



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **9002583**

Nederland

⑲ NL

⑤4 **Stuurtrap voor een hf klasse-D eindversterker met hoog rendement.**

⑤1 Int.Cl.⁵: H03F3/217, H03F3/189.

⑦1 Aanvrager: General Electric Company te Schenectady, New York, Ver. St. v. Am.

⑦4 Gem.: Ir. L.W. Kooy c.s.
Octrooibureau Vriesendorp & Gaade
Dr. Kuiperstraat 6
2514 BB 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 9002583.

②2 Ingediend 27 november 1990.

③2 Voorrang vanaf 21 december 1989.

③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 454614.

⑥2 - -

④3 Ter inzage gelegd 16 juli 1991.

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

Reg.Nr. 134313 JEV/KP

Stuurtrap voor een hf klasse-D eindversterker met hoog rendement.

De octrooiaanvraag wordt genoemd in de Nederlandse octrooiaanvragen _____ (Reg. Nr. 134314) en _____ (Reg. Nr. 134315) van aanvrager met dezelfde voorrangsdatum.

De uitvinding heeft in het algemeen betrekking op eindversterkers
5 met een hoog rendement. In het bijzonder heeft de uitvinding betrekking op een stuurtrap voor een hf klasse-D spanning-schakelende eindversterker met hoog rendement.

Een klasse-D eindversterker maakt gebruik van twee actieve schakel-inrichtingen als een eenpolige tweeweg-schakelaar voor het genereren
10 van een blokgolfsignaal. Een uitgangsbelaastingen-netwerk is voorzien van een resonantieketen die is afgestemd op de schakelfrequentie van de schakel-inrichtingen, waarbij aldus de harmonischen van het blokgolfsignaal worden verwijderd en een sinusvormig uitgangssignaal het resultaat is. Er zijn twee soorten klasse-D eindversterkers, een spanning-schakelend type en
15 een stroom-schakelend type. In het spanning-schakelend type zijn de schakel-inrichtingen in serie met een voeding aangesloten en wordt de voedingsspanning om en om tussen de respectievelijke ingangen van de schakel-inrichtingen geschakeld. Het stroom-schakelend type dat de duale is van het spanning-schakelend type, gebruikt de schakel-inrichtingen in een parallel- of
20 balans-configuratie en de voedingsstroom wordt om en om tussen de schakel-inrichtingen gewisseld. Voor beide types worden klasse-D eindversterkers omdat de schakel-inrichtingen van deze versterkers om en om tussen afsnijden en verzadiging worden aangestuurd zodanig dat de ene geleidend is terwijl de andere is uitgezet en omgekeerd, gemakshalve aangedreven door middel van blokgolfsignalen. Een isolatie-transformator aan de ingang wordt
25 gewoonlijk toegepast om de twee uit fase zijnde aanstuursignalen te verkrijgen.

Energieverliezen door het schakelen bij lage frequenties zijn voor klasse-D eindversterkers in het algemeen verwaarloosbaar klein. Echter
30 zijn bij hoge werkfrequenties de schakelverliezen aanzienlijk waarbij aldus het rendement afneemt. In het bijzonder neemt voor een spanning-schakelend versterker de door elk van de schakel-inrichtingen bij het ontladen van de uitgangscapaciteit van de andere schakel-inrichting toe met het toenemen

9 0 0 2 5 8 3

van de werkfrequentie. Wanneer de frequentie toeneemt moeten bovendien isolatie-transformatoren die de hoge harmonischen van de blokgolfvormige bekrachtigingssignalen kunnen doorlaten, ingewikkelder. Algemeen aanvaard is dat de hiervoor genoemde tekortkomingen een bovengrens opleggen aan
 5 het voor klasse-D eindversterkers bereikbare rendement, bijvoorbeeld 80% voor hf toepassingen voor laag vermogen en minder dan 70% voor hf toepassingen voor hoog vermogen.

Het is daarom een doel van de uitvinding een nieuwe en betere eindtrap te verschaffen voor een spanning-schakelende klasse-D eindversterker
 10 die verliezen bij het schakelen vermindert en daardoor het rendement vergroot.

Een tweede doel van de uitvinding is het verschaffen van een eindtrap voor een klasse-D eindversterker die een sinusvormig ingangssignaal levert en de overgangstijd tussen het uitzetten van de ene schakel-inrichting
 15 en het aanzetten van de andere schakel-inrichting optimaal maakt teneinde het rendement te vergroten.

Nog een ander doel van de uitvinding is het verschaffen van een eindtrap voor een klasse-D eindversterker die het rendement verhoogt bij elke werkfrequentie door de overgangstijd bij het schakelen te regelen.

20 De genoemde doelen en andere doelen van de uitvinding worden bereikt in een nieuwe eindtrap voor een spanning-schakelende klasse-D eindversterker die een sinusvormig vermogensingangssignaal levert en de overgangstijd tussen het schakelen van de twee actieve inrichtingen van de halve brug zo regelt dat het rendement ten opzichte van bekende
 25 eindtrappen is verbeterd, zelfs bij hoge werkfrequenties. In het bijzonder is de eindtrap volgens de uitvinding van nut bij het aansturen van een spanning-schakelende klasse-D eindversterker die gebruik maakt van twee schakel-inrichtingen die capacitieve stuuerelectroden hebben en zijn aangesloten in een halve-brug-schakeling. Volgens de uitvinding wordt de
 30 overgangstijd optimaal gemaakt afhankelijk van de uitgangscapaciteit van de schakel-inrichtingen, de drempelspanning van de schakel-inrichtingen, het verlangde uitgangsvermogen en de impedantie van het belastingsnetwerk. In het bijzonder kan door de amplitude van de spanningsignalen aan de ingangen van de schakel-inrichtingen, dat wil zeggen de stuuerelectrode/toe-
 35 voerspanningsignalen, afhankelijk van de genoemde variabelen de overgangstijd optimaal worden gemaakt voor een bepaalde toepassing teneinde schakelverliezen praktisch tot nul terug te brengen.

De eigenaardigheden en voordelen van de uitvinding zullen duidelijk worden uit de volgende beschrijving in bijzonderheden van de uitvinding bij lezing samen met de bijgaande tekeningen, waarin:

figuur 1 een schema is van een bekende spanning-schakelende
5 klasse-D eindversterker;

figuur 2 een schema is van een klasse-D eindversterker en een eindtrapschakeling daarvoor volgens een eerste voorkeursuitvoering van de uitvinding;

figuur 3A-3C grafische voorstellingen zijn van spanning- en
10 stroom-signaaltvormen die van nut zijn bij het beschrijven van de werking van het klasse-D stelsel volgens figuur 2;

figuur 4 een grafische voorstelling is van een piekuitgangsstroom uitgezet tegen de gelijkspanning van de vermogensvoeding voor een type IRF 140 MOSFET, gebruikt in een klasse-D eindversterker zoals die volgens
15 figuur 2;

figuur 5 een grafische voorstelling is van de gelijkspanning van een vermogensvoeding tegen de optimale overgangstijd voor een type IRF 140 MOSFET, gebruikt in een klasse-D eindversterker zoals die volgens figuur 2;

figuur 6 een grafische voorstelling is van een piekuitgangsstroom tegen de optimale overgangstijd voor een type IRF 140 MOSFET, gebruikt in een klasse-D eindversterker zoals die volgens figuur 2; en

figuur 7 een schema is van een klasse-D eindversterker en een stuurschakeling daarvoor volgens een tweede voorkeursuitvoering van de
25 uitvinding.

