



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8102114**

Nederland

⑲ NL

-
- ⑤4 **Trekkër-köppelingsschakeling voor een hartgangmaker.**
⑤1 Int.Cl³: A61N 1/36.
⑦1 Aanvrager: Medtronic Inc. te Minneapolis, Minnesota, Ver. St. v. Am.
⑦4 Gem.: Ir. C.M.R. Davidson c.s.
Octrooibureau Vriesendorp & Gaade
Dr. Kuiperstraat 6
2514 BB 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8102114.
②2 Ingediend 29 april 1981.
③2 Voorrang vanaf 30 april 1980.
③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 145051 .
⑥2 - -

-
- ④3 Ter inzage gelegd 16 november 1981.

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

Trekker-koppelingsschakeling voor een hartgangmaker.

De uitvinding heeft in hoofdzaak betrekking op het gebied van elektrische hartgangmakers en meer in het bijzonder op een verbetering voor de trekkerschakeling van hartgangmakers met een synchrone atriummode en een ventrikulaire ondersteuningsmode van minimale waarde om te voorkomen dat sterk gekoppelde uitgangsimpulsen in de kwetsbare periode van de ventrikels vallen.

Synchrone atrium gangmakers zijn voor patienten ontworpen waarvan het hart een normale uit zichzelf optredende atrium-hartslag vertoont, doch waarvan de ventrikels ten gevolge van een gebrekkige^{ge}leiding van het atrium naar het ventrikel met betrekking tot de slag te kort schieten of het atriumritme niet kunnen bijhouden. Synchrone atriumgangmakers zijn ontworpen om de natuurlijk optredende atriumsamentrekkingen van het hart af te tasten en hiervan als een referentietijdpunt gebruik te maken om elektrische stimuleerimpulsen voor het ventrikel van het hart op te wekken. Dit wordt uitgevoerd door de kontraktie van het atrium af te tasten en na een korte tijdsvertraging een ventrikulaire stimuleerimpuls af te leiden, die zodanig is gekozen dat hierdoor een atrioventrikulair synchroon verband wordt bewerkstelligd. Meestal is de gangmaker ook van een ventrikulaire aftast- en blokkeermogelijkheid voorzien, zodat wanneer er geen spontane ventrikulaire samentrekking binnen het hiervoor in aanmerking komende A-V-tijdsinterval na het samentrekken van het atrium optreedt, de ventrikulaire samentrekking op kontraktie wordt afgetast en de impulsgenereerders worden geblokkeerd en met betrekking tot de betreffende hartslagcyclussen weer worden teruggesteld, daar er geen stimuleerimpuls is vereist.

Het is verder de gewoonte om een ventrikulaire ondersteuningsgangmakingmogelijkheid (van minimale waarden) in een synchrone atriumgangmaker toe te passen, zodat de hartslag voor het geval op de minimale waarde wordt gehandhaafd, dat het natuurlijke atriumkontaktieritme te gering wordt, zoals voor het

geval van atriobradycardia. Ook voor het geval van een niet goed
funktioneren van de atriumtoevoerdraad of de atriumaftasterster-
ker is het van belang, dat de afdichter van de impulsen van de
hartgangmaker volgens de ventrikulaire ondersteuningsmode blijft
5 gehandhaafd.

Soms treedt er bij de tot nog toe gebruikelijk
synchrone atriumgangmakers een probleem op, wanneer deze volgens
de ventrikulaire ondersteuningsmode van minimal waarde werken,
doordat het in bepaalde omstandigheden mogelijk is dat door de
10 gangmaker te snel na een voorafgaande ventrikulaire kontraktie
een ventrikulaire stimuleerimpuls wordt afgegeven. Deze te
sterke of te dichte koppeling van een stimuleerimpuls kan in de
kwetsbare periode van de ventrikels gedurende het weer in de
polarisatietoestand komen vanuit de voorafgaande ventrikulaire
15 kontraktie vallen, en tot gevaarlijke gevolgen met inbegrip van
ventrikulaire fibrillatie leiden. Verder kan het elektrokardio-
gram onder dergelijke omstandigheden gemakkelijk verkeerd door
het medische personeel als een niet goed werkende hartgangmaker
worden uitgelegd.

20 De oorzaak van dit probleem is de dissociatie van
de atriumaktiviteit en de ventrikulaire aktiviteit in het hart
gedurende de ventrikulaire ondersteuningsmode en het hierna
volgende aftasten van een atriumkontraktie (P-golf), die zeer
dicht op een ventrikulaire hartslag volgt. Dit kan in een geval
25 van atriobradycardia optreden, waarin het natuurlijke atriumrit-
me tot een waarde terugvalt, die onder het minimale ventrikulaire
ondersteuningsritme ligt, welke bijvoorbeeld 60 slagen per minuut
kan bedragen. Onder deze omstandigheden vindt de gangmaking van
het ventrikel van het hart met een ventrikulaire ondersteunings-
30 waarde van 60 slagen per minuut plaats, doch wanneer wordt ver-
ondersteld dat er in het hart geen teruggaande geleiding plaats-
vindt, zal het uitvoeren van de slagen door het atrium uit zich-
zelf met een geringer ritme blijven doorgaan. Wanneer de atria
en de ventrikelstand onafhankelijk van elkaar met verschillende
35 frequenties werken, heeft de P-golf van het elektrokardiogram

niet langer een vaste plaats of is niet langer gesynchroniseerd met het QRS-golfkomplex. Gedurende de achter elkaar volgende impulsen zal de P-golf zich tot in en door het QRS-komplex verplaatsen. Het kan gebeuren dat een P-golf alleen optreedt wanneer
5 de atriumaftastversterker aan het einde van de herstellingsperiode na een ventrikulaire samentrekking wordt ingeschakeld of zeer kort daarna. Door de atriumaftastversterker zal dan de P-golf worden gedetekteerd en hierdoor zal één A-V-vertragingsperiode later de afgifte van een ventrikulaire stimuleerimpuls
10 worden bewerkstelligd. Het gevolg is dat aan het ventrikel na een te kort tijdsinterval achter de voorafgaande ventrikulaire kontraktie een snelvolgende ventrikulaire stimuleerimpuls wordt afgegeven, waarbij deze snelvolgende stimuleerimpuls in de kwetsbare periode kan vallen.

15 Het is niet praktisch om het bovengeschetste probleem op te lossen door de herstellingsperiode van de atriumaftastschakeling nog verder te verlengen. Ofschoon het aftasten van de snelst optredende P-golf op veilige wijze voorbij de kwetsbare periode na een ventrikulaire depolarisatie zou worden verscho-
20 ven, zou door een dergelijke methode op effectieve wijze de maximale atriumvolgritmelimiet van de gangmaker worden verlaagd. Hierdoor wordt een slecht resultaat gevormd, omdat door veel patiënten met het soort probleem, waarvoor een synchrone atriumgangmaker is vereist, normaal nog inspannende bezigheden kunnen
25 worden verricht, waarbij het ritme van een natuurlijke hartslag wel 150 slagen per minuut of hoger kan bedragen. Doch bij een verlengde atriumherstellingsperiode zouden de atriumaftastschakelingen niet gereed zijn om bij deze snelle normale hartslagritmen de volgende P-golf te kunnen opnemen.

30 Het is nu mogelijk om het boven omschreven probleem van te dicht of te sterk gekoppelde impulsen te vermijden door van een tweevoudige atrioventrikulaire gangmaker met een aftast-/slag-tweevoudige gangmakerfunctie gebruik te maken. Deze soort in-
35 richting heeft geen betrekking op hetzelfde probleem, omdat het ritme van de atriumslagen hierdoor op een zodanige waarde wordt

gehouden dat het minimale ritme blijft gehandhaafd , waardoor
zowel de slagen van de atria als de ventrikels ten opzichte van
elkaar in een synchroon verband worden gehouden. De dissociatie
van de P en R- golven treedt daarom niet op. Hoewel dit probleem
5 door een tweevoudige gangmaker met een aftast- /tweevoudige slag-
gangmakerfunctie wordt opgelost, kan hierdoor een aanzienlijke
grotere stroom dan door een synchrone atriumgangmaker worden
opgenomen, zodat deze gangmaker het nadeel van een korte batterij-
levensduur vertoont of het toepassen van een batterij van grotere
10 afmetingen. ~~Er~~ blijft daarom behoefte voor synchrone atrium-
gangmakers voor die patienten bestaat, waarvoor een volledige
tweevoudige, synchrone, atrioventrikulaire hartgangmaker met een
aftast- /tweevoudige ^{slag}gangmakerfunctie niet is vereist.

