lähtöön, kun taas kuvion 3(b) piiri on rakennettu sellaiseen muotoon, jossa MOS-tyypin muuttuvakapasitanssinen elimen yksi liitin on kytketty invertoivan vahvistimen tuloon ja sen toinen liitin on kytketty ohjausliittimeen Vcont vastuksen R3 kautta.

Edelleen jos kuvion 3(a) tapaan kiinteä vastus tai muuttuva vastus R_c on laitettu piirin kohdan E ja maan väliin niin, että tämän vastuksen arvo R_c on tehty mielivaltaisesti asetettavaksi, kohdan E jännite tulee säädettäväksi. Tämän seurauksena MOS-tyypin muuttuvakapasitanssinen elimen liittimestä liittimeen jännitettä säädetään, mikä mahdollistaa oskilloivan piirin taajuuden säädön.

Kuvio 4 on piirikaavio, joka kuvaa vielä yhden suoritusmuodon keksinnön mukaisesta kideoskillaattorista.

Se seikka, jolta osin kuviossa 4 esitetty kideoskillaattori poikkeaa kuviossa 3 esitetystä, on se, että MOS-tyypin muuttuvakapasitanssinen elin 4 on laitettu kideresonaattorin 2 ja kondensaattorin C1 väliin ja että MOS-tyypin muuttuvakapasitanssinen elin 5 on laitettu kideresonaattorin 2 ja kondensaattorin C2 väliin. Näin saadaan järjestetyksi niin, että jommallakummalla tällaisista MOS-tyypin muuttuvakapa-

sitanssisista elimistä on yksi liitin kytkettynä joko invertoivan vahvistimen 1 tulo- tai lähtöliittimeen ja toinen liitin kytkettynä ohjausliittimeen Vcont vastuksen R3 tai R4 kautta.

5

Ja on selvää, että tällaisella rakenteella saadaan laajempi alue muuttuvia kapasitanssiarvoja. Näin ollen sitä ei selosteta uudelleen tässä.

10 Kuviot 5(a) ja 5(b) ovat piirikaavioita, jotka kuvaavat keksinnön mukaisen kideoskillaattorin muita suoritusmuotoja.

Seikka, joka on tunnusomaista näissä kuvioissa esitetyille kideoskillaattoreille on se, että vaihtojännitteen amplituditaso ja referenssijännitteenä toimiva tasajännitteinen esijännite, jotka syötetään MOS-tyypin muuttuvakapasitanssille elimelle 3, on tehty erikseen säädettäväksi.

Kideoskillaattori on nimittäin rakenteeltaan seuraava. Kuten
 20 kummassakin näistä kuvista on esitetty, MOS-tyypin muuttuvakapasitanssin elin 3 on laitettu kideresonaattorin 2 ja kondensaattorin C1 väliin tai kideresonaattorin 2 ja kondensaattorin C2 väliin. Kytkentäkeskipiste kideresonaattorin 2 ja MOS-tyypin muuttuvakapasitanssin elimen 3 välillä on
 25 kytketty ohjausliittimeen Vcont vastuksen R3 kautta. Edelleen, MOS-tyypin muuttuvakapasitanssin elimen 3 toinen liitin on kytketty vastuksen R5 ja vastuksen muodostaman sarjapiirin kytkentäkeskipisteeseen, joka sarjapiiri on kytketty lähdesyötön Vcc ja maan välille. Toisaalta MOS-
 30 tyyppin muuttuvakapasitanssin elimen mainittu toinen liitin on kytketty kuvioden (a)-versiossa esitetyn mukaisesti

invertoivan vahvistimen 1 lähtöpuoleen ja kuvioiden (b)-versiossa esitetyn mukaisesti invertoivan vahvistimen 1 tulo- ja lähtöpuoleen, vastuksen R2 ja kondensaattorin C4 muodostaman sarjapiirin kautta.

