

19



Octrooiraad
Nederland

11 Publikatienummer: **9202256**

12 **A TERINZAGELEGGING**

21 Aanvraagnummer: **9202256**

51 Int.Cl.⁵:
A61B 5/08

22 Indieningsdatum: **24.12.92**

43 Ter inzage gelegd:
18.07.94 I.E. 94/14

71 Aanvrager(s):
**Peter Bernard Defares te Driebergen, Cornelis
Adriaan de Willigen te Katwijk en Eduard
Theodorus Verveen te Amsterdam**

72 Uitvinder(s):
**Peter Bernard Defares te Driebergen, Cornelis
Adriaan de Willigen te Katwijk, Eduard
Theodorus Verveen te Amsterdam**

74 Gemachtigde:
**Drs. A. Kupecz c.s.
Octroobureau Los en Stigter B.V.
Postbus 20052
1000 HB Amsterdam**

54 **Interactieve ademhalingsregulator**

- 57 Een interactieve ademhalingsregulator is voorzien van een opneemorgaan, dat het ademhalingspatroon van een patiënt waarneemt en een hiermee overeenkomend ademhalings signaal afgeeft, een instructiesignaalgenerator voor het voortbrengen van een door de patiënt waarneembaar instructiesignaal ter beïnvloeding van diens ademhalingsgedrag, een besturingsorgaan, dat de instructiesignaal-generator bestuurt, een verwerkingsorgaan, dat aan de hand van een parameter van het ontvangen ademhalings signaal vaststelt of het waargenomen ademhalingspatroon gedurende een vooraf bepaalde tijd voldoet aan een vooraf instelbare norm voor deze parameter en bij een bepaald foutpercentage aan het besturingsorgaan een startsignaal afgeeft. De interactieve ademhalingsregulator wordt gekenmerkt doordat het verwerkingsorgaan als parameter de verhouding tussen de inademings- en uitademingstijd in een ademhalingscyclus verwerkt. In een voorkeursuitvoeringsvorm betreft het verwerkingsorgaan de frequentie van de ademhalingscycli als tweede parameter en omvat de vooraf instelbare norm tevens een waarde voor deze parameter. De interactieve ademhalingsregulator biedt de patiënt een zinvolle terugkoppeling bij regelmatigheidsstoringen in de ademhaling. De inrichting kan in beginsel bij elk deficiënt ademhalingspatroon worden gebruikt, onder andere door mensen die lijden aan hyperventilatie of die onderhevig zijn aan stress.

NL A 9202256

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

Interactieve ademhalingsregulator.

De uitvinding heeft betrekking op een interactieve ademhalingsregulator voorzien van:

- een opneemorgaan, dat het ademhalingspatroon van een patiënt waarneemt en een hiermee overeenkomend ademhalings-sig-naal afgeeft,

- een instructiesig-naalgenerator voor het voortbrengen van een door de patiënt waarneembaar instructiesig-naal ter beïnvloeding van diens ademhalingsgedrag,

- een besturingsorgaan, dat de instructiesig-naal-generator bestuurt,

- een verwerkingsorgaan, dat aan de hand van een parameter van het ontvangen ademhalings-sig-naal vaststelt of het waargenomen ademhalingspatroon gedurende een voorafbepaalde tijd voldoet aan een vooraf instelbare norm voor deze parameter en bij een bepaald foutpercentage aan het besturingsorgaan een startsig-naal afgeeft.

Een dergelijke inrichting voor het aan een patiënt aangeven van een gewenst ademhalingspatroon, is bekend uit het Nederlandse octrooischrift 166.850, waarbij deze inrichting, in het bijzonder ter bestrijding van het hyperventilatie-syndroom, is voorzien van een orgaan voor het bepalen van de cyclustijd. De daarmee overeenkomende frequentie van de ademhalingscycli wordt daarbij gebruikt als parameter van het ademhalingspatroon. Het opneemorgaan, bijvoorbeeld een op de borst van de patiënt aangebracht rekstrookje of kwikdraad-opnemer, geeft een impulssig-naal af met een herhalings-frequentie die overeenkomt met de ademhalingsfrequentie. Dit sig-naal wordt toegevoerd aan een tijdbepalend orgaan, dat deze frequentie vergelijkt met een vooraf ingestelde norm- of grenswaarde. Zodra dit verwerkingsorgaan vaststelt dat de ademhalingsfrequentie hoger is dan de grensfrequentie, start het een toongenerator, die binnen een ademhalingscyclus twee voor de patiënt hoorbare en door hem van elkaar te onderscheiden tonen opwekt.

Echter niet alleen patiënten die last hebben van hyper-ventilatie, met als symptoom een abnormaal hoge ademhalings-frequentie, vertonen een niet-optimaal ademhalingsgedrag, maar

9202256

ook patiënten die lijden aan bijvoorbeeld deficiënte respi-
 ratoire sinusarrhythmie, CARA of fobieën of psychische
 trauma's van welke aard dan ook. Ook bijvoorbeeld ademhaling
 die hoofdzakelijk via de borst plaatsvindt, in tegenstelling
 5 tot buikademhaling, is een vorm van een niet-optimale
 ademhaling, omdat voor een goede doorbloeding van alle organen
 een effectieve buikademhaling belangrijk is.

Een beschrijving van het patroon van een dergelijke
 niet-optimale ademhaling uitsluitend in termen van de adem-
 halingsfrequentie blijkt echter niet altijd toereikend. De
 10 onderhavige uitvinding vloeit voort uit onderzoek naar een
 zinvol instructieve terugkoppeling naar de patiënt bij ook
 andere niet-optimale ademhalingspatronen dan die welke zich
 voordoen bij hyperventilatie. Op grond daarvan is men tot het
 15 inzicht gekomen dat voor een juiste analyse van een adem-
 halingspatroon kennis van met name de verhouding (ratio)
 tussen de in- en uitademingstijden onontbeerlijk is.