Het bovenaangeduide probleem wordt door de uitvin-
15 ding opgelost door een variabele bovenste limietwaarde van het
slagritme te verschaffen en aftastmiddelen te verschaffen om
gedurende een synchroon plaatsvindend atriumgangmakingsproces
naar de bovenste, normale hoge limietwaarde (die geprogrammeerd
kan zijn en die op kenmerkende wijze 150 slagen per minuut kan
20 bedragen) om te kunnen schakelen, en om automatisch naar een
onderste bovenste ritmelimietwaarde (van bijvoorbeeld 100 slagen
per minuut) te kunnen omschakelen wanneer de gangmaker in de
ventrikulaire ondersteuningsgangmakermode werkt. Wanneer het
atrium weer in een synchroon verband werkt, wordt de bovenste
25 limietwaarde van het slagritme weer automatisch naar de hoger
geprogrammeerde waarde teruggevoerd. Op deze wijze wordt op
effektieve wijze voorkomen dat door de atriumaftastschakeling
onmiddellijk na een R-golf een P-golf wordt afgetast, terwijl
tegelijkertijd een synchrone atriumwerking met een hoog ritme
30 van de hartslagen gedurende inspannende bezigheden niet wordt
uitgesloten.

Volgens de uitvinding wordt een verbeterde hart-
gangmaker met een synchrone atriumgangmakermode en een ventri-
kulaire ondersteuningsgangmakermode van minimaal ritme verschaft.
35 Om te voorkomen dat een ventrikulaire stimuleerimpuls te dicht

op een voorafgaande ventrikulaire kontraktie volgt, wordt een trekkerkoppelingsschakeling toegepast. De hartgangmaker bevat atriumaansluitorganen en ventrikulaire aansluitorganen, die met het atrium respektievelijk met de ventrikel van het hart van de patient kunnen worden verbonden. Om op selektieve wijze aan het ventrikulaire aansluitorgaan elektrische ventrikulaire stimuleeruitgangsimpulsen af te geven, wordt van uitgangsimpuls-genereermiddelen gebruik gemaakt. Voorts worden een atriumaftast-versterker en een ventrikulaire aftastversterker toegepast, die met de atriumaansluitorganen respektievelijk met de ventrikulaire aansluitorganen zijn verbonden om atriumkontrakties respektievelijk ventrikulaire kontrakties van het hart af te tasten. De inrichting ^{volgens} / de uitvinding is verder van besturingsmiddelen voorzien om de impuls-genereermiddelen normaal zodanig aan een trekkerwerking te onderwerpen dat hierdoor uitgangsimpulsen worden afgegeven, die gesynchroniseerd zijn met en vertraagd ten opzichte van afgetaste atriumkontrakties, die sneller dan met een vooraf bepaald minimumritme optreden, en om te bewerk-stelligen dat door de uitgangsimpuls-genereermiddelen uitgangsimpulsen worden afgegeven om het ventrikulaire ritme van het hart bij afwezigheid van afgetaste en met het boven aangeduide minimumritme optredende atriumkontrakties op het vooraf bepaalde minimumritme te handhaven. Deze besturingsmiddelen bevatten verder middelen om de afgifte van een uitgangsimpuls bij een gangmakingsritme te voorkomen, dat met een vooraf bepaald maximaal gangmakingsritme hoger is dan het ritme van de eerder spontaan of gestimuleerd optredende ventrikulaire kontrakties. Verder bevat de inrichting volgens de uitvinding besturingsmiddelen om de vooraf bepaalde maximale limietwaarde van het gangmakingsritme gedurende het synchrone atriumgangmakingsproces te verhogen en om het vooraf bepaalde maximale gangmakingsritme op een lagere limietwaarde te reduceren wanneer het gangmakingsproces met het vooraf bepaalde minimale gangmakingsritme plaatsvindt.

De uitvinding zal thans aan de hand van de figuren nader worden toegelicht.

Figuur 1 geeft een blokschema van een synchrone atriumgangmaker weer, die een ventrikulair ondersteuningsgangmakerritme bezit;

5 figuur 2 geeft een grafische voorstelling weer, waarin de karakteristiek van het gemiddelde uitgangritme als functie van het atriumritme van de werking van de gangmaker volgens figuur 1 is afgebeeld;

10 figuur 3 geeft een tijdskromme voor het illustreren van een probleem weer, dat bij de tot nog toe gebruikelijk gangmakers optrad en op te dicht gekoppelde ventrikulaire stimuleerimpulsen betrekking heeft;

 figuur 4 geeft een blokschema van een gangmaker volgens de uitvinding weer; en

15 figuur 5 geeft tijdskrommen met betrekking tot de werking van de gangmaker van figuur 4 volgens de uitvinding weer, welke op de oplossing van het probleem van te dicht gekoppelde stimuleerimpulsen betrekking hebben.

 In de figuren 1 en 2 is in het algemeen een synchrone P-golfgangmaker of een synchrone atriumgangmaker met de eigenschap afgebeeld, dat deze een ondersteuningsgangmakingsmode met een minimaal ventrikulair ritme bezit. De uitvinding heeft op het algemene type gangmaker betrekking, zoals dit in de figuren 1 en 2 is afgebeeld, doch de uitvinding bezit speciale niet in de figuren 1 of 2 afgebeelde middelen, ^{waar} door het eerder omschreven probleem van te dicht gekoppelde ventrikulaire stimuleerimpulsen kan worden opgelost. De volgens de uitvinding verschaft specifieke middelen om dit probleem op te lossen, zullen in het onderstaande aan de hand van de figuren 4 en 5 worden besproken.

30 In figuur 1 is door het verwijzingscijfer 10 in het algemeen een hart aangeduid, waarvoor van de gangmaker wordt gebruikgemaakt. Een toevoerdraad 11 strekt zich tot aan het atrium van het hart uit en bevat een hiermee in contact zijnde elektrode 12. De elektrode 11 loopt naar het atriumaan^{sluit}orgaan 13 van de gangmaker. De toevoerdraad 14 strekt zich tot aan het

ventrikel van het hart uit, en bevat aan het einde een elektrode 15, die in kontakt met de weefsels in het ventrikelgebied van het hart is. De toevoerdraad 14 loopt naar het aansluitorgaan 16 van de gangmaker en is hiermee verbonden.

5 In de gangmaker is de aansluit^{sluit}klem 13 met een atrium-aftastversterker en -detektor 20 verbonden, die voor het detekteren van atriumdepolarisaties (P-golven) dienst doet. De uitgang via de geleider 21 is met de ingang van een atrioventrikulaire, vertragende tijdstinstelschakeling 22 verbonden. De trekkeruitgang
10 van de tijdstinstelschakeling 22 is via een geleider 23 met een tijdstinstelschakeling 24 voor een hoge ritmelimietwaarde verbonden. De uitgang van deze tijdstinstelschakeling is met de uitgangsschakeling 30 verbonden. De door de uitgangsschakeling 30 opgewekte ventrikulaire stimuleerimpulsen worden via de geleider 31 aan
15 de aansluitklem 16 en aan het ventrikel van het hart afgegeven.

Een afgetakte geleider 31 is met een ventrikulaire aftastversterker en -detektor 40 verbonden, die dienst doet om R-golven te detekteren waardoor een aanduiding van ventrikulaire
20 kontrakties worden gevormd, ofschoon deze detektor ook op stimuleerimpulsen aanspreekt, die in de uitgangsschakeling zijn opgewekt. De uitgang van de ventrikulaire aftastversterker 40 is via de geleider 41 met de terugstelingen van de A-V-tijdstinstelschakeling 22 en met de tijdstinstelschakeling 24 voor een hoge ritmelimietwaarde verbonden. De afgetakte leiding is verder met
25 een terugsteling van de tijdstinstelschakeling 42 voor een lage ritmelimietwaarde verbonden. De uitgang van deze tijdstinstelschakeling is evenzo met de uitgangsschakeling 30 verbonden.

In figuur 2 is het ventrikulaire gangmakingsritme afgebeeld, dat als gevolg van variërende atrium-hartslagritmes
30 door de gangmaker volgens figuur 1 in stand wordt gehouden. Voor illustratieve doeleinden is in figuur 2 175 slagen per minuut als de bovenste ritmelimietwaarde aangegeven en 60 slagen per minuut als de onderste ritmelimietwaarde. Het zal echter duidelijk zijn dat voor deze limietwaarde andere numerieke waarden kunnen
35 worden genomen, en voorts dat deze limietwaarden in een geval van

te programmeren gangmakers en verder ook andere werkparameters van de inrichting door middel van hoogfrequente transmissies en programmeertechnieken kunnen worden geprogrammeerd, zoals dit op dit gebied van de techniek genoegzaam bekend is.

