



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8502180**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Integrale kristal-gestuurde lijnspanningballast voor compacte RF fluorescentielampen.**
- ⑤1 Int.Cl⁴.: H05B 41/24, H01J 65/04.
- ⑦1 Aanvrager: General Electric Company te Schenectady, New York, Ver. St. v. Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.H. Boelsma c.s.
Octrooibureau Polak & Charlouis
Laan Copes van Cattenburch 80
2585 GD 's-Gravenhage.

- ②1 Aanvraag Nr. 8502180.
- ②2 Ingediend 2 augustus 1985.
- ③2 Voorrang vanaf 6 augustus 1984.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 638166 .
- ⑥2 --

- ④3 Ter inzage gelegd 3 maart 1986.

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

Korte aanduiding: integrale kristal-gestuurde lijnspanningballast voor compacte RF fluorescentielampen.

De uitvinding heeft betrekking op een kristal-gestuurde lijnspanning ballast voor compacte RF fluorescentielampen en meer in het bijzonder op een integrale hoog rendement ballastschakeling voor het in werking stellen van electrodeloze fluorescentielampen.

5 In de laatste jaren werden in het 100-150 kHz. gebied werkende lampballasten met succes ontwikkeld, voor het starten en laten werken van spoelvormige electrodeloze fluorescentie(SEF) lampen. In dergelijke lampen wordt een ferriet- of luchtkern spoel gebruikt om de RF-energie te koppelen aan de lampontlading. Met de recente voordelen uit de hoge spanning FET (veld
10 effect transistor) technologie is het mogelijk sinusgolfvermogen te produceren op lijnspanningsniveau met een hoog rendement en bij frequenties, die reiken tot in het megahertz bereik. Werking bij hogere frequenties maakt kleinere, lichtere, lagere kostprijs ballastschakelingen mogelijk, welke bijzonder aantrekkelijk zijn voor het in één omhulsel onderbrengen van
15 ballast en lamp.

Door een SEF-ballast gegenereerde electromagnetische interferentie (EMI) bevat de grondfrequentie en zijn harmonische frequenties en wordt continue geproduceerd, terwijl de SEF-lamp werkt en niet slechts een moment om de lamp te starten, zoals bij conventionele fluorescentielampballasten.
20 Aangezien er geen frequentieband toegewezen is aan industriële, wetenschappelijke en medische (ISM)toepassingen, welke het 100-150 kHz. gebied bevat, dient een in dit gebied werkende ballast en lampsamenstel zeer goed beschermd te zijn om te voldoen aan FCC-regels, welke electromagnetische straling beheersen. Werking bij een aan ISM toegewezen frequentie zou de
25 noodzaak tot het zoeken van FCC verbetering vermijden, voor het laten werken van lampen bij een frequentie, welke nog niet afgeschaft is voor een dergelijk commercieel produkt. Het zal noodzakelijk blijven om RF-interferentie met andere electronische inrichtingen te beperken, zoals radio en televisie-ontvangers, welke gemakkelijk gebruikt kunnen worden
30 binnen afstanden van slechts enkele centimeters van de lamp.

Gezien de voordelen van hogespanning FET-technologie en de daaraan inherente voordelen, zoals hierboven genoemd, zou een integrale SEF-lamp ballast, welke werkt bij hogere frequenties dan de hiervoor ontwikkelde lampballast wenselijk zijn. De fysische omvang van de ballastschakeling is
35 klein genoeg, zodat het gemakkelijk en integraal met een SEF-lamp in één omhulsel verpakt kan worden, zonder de omvang van de lamp te sterk te vergroten. Verder kan de ballastschakeling ten opzichte van een lage

frequentieballast goedkoop zijn en een hoog volume productie van SEF-lampen zou economisch meer aantrekkelijk worden.

Het rendement (omzetting van AC-lijnvermogen in RF-vermogen) van de ballast dient hoog te zijn, zeg groter dan 70%, om problemen van
5 warmteverlies en thermische regeling te beperken. Verder dient het rendement niet sterk te variëren over het bereik van verwachte lijnspanningen, aldus het gebruik van een kleinere DC-filtercapaciteit toelatend, waardoor de ingangsvermogensfactor van de ballast verbeterd wordt. Voldoende vermogen dient verschaft te worden aan de lamp vanuit de ballast, om het starten en
10 herstarten van de lamp over het volle bereik van verwachte omgevingstemperaturen te verzekeren. Verder zijn voorzieningen wenselijk voor het dimmen van de lamp en voor het gemakkelijk instellen van de uitgangsimpedantie van de ballastschakeling, om impedantie-variaties tussen lampen van een gelijk type aan te passen. Eveneens dient de uitgangsfrequentie van
15 de ballast relatief constant gehouden te worden, ongeacht variaties in de impedantie van de belasting (SEF-lamp), voedingsspanning of temperatuur van de ballast.

Een doel van de onderhavige uitvinding is daarom het verschaffen van een ballast voor een SEF-lamp, waarbij de uitgangsfrequentie van de
20 ballast zich in een ISM-frequentieband bevindt.

Een ander doel is het verschaffen van een ballast, welke integraal samengevoegd kan worden met een SEF-lamp.

Nog een ander doel is het verschaffen van een hoog rendement ballast voor een SEF-lamp.