De hierboven beschreven bekende inrichting heeft echter
 de beperking dat zij die extra benodigde informatie niet in
 20 het terugkoppelingsproces betreft en derhalve onvoldoende
 toepassingsmogelijkheden biedt voor het verhelpen van stoornissen
 of het corrigeren van deficiënte ademhalingspatronen
 over het algemeen.

De uitvinding beoogt een inrichting van de in de aanhef
 25 genoemde soort te verschaffen, die het waargenomen adem-
 halingspatroon van een patiënt gedetailleerder analyseert en
 dit niet uitsluitend toetst aan een grens ten aanzien van de
 ademhalingsfrequentie.

Daartoe heeft de interactieve ademhalingsregulator
 30 overeenkomstig de uitvinding het kenmerk, dat het verwerkings-
 orgaan als parameter de verhouding tussen de inademings- en
 uitademingstijd in een ademhalingscyclus verwerkt.

In een voorkeursuitvoeringsvorm betreft het verwerkings-
 orgaan de frequentie van de ademhalingscycli als tweede
 35 parameter en omvat de vooraf instelbare norm tevens een waarde
 voor deze parameter.

Met behulp van deze inrichting kan de patiënt met
 voordeel bij regelmatigheidsstoornissen in de ademhaling van
 welke aard dan ook een zinvolle terugkoppeling worden geboden.
 40 Daardoor biedt de inrichting ruime toepassingsmogelijkheden,

niet alleen bij hyperventilatie, maar in beginsel bij elk niet-optimaal ademhalingsgedrag. Zo kan de interactieve ademhalingsregulator ook worden gebruikt door bijvoorbeeld mensen die, met name in het geval van aanhoudende stress, zichzelf een gezonde ademhaling willen aanleren.

In een bijzondere voorkeursuitvoeringsvorm van de interactieve ademhalingsregulator omvat het opneemorgaan een rondom de borst of buik van de patiënt gespannen rekbare holle slang, waardoorheen met een frequentie die omgekeerd evenredig is met de lengte van de slang, geluidsimpulsen worden gestuurd, die worden opgewekt en opgenomen door aan de respectieve uiteinden van de slang aangebrachte en elektrisch met een impulsgenerator verbonden elektro-akoestische omzeters.

Bij voorkeur bepaalt het opneemorgaan uit frequentieveranderingen van de geluidsimpulsen tijdens elke ademhalingscyclus de waarden van diverse parameters van het ademhalingspatroon. Hierdoor kan het systeem doeltreffend, ongevoelig voor storingen en met een zeer korte insteltijd worden uitgevoerd zonder aanpassing van de lengte van de slang aan de borstomvang van de patiënt.

De interactieve ademhalingsregulator overeenkomstig de uitvinding zal hierna aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld worden beschreven onder verwijzing naar de bijgevoegde tekening.

Fig. 1 is een algemeen blokschema van een voorkeursuitvoeringsvorm van de interactieve ademhalingsregulator overeenkomstig de uitvinding.

Fig. 2 is een blokschema van het opneemorgaan uit fig. 1.

Fig. 3a is een amplitude-tijddiagram van het door het opneemorgaan afgegeven ademhalings signaal uit fig. 1.

Fig. 3b is een zeer schematisch weergegeven voorbeeld van een frequentie-tijddiagram van het door de instructiesignaalgenerator voortgebrachte instructiesignaal.

Fig. 4 is een blokschema van het verwerkingsorgaan uit fig. 1.

Fig. 5 is een met fig. 1 overeenkomend blokschema, waarin bovendien een bedienings- en een weergeeforgaan zijn opgenomen.

9202256

Zoals is weergegeven in fig. 1, omvat de interactieve ademhalingsregulator 1 een opneemorgaan 2, dat de ademhalingsbeweging van een patiënt waarneemt en omzet in een elektrisch, bijvoorbeeld digitaal, ademhalings signaal 3, dat wordt toegevoerd aan een verwerkingsorgaan 4.

In dit verwerkingsorgaan 4 worden voor het aldus ontvangen ademhalings signaal 3 karakteristieke parameters, te weten de cyclustijd en de verhouding tussen de in- en uitademingstijd tijdens een ademhalingscyclus, vastgesteld en vergeleken met vooraf in een geheugen 5 geprogrammeerde en via een gegevenspad 6 uitleesbare normwaarden. Indien één of beide parameters daaraan gedurende een voorafbepaalde tijd niet voldoen, zal het verwerkingsorgaan 4 bij een bepaald maximaal foutpercentage een startsignaal afgeven aan besturingsorgaan 7. Dit besturingsorgaan 7 is eveneens met het geheugen 5 verbonden en wordt evenals het verwerkingsorgaan 4 gestuurd door een van een klokgenerator 8 afkomstig kloksignaal.

Via een gegevenspad 9 leest het besturingsorgaan 7 uit het geheugen 5 met de normwaarden corresponderende informatie en voert deze via een gegevenspad 10 toe aan een instructiesignaalgenerator 11. Deze stelt uit deze informatie een geoptimaliseerd ademhalingspatroon samen, dat dient ter instructie van de patiënt met het oog op een beïnvloeding van diens ademhalingsgedrag.

Dit geoptimaliseerde ademhalingspatroon wordt afgegeven in de vorm van een instructiesignaal 12, bijvoorbeeld een via een koptelefoon 13 weer te geven geluidssignaal. Dat kan bijvoorbeeld bestaan uit twee van elkaar onderscheidbare en in toonhoogte variërende tonen per ademhalingscyclus, zoals op zeer schematische wijze is weergegeven in fig. 3b.

