
Octrooiraad



10 A Terinzagelegging 11 8005497

Nederland

19 NL

- 54 Hoogspanningsgenerator met constante potentiaal.**
- 61 Int.CP.: H05G1/32.**
- 71 Aanvrager: Picker Corporation te Cleveland, Ohio, Ver.St.v.Am.**
- 74 Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octrooibureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.**

-
- 21 Aanvraag Nr. 8005497.**
 - 22 Ingediend 3 oktober 1980.**
 - 32 Voorrang vanaf 4 oktober 1979.**
 - 33 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).**
 - 31 Nummer van de voorrangsaanvraag: 81779 .**
 - 23 --**
 - 61 --**
 - 62 --**

-
- 43 Ter inzage gelegd 7 april 1981.**

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

Titel : Hoogspanningsgenerator met constante potentiaal.

De uitvinding heeft betrekking op een hoogspanningsgenerator, zoals deze bij een röntgenstralenbuis kan worden toegepast. Meer in het bijzonder heeft de uitvinding betrekking op een keten voor het stabiliseren van de hoge spanning teneinde fluctuaties in het opwekken van
5 röntgenstralingsenergie te reduceren.

Voor het uitvoeren van de aftasting bij tomografie met behulp van een rekeninrichting (CT) wordt een röntgenstralenbuis, welke is voorzien van een anode en een kathode, om een patient geroteerd en richt deze buis röntgenstraling via de patient op een stelsel van röntgenstra-
10 lenintensiteitsdetectoren. De door de detectoren opgewekte signalen worden in een binaire vorm gebracht en laatstgenoemde signalen worden verwerkt voor het verschaffen van de informatie, welke wordt gebruikt voor het verkrijgen van een dichtheidsbeeld van een dwarsdoorsnede-
oppervlak van de patient. Voor het opwekken van de röntgenstralen worden
15 elektronen uit de kathode naar de anode versneld door de kracht, die op de elektronen wordt uitgeoefend door een elektrisch veld, dat tussen deze twee elektroden aanwezig is. Dit veld is evenredig met de spanning tussen deze elektroden. Fluctuaties in de spanning, leiden tot fluctuaties van het elektrische veld en derhalve fluctuaties in de snelheid, waarmee
20 de elektronen de anode treffen. Van elektronen, die de anode treffen, wordt de kinetische energie omgezet in röntgenstralingsenergie en thermische energie, die door de anode wordt gedissipeerd. Variaties in de kinetische elektronenenergie leiden tot variaties van de röntgenstralingsenergie, die door de röntgenstralenbuis wordt geëmitteerd en dit is na-
25 tuurlijk zeer ongewenst, omdat dit leidt tot een onnauwkeurige afbeelding van de dwarsdoorsnede van de patient.

In het Amerikaanse octrooischrift 3.325.645 is een inrichting voor het opwekken van röntgenstralen met constante potentiaal beschreven. Deze inrichting omvat een bron, die een hoge wisselspanning kan le-
30 veren en van welke bron het uitgangssignaal op een grove wijze wordt ingesteld, daarna wordt gelijkgericht en vervolgens met een condensator wordt afgevlakt of gefilterd. De gefilterde spanning wordt naar de kathode van de röntgenstralenbuis overgedragen en werkt als de versnellings-
potentialiaal voor elektronen in de buis. Bij deze inrichting verkrijgt men
35 een fijninstelling van de versnellingspotentialiaal door een terugkoppelbesturingsketen, die de niet-gefilterde hoge spanning in responsie op

de op de röntgenstralenbuis optredende gefilterde spanning midificeert. Elke neiging van de gefilterde spanning om toe te nemen leidt tot een verandering in de impedantie van de terugkoppelbesturingsketen in die zin, dat de niet-gefilterde spanning wordt verlaagd en omgekeerd.

5 Ofschoon met deze inrichting een groot commercieel succes is bereikt, meer in het bijzonder in het geval waarvoor de inrichting was ontworpen, n.l. röntgenstralendiffractie, heeft de in het Amerikaanse octrooischrift beschreven inrichting enige bezwaren wanneer deze wordt toegepast op CT. Bij de inrichting wordt gebruik gemaakt van een filter-
10 condensator om een pulserend signaal af te vlakken. Een dergelijke condensator wordt tot enige duizenden volts geladen en kan een grote hoeveelheid opgezamelde energie vasthouden. Bij CT-toepassingen kan deze opgeslagen energie een gevaar betekenen voor zowel het bedienend personeel als voor de röntgenstralenbuis. Een ander bezwaar is het beperkte
15 gebied van de terugkoppelregeling. Indien de niet-gefilterde spanning uit de secundaire wikkeling van een transformator bij de bekende keten buiten een bepaald gebied is gelegen, stabiliseert de terugkoppelregelketen de versnellingspotentialaal niet langer. Voor een stabilisatie voor-
bij dit gebied wordt een primaire transformatorbesturingsketen gebruikt
20 om het uitgangssignaal van de secundaire transformator naar het juiste gebied te doen terugkeren. Hierdoor wordt de stabilisatieketen complex.

Bij een stelsel volgens de uitvinding, dat bijvoorbeeld geschikt is voor het opwekken van de hoge spanning, die voor een röntgenstralenbuis nodig is, zijn organen aanwezig voor het opwekken van eerste
25 en tweede variërende gelijkspanningen, waarbij de eerste van deze spanningen een gemiddelde potentiaal heeft, die relatief positief is ten opzichte van een referentiespanningspunt, terwijl de tweede een gemiddelde potentiaal heeft, welke relatief negatief is ten opzichte van dit referentiespanningspunt. Het verschil tussen deze spanningen wordt vastge-
30 steld voor het opwekken van een stuurspanning, die evenredig is met het verschil. Deze stuurspanning wordt vergeleken met een referentiespanningsniveau, dat indicatief is voor een gewenst constant verschil in potentiaal tussen de eerste en tweede variërende gelijkspanningen. Er zijn organen aanwezig, die in responsie op het foutsignaal de waarden van de eerste
35 en tweede spanningen zodanig veranderen, dat het foutsignaal tot nul wordt gereduceerd, waardoor het verschil tussen de eerste en tweede spanningen op een constante waarde wordt gehouden.

De uitvinding zal onderstaand nader worden toegelicht onder verwijzing naar de tekening. Daarbij toont :

fig. 1 schematisch een CT-aftasteenheid;

fig. 2 een vertikaal achteraanzicht van een CT-inrichting, waarvan het huis is verwijderd;

fig. 3 een doorsnede van de CT-aftastinrichting over de lijn III-III van fig. 2;

fig. 4 een schema, voor het grootste gedeelte in blokschemavorm, van een röntgenstralenspanningsgenerator volgens de uitvinding; en

fig. 5 een meer gedetailleerd schema van de generator volgens fig. 4.

