
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8001375**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Passieve maser.**
- ⑤1 Int.Cl.³: H01S1/06, H03L7/26.
- ⑦1 Aanvrager: Ebauches S.A. te Neuchatel, Zwitserland.
- ⑦4 Gem.: Ir. J.W.B. van Assen
Octroobureau Van Assen
Konijnenlaan 22
2243 ER Wassenaar.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8001375.
- ②2 Ingediend 7 maart 1980.
- ③2 Voorrang vanaf 9 maart 1979.
- ③3 Land van voorrang: Frankrijk (FR).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 7906105 .
- ②3 - -
- ⑥1 - -
- ⑥2 - -

-
- ④3 Ter inzage gelegd 11 september 1980.

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

Korte aanduiding : Passieve maser.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het sturen van een passieve maser, omvattende het vanuit een in de maserholte afgenomen signaal vormen van een eerste foutsignaal, dat representatief is voor het verschil tussen
5 de draagfrequentie van het onderzoekingssignaal van de holte en de frequentie van de gestimuleerde emissie, het gebruiken van dit eerste signaal voor het bijstellen van de draagfrequentie van het onderzoekingssignaal, het vanuit het in de holte afgenomen signaal vormen van een tweede foutsignaal,
10 dat representatief is voor het verschil tussen de resonantiefrequentie van de holte en de draagfrequentie van het onderzoekingssignaal en het gebruiken van dit tweede signaal voor het bijstellen van de resonantiefrequentie.

De uitvinding betreft eveneens een passieve maser,
15 waarvan de sturing wordt verkregen door toepassing van de bovengenoemde werkwijze. Deze maser voldoet buitengewoon goed, als gevolg van zijn uitstekende frequentiestabiliteit, voor het vormen van een frequentie ijkmaat.

Een maser van deze soort is bekend, in het bijzonder
20 uit het artikel van F.L. Walls: Proceeding of P.T.T.I. 1976, bladzijden 369-380. In het onderstaande zal hiervan een gedetailleerde beschrijving worden gegeven waardoor de beperkingen hiervan naar voren treden en een goed begrip van de uitvinding mogelijk is. Het is slechts nuttig om hier te
25 vermelden, dat deze soort maser op juiste wijze werkt indien de twee stuurkringlopen werkelijk onafhankelijk zijn.

De uitvinders hebben het idee gehad om te analyseren in welke mate men daadwerkelijk de onafhankelijkheid van de twee stuurkringlopen verkrijgt. Zij hebben ontdekt, dat de

stuurkringloop van de resonantiefrequentie van de holte geen hinder oplevert voor de stuurkringloop van de draagfrequentie van het onderzoekingssignaal, maar dat daarentegen, deze laatstgenoemde, die gevoelig is voor de zeer nauwe lijn van
5 de gestimuleerde emissie, in het foutsignaal van de stuurkringloop van de holte een parasitair signaal invoert dat het juiste foutsignaal volledig vernietigt. De uitvinders hebben dit feit proefondervindelijk gecontroleerd en zij hebben een theoretische verklaring voor dit verschijnsel
10 kunnen vinden.

Het doel van de uitvinding is het verschaffen van een werkwijze voor het sturen van een maser, waarbij dankzij deze werkwijze het foutsignaal van de stuurkringloop van de holte niet wordt gehinderd door het parasitaire signaal van de stuurkringloop van de frequentie van het onderzoekingssignaal. Dit doel wordt volgens de uitvinding be-
15 reikt, door het periodiek onderbreken van de werking van de stuurkringloop van de holte en toestaan dat de andere kringloop de frequentie wijzigt van het onderzoekingssignaal
20 uitsluitend tijdens de perioden van onderbreking van de stuurkringloop van de holte.

De werkwijze volgens de uitvinding is vastgelegd in conclusie 1.

De uitvinding maakt mogelijk om een passieve maser te
25 verkrijgen die een stabiliteit heeft welke significant hoger is dan die van een klassieke passieve maser, zoals die welke in het aangehaalde artikel is beschreven.

De grondbeginselen van de uitvinding en zijn voordelen zullen thans nader worden toegelicht aan de hand van de
30 bijgaande tekening van een voorbeeld van een bekende maser en van een uitvoeringsvorm van een maser volgens de uitvinding.

Figuur 1 toont een voorbeeld van een bekende maser.

Figuur 2 toont een uitvoeringsvorm van een maser vol-
35 gens de uitvinding.

Figuur 3 toont de werking van de maser volgens figuur 2 aan de hand van tijddiagrammen.

Figuur 4 toont de lijn van de gestimuleerde emissie.

Figuur 5 toont een behandelingsschakeling die deel

uitmaakt van de maser volgens de uitvinding.

