



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 6547/88

(51) Int.Cl.6

H 03 H 7/01

(22) Indleveringsdag: 24 nov 1988

H 03 J 3/18

(41) Alm. tilgængelig: 28 maj 1989

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 02 jan 1995

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 27 nov 1987 GB 8727831

(73) Patenthaver: *N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken; Groenewoudseweg 1; 5621 BA Eindhoven, NL

(72) Opfinder: John David *Speake; GB

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Båndpasfilterkredsløb

(56) Fremdragne publikationer

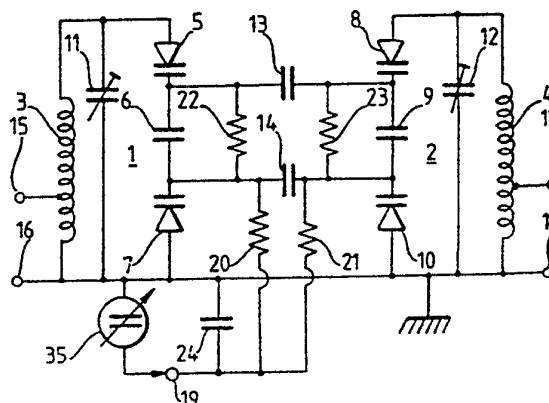
(57) Sammendrag:

6547-88

Et båndpasfilter omfatter et par reaktivt koblede parallelresonanskredse (1, 2), hvor et par signalindgangsterminaler (15,16,) er forbundet til den ene og et par udgangsterminaler (17,18) er forbundet til den anden. Afstemning af filteret opnås ved variation af den kapacitive komponent i hver kredse ved hjælp af en afstemningsspænding der påtrykkes en yderligere indgang (19). For at kompensere for afvigelsen fra den optimale kobling som ellers ville forekomme i forbindelse med ændring af afstemningsfrekvensen, omfatter den kapacitive komponent i hver resonanskreds i det mindste tre kondensatorer (5,6,7 og 8,9,10) i serie, idet hvert sæt på tre kondensatorer effektivt udgør en variabel kapacitiv spændingsdeler. De to forbindelsespunkter for de tre kondensatorer i hvert sæt er hver især forbundet til det tilsvarende forbindelsespunkt i det andet sæt ved hjælp af respektive tovejs reaktive koblinger henholdsvis (13 og 14).

Fig.1

6547-88



Opfindelsen angår et båndpasfilterkredsløb af den art, der omfatter en første og en anden parallelresonanskreds, som hver især omfatter en induktiv og en kapacitiv komponent, hvor hver af de kapacitive komponenter omfatter et par kondensatorer i serie, idet en kondensator i hvert par er varierbar i takt med variationen af den tilsvarende kondensator i det andet par, og en reaktiv tovejskobling anbragt mellem forbindelsespunktet mellem kondensatorerne i det ene par og forbindelsespunktet mellem kondensatorerne i det andet par.

Et filterkredsløb af denne type er beskrevet i patentskrift GB-A-1 295 850 (fig. 4, som modificeret ved fig. 5 og den tilsvarende beskrivelse). I dette kendte filter omfatter tovejskoblingen en seriekondensator, og hver af de variable kondensatorer varieres i takt med variationen af afstemningskondensatorer, som afstemmer de respektive resonanskredsløb for at opnå i det væsentlige konstant tilpasning af filteret til udgangsimpedansen for en transistor som føder det over hele afstemningsområdet.

Båndpas R.F.filtre bruges i udstrakt grad i radiokommunikationsudstyr til mange formål såsom undertrykkelse af falske frekvenser i superheterodynmodtagere, undertrykkelse af uønsket udstråling fra oscillatorer, impedanstilpasning, osv. Et typisk sådant filter består af to eller flere parallelresonanskredse med en tovejskobling mellem hver resonanskreds og den næste. Mange former for kobling er mulige og er veldokumenterede i standardreferencebøgerne. Den mest almindelige brugte på grund af dens enkelthed og lave pris er den såkaldte "topkondensatorkobling", hvori et fælles punkt for den kapacitive komponent og den induktive komponent i hver resonanskreds forbindes med det tilsvarende punkt på den næste resonanskreds, (hvis den er tilstede) via en seriekondensator, (idet det andet til-