5 Wanneer zoals bij het voorbeeld volgens figuur 2
het spontane atriumgangmakersritme van het hart tussen 60 en 175
slagen per minuut is gelegen, past het ventrikulaire ritme op
basis van één op één bij het atriumritme. In dit bereik werkt
de gangmaker volgens het werkprincipe van het aanspreken op de
10 synchroon optredende P-golf. Deze van een atriumkontraktie af-
komstige P-golf wordt via de draad 11 opgenomen en door de ver-
sterker 20 afgetast, waardoor de tijdstelschakeling 22 ver-
volgens aan een trekkerwerking wordt onderworpen, welke de instel-
tijd voor de juiste atrioventrikulaire tijdvertraging bepaalt,
15 waarna aan het einde ervan een trekkerimpuls via de geleider
23 wordt doorgezonden. Indien deze trekkerimpuls niet in een
interval optreedt, dat te dicht bij het tijdstip van de laatste
ventrikulaire gebeurtenis is gelegen, wordt deze impuls door
de tijdstelschakeling 24 gevoerd om de schakeling 30 aan een
20 trekkerwerking te onderwerpen zodat hierdoor een uitgangstimuleer-
impuls wordt opgewekt. Dit wil zeggen dat er synchroon aan de
spontane atriumkontraktie een gestimuleerde ventrikulaire kon-
traktie zal optreden. Wanneer er voor de afgifte van de ventriku-
laire stimuleerimpuls een spontane ventrikulaire kontraktie op-
25 treedt, zou deze door de versterker 40 worden waargenomen en zou-
den de tijdstelschakelingen 22, 24 en 44 door een op de geleider
41 optredende terugstelimpuls worden teruggesteld om een ventri-
kulaire impuls te blokkeren, daar er geen behoefte aan een der-
gelijke impuls is. In beide gevallen wordt het verband van één
30 op één tussen het ventrikulaire ritme en het atriumritme voor
het verkrijgen van een maximaal nuttig effect in het juiste A-V
synchronisatieverband in stand gehouden.

Indien het atriumritme onder de onderste limietwaar-
de komt, die in het voorbeeld van figuur 2 60 slagen per minuut
35 bedraagt, zou hiervan een synchroon P-golfgangmakingsproces met

een laag hartslagritme het gevolg zijn. De gangmaker keert daarom onder 60 slagen per minuut tot het ventrikulaire vraaggangmakingsproces bij de onderste ritmelimietwaarde terug.

5 Dit wordt ten uitvoer gebracht door van een tijdinstelschakeling 42 met een lage ritmelimietwaarde of van een equivalente konstruktie gebruik te maken. Bij elke ventrikulaire samentrekking die hetzij uit een spontane kontraktie kan bestaan of door een stimuleerimpuls is bewerkstelligd, wordt de tijdinstelschakeling 42 door een signaal op de geleider 41 teruggesteld.

10 Dan wordt hierdoor een begin met het als functie van de tijd afmeten van de tijdlimiet ervan gemaakt, die met het overnemingsinterval (escape interval) tussen de slagen bij de onderste limietwaarde overeenkomt. In geval van een onderste limietwaarde van 60 slagen per minuut bedraagt het tijdafmeetinterval 1000

15 millisekonden. Indien dit interval door de tijdinstelschakeling 42 als functie van de tijd is afgemeten, zal de uitgangsschakeling 30 hierdoor aan een trekkerwerking worden onderworpen zodat hierdoor een stimuleerimpuls wordt afgegeven. Indien er voor de afloop van het tijdafmeetinterval een natuurlijk optredende ventrikulaire kontraktie plaatsvindt, zal de tijdinstelschakeling

20 42 worden teruggesteld.

Het probleem van een te dichte koppeling tussen ventrikulaire stimuleerimpulsen, dat bij de tot nog toe gebruikelijke hartgangmakers optreedt, is in de vorm van tijdskrommen

25 in figuur 3 afgebeeld. In figuur 3 is op de horizontale as de tijd afgezet, terwijl met behulp van aanduidingen in de figuur de zes desbetreffende parameters zijn aangegeven, waardoor de functie van het hart en de gangmaker wordt duidelijk gemaakt. In de bovenste lijn zijn de van het hart afkomstige P-golven afgebeeld, zoals deze door de atriumaftastversterker worden ge-

30 detekteerd en versterkt. In het gedeelte van de in figuur 3 afgebeelde tijdskrommen is het optreden van vijf P-golven samengevat. Voor illustratieve doeleinden is aangegeven dat de eerste P-golf het werken van de gangmaker volgens een synchrone atriumgangmakermode tot gevolg heeft. In het bijzonder wordt door het optre-

35

den van de eerste P-golf de tijdstelschakeling voor het verkrijgen van het A-V vertragsinterval in werking gesteld, die in het geïllustreerde uitvoeringsvoorbeeld 175 m sekonden bedraagt. Aan het einde van deze tijdsperiode wordt de ventrikulaire stimuleerimpuls afgegeven. Tegelijkertijd is de atriumaftastversterker voor ongeveer 125 m sekonden afgesloten of in zijn herstellingsperiode, en worden de tijdstelschakelingen voor de bovenste en onderste waarden van het ritme teruggesteld.

De instelwaarde van de tijdstelschakeling voor de bovenste ritmelimietwaarde wordt op 343 m sekonden ingesteld, die met een bovenste hartslagritme van 175 slagen per minuut overeenkomt, hetgeen betekent dat de schakeling aan het einde van de hoge ritmelimiet-tijdsperiode van 343 m sekonden gereed is om (als gevolg van een P-golf) een stimuleerimpuls af te geven, zoals bijvoorbeeld in het geval kan voorkomen wanneer de patient inspannende bezigheden onder een hoog ritme van de hartslag uitoefent. Doch elk uitgangssignaal van de A-V tijdstelschakeling, dat eerder optreedt dan na afloop van het tijdafmeetinterval van de tijdstelschakeling voor de bovenste ritmelimietwaarde zou eenvoudigweg worden vertraagd totdat dit tijdafmeetinterval is afgelopen, waarbij de ventrikulaire stimuleerimpuls dan op dat tijdstip zou worden afgegeven. Hierdoor wordt de vorm van de kromme van figuur 2 voorbij de bovenste ritmelimietwaarde van 175 slagen per minuut verklaard. In dat gebied worden snelle P-golven gedetekteerd, doch de hierbij behorende ventrikulaire impulsen worden door de tijdstelschakeling voor de bovenste ritmelimietwaarde vertraagd teneinde het ritme op de bovenste limietwaarde van 175 slagen per minuut te houden. Ten gevolge van deze vertragende werking worden sommige P-golven geblokkeerd. Het momenteel optredende gangmakersritme komt dan overeen met de bovenste ritmelimietwaarde. Doch daar sommige P-golven worden geblokkeerd verloopt het gemiddelde ritme zoals dit door de karakteristiek in figuur 2 is afgebeeld. Dit soort gedrag van de bovenste ritmelimietwaarde is verder in het Amerikaanse octrooischrift 4.059.116 toegelicht.

Terugkerende naar het voorbeeld volgens figuur 3 blijkt hieruit, dat de eerste P-golf de afgifte van een ventrikulaire stimuleerimpuls synchroon aan de kontraktie van het atrium tot gevolg heeft. Thans zal echter worden aangenomen dat het spontane atriumritme van de patient laag is en met een overnemingsinterval van ongeveer 1100 m sekonden overeenkomt, hetgeen weer aan ongeveer 54,5 slagen per minuut gelijk staat. Daarom wordt bij het optreden van de tweede P-golf van figuur 3 een begin met het A-V interval gemaakt, doch voordat dit interval afloopt, zal de tijdstelschakeling voor de lage ritmelimietwaarde van 1000 m sekonden aan het einde van zijn tijdafmeetinterval komen, zodat hierdoor een ventrikulaire stimuleerimpuls wordt afgegeven. Dit wordt voor de volgende drie in het voorbeeld afgebeelde ventrikulaire stimuleerimpulsen herhaald. Doch telkens is het P-golfinterval te traag, zodat een gangmakingsproces met een ritme van 60 slagen per minuut plaatsvindt.

De twee bovenste lijnen van figuur 3 geven de dissociatie tussen de werking van het atrium en het ventrikel gedurende deze ondersteuningsmode met de lage ritmelimietwaarde weer. De P-golf en de ventrikulaire stimuleerimpuls treden niet in synchroon verband ten opzichte van elkaar op, en zijn met verschillende frequenties werkzaam. Hierdoor wordt bewerkstelligd dat de P-golf tot in en door de ventrikulaire stimuleerimpuls verschuift, zoals dit als een verloop als functie van de tijd door elke opeenvolgende cyclus is te zien. Het kan gebeuren dat de P-golf in betrekking tot de ventrikulaire stimuleerimpuls op een tijdstip juist na het einde van de atriumherstellingsperiode optreedt. Dit is in figuur 3 onder het optreden van de vijfde P-golf afgebeeld. Hierdoor wordt een begin met een A-V tijdsinterval gemaakt, waarbij het einde van dit interval nog iets binnen het tijdsinterval van de tijdstelschakeling voor de bovenste ritmelimietwaarde valt, zodat de ventrikulaire impuls tot aan het moment wordt vertraagd dat het door de tijdstelbepaalde tijdsinterval schakeling voor de bovenste ritmelimietwaarde is afgelopen. Voor een bovenste ritmelimietwaarde van 175 slagen per minuut heeft

dit de afgifte van een dichtgekoppelde ventrikuleerstimuleerimpuls tot resultaat, die slechts 343 m sekonden vanaf de voorafgaande impuls is verwijderd.

