
Octrooiraad



Nederland

⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8001373**

⑲ NL

- ⑤4 **Werkwijze voor het sturen van een passieve maser, evenals inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze.**
- ⑤1 Int.Cl³.: 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. 8001373.
- ②2 Ingediend 7 maart 1980.
- ③2 Voorrang vanaf 9 maart 1979.
- ③3 Land van voorrang: Frankrijk (FR).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 7906104 .
- 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 : Werkwijze voor het sturen van een passieve maser, evenals inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het sturen van een passieve maser, volgens de aanhef van de hoofdconclusie.

De uitvinding betreft eveneens een passieve maser, waar-
5 van de sturing plaatsvindt door toepassing van de bovengenoemde werkwijze. Deze maser is als gevolg van zijn uitstekende frequentiestabiliteit buitengewoon geschikt voor het vormen van een frequentie ijkmaat.

Een maser van deze soort is bekend, in het bijzonder uit
10 het artikel van F.L. Wall, proceeding of P.T.T.I. 1976, bladzijden 369-380. In het onderstaande zal een gedetailleerde beschrijving worden gegeven waardoor de beperkingen daarvan duidelijk worden en tevens een goed begrip van de uitvinding mogelijk is. Het is slechts hier nuttig om te vermelden, dat het in de holte
15 ingebrachte hoog frequent signaal in fase gemoduleerd is op twee verschillende frequenties: een relatief lage frequentie die gebruikt wordt voor het besturen van de draagfrequentie die gedefinieerd wordt uitgaande van de basisoscillator en een relatief hoge frequentie die gebruikt wordt voor het besturen van de re-
20 sonantie fre-

quentie van de holte. Een maser van deze soort werkt op juiste wijze indien de twee regel werkelijk onafhankelijk zijn.

De uitvinders hebben vastgesteld in welke mate men een werkelijke afhankelijkheid verkrijgt van de twee sturingskringlopen. Zij hebben ontdekt, dat de sturingskringloop van de resonantie frequentie van de holte geen hinder oplevert voor de sturingskringloop van de frequentie van het onderzoekingssignaal, (ook aangeduid als sturingskringloop van de oscillator) maar dat daarentegen, deze laatstgenoemde, gevoelig is voor de zeer smalle lijn van de gestimuleerde emissie, waardoor in het foutsignaal van de sturingslus van de holte een parasitair signaal wordt ingevoerd dat het juiste foutsignaal volledig vernietigt. De uitvinders hebben dit feit proef ondervindelijk gecontroleerd en ze hebben voor dit verschijnsel een theoretische verklaring gevonden.

Het doel van de uitvinding is het verschaffen van een werkwijze voor het besturen van een maser, waarbij het foutsignaal van de sturingskringloop van de holte niet wordt gehinderd door het parasitaire signaal van de sturingskringloop van de oscillator. Dit doel wordt volgens de uitvinding bereikt, door een enkele modulatie voor de twee sturingslussen toe te passen en bij voorkeur het uit de holte afgenomen signaal te onderwerpen aan een fase discriminatie die geschikt is voor het mogelijk maken van de scheiding van de twee foutsignalen.

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

De grondbeginselen van de uitvinding en de voordelen daarvan zullen thans nader worden toegelicht aan de hand van een voorbeeld van een bekende maser en van een uitvoeringsvoorbeeld van een maser volgens de uitvinding, aan de hand van de bijgaande tekening.

Figuur 1 toont een voorbeeld van een bekende maser.

Figuur 2 toont een uitvoeringsvorm van een maser volgens de uitvinding.

Figuur 1 toont schematisch een bekende maser soortge-

800 1373

lijk aan die welke in het bovengenoemde artikel is beschreven. Een oscillator 1 produceert een signaal met een frequentie van 5 MHz. Dit signaal wordt in een fase modulator 2 gemoduleerd 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 12 kHz, geleverd door een tweede generator 3⁴. Het gemoduleerde signaal wordt toegevoerd aan een frequentie multiplicator of-vermenigvuldiger 4. Het signaal van 5 MHz wordt eveneens toegevoerd aan een synthetisator 3, terwijl 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 aangrenzend van 1420 MHz, dat in de holte 10 wordt ingebracht.