Figuur 1 toont schematisch een bekende maser die soortgelijk is aan de maser beschreven in het aangehaalde artikel. Een oscillator 1 produceert een signaal met een frequentie van 5 MHz. Dit signaal wordt gemoduleerd in een fasemodulator 2 op een eerste frequentie ω_m^H , gewoonlijk van 0,3 Hz, geproduceerd door een eerste generator 2⁴, en op een tweede frequentie ω_m^C , gewoonlijk van 12 kHz, geproduceerd door een tweede generator 3⁴. Het gemoduleerde signaal wordt opgedrukt aan een frequentiemultiplicator of -vermenigvuldiger 4. Het signaal van 5 MHz wordt eveneens toegevoerd aan een synthetisator 3, en de uitgangen van de multiplicator 4 en van de synthetisator 3 worden toegevoerd aan een mixer 5 die een signaal levert dat een draagfrequentie ω_Q heeft nabij 1420 MHz, welk signaal in de holte 10 wordt ingebracht.

De resonantieholte 10 is afgestemd op de eigen frequentie ω_H van de gestimuleerde emissie van het medium dat de holte bevat. Bij het gegeven voorbeeld van een waterstof maser is de verandering die de oorzaak is van de gestimuleerde emissie de verandering van de toestand $F = 1$, $m_F = 0$ naar de toestand $F = 0$, $m_F = 0$, van een waterstofatoom dat in een magnetisch veld is geplaatst voor het scheiden van de Zeeman onderniveaus $m_F = +1$ en $m_F = -1$ van de toestand $F = 1$. De eigen frequentie ω_H van deze verandering ligt bij omstreeks 1420 MHz (1420, 405751.....MHz).

De holte 10 kan worden beschouwd als een bandfilter, waarvan de coëfficiënt Q_c varieert, naar gelang het volume van de holte, tussen 5.000 en 50.000. Voor een coëfficiënt in de orde van grootte van 30.000 kan de holte met het hierin aanwezige medium worden beschouwd als de combinatie van een dergelijk filter met een filter dat een kwaliteitsfactor Q_H heeft in de orde van grote van 10^9 .

Een versterker 12 ontvangt en versterkt een signaal dat in de holte wordt afgenomen. Dit signaal wordt verwerkt door een amplitudedetector 13 die een omhullend signaal levert dat alle fluctuaties reproduceert van de amplitude van het signaal dat in de holte wordt afgenomen. Dit omhullend signaal wordt, enerzijds, toegevoerd aan de stuurorganen 20 van de oscillator 1 en, anderzijds, naar de stuuror-

ganen 30 van de holte 10.

In de stuurorganen 20 van de oscillator 1 wordt het omhullende signaal dat geleverd wordt door de amplitudedetector 13 toegevoerd naar een filter 22 dat in hoofdzaak de frequenties doorlaat die grenzen aan de eerste modulatiefrequentie ω_m^H , hier 0,3 Hz, van de generator 24. Het gefilterde signaal wordt geleid naar een fasedetector 23, waarvan de andere ingang is verbonden met de generator 24, waardoor een synchroondetectie wordt uitgevoerd die mogelijk maakt om te detecteren of de draagfrequentie ω_Q van het onderzoekingssignaal van de holte wel is gecentreerd op de eigen frequentie ω_H van de gestimuleerde emissie. Elk frequentieverschil heeft een foutsignaal tot gevolg aan de uitgang van de fasedetector 23. Dit foutsignaal wordt toegevoerd naar een integrator 25 en gebruikt voor het sturen van een variabele capaciteit 26 welke met de oscillator 1 is gekoppeld, waardoor de frequentie daarvan enigszins kan worden gewijzigd met het oog op zijn correctie.

In de stuurorganen 30 van de holte 10 wordt het omhullende signaal opgenomen door een filter 32 dat in hoofdzaak de componenten doorlaat die grenzen aan de tweede modulatiefrequentie ω_m^C , welke hier omstreeks 12 kHz is. Het gefilterde signaal wordt geleid naar een fasedetector 33 voor een synchrone detectie, waarbij de andere ingang van de fasedetector is verbonden met een tweede generator 34 voor het ontvangen van de tweede frequentiemodulatie. Het door de fasedetector 33 geleverde foutsignaal geeft een verschil aan tussen de resonantiefrequentie van de holte 10 en de draagfrequentie ω_Q . Dit foutsignaal, dat door de integrator 35 wordt behandeld, wordt gebruikt voor het sturen van een variabele capaciteit 36 die met de holte 10 is gekoppeld waardoor het mogelijk is om de resonantiefrequentie ω_C enigszins te variëren met het oog op de correctie daarvan.

Samenvattend, in een dergelijke maser onderzoekt het signaal waarvan de fase is gemoduleerd op de frequenties ω_m^H (0,3 Hz) en ω_m^C (12 kHz) respectievelijk de lijn van de gestimuleerde emissie van het waterstof en de resonantie kromme van de holte voor het verzekeren van respectievelijk het sturen van de oscillator van de gestimuleerde emissie, en het

sturen van de resonantiefrequentie van de holte op de draagfrequentie ω_Q die van de oscillator is afgeleid. In deze maser elimineert men praktisch de ongunstige effecten van het "cavity pulling".

5 Een dergelijke maser vormt de bekende stand van de techniek waarvan de uitvinders zijn uitgegaan. Het sturen daarvan is bevredigend, indien de twee kringlopen werkelijk onafhankelijk zijn. De uitvinders hebben vastgesteld, dat
10 dit in werkelijkheid niet het geval is. Zij hebben ontdekt, dat de stuurkringloop van de holte geen hinder oplevert voor de stuurkringloop van de oscillator, maar dat deze laatstgenoemde, daarentegen, gevoelig is voor de zeer nauwe lijn van de gestimuleerde emissie, waardoor in het foutsignaal van de tweede kringloop een zeer sterk parasitair signaal
15 wordt ingevoerd dat het juiste foutsignaal volledig vernietigt.