Deze dichtgekoppelde impuls kan op onfortuinlijke wijze in de kwetsbare periode van de ventrikels vallen, waarin het weer terug in de gepolariseerde toestand komen vanuit de vorige kontraktie van de ventrikels plaats vindt. Dit kan gevaarlijk zijn en in bepaalde omstandigheden tot ventrikulaire fibrillatie leiden. Het elektrocardiogram van een patient met dit type gangmaker kan dus tot verwarring aanleiding geven en op gemakkelijke wijze onjuist als een niet goed funktionerende gangmaker worden geïnterpreteerd, omdat de dichtgekoppelde impuls in het midden van impulsen optreedt, die zich overigens op een normale afstand van elkaar bevinden.

Uit het beschouwen van het optreden van de achter elkaar volgende P-golven met inbegrip van de vijfde P-golf van figuur 3 blijkt, dat de ongewenste dichte koppeling tussen de ventrikulaire stimuleerimpulsen kan worden verbeterd door het tijdafmeetinterval van de tijdstelschakeling voor de bovenste ritmelimietwaarde te verhogen. Dit zou het vertragen of het volgens figuur 3 naar rechts verschuiven van de laatst afgebeelde stimuleerimpuls tot gevolg hebben zodat deze buiten de kwetsbare periode wordt verschoven. Doch wanneer dit op een dergelijke wijze wordt uitgevoerd, zal de bovenste ritmelimietwaarde tot op een punt worden verlaagd, waarop de gangmaker niet meer gelijk met P-golven zou blijven, die sneller dan met een ritme van misschien 100 slagen per minuut zouden optreden. Hierdoor zou de bruikbaarheid van de gangmaker op ernstige wijze worden beperkt, daar dit type gangmaker dikwijls voor patienten wordt toegepast, die nog in staat zijn om gedurende inspannende bezigheden hartslagen met een ritme van 150 of hoger te verdragen. Onder deze omstandigheden zal het synchrone verband bij een laag ritme verloren gaan en zal de inrichting een geringere fysiologische bruikbaarheid bezitten.

Beide bovenbeschreven ongewenste effecten worden

met behulp van de uitvinding vermeden. In figuur 4 is door het verwijzingscijfer 10 weer een hart aangeduid, dat van een atrium-toevoerdraad 11 met een hierin opgenomen elektrode 12 is voorzien, en van een ventrikulaire toevoerdraad 14 met een hieraan aansluit gebrachte elektrode 15. De toevoerdraad 11 is met de aansluitklem 13 verbonden, en de toevoerdraad 14 is met de ventrikulaire aanzetklem 16 verbonden.

In de gangmaker is de atriumaansluitklem 13 met de ingang van een atriumaftastversterker en -detektor 20 verbonden, die dienst doet om P-golven te detekteren waardoor een aanduiding van atriumkontrakties wordt gegeven. Door de atriumaftastversterker 20 worden signalen via de geleider 21 naar de startingang van de vertragende A-V tijdstel-schakeling 22 gezonden. Tenzij de tijdstel-schakeling 22 door een signaal is teruggesteld, dat hieraan via een geleider 41 aan de terugstelingang is toegevoerd, wordt hierdoor aan de trekkeruitgang met in achtname van het A-V vertragingsinterval een trekkerimpuls afgegeven, welk interval na de ontvangst van een startsignaal via de geleider 21 volgt. Dit trekkersignaal wordt via de geleider 23 naar de bestuurschakelingen voor de bovenste ritmelimietwaarde toegevoerd, die in het onderstaande in detail zullen worden beschreven.

De ventrikulaire aansluitklem 16 is via de geleider 31 met de uitgang van een uitgangsimpulsgenereerschakeling 30 verbonden, die zoals bij de stand van de techniek dienst doet om ventrikulaire stimuleerimpulsen op te wekken. De impulsen van de generator 30 worden als gevolg van ventrikulaire gangmaker- of atriumtrekkersignalen opgewekt, die via de geleider 32 aan de ingang ervan worden toegevoerd. Een afgetakte geleider van de geleider 31 is met de ventrikulaire aftastversterker en -detektor 40 verbonden, die dienst doet om via zijn uitgang op de geleider 41 signalen te produceren, die een aanduiding van ventrikulaire gebeurtenissen vormen, dat wil zeggen hetzij een ventrikulaire kontraktie hetzij een ventrikulaire stimuleerimpuls.

Zowel de atriumaftastversterker 20 als de ventrikulaire aftastversterker 40 zijn van schakelelementen voorzien om de herstellingsperiode voor de aftastversterker te bewerkstelligen, die na het detekteren van een afgetaste atriumgebeurtenis respektievelijk een ventrikulaire gebeurtenis plaatsvindt. Volgens de bij voorkeur toegepaste uitvoeringsvorm wordt de atriumversterker na het optreden van een atriumgebeurtenis of een ventrikulaire gebeurtenis onwerkzaam gemaakt en blijft dan in een herstellende toestand gedurende de herstellingsperiode van de ventrikulaire versterker en gedurende een hiernavolgende overlappingsperiode. Bij de bij voorkeur toegepast uitvoeringsvorm wordt van het atriumherstellingsregelstelsel gebruik gemaakt zoals dit in de nog in behandeling zijnde Amerikaanse octrooiaanvraag met de titel "Pacemaker atrial refractory control for F-wave rejection." wordt uiteengezet.

Een afgetakte geleider 41 is met de terugstelingang van de tijdstelschakeling 42 voor het onderste ritme verbonden. De tijdstelschakeling 42 doet dienst om via zijn uitgang op de geleider 43 een signaal aan het einde van het tijdafmeetinterval ervan te laten optreden, dat met het overnemingsinterval voor het laatste, ventrikulaire ondersteuningsritme overeen komt.

De inrichting is verder van een programmabesturingschakeling 50 voorzien, die op bekende wijze werkt om besturingsignalen in de vorm van hoogfrequente energie op te nemen, die vanaf een zender buiten het lichaam afkomstig is en door de antenne 51 wordt opgevangen. Door de besturingsschakeling 50 worden de opgevangen hoogfrequente signalen gedecodeerd en zodanig verwerkt dat via de gegevensverzamelleiding 52 signalen aan de tijdstelschakeling 22 worden gezonden; alsmede via de gegevensverzamelleiding 53 naar de tijdstelschakeling 42 voor het onderste ritme; en via de gegevensverzamelleiding 54 naar de besturingsschakeling voor de bovenste ritmelimietwaarde. Ofschoon in het schema duidelijkheidshalve enkele lijnen zijn getekend, zal het duidelijk zijn dat de programmasignalen naar

de drie tijdstelschakelingen bij voorkeur in de vorm voor digitale besturingswoorden zijn uitgevoerd, zodat de gegevensverzamelleidingen 52, 53 en 54 dientengevolge uit verschillende parallele gegevensgeleiders kunnen bestaan om de digitale besturingssignalen voor het programmeren van de intervallen over te kunnen brengen. Door middel van de programbesturingsschakelingen kan één uit verschillende mogelijke tijdvertragingen voor de tijdstelschakeling 22 worden uitgekozen zoals deze voor een betreffende patient het meest in aanmerking komt. Op gelijke wijze kunnen de hoogste en laagste ritmewaarden voor het aantal slagen per minuut als een waarde worden gekozen, die het beste voor een bepaald individu is.

Binnen de besturingsschakeling voor de bovenste ritmelimietwaarde ofwel de trekker-koppelingsschakeling bevindt zich een tijdstelschakeling 60 voor de bovenste ritmelimietwaarde, waardoor via de geleider 61 startsignalen uit de OF-poort 62 worden opgenomen. Door de tijdstelschakeling 60 wordt via zijn uitgang op de draad 63 een tijdafmeetsignaal aan het einde van het interval voor de bovenste ritmelimietwaarde afgegeven van bijvoorbeeld 343 m sekonden in het geval van een bovenste ritmelimietwaarde van 175 slagen per minuut. De geleider 63 is met de ene ingang van een EN-poort 64 verbonden, waarvan de andere ingang met de geleider 23 is verbonden. De uitgang van de EN-poort 64 is via de geleider 65 met de ene ingang van een OF-poort 70 verbonden en verder met de terugstelingang van een bistabiele relaxatieschakeling 71.