De resonantieholtte 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 twee ondergrenzen volgens Zeeman $m_F=+1$ 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 5000 en 50.000. Voor een coëfficiënt in de orde van grootte van 30.000 kan de holte met het daarin aanwezige milieu worden beschouwd als de combinatie van een dergelijk filter met een filter dat een kwaliteitsfactor Q_H heeft in de orde van grootte van 10^9 .

Een versterker 12 ontvangt en versterkt een signaal dat uit de holte wordt afgenomen. Dit signaal wordt verwerkt door een amplitude detector 13, welke een omhullend signaal levert dat alle amplitude fluctuaties reproduceert van het signaal dat uit de holte is afgenomen. Dit omhullende signaal wordt, enerzijds, toegevoerd aan de sturingsorganen 20 van de oscillator 1, en anderzijds, aan de sturingsorganen 30 van de holte 10.

In de sturingsorganen 20 van de oscillator 1 wordt het omhullende signaal dat geleverd wordt door de amplitude-detector 13 toegevoerd aan een filter 22 dat in hoofdzaak de frequenties doorlaat die grenzen aan de eerste modulatie-
5 frequentie ω_m^H , hier 0, 3 Hz, van de generator 24. Het gefilterde signaal wordt toegevoerd aan een fasedetector 23, waarvan de andere ingang is verbonden met de generator 24, zodanig dat een synchrone detectie wordt uitgevoerd die mogelijk maakt om te detecteren of de draagfrequentie ω_Q
10 van het ondervragingssignaal van de holte goed gecentreerd is op de eigen frequentie ω_H van de gestimuleerde emissie. Elke frequentieverschuiving heeft een foutsignaal tot gevolg bij de uitgang van de fasedetector 23. Dit foutsignaal wordt toegevoerd aan een integrator 25 en gebruikt voor het
15 besturen van een variabele capaciteit 26 die met de oscillator 1 is gekoppeld, waardoor de frequentie daarvan voor zijn correctie enigszins kan worden gewijzigd.

In de sturingsorganen 30 van de holte 10 wordt het omhullende signaal opgenomen door een filter 32 dat in hoofd-
20 zaak de bestanddelen doorlaat die grenzen aan de tweede modulatiefrequentie ω_m^C , hier omstreeks 12 kHz. Het gefiltreerde signaal wordt toegevoerd naar een fasedetector 33 voor een synchrone detectie, waarbij de andere ingang van de fasedetector is verbonden met een tweede generator 34 om
25 hiervan de tweede modulatiefrequentie te ontvangen. Het door de fasedetector 33 geleverde foutsignaal geeft een verschuiving aan van de resonantiefrequentie van de holte 10 ten opzichte van de draagfrequentie ω_Q . Het foutsignaal dat door de integrator 35 is behandeld, wordt gebruikt voor het
30 sturen van een variabele capaciteit 36 die met de holte 10 is gekoppeld, waardoor de resonantiefrequentie ω_C enigszins kan worden gewijzigd teneinde deze te corrigeren.

Samenvattend, in een dergelijke maser onderzoekt het signaal waarvan de fase is gemoduleerd op de frequenties
35 ω_m^H (0,3 Hz) en ω_m^C (12 kHz) respectievelijk de lijn van de gestimuleerde emissie van de waterstof en de resonantie kromme van de holte, teneinde te zorgen voor de respectievelijke besturing van de oscillator met gestimuleerde emissie en de besturing van de resonantiefrequentie van de holte

bij de draagfrequentie ω_Q die van de oscillator is afgeleid. In deze maser elimineert men nagenoeg de ongunstige invloeden van "cavity pulling".

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

Ter ondersteuning van deze conclusie hebben de uitvinders de volgende proeven uitgevoerd.

- A) Men voert een enkele modulatie tegelijkertijd uit en men controleert welk van de twee sturingslussen afzonderlijk
20 op juiste wijze werkt. In het bijzonder heeft men de verschuiving $(\omega_C - \omega_Q)$ kunnen behouden tussen de resonantiefrequentie van de holte ω_C en de draagfrequentie ω_Q die geleverd wordt door de oscillator op een relatief lage waarde van 10^{-9} in het gebied met lange termijn
25 (in de orde van grootte van 10^4 sec.).
- B) Men controleert of de sturingskringloop van de oscillator ten opzichte van de lijn van de gestimuleerde emissie, of lijn H, op juiste wijze werkt ook in aanwezigheid van de modulatie van de tweede sturingskringloop, welke
30 tweede kringloop echter openblijft.
- C) Men sluit beide kringlopen tegelijkertijd en men neemt waar dat de afstemming van de holte zich verrijdt van de lijn H als gevolg van ongewenste effecten die zich voordoen in de sturingskringloop van de holte.