Fig. 1 toont een CT-stelsel 10, dat gebruikt wordt voor het onderzoeken van de inwendige bouw van een patient. Het stelsel omvat een aftasteenheid 12, een bank 16, een signaalprocessor 20 en een afbeeldinrichting 22. De aftasteenheid 12 is op de vloer gemonteerd en blijft stationair ten opzichte van de patient. De aftasteenheid omvat een huis 13, waarin een röntgenstraleninrichting is ondergebracht, welke is voorzien van een röntgenstralenbuis, die voor CT-aftasting kan roteren. Het huis 13 is voorzien van een opening 14. De bank 16 is beweegbaar gemonteerd en dient om de patient in de opening 14 voor röntgenaftasting te positioneren. De signaalprocessor 20 en de afbeeldinrichting 22 zijn elektrisch met de aftasteenheid verbonden. De aftasteenheid verkrijgt röntgenstralenintensiteitsinformatie en zendt deze informatie naar de signaalprocessor. De intensiteitsinformatie wordt dan door de signaalprocessor verwerkt voor het verschaffen van informatie, welke betrekking heeft op de relatieve dichtheden van een van belang zijnde dwarsdoorsnede van de patient. Deze dichtheidsinformatie wordt overgedragen naar de afbeeldinrichting, waar een arts de relatieve dichtheidinformatie op een waarneemscherm kan waarnemen.

In fig. 2 en 3 is een röntgenstralenbuis-ondersteunings- en manipulatiestelsel, voorzien van een stationaire detectoraftasteenheid, in het algemeen met 50 aangeduid. Het stelsel 50 omvat een huis en gestel 51. Een paar aslegers 52 worden door het huis en gestel 51 ondersteund (zie fig. 2). Een buisvormige as 54 is in de legers 52 gelegerd. De as 54 bepaalt een, een patient opnemende opening 55 (overeenkomende met 14 van fig. 1).

Op de buisvormige as is een röntgenstraalbuisstelsel 58 (zie ...

fig. 3) voor een orbitale rotatie om een hartlijn 56 van de as 54 en de opening 55 opgesteld. Het röntgenstralenbuisstelsel omvat een röntgenstralenbuis, aangegeven door de stippellijn 60, een collimator, die schematisch bij 61 is aangegeven, en andere bekende en gebruikelijke onderdelen van een röntgenstralenbuisstelsel van het type, dat bij CT-onderzoek wordt toegepast.

Het buisondersteunings- en manipulatiestelsel 50, weergegeven in fig. 2 en 3, is van het stationaire detectortype. Ter illustratie en in verband met het feit, dat het detectorstelsel op zichzelf bekend is, is het ringvormige detectorstelsel, dat zich om de orbitale baan van het röntgenstralenbuisstelsel 58 uitstrekt, niet weergegeven, behalve in fig. 3 op een schematisch fragmentarische wijze bij 62.

Tijdens het gebruik wordt de röntgenstralenbuis om de hartlijn 56 over een orbitaal bewegingsgebied bewogen langs een baan met voldoende lengte om de buis tot de volle snelheid daarvan voor een aftasting van 360° te versnellen en te vertragen over een andere orbitale baan, welke voldoende lang is om het mogelijk te maken, dat de buis op een geleidelijke wijze tot stilstand wordt gebracht. De orbitale beweging geschiedt eerst in één richting en daarna in de andere. Met andere woorden kan de buis in rechtse richting worden bewogen voor het uitvoeren van één onderzoek en daarna in linkse zin tijdens een volgende aftasting voor het uitvoeren van het volgende onderzoek.

Een aandrijfinrichting voor deze orbitale beweging is schematisch weergegeven en omvat een ringvormige motor 64, die met de as 54 is verbonden. De afgebeelde aandrijfinrichting is slechts schematisch en ter illustratie weergegeven. Men kan gebruik maken van elk bekend en in de handel zijn aandrijfstelsel.

Met het röntgenstralenbuisstelsel 58 zijn vier buigzame geleiders of kabels 68 verbonden. Deze kabels omvatten geleiders voor het aanleggen van een elektronenversnellingspotentiaal voor de röntgenstralenbuis, voor collimator- en filterinstelling, en andere energie-eisen van het buisstelsel. De kabels 68 strekken zich vanuit de röntgenstralenbuis via een opening 65, waar zij zich bij de as 64 bevinden, en naar een kabelafvoeropening 69 uit (zie fig. 3).

Bij een CAT-stelsel volgens de uitvinding wordt de versnellingspotentiaal geleverd door een spanninggenerator met een stabilisatieketen. De stabilisatieketen, welke in fig. 4 in blokschemavorm en in fig. 5 in

schemavorm is weergegeven, houdt de potentiaal op een hoog constant niveau, waardoor ervoor wordt gezorgd, dat de röntgenstraling zich op een constant gemiddeld energieniveau bevindt.

In fig. 4 is een hoogspanningsgenerator voor een röntgenstralen-
 5 buis 112 (overeenkomende met de buis 60 van fig. 3) schematisch bij 110
 aangegeven. De röntgenstralenbuis 112 bezit een anode 114 en een kathode
 116, die elektrisch met de generator 110 zijn verbonden. Een ingangsklem
 120 voert een potentiaal aan de anode 114 toe, en een tweede ingangsklem
 122 voert een potentiaal aan de kathode 116 toe. Het potentiaalverschil
 10 tussen deze twee ingangsklemmen veroorzaakt, dat elektronen, die door de
 kathode worden geëmitteerd, naar de anode worden versneld. Wanneer de ver-
 snelde elektronen de anode treffen wordt de kinetische energie van de
 elektronen omgezet in warmte en röntgenstralingsenergie 118.

Voor het verschaffen van een verschilspanning tussen de anode
 15 en de kathode omvat de generator 110 een wisselspanningsbron, die bij
 de afgebeelde uitvoeringsvorm is voorzien van twee secundaire hoogspan-
 ningstransformatorketens 130, 132. De ene secundaire keten 130 levert
 een signaal, dat gelijkgericht wordt en naar de anode van de röntgenstra-
 lenbuis wordt gezonden, terwijl de tweede secundaire keten 132 een twee-
 20 de signaal levert, dat eveneens wordt gelijkgericht en aan de kathode
 van de röntgenstralenbuis wordt toegevoerd. Ofschoon de uitgangssignalen
 van deze secundaire ketens worden gelijkgericht, worden zij niet gefil-
 terd en omvatten zij derhalve pulserende gelijkstroomsignalen. Bij een
 voorkeursuitvoeringsvorm wordt het uitgangssignaal van een eerste secun-
 25 daire keten 130 gelijkgericht voor het verschaffen van een spanning boven
 aardpotentiaal en wordt het andere uitgangssignaal gelijkgericht voor
 het verschaffen van een uitgangssignaal onder aardpotentiaal. Ofschoon
 de secundaire transformatoren door dezelfde primaire keten worden aange-
 dreven, veroorzaakt de aanwezigheid van andere componenten in de schake-
 30 ling een faseverschuiving tussen de twee pulserende signalen en derhalve
 zijn de signalen niet symmetrisch boven en onder aarde. Ten gevolge hier-
 van heeft de spanningsgolfvorm, die de anode-kathodepotentiaal voorstelt,
 een onregelmatig gevormde, pulserende golfvorm. De rest van de schake-
 ling in de generator 110 dient om deze golfvorm zodanig af te vlakken,
 35 en te stabiliseren, dat ofschoon de spanning op de anode en die op de ka-
 thode elk ten opzichte van aarde kunnen variëren, hun potentiaalverschil
 constant blijft, zodat de in de röntgenstralenbuis versnelde elektronen

een stabiele, gemiddelde kinetische energie hebben en derhalve de opgewekte röntgenstraling een gestabiliseerde gemiddelde waarde heeft.