Een afgetakte geleider 41 is met de ene ingang van een OF-poort 62 verbonden, en een afgetakte geleider 43 is met de andere ingang ervan verbonden. Een afgetakte geleider 43 is verder met een ingang van een OF-poort 70 verbonden, en met de instelingang van de bistabiele relaxatieschakeling 71.

De gegevensverzamelleiding 54 is met een aantal EN-poorten 72a t/m 72n verbonden. Het juiste aantal poorten komt met het aantal parallele bits van de programmainformatie overeen, doch in het schema zijn duidelijkheidshalve alleen de

poorten voor de bits van de laagste en hoogste rang aangegeven. De andere ingangen naar de poorten 72a t/m 72n zijn via de geleider 73 met de Q-uitgang van de bistabiele relaxatieschakeling 71 verbonden. De uitgangen van de EN-poorten 72a t/m 72n
5 zijn via de draden 74a t/m 74n met de ingangen van de OF-poorten 75a t/m 75n verbonden. Ook hier geldt weer dat het aantal OF-poorten met het aantal bits van de digitale besturingsschakeling voor de programmawaarden van de tijdstelschakeling overeenkomt. De uitgang van deze OF-poorten is via de geleiders 76a t/m 76n
10 met de programmaingangen van de tijdstelschakeling 60 voor het bovenste ritme verbonden.

De inrichting is verder van een schakeling 80 voorzien om een digitaal uitgangbesturingswoord op te wekken, dat met een tijdsinterval van 100 slagen per minuut overeenkomt,
15 hetgeen weer gelijk staat met een onsnappingsinterval van 600 m seconden. Dit besturingswoord wordt over de geleiders 81a t/m 81n uitgevoerd, die met de ingangen van de EN-poorten 82a t/m 82n zijn verbonden. De uitgangen van deze poorten zijn via de geleiders 83a t/m 83n met de andere ingangen van de OF-poorten
20 75a t/m 75n verbonden. De andere ingangen van de EN-poorten 82 zijn via de geleider 84 met de Q-uitgang van de bistabiele relaxatieschakeling 71 verbonden.

Tijdens het bedrijf in een normale synchrone atrium-mode (overeenkomende met het bereik van 60 t/m 175 slagen per
25 minuut van figuur 2) worden door de aftastversterker 20 en de starttijdstelschakeling 22 P-golven gedetekteerd. Aan het einde van het A-V vertragsinterval wordt over de geleider 23 een trekkerimpuls uitgezonden, die via EN-poort 64 en de OF-poort 70 met de impulsgenerator 30 wordt gekoppeld, zodat
30 hierdoor een ventrikulaire stimuleerimpuls zal worden opgewekt en afgegeven. Voor deze volgorde van gebeurtenissen moet worden verondersteld, dat het door de tijdstelschakeling 60 voor het bovenste ritme bewerkstelligde afmeetinterval voor het optreden van de trekkerimpuls op de geleider 23 is afgelopen,
35 hetgeen vanzelfsprekend in het bovenomschreven bereik van één

op één van de werkkromme van figuur 2 het geval zal zijn. In het
geval van ^{een} synchrone atriumwerking met een ritme, dat hoger is
dan de bovenste ritmelimietwaarde, wordt het trekkersignaal 23
wel door de tijdstelschakeling 22 aangeboden, doch bij de
5 poort 64 tegengehouden totdat het door de tijdstelschakeling
60 bewerkstelligde tijdafmeetinterval is voltooid, waarna het
het trekkersignaal via een poort naar de generator 30 wordt
gezonden, zodat hierdoor een uitgangsimpuls wordt afgegeven. Op
deze wijze doet de tijdstelschakeling 60 voor het bovenste
10 ritme dienst om gangmakerimpulsen met een ritme af te leveren,
die hoger dan de programmawaarde is.

Wanneer de trekkerimpuls via de geleider naar de
poort 70 en de generator 30 is gezonden, wordt hierdoor tevens
de bistabiele relaxatieschakeling 71 teruggesteld. Hierdoor
15 worden de poorten 72 in een werkingsgerede toestand gebracht en
de poorten 82 in een nietwerkingsgerede toestand, zodat het voor
de tijdstelschakeling 60 toepasselijke bovenste ritmelimiet-
waarde-interval uit de programmawaarde bestaat, die door de
programmabestuursschakeling 50 wordt geleverd.

20 Het optreden van hetzij een ventrikulaire stimuleer-
impuls of een natuurlijke ventrikulaire kontrakctie wordt door de
schakeling 40 gedetekteerd, waardoor via de geleider 41 een
signaal naar de tijdstelschakelingen 22 en 42 wordt gestuurd
om deze terug te stellen en naar de tijdstelschakeling 60 om
25 deze opnieuw te starten.

De werking van de schakeling volgens figuur 4 volgens
de ventrikulaire ondersteuningsmode van het laatste ritme is
als volgt. Indien er voor de afloop van het door de tijdstel-
schakeling 42 voor het laatste ritme bewerkstelligde tijdafmeet-
30 interval geen ventrikulaire gebeurtenis plaatsvindt, zal er een
uitgangsimpuls worden opgewekt. Wanneer bijvoorbeeld wordt aan-
genomen dat de geprogrammeerde waarde voor de tijdstelschakeling
42 1000 m sekonden bedraagt, hetgeen met een gangmakerritme van
60 slagen per minuut overeenkomt, zal er door de tijdstel-
35 schakeling 42 een signaal over de draad 43 en via de poort 70

naar de generator 30 worden gezonden, zodat door deze generator een uitgangsstimuleerimpuls zal worden afgegeven wanneer het door de tijdstelschakeling 42 bewerkstelligde tijdafmeetinterval afloopt. 1000 m sekonden later zal door de tijdstelschakeling 42 een andere impuls worden afgegeven tenzij er voor dit tijdstip hetzij een spontane ventrikulaire kontraktie plaats vindt of een ventrikulaire stimuleerimpuls wordt uitgezonden, die door middel van de besturingsweg wordt veroorzaakt, welke de atriumversterker 20, de vertragingstijdstelschakeling 22 en de poort 64 omvat. Tegelijkertijd dat door de tijdstelschakeling 42 voor het onderste ritme wordt bewerkstelligd dat de generator 30 een uitgangsimpuls afgeeft, wordt de bistabiele relaxatieschakeling 71 door het signaal over de geleider 43 in de ingestelde stand geplaatst. Hierdoor wordt weer een signaal vanuit de Q-uitgang op de geleider 84 afgegeven, zodat de poorten 82a - 82n in de werkingsgerede toestand komen, en wordt via de geleider 73 een signaal uitgezonden om de poorten 72a - 72n in de nietgerede toestand te brengen. Dit omschakelen van de bistabiele relaxatieschakeling 71 heeft tot gevolg dat de kode voor een ritme van 100 slagen per minuut uit de schakeling 80 via poorten aan de programmaingangen van de tijdstelschakeling 60 wordt toegevoerd. De tijdstelschakeling 60 voor het bovenste ritme zal voor het afmeten van het overnemingsinterval van 600 m sekonden ofwel 100 slagen per minuut geprogrammeerd blijven zolang het gangmakingsproces van het hart onder de besturing van de tijdstelschakeling 42 voor de onderste ritmewaarde blijft. Wanneer het synchrone verband met het atrium weer is hersteld en via de geleider 65 een gangmakersignaal naar de uitgangsschakeling wordt gezonden, wordt de bistabiele relaxatieschakeling 71 teruggesteld en wordt het afmeten van een met 100 slagen per minuut overeenkomend interval van 600 m sekonden opgeheven en wordt de bovenste programmaritmelimietwaarde uit de gegevensverzamelleiding 54 via poorten aan de tijdstelschakeling 60 voor de bovenste ritmewaarden toegevoerd.