25 Een verder doel is het verschaffen van een ballast voor een SEF-lamp, waarbij de uitgangsfrequentie van de ballast niet significant varieert als functie van de belastingsimpedantie, voedingsspanning en temperatuur van de ballast.

Overeenkomstig de onderhavige uitvinding bevat een ballast-
30 schakeling voor een spoelvormige electrodeloze fluorescentie(SEF)lamp een aan een DC-voeding gekoppelde oscillatieschakeling, voor het genereren van een RF-oscillatiesignaal en bevat middelen, welke reageren op het RF-oscillatiesignaal om afzonderlijke schakelsignalen van tegenovergestelde fase te ontwikkelen, om een paar in serie verbonden RF versterkende vermogenstransis-
35 tors te sturen, waarvan elk een met één van de schakelsignalen gekoppelde ingang heeft. De vermogenstransistors zijn zodanig verbonden dat zij een gemeenschappelijke uitgang hebben en worden afwisselend aangestuurd, om een RF uitgangsspanning op de gemeenschappelijke uitgang te verschaffen voor het voeden van vermogen aan een spoel van een fluorescentielamp. Het RF oscilla-

tiesignaal wordt omgezet in schakelsignalen met tegengestelde fase door middel van een transformator, welke met de ingangen van de vermogenstransistor verbonden tegengesteld gepoolde secundaire windingen heeft. Een terugkoppelspoel wordt toegepast om een gedeelte van de stroom in de spoel van de lamp regeneratief terug te koppelen naar de transformator en een variabele condensator wordt verschaft voor het selectief koppelen van vermogen vanuit de ballastschakeling aan de spoel van de lamp. De oscillatieschakeling bevat een aan de ingangen van de vermogenstransistor gekoppelde resonantieschakeling, welke afgestemd is op de oscillatiefrequentie. De resonantieschakeling, welke de terugwerkende ingangsimpedanties van de vermogenstransistors bevat, verschaft de gate stuurspanningen aan de vermogenstransistors.

De uitvinding, zowel de opbouw als de werkingmethode, tezamen met de verdere doelen en voordelen daarvan, wordt hierna gedetailleerd beschreven met verwijzing naar de tekening, waarin een schakeling van een overeenkomstig de onderhavige uitvinding vervaardigde ballast getoond wordt.

Gezien de voordelen van toepassing van hogere werkingfrequenties voor een SEF-lamp en ballastconfiguratie, besloot Aanvrager om een ballast voor een SEF-(spoelvormige electrodeloze fluorescentie)lamp te ontwikkelen, welke werkt in de aan industriële, wetenschappelijke en medische (ISM)toepassingen toegewezen 13,56 MHz. band. Deze frequentie en zijn eerste harmonische werden historisch gebruikt in industriële toepassingen, zoals bij RF-verwarming. De tweede en derde harmonischen zijn op de zelfde wijze bestemd voor deze toepassing. Aangezien deze frequenties gereserveerd zijn voor industrieel gebruikt, kan het EMI-niveau en bijkomstige straling van de ballast relatief veel groter zijn, dan toegestaan is bij frequenties, welke niet binnen een ISM-frequentieband vallen. Dit is van bijzonder voordeel in een lamptoepassing bij 13,56 MHz. Vermogen kan aan de lampontlading overgedragen worden met een goed rendement, waarbij alleen gebruik gemaakt wordt van een kleine, bij de werkingfrequentie resonerend gemaakte spoelvormige spoel met luchtkern. Bij deze spoelgeometrie is het uitgestraalde gedeelte (lek) van het totale RF-veld veel groter dan bij gebruik van een ringvormige ferrietkern en spoel in een SEF-lamp, welke werkt bij 100 kHz.

Wanneer er gewerkt wordt bij ongeveer 13,56 MHz., vereisen FCC-regels, dat de frequentie van de voor het toevoeren van vermogen aan de lamp gebruikte RF spanning binnen een afwijking van +/- 6,78 kHz. gehouden dient te worden. Aanvrager heeft bepaald dat dit zeer eenvoudig tot stand gebracht kan worden door gebruik te maken van kristal-besturing van de ballast oscillator-frequentie.

8502180

Hoewel de werking en uitvoering van de ballast van de onderhavige uitvinding beschreven zal worden voor de 13,56 MHz. band, is het duidelijk, dat de resultaten van de onderhavige uitvinding bereikt kunnen worden bij andere frequenties door de door de onderhavige uitvinding voorgestelde 5 principes aan te hangen.

De figuur toont een schakeling van een ballast voor het laten werken van een SEF-lamp. Diodes CR1-CR4 vormen een gelijkrichtende diodebrug, gevoed door voedingsbron 10, bijv. een AC-lijn. Eén zijde van de bron is via smeltverbinding F1 verbonden met de anode-cathodeverbinding van 10 resp. CR1 en CR3, en de andere zijde is verbonden met de anode-cathodeverbinding van CR2 en CR4. De cathodeverbinding van diodes CR1 en CR2 is verbonden met een (positieve) zijde van filtercondensator C4, met omloopcondensator C8 en de drain D van veldeffect transistor (FET)Q1. De andere (negatieve) zijde van filtercondensator C4 en de omloopcondensator C8 15 zijn elk verbonden met de anodeverbinding van diodes CR3 en CR4, corresponderend met het plaatselijke aardpunt van de ballastschakeling. Condensator C8 doet RF stroom van de drain D van FET Q1 omlopen naar aarde, zodat RF stroom niet loopt door filtercondensator C4 en/of naar voedingsbron 10. Een DC voedingsspanning voor de ballastschakeling wordt daardoor 20 tot stand gebracht over filtercondensator C4 door de uit diodes CR1-CR4 bestaande brug gelijkrichter.