Om deze gestabiliseerde energie te verkrijgen omvat de generator 110 een referentiespanningsgenerator 134, een foutspanningsgenerator 136
 5 en een terugkoppelketen, welke reageert op het uitgangssignaal 138 van de foutgenerator. De referentiegenerator levert, wanneer deze is ingeschakeld, een constant referentiespanningsniveau bij 135, welk niveau evenredig is met een gewenst hoogspanningsverschil tussen de kathode en de anode van de röntgenstralenbuis. Dit referentiesignaal wordt toege-
 10 voerd aan een foutgenerator 136, die het referentiesignaal 135 vergelijkt met het ingangsstuursignaal 137, dat door een verschilketen 221 wordt opgewekt. Het stuursignaal 137 is evenredig met het potentiaalverschil over de anode en de kathode van de röntgenstralenbuis. Het terugkoppelsysteem van de generator 110 zou op een gunstige wijze wer-
 15 ken, indien dit stuursignaal 137 geen pulserende potentiaal omvatte, die evenredig is met het spanningsverschil, dat door de secundaire ketens wordt geleverd. Ten gevolge van de gunstige werking van de terugkoppelmethode volgens de uitvinding evenwel wordt het pulserende uitgangssignaal van deze secundaire ketens gewijzigd en wordt de versnel-
 20 lingspotentiaal over de anode en kathode van de buis op de referentiewaarde gestabiliseerd.

Bij een uitvoeringsvorm, waarbij twee secundaire transformator-
 ketens het versnellingspotentiaalverschil voor de röntgenstralenbuis
 leveren, zijn twee terugkoppelgedeelten 140, 142 in de generator 110
 25 nodig. Elk gedeelte omvat een regelbuis (trioden 144 respectievelijk 146) met een stuurrooster 148, 150. Het foutsignaal 138 wordt over elk van de terugkoppelgedeelten gezonden en modificeert de roosterspanning van de regelbuis zodanig, dat het uit de secundaire transformator-
 ketens naar de elektroden 114, 116 van de röntgenstralenbuis gezonden signaal
 30 wordt gemodificeerd en het over de buis optredende potentiaalverschil op de constante referentiewaarde wordt gestabiliseerd.

Zoals blijkt uit fig. 4, omvat elke regelbuis 144, 146 een gedeelte van een elektrische baan tussen de secundaire ketens 130, 132 en aarde 152. Door de spanning op de roosters 148, 150 van de regelbuis-
 35 zen te modificeren wordt de impedantie, welke deze regelbuizen voorstellen, zodanig gewijzigd, dat het foutsignaal 138 tot een minimum zal worden teruggebracht. De verandering in regelbuisimpedantie wordt als een

signaal met twee componenten naar de elektroden van de röntgenstralen-
 buis overgedragen. Twee shuntbanen 154, 156 (in fig. 5 als RC-netwerk
 afgebeeld) overbruggen de secundaire transformatorketens en dragen de
 wisselstroomcomponent, die een gevolg is van de verandering in de regel-
 5 buisimpedantie, naar de kathode/anode 114, 116 van de röntgenstralen-
 buis over. Deze shuntbanen vormen een baan met kleine impedantie voor
 wisselstroemsignalen, die door de regeling van de stuurroosters 148,
 150 worden opgewekt en maken het mogelijk, dat deze wisselstroemsignalen
 fluctuaties in de versnellingspotentiaal matigen. Er is ook een gelijk-
 10 stroomcomponent aanwezig, welke overeenkomt met de spanningsval over de
 trioden 144 en 146, welke component de aan de anode 114 en de kathode
 116 toegevoerde spanningen op een schadelijke wijze beïnvloedt. Derhalve
 zijn de spanningen op de anode en de kathode een functie van zowel het
 uitgangssignaal van de secundaire transformatorketens als van de wissel-
 15 stroom- en gelijkstroomcomponenten van de in de terugkoppelbanen opge-
 wekte spanning.

Ter illustratie wordt aangenomen, dat het spanningsverschil tus-
 sen de kathode en de anode van de röntgenstralenbuis kleiner is dan een
 optimale waarde. D.w.z., dat de gewenste versnellingspotentiaal groter is
 20 dan de momentane werkelijke versnellingspotentiaal die over deze buis op-
 treedt. Wanneer deze toestand zich voordoet, hebben de door de buis ge-
 ãmitteerde röntgenstralenbundels een gemiddelde energie, welke kleiner is
 dan een optimale, gewenste waarde. Onder deze omstandigheden zal het
 stuursignaal 137 de neiging hebben om in waarde af te nemen tot een ni-
 25 veau, dat lager ligt dan dat van het referentiesignaal 134, en zal de
 foutgenerator 136 ervoor zorgen, dat een uitgangsfoutsignaal 138 naar de
 roosters 148, 150 wordt gezonden. Tijdens het bedrijf is het niet het fout-
 signaal 138, doch een versterkt signaal, dat gebruikt wordt om de spanning
 op de twee roosters te regelen. Deze versterking wordt verkregen door het
 30 signaal over twee compensatieversterkers 158, 160 en daarna over twee roos-
 teraandrijfinrichtingen 162, 164 te zenden. Het naar de roosteraandrijf-
 inrichting 162 gezonden signaal doorloopt een isolatieketen, welke is voor-
 zien van organen om het uitgangssignaal van de versterker 158 om te zetten
 in licht, en organen om het lichtsignaal weer om te zetten in een spanning,
 35 zoals later zal worden besproken. De uitgangsspanning op de roosteraandrijf-
 inrichtingen zal de spanning op de roosters 148, 150 modiïeren teneinde
 het anode-kathodespanningsverschil van de röntgenstralenbuis tot de gewenste

constante waarde daarvan te vergroten teneinde daardoor het stuursignaal 137 zodanig te vergroten, dat dit opnieuw gelijk is aan het referentiesignaal 135, waardoor het foutsignaal 137 tot nul wordt gereduceerd. Indien, zoals werd gepostuleerd, het anode-kathodespanningsverschil moet
 5 worden vergroot, moet de spanningsval over de regelbuizen 144, 146 worden verkleind door modificatie of instelling van de roosterpotentialen. De vermindering van de spanningsval over de buis 144, welke een negatieve spanningsval tussen de secundaire keten 130 en aarde is, leidt ertoe, dat de anode 114 meer positief ten opzichte van aarde wordt. De ver-
 10 kleinde spanningsval over de buis 146, welke een positieve spanningsval tussen de secundaire keten 132 en aarde is, leidt ertoe, dat de kathode 122 meer negatief ten opzichte van aarde wordt.

Het is duidelijk, dat de roosterpotentialen niet op een optimale waarde wordt gestabiliseerd en dat in plaats daarvan het stelsel volgens
 15 een dynamische terugkoppelmodus werkt. De gelijkgerichte uitgangssignalen van de secundaire transformatorketens zijn pulserende spanningen, zodat de roosteraandrijfinrichtingen 162, 164 continu moeten worden ingesteld wanneer het in de foutgenerator opgewekte foutsignaal verandert. De terugkoppelschakeling reageert voldoende snel op de pulserende ge-
 20 lijkspanning om een spanningsstabilisatie te verkrijgen (een in hoofdzaak constante spanning tussen de anode 114 en de kathode 116). Deze stabilisatie vereist geen filtercondensatoren en is voor een nauwkeurige CT-röntgenstralenopwekking voldoende.