De werking van de gangmaker volgens figuur 4 met

betrekking tot het overwinnen van het probleem van dichtgekoppelde ventrikulaire impulsen, dat bij de gangmakers volgens de stand van de techniek optreedt, zal aan de hand van figuur 5 worden uiteengezet. In figuur 5 is op de horizontale as weer de tijd afgezet en de zes in figuur 3 aangegeven hart- en gangmakerparameters zijn evenzo in figuur 5 aangeduid, doch thans voor de verklaring van de werking van de schakeling van figuur 4. Voor illustratieve doeleinden zijn de tijdskrommen zodanig afgebeeld, dat de eerste P-golf en ventrikulaire stimuleerimpuls een samenhangend verband met de synchrone atriumgangmakingsmode vertonen. Doch de verschillende volgende impulsen laten zien, dat het gangmakingsproces met het lagere ventrikulaire ondersteuningsritme plaats vindt. Dit komt vanwege de omstandigheid dat de P-golven met overnemingsintervallen van ongeveer 1075 m sekonden optreden, wat ruwweg overeenkomt met 56 slagen per minuut, hetgeen een langzamer ritme is dan de geprogrammeerde waarde van 60 slagen per minuut, hetgeen met een overnemingsinterval van 1000 m sekonden voor de tijdstelschakeling met het laatste ritme overeen komt. De tweede, derde, vierde en vijfde ventrikulaire stimuleerimpulsen worden dientengevolge met intervallen van 1000 m sekonden afgegeven, waarbij het geassocieerd verband tussen de P-golven en ventrikulaire stimuleerimpulsen verloren gaat, zodat de P-golf zich over de tijd met betrekking tot de ventrikulaire stimuleerimpuls gaat verschuiven. Bij de vijfde P-golf van figuur 5 treedt de P-golf juist aan het einde van de herstellingsperiode van de atriumaftastversterker op, welke na de ventrikulaire stimuleerimpuls volgt. Er wordt aan herinnerd dat deze situatie in het geval van de stand van de techniek volgens figuur 3, de afgifte van de dichtgekoppelde tweede ventrikulaire impuls tot resultaat had, die alleen door het overnemingsinterval van 343 m sekonden voor de bovenste ritmelimietwaarde ten opzichte van de voorafgaande impuls was gescheiden. Doch door de schakeling van figuur 3 volgens de uitvinding wordt dit probleem opgelost, omdat de instelschakeling voor de bovenste ritmelimietwaarde op een lagere bovenste ritme-

waarde van 100 slagen per minuut is omgeschakeld, hetgeen met een overnemingsinterval van 600 m sekonden overeenkomt.

Dit blijkt uit figuur 5, omdat door de tijdin-
schakeling voor de hoogste ritmewaarde bij de eerste cyclus een
5 interval voor het afmeten van een korte tijdsduur van 343 m se-
konden wordt afgegeven, waarbij deze schakeling via de atrium-
aftastweg aan een trekkerwerking werd onderworpen. De tweede
afgebeelde hartslagcyclus werd ingeleid door de instelschakeling
voor de lagere ritmewaarden, waarbij de bistabiele relaxatie-
10 schakeling 71 in de stand werd gesteld, waarin de programma-
waarde voor de tijdin-
schakeling 60 werd omgeschakeld. Dus
het bij een bepaald ritme behorende ventrikulaire tijdafmeet-
interval bij de tweede, derde, vierde en vijfde in figuur 5
afgebeelde cyclus is op een interval van 600 m sekonden ofwel
15 100 slagen per minuut omgeschakeld. Bij de vijfde cyclus waar-
bij de P-golf onmiddellijk na de herstellingsperiode van de atrium-
versterker optreedt wordt de A-V vertragingstijdsinstelschakeling
dientengevolgen aan een trekkerwerking onderworpen, en blijft
gedurende het tijdafmeetinterval in de ingestelde stand staan,
20 doch de afgifte van een gangmakerimpuls naar de uitgangsschake-
ling wordt door de poort 64 tot aan het einde van de tijdafmeet-
periode van de tijdsinstelschakeling 60 vertraagd, die zich op
het niveau van 600 m sekonden bevindt. Na 600 m sekonden achter
de laatste ventrikulaire stimuleerimpuls wordt het trekkersig-
25 naal door de uitgang gevoerd en wordt een volgende ventrikulaire
impuls afgegeven. Uit figuur 5 blijkt, dat de zesde ventrikulaire
impuls, ofschoon deze dicht met de vijfde dan de voorafgaande
impulsen is gekoppeld, nog een scheidingsafstand bezit, die met
een voldoende tijdsduur overeenkomt om te vermijden dat de impuls
30 in de kwetsbare periode van het hart valt. Het blijkt dienten-
gevolge dat het probleem van het optreden van dichtgekoppelde
impulsen is opgeheven, die in de kwetsbare periode vallen.

Daar de zesde in figuur 5 afgebeelde ventrikulaire
stimuleerimpuls het resultaat was van de via de atriumweg uit-
35 gevoerde trekkerwerking, wordt de bistabiele relaxatieschakeling

71 teruggesteld en wordt de normale bovenste ritmelimietwaarde van 175 slagen per minuut hersteld, die met een tijdsinterval van 343 m sekonden overeenkomt. In de laatste in figuur 5 afgebeelde harslagcyclus wordt het synchrone verband met het atrium weer hersteld en wordt de ventrikulaire stimuleerimpuls synchroon na het detekteren van de P-golf afgegeven, en wordt weer gebruikgemaakt van de kortere tijdafmeetperiode van de instelschakeling voor de bovenste ritmewaarde. Wanneer de tijdinstelschakeling voor de bovenste ritmewaarde volgens de normale programmamode ervan werkt, is de gangmaker gereed om met een hoog ritme de P-golven van het hart te volgen en wel tot aan de geprogrammeerde limietwaarde, terwijl de gangmaker toch in staat is om in het geval ^{van} een ventrikulair ondersteunend gangmakingsproces naar de lagere werklimiet om te schakelen teneinde te voorkomen dat dichtgekoppelde ventrikulaire impulsen in de kwetsbare periode van het hart vallen.

C O N C L U S I E S .

1. Hartgangmaker met ^{een}/synchrone atriumgangmakermode en een ventrikulaire gangmakermode met een minimaal ritme, met het kenmerk, dat deze middelen bevat om het optreden van dicht~~ge~~koppelde ventrikulaire stimuleerimpulsen te voorkomen en
5 welke gangmaker is samengesteld uit een atriumaansluitorgaan en een ventrikulair aansluitorgaan dat met het atrium respektievelijk een ventrikel van het hart van een patient is verbonden; alsmede uit een uitgangsimpulsgenereerschakeling om op selectieve wijze elektrische ventrikulaire stimuleerimpulsen aan het
10 genoemde ventrikulaire aansluitorgaan af te geven; uit een ventrikulaire aftastversterker, die met het genoemde ventrikulair aansluitorgaan is verbonden om ventrikulaire slagen van het hart af te tasten; uit een atriumaftastversterker, die met het genoemde atriumaansluitorgaan is verbonden om atriumkontrakties
15 van het hart af te tasten; en uit besturingsmiddelen om op selectieve wijze te bewerkstelligen dat door de impulsgenereermiddelen ventrikulaire uitgangsimpulsen worden afgegeven, waarbij deze besturingsmiddelen werkzaam zijn om als gevolg van afgetaste atriumkontrakties gesynchronyseerde vertraagde uitgangsimpulsen
20 af te geven, welke kontrakties sneller dan een vooraf bepaalde minimale ritmewaarde optreden, en werkzaam zijn om het ventrikulaire ritme bij het ontbreken van af te tasten atriumkontrakties met een boven het minimumritme gelegen ritme het

op de vooraf bepaalde minimale ritmewaarde te houden,
25 waarbij de genoemde besturingsmiddelen middelen bevatten om te voorkomen dat een uitgangsimpuls met een gangmakerritme wordt afgegeven, dat met een vooraf bepaalde maximale ritmelimietwaarde ten opzichte van een voorafgaande spontane of gestimuleerde ventrikulaire kontraktie hoger is, en middelen bevat om deze
30 vooraf bepaalde maximale ritmelimietwaarde gedurende een synchroon verlopend atriumgangmakingsproces te verhogen en tot op een lagere maximale ritmelimietwaarde te verlagen wanneer het gangmakingsproces met het genoemde vooraf bepaalde minimale gangma-

kingsritme plaatsvindt.

2. Hartgangmaker met een synchrone atriumgangmaker-mode en een ventrikulaire ondersteuninggangmakermode met een minimaal ritme, met het kenmerk, dat deze van een trekker-
- 5 koppelingschakeling is voorzien om het optreden van dichtgekoppelde ventrikulaire stimuleerimpulsen te voorkomen, waarbij de gangmaker is samengesteld uit een ventrikulair aansluitorgaan om met ^{het} hart van een patient te verbinden teneinde hieraan ventrikulaire stimuleerimpulsen af te geven; alsmede uit impuls-
- 10 genereermiddelen om op selektieve wijze elektrische ventrikulaire uitgangsstimuleerimpulsen aan het genoemde ventrikulaire aansluitorgaan af te geven; uit een ventrikulaire aftast-versterker, die met het genoemde ventrikulaire aansluitorgaan is verbonden om ventrikulaire hartslagen af te tasten; uit een atriumaansluit-
- 15 orgaan dat met het hart van een patient kan worden verbonden; uit een atriumaftastversterker, die met het atriumaftastorgaan kan worden verbonden om atriumkontrakties af te tasten; uit een vertragingstijdsinstelschakeling, die werkzaam met de genoemde atriumaftastversterker is verbonden en werkzaam met de genoemde
- 20 impulsgenereermiddelen is verbonden om na een vooraf bepaald tijdsinterval achter het optreden van af te tasten atriumkontrakties synchrone atriumuitgangsimpulsen op te wekken; uit besturingsmiddelen voor een minimaal ritme, die werkzaam met de genoemde ventrikulaire aftastversterker en de genoemde impulsgenereer-
- 25 middelen zijn verbonden en dienst doen om bij het ontbreken van een synchroon atriumgangmakerproces met een hoger ritme uitgangsimpulsen met een vooraf bepaald minimaal gangmakingritme te bewerkstelligen; uit besturingsmiddelen voor een maximaal ritme, die werkzaam met de genoemde vertragingstijdsinstelschakeling en
- 30 de genoemde genereermiddelen zijn verbonden om binnen een vooraf bepaald minimaal overnemingsinterval vanaf een voorafgaande ventrikulaire kontraktie of stimuleerimpuls te voorkomen dat de een of andere uitgangsimpuls wordt afgegeven; en uit middelen om het genoemde vooraf bepaalde minimale overnemingsinterval voor
- 35 de op het maximale ritme betrekking hebbende besturingsmiddelen