Indien de patiënt deze ademhalingsinstructies volgt, zal het gecorrigeerde ademhalingsgedrag uiteindelijk leiden tot een beoogde verbetering van zijn fysiologische toestand. Zodra het door het opneemorgaan 2 voortdurend waargenomen ademhalingspatroon weer voldoet aan de bovengenoemde paramater-normwaarden, zal het verwerkingsorgaan 4 het startsignaal naar het besturingsorgaan 7 wegnemen, waarna de generator 11 - eventueel na een zekere vertragingstijd of leerperiode - stopt met het afgeven van het instructiesignaal 12.

Het opneemorgaan 2, dat schematisch is weergegeven in fig. 2, omvat in een bijzondere uitvoeringsvorm een rondom de borst of buik van de patiënt gespannen rekbare holle slang 14, die het meettraject van het opneemorgaan 2 vormt. Aan de beide uiteinden van de slang 14 zijn elektro-akoestische omzetters 15, 16 aangebracht, die zich door de slang 14 voortplantende geluidsimpulsen opwekken respectievelijk ontvangen. De geluidsimpulszender 15 zet door een impulsgenerator 17 afgegeven elektrische signalen 18 om in geluidsimpulsen, die de lengte van de slang 14 in een zekere looptijd doorlopen en vervolgens worden ontvangen door de ontvanger 16. Deze zet de geluidsimpulsen weer om in elektrische signalen 19, die bij voorkeur via een frequentieregelorgaan 20 worden teruggekoppeld naar de impulsgenerator 17. Deze terugkoppeling, bij voorkeur in de vorm van een fase-vergrendelde lus, is zodanig, dat de herhalingsfrequentie f van de geluidsimpulsen omgekeerd evenredig is met de lengte L van de slang 14. Daardoor kan uit deze geluidsimpulsfrequentie rechtstreeks de lengte van de slang 14 worden afgeleid en bijgevolg dus ook de door de ademhalingsbewegingen van de patiënt veroorzaakte veranderingen daarin.

De looptijd van de geluidsimpulsen wordt bepaald door de lengte van de slang 14, die door de ademhalingsbewegingen zal variëren. Tijdens een inademing of uitademing zal de lengte van de slang 14 toenemen respectievelijk afnemen en zal een geluidsimpuls diensgevolge op een relatief vroeger respectievelijk later tijdstip worden ontvangen. Het tijdstip van ontvangst wordt vergeleken met een gelijktijdig door de impulsgenerator 17 afgegeven referentie-impulssignaal 21. Het tijds- of faseverschil ten opzichte daarvan wordt vastgesteld door een faseverschildetector 22, die zowel de grootte van het faseverschil bepaalt als het teken daarvan, dat wil zeggen vaststelt of het ontvangen impulssignaal 19 ten opzichte van het referentie-impulssignaal 21 naijlt (inademing) of voorijlt (uitademing).

Teneinde een stabiele faserelatie tussen het referentie-impulssignaal 21 en het ontvangen impulssignaal 19 te waarborgen, met andere woorden ter handhaving van de betrekking $f \sim 1/L$, dient de herhalingsfrequentie f van het impulssignaal afkomstig van de impulsgenerator 17 na elke impulsclusus te

9202256

worden aangepast. Dit geschiedt bij voorkeur - zoals reeds
vermeld - door middel van een fase-vergrendelde lus, waartoe
het frequentieregelorgaan 20 onder meer is toegerust met een
filter, een integrator en een spanningsgestuurde oscillator,
5 die omwille van de eenvoud echter niet in blokschema van
fig. 2 zijn weergegeven. Op deze wijze wordt de impuls-
frequentie f van het door de generator 17 opgewekte
elektrische impulssignaal zodanig geregeld, dat bij een
langere dan wel kortere lengte van de slang 14 door middel van
10 deze regellus de impulsfrequentie f wordt verlaagd respec-
tiefelijk verhoogd. Hierdoor wordt de faserelatie tussen de
ontvangen en referentie-impulssignalen 19 resp. 21 aan het
begin van iedere impulsacyclus gestabiliseerd, ongeacht de mate
waarin de slang 14 is uitgerekt.

15 Ten einde voorts de door transmissieverliezen in de slang
14 verzwakte geluidsimpulsen op een constante intensiteit te
houden, onafhankelijk van de lengte van de slang 14, wordt het
ontvangen impulssignaal 19 tevens naar de impulsgenerator 17
teruggekoppeld via een amplituderegelorgaan 23, dat een
20 constante amplitude van het impulssignaal bewerkstelligt.

Het zal duidelijk zijn dat het opneemorgaan 2 volledig
zelfinstellend is en daardoor kan worden toegerust met
bijvoorbeeld een losneembare en gemakkelijk vervormbare slang
14 van een willekeurige lengte, die niet aan de borstomvang
25 van de patiënt hoeft te worden aangepast. De slang 14 kan
derhalve eenvoudig door de patiënt zélf worden aangebracht,
zonder hulpmiddelen, zoals kleefmiddel, plakband of plak-
elektroden, desgewenst zelfs over de kleding van de patiënt
heen. Ook uitwisseling van het opneemorgaan 2 met andere
30 patiënten, vrouwelijke of mannelijke, is geen probleem. De
elektro-akoestische omzetter 15, 16 kunnen bijvoorbeeld zijn
gehuisvest in een doosje, dat kan dienen als koppelstuk voor
het aansluiten van de uiteinden van de slang 14 en de
benodigde elektrische bedrading. Het doosje is eveneens
35 uitvoerbaar als gesp, waarbij de slang 14 in een enkele grote
lus wordt gevormd en dubbel om de borst en/of buik wordt
gespannen.

Het door de faseverschildetector 22 afgegeven signaal
wordt toegevoerd aan een ademhalingspatroon-analysator 24, die
40 aan de hand van het faseverschilsignaal het waargenomen

ademhalingspatroon analyseert en dit als ademhalings signaal 3, bijvoorbeeld in digitale vorm zoals is weergegeven in fig. 3, afgeeft aan het verwerkingsorgaan 4.