De twee regelbuizen 144, 146, die in de terugkoppelgedeelten
 25 140, 142 aanwezig zijn, vervullen soortgelijke functies, doch ten gevolge van de tegengestelde polariteit van de potentialen op de kathode en de anode van de röntgenstralenbuis, zijn de twee buizen op een verschillende wijze uitgevoerd. Van de ene regelbuis 144 is de anode in wezen geaard en van de tweede buis 146 bevindt de kathode zich zeer dicht bij aarde.
 30 De tegenovergelegen (niet-geaarde) elektroden bevinden zich op een spanning van enige duizenden volt ten opzichte van aarde, waarbij van de buis met geaarde anode de gloeidraad ver onder aardpotentialen is gelegen en van de buis met geaarde gloeidraad de anode ver boven aarde is gelegen.

35 Om de stroom van elektronen in de regelbuizen te besturen moet de stuurroosterspanning in een gebied bij de gloeidraadspanning worden gehouden. Voor de buis 146 met geaarde gloeidraad vormt deze eis geen

probleem. De potentiaal van de rooster 150 daarvan wordt iets onder aarde gehouden en kan tot een waarde van bij benadering 150 volt negatief toenemen. Een modificatie van deze spanning door de roosteraandrijfinrichting 146 wijzigt de stroom van elektronen in deze buis 146 en derhalve
 5 de impedantie tussen aarde en de kathode van de röntgenstralenbuis.

De beperking, opgelegd aan de andere rooster 148, brengt regelproblemen met zich mede aangezien deze rooster op een potentiaal van de orde van de niet-geaarde gloeidraadpotentiaal moet worden gehouden, welke bij benadering 10.000 volt onder aardpotentiaal is. Het probleem is een
 10 stuurfunctie evenredig met het foutsignaal naar een stuurrooster 148 te zenden, dat op een potentiaal van bij benadering 10.000 volt wordt gehouden. Een elektrische koppeling tussen de hoogspanningsrooster en het foutsignaal met lage spanning zou tot spanningspieken, boogvorming en stromen met ongeschikte waarden leiden. Men heeft deze problemen verme-
 15 den door het opnemen van een elektrisch isolatieketengedeelte 166 tussen de foutsignaalcompensatieversterker 158 en de hoogspanningsroosteraandrijfinrichting 162.

Het isolatiegedeelte 166 omvat een in frequentie gemoduleerde ontvanger 169, die via een lichtpijp met een in frequentie gemoduleerde
 20 aandrijfinrichting 167 is verbonden. Het foutsignaal wordt naar de frequentiemodulatie-aandrijfinrichting 167 gezonden, die het spanningssignaal in een in frequentie gemoduleerd signaal omzet. Het in frequentie gemoduleerde signaal wordt via de lichtpijp naar de frequentie-gemoduleerde ontvanger gezonden, die de in frequentie gemoduleerde informatie
 25 decodeert en deze weer de vorm geeft van een elektrisch spanningssignaal. De lichtpijp is natuurlijk een elektrische isolator en derhalve beïnvloedt de hoge potentiaal op de rooster 148 de laagspanningsgedeelten van de generator 110 niet. De codering en decodering van informatie via het elektrische isolatiegedeelte 166 geschiedt door een lichtbundelsignaal
 30 in amplitude te moduleren met een gemoduleerde onderdraaggolf met een frequentie van 160 kHz. Methoden om dit signaal zodanig te modifiëren, dat de foutsignaalinformatie wordt gevoerd, zijn bekend. Een optisch koppelsysteem, dat in staat is een dergelijke functie te vervullen, is verkrijgbaar bij Burr-Brown. Dit stelsel omvat een model 3712T-zender, een
 35 model 3712R-ontvanger en een vezel-optische koppelinrichting.

Met de niet-geaarde elektroden van elke regelbuis zijn twee spanningsdelers 168, 170 verbonden. Deze spanningsdelers dienen mede om de

twee regelbuizen 144, 146 in een dynamisch bedrijfsgebied te houden. Twee uitgangssignalen 172, 174 uit de delers 168, 170 worden overgedragen naar een sommeer- of balansversterker 176. Deze versterker 176 ontvangt deze twee signalen en levert een uitgangssignaal, dat evenredig is met hun algebraïsche som. Zoals bekend, is het uitgangssignaal 172 uit één spanningsdeler 168 een signaal, dat evenredig is met het uitgangssignaal op de niet-geaarde gloeidraad van de regelbuis 144 met geaarde anode. Het uitgangssignaal 174 van de andere deler is evenredig met de spanning, welke op de anode van de regelbuis 146 met geaarde gloeidraad optreedt.

Om het verschil in spanning over de kathode en anode van de röntgenstralenbuis te onderhouden, behoeven deze twee waarden niet aan elkaar gelijk te zijn, doch om ervoor te zorgen, dat de regelbuiswerking in een dynamisch bedrijfsgebied wordt gehouden (d.w.z., dat geen van de beide buizen in het verzadigings- of afknijpgebied komt) wordt een uitgangssignaal 178 van de sommeerversterker 176 gebruikt om het door de fout-generator geëmitteerde foutsignaal 138 te modifiëren. Deze modificatie houdt elke niet-geaarde regelbuis elektrode op nagenoeg dezelfde absolute spanning ten opzichte van aarde en houdt daardoor de regelbuis in een bedrijfsgebied, waarbij het potentiaalverschil van de röntgenstralenbuis op een dynamische wijze wordt geregeld. Zonder het gebruik van deze balans- of sommeerversterker 166 is het mogelijk, dat, ofschoon het potentiaalverschil over de kathode en anode 114, 116 van de röntgenstralenbuis op een relatief stabiele waarde wordt gehouden, de spanningsval over één regelbuis aanmerkelijk kleiner is dan die van de andere en op een bepaald moment de terugkoppelstabilisatieschakeling faalt ten gevolge van of een afknijping of een verzadiging van de ene of de andere van de regelbuizen. Door de werking van de sommeer- of balansversterker in de terugkoppellus wordt de spanningsval over elke regelbuis op bij benadering gelijke absolute waarden gehouden. Een wijziging van de spanning op de stuurroosters 148, 150 blijft het verschil in potentiaal over de röntgenstralenbuis op een constant niveau onderhouden.

Fig. 5 toont een gedetailleerd schema van het in fig. 4 afgebeelde stelsel. Zoals boven is opgemerkt, treedt een spanning uit twee ingangsklemmen 120, 122 over de anode 114 en de kathode 116 van een röntgenstralenbuis 112 op. Elektronen worden uit de kathode 116 geëmitteerd in responsie op een stroom, die door een gloeidraadvoedingsbron 210 wordt opgewekt. De elektronen worden over de röntgenstralenbuis versneld, tref-

fen de anode 114 en er wordt röntgenstraling geëmitteerd.

De hoogspanning wordt geleverd door twee secundaire transformatoren 130, 132. De ene secundaire transformator 130 heeft de configuratie van een ster en de tweede secundaire transformator 132 heeft een driehoeksvorm. De uitgangssignalen van de ster- en driehoeks-wikkelingen worden door een aantal dioden gelijkgericht. De dioden 212a-c en 214a-c dienen om het uitgangssignaal van de Y-transformator gelijk te richten en een tweede stel dioden 216a-c en 218a-c dienen voor het gelijkrichten van het uitgangssignaal van de driehoekstransformator. Zonder de terugkoppelwerking van de generator volgens de uitvinding zouden de uitgangssignalen van deze gelijkgerichte secundaire transformatorwikkelingen pulserende gelijkspanningen zijn en zou een onregelmatig pulserende versnellingspotentiaal aan de röntgenstralenbuis worden aangelegd.