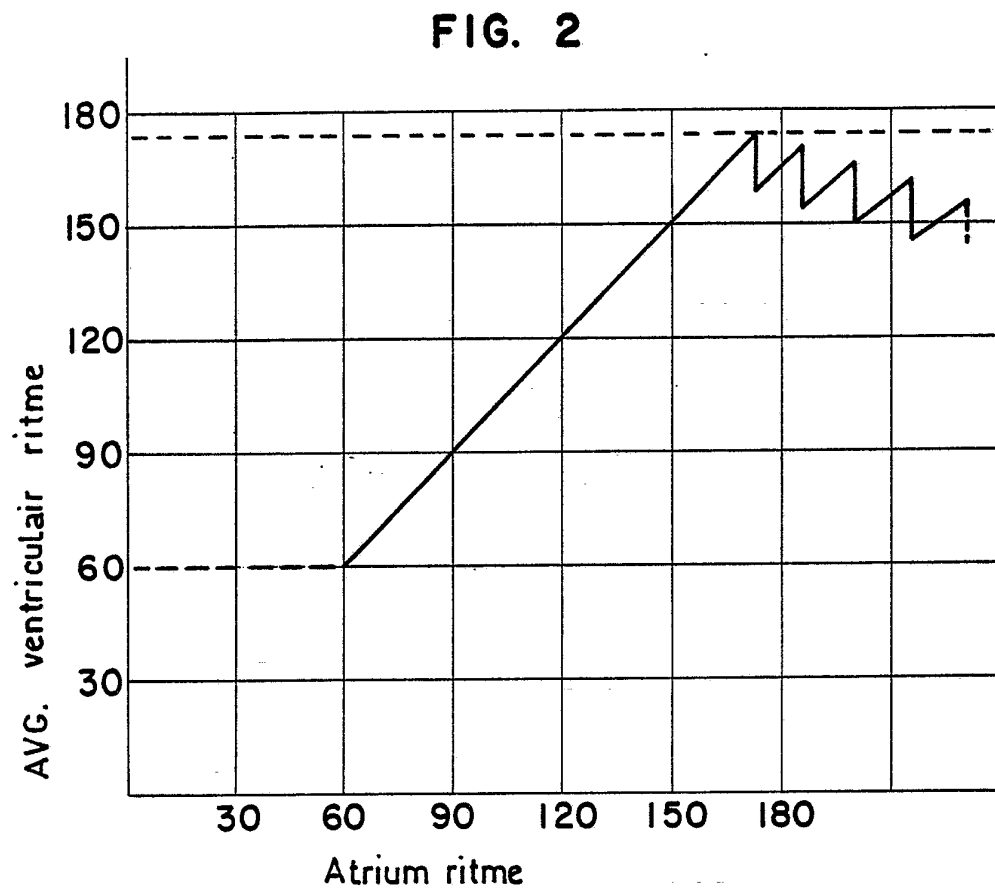
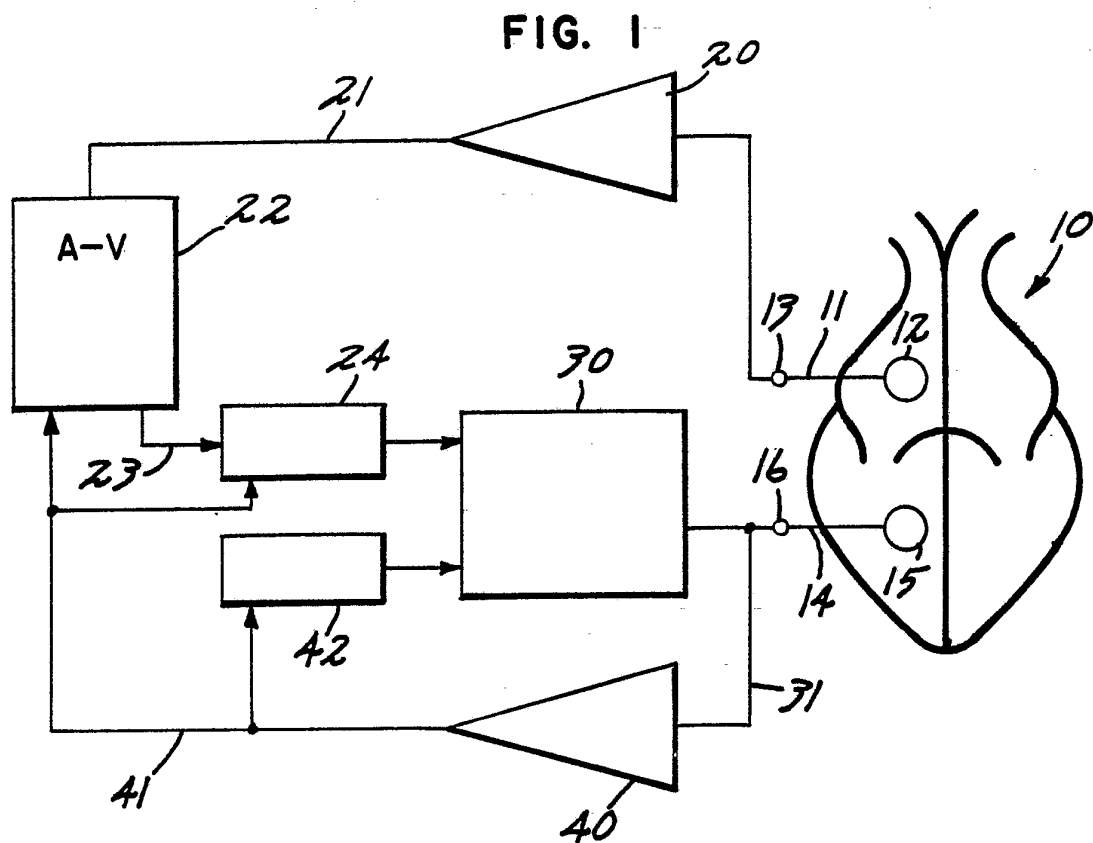
gedurende het uitvoeren van een gangmakingsproces met een minimaal ritme door de genoemde gangmaker te vergroten.

3. Hartgangmaker met een synchrone atriumgangmaker-mode en een ventrikulaire ondersteuninggangmakermode met een
- 5 minimaal ritme, met het kenmerk, dat deze van een trekker-koppelingsschakeling is voorzien om het optreden van dichtgekoppelde ventrikulaire stimuleerimpulsen te voorkomen, waarbij de gangmaker is samengesteld uit een ventrikulair aansluitorgaan dat met het hart van een patient kan worden verbonden om hieraan
- 10 ventrikulaire stimuleerimpulsen af te geven; uit impulsgenereermiddelen om op selectieve wijze elektrische ventrikulaire uitgangsstimuleerimpulsen aan het ventrikulaire aansluitorgaan af te geven; uit een ventrikulaire aftastversterker, die met het ventrikulaire aansluitorgaan is verbonden om ventrikulaire hart-
- 15 slagen af te tasten; uit een atriumaansluitorgaan dat met het hart van een patient kan worden verbonden; uit een atriumaftastversterker dat met het genoemde atriumaansluitorgaan kan worden verbonden om atriumkontrakties af te tasten; uit een atrioventrikulair vertragingstijdsinstelschakeling die werkzaam met de
- 20 genoemde atriumaftastversterker is verbonden en dienst doet om als gevolg van een afgetaste atriumkontraktie in overeenstemming met een uitgekozen atrioventrikulair vertraginginterval een vertraagd uitgangstrekkersignaal te bewerkstelligen; uit poortketens om op selectieve wijze het uitgangstrekkersignaal aan de
- 25 genoemde impulsgenereermiddelen door te geven teneinde te bewerkstelligen dat er een elektrische ventrikulaire stimuleerimpuls wordt opgewekt; uit een tijdsinstelschakeling voor een maximale ritmelimietwaarde, die werkzaam met de genoemde poortketens is verbonden teneinde het doorgeven van het genoemde uitgangstrekkersignaal gedurende het tijdsafmeetinterval van de tijdsinstelschakeling te voorkomen; uit een tijdsinstelschakeling voor een
- 30 minimale ritmelimietwaarde die middelen bevat om een gangmakersignaal af te geven teneinde te bewerkstelligen dat door de genoemde impulsgenereermiddelen aan het einde van het tijdsafmeet-
- 35 interval van de genoemde tijdsinstelschakeling voor de minimale