Dit verwerkingsorgaan 4 is in een zeer eenvoudige basisvorm weergegeven in fig. 4. Het omvat een cyclusdetector 30, die aan het begin van elke ademhalingscyclus - gedefinieerd als het tijdstip waarop een inademing aanvangt - een cyclusimpuls 31 afgeeft, die een door het kloksignaal afkomstig van de klokgenerator 8 (zie fig. 1) gestuurde cyclustijdteller 32 doet terugstellen en starten. De telstand T van de cyclustijdteller 32 wordt voortdurend door een cyclustijdvergelijker 33 vergeleken met een uit het geheugen 5 gelezen cyclustijdnormwaarde c. Zodra T de waarde c bereikt, geeft de vergelijker 33 een cyclustijd-goedsignaal 34 af, dat wordt toegevoerd aan een tijdmiddelingsorgaan 35. Dat bepaalt gedurende een voorafbepaalde tijd het gemiddelde en voert dit toe aan een vergelijker 36, die, wanneer dit gemiddelde aantal beneden een bepaald minimumpercentage m ligt, een cyclustijdfoutsignaal 37 afgeeft.

Tegelijkertijd wordt in de onderste tak van fig. 4 de verhouding (ratio) tussen de in- en uitademingstijd tijdens elke ademhalingscyclus beoordeeld. Daartoe is bij voorkeur een tweetal frequentiedelers 38 en 39 opgenomen, die beide worden gestuurd door het kloksignaal met frequentie F. Tijdens elke inademing geeft de door het ademhalings signaal 3 vrijgegeven frequentiedeler 38 een impulssignaal met frequentie $F \cdot R/10$ af, waarbij R een uit het geheugen 5 gelezen waarde gelijk aan vijfmaal de rationormwaarde r is, aan een optel-ingang van een ratioteller 40, die aan het begin van elke cyclus worden teruggesteld. Daarentegen geeft de door het geïnverteerde ademhalings signaal 3 vrijgegeven frequentiedeler 39 tijdens elke uitademing een impulssignaal met frequentie $F/2$ af aan een aftel-ingang van de ratioteller 40. Wanneer de telstand van de ratioteller 40 na achtereenvolgens op- en aftellen de waarde nul bereikt, dat wil zeggen zodra de uitademingstijd ten minste gelijk is aan de met een factor r vermenigvuldigde inademingstijd, geeft een ratiovergelijker 41 - in feite een nuldetector - een ratio-goedsignaal 42 af, dat via een tijdmiddelingsorgaan 43 en een vergelijker 44 uiteindelijk

9202256

resulteert in een ratiofoutsignaal 45 wanneer het gemiddelde aantal ratio-fouten te hoog is.

De cyclustijd- en ratio-foutsignalen 37, 45 worden toegevoerd aan een beslissingsorgaan 46, dat bijvoorbeeld een logische OF-functie uitvoert en het startsignaal afgeeft
5 wanneer één of beide foutsignalen actief zijn.

Het zal een deskundige op het gebied van elektronische schakelingen duidelijk zijn dat het hierboven beschreven principe uiteraard ook op velerlei andere wijzen kan worden
10 uitgevoerd. In het bijzonder kan met de huidige micro-processortechniek in een alternatieve uitvoeringsvorm het verwerkingsorgaan 4 worden voorzien van een verwerkingseenheid met een geheugen, waarin een computerprogramma is opgeslagen. Dit programma kan dan uit het ademhalingssignaal 3 in real-
15 time de cyclustijd en de verhouding tussen de in- en uitademingstijden bepalen; deze parameters vergelijken met geselecteerde normwaarden; het resultaat van deze vergelijkingen gedurende een voorafbepaalde tijd middelen; en volgens een voorafbepaald beslissingscriterium aan het besturings-
20 orgaan 7 een startsignaal doen afgeven.

De interactieve ademhalingsregulator 1 heeft ten minste twee werkingsmodi, namelijk een programmeermodus en een terugkoppelmodus. Tijdens de terugkoppelmodus neemt het opneemorgaan 2 het ademhalingspatroon van de patiënt waar en
25 geeft de instructiesignaalgenerator 11 hem, voor zover althans nodig, instructiesignalen 12. Tijdens de programmeermodus is de instructiesignaalgenerator 11 geblokkeerd en bestaat de mogelijkheid om via een in fig. 5 weergegeven en met een toetsenbord 50 toegerust bedieningsorgaan 51 een combinatie
30 van een of meer parameternormwaarden en een daarmee corresponderend ademhalingspatroon te selecteren. Deze parameternormwaarden en ademhalingspatrooninformatie zijn - zoals reeds vermeld - opgeslagen in het geheugen 5 en corresponderen met elkaar in de vorm van een aantal reeksen
35 van ademhalingspatronen en specifiek daarop afgestemde parameternormwaarden. Op deze manier kan de patiënt en/of de behandelende therapeut kiezen uit een aantal ademhalings-instructie-programma's, die elk een te synthetiseren ademhalingspatroon met bijbehorende normwaarden behelzen.

De in het geheugen 5 opgeslagen ademhalingspatroon-informatie heeft betrekking op de in- en uitademingstijden, de in- en uitademingsnelheden en/of de op de in- en uitademingen volgende pauzetijden. Deze grootheden worden door de instructiesignaalgenerator 11 tot uitdrukking gebracht in de tijdsduur- en toonhoogte-veranderingen van het instructiesignaal 12. Bijzonder instructief is bijvoorbeeld een in toonhoogte toenemende toon voor het aangeven van een inademing, respectievelijk een in toonhoogte afnemende toon voor het aangeven van een uitademing (zie fig. 3b).