De terugkoppelcorrectieketen omvat een hoogspanningsdeler 220, die de hoge spanningen, welke op de kathode en de anode van de röntgenstralenbuis optreden, in waarde reduceert. Deze spanningen met geringere waarde zijn geschikt om in de terugkoppelgedeelten van de röntgenstralenstabilisatiegenerator te worden gebruikt. De hoogspanningsdeler 200 omvat een eerste spanningsdeler 222 en een tweede spanningsdeler 224, die het hoge ingangssignaal uit de anode en de kathode met een factor 10.000 delen. Het uitgangssignaal van deze twee spanningsdelers wordt toegevoerd aan twee vermogensversterkers 226, 228.

De hoogspanningsdeler 220 wekt twee uitgangssignalen 230, 232 op en deze worden over een tweede paar vermogensversterkers 234, 236 overgedragen. Deze twee uitgangssignalen vormen de ingangssignalen voor een differentiaalversterker 238. Het uitgangssignaal 137 van de differentiaalfoutversterker is een signaal, dat evenredig is met het absolute spanningsverschil tussen de hoge spanningen, die tussen de kathode en de anode optreden. Bij de in fig. 5 afgebeelde voorkeursuitvoeringsvorm levert een spanningsafstand van 20 kV een uitgangsspanning 137 van de differentiaalversterker 238 met een waarde van 1 V.

Zoals reeds is opgemerkt, levert een referentiegenerator 134 een referentiespanningsniveau op de uitgang 135, welk niveau evenredig is met een gewenste versnellingspotentiaal. Bij de voorkeursuitvoeringsvorm volgens de uitvinding treedt een signaal van 1 V op de uitgang 135 voor elke 20.000 V van de gewenste versnellingspotentiaal op. Het uitgangssignaal 135 wordt opgewekt door een referentie-ingangssignaal

233 en twee versterkers 235, 237. Het ingangssignaal 233 wordt slechts tijdens het belichten van een patient naar de uitgang 135 overgedragen. Een schakelaar 239 sluit de keten tijdens de belichting en voltooit op andere tijdstippen een verbinding met een voedingsbron van -15 V.

5 De twee uitgangssignalen 135, 137 van de referentiegenerator 134 respectievelijk de differentiaalversterker 238 worden gesommeerd door een sommeer- of foutgenerator 136. Indien de momentane spanning, die tussen de kathode en anode van de röntgenstralenbuis optreedt, gelijk is aan de gewenste versnellingspotentiala, zal het uitgangssignaal van
10 de foutgenerator een waarde van 0 V hebben. Een verschil tussen de werkelijke momentane versnellingspotentiala en het gewenste of referentiesignaal, levert of een positieve of een negatieve uitgangsspanning van de foutgenerator 136, welke wordt gebruikt om de roosterpotentialen van de twee regelbuizen te modifiëren.

15 Een aantal operationele versterkers 240 - 242 dient om het fout-signaal naar een kathoderoosteraandrijfinrichting 164 over te dragen, welke de spanningen, die op de stuurrooster van de buis met gearde gloeidraad optreden, modifieert. Andere versterkers 243, 244 dragen het foutsignaal over naar een in frequentie gemoduleerde aandrijfinrichting
20 167, die op zijn beurt het foutsignaal aan het geïsoleerde gedeelte van de keten 166 toevoert. Deze operationele versterkers 240 - 244 dienen om de juiste energie-overdracht en ook de ketenstabiliteit te onderhouden. Zonder deze versterkers is het mogelijk, dat onder variërende terugkoppelomstandigheden de schakeling kan gaan oscilleren en de werking van
25 het stelsel kan verstoren.

Een uitgangssignaal 246 van de versterker 244 vormt een ingangssignaal voor de in frequentie gemoduleerde aandrijfinrichting 167. Deze aandrijfinrichting zet het foutsignaal, dat de vorm heeft van een spanning, om in een in frequentie gemoduleerd signaal, dat op een geschikte wijze
30 door een optisch gekoppelde schakeling, zoals een lichtpijp naar een geïsoleerd gedeelte 166 kan worden overgedragen. Het in frequentie gemoduleerde signaal wordt ontvangen door een ontvanger 169, die het in frequentie gemoduleerde signaal weer omzet in een spanningssignaal en dit signaal via twee versterkers aan de anoderoosteraandrijfinrichting 162
35 toevoert. Zowel de anode- als de kathoderoosteraandrijfinrichting omvat versterkers met versterkingen met een waarde van bij benadering 150 en een dynamisch gebied van bij benadering 170 V. Door de uitgangsspanning

van de twee roosteraandrijfinrichtingen te modifiëren, is het mogelijk de regelbuisimpedanties en derhalve de spanningsval over deze twee regelbuizen te wijzigen. Deze modificatie en regelbuisimpedantie leidt tot een spanningssignaal, dat op de twee uitgangen 248, 250 van de niet-geaarde elektroden van de twee regelbuizen optreedt. Tengevolge van de aanwezigheid van een shuntbaan 154, 156 tussen deze punten en respectievelijk de anode en kathode van de röntgenstralenbuis, wordt dit gemoduleerde signaal, dat op de niet-geaarde elektroden van de twee regelbuizen optreedt, aan de kathode en de anode van de röntgenstralenbuis toegevoerd.

Op deze wijze modifiëren veranderingen in de regelspanning op de regelbuisroosters direct de spanningsafstand tussen de kathode en de anode van de röntgenbuis, waarbij daar een juiste modulatie van deze stuurspanning het spanningsverschil tussen deze twee elektroden op een constante waarde wordt gehouden.

Aangezien het gewenst is niet slechts de spanningsafstand van de röntgenstralenbuis constant te houden, doch ook elke regelbuis in een dynamisch bedrijfsgebied te houden, worden de niet-geaarde elektrodespanningen verder zodanig ingesteld, dat ervoor gezorgd wordt, dat zij zich steeds op bij benadering hetzelfde absolute spanningsniveau bevinden.

Het is belangrijk de regelbuizen in een dynamisch bedrijfsgebied te bedienen, opdat de maximaal mogelijke regeling over de versnellingspotentialen van de röntgenstralenbuis wordt verkregen. De spanning, die op de niet-geaarde elektroden van de twee buizen optreedt, wordt gecontroleerd en een niet-gelijkheid in de absolute waarde daarvan (er wordt op gewezen, dat de ene bij benadering 10.000 V boven aarde en de andere 10.000 V onder aarde is) leidt tot een stuursignaal, dat het naar de kathode- en anoderoosteraandrijfinrichtingen gezonden foutsignaal modifieert.

Twee spanningsdelers 168, 170 nemen steekproeven van de spanning op de niet-geaarde elektroden van de twee regelbuizen en voeren een signaal, dat evenredig met deze spanningen is, toe aan een sommeerversterker 176. Indien de twee spanningen aan elkaar gelijk zijn (of dezelfde absolute waarde hebben) heeft het uitgangssignaal 178 van de sommeerversterker een waarde van 0 V en wordt het foutsignaal, dat op een verbindingspunt 180 in de terugkoppelketen optreedt, niet gewijzigd. Indien evenwel de twee spanningen, die op de niet-geaarde elektroden optreden, ongelijk zijn, modificeert een signaal 178 het naar de kathoderooster-aandrijfinrichting gezonden signaal in een zodanige zin, dat de anodespanning van de triode

146 weer in absolute waarde gelijk wordt aan de kathodespanning van de triode 144. Derhalve onderhoudt een dubbele terugkoppelketen de spanning of de versnellingspotentiaal over de kathode en anode van de röntgenstralenbuis op een constante waarde en houdt de regelbuizen in een dynamisch
5 bedrijfsgebied teneinde een maximale besturing van de versnellingspotentiaal te verkrijgen.