Figuur 1 toont een bekende spanning-schakelende klasse-D eindversterker 10. Twee vermogen-schakelende inrichtingen Q_1 en Q_2 zijn in serie aangesloten met een gelijkspanningvermogensvoeding V_{DD1} in een halve-brug-schakeling. De schakel-inrichtingen Q_1 en Q_2 zijn weergegeven
30 als MOSFET's, maar andere types schakel-inrichtingen met capacitieve stuuerelectroden kunnen worden toegepast, zoals bipolaire transistors met geïsoleerde stuuerelectrode (IGBT's) of MOS-bestuurde thyristors (MCT's). Elk van de schakel-inrichtingen Q_1 en Q_2 heeft een parasitaire uitgangscapaciteit C_{oss1} , respectievelijk C_{oss2} (getekend in streeplijnen), en een
35 parasitaire ingangscapaciteit C_{iss1} , respectievelijk C_{iss2} (eveneens in streeplijnen getekend). Een belastingsnetwerk met een serie resonantieketen met daarin een zelfinductie L_0 en een condensator C_0 , en een belastingsweer-

stand R_L is aangesloten aan de halve-brug in het verbindingspunt tussen de inrichtingen Q_1 en Q_2 . Een kenmerkende eindtrapschakeling 12 genereert een ingangssignaal in de vorm van een blok golf en is gekoppeld aan de stuuerelectroden van de MOSFET's Q_1 en Q_2 door middel van een isolatie-
 5 transformator 14. De isolatie-transformatie laat de inrichtingen Q_1 en Q_2 aansturen door spanningsignalen in de vorm van een blok golf die 180° uit fase zijn. Ideaal gesproken wordt aldus een blokvormig spannings signaal aangelegd aan de serie-resonantieschakeling. In werkelijkheid is als gevolg van een eindige schakel-overgangstijd dit spannings signaal in het algemeen
 10 trapeziumvormig. Voor een op de juiste wijze afgestemde resonantieketen is er bij de schakelfrequentie een reactantie nul en is het uitgangssignaal over de belastingsweerstand R_L sinusvormig.

Bij het aan-zetten van een respectievelijke schakel-inrichting Q_1 of Q_2 wordt in de uitgangscapaciteit C_{oss2} , respectievelijk C_{oss1} van de
 15 andere schakel-inrichting energie opgeslagen. Wanneer de schakel-inrichting Q_1 of Q_2 wordt uit-gezet, wordt de in de uitgangscapaciteit van de andere schakel-inrichting opgeslagen energie gedissipeerd. De overgangstijd of "dode tijd" t_d is de tijd tussen het uit-zetten van de ene inrichting en het aan-zetten van de andere inrichting. Bij lage frequenties is de energie
 20 die verloren gaat gedurende de dode tijd t_d als gevolg van het ontladen van de uitgangscapaciteit verwaarloosbaar. Echter wordt bij het toenemen van de frequentie dit energieverlies aanzienlijk.

Volgens de uitvinding wordt een klasse-D eindversterker aangestuurd door een sinusvormige aanstuurspanning en wordt de dode tijd
 25 t_d optimaal gemaakt om een nul-spanningschakeling te verkrijgen waardoor het rendement beter wordt, zelfs bij hoge frequenties. Zoals hier gebruikt is de uitdrukking nul-spanningschakeling gedefinieerd als het aan/uit-zetten bij nul spanning over de inrichting en nul stroom door de inrichting, dat wil zeggen de voorwaarden voor het verliesloos schakelen.

Een voorkeursuitvoering van een eindtrap 16 met hoog rendement volgens de uitvinding is voorzien van een klasse-E eindversterker met hoog
 30 rendement, zoals getoond in figuur 2. Zoals getoond maakt de klasse-E eindversterker 16 gebruik van een enkele eindtrapschakel-inrichting Q_3 die in serie met een gelijkspanningsvermogenvoeding V_{DD2} is aangesloten.
 35 Net als de schakel-inrichtingen Q_1 en Q_2 kan de schakel-inrichting Q_3 zijn uitgevoerd met een MOSFET. Een seriieresonantieketen die gekoppeld is met de afvoerelectrode van de inrichting Q_3 , is voorzien van een zelfinductie

L_1 en een capaciteit die zijn aangesloten aan een belasting, dat wil zeggen de klasse-D eindversterker 10. Bij voorkeur omvat de zelfinductie L_1 de lek-zelfinductie van een isolatietransformator T_1 die de eindtrap 16 koppelt met de klasse-E eindversterker 10. Door zo de parasitaire zelfinductie te benutten kan de grootte van de eindtrap worden verminderd terwijl het rendement toeneemt. De capaciteit van de serie-resonantieketen omvat de serie-combinatie van een blokkeringscapaciteit C_{b1} en de capaciteit die is toe te schrijven aan de combinatie van de parasitaire ingangscapaciteiten C_{iss1} en C_{iss2} , gereflecteerd naar de primaire wikkeling van de transformator T_1 . De blokkeringscapaciteit C_{b1} is aanwezig om verzadiging van de transformator T_1 te voorkomen door het aanleggen van een gelijkspanning daaraan te verhinderen. Aangezien de blokkeringscapaciteit C_{b1} kenmerkend groot is in vergelijking met de gereflecteerde capaciteit die is toe te schrijven aan de combinatie van de capaciteiten C_{iss1} en C_{iss2} , is de capaciteit van de serieresonantieketen effectief gelijk aan de gereflecteerde capaciteit van de combinatie van de parasitaire capaciteiten C_{iss1} en C_{iss2} . De klasse-E eindtrapschakeling is verder voorzien van een hf smoorspoel L_{RFC} om ervoor te zorgen dat de afvoerstroom van de inrichting Q_3 praktisch constant blijft. Een capaciteit C_s die de voorkeur omvat tenminste een gedeelte van de parasitaire uitgangscapaciteit van de inrichting Q_3 , wordt benut voor het kortsluiten van de schakel-inrichting Q_3 . De eindtrapschakel-inrichting Q_3 wordt aangestuurd door een oscillator 18 die een sinusvormig vermogenssignaal genereert bij een hoge frequentie, bijvoorbeeld 13,56 MHz, een geschikte frequentie voor het aansturen van een klasse-D ballast voor een electrodeloze ontladingslamp van grote sterkte. Met een voldoende hoge kwaliteitsfactor Q is de uitgangsspanning uit de klasse-E eindtrapschakeling sinusvormig.