De positieve zijde van de diodebrug is via valweerstand R3 verbonden met de drain D van FET Q3. Tussen drain D van FET Q3 en aardpotentiaal is filtercondensator C7 aangesloten. FET Q3 kan een inrichting 25 zoals FET Q1 bevatten, maar met een lagere vermogensversterking, zoals een door Siliconix Corp., Santa Clara, Californië ontwikkelde metaal-poort FET of dergelijke.

De source S van FET Q3 is via de seriecombinatie van weerstand R4 en inductor L4 verbonden met aardpotentiaal. Omloopcondensator C5 is parallel 30 aangesloten over weerstand R4. De verbinding van weerstand R4 en inductor L4 is via de seriecombinatie van koppelcondensator C6 en de primaire winding van transformator T1 verbonden met aardpotentiaal. Condensator C6 voorkomt dat DC stroom door de primaire winding van transformator T1 loopt en daardoor deze zou verzadigen. Transformator T1 bevat een drievoudig 35 gewikkelde (drie windingen gewikkeld om de zelfde kern) transformator met een ferrietkern. De fasebepalingsreferentie van de primaire winding van transformator T1, zoals aangegeven door middel van de dikke punt, bevindt zich in de verbinding van condensator C6 en de primaire winding van transformator T1. Inductor L4, condensator C6 en de over de primaire spoel van

8502180

transformator T1 geziene ingangsimpedantie bevatten een resonantieschakeling, welke een resonantiefrequentie dicht bij de RF uitgangsfrequentie van de ballastschakeling heeft. Over de primaire spoel van transformator T1 treedt dus een sinusvormige RF spanning op. Tussen de gate G van FET Q3 en 5 de verbinding van weerstand R4 en inductor L4 is een kristal-resonator X1 aangesloten. De verbinding van de valweerstand R3 en filtercondensator C7 is via R1 en R2 verbonden met gate G van FET Q3. De cathode van een zenerdiode Z1 is verbonden met de verbinding van weerstanden R1 en R2 en de anode daarvan is verbonden met de verbinding van weerstand R4 en inductor L4.

10 Zenerdiode Z1 zorgt er voor dat de hoge spanning niet toegevoerd wordt aan de gate G van FET Q3. Weerstanden R1, R2 en R4, zenerdiode Z1, kristalresonator X1, FET Q3, condensatoren C5 en C6, en inductor L4 vormen een kristal-gestuurde oscillator en werken samen om een RF sinusvormige spanning over de primaire winding van transformator T1 te produceren.

15 De eerste secundaire winding van transformator T1 is aangesloten tussen gate G van FET Q2 en aardpotentiaal en heeft een fasebepalingsreferentie, aangegeven met een dikke stip aan de gatezijde van de winding. Tussen gate G van FET Q2 en aardpotentiaal is weerstand R6 aangesloten, om bij te dragen tot het dempen van valse oscillaties, wanneer FET Q2 aan- en 20 uitgeschakeld wordt.

Eén zijde van de tweede secundaire winding van transformator T1 is verbonden met gate G van FET Q1 en de andere zijde van de tweede secundaire winding van transformator T1 is verbonden met de source S van FET Q1. De fasebepalingsreferentie van de tweede secundaire winding van 25 transformator T1, aangegeven met een dikke stip, is verbonden met source S van FET Q1. Tussen gate G en source S van FET Q1 is weerstand R5 aangesloten, om bij te dragen tot de demping van valse oscillaties, wanneer FET Q1 aan- en uitgeschakeld wordt.

Source S van FET Q1 en drain D van FET Q2 zijn met elkaar verbonden 30 en deze verbinding, schakelingspunt A, is verbonden met een eerste zijde van inductor L1. FET's Q1 en Q2 en de eerste en tweede secundaire windingen van transformator T1 vormen een afwisselend geschakelde halve-brug versterker voor het versterken van het via FET Q3 over de primaire winding van transformator T1 geleverde RF vermogen. Inductor L1 wordt daardoor voorzien van 35 een rechthoekige spanningsgolfvorm op schakelingspunt A.

Warmteafvoer voor FET Q1 en FET Q2 dient verschaft te worden met een isolerend materiaal, welke een lage capaciteit in stand houdt tussen verbinding A en aarde. Dit houdt in, dat het toegepaste isolerende materiaal een hoge impedantie naar aarde dient te vertonen voor DC en bij de versterker

8502180

werkingsfrequentie en toch een hoog thermisch geleidingsvermogen heeft. Een materiaal als berylliumoxyde kan gebruikt worden. FET Q1 en FET Q2 kunnen elk een vermogens FET inrichting, zoals een type IRF710, vervaardigd door International Rectifier Co., El Segundo, Californië, of dergelijke omvatten.