5

Ja rakentamalla piiri tällä tavoin, suhderyhtälön V_{ref} (DC) = $R_6 \times V_{cc} / (R_5 + R_6)$, referenssi-jännitearvon V_{ref} asetetaan tasajännitteiseksi esijännitteeksi, joka tuodaan MOS-tyypin muuttuvakapasitanssille elimelle 3 tämän elimen 3 referenssikapasitanssin säätämiseksi näin. Sen jälkeen, suhderyhtälön V_{ref} (AC) = $R_5 \times R_6 \times V_0 / (R_5 + R_6) \times (R_2 + R_5 \times R_6 / (R_5 + R_6))$ mukaisesti, asetetaan vain vastuksen R2 vastusarvo. Näin on siis asetettu amplitudi vaihtojännitteelle, joka syötetään MOS-tyypin muuttuvakapasitanssille elimelle 3. Jos säädetään MOS-tyypin muuttuvakapasitanssien elimen 3 kapasitanssiherkkyyttä, tällä kapasitanssiherkkyyden säädöllä ei ole vaikutusta referenssikapasitanssin asetusarvoon. Sen seurauksena kideoskillaattorin säätöprosessi helpottuu.

20 On huomattava, että V_0 esittää invertoivan vahvistimen 1 tulo- ja lähtöjännitteen vaihtojännitekomponentin amplituditasoa.

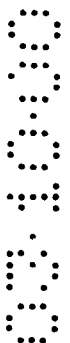
Edellä olevassa kuvauksessa nyt kyseessä olevaa keksintöä on selostettu perustuen rakenteeseen, jossa invertoivan vahvistimen 1 kynnsjännite tuodaan MOS-tyypin muuttuvakapasitanssien elimen 3 yhteen liittimeen. Keksintö ei kuitenkaan rajoitu vain tällaiseen rakenteeseen. Keksinnöllä voi olla myös sellainen rakenne, jossa MOS-tyypin muuttuvakapasitanssien elimen yhteen liittimeen tuodaan kiinteä jännite
30 käyttämällä ulkoista jännitettä tai käyttämällä jännitettä,

joka tuotetaan käyttämällä muuta jännitteen muodostavaa piiriä jne.

Edelleen, vaikka edellä olevassa kuvauksessa nyt kyseessä
5 olevaa keksintöä on selostettu käyttäen esimerkkinä kidere-
sonaattoria käyttävää oskillaattoria, keksintö ei kuitenkaan
rajoitu vain tällaiseen oskillaattoriin. On selvää, että
keksintöä voidaan soveltaa muuhun oskillaattoriin, joka
käyttää pietsosähköistä resonaattoria, joka on muu kuin
10 kideresonaattori.

Kuten edellä on selostettu, kyseessä olevan keksinnön mukai-
nen pietsosähköinen resonaattori on konstruoitu edellä kuva-
tulla tavalla. Näin saadaan siis edullisesti säädetyksi os-
15 killointitaajuutta laaja-alaisesti ja erittäin tarkasti tar-
vitsematta rakenteeltaan monimutkaista järjestelmää taajuu-
den säätämiseksi.

20



Patenttivaatimukset:

1. Pietsosähköinen oskillaattori, jossa oskillaattorissa, joka sisältää pietsosähköisen resonaattorin, vahvistimen ja muuttuvakapasitanssisen elimen, muuttuvakapasitanssinen elin on MOS-tyypin kapasitanssielin, jonka yhteen liittimeen tuodaan vaihtojännite, jonka väliarvojännite on jännite V-voltti, ja jonka toiseen liittimeen tuodaan ohjausjännite, joka jää alueelle, jonka väliarvo on jännite V-voltti.