Het balansgedeelte van de keten omvat twee versterkers 260, 262. Deze zijn bufferversterkers en voeren het signaal uit de spanningsdelers 168, 170 en deze signalen toe aan een sommeerpunt 264. Met de
10 uitgang van de spanningsdelers 168, 170 zijn twee zener dioden 266, 268 verbonden. Deze beveiligen de versterkers 260, 262 tegen grote spanningspieken indien in de weerstanden van 25 kohm van de delers 168, 170 een breuk optreedt.

Het balansgedeelte omvat voorts een schakelaar 270, die het balanssignaal 178 buiten werking stelt. Indien dit het geval is wordt de
15/ constante potentiaal tussen de kathode en de anode van de röntgenstralenbuis onderhouden, doch de niet-geaarde elektroden van de regelbuizen worden niet langer op dezelfde potentiaal ten opzichte van aarde gehouden. Deze schakelaar wordt voor testen en centreerdoeleinden gebruikt.

20 Elke regelbuisketen omvat voorts een grote weerstand 270, 272, die tussen een elektrode van de röntgenstralenbuis en aarde is verbonden. Deze weerstand draagt bij tot het voorspannen van de regelbuizen, zelfs bij geringe röntgenstralenbuisstromen. Wanneer de weerstanden 270, 272 in de keten aanwezig zijn, is de stroom, die door de regelbuizen vloeit,
25 gelijk aan de stroom, die over deze grote voorspanningsweerstand vloeit, vermeerderd met de stroom, die door de röntgenstralenbuis vloeit. Andere ketens in het stelsel 10 controleren de röntgenstralenbuisstroom en modifieren deze stroom wanneer veranderingen plaats vinden in de gewenste stroomkeuze. Om de röntgenstralenbuisstroom op een nauwkeurige wijze te
30 controleren, worden twee uitgangssignalen 256, 258 naar andere en niet in het schema afgebeelde schakelingen gezonden. Deze uitgangssignalen worden gecombineerd tot één signaal, dat evenredig is met de buisstroom en worden gebruikt om het uitgangssignaal van de gloeispanningsbron 210 te regelen.

35 In het gedetailleerde schema van fig. 5 zijn voorkeurswaarden voor condensatoren en weerstanden opgegeven, doch de hoogspanningsstabilisatie kan ook worden verkregen onder gebruik van andere component-

waarden. In de voorkeursketen wordt gebruik gemaakt van een regelbuis van het model No. 6423F.

Uit het bovenstaande blijkt, dat een stelsel volgens de uitvinding het elektrische potentiaalverschil tussen de anode en de kathode van een röntgenstralenbuis over een uitgestrekt gebied op een gestabiliseerde waarde houdt, zonder dat filtercondensatoren nodig zijn. Voorts is tijdens de CT-belichting geen primaire transformatorregeling nodig. Men kan vóór de belichting gebruik maken van een primaire transformatorregeling. De gestabiliseerde hoge spanning wordt dan onderhouden door de dynamische regeling, welke voldoende flexibel is om rekening te houden met normale voedingslijnfluctuaties.

Bij de beschreven uitvoeringsvorm volgens de uitvinding worden twee driefase secundaire transformatorketens met dubbele gelijkrichting gebruikt voor het gerschaffen van twee pulserende gelijkspanningen. Eén van deze spanningen ligt boven aarde en de andere onder aarde en het is het verschil van deze spanningen, dat over de kathode en anode van de röntgenstralenbuis optreedt. De beide secundaire transformatoren kunnen door eenzelfde primaire wikkeling worden bekrachtigd, doch de uitgangssignalen daarvan behoeven niet symmetrisch ten opzichte van aardpotentiaal te liggen. Bij een bepaalde uitvoeringsvorm ijlt één pulserend gelijkstroomsignaal bij het andere voor, zodat het spanningsverschil tussen de twee signalen een periodiciteit van 12 perioden per primaire bekrachtigingsperiode bezit. Zoals boven is vermeld, zou deze periodiciteit het opwekken van de röntgenstralen op een schadelijke wijze beïnvloeden zonder de werking van de differentiaalterugkoppelregeling, die men bij de voorkeursuitvoeringsvorm volgens de uitvinding aantreft.

C O N C L U S I E S :

1. Keten voor het opwekken van spanningen, welke bijvoorbeeld geschikt zijn om te worden toegevoerd aan de anode, respectievelijk de kathode van een röntgenstralenbuis gekenmerkt door een wisselspanningsbron, organen (130, 132 en dioden), die met de bron zijn verbonden voor
 - 5 het opwekken van eerste en tweede variërende gelijkspanningen, waarbij de eerste spanning een gemiddelde potentiaal heeft, die relatief positief ten opzichte van een referentiepotentiaal is, en waarbij de tweede spanning een gemiddelde potentiaal heeft, welke relatief negatief is ten opzichte van de referentiepotentiaal, organen (220, 221), die in responsie
 - 10 op de eerste en tweede spanningen een stuursignaal opwekken, dat evenredig is met het verschil tussen de genoemde spanningen; een referentiesignaalgenerator (134) voor het opwekken van een referentiesignaal bij een niveau, dat evenredig is met een gewenst spanningsverschil tussen de eerste en tweede gelijkspanningen, organen (136) om het referentie-
 - 15 signaal met het stuursignaal te vergelijken teneinde een foutsignaal op te wekken wanneer bedoelde signalen niet aan elkaar gelijk zijn, en terugkoppelorganen, die in responsie op het foutsignaal de waarden van de eerste en tweede spanningen zodanig veranderen, dat het foutsignaal tot een waarde nul wordt gereduceerd en daardoor het verschil tussen de eerste
 - 20 en tweede spanningen op een in hoofdzaak constante waarde wordt gehouden.
 2. Keten volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat de terugkoppelketenorganen zijn voorzien van eerste en tweede regelbare impedantieorganen, waarbij de eerste organen tussen de organen, welke de eerste variërende gelijkspanning opwekken en aarde zijn verbonden en de tweede organen
 - 25 tussen de organen, welke de tweede variërende gelijkspanning opwekken, en aarde zijn verbonden.
 3. Keten volgens conclusie 2 met het kenmerk, dat elk van de regelbare impedantieorganen is voorzien van een triode, waarbij de eerste triode (144), die met de organen voor het opwekken van de eerste gelijk-
 - 30 spanning is verbonden, met de kathode daarvan met de genoemde organen en met de anode daarvan met een referentiespanningspunt is verbonden, en de tweede triode (146), die met de organen voor het opwekken van de tweede pulserende gelijkspanning is verbonden, met de anode daarvan met de genoemde organen en met de kathode daarvan met het referentiespanningspunt
 - 35 is verbonden, waarbij de impedantie van de respectievelijke trioden wordt bestuurd door respectieve signalen, die aan de stuurroosters van de

trioden worden toegevoerd, welke signalen uit het foutsignaal worden afgenomen.