5 Vermogens FET's Q1 en Q2 bevatten elk een intrinsieke diode (niet weergegeven), welke een weg voor het geleiden van tegenstroom verschaffen, welke loopt wanneer de belastingsstroom (dat is de stroom naar lampspoel L3) niet in fase is met de spanning op schakelingspunt A.

De andere zijde van inductor L1 is via condensator C1 verbonden met
10 aardpotentialaal. Inductor L1 en condensator C1 vormen een trap van een netwerk voor belastingaanpassing en harmonische filtering.

Extra trappen kunnen, als dat gewenst is, toegevoegd worden, zoals bijvoorbeeld een inductor L2 omvattende tweede trap, waarvan één zijde verbonden is met de verbinding van inductor L1 en condensator C1 en de andere
15 zijde via condensator C2 verbonden is met aardpotentialaal. De waarde van de componenten van het netwerk dienen zo gekozen te worden, om de gewenste filtering te verschaffen, voor het produceren van een sinusvormige uitgangsspanning en om vermogensoverdracht van de ballastschakeling naar een lampbelasting te optimaliseren. De verbinding van inductor L2 en condensator
20 C2 is verbonden met een zijde van DC sper- en afstemcondensator C3, welke bij voorkeur variabel is. De andere zijde van condensator C3, welke de uitgang van de ballastschakeling vormt, kan verbonden zijn met één zijde van lampspoel L3.

De andere zijde van de lampspoel L3 is verbonden met de negatieve
25 rail van de DC vermogensvoeding van de ballastschakeling via een vierde winding van transformator T1, welke een fase heeft zoals aangegeven met de dikke stip. Als transformator T1 een ringvormige kern bevat, kan de stroom door de belasting, d.w.z. lampspoel L3, teruggeleid worden naar de negatieve rail via een draad, welke eerst door het centrale gat van de ringvormige
30 kern van transformator T1 gaat, en dan aangesloten is op de negatieve rail.

De werking van de ballastschakeling zal nu beschreven worden. De halve-brug versterker omvat in serie verbonden en door sinusvormige gate-spanningen van tegengestelde fase vanaf resp. tweede en eerste secundaire windingen van transformator T1 gestuurde FET's Q1 en Q2. De gemeenschappe-
35 lijke verbinding of schakelingspunt A van FET's Q1 en Q2 wordt afwisselend geschakeld van de positieve rail (cathodes van CR1 en CR2) van de DC voeding naar de negatieve rail (anodes van CR3 en CR4), zodat de spanning tussen schakelingspunt A en elk der rails een opgelegde rechthoekige golf is. Deze spanning met een rechthoekige golf heeft een piekamplitude welke gelijk

is aan of een weinig kleiner is dan de DC voedingsspanning, met een bedrag, welke afhankelijk is van de transistor (FET Q1 of FET Q2) aan-weerstand en stroom door schakelingspunt A.

Het belastingaanpassing en harmonische filteringsnetwerk bevat
5 een of meerdere LC kringen en harmonische afsluitingen, welke de op schakelingspunt A beschikbare rechthoekige golf spanningsingang omzetten in een sinusgolf van een laag harmonisch gehalte aan de uitgang van het netwerk (ingang naar condensator C3). Een tweetrapsnetwerk met schakelingscomponenten L1, L2, C1 en C2 wordt in de figuur als een voorbeeld weergegeven.
10 Aan een bijna sinusvormige uitgangsspanningsgolfvorm van de ballast-schakeling wordt de voorkeur gegeven, om uitgestraalde EMI van de lamp-belasting bij harmonische frequenties te beperken. De grondfrequentie van de aan de lampspoel L3 verschaft uitgangsspanning van de ballastschakeling wordt bepaald door de frequentie van de aan de gate van FET Q1 en aan de
15 gate van FET Q1 en aan de gate van FET Q2 toegevoerde spanning.

Condensator C3 houdt de DC component van de spanning op schakelingspunt A tegen om lampspoel L3 te bereiken en is afgestemd dichtbij resonantie met lampspoel L3 op de werkingsfrequentie van de versterker, om het hoogste uitgangsvermogen vanaf de ballastschakeling over te dragen
20 aan lampspoel L3. Een hoge sinusvormige spanning van ongeveer 1500 V piek-piek wordt geproduceerd over de spoel L3, om de ontlasting van de lamp (niet weergegeven) te starten. De spanning valt naar een veel lager niveau zodra de lamp gestart is. De intensiteit van het licht van de lamp kan gedimd worden door middel van het verminderen van de waarde van condensator
25 C3 vanaf de bijna-resonantiewaarde, om zodoende het door de ballastschakeling aan lampspoel L3 toegevoerde vermogen te doen dalen.

Sinusvormige RF spanning voor het besturen van de halve-brug schakelaar wordt geproduceerd over de primaire winding van transformator T1 door een kristal-gestuurde oscillator, welke een RF transistor Q3 en
30 kristal X1 bevat. De kristal-gestuurde oscillator voert een RF stroom op de verbinding van inductor L4 en condensator C6 (punt B) toe aan een resonantieschakeling, welke inductor L4, koppelcondensator C6 en de over de primaire winding van transformator T1 geziene ingangsimpedantie omvat. De ingangscapaciteiten van FET Q1 en FET Q2 worden als som gereflecteerd
35 naar de primaire winding van transformator T1, en staan daardoor in serie met condensator C6. De door T1 lopende resonantiestroom dient groot genoeg te zijn, om een gatespanningsniveau voor besturing van FET's Q1 en Q2 te produceren, welke beide inrichtingen afwisselend in geleiding zal schakelen, zodra de gatespanning het gate-drempelniveau van de inrichting overschrijdt.