10

2. Pietsosähköinen oskillaattori, jossa invertoivassa pietsosähköisessä oskillaattorissa, jossa pietsosähköinen resonaattori on kytketty invertoivan vahvistimen tulo- ja lähtöliittimen väliin; jakokondensaattorit C1 ja C2 on kytketty pietsosähköisen resonaattorin vastaavien päiden ja maan väliin, laittamalla MOS-tyypin kapasitanssielin sarjaan pietsosähköisen resonaattorin kanssa MOS-tyypin kapasitanssielimen yhteen päähän tuodaan esijännite, joka on jännite V-voltti invertoivan vahvistimen lähtö- tai tulopäässä, ja sen toinen pää syöttää siihen ohjausjännitteen, joka vaihtelee alueella, jonka väliarvo on jännite V-voltti.

20

3. Pietsosähköinen oskillaattori, jossa invertoivassa pietsosähköisessä oskillaattorissa, jossa pietsosähköinen resonaattori on kytketty invertoivan vahvistimen tuloliittimen ja lähtöliittimeen väliin; ja jakokondensaattorit C1 ja C2 on kytketty pietsosähköisen resonaattorin vastaavien päiden ja maan väliin, kaksi MOS-kapasitanssielintä on laitettu vastaavasti pietsosähköisen resonaattorin kummallekin puolelle; kummankin MOS-kapasitanssielimen yhteen päähän tuodaan vaihtojännite; jonka väliarvon

30

jännite V -voltti; ja niiden toiseen päähän tuodaan ohjausjännite, joka vaihtelee alueella, jonka väliarvo on jännite V -voltti.

5 4. Pietsosähköinen oskillaattori, jossa invertoivassa oskillaattorissa, jossa pietsosähköinen elementti on kytketty invertoivan vahvistimen tulopäähän tai lähtöpäähän; ja jakokondensaattorit $C1$ ja $C2$ on kytketty pietsosähköisen elimen vastaavien päiden ja maan väliin, MOS-kapasitanssielin on
10 laitettu pietsosähköisen resonaattorin ja invertoivan vahvistimen tulopään väliin tai pietsosähköisen resonaattorin ja invertoivan vahvistimen lähtöpään väliin; ohjausjännite V_{cont} tuodaan MOS-kapasitanssielimen pietsosähköiseen resonaattoriin kytkeytyvän pään puoleiseen liittimeen; ja kun
15 oletetaan, että V -edustaa jännitettä, joka on tasajännitteinen esijännite invertoivan vahvistimen tulopäässä tai lähtöpäässä ja joka tuodaan MOS-kapasitanssielimen yhteen päähän, on järjestetty niin, että mainittu jännite tulee ohjausjännitteeksi V_{cont} väliarvojännitteeksi.

20

5. Pietsosähköinen oskillaattori, jossa invertoivassa oskillaattorissa, jossa pietsosähköinen elementti on kytketty invertoivan vahvistimen tulopäähän tai lähtöpäähän; jakokondensaattorit $C1$ ja $C2$ on kytketty pietsosähköisen elimen
25 vastaavien päiden ja maan väliin, MOS-kapasitanssielin on laitettu pietsosähköisen resonaattorin ja invertoivan vahvistimen tulopään väliin tai pietsosähköisen resonaattorin ja invertoivan vahvistimen lähtöpään väliin; ohjausjännite V_{cont} tuodaan MOS-kapasitanssielimen pietsosähköiseen resonaattoriin kytkeytyvän pään puoleiseen liittimeen; ja
30 vastuksen ja kondensaattorin muodostama tasajännitepiiri

laitetaan ja kytketään MOS-kapasitanssielimen invertoivan vahvistimen puoleisen liittimen ja invertoivan vahvistimen tuloliittimen tai lähtöliittimen väliin; ja edelleen tasajännitteinen esijännite tuodaan MOS-kapasitanssielimen
5 invertoivan vahvistimen puoleiseen liittimeen.

6. Patenttivaatimuksen 6 mukainen pietsosähköinen oskillaattori, jossa MOS-kapasitanssielimeen syötettävän vaihtojännitteen amplituditaso säädetään tasajännitepiirin vastusarvolla; ja kun oletetaan, että V edustaa tasajännitteistä esijännitettä, joka syötetään MOS-kapasitanssielimen invertoivan vahvistimen puoleiseen liittimeen, on järjestetty niin, että tasajännitteinen esijännite V tulee ohjausjännitteen V_{cont} väliarvojännitteeksi.