Figuur 3A toont de 180° uit fase liggende sinusvormige stuuerelectrode/toevoerelectrode-spanningssignaalvormen V_{GS1} en V_{GS2} , beide met een amplitude V_p , die voortkomen uit het aansturen van de klasse-D versterker met de getoonde klasse-E eindtrapschakeling via de transformator $T1$, zoals getoond in figuur 2. De schakel-inrichtingen Q_1 en Q_2 zijn niet ideaal en hebben dus een drempelspanning V_T die moet worden bereikt alvorens deze inrichtingen kunnen worden aan-gezet. De overgangstijd t_d die optreedt tussen het uit-zetten van de inrichting Q_1 en het aan-zetten van de inrichting Q_2 , is getoond in figuur 3A. Volgens de uitvinding is deze overgangstijd optimaal gemaakt om een nul-spanningschakeling te verkrijgen,

zoals hierna zal worden beschreven.

Figuur 3B toont grafisch de signaalvorm $v(t)$ van de afvoerelectrodespanning voor de inrichting Q_2 van de klasse-D versterker volgens figuur 2, dat wil zeggen de spanning in het verbindingspunt tussen de twee schakel-inrichtingen Q_1 en Q_2 . Deze spanningssignaalvorm heeft in het algemeen de vorm van een trapezium. De overgangstijd t_d is de tijd die nodig is om de trapeziumvormige spanning te laten overgaan vanuit zijn maximum waarde naar zijn minimum waarde en omgekeerd, zoals getekend. Figuur 3B toont tevens de bijbehorende fundamentele componentsignaal $v_f(t)$ van de spanningssignaalvorm $v(t)$. De amplitude V_f van de fundamentele componentsignaalvorm $v_f(t)$ kan worden uitgedrukt als:

$$V_f = 2 \frac{V_{DD1}}{\pi\phi} \sin\phi \quad (1)$$

waarin de belastingsimpedantiehoek ϕ in radialen kan worden uitgedrukt in termen van de overgangstijd t_d op de volgende wijze:

$$\phi = \frac{t_d}{T} \pi \quad (2)$$

waarin T de periode voorstelt van de stuurelectrode/toevoerelectrodespanningssignaalvorm van de respectievelijke schakel-inrichting.

Figuur 3C toont in een grafische voorstelling de signaalvorm $i(t)$ van de uitgangsbelaastingstroom samen met de spanningssignaalvorm $v(t)$ onder voorwaarden waardoor nulspanningschakeling van de klasse-D versterker volgens figuur 2 wordt bereikt. In het bijzonder is volgens de uitvinding de overgangstijd t_d optimaal gemaakt zodat het schakelen plaatsvindt wanneer de spanningssignaalvorm $v(t)$ en de stroomsignaalvorm $i(t)$ elkaar in nul snijden. Op deze wijze is de uitgangscapaciteit van de betreffende schakel-inrichting geheel ontladen op het schakeltijdstip om daardoor te resulteren in een verliesloze schakeling. De volgende vergelijking beschrijft het ontladen van de uitgangscapaciteit C_{oss} van een schakel-inrichting van een spanning-schakelende klasse-D eindversterker in termen van de overgangstijd t_d , de werkfrequentie ω , de belastingsimpedantiehoek ϕ en de piekuitgangsstroom I_1 :

$$C_{oss} = \frac{I_1}{2V_{DD1}} \int_{\frac{T}{4}-\frac{t_d}{2}}^{\frac{T}{4}+\frac{t_d}{2}} \cos(\omega t - \phi) dt \quad (3)$$

Volgens de uitvinding wordt de overgangstijd t_d optimaal gemaakt

door de amplitude V_p van de sinusvormige stuur-electrode/toevoerelectrodespanningssignalen V_{GS1} en V_{GS2} te regelen die afhangen van: de uitgangscapaciteiten C_{oss1} en C_{oss2} ; de drempelspanning V_T van de schakel-inrichtingen; het uitgangsvermogensvereiste; en de impedantie van het in resonantie verkerende belastingsnetwerk. In het bijzonder kan het uitgangsvermogen P_0 als volgt worden uitgedrukt:

$$P_0 = \frac{1}{2} V_f I_1 \cos \phi \quad (4)$$

Voorts kan door het integreren van vergelijke (3) en het herschikken van termen de gelijkspanningsvermogensvoedingsspanning V_{DD1} als volgt worden uitgedrukt:

$$V_{DD1} = \frac{i(t)}{2\omega C_{oss}} (1 - \cos 2\phi) \quad (5)$$

De vergelijkingen (1), (4) en (5) kunnen worden opgelost om een uitdrukking op te leveren voor de piekuitgangsstroom I_1 van de klasse-D eindversterker, en wel als volgt:

$$I_1 = \sqrt{4\pi P_0 \omega C_{oss} \phi / ((1 - \cos 2\phi) \sin 2\phi)} \quad (6)$$

Figuur 4 is een grafiek van de piekuitgangsstroom I_1 , uitgezet tegen de gelijkspanning-vermogensvoedingsspanning V_{DD1} voor een type IRF 140 MOSFET, vervaardigd door International Rectifier Corporation, die kan worden gebruikt voor het uitvoeren van de schakel-inrichtingen Q_1 en Q_2 van de klasse-D eindversterker 10 volgens figuur 2. Gebruikmakend van de grafiek volgens figuur 4 kan een werkpunt met daarin waarden voor de voedingsspanning V_{DD1} en de piekuitgangsstroom I_1 worden gekozen. In het bijzonder worden veilige werkpunten gevonden voor een type IRF 140 MOSFET binnen het afgepaalde gebied 19. Figures 5 en 6 zijn respectievelijk grafieken van de piekuitgangsstroom I_1 en de voedingsgelijkspanning V_{DD1} , uitgezet tegen de optimale overgangstijd t_d voor type IRF 140 MOSFET's. De grafieken in de figuren 4 tot en met 6 zijn tot stand gebracht met gebruikmaking van de vergelijkingen (1) tot en met (6).

Door te interpoleren tussen de twee overgangstijdkrommen, dat wil zeggen de figuren 5 en 6, kan de optimale overgangstijd t_d worden benaderd voor een gekozen werkpunt, dat wil zeggen voor specifieke waarden van de piekuitgangsstroom I_1 en de voedingsgelijkspanning V_{DD1} . Met kennis van de waarde van de optimale overgangstijd t_d kan de amplitude V_p van

de stuuerelectrode/toevoerelectrode-spanningssignalen V_{GS1} en V_{GS2} nodig voor het verschaffen van deze optimale overgangstijd t_d , worden bepaald in overeenstemming met de volgende vergelijking:

$$V_p = \frac{V_T}{\sin[\omega \frac{td}{2}]} \quad (7)$$

Tenslotte is de uitvoering van een oscillator 18 voor het genereren van een ingangssignaal teneinde stuuerelectrode/toevoerelectrode-spanningssignalen V_{GS1} en V_{GS2} met amplitude V_p bij de verlangde werkfrequentie te produceren een in de techniek algemeen bekende zaak.