De resonantiestroom is enkele malen groter dan de door FET Q3 toegevoerde RF stroom en voldoende hoge gatespanning voor FET's Q1 en Q2 kan ontwikkeld worden met een laag vermogensverbruik in FET Q3 van ongeveer 1 Watt.

De kristal-gestuurde oscillator wordt gevoed door een DC spanning, 5 welke via valweerstand R3 verkregen wordt van een verbinding van half-golf gelijkrichter met een volledige-golf brug, omvattende diodes CR1-CR4, aan de anode van diode CR3. Vermogen naar FET Q3 kan ook toegevoerd worden door het direkt verbinden van R3 met de DC spanning over filtercondensator C4, echter bij gebruik van deze alternatieve uitvoering wordt er in weerstand 10 R3 en FET Q3 aanzienlijk meer vermogen gedissipeerd, aangezien de gemiddelde spanningsval over R3 en Q3 groter is. In beide gevallen wordt de rust (niet-oscillerende) stroom door FET Q3 ongevoelig gemaakt voor voedingsspanning door de werking van zenerdiode Z1 en weerstanden R4 en R2. De door FET Q3 toegevoerde RF stroom is eveneens ongevoelig voor veranderingen in 15 DC voedingsspanning, zodat de gate stuurspanning naar FET's Q1 en Q2 op de zelfde wijze ongevoelig gemaakt wordt voor veranderingen in DC voedingsspanning.

De schakeling tussen drain D van FET Q3 en punt B (de verbinding van weerstand R4 en inductor L4) is zelf-oscillerend bij de frequentie 20 van kristal X1. Een gedeelte van de RF spanning over kristal X1 wordt gekoppeld aan X1 via de inwendige-electrodecapaciteiten van FET Q3. Weerstand R1 verschaft een serie impedantie voor het laten ontwikkelen van RF spanning over kristal X1, aangezien de aangrenzende zenerdiode Z12 werkt als een omloopcondensator bij RF frequenties en elke RF spanning over kristal X1 25 sterk zal reduceren, als weerstand R1 niet aanwezig zou zijn.

De kristal-gestuurde oscillatorschakeling, bevattende de resonantieschakeling in punt B, produceert een spanning van voldoende amplitude over de eerste en tweede secundaire windingen van transformator T1, om FET Q1 en FET Q2 aan te schakelen volgens een wisselende reeks, voor tenminste een 30 gedeelte van elke RF halfcyclus, om een uitgangsspanning over spoel L3 te ontwikkelen, welke voldoende is om de lamp te starten. Een hogere bijbehorende sinusvormige gatespanning is echter vereist om elk der FET's Q1 en Q2 volledig aangeschakeld te houden over het grootste gedeelte van elke bijbehorende RF halfcyclus, zodat de ballast met een goed rendement zal werken 35 en op een vermogensniveau dicht bij het niveau waarvoor de transistors berekend zijn voor schakelvoorziening. Extra vermogen voor het sturen van de gatecapaciteiten naar een hogere spanning is vereist. Het totale ballastrendement wordt aanzienlijk beperkt, als dit extra vermogen alleen toegevoerd wordt door de oscillator. Rendement lijdt schade als gevolg van toege-

nomen vermogensverlies in valweerstand R3 en omdat de kristal-gestuurde oscillatorschakeling niet sterk efficiënt is.

Het extra gate stuurvermogen voor de halve-brug versterker, welke nodig is om de ballastschakeling met een hoog rendement te laten werken, 5 wordt verschaft door het terugvoeren van een gedeelte van het RF uitgangsvermogen naar de ingangen van de vermogenstransistors. Dit wordt bij voorkeur tot stand gebracht door middel van het terugleiden van de stroom van lampspoel L3 door een vierde of terugkoppelwinding van transformator T1.

De polariteiten van de eerste en tweede secundaire windingen 10 van transformator T1 zijn zodanig, dat de in de eerste secundaire winding geïnduceerde en aan gate G van FET Q2 toegevoerde spanning FET Q2 aan-schakelt en de in de tweede secundaire winding geïnduceerde en aan gate G van FET Q1 toegevoerde spanning FET Q1 uitschakelt, gedurende de periode wanneer lampstroom loopt door lampspoel L3 naar de negatieve rail. Daarom 15 is de terugkoppelverbinding van de lampspoel L3 naar transformator T1 regeneratief.

De versterker zal in afwezigheid van RF spanning afkomstig van de kristal-gestuurde oscillator niet beginnen met oscilleren. Echter, wanneer de RF spanning op de primaire winding van transformator T1 geschikt gemaakt 20 is om FET's Q1 en Q2 aan te schakelen, door de aanschakeling van de kristal gestuurde oscillator, zal de versterker beginnen met het produceren van uitgangsvermogen en terugkoppel-gatestuurvermogen. De versterkeruitgang wordt dicht bij de onbelaste kristalfrequentie gehouden door de stroom-component van de kristaloscillator, welke vanaf punt B toegevoerd wordt 25 aan de gestuurtransformator T1.