Het besturingsorgaan 7 leest daartoe de genoemde informatie via een gegevenspad 9 uit het geheugen 5 en geeft deze via een gegevenspad 10 af aan de instructiesignaalgenerator 11. Deze gebruikt de informatie in de terugkoppelmodus, wanneer het startsignaal actief is, voor het synthetiseren van het gewenste ademhalingspatroon. De karakteristieken daarvan worden dus naar keuze bepaald door de via het toetsenbord 50 uit het geheugen geselecteerde informatie.

Gegevens betreffende het geselecteerde ademhalings-terugkoppelings-programma kunnen tijdens de programmering bij voorkeur worden weergegeven via een in fig. 5 geïllustreerde weergeefeenheid 52. Tevens is het mogelijk om via deze weergeefeenheid 52, bijvoorbeeld tijdens een speciale instructiemodus, de parameters van het actueel waargenomen ademhalingspatroon weer te geven ten behoeve van een optische terugkoppeling naar de patiënt of bijvoorbeeld de therapeut voor het stellen van een diagnose.

Teneinde de patiënt of de aan stress onderhevige persoon ten slotte in de gelegenheid te stellen om zich te gewennen aan de instructiesignalen, kan tevens worden voorzien in een leermodus. Tijdens deze leermodus wordt het instructiesignaal 12 door de instructiesignaalgenerator 11 onafhankelijk van het startsignaal voortgebracht. De keuze tussen de verschillende modi geschiedt daarbij eenvoudig via het toetsenbord 50.

Tot slot wordt opgemerkt dat de uitvinding uiteraard niet is beperkt tot het in het voorgaande beschreven uitvoeringsvoorbeeld. Binnen het kader van de uitvinding kunnen de diverse organen namelijk op verschillende manieren worden gevarieerd. Zo zijn de slang 14 met de daarmee verbonden elektro-akoestische omzeters 15, 16 slechts gegeven bij wijze

van voorbeeld. Het opneemorgaan 2 kan naar keuze ook met een of meer andere opnemers voor het detecteren van ademhalingsbewegingen worden toegerust. Ook is het mogelijk om gebruik te maken van geluidsimpulsen met een vaste frequentie, dat wil
5 zeggen een geluidsimpulscyclus zonder vaste faserelatie.

CONCLUSIES:

1. Interactieve ademhalingsregulator voorzien van:

- een opneemorgaan, dat het ademhalingspatroon van een patiënt waarneemt en een hiermee overeenkomend ademhalings-sig-naal afgeeft,

5 - een instructiesignaalgenerator voor het voortbrengen van een door de patiënt waarneembaar instructiesignaal ter beïnvloeding van diens ademhalingsgedrag,

- een besturingsorgaan, dat de instructiesignaal-generator bestuurt,

0 - een verwerkingsorgaan, dat aan de hand van een parameter van het ontvangen ademhalings-sig-naal vaststelt of het waargenomen ademhalingspatroon gedurende een voorafbepaalde tijd voldoet aan een vooraf instelbare norm voor deze parameter en bij een bepaald foutpercentage aan het besturings-
5 orgaan een startsignaal afgeeft,

met het kenmerk, dat het verwerkingsorgaan (4) als parameter de verhouding tussen de inademings- en uitademings-tijd in een ademhalingscyclus verwerkt.

2. Inrichting volgens conclusies 1, waarbij de frequentie
0 van de ademhalingscycli wordt gemeten, **met het kenmerk**, dat het verwerkingsorgaan (4) de frequentie van de ademhalings-cycli als tweede parameter verwerkt en dat de vooraf instelbare norm tevens een waarde voor deze parameter omvat.

3. Inrichting volgens conclusies 1 of 2, waarbij het
5 ademhalings-sig-naal wordt toegevoerd aan een door een klok-generator bestuurde teller en een vergelijker, die tijdens elke ademhalingscyclus bij het bereiken van een met een parameter-normwaarde overeenkomende telstand een uitgang-sig-naal afgeeft aan een tijdmiddelingsorgaan, **met het kenmerk**,
0 dat het verwerkingsorgaan (4) is voorzien van ten minste twee van dergelijke, aan elke parameter toegewezen tellers (32, 40), vergelijken (33, 41) en tijdmiddelingsorganen (35, 43), waarbij elke vergelijker (33, 41), zodra de daarbij behorende teller (32, 40) een met de respectieve parameter-normwaarde
5 corresponderende telstand bereikt, een aan een tijdmiddelings-orgaan (35, 43) toe te voeren parameter-goedsig-naal (34, 42) afgeeft.

9202256

4. Inrichting volgens een conclusie 3, **met het kenmerk**, dat de teller (40) voor het vergelijken van de verhouding tussen de in- en uitademingstijd met een normwaarde tijdens een inademing optelt en tijdens een uitademing aftelt.

5 5. Inrichting volgens een conclusies 3 of 4, **met het kenmerk**, dat elk tijdmiddelingsorgaan (35, 43) gedurende een voorafbepaalde tijd het percentage van het aantal foute ademhalingscycli, waarbij de betreffende parameter niet voldoet aan de bijbehorende ingestelde parameternormwaarde, 10 bepaalt en dat elk tijdmiddelingsorgaan (35, 43) is verbonden met een vergelijker (36, 44), die een parameterfoutsignaal (37, 45) afgeeft zodra het gemiddelde foutpercentage voor die parameter een vooraf ingestelde waarde (m) overschrijdt.

15 6. Inrichting volgens conclusie 5, **met het kenmerk**, dat de respectieve parameterfoutsignalen (37, 45) worden toegevoerd aan een beslissingsorgaan (46), waarvan het uitgangssignaal als startsignaal wordt toegevoerd aan het besturingsorgaan (7).

20 7. Inrichting volgens conclusie 6, **met het kenmerk**, dat het beslissingsorgaan (46) een logische OF-functie uitvoert.

8. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, **met het kenmerk**, dat het verwerkingsorgaan (4) is voorzien van een verwerkings- eenheid met een geheugen, waarin een computerprogramma is opgeslagen, dat bij uitvoering uit het ademhalingssignaal (3) 25 in real-time de cyclustijd en/of de verhouding tussen de in- en uitademingstijden bepaalt, deze parameter(s) vergelijkt met (een) daarvoor geselecteerde normwaarde(n), gedurende een voorafbepaalde tijd het gemiddelde bepaalt van het resultaat van deze vergelijkingen en volgens een voorafbepaald 30 beslissingscriterium aan het besturingsorgaan (7) een start- signaal doet afgeven.

9. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies, **met het kenmerk**, dat verschillende parameternormwaarden en informatie met betrekking tot een gewenst synthetiseerbaar 35 ademhalingspatroon zijn opgeslagen in een geheugen (5) en selecteerbaar zijn in een programmeermodus, tijdens welke de instructiesignaalgenerator (11) is geblokkeerd.

10. Inrichting volgens conclusie 9, **met het kenmerk**, dat het geheugen (5) een aantal reeksen van parameternormwaarden

en daarmee corresponderende ademhalingspatrooninformatie bevat.

11. Inrichting volgens conclusies 9 of 10, met het kenmerk, dat de ademhalingspatrooninformatie betrekking heeft op de in- en uitademingstijden, de in- en uitademingsnelheden en/of de op de in- en uitademingen volgende pauzetijden van het gewenst synthetiseerbaar ademhalingspatroon.

12. Inrichting volgens conclusies 9-11, met het kenmerk, dat, wanneer het startsignaal actief is, de instructiesignaal-generator (11) in een terugkoppelmodus het gewenst synthetiseerbaar ademhalingspatroon samenstelt aan de hand van de door het besturingsorgaan (7) uit het geheugen (5) gelezen ademhalingspatrooninformatie.

13. Inrichting volgens conclusies 9-12, met het kenmerk, dat zij is voorzien van een met een toetsenbord (50) toegerust bedieningsorgaan (51), door middel waarvan omschakeling tussen verschillende modi, selectie van de in het geheugen (5) opgeslagen normwaarden en ademhalingspatrooninformatie en/of volumeregeling van het instructiesignaal (12) mogelijk is.

14. Inrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat zij voorts is voorzien van een weergeeforgaan (52), met behulp waarvan de actuele modus, de geselecteerde normwaarden en de ademhalingspatrooninformatie en/of het instructiesignaal-volume visueel weergeefbaar zijn.

15. Inrichting volgens conclusie 14, met het kenmerk, dat het weergeeforgaan (52) in de terugkoppelmodus tevens door het verwerkingsorgaan (4) afgegeven informatie betreffende parameters van het actueel waargenomen ademhalingspatroon weergeeft.

16. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat het opneemorgaan (2) een rondom de borst en/of buik van de patiënt gespannen rekbare holle slang (14) omvat, waardoorheen, met een frequentie die omgekeerd evenredig is met de lengte van de slang (14), geluidsimpulsen worden gestuurd, die worden opgewekt en opgenomen door aan de respectieve uiteinden van de slang (14) aangebrachte en elektrisch met een impulsgenerator (17) verbonden elektro-akoestische omzeters (15, 16).

17. Inrichting volgens conclusie 16, met het kenmerk, dat het opneemorgaan (2) uit frequentieveranderingen van de

9202256

geluidsimpulsen tijdens elke ademhalingscyclus de waarden van parameters van het ademhalingspatroon bepaalt.

18. Inrichting volgens conclusie 17, met het kenmerk, dat het opneemorgaan (2) is voorzien van een faseverschildetector (22), die het faseverschil tussen ontvangen geluidsimpulsen (19) en een referentie-impulssignaal (21) meet.

19. Inrichting volgens conclusies 17-18, met het kenmerk, dat het opneemorgaan (2) een frequentieregelorgaan (20) omvat, dat bewerkstelligt dat de ontvangen geluidsimpulsen (19) aan het begin van iedere geluidsimpulscyclus een ten opzichte van het referentie-impulssignaal (21) stabiel faseverschil hebben.

20. Inrichting volgens conclusie 19, met het kenmerk, dat het frequentieregelorgaan (20) tezamen met de faseverschildetector (22) een fase-vergrendelde lus vormt.

21. Inrichting volgens conclusie 16-20, met het kenmerk, dat het opneemorgaan (2) een amplituderegelorgaan (23) omvat, dat waarborgt dat de ontvangen geluidsimpulsen (19) onafhankelijk van de lengte van de slang (14) een constante intensiteit hebben.