svarende punkt er forbundet til jord). Størrelsen af hver seriekondensator vælges således, at den ønskede grad af kobling opnås; normalt betyder dette, at størrelsen af hver seriekondensator skal stå i et bestemt forhold til størrelsen af den kapacitive komponent i hver af de to resonanskredse, som den kobler sammen, fx for at opnå en såkaldt "kritisk kobling". Dette betyder, at hvis et filter som anvender simpel topkapacitetskobling ønskes at tunes over et væsentligt frekvensområde fx et frekvensområde, der overskrider 10% af en frekvens i området, skal afstemningen foretages ved at justere den induktive komponent i de forskellige resonanskredse fx ved hjælp af justerbare ferritkerner, da justering af den kapacitive komponent ville resultere i en utilladelig ændring af graden af kobling fra det optimale. Således kan variable kapacitetsdioder ikke bruges til afstemning af sådanne filtre over et væsentligt frekvensområde; hvis man gjorde det, ville et filter som er optimal koblet midt i afstemningsfrekvensområdet være væsentligt overkoblet i den øvre ende af dette område og væsentligt underkoblet i den lave ende.

Det er et formål med opfindelsen at gøre det muligt at mindske denne ulempe, og med dette formål er et båndpasfilterkredsløb af den art, der er specificeret i indledningen kendetegnet ved, at hver af de nævnte kapacitive komponenter omfatter hver sin yderligere kondensator i serie med kondensatorerne i det tilsvarende par, og at en yderligere reaktiv tovejskobling er bragt mellem forbindelsespunktet mellem den ene yderligere kondensator og det tilsvarende par kondensatorer og forbindelsespunktet mellem den anden yderligere kondensator og det tilsvarende par kondensatorer.

Det er nu indset, at den ændring af koblingen, som sker med en ændring af afstemningsfrekvensen der opnås ved variation af afstemningskapaciteten kan re-

duceres ved at forbinde den tovejs reaktive kobling, der er anbragt mellem de relevante par resonanskredse mellem et udtag på den kapacitive komponent i den ene kredse og et tilsvarende udtag på den kapacitive komponent i den anden kredse. Hvis hver af de nævnte kapacitive komponenter udelukkende bestod af et par kondensatorer i serie, hvoraf den ene er fast og den anden variabel, og forbindelsespunktet mellem disse udgjorde det tilsvarende udtag, så ville det, selv om den effektive ændring af placeringen af hvert udtag på den kapacitive deler der dannes af det tilsvarende par kondensatorer, der sker ved variation af den tilsvarende variable kondensator, kan fås til at ændre koblingen mellem de to resonanskredse i den rigtige retning til at opnå kompensering for den ændring i kobling, som ellers ville forekomme i forbindelse med en ændring i afstemningsfrekvens, i mange tilfælde være vanskeligt at opnå den korrekte værdi af kompenseringen i det mindste uden at give andre problemer. Kapacitetsværdien af hver af de faste kondensatorer bestemmer åbenbart størrelsen af den opnåede kompensering, men det område, som denne kapacitetsværdi skal ligge inden for er ofte begrænset af andre hensyn. Fx kan, hvis kapacitetsværdien er lille, et utilstrækkeligt afstemningsområde være opnåeligt ved hjælp af den tilsvarende variable kondensator. Omvendt, hvis kapacitetsværdien er stor, vil ethvert signal, som behandles af filteret forekomme tværs over den tilsvarende variable kondensator med en relativ stor amplitude, hvilket vil resultere i dannelse af en relativ kraftig forvrængning af signalet, hvis den variable kondensator er en ikke lineær enhed såsom en variabel kapacitetsdiode. Derfor omfatter ifølge opfindelsen hver kapacitiv komponent en yderligere kondensator i serie med kondensatorerne i det tilsvarende par og en yderligere reaktiv tovejskobling er anbragt mellem forbindelsespunktet mellem den ene yderligere

kondensator og det tilsvarende par kondensatorer og forbindelsespunktet mellem den anden yderligere kondensator og det tilsvarende par kondensatorer. Denne udvej forårsager stor frihed i valget af størrelserne af kondensatorerne som udgør hver af de nævnte kapacitive komponenter for opnåelse af den ønskede grad af kompensering fordi disse størrelser og størrelserne af reaktanserne af de to tovejskoblinger er indbyrdes afhængige; sidstnævnte kan justeres fx ved at implementere dem i form af respektive seriekondensatorer eller andre reaktive komponenter, og ved at vælge størrelsen af disse passende.