Wanneer de ingangsstuurspanning geschikt is, doet de regeneratieve terugkoppeling van lampstroom van lampspoel L3 naar transformator T1 de halve-brug versterker werken als een vermogensoscillator, waarvan de eigenfrequentie in hoofdzaak beheerst wordt door de reactieve componenten van het 30 uitgangsnetwork en de inwendige electrode-capaciteiten van de versterkertransistors. De uitgangsfrequentie van de ballast is een functie van het verschil tussen de eigenfrequentie van de vermogensoscillator en de eigenfrequentie van de kristaloscillator. De werking-frequentie is een functie van de relatieve sterkte en fase van de stroomterugkoppelspanning van lampspoel L3 ten 35 opzichte van de kristaloscillatorspanningen, welke ontwikkeld worden over de windingen van transformator T1. Er is gevonden dat voor een gegeven uitgangsnetwork de eigenfrequentie van de versterker lager is dan de eigen frequentie van de kristaloscillator en de spanning stemt zich naar boven toe af met toenemende voedingsspanning, als het aan lampspoel L3 toegevoerde vermogen

verhoogd wordt.

Wanneer de uitgang van de ballastschakeling verbonden is met een ontlading type lamp (niet weergegeven), plaatst de handeling van het met een hand simpel aanraken van het glasomhulsel een kleine capacitieve lading over
5 de lampspoel L3 en verhoogt de fasehoek van de stroom door lampspoel L3 ten opzichte van de spanning op schakelingspunt A. Dit veroorzaakt een vooruitgang in de fase van het gatesignaal naar FET Q1, zodat het vanuit de ballastschakeling aan de lamp geleverde vermogen vergroot wordt. In de praktijk is er gevonden, dat de vermogenstoename juist de extra lading
10 compenseert en dat de verandering in lichtniveau van de lamp bijna onmerkbaar is. Als de ballastversterker volledig uitgestuurd is, maar geen stroomterugkoppeling van lampspoel L3 gebruikt wordt, daalt de lichtafgifte van de lamp, wanneer een dergelijke extra lading toegevoegd wordt aan de lamp.

15 Veranderingen in lamplading veroorzaakt kleine veranderingen in werkingsfrequentie, voor het compenseren van bijbehorende veranderingen in fase opgelegd door de spanning op schakelingspunt A aan de aan de gate van FET Q1 of FET Q2 toegevoerde spanning. De veranderingen in frequentie worden kleiner dan 2 kHz. gehouden door de frequentie-vergrendelde luswerk-
20 ing resulterend uit de regeneratieve terugkoppeling van lampstroom. De frequentiestabiliteit van het systeem ten opzichte van veranderingen in belasting, alsook in lijnspanning, wordt verbeterd door verhoging van de amplitude van de kristaloscillatorstroom, welke rondgaat in de primaire winding van transformator T1.

25 Er is verder gevonden, dat de sterkte van de sinusvormige stroom door lampspoel L3 de neiging heeft om konstant te blijven over een groot bereik van voedingsspanningen van voedingsbron 10, wanneer de ballast gebruikt wordt bij een ontladingslampbelasting. Dit effect is gedeeltelijk toe te schrijven aan de verhoging van ontladingsweerstand bij toenemend
30 lampvermogen. Het gate-stuurniveau verandert eveneens zeer weinig met de voedingsspanning, toe te schrijven aan de constante stroomwerking van het kristaloscillatorgedeelte van de hiervoor beschreven schakeling. Dit is een belangrijk voordeel van de schakeling, aangezien de gates van FET's Q1 en Q2 niet zonder stuurspanning komen te zitten bij lage ingangsspanning-
35 en van voedingsbron 10. Een dergelijke gebeurtenis doet de transistors snel oververhitten en vernietigen.

Het is duidelijk dat het in de ballastschakeling^{*} toegepaste kristal afgesneden kan worden bij een iets hogere frequentie om het werkingsfrequentiebereik van de ballastversterker te centreren op 13,56 MHz.

Afhankelijk van de waarden van de componenten van de lamp en ballastschakeling, zou de AC rimpel bij lage DC voedingsspanning de uitgangsfrequentie van de ballastschakeling doen slingeren buiten de toegestane limieten, tijdens intervallen, wanneer de fase van de rimpelspanning zodanig is, dat het aftrekt van de voedingsspanning. Deze frequentiegevoeligheid bij lage voedingsspanning beperkt de minimum omvang van de te gebruiken filtercondensator C4, en bepaalt dus de maximaal te bereiken ingangsvermogensfactor van de ballastschakeling.

In het voorafgaande werd dus een lampballastschakeling beschreven en getoond, welke een hoog rendement heeft, waarbij de uitgangsfrequentie van de ballast zich bevindt in een ISM-band en gehouden kan worden binnen de toegestane limieten van de ISM-band, tegen veranderingen in lampbelastingsimpedantie, ballastvoedingsspanning en temperatuur van de ballastschakelingen. De ballastschakeling heeft verder een dimmerbesturing en kan integraal met een SEF-lamp uitgevoerd worden.

Hoewel slechts bepaalde voorkeurskenmerken van de uitvinding getoond werden bij wijze van illustratie, zijn vele modificaties en veranderingen denkbaar. Het is duidelijk, dat dergelijke modificaties en veranderingen geacht worden te vallen binnen de omvang van de conclusies.