Voor het ondersteunen van deze vaststelling hebben de uitvinders de volgende proeven uitgevoerd.

A) Men voert een enkele modulatie tegelijkertijd uit en
20 men controleert welk van beide stuurkringlopen afzonderlijk op juiste wijze werkt. In het bijzonder heeft men het verschil $(\omega_C - \omega_Q)$ kunnen behouden tussen de resonantiefrequentie van de holte ω_C en de draagfrequentie ω_Q die geleverd wordt vanuit de oscillator bij een relatief lage waarde
25 van 10^{-9} in het gebied op lange termijn (in de orde van grote van 10^4 sec.).

B) Men controleert of de stuurkringloop van de oscillator, ten opzichte van de lijn van de gestimuleerde emissie, of de lijn H, op juiste wijze werkt ook in aanwezigheid
30 van de modulatie van de tweede stuurkringloop, waarbij de tweede kringloop echter openblijft.

C) Men sluit beide kringlopen tegelijkertijd en men neemt waar dat de afstemming van de holte zich verwijderd van de lijn H als gevolg van ongewenste invloeden die zich
35 voordoen in de stuurkringloop van de holte.

Men heeft vastgesteld, dat de stuurkringloop van de oscillator op de lijn H een sterk parasitair signaal produceert waarvan de amplitude is gemoduleerd (AM) en de modulatie frequentie ω_m^C heeft van de regelkringloop van de holte,

zelfs wanneer de holte is afgestemd. Verder is van dit signaal de fase gemoduleerd op de modulatiefrequentie ω_m^H die gebruikt wordt voor het onderzoeken van de lijn H.

Door het laten vervallen van de onderzoekingsmodulatie van de lijn H en het verwijderen van de draagfrequentie ω_Q van de frequentie van de lijn H heeft men vastgesteld, dat het parasitaire signaal AM werd geproduceerd door een hoog frequent signaal dat een interactie aanging met de lijn H. De fase van het parasitaire signaal AM ondergaat een plotselinge verandering van 180° wanneer men de draagfrequentie ω_Q door de lijn H laat bewegen.

De uitvinders hebben een vereenvoudigde theoretische verklaring voorgesteld van hun waarnemingen.

Wanneer men bij de ingang van de lege holte een signaal aanvoert dat in hoofdzaak is samengesteld uit een draager ω_Q en twee zijbanden die een fase verschuiving hebben over 180° en symmetrisch zijn ten opzichte van de frequenties $\omega_Q + \omega_m$ en $\omega_Q - \omega_m$, waarbij ω_Q zeer dichtligt bij de resonantiefrequentie van de holte ω_C , levert de regelkringloop van de holte een foutsignaal in de vorm

$$E = A_0 \mathcal{E} + D_0 S \quad (1)$$

waarin

$$\mathcal{E} = (A_+ - A_-) \cos \omega_m t + (D_+ + D_-) \sin \omega_m t \quad (2)$$

$$S = (D_+ - D_-) \cos \omega_m t - (A_+ + A_-) \sin \omega_m t \quad (3)$$

in deze vergelijkingen stellen de uitdrukkingen A_0 , A_+ en A_- de absorptie voor van de holte bij verschillende frequenties:

$$A_+ = A(\omega_Q + \omega_m)$$

$$A_0 = A(\omega_Q)$$

$$A_- = A(\omega_Q - \omega_m)$$

waarbij de absorptie afhankelijk van de frequentie voldoet aan de vergelijking

$$A(\omega) = \frac{\gamma^2}{\gamma^2 + (\omega - \omega_C)^2} \quad (4)$$

waarin γ de halve breedte is van de resonantie kromme.

De uitdrukkingen D_0 , D_+ en D_- stellen de dispersie voor van de holte bij de respectieve frequenties ω_Q , $\omega_Q + \omega_m$, $\omega_Q - \omega_m$,

waarbij de dispersie voldoet aan de vergelijking

$$D(\omega) = \frac{(\omega - \omega_C)}{\gamma^2 + (\omega - \omega_C)^2} \quad (5)$$

Wanneer men in de holte waterstofatomen inbrengt die
5 gevoelig zijn voor gestimuleerde emissie dient men in de
vergelijking (1) de uitdrukkingen A_0 en D_0 te wijzigen vol-
gens de onderstaande substituties:

$$A_0 \rightarrow A_0 + A_H \quad (6)$$

$$D_0 \rightarrow D_0 + D_H \quad (7)$$

10 waarin A_H de versterking voorstelt veroorzaakt door de aan-
wezigheid van waterstofatomen, en D_H de bijbehorende dis-
persie.

De substitutie (6) houdt eenvoudigweg een verandering
in van de grootte van de term $(A_0 + A_H)\mathcal{E}$ van het foutsignaal
15 van de holte.