35 Men heeft vastgesteld, dat de sturingskringloop van de oscillator op de lijn H een sterk parasitair signaal produceert met gemoduleerde amplitude (AM) dat de modulatiefrequentie ω_m^C heeft van de regelkringloop van de holte, zelfs wanneer de holte is afgestemd. Verder is de fase van

dit signaal gemoduleerd op de modulatiefrequentie ω_m^H die gebruikt wordt voor het onderzoeken van de lijn H.

Door de onderzoeksmodulatie te laten vervallen van de lijn H en de draagfrequentie ω_Q te laten verschillen van de lijnfrequentie H heeft men vastgesteld, dat het parasitaire signaal AM werd geproduceerd door een hoog frequentiesignaal dat in interactie trad met de lijn H. De fase van het parasitaire signaal AM onderging een plotselinge verandering van 180 graden, wanneer men de draagfrequentie ω_Q de lijn H liet doorlopen.

De uitvinders hebben een vereenvoudigde, theoretische verklaring voorgesteld voor hun waarnemingen.

Wanneer men bij de ingang van de lege holte een signaal toevoert, dat in hoofdzaak wordt gevormd door een draager ω_Q en twee over 180 graden zijdelings in fase verschoven banden welke symmetrisch zijn ten opzichte van de frequenties $\omega_Q + \omega_m$ en $\omega_Q - \omega_m$, waarin ω_Q zeer dicht ligt bij de resonatiefrequentie van de holte ω_C , levert de regelkringloop van de holte een fout signaal van de vorm

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

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_+ , A_- de absorptie voor van de holte bij verschillende frequenties:

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

$$A_0 = A(\omega_Q)$$

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

de absorptie afhankelijk van de frequentie voldoet aan de vergelijking

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

waarin de halve breedte is van de resonantie kromme.

De uitdrukkingen D_0 , D_+ , 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

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

800 13 73

Wanneer men in de holte waterstofatomen inbrengt die in staat zijn tot gestimuleerde emissie dient men in de vergelijking (1) de uitdrukkingen A_0 en D_0 te wijzigen volgens de volgende substituties:

$$5 \quad A_0 \rightarrow A_0 + A_H \quad (6)$$

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

waarin A_H de versterking voorstelt veroorzaakt door de aanwezigheid van waterstofatomen en D_H de hiermee samengaan- de dispersie.

10 De substitutie (6) houdt eenvoudig een belangrijke verandering in van de term $(A_0 + A_H)$ van het foutsignaal van de holte.

De substitutie (7) heeft daarentegen tot gevolg dat in de term $(D_0 + D_H)$. S, de dispersie D_H volledig over-
15 heerst. De verhouding D_H/D_0 luidt

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

Hieruit volgt, dat D_H enkele orden van grootten gro-
ter is dan D_0 . Normaal bedraagt $D_H/D_0 = 1 \times 10^{+4}$ voor

$$20 \quad \omega_Q - \omega_H = 0,3 \times 2\pi \text{ RAD/sec.} \quad \text{en}$$

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

Men kan de invloed van de modulatie bij lage frequen-
tie ω_m^H op de drager beschouwen als een fluctuatie van de
frequentie welke tot gevolg heeft, dat de drager periodiek
25 door de lijn H beweegt: dit heeft tot gevolg, dat D_H met
hetzelfde ritme periodiek van teken verandert, waardoor een
periodieke omschakeling wordt veroorzaakt van de fase van
het parasitaire signaal AM.

Theoretisch moet na de synchrone detectie en inte-
30 gratie dit parasitaire signaal daarom doven en mogelijk ma-
ken om het kleine juiste foutsignaal terug te vinden; maar
daar het parasitaire signaal verschillende orden van grootten
groter is dan het juiste signaal, stelt dit aan de synchro-
ne detector en de integrator absoluut onuitvoerbare eisen
35 van exacte symmetrie.