Som det er bekendt, kan forvrængning, der dannes i et signal der behandles af et filter, der benytter sig af en enkelt variabel kapacitetsdiode som afstemningskondensator på grund af den ikke lineære karakteristik af dioden reduceres ved at erstatte den enkelte diode med et par sådanne dioder forbundet ryg mod ryg. Fortrinsvis er derfor hver af de nævnte yderligere kondensatorer, der findes ifølge opfindelsen i sig selv variabel i takt med variationen af den anden yderligere kondensator og kondensatoren i det tilsvarende par, hvortil den er forbundet er fast, idet der findes organer til variation af kapaciteten af alle de variable kondensatorer samtidigt. Hvis dette er tilfældet og hver variabel kondensator er en variabel kapacitetsdiode, kan indførelsen af de yderligere kondensatorer i overensstemmelse med opfindelsen forårsage den yderligere fordel der består i reduceret forvrængning.

Udførelsesformer for opfindelsen beskrives i det følgende ved hjælp af et eksempel med reference til de vedlagte tegninger, hvor

fig. 1 er kredsløbsdiagrammet for en første udførelsesform, og

fig. 2 kredsløbsdiagrammet for en anden udførelsesform.

I fig. 1 omfatter et filterkredsløb første og anden parallelresonanskreds henholdsvis 1 og 2, som hver omfatter en induktiv komponent og en kapacitiv komponent. De induktive komponenter i disse kredse er i form af spoler henholdsvis 3 og 4. Den kapacitive komponent af resonanskredsen 1 omfatter et par seriekondensatorer 5 og 6 med en yderligere kondensator 7 forbundet i serie dermed, idet serieforbindelsen af kondensatorerne 5, 6 og 7 er forbundet parallelt med spolen 3. Tilsvarende omfatter den kapacitive komponent af resonanskredsen 2 et par seriekondensatorer 8 og 9 med en yderligere kondensator 10 forbundet i serie dermed, idet serieforbindelsen af kondensatorerne 8, 9 og 10 er forbundet parallelt med spolen 4. Trimmekondensatorer 11 og 12 er også forbundet parallelt med spolerne henholdsvis 3 og 4. Forbindelsespunktet mellem spolen 3 og kondensatoren 7 er forbundet til jord ligesom forbindelsespunktet mellem spolen 4 og kondensatoren 10. En første reaktiv tovejskobling implementeret som en seriekondensator 13 er anbragt mellem forbindelsespunktet mellem kondensatorerne 5 og 6, og forbindelsespunktet mellem kondensatorerne 8 og 9. Tilsvarende er en anden reaktiv tovejskobling implementeret som en seriekondensator 14 anbragt mellem forbindelsespunktet mellem kondensatorerne 6 og 7, og forbindelsespunktet mellem kondensatorerne 9 og 10. Indgangsterminalerne 15 og 16 er forbundet til henholdsvis et udtag på spolen 3 og jord, og udgangsterminalerne 17 og 18 er forbundet til henholdsvis et udtag på spolen 4 og til jord.

Medens kondensatorerne 6 og 9 er faste, er kondensatorerne 5, 7, 8 og 10 variable i form af variable kapacitetsdioder. For at kunne variere kapaciteten af disse dioder i takt med hinanden og dermed afstemme filteret, kan en variabel forspænding i forhold

til jord påtrykkes fra en kilde 35 på en afstemnings-
spændings indgangsterminal 19. I det viste eksempel
er terminal 19 forbundet til katoderne på dioderne
5, 7, 8 og 10 således, at afstemningsspændingen skal
5 være positiv i forhold til jord. Afstemningsspændings-
indgangsterminalen 19 er forbundet til katoderne på
dioderne 7 og 10 via højimpedansede seriemodstande
henholdsvis 20 og 21, idet disse katoder videre er
forbundet til katoderne på dioderne henholdsvis 5 og
10 7 via højimpedansede seriemodstande henholdsvis 22
og 23. Terminal 19 er også afkoblet til jord via en
kondensator 24.