Daarentegen heeft de substitutie (7) tot effect,
dat in de term $(D_0 + D_H) \cdot S$, de dispersie D_H volledig
overheerst. In feite is de verhouding D_H/D_0

$$\frac{D_H}{D_0} = \frac{Q_H}{Q_C} \left\{ \frac{\omega_Q - \omega_H}{\omega_Q - \omega_C} \right\} \quad (8)$$

Hieruit volgt, dat D_H enkele orden van grootte groter
is dan D_0 . Gewoonlijk bedraagt $D_H/D_0 = 1 \cdot 10^{+4}$ voor

$$\omega_Q - \omega_H = 0,3 \cdot 2\pi \text{ RAD/sec. en}$$

$$\omega_Q - \omega_C = 1 \cdot 2\pi \text{ RAD/sec.}$$

25 Men kan het effect beschouwen van de modulatie op de
lage frequentie ω_m^H op de drager als een frequentie fluctua-
tie die maakt dat de drager periodiek beweegt door de lijn
H: hieruit volgt, dat D_H met hetzelfde ritme periodiek van
teken verandert, waardoor een periodieke omschakeling ont-
30 staat van de fase van het parasitaire signaal AM.

Theoretisch zal dit parasitaire signaal, na synchrone
detectie en integratie, daarom uitdoven en de terugkeer mo-
gelijk maken van het kleine, juiste foutsignaal; daar echter
het parasitaire signaal verschillende orden van grootte groter
35 is dan het juiste signaal zal dit aan de synchrone detector
en integrator eisen van absolute symmetrie stellen die abso-

luut onuitvoerbaar zijn.

De uitvinders hebben daarom vastgesteld, dat de twee kringlopen niet gelijktijdig voldoende onafhankelijk kunnen worden gemaakt en dat de regeling niet op juiste wijze werkt.

Hierdoor hebben zij het idee gekregen van een maser met deeltijdwerking, waarvan figuur 2 een schematisch weergegeven uitvoeringsvorm toont. De maser volgens de uitvinding omvat een bepaald aantal organen die soortgelijk zijn aan de organen van de maser volgens figuur 1. Deze organen dragen dezelfde verwijzingscijfers.

De synthetisator 3 volgens figuur 1 is vervangen door een programmeerbare synthetisator 43, waarvan de uitgangsfrequentie ligt nabij 19,59....MHz. Deze frequentie wordt opgedrukt op de mixer 5, waarin deze wordt gemengd met de frequentie van omstreeks 1440 MHz die geleverd wordt door de multiplicator 4 voor het verschaffen van een draagfrequentie ω_Q die nabij 1420 MHz is.

De uitgangsfrequentie van de programmeerbare synthetisator 43 is afhankelijk van de digitale signalen welke afkomstig zijn van een stuurschakeling 40 via een lijn X. Elke variatie van de uitgangsfrequentie van de synthetisator veroorzaakt een gelijke variatie van de draagfrequentie ω_Q . De schakeling 40 kan daardoor de draagfrequentie ω_Q wijzigen voor het onderzoeken van de lijn H.

De schakeling 40 is zodanig uitgevoerd, dat de draagfrequentie ω_Q zich gedraagt zoals is aangegeven in figuur 3 en achtereenvolgens de aangegeven waarden aanneemt ω_+ , ω_H , ω_- , ω_H , ω_+ , enz., waarin ω_H de centrale frequentie is van de lijn H, en ω_+ en ω_- frequenties zijn die aan weerszijden zijn verschoven van ω_H waardoor zij, bij voorkeur, samenvallen met de zijdelingse buigpunten van de kromme U van de lijn H die in figuur 4 is weergegeven. Het verschil tussen ω_+ en ω_- is in de orde van grote van 1 Hz. A^+ en A^- duiden hier waarden aan van de reactie kromme van de lijn H voor de frequenties ω_+ respectievelijk ω_- .

De draagfrequentie ω_Q van het onderzoekingssignaal wordt daardoor als gevolg van discrete waarden afwisselend verschoven in de ene richting en in de tegenovergestelde rich-

ting, waarbij elk verschoven traject wordt voorafgegaan en gevolgd door een traject waarin de frequentie op zijn centrale waarde wordt gehouden. Het centrale traject en de verschoven trajecten hebben in hoofdzaak dezelfde tijdsduur, 5 welke normaal in de orde van grootte van 10 seconden bedraagt.

Voor de detectie wordt het door de amplitudedetector 13 geleverde, omhullende signaal toegevoerd aan een spanning-frequentie convertor 44, van een klassieke soort, welke een trein logische impulsen levert van een frequentie die 10 evenredig is aan de amplitude van hetingangssignaal. Deze impulsen worden opgedrukt op een digitale behandelingsschakeling 45. Een gedetailleerde beschrijving van een uitvoeringsvorm van deze schakeling zal worden gegeven met verwijzing naar figuur 5. Voor het ogenblik wordt slechts aange- 15 geven, dat deze schakeling, onder sturing van de schakeling 40, de volgende functies vervuld:

Wanneer $\omega_Q = \omega_+$ of wanneer $\omega_Q = \omega_-$ worden de uitgangsimpulsen van de convertor 44 geteld gedurende een bepaalde tijdsduur. Het resultaat is een getal dat A^+ voorstelt 20 wanneer $\omega_Q = \omega_+$ en A^- wanneer $\omega_Q = \omega_-$. Deze getallen worden in het geheugen bewaard. De respectieve telperioden zijn aangegeven op de tweede lijn van figuur 3. Deze figuur toont eveneens een dode tijd $\underline{d}$, in de orde van grote van 2 seconden, die is ingevoerd voor het dempen van overgangsverschijselen.