De uitvinders hebben daarom vastgesteld, dat de twee
gelijktijdige kringlopen niet voldoende ^{on}afhankelijk kunnen

worden gemaakt en dat de regeling niet op juiste wijze werkt.

De onderhavige uitvinding maakt mogelijk dit bezwaar op te heffen. De uitvinding berust op de ontdekking door de uitvinders, dat het mogelijk is om slechts een enkele modu-
 5 latiefrequentie toe te passen, doordat het omhullende signaal dat gevormd is uit het in de holte afgenomen signaal (en alle amplitudefluctuaties van dit laatstgenoemde re-
 produceert) in feite, en alleen, alle noodzakelijke informatie bevat voor de uitwerking van foutsignalen welke moge-
 10 lijk maken om de frequentie van het onderzoekingssignaal en van het resonantiesignaal te besturen. Het omhullingssig-
 naal bevat twee componenten waarvan de amplitude gemoduleerd is op de frequentie van de fasemodulatie, namelijk een component die representatief is voor het verschil tussen
 15 de draagfrequentie van het onderzoekingssignaal en de frequentie van de gestimuleerde emissie, en een component die representatief is voor het verschil tussen de resonantiefre-
 quentie van de holte en de draagfrequentie. Deze twee componenten worden, ten opzichte van het modulatiesignaal, in
 20 fase verschoven over een hoek θ_H voor de sturingskring-
 loop van de oscillator en een hoek θ_c voor de sturingskring-
 loop van de holte.

Meer in het bijzonder wordt het signaal E waarvan de amplitude gemoduleerd is op de modulatiefrequentie ω_m ge-
 25 definieerd door de vergelijking:

$$E = (A_0 + A_H)\xi + (D_0 + D_H) S \quad (9)$$

waarin ξ en S worden gegeven door de vergelijkingen (2) en (3) en uitsluitend afhankelijk zijn van de parameters van de holte. Wanneer de draagfrequentie wordt verschoven ten op-
 30 zichte van de frequentie van de gestimuleerde emissie stelt de term $D_H S$ de overheersende component voor van het fout-
 signaal, die daarom kan worden gebruikt in de sturingskring-
 loop van de oscillator voor het centreren van de draagfre-
 quentie op die van de gestimuleerde emissie. De term D_H is
 35 dan 0. De faseverschuiving (θ_H) van deze component ten op-
 zichte van het modulatiesignaal is:

$$\text{tg } \theta_H = \gamma / \omega_m \quad (10)$$

Naarmate daarentegen D_H naar nul beweegt, beweegt het

signaal E naar de waarde:

$$(A_0 + A_H)\xi + D_0 S \quad (11)$$

welke het zuivere foutsignaal van de holte voorstelt. Deze component kan daarom in de sturingskringloop van de holte
5 worden gebruikt voor het centreren van de resonantiefrequentie op de draagfrequentie. De faseverschuiving θ_c van deze component ten opzichte van het modulatiesignaal is:

$$\operatorname{tg} \theta_c = 2 \omega_m \gamma / (\omega_m^2 - \gamma^2) \quad (12)$$

Deze ontdekking wordt toegepast in de maser volgens
10 de uitvinding, die hierdoor slechts van een enkele modulatie voor de twee sturingskringlopen gebruikmaakt. Dit maakt niet alleen mogelijk om het parasitaire effect van de sturingskringloop van de oscillator op de sturingskringloop van de holte te vermijden, maar eveneens in belangrijke mate de
15 kwaliteit van de sturing te verbeteren.

Thans wordt verwezen naar figuur 2, welke op schematische wijze een uitvoeringsvorm weergeeft van een maser volgens de uitvinding. Deze maser draagt talloze organen soortgelijk aan die van de maser volgens figuur 1. Deze
20 organen dragen dezelfde verwijzingscijfers.

De fasemodulator 2 is uitsluitend verbonden met de modulatiegenerator 34, op 12 kHz, waarvan het uitgangssignaal tegelijkertijd wordt toegevoerd naar de fasedetector 23 van de sturingskringloop van de oscillator en aan de fasedetector 25
25 tor 33 van de sturingskringloop van de holte.