C O N C L U S I E S

1. Ballastschakeling voor een fluorescentielamp, gekenmerkt door:

- een gelijkrichter-filtermiddel voor koppeling aan een AC voedingsbron, voor het genereren van een DC spanning,
- een aan de DC spanning gekoppelde oscillatorschakeling voor het ontwikke-
- 5 len van een RF oscillator-signaal,
- schakelsignaal opwekkingsmiddelen, welke reageren op het oscillatorsignaal voor het ontwikkelen van schakelsignalen met gelijktijdige tegengestelde fase bij de frequentie van het oscillatorsignaal,
- in serie verbonden vermogenstransistors, waarvan de ingangen gekoppeld.
- 10 zijn aan de schakelsignalen, en welke transistors een gemeenschappelijke uitgang hebben, waaraan een spoel van een fluorescentielamp gekoppeld is, waarbij de schakelsignaal opwekkingsmiddelen terugkoppelmiddelen bevatten voor het regeneratief terugkoppelen van een gedeelte van de stroom in de spoel, om bij te dragen tot de overschakeling van de vermogenstransistors,
- 15 waarbij de tansistors een RF vermogen uitgangssignaal op de gemeenschappelijke uitgang ontwikkelen, om de spoel te besturen.

2. Ballastschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de RF oscillatorschakeling werkt bij ongeveer 13,56 MHz.

3. Ballastschakeling volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat

20 de oscillatorschakeling een RF kristal bevat.

4. Ballastschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het schakelsignaal opwekkingsmiddel een transformator bevat, welke een primaire winding en eerste en tweede secundaire windingen met tegengestelde fasen heeft, waarbij de primaire winding gekoppeld is aan het oscillator-

25 signaal en de eerste en tweede secundaire windingen gekoppeld zijn aan de ingangen van de transistors.

5. Ballastschakeling volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de terugkoppelmiddelen een derde secundaire winding aan de transformator bevatten, waarbij de derde secundaire winding gekoppeld is aan de spoel,

30 om een regeneratief terugkoppelsignaal te genereren, voor het combineren met signalen in de eerste en tweede secundaire windingen via transformatorwerking om de vermogenstransistors om te schakelen.

6. Ballastschakeling volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de vermogenstransistors veldeffekttransistors zijn en de eerste en tweede

35 secundaire windingen gekoppeld zijn aan een gate-electrode van één van de vermogenstransistors.

7. Ballastschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat

het vermogenuitgangssignaal een rechthoekige golf is en verder een tussen de gemeenschappelijke uitgang en de spoel gekoppelde filterschakeling bevat om de rechthoekige golf om te zetten in een sinusvormige golf.

8. Ballastschakeling volgens conclusie 7, gekenmerkt door een
5 tussen de filterschakeling en de spoel gekoppelde variabele condensator, voor het variëren van het aan de spoel toegevoerde gedeelte van het vermogensuitgangssignaal.

9. Ballastschakeling volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat de filterschakeling een LC-filter bevat.

10 10. Ballastschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het vermogensuitgangssignaal een piekamplitude heeft, welke nagenoeg gelijk is aan de DC spanning.

11. Ballastschakeling voor een fluorescentielamp, gekenmerkt door:
- gelijkrichter-filtermiddelen voor het koppelen aan een AC voedingsbron,
15 voor het genereren van een DC spanning,
- een aan de DC spanning gekoppelde oscillatorschakeling, voor het ontwikkelen van een RF oscillatorsignaal, waarbij de oscillatorschakeling een op de frequentie van de oscillatorschakeling afgestemde resonantieschakeling bevat,
20 - schakelsignaal opwekkingsmiddelen, welke een gedeelte bevatten van de resonantieschakeling, welke reageert op het oscillatorsignaal voor het ontwikkelen van gelijktijdige, met tegengestelde fase, schakelsignalen bij de frequentie van het oscillatorsignaal,
- in serie verbonden vermogenstransistors, waarbij de transistors een
25 gescheiden ingang en een gemeenschappelijke uitgang hebben,
- middelen voor het koppelen van de schakelsignalen aan de gescheiden ingangen van de transistors, voor het ontwikkelen van het RF vermogensuitgangssignaal op de gemeenschappelijke uitgang, en
- een door het RF uitgangssignaal bestuurd spoel van een fluorescentie-
30 lamp.

12. Ballastschakeling volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat de RF oscillatorschakeling werkt bij ongeveer 13,56 MHz.

13. Ballastschakeling volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat de oscillatorschakeling een RF kristal bevat.

35 14. Ballastschakeling volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat het schakelsignaal opwekkingsmiddel een transformator bevat, welke een primaire winding en eerste en tweede secundaire windingen met tegengestelde fasen heeft, waarbij de primaire winding gekoppeld is aan het oscillatorsignaal en de eerste en tweede secundaire windingen gekoppeld

zijn aan de ingangen van de transistors.

15. Ballastschakeling volgens conclusie 14, met het kenmerk, dat de vermogenstransistors veldeffekttransistors zijn en elk der secundaire windingen gekoppeld is aan een gate electrode van één van de vermogens-
5 transistors.