ritmelimietwaarde een elektrische ventrikulaire stimuleerimpuls wordt afgegeven; uit middelen om bij de afgifte van een elektrische ventrikulaire uitgangsstimuleerimpuls de genoemde instelschakelingen voor de minimale en maximale ritmelimietwaarde te starten respectievelijk terug te stellen; en uit middelen om op selectieve wijze het tijdafmeetinterval van de tijdinstdinstelschakeling voor de maximale ritmelimietwaarde bij de afgifte van een uitgangsstimuleerimpuls als gevolg van een uitgangstrekkersignaal uit de genoemde atrioventrikulaire vertragingstijdinstdinstelschakeling in een eerste tijdafmeetinterval te veranderen, en bij de afgifte van een elektrische uitgangsstimuleerimpuls als gevolg van een gangmakersignaal uit de tijdinstdinstelschakeling voor de minimale ritmelimietwaarde in een tweede tijdafmeetinterval te veranderen, dat langer dan het eerstgenoemde tijdafmeetinterval is.

4. Hartgangmaker volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de genoemde tijdinstdinstelschakeling voor de maximale ritmelimietwaarde uit een programmeerbare tijdinstdinstelschakeling bestaat, waarbij de middelen om op selectieve wijze het tijdafmeetinterval te veranderen uit een bistabiele schakeling bestaan, die als gevolg van een uitgangstrekkersignaal uit de atrioventrikulaire vertragingstijdinstdinstelschakeling of als gevolg van een gangmakersignaal de tijdinstdinstelschakeling voor de minimale ritmelimietwaarde in werking stelt uit, en programmapoortketen, die als gevolg van de genoemde distabiele schakeling in een werkingsgerede toestand kunnen worden gebracht om op selectieve wijze programmasignalen naar de genoemde programmeerbare tijdinstdinstelschakeling door te laten, die bij het eerste en tweede tijdafmeetinterval behoren.

5. Hartgangmaker in hoofdzaak als beschreven in de beschrijving en/of afgebeeld in de figuren.



8102114

Medtronic, Inc., te Minneapolis, Minnesota, Ver.St.v.Amerika

FIG. 3

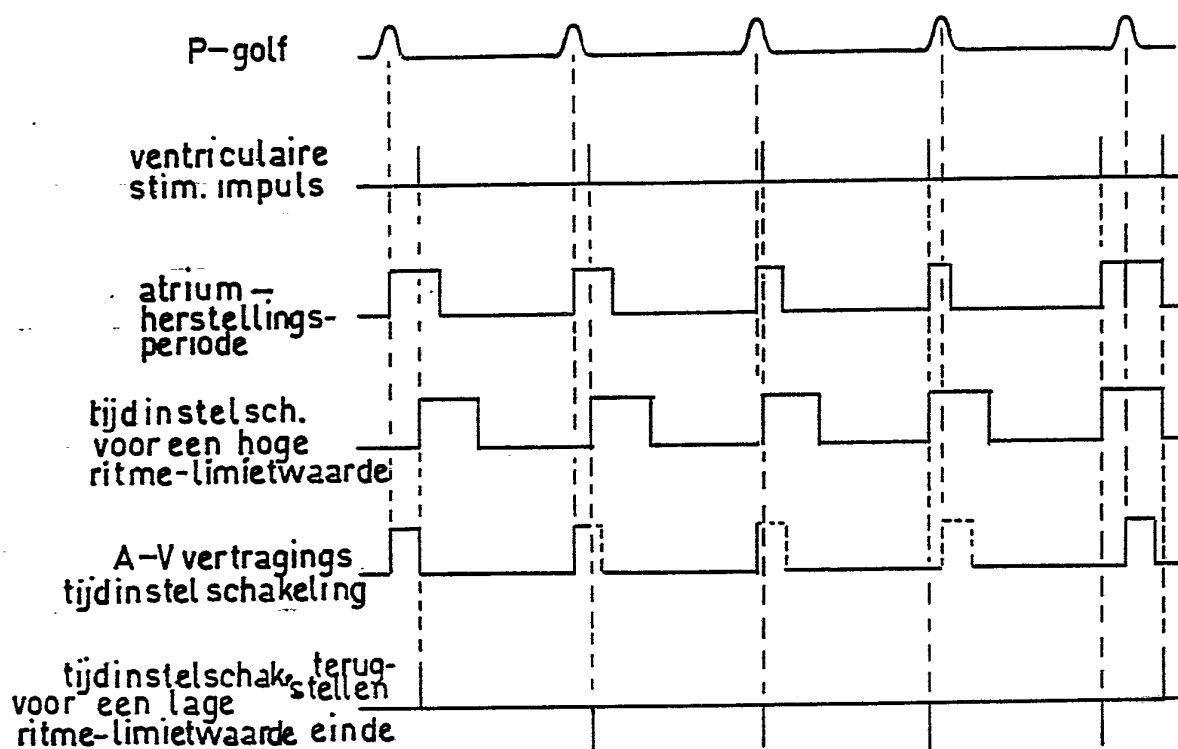
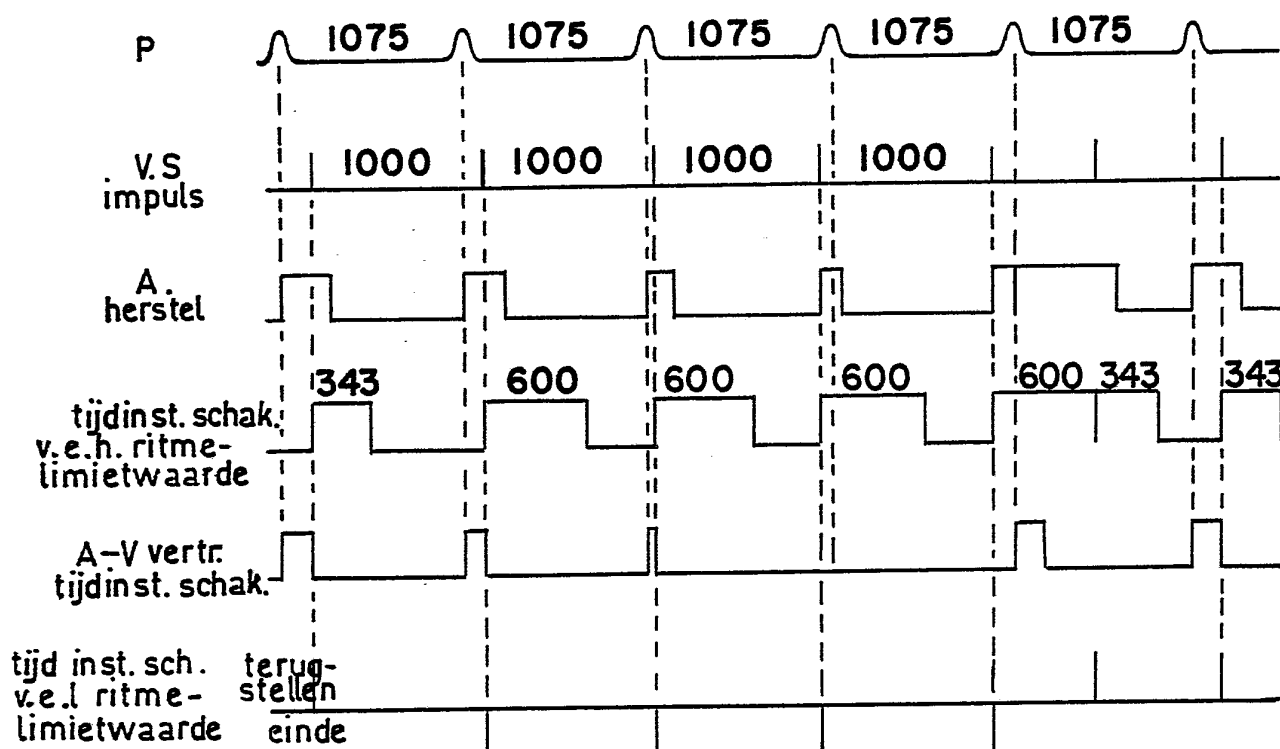


FIG. 5



8102114

8102114

Medtronic Inc., te Minneapolis, Minnesota, Ver.St.v.Amerika