Het omhullende signaal dat door de amplitudedetector 13 wordt afgegeven wordt toegevoerd aan een enkel filter 40, dat in hoofdzaak de frequenties doorlaat die grenzen aan de modulatiefrequentie (12 kHz) van de generator 34. Dit gefilterde signaal wordt, enerzijds, toegevoerd aan de fasedetector 23 door middel van een faseverschuivingsschakeling 42
30 en, anderzijds, aan de fasedetector 33 via een faseverschuivingsschakeling 44. De faseverschuiving die door de schakeling 42 wordt ingevoerd is zodanig gekozen, dat de fase van
35 de component voor het besturen van de oscillator terug wordt gebracht op die van het referentiesignaal dat op de detector 23 wordt opgedrukt door de modulatiegenerator 34. Op soortge-

lijke wijze wordt de faseverschuiving door de schakeling 44 zodanig ingesteld, dat de fase van de component voor de sturing van de holte wordt teruggebracht op die van het referentiesignaal dat door de generator 34 wordt geleverd.

5 Onder deze omstandigheden levert de fasedetector 23 een foutsignaal dat representatief is voor het verschil tussen de draagfrequentie van het onderzoekingsignaal van de holte en de frequentie van de gestimuleerde emissie. Dit foutsignaal wordt opgedrukt op de integrator 25 waarvan
10 het uitgangssignaal de frequentie instelt van de oscillator 1 door middel van de variabele capaciteit 26, waardoor het frequentieverschil wordt gecorrigeerd.

Op dezelfde wijze levert de detector 33 een foutsignaal dat representatief is voor het verschil tussen de
15 draagfrequentie van het onderzoekingsignaal en de resonantiefrequentie van dit signaal. Dit foutsignaal wordt opgedrukt op de integrator 35, waarvan het uitgangssignaal de resonantiefrequentie van de holte instelt door middel van de variabele capaciteit 36, waardoor het frequentieverschil
20 wordt gecorrigeerd.

De kwaliteit van de sturing van de oscillator en van de holte hangt vanzelfsprekend af van de nauwkeurigheid waarmee de faseverschuivingsschakelingen 42 en 44 de fasen verschuiven van de componenten van het omhullende signaal dat
25 geleverd wordt door de amplitudedetector 13 teneinde deze respectievelijk in fase te brengen met het referentiesignaal dat door de modulatiegenerator 34 wordt geleverd. De hierbovengegeven formules drukken, in feite, de theoretische waarden uit van de faseverschuivingen van de twee
30 componenten van het omhullende signaal, maar zij houden geen rekening met de faseverschuivingen veroorzaakt door de leidingen voor de transmissie en de elektronica. Het is daarom noodzakelijk om over te gaan tot een bijstelling van deze faseverschuivingen, die op de onderstaande wijze kan worden
35 uitgevoerd.

Voor het uitvoeren van de bijstelling van de faseverschuiving van de sturingskringloop van de oscillator dient men de modulatiefrequentie te verschuiven op een waarde kleiner dan 1 Hz en de faseverschuivingsschakeling 42 zodanig in

te stellen, dat aan de uitgang van de fasedetector 23 een maximaal foutsignaal wordt verkregen. Wat betreft de instelling van de faseverschuiving van de sturingskringloop van de holte, men kan hetzij de gestimuleerde emissie elimineren 5 door de voeding te onderbreken van de holte met waterstof of door het statische magnetische veld daarvan te vermindere- ren, hetzij de hoogte van het geïnjecteerde vermogen te ver- groten en de faseverschuivingsschakeling 44 op zodanige wijze bij te stellen, dat een maximum foutsignaal wordt ver- 10 kregen aan de uitgang van de fasedetector 33.