4. Keten volgens conclusie 3 gekenmerkt door organen om de kathode van de eerste triode en de anode van de tweede triode op in hoofdzaak hetzelfde absolute spanningsniveau te houden.

5. Keten volgens conclusie 2 met het kenmerk, dat de organen voor het opwekken van pulserende gelijkspanningen zijn voorzien van eerste en tweede secundaire driefazetransformatorwikkelingen, waarbij een van de transformatorwikkelingen in Y-configuratie en de andere in Δ -configuratie is verbonden, en waarbij verder dioden aanwezig zijn, die met elk van de wikkelingen zijn verbonden om de daardoor opgewekte wisselspanning gelijk te richten.

6. Keten volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat de terugkoppelorganen zijn voorzien van organen om bij elke variërende spanning een gelijkstroomcomponent (via 144 en 146) en een wisselstroomcomponent (via 154 en 156) op te tellen.

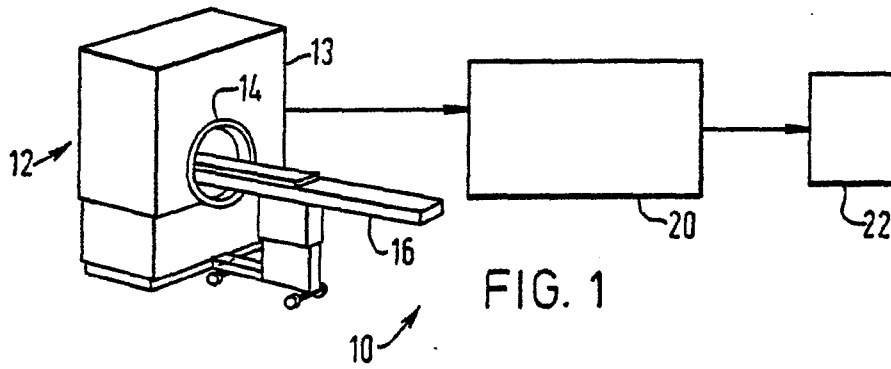


FIG. 1

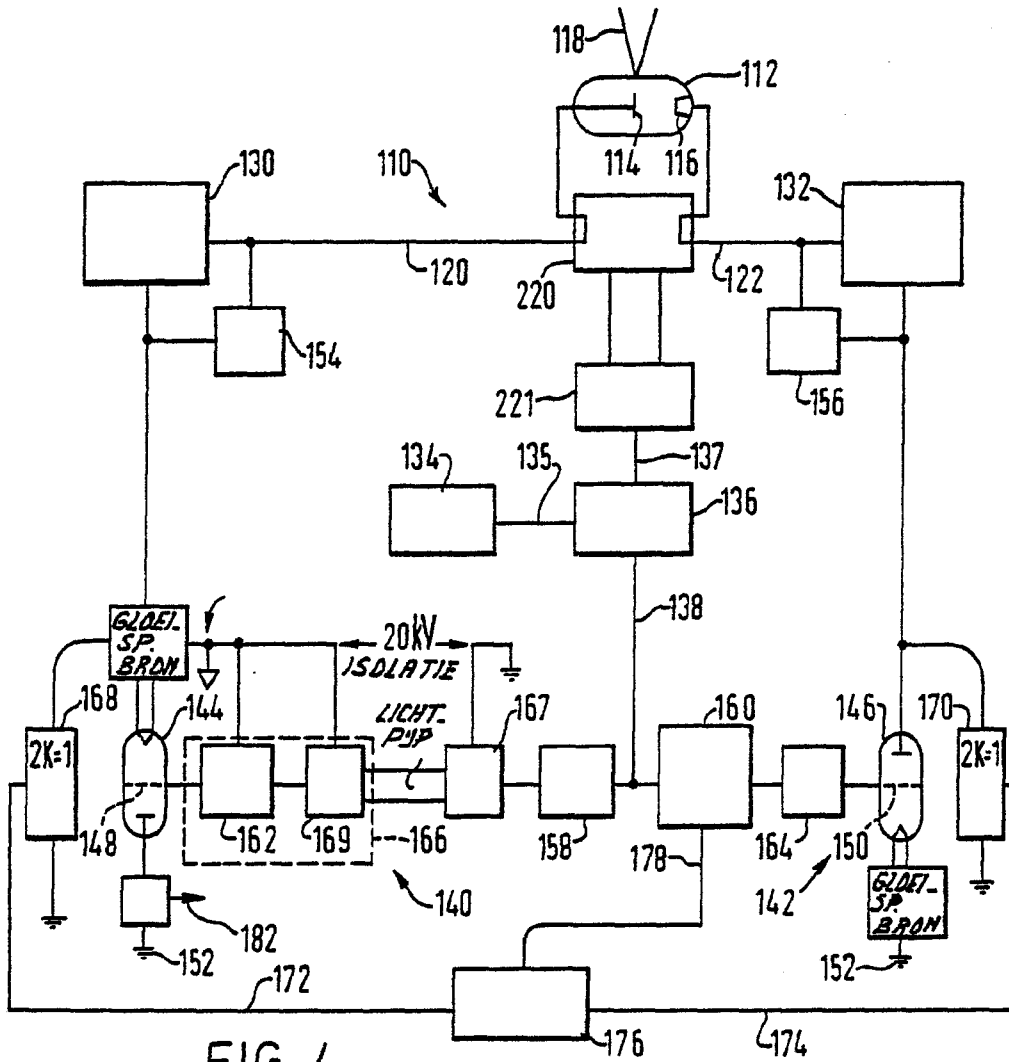


FIG. 4

8005497

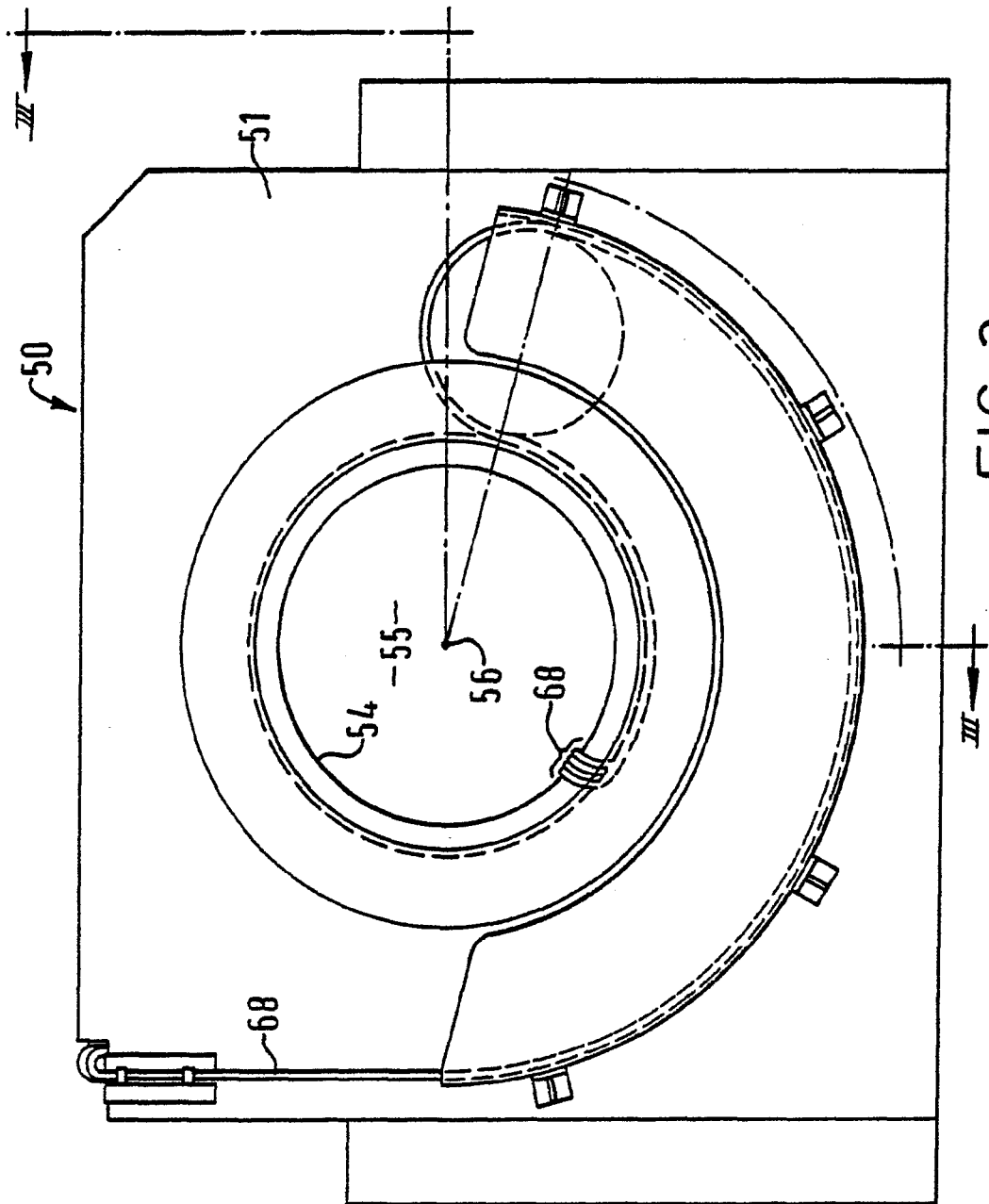


FIG. 2

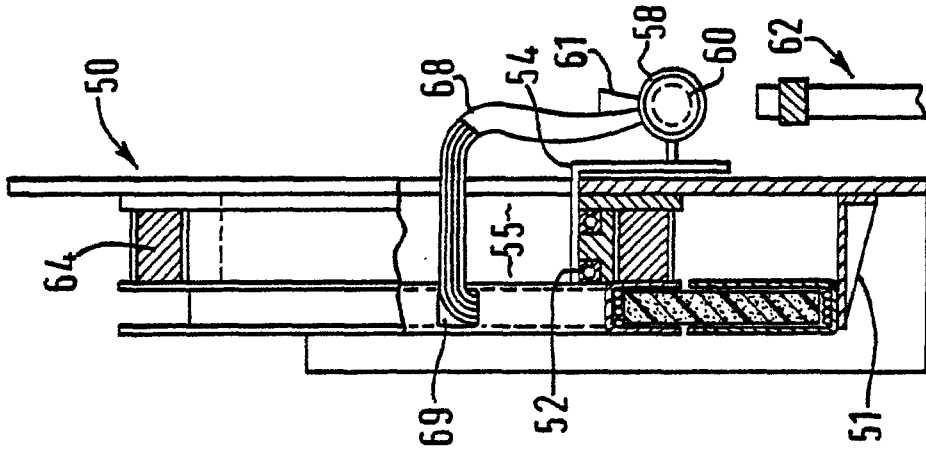


FIG. 3

80 05 49 7

80 05 49 7

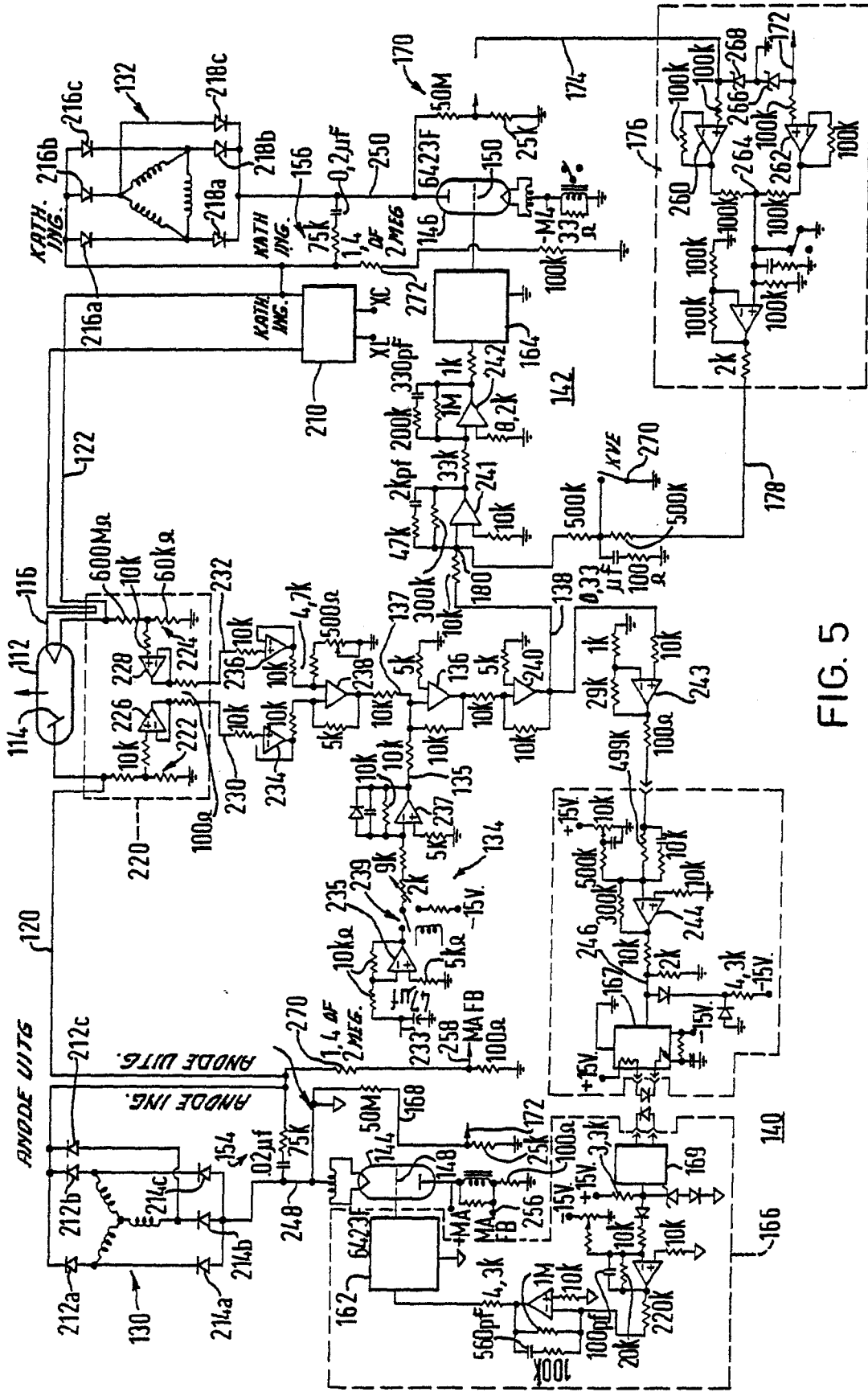


FIG. 5