16. Ballastschakeling volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat het vermogensuitgangssignaal een rechthoekige golf is en verder een tussen de gemeenschappelijke uitgang en de spoel gekoppelde filterschakeling bevat om de rechthoekige golf om te zetten in een sinusvormige golf.

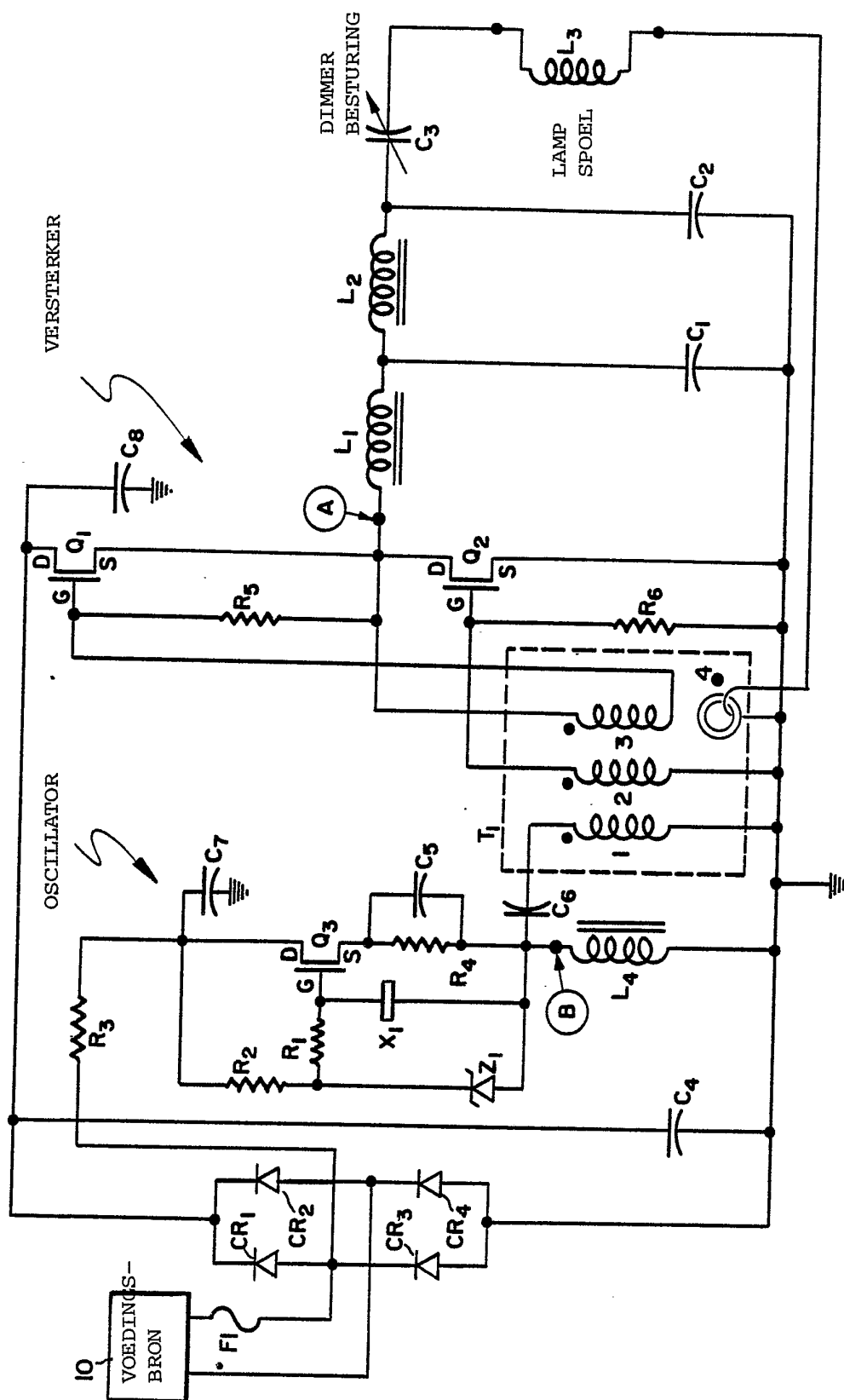
10 17. Ballastschakeling volgens conclusie 16, met het kenmerk, dat de filterschakeling een LC-filter bevat.

18. Ballastschakeling volgens conclusie 11, verder gekenmerkt door een aan het filter en de spoel gekoppelde variabele condensator, voor het variëren van het aan de spoel toegevoerde gedeelte van het vermogensuit-
15 gangssignaal.

19. Ballastschakeling volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat de schakelsignaal opwekkingsmiddelen, middelen bevatten voor het regeneratief terugkoppelen van een gedeelte van de stroom door de spoel, om bij te dragen tot de omschakeling van de vermogenstransistors.

20 20. Ballastschakeling volgens conclusie 14, met het kenmerk, dat de transformator een aan de spoel gekoppelde derde secundaire winding bevat om een regeneratief terugkoppelsignaal op te wekken voor het combineren met signalen in de eerste en tweede secundaire windingen, om bij te dragen tot omschakeling van de vermogenstransistors.

25 21. Ballastschakeling volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat het vermogensuitgangssignaal een piekamplitude heeft, welke nagenoeg gelijk is aan de DC spanning.



8502180