Zoals reeds werd aangegeven, maakt de onderhavige uit- vinding, dankzij het gebruik van een enkele modulatie voor de twee sturingskringlopen, mogelijk om het parasitai- re effect te vermijden van de sturingskringloop van de os- 15 cillator op de sturingskringloop van de holte. Bovendien maakt het gebruik van een tamelijk hoge frequentie (12 kHz) voor de sturingskringloop van de frequentie van het onderzoe- kingssignaal van de holte mogelijk om buiten de band te werken die door de lijn H verloopt van een filter en daar- 20 door op zeer aanzienlijke wijze de scintillatie geluiden te verminderen. De toepassing van een hoge frequentie maakt eveneens een veel snellere sturing mogelijk van de oscilla- tor dan in het geval van de maser van figuur 1. Tenslotte kan de sturing van de oscillator worden uitgevoerd op een 25 aanzienlijk breder veld, doordat het foutsignaal wordt be- paald door een functie van de dispersie, waarvan de afname in hoofdzaak langzamer is voor een absorptie functie, zo- als het geval is voor de maser van figuur 1.

De uitvinding is vanzelfsprekend niet beperkt tot 30 de weergegeven en hierbovenbeschreven uitvoeringsvoorbeelden maar omvat alle varianten daarvan.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het sturen van een passieve maser die is voorzien van een resonantieholte welke een medium bevat dat in staat is tot gestimuleerde emissie, omvattende het in deze holte inbrengen van een onderzoekings-
5 signaal met gemoduleerde fase, het van een in de holte afgenomen signaal vormen van een eerste foutsignaal, dat representatief is voor het verschil tussen de draagfrequentie van het onderzoekingssignaal en de frequentie van de gestimuleerde emissie, het gebruiken van dit eerste fout-
10 signaal voor de instelling van de draagfrequentie, het uit het in de holte afgenomen signaal vormen van een tweede foutsignaal, dat representatief is voor het verschil tussen de resonantiefrequentie van de holte en van de draagfrequentie, en het gebruiken van dit tweede foutsignaal voor het
15 instellen van deze resonantiefrequentie, met het kenmerk, dat de modulatie van de fase van het onderzoekingssignaal van de holte bij een enkele frequentie wordt uitgevoerd.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het eerste en het tweede foutsignaal door fasediscriminatie worden verkregen van het in de holte afgenomen signaal.
20

3. Passieve maser voorzien van een resonantie holte welke een medium bevat dat in staat is tot gestimuleerde emissie, middelen voor het op deze holte opdrukken van een
25 onderzoekingssignaal met gemoduleerde fase en een draagfrequentie die in hoofdzaak gelijk is aan de eigen frequentie van de gestimuleerde emissie, middelen die reageren op een in de holte afgenomen signaal voor het produceren van een eerste foutsignaal dat representatief is voor het verschil
30 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 holte afgenomen signaal voor het produceren van een tweede foutsignaal dat representatief
35 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 het kenmerk, dat de middelen

voor het opdrukken van het onderzoekings-sig-naal op de holte een enkele modulatiegenerator omvatten.

4. Passieve maser volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de middelen voor het produceren van het eerste
5 en het tweede foutsig-naal geschikt zijn voor het door fase-discriminatie afleiden van deze signalen uit het sig-naal dat in de holte wordt afgenomen.

5. Passieve maser volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat
10 - deze is voorzien van middelen voor het uit een in de holte afgenomen sig-naal verkrijgen van een omhullend sig-naal dat de amplitudefluctuaties van het sig-naal reproduceert, welk omhullend sig-naal is voorzien van twee componenten waarvan de amplitude is gemoduleerd op de frequentie van de fasemodulatie met verschillende fasen,
15 namelijk een eerste component, die representatief is voor het verschil tussen de draagfrequentie van het onderzoekings-sig-naal van de holte en de frequentie van de gestimuleerde emissie, en een tweede component die representatief is
20 voor het verschil tussen de resonantiefrequentie van de holte en de draagfrequentie;

- de middelen voor het produceren van het eerste foutsig-naal een eerste faseverschuivingsschakeling omvatten, die is aangesloten voor het ontvangen van het omhullende
25 sig-naal en bestemd is voor het terugbrengen van de fase van de eerste component in hoofdzaak op die van het sig-naal dat geproduceerd wordt door de modulatiegenerator en een eerste fasedetectorschakeling, waarvan de ingangen respectievelijk zijn verbonden met die van de eerste faseverschuiv-
30 vingsschakeling en van de generator; en

- de middelen voor het produceren van het tweede foutsig-naal zijn voorzien van een tweede faseverschuivings-schakeling die is aangesloten voor het ontvangen van het omhullende sig-naal en bestemd is voor het terugbrengen
35 van de fase van de tweede component in hoofdzaak op die van het sig-naal dat geproduceerd wordt door de modulatie-generator en een tweede fasedetectie schakeling waarvan de ingangen respectievelijk zijn aangesloten op die van de tweede fase verschuivingsschakeling en van de generator.