Hvis kondensatoren 14 blev udeladt og konden-
satoren 13 blev forbundet mellem anoderne på dioderne
15 5 og 8 i stedet for deres katoder, (sædvanlig top-
kapacitetskobling) og kapaciteten af kondensatoren 13
blev valgt således, at den gav den ønskede kobling mel-
lem resonanskredsene 1 og 2 midt i afstemningsom-
rådet, ville man finde, at koblingen ville være større
20 end den ønskede i højfrekvensenden af afstemningsområ-
det og mindre end den ønskede i lavfrekvensenden af af-
stemningsområdet på grund af ændringen af impedans af
kondensatoren 13 med frekvensen. Denne effekt kunne
mindskes noget ved at forbinde kondensatoren 13 som
25 vist (igen uden kondensatoren 14), fordi formindskel-
sen i kapacitet af dioderne 5, 7, 8 og 10, der er
nødvendig for at nå højfrekvensenden af afstemnings-
området ville resultere i, at forbindelsespunkterne for
kondensatoren 13 til de kapacitive spændingsdelere
30 5, 6, 7 og 8, 9, 10 effektivt bevæger sig ned på
disse spændingsdelere, med en tilsvarende omvendt ef-
fekt, hvis kapaciteten af dioderne øges for at nå lav-
frekvensenden af afstemningsområdet, idet den effekti-
ve flytning af disse forbindelsespunkter er bestemt af
35 størrelsen af kondensatorerne 6 og 9. Imidlertid
er, som det er omtalt ovenfor det område indenfor hvil-

ket kapacitetsværdierne af kondensatorerne 6 og 9 skal ligge ofte begrænset af andre hensyn; i en anvendelse fandtes det, at denne begrænsning altid resulterede i overkompensering for ændringen i impedans af kondensatoren 13 med frekvensen. Derfor er kondensatoren 14 også anbragt som vist. Forbindelsespunkterne for kondensatoren 14 til de kapacitive spændingsdelere 6, 7 og 8, 9, 10 er således, at disse punkter effektivt bevæger sig op og ned på de respektive spændingsdelere med ændringerne i kapaciteten af dioderne 5, 7, 8 og 10 i modsat retning af den tilsvarende flytning af forbindelsespunkterne for kondensatoren 13. Tilstedeværelsen af kondensatoren 14 resulterer derfor i, at den compensation, som ville opnås, hvis kondensatoren 13 alene var til stede bliver reduceret således, at nettokompenseringen der opnås, kan varieres ved at vælge de relative kapacitetsværdier af kondensatorerne 13 og 14 passende.

I et praktisk filter opbygget som vist i fig. 1 var induktansen af den del af hver spole 3 og 4, som ligger over udtaget 44 nH og induktansen af den del af spolerne 3 og 4, som ligger under dette udtag var 5 nH. Kapacitetsværdierne for kondensatorerne 6, 9, 13 og 14 var henholdsvis 18 pF, 18 pF, 1,17 pF og 1,54 pF. Hver variabel kapacitetsdiode 5, 7 8 og 10 bestod faktisk af to sådanne dioder, som fås under typebetegnelsen BB809, forbundet parallelt. Centerfrekvensen for filteret kunne afstemmes over et område fra ca. 136 MHz til 164 MHz ved at variere spændingen der påtrykkes terminal 19 i forhold til terminal 16 over området +2V til +20V. En i det væsentlige optimal Butterworthkarakteristik blev opnået over hele dette afstemningsområde.

Det skal bemærkes, at den uundgåelige ikke ideelle opførsel for forskellige komponenter i filteret med varierende frekvens også kan tages med i betragt-

ning, når man vælger de relative kapacitetsværdier for kondensatorerne 13 og 14 for at opnå i det mindste nogen kompensation for denne opførsel, hvis ønsket.