Een tweede voorkeursuitvoering van een eindtrapschakeling voor een hf klasse-D eindversterker is voorzien van een tweede klasse-D versterkertrap 20 (zoals getoond in figuur 7) waarvoor de amplitude van de sinusvormige stuuerelectrode/toevoerelectrodespanningssignalen zo is geregeld dat de overgangstijd t_d optimaal is in overeenstemming met de principes van de uitvinding. Een dergelijke klasse-D eindtrapschakeling bevat twee schakel-inrichtingen Q_4 en Q_5 die in serie zijn aangesloten met een gelijkspanningsvermogensvoeding V_{DD3} in een halve-brugschakeling. Een serieresonantieschakeling is aangesloten aan de halve-brug in het verbindingspunt tussen de schakel-inrichtingen Q_4 en Q_5 . De serieresonantie-schakeling is voorzien van een zelfinductie L_1 en de serie-combinatie van een blokkerende capaciteit C_{b2} en de gereflecteerde capaciteit die het gevolg is van de parasitaire ingangscapaciteiten C_{iss1} en C_{iss2} van de schakel-inrichtingen Q_1 , respectievelijk Q_2 . Aangezien de blokkeringscapaciteit C_{b2} kenmerkend groot is in vergelijking met de gereflecteerde capaciteit die is toe te schrijven aan de combinatie van de capaciteiten C_{iss1} en C_{iss2} , is de capaciteit van de serieresonantieschakeling effectief gelijk aan de gereflecteerde capaciteit van de combinatie van parasitaire capaciteiten C_{iss1} en C_{iss2} . De zelfinductie L_1 omvat bij voorkeur de lek-zelfinductie van de isolatie-transformator T_1 . De klasse-D eindtrapschakeling wordt aangestuurd via een transformator 22 door een oscillator 24.

C O N C L U S I E S

1. Eindtrap voor een klasse-D spanning-schakelende eindversterker met hoog rendement van de soort met een eerste en een tweede schakel-inrichting die in serie in een halve-brugschakeling zijn aangesloten en voorzien van een uitgangsresonantieschakeling in het verbindingspunt tussen
5 de eerste schakel-inrichting en de tweede schakel-inrichting, welke uitgangsresonantieschakeling omvat een capaciteit die in serie met een zelfinductie is aangesloten en waarbij de eerste en de tweede schakel-inrichting beide een ingangscapaciteit hebben, **gekenmerkt** door:

een sinusvormig signaal genererend orgaan voor het leveren
10 van een sinusvormig vermogensingangssignaal aan de eerste en aan de tweede schakel-inrichting; en

een orgaan dat samenwerkt met het sinusvormig signaal genererende orgaan voor het regelen van de overgangstijd tussen uit-zetten van één van de twee schakel-inrichtingen en het aan-zetten van de andere schakel-
15 inrichting teneinde een praktisch verliesloze omschakeling te verkrijgen.

2. Eindtrap volgens conclusie 1, **met het kenmerk**, dat

het sinusvormig signaal genererende orgaan is voorzien van een transformator met een lek-zelfinductie, een klasse-E eindversterker die gekoppeld is aan de klasse-D eindversterker door middel van de
20 transformator, waarbij de klasse-E eindversterker is voorzien van een derde schakel-inrichting met een kortsluitcapaciteit die in parallel-combinatie daarmee is aangesloten, en een hf smoorspoel, waarbij de parallel-combinatie in serie is aangesloten met de hf smoorspoel, en waarbij een tweede resonantieschakeling is aangesloten in het verbindingspunt tussen de derde
25 schakel-inrichting en de hf smoorspoel welke tweede resonantieschakeling is voorzien van een tweede capaciteit die is aangesloten in serie met een tweede zelfinductie; en

het orgaan dat de overgangstijd regelt, is voorzien van een orgaan voor het variëren van de amplitude van spanningsignalen aan de
30 ingangen van de eerste schakel-inrichting, respectievelijk de tweede schakel-

9 0 0 2 5 8 3

inrichting.

3. Eindtrap volgens conclusie 2, **met het kenmerk**, dat de tweede zelfinductie is voorzien van de lek-zelfinductie.

4. Eindtrap volgens conclusie 2, waarin de tweede capaciteit
5 omvat een blokkeringscapaciteit in serie met de ingangscapaciteit van de eerste schakel-inrichting en de ingangscapaciteit van de tweede schakel-inrichting, waarbij de blokkeringscapaciteit werkzaam is voor het blokkeren van het aanbieden van een gelijkspanning aan de transformator.

5. Eindtrap volgens conclusie 1, **met het kenmerk**, dat
10 het sinusvormig signaal genererende orgaan is voorzien van een tweede klasse-D eindversterker die is gekoppeld aan de klasse-D eindversterker met hoog rendement door middel van een transformator met een lek-zelfinductie, waarbij de tweede klasse-D eindversterker is voorzien van een derde schakel-inrichting en een vierde schakel-inrichting die in
15 serie zijn aangesloten in een halve-brugschakeling, en waarbij de tweede klasse D-eindversterker is voorzien van een tweede resonantieschakeling die een extra capaciteit bevat die in serie is aangesloten aan een extra zelfinductie; en

het orgaan dat de overgangstijd regelt, is voorzien van middelen
20 voor het variëren van de amplitude van spanningssignalen aan de ingangen van de eerste schakel-inrichting, respectievelijk de tweede schakel-inrichting.

6. Eindtrap volgens conclusie 5, **met het kenmerk**, dat de extra zelfinductie de lek-zelfinductie omvat.

7. Eindtrap volgens conclusie 5, waarin de extra capaciteit
25 een blokkeringscapaciteit in serie met de ingangscapaciteit van respectievelijk de eerste schakel-inrichting en de tweede schakel-inrichting omvat waarbij de blokkeringscapaciteit werkt voor het blokkeren van het aanbieden van gelijkspanning aan de transformator.