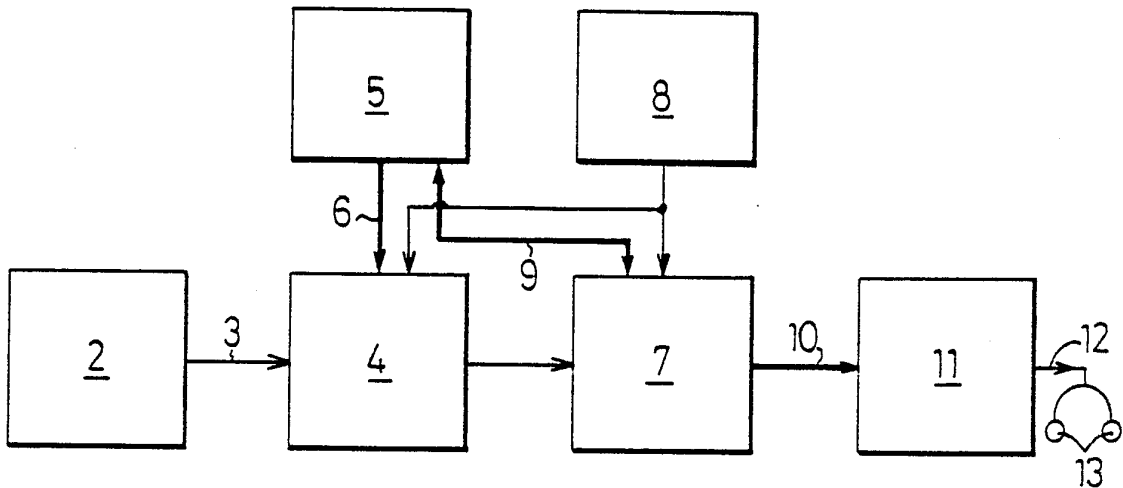


Fig.1

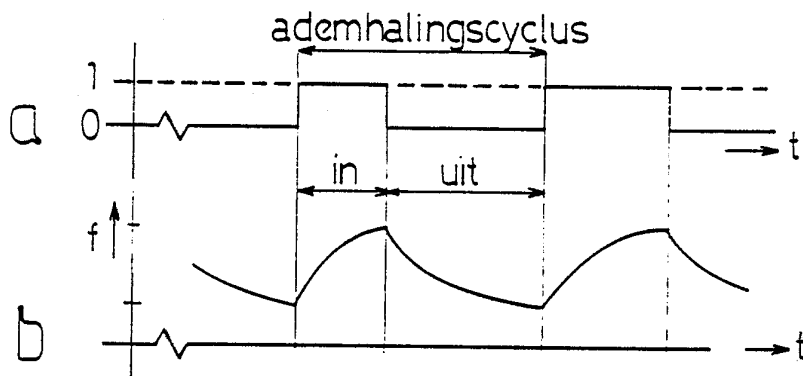


Fig.3

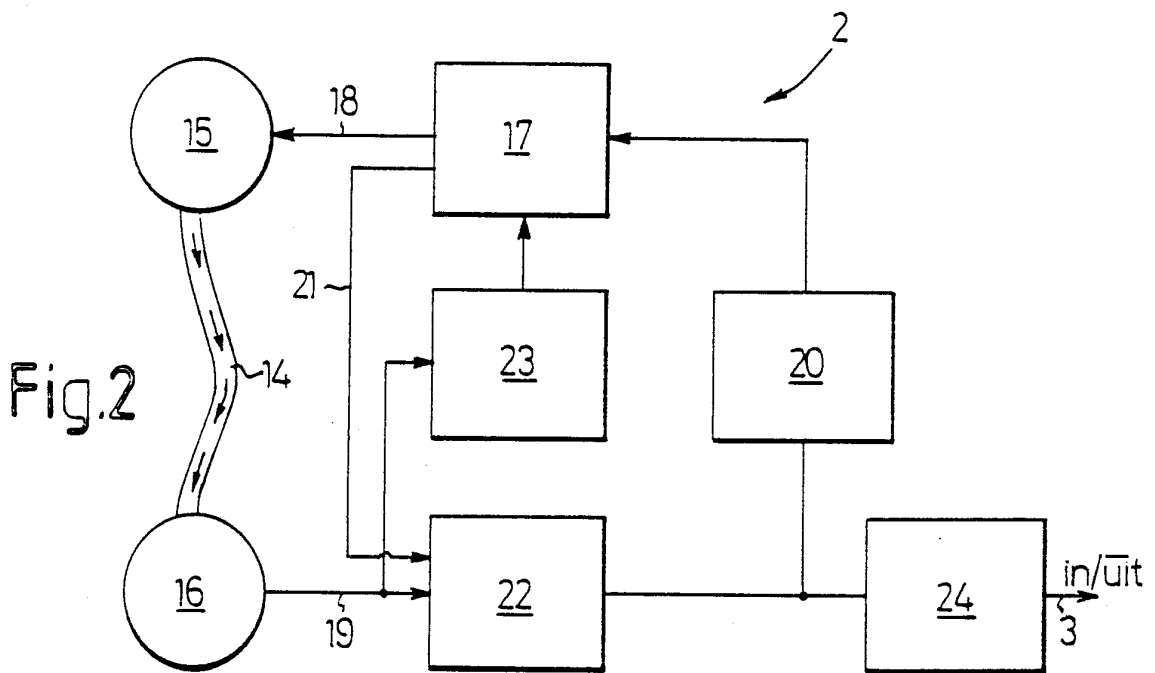