15



FIG. 1

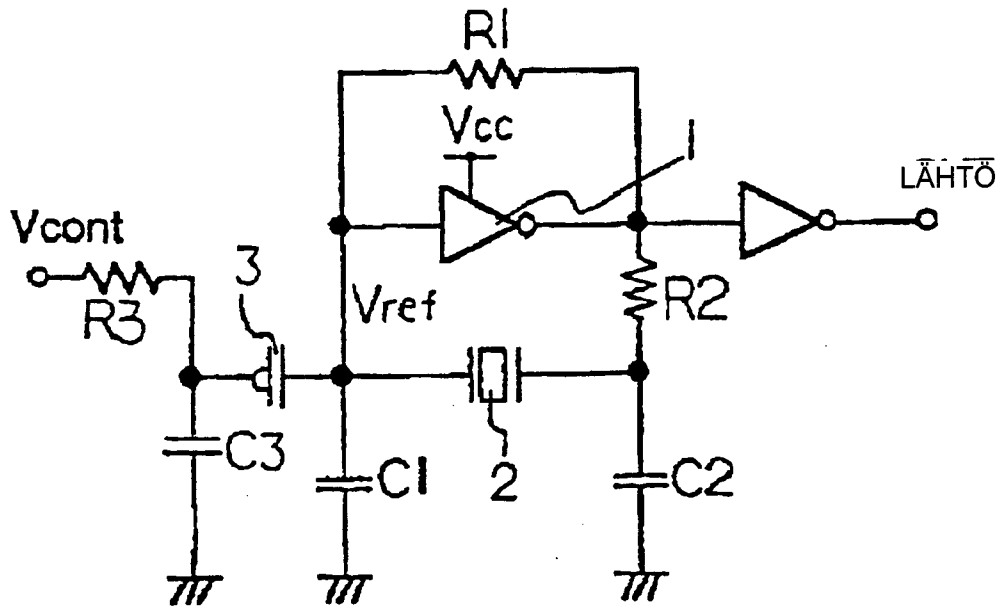
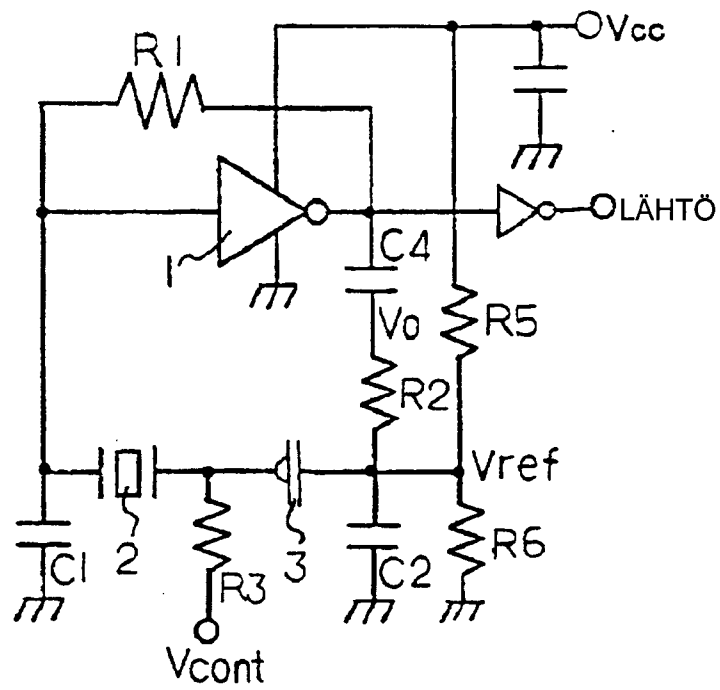
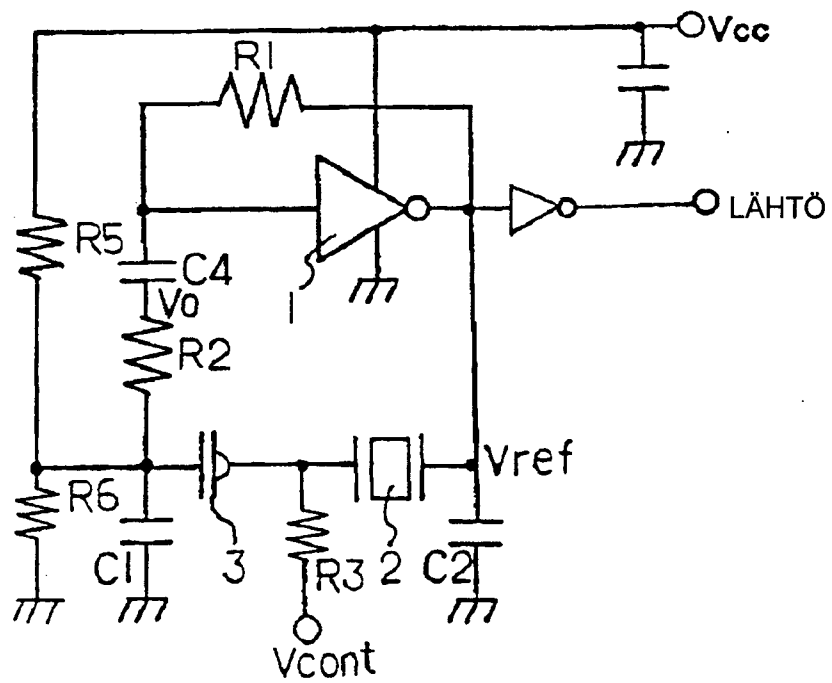