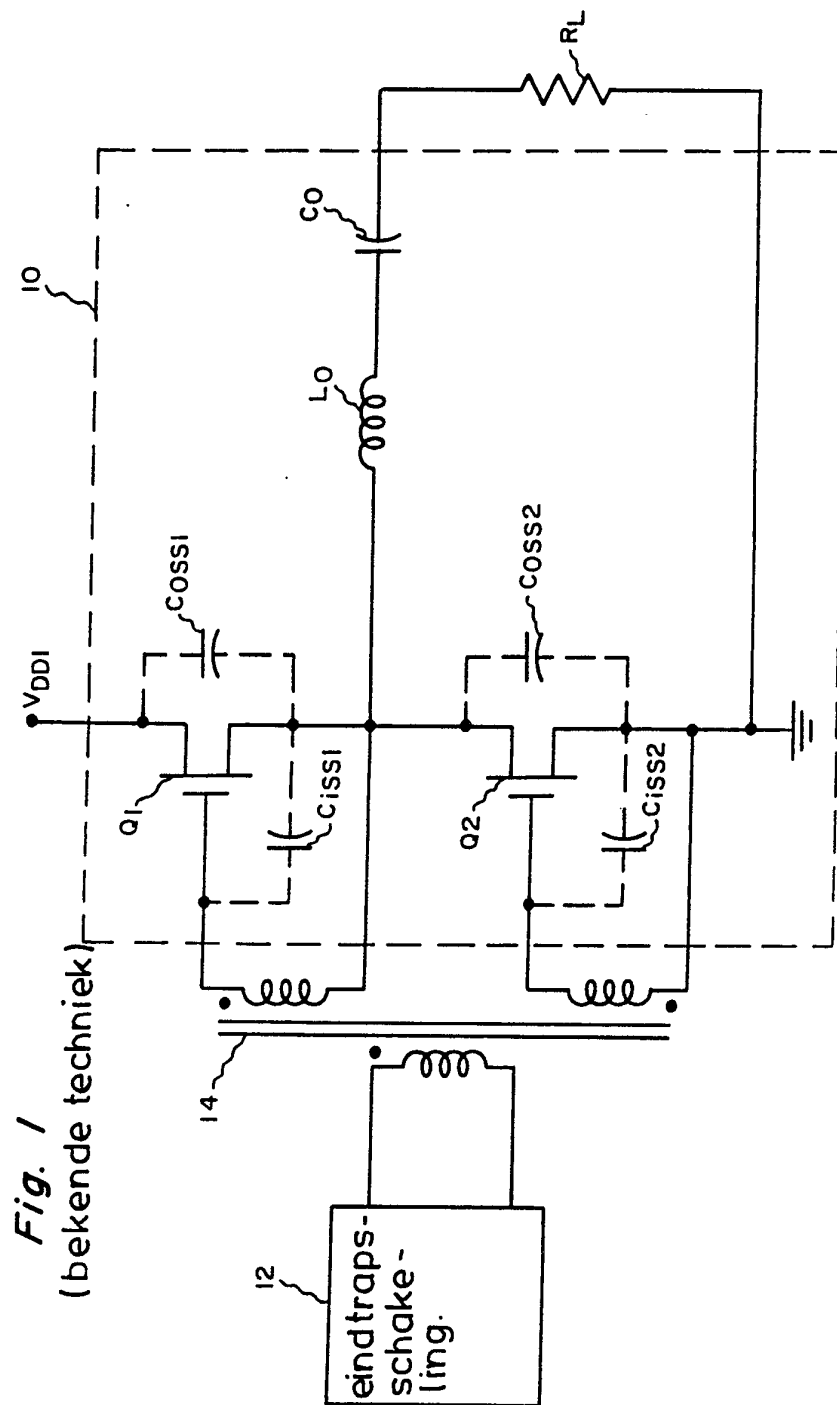
8. Eindtrap volgens conclusie 1, **gekenmerkt** door een orgaan
30 dat is gekoppeld met het sinusvormig signaal genererende orgaan om uit het sinusvormig vermogensingangssignaal twee sinusvormige signalen te genereren die praktisch 180° uit fase zijn waarbij telkens één van de twee sinusvormige signalen wordt toegevoerd aan de ene schakel-inrichting,
35 respectievelijk de tweede schakel-inrichting.

9. Eindtrap volgens conclusie 1, **met het kenmerk**, dat de eerste en de tweede schakel-inrichting beide bestaan uit een MOSFET.

10. Eindtrap volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de eerste en de tweede schakel-inrichting beide bestaan uit een bipolaire transistor met een geïsoleerde stuuerelectrode.

11. Eindtrap volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de eerste
5 en de tweede schakel-inrichting beide bestaan uit een MOS-bestuurde thyristor.