25 De schakeling 45 voert dan vervolgens het verschil D uit tussen het gemeten getal, bijvoorbeeld A^+ , en het in het geheugen opgeslagen getal, bijvoorbeeld A^- , dat tijdens de voorafgaande periode was gemeten, waarbij het teken van D bij elke periode wordt omgekeerd, zodat wordt verkregen:

30 $D = A^+ - A^-$ indien men zojuist A^+ heeft gemeten, of
 $D = - (A^- - A^+)$ indien men zojuist A^- heeft gemeten.

Het verkregen verschil wordt opgedrukt op een accumulator die een numerieke integratie uitvoert. De verkregen numerieke waarde wordt in spanning omgezet in een digitaal- 35 analoog convertor 46, en toegevoerd naar een variabele capaciteit 26 voor het corrigeren van de frequentie van de oscillator op zodanige wijze dat de lijn H wordt gestuurd.

De regelkringloop van de holte functioneert daardoor volgens het grondbeginsel weergegeven in figuur 1.

Voor de detectie wordt het omhullende signaal dat door de amplitudedetector 13 wordt geleverd, opgedrukt op een actief filter 42, waarvan de uitgang is verbonden met de fasedetector 33, die eveneens de frequentie ontvangt van de generator 34 voor het uitvoeren van een synchrone detectie. Het uitgangssignaal van de fasedetector 33 wordt opgedrukt op de integrator 35, waarvan de uitgang is verbonden met de variabele capaciteit 36 voor het corrigeren van de resonantiefrequentie van de holte 10, zodanig dat de drager ω_Q wordt gestuurd.

Het actieve filter 42 omvat een ingang voor een inhibitiesignaal INH afkomstig van de stuurschakeling 40. Dit signaal heeft tot gevolg dat het uitgangssignaal van het actieve filter 42 wordt onderdrukt. Zoals de derde lijn in figuur 3 aangeeft, is het signaal INH actief, en hierdoor wordt het uitgangssignaal van het filter 42 onderdrukt, tijdens de perioden waarin $\omega_Q = \omega_+$ en waarin $\omega_Q = \omega_-$, dat wil zeggen tijdens de meetperioden van A^+ en A^- . Het uitgangssignaal van het filter 42 is daardoor slechts aanwezig tijdens de tussenfasen C, wanneer $\omega_Q = \omega_H$, terwijl een kleine dode tijd d' is ingevoerd voor de demping van overgangsverschijnselen die optreden na de plotselinge verandering van ω_Q .

Hierdoor vormen de metingen A^+ en A^- , en de afwijkingen van de frequenties $\omega_Q = \omega_+$ en $\omega_Q = \omega_-$ geen hinder op voor het sturen van de holte.

Het zal duidelijk zijn, dat tijdens de tijd waarin de uitgang van het filter 42 wordt onderdrukt de regeling van de holte voortgaat te functioneren, doordat de integrator 35 de rol speelt van een geheugen dat de waarde opslaat van de regelspanning.

De wezenlijke bijzonderheid van de werking van de maser volgens de uitvinding blijkt uit de laatste lijn van figuur 3, welke een afbeelding en samenvatting geeft van de deeltijdwerking van de twee stuurkringen. De perioden C gedurende welke de sturing van de holte volledig in werking is, wordt afgewisseld met de meetperioden van A^+ en A^- die gebruikt worden voor het sturen van de oscillator op de lijn H.

Het spreekt vanzelf, dat men talloze varianten kan aanbrengen op de beschreven maser zonder de grondbeginselen van de uitvinding te verlaten. In het bijzonder kunnen bepaalde functies van de schakelingen 40 en 45, en zelfs bepaalde functies van de programmeerbare synthetisator 43 doelmatig worden overgenomen door een microprocessor. Daardoor vormen de in het onderstaande beschreven schakelingen slechts voorbeelden die uitsluitend bestemd zijn voor het voltooien van de beschrijving van een concrete uitvoerings-
10 vorm.

Zoals men in het bovenstaande heeft gezien ontvangt de behandelingsschakeling 45 van de spanning-frequentie convertor V/F een logische impuls trein. Met verwijzing naar figuur 5, deze impulsen worden toegevoerd naar een teller
15 A 202. Deze teller A ontvangt voorts een telstuursignaal EN (enable) afkomstig van de stuurschakeling 40; dit signaal wordt voorgesteld bij de tweede lijn van figuur 3. De teller ontvangt eveneens van de schakeling 40 via de leiding Z een impuls voor het op nul terugstellen bij het begin
20 van elke telperiode.