FIG. 5



(a)



(b)



FIG. 8

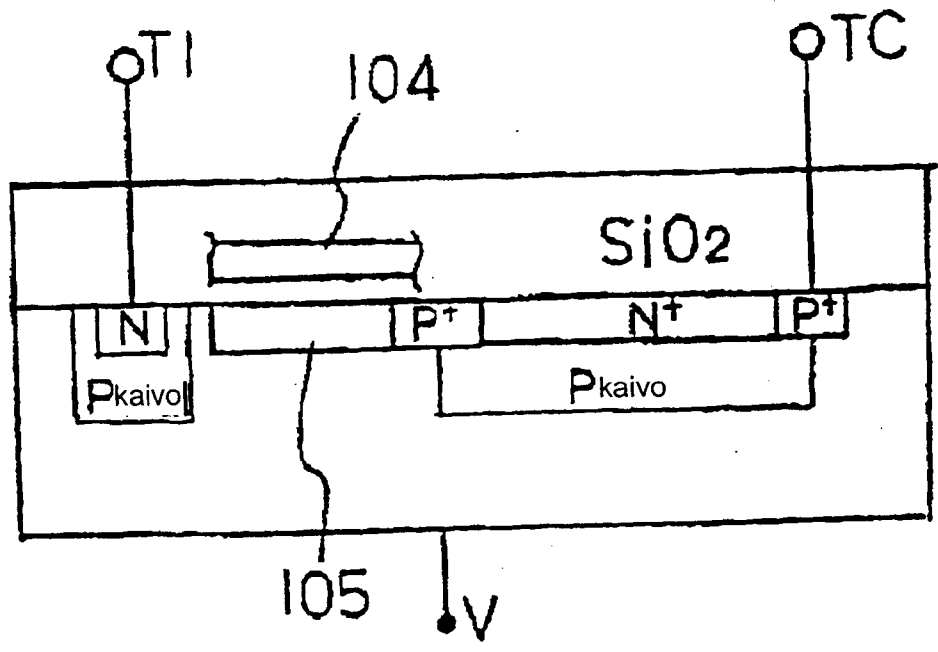


FIG. 9