Fig.2

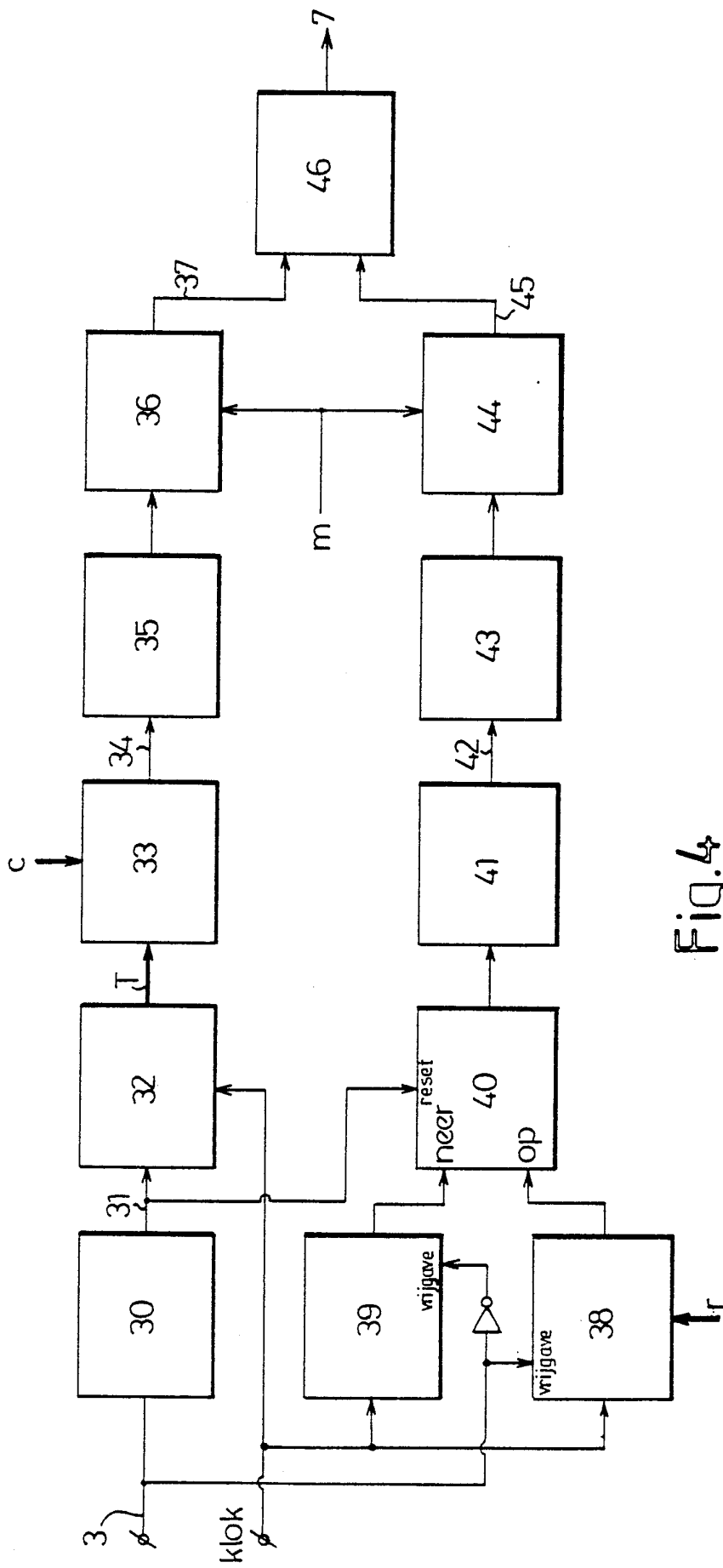


Fig.4

9202256

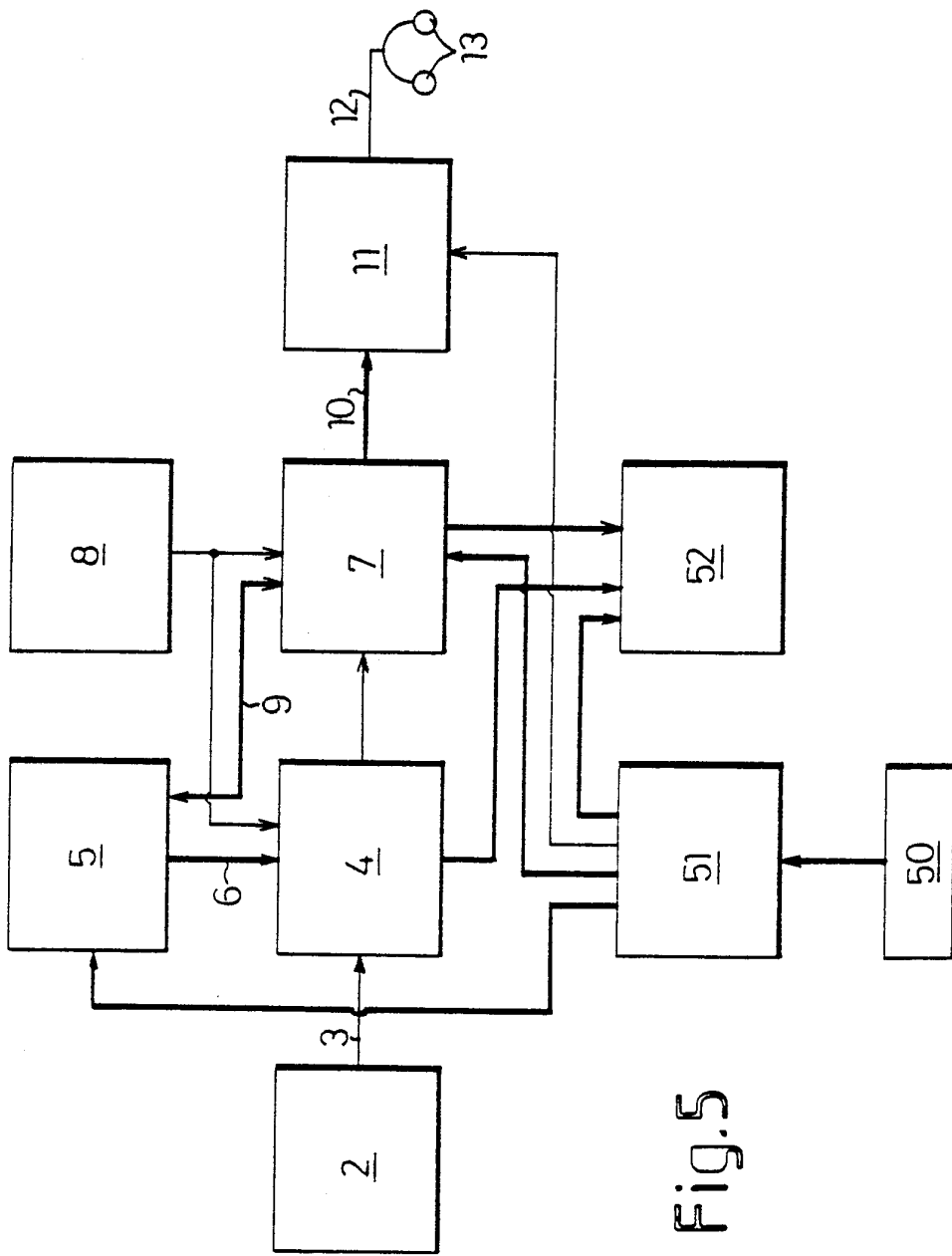


Fig. 5