De teller A 202 is verbonden met een comparator C 203, welke eveneens is verbonden met een teller-afteller (up/down teller) U/D 204. Een schakeling 205 levert telimpulsen aan de teller-afteller U/D 204, evenals aan een tweede teller-
25 afteller I 206. Een logische schakeling 207, bestuurd door de stuurschakeling 40, ontvangt een informatie van de comparator C 203, welke informatie aangeven welk van de schakelingen A 202 en U/D 204 het grootste getal bevat, en een eventuele gelijkheid aangeeft. Afhankelijk van deze infor-
30 maties en afhankelijk van de stuursignalen die afkomstig zijn van de stuurschakeling 40 levert de logische schakeling 207 aan de tellers-aftellers U/D 204 en I 206 signalen voor de telrichting (tellen of aftellen) evenals signalen voor het toestaan van het tellen van de impulsen die door de schake-
35 ling 205 worden geleverd.

Het samenstel van schakelingen 202 tot 206 is ingericht voor het werken op de volgende wijze:

Als reactie op het signaal EN telt de teller A 202 de impulsen tijdens de voorafbepaalde perioden A^+ en A^- ,

800 13 75

welke overeenkomen met de perioden gedurende welke ω_Q gelijk is aan ω_+ of aan ω_- , met nog een kleine vertraging $\underline{d}$ die bestemd is voor de demping van de overgangsverschijnselen. Voorts plaatst bij het begin van elke meetperiode A^+ of A^- een impuls op de leiding Z aanvankelijk de teller A 202 op nul. Aan het einde van een meetperiode A^+ of A^- heeft de teller A 202 daardoor een numerieke inhoud die de waarde A^+ of A^- voorstelt.

Daaena worden er als volgt berekeningen uitgevoerd.

10 De impulsen worden geleid van de schakeling 205 naar de teller-afteller U/D 204 en geteld (of afgeteld, maar gelang de richting van het verschil tussen A en U/D) totdat de comparator C 203 aangeeft, dat er gelijkheid bestaat. Hieruit volgt, dat de teller-afteller U/D 204 afwisselend 15 de waarden A^+ en A^- aanneemt.

Inmiddels stellen de impulsen die door de schakeling U/D 204 zijn geteld of afgeteld het verschil D voor tussen een meting (A^+ of A^-) en de voorafgaande meting (A^- of A^+ respectievelijk). Deze impulsen worden gelijktijdig hetzij 20 geteld, hetzij afgeteld in de schakeling I 206, maar met een telrichting die niet gedwongen gelijk is voor de schakeling U/D 204. De telrichting in de schakeling I 206 wordt gestuurd door de logische schakeling 207 en is gelijk aan die van de teller 204 wanneer men A^+ heeft gemeten, 25 en de tegenovergestelde richting indien men A^- heeft gemeten. Deze verschillen worden daardoor opgeslagen in de schakeling I 206, waarbij twee opeenvolgende, tegenovergestelde verschillen in dezelfde richting worden opgeslagen in de schakeling I 206 als gevolg van de werking van de logische schakeling 207. De schakeling I 206 integreert daarentegen 30 numeriek het verschil tussen A^+ en A^- en zijn numerieke inhoud stelt daardoor een grootte voor die bruikbaar is voor het corrigeren van de frequentie van de oscillator. Deze numerieke inhoud wordt toegevoerd aan de convertor A/D 44 35 die de noodzakelijke stuurspanning levert.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het sturen van een passieve maser, voorzien van een resonantieholte welke een medium bevat dat in staat is tot een gestimuleerde emissie, omvattende het vanuit een in de holte afgenomen signaal vormen van
5 een eerste foutsignaal, dat representatief is voor het verschil tussen de draagfrequentie van het onderzoekingssignaal van de holte en de frequentie van de gestimuleerde emissie, het gebruiken van dit eerste foutsignaal voor het bijstellen van de draagfrequentie, het uit het in de holte
10 afgenomen signaal vormen van een tweede foutsignaal, dat representatief is voor het verschil tussen de resonantiefrequentie van de holte en de genoemde draagfrequentie, en het gebruiken van de tweede foutsignaal voor het bijstellen van de resonantiefrequentie, met het kenmerk, dat
15 het vormen van het tweede foutsignaal periodiek wordt geïnhibiteerd of vertraagd, en dat het eerste foutsignaal uitsluitend wordt gevormd tijdens de inhibitie perioden.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat tijdens de inhibitieperioden de draagfrequentie van het
20 onderzoekingssignaal van de holte wordt verschoven, afwisselend in de ene en in de tegenovergestelde richting, op symmetrische wijze, en dat het eerste foutsignaal wordt gevormd door het bepalen van de verschillen tussen de resulterende amplituden van het in de holte afgenomen signaal.

25 3. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de verschuiving van de draagfrequentie plaatsvindt door discrete waarden.

4. Werkwijze volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de inhibitie perioden in hoofdzaak dezelfde tijdsduur hebben
30 als de perioden waarin het tweede signaal wordt gevormd.

5. Werkwijze volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de tijdsduur in de orde van grote van 10 seconden is.

6. Werkwijze volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat het verschil tussen de twee verschoven frequenties in
35 de orde van grootte van 1 Hz is.

7. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de draagfrequentie afwisselend tijdens een inhibitie periode in de ene richting, en tijdens de volgende inhibi-

tie periode in de tegenovergestelde richting wordt verschoven.

8. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de vorming van het eerste foutsignaal de opeenvolgende stappen toont van:

- 5 - het omzetten van het in de holte afgenomen signaal in een impulstrein met een frequentie die evenredig is aan de amplitude van het signaal;
- het tellen van deze impulsen bij elke inhibitie periode gedurende een voorafbepaalde tijdsduur;
- 10 - het integreren van de opeenvolgende verschillen door impulstellingen; en
- het converteren van het resultaat van de integratie in een spanning die het eerste signaal vormt en die gebruikt wordt voor het bijstellen van de draagfrequentie van het
- 15 onderzoekingssignaal van de holte.

9. Werkwijze volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat elke telperiode slechts begint na een dode tijd die bestemd is voor het dempen van overgangsverschijnselen.

10. Passieve maser voorzien van een resonantieholte
- 20 die een medium bevat dat in staat is tot gestimuleerde emissie, middelen voor het aan de holte opdrukken van een onderzoekingssignaal met een draagfrequentie die in hoofdzaak gelijk is aan de eigen frequentie van de gestimuleerde emissie, middelen die reageren op een in de holte afgenomen
- 25 signaal voor het produceren van een eerste foutsignaal dat representatief is voor het verschil tussen de draagfrequentie en de frequentie van de gestimuleerde emissie, middelen die reageren op het eerste foutsignaal voor het bijstellen van de draagfrequentie, middelen die reageren op het in de
- 30 holte afgenomen signaal voor het produceren van een tweede foutsignaal dat representatief is voor het verschil tussen de resonantiefrequentie van de holte en de draagfrequentie, en middelen die reageren op het tweede foutsignaal voor het bijstellen van de resonantiefrequentie van de holte, met
- 35 het kenmerk, dat:

- middelen aanwezig zijn voor het periodiek inhibiteren of vertragen van de middelen voor het produceren van het tweede foutsignaal; en
- middelen aanwezig zijn voor het tijdens de inhibitie perio-

den uitvoeren van een verschuiving van de excitatie frequentie van de holte afwisselend in de ene en de tegenovergestelde richting.

11. Maser volgens conclusie 10, met het kenmerk,
5 dat de middelen voor het uitvoeren van de verschuiving van de excitatie frequentie van de holte een programmeerbare frequentie synthetisator omvatten.

12. Maser volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat
de middelen voor het produceren van het eerste foutsignaal
10 omvatten:

- een spanning-frequentie convertor waaraan wordt opgedrukt, naar behandeling, het in de holte afgenomen signaal en een uitgangsimpulstrein levert die een frequentie heeft welke de amplitude van het signaal voorstelt;
- 15 - schakelingen voor het tellen van de uitgangsimpulsen van de convertor bij elke inhibitie periode tijdens een voorafbepaalde tijdsduur;
- middelen voor het integreren van de opeenvolgende verschillen tussen de getallen welke geproduceerd worden door
20 de genoemde telschakelingen; en
- een digitaal-analoog convertor die gekoppeld is met de uitgang van de integratieschakelingen en waarvan het uitgangssignaal het eerste foutsignaal vormt.