-O-O-O-O-O-O-O-



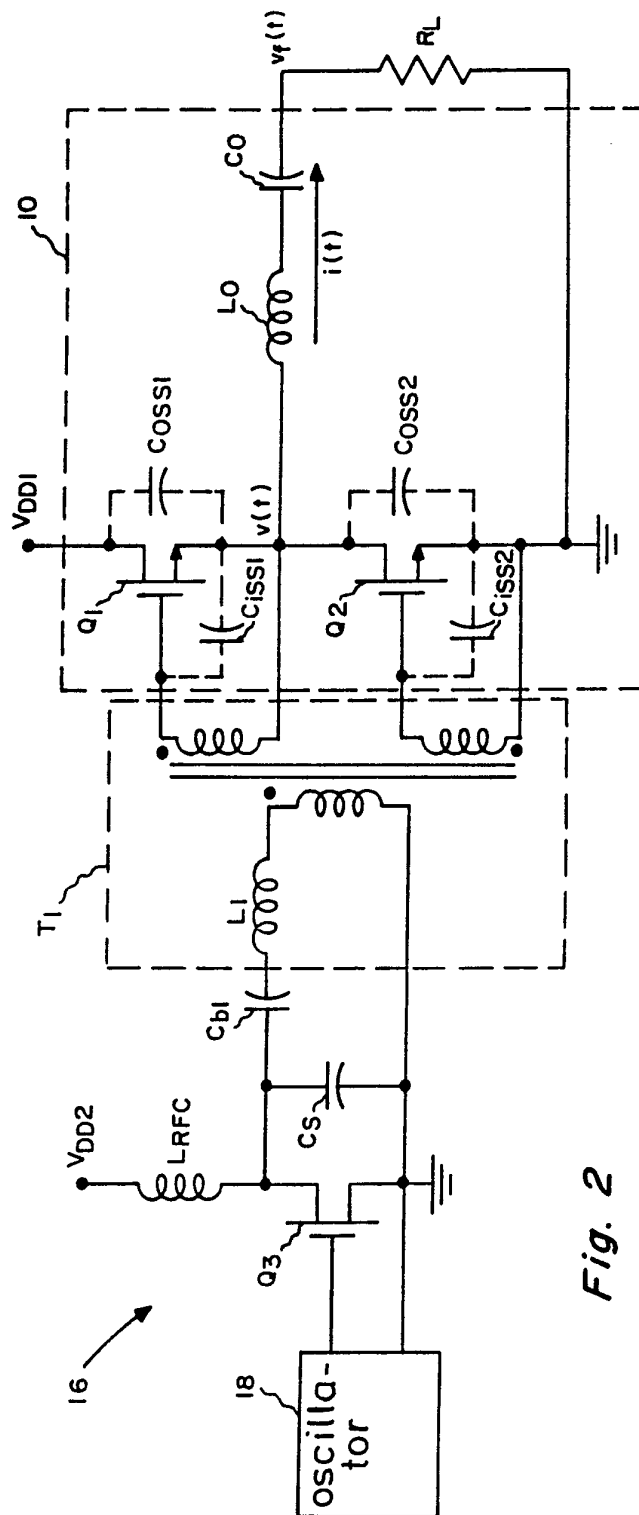


Fig. 2

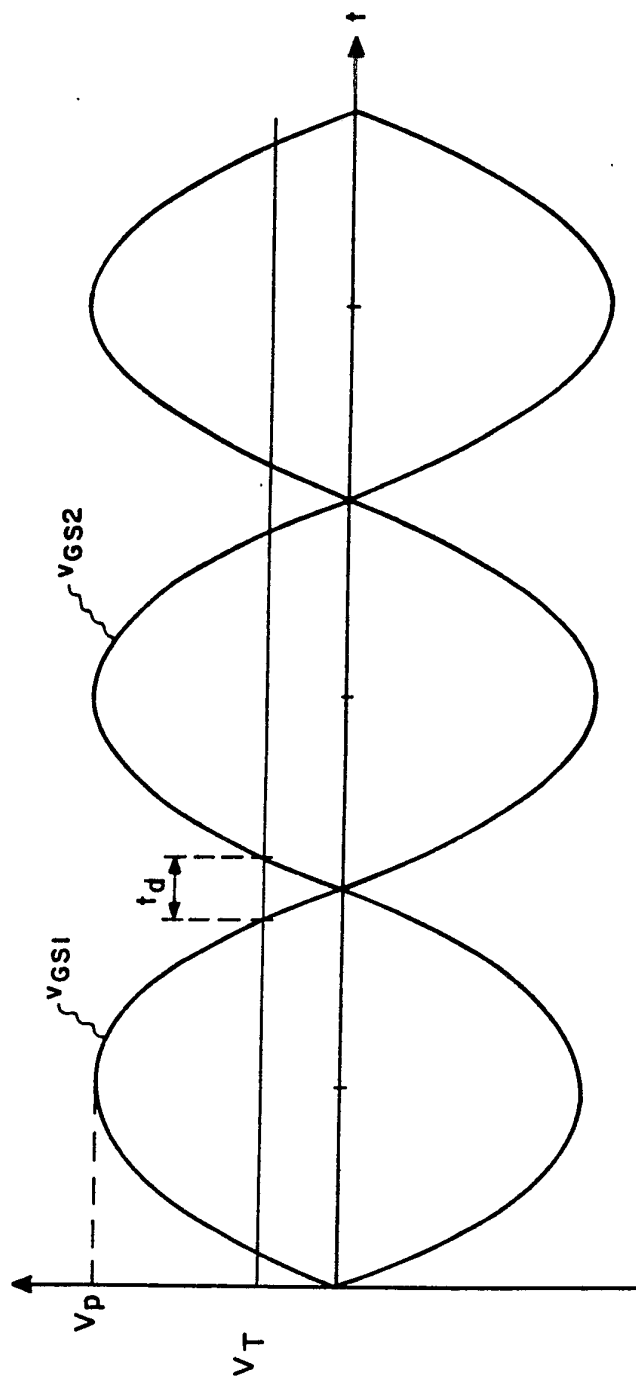


Fig. 3A