Fig.1.

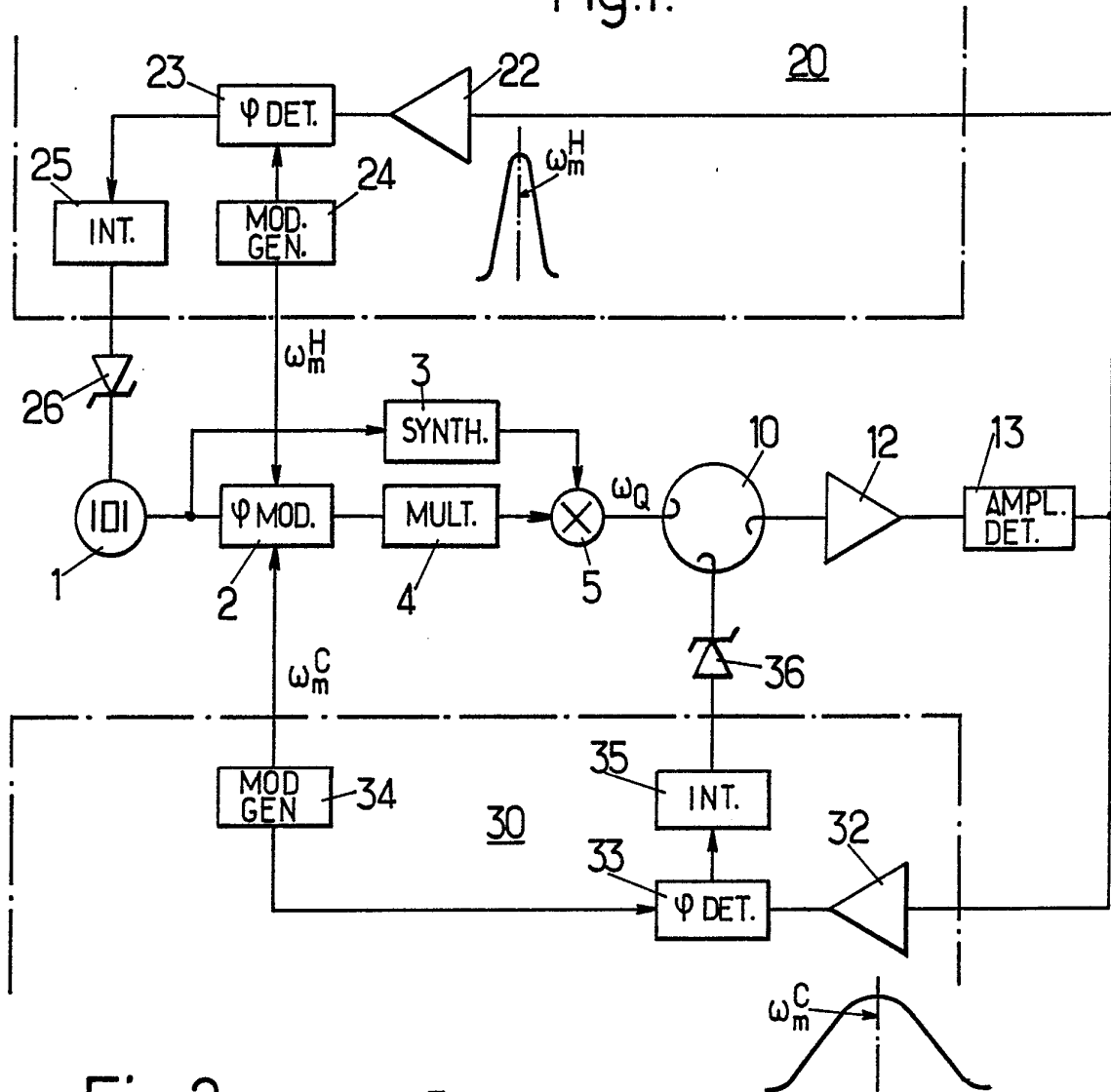


Fig.2.