FIG. 1

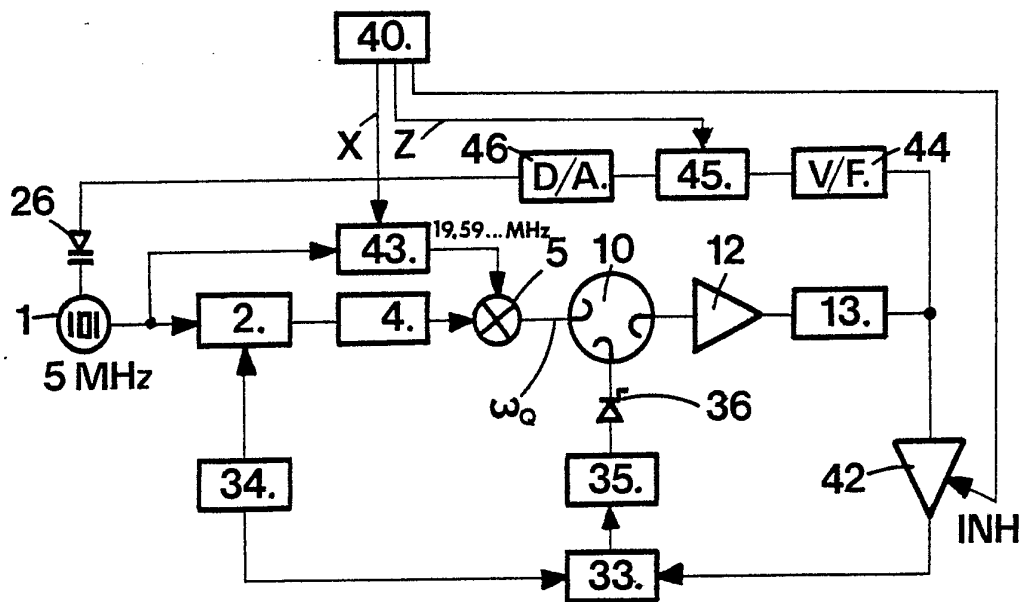
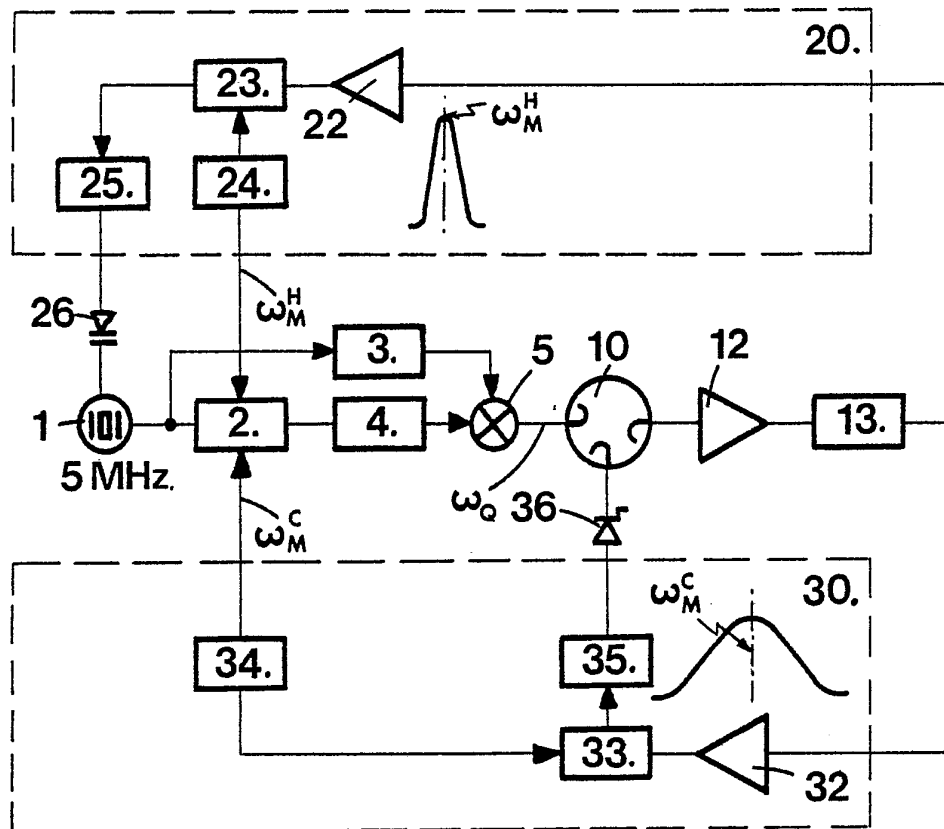


FIG. 2

FIG. 3

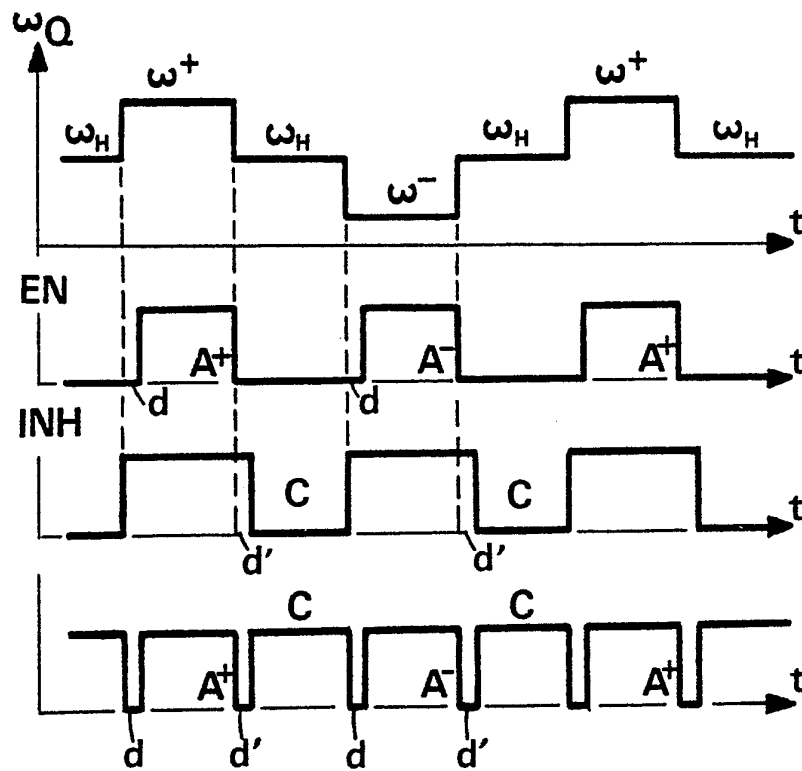


FIG. 4

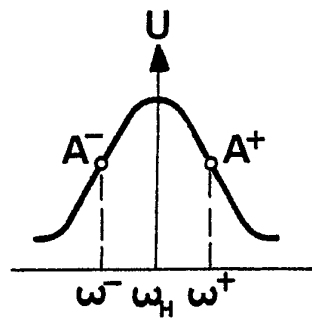


FIG. 5