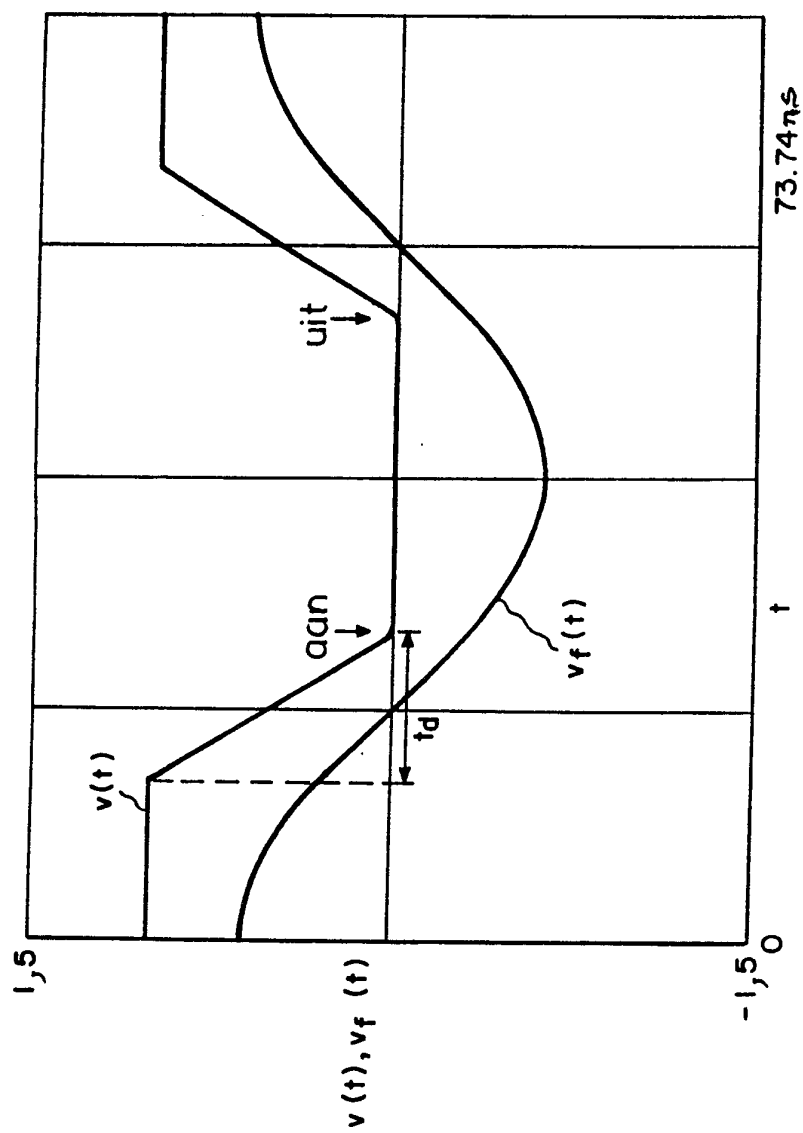


Fig. 3B

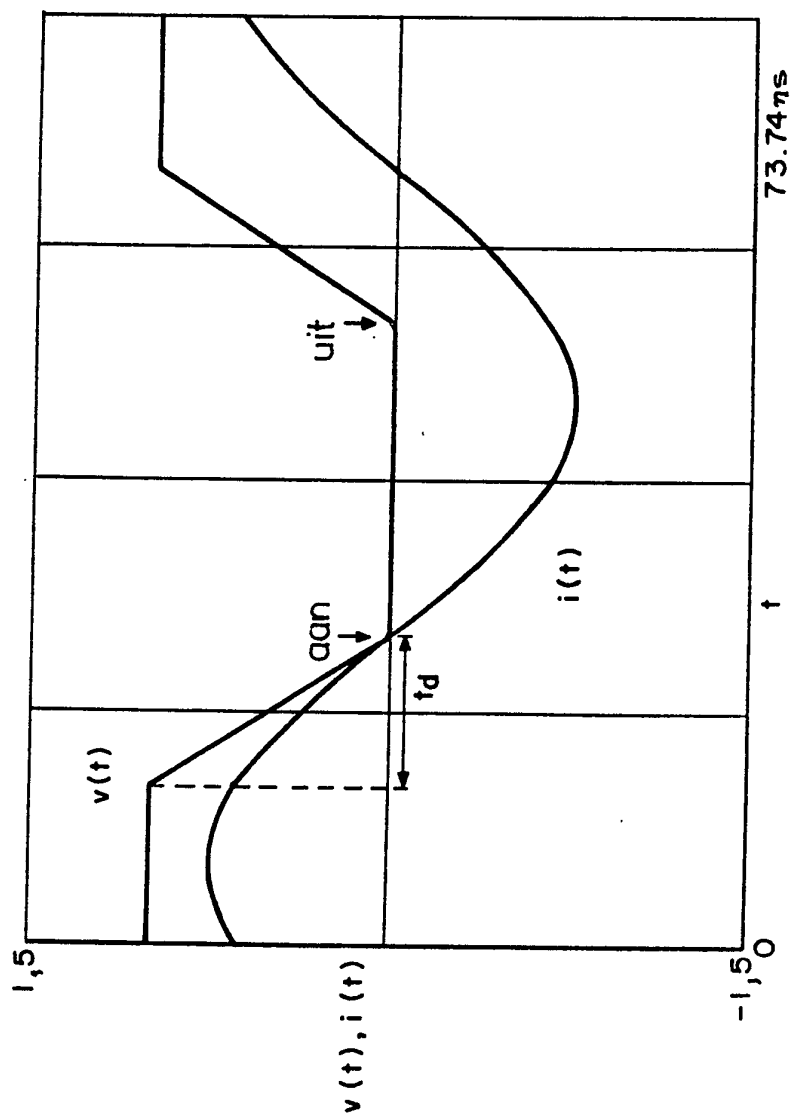
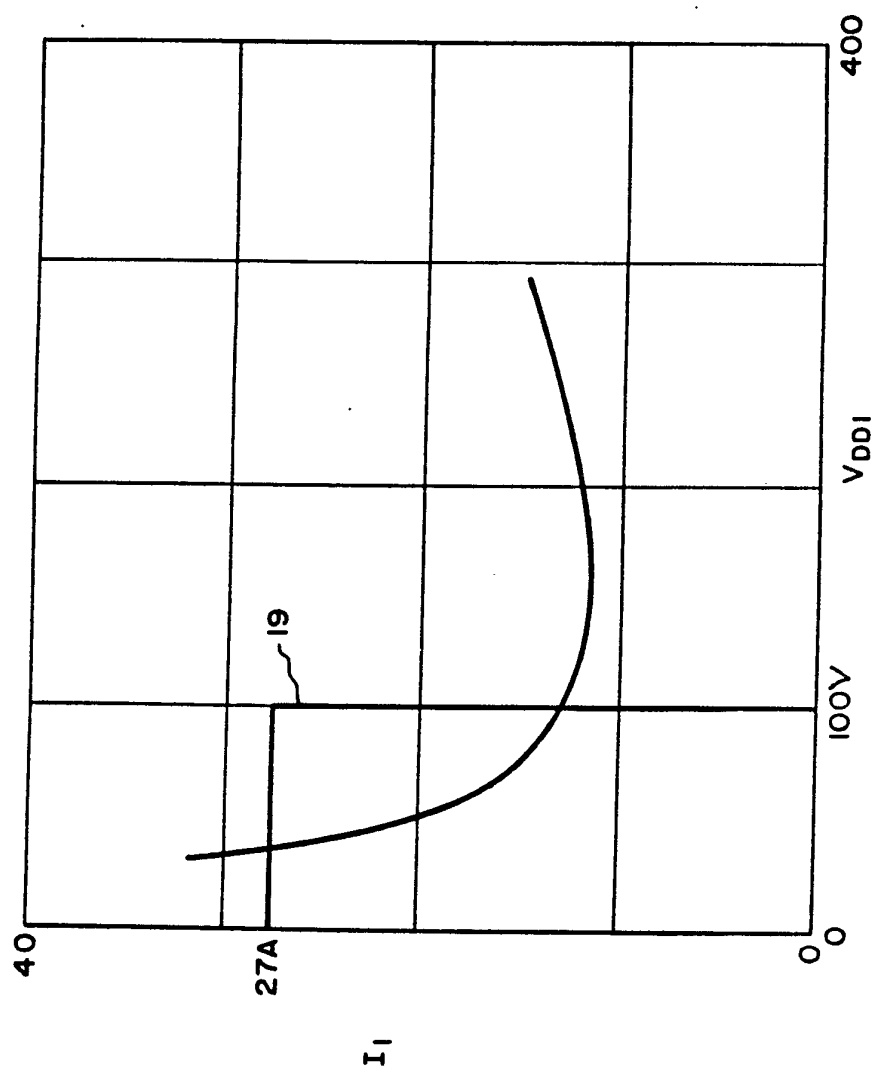


Fig. 3C

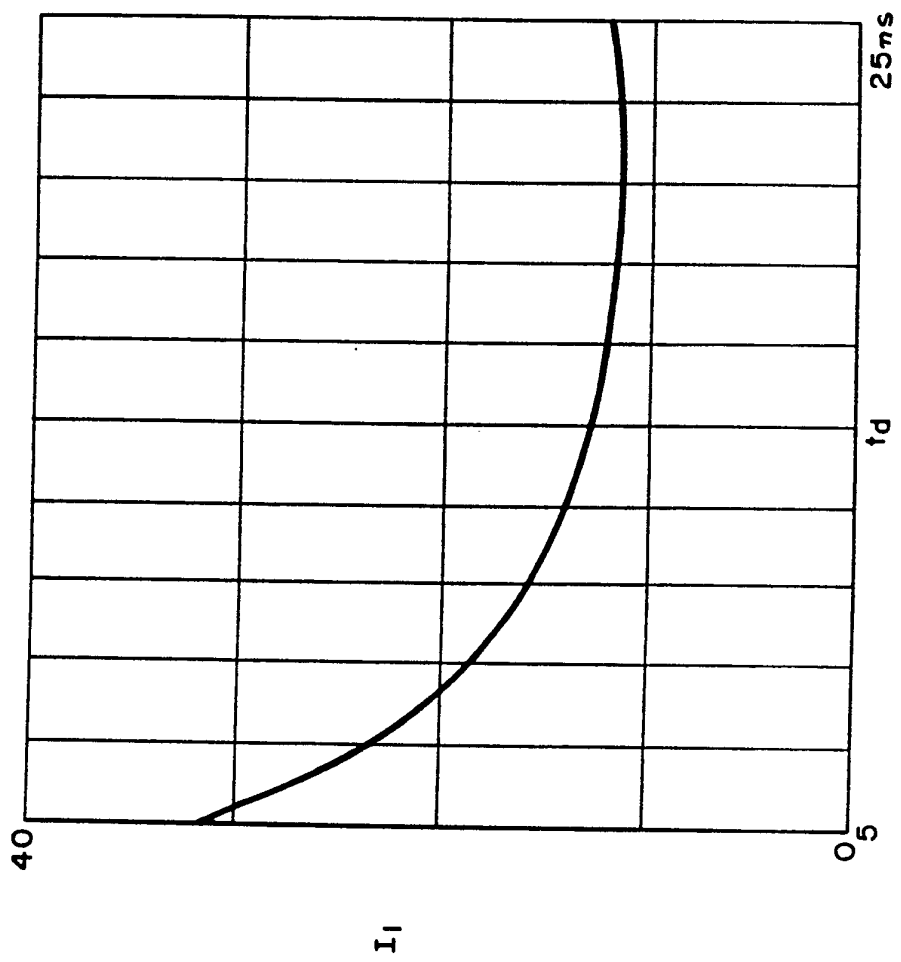
9002583

Fig. 4



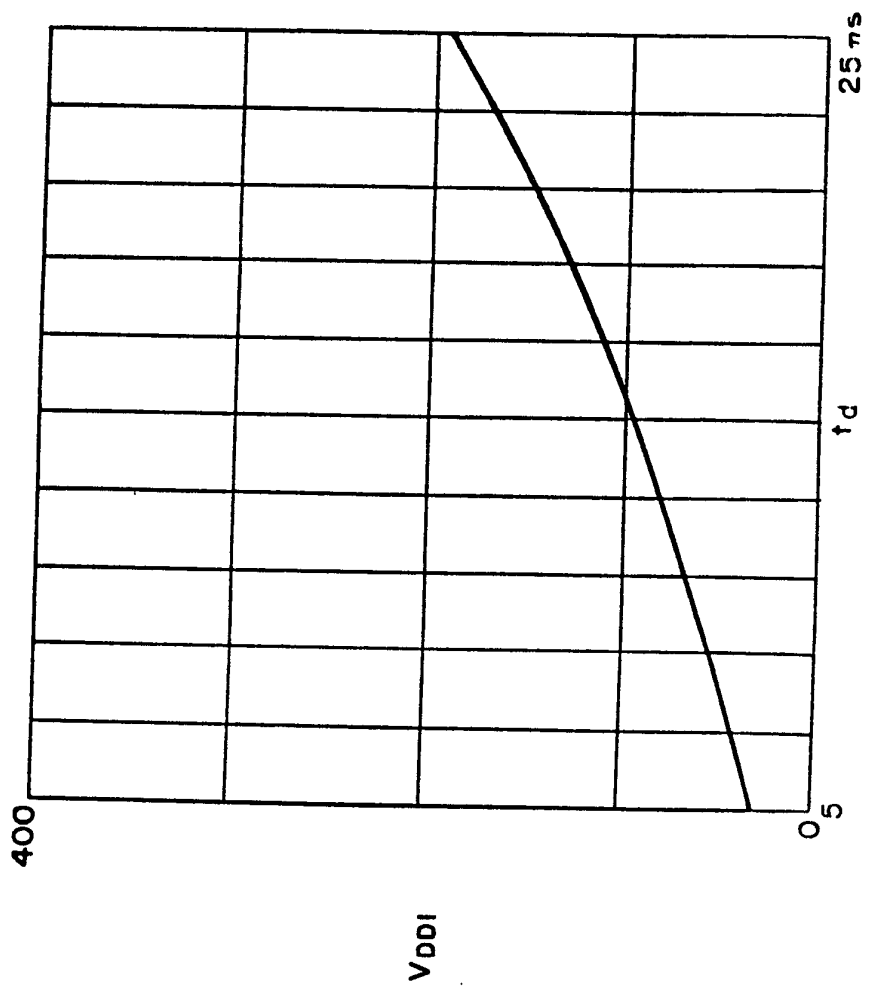
9002583

Fig. 5



9 0 0 2 5 8 3

Fig. 6



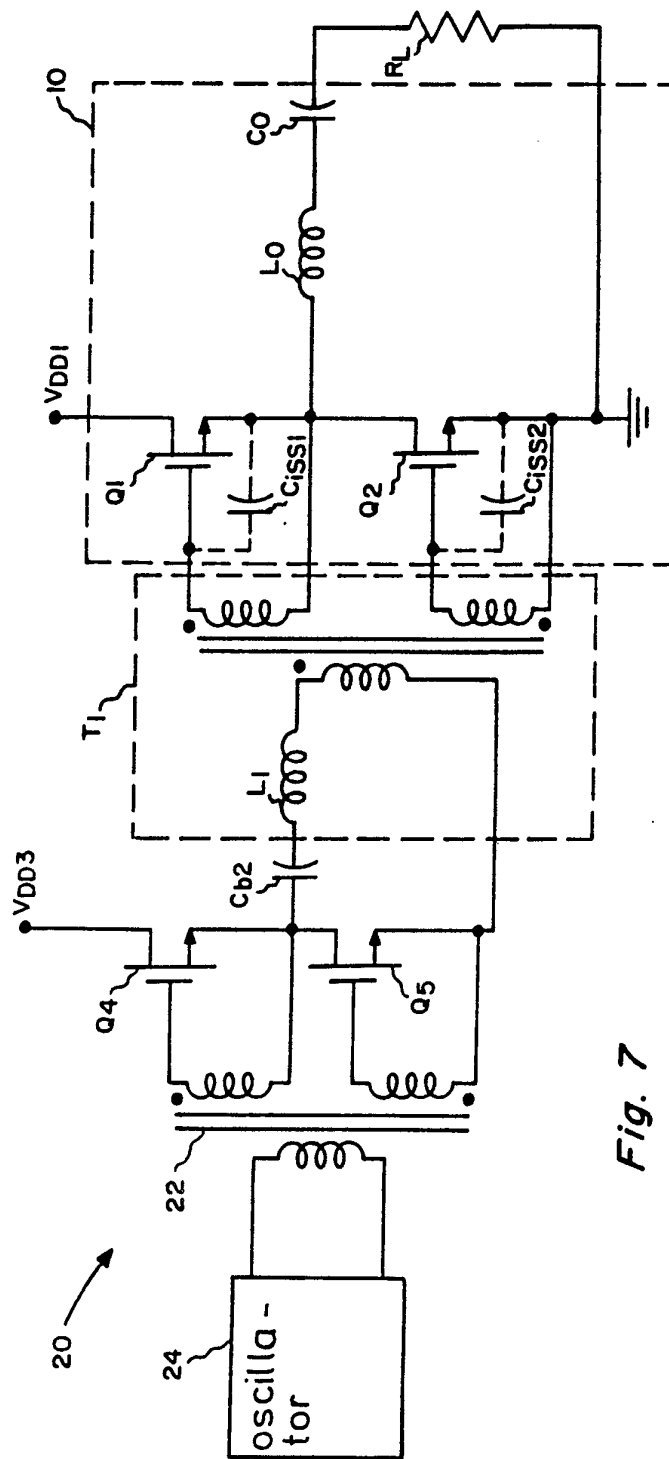


Fig. 7