Fig. 2, i hvilken komponenter som har modparter i fig. 1 har fået samme referencecifre, er kredsløbsdiagrammet for en anden udførelsesform for opfindelsen. I fig. 2 omfatter et båndpasfilterkredsløb igen en første og en anden parallel resonanskreds 1 og 2. Imidlertid er de kapacitive komponenter i hver af disse resonanskredse nu anbragt noget anderledes end de tilsvarende komponenter i fig. 1. Hver sådan komponent omfatter igen et par seriekondensatorer henholdsvis 5, 6 og 8, 9, hvor de variable kondensatorer 5 og 8 hver er i form af et par ryg mod ryg forbundne variable kapacitetsdioder henholdsvis 5A, 5B og 8A, 8B, hvilke par har yderligere kondensatorer henholdsvis 25 og 27 forbundet i serie dermed, idet serieforbindelsen af kondensatorerne 5, 6 og 25 er forbundet parallelt med spolen 3 og serieforbindelsen af kondensatorerne 8, 9 og 27 er forbundet parallelt med spolen 4. Imidlertid er nu hver kondensator 25 og 27 fast og er indsat mellem de tilsvarende variable kondensatorer 5 eller 8 og spolen 3 i stedet for mellem de tilsvarende faste kondensatorer 6 eller 9 og jord. Kondensatoren 14 er nu forbundet mellem forbindelsespunktet mellem den variable kondensator 5 og den yderligere kondensator 25 og forbindelsespunktet mellem den variable kondensator 8 og den yderligere kondensator 27. På grund af den anderledes kredsløbskonfiguration er forbindelserne til de forskellige variable kapacitetsdioder fra afstemningsspændingsindgangsterminalen 19 også noget anderledes, idet terminal 19 er forbundet til forbindelsespunktet mellem dioderne 5A og 5B via en højimpedanset modstand 29 og til forbindelsespunktet mellem dioderne 8A og 8B via en højimpedanset modstand 30, og yderligere høj-

impedansede modstande 31, 32, 33 og 34 er forbundet parallelt med kondensatorerne henholdsvis 25, 27, 6 og 9. Filterkredsløbet fungerer på tilsvarende måde som kredsløbet i fig. 1. Hvis fx den positive afstemnings-
 5 spænding der påtrykkes terminal 19 øges for derved at reducere kapaciteten af dioderne 5A, 5B, 8A og 8B og således øge centerfrekvensen for filterkarakteristikken, flytter punkterne på de kapacitive spændingsdelere 25, 5A, 5B, 6 og 27, 8A, 8B, 9, hvortil kondensa-
 10 toren 13 er forbundet sig effektivt ned på disse spændingsdelere, hvorimod forbindelsespunkterne for kondensatoren 14 effektivt bevæger sig op.

Med spoler 3, 4 med samme induktans som angivet for fig. 1 og hvor diode 5A, 5B, 8A og 8B igen
 15 består af to dioder af type BB809 forbundet parallelt og med kondensatorer 6, 9, 13, 14, 25 og 27 med kapacitetsværdier på henholdsvis 36 pF, 36pF, 3,9 pF 0,75 pF, 36 pF og 36 pF fandtes overføringsfunktionen for filteret i fig. 2 for værdier af afstemningsspæn-
 20 dningen påtrykt terminal 19 mellem +2 og +20 V, at være i det væsentlige den samme som opnået med det "praktiske filter" opbygget som vist i fig. 1.

Det er selvfølgelig ikke væsentligt at kondensatorerne 6, 9, 25 og 27 i fig. 2 alle har samme værdi.
 25 di. Forholdet mellem kapacitetsværdien af kondensatoren 6 til kapacitetsværdien af kondensatoren 25 og kapacitetsværdien af kondensatoren 9 til kapacitetsværdien af kondensatoren 27, kan vælges forskellig fra en, idet kapacitetsværdien af kondensatoren 13
 30 og/eller kondensatoren 14 skal justeres tilsvarende for at opnå den ønskede overføringsfunktion.

Det vil være klart, at mange modifikationer er mulige i det beskrevne kredsløb indenfor opfindelsens ide som defineret ved kravene, fx kan kondensatorerne
 35 13 og/eller 14 hver erstattes af et par kondensatorer i serie med forbindelsen af de to kondensatorer i

et par forbundet til jord via en yderligere kondensator. Som et yderligere eksempel kan hver kondensator 13 og 14 erstattes af en induktor således, at hver tovejskobling mellem resonanskredsene 1 og 2 har en induktiv i stedet for en kapacitiv reaktans. Imidlertid vil brugen af kapacitive i stedet for induktive reaktanser normalt blive foretrukket blandt andet på grund af prisen.

Selvom filtrene der er beskrevet, hver har bestået af to sektioner, er det klart, at opfindelsen kan anvendes i forbindelse med filtre med mere end to sektioner. Fx kan kredsløbet vist i fig. 1 udvides ved at forbinde genparter til kondensatorerne 13 og 14 mellem fællespunkterne for henholdsvis kondensatorerne 8 og 9 og kondensatorerne 9 og 10, og de tilsvarende fællespunkter i genparter af resonanskredsen 2, som har disse fællespunkter forsynet fra udgangen af kilden 35 via modstande svarende til modstandene 21 og 23.

20

P A T E N T K R A V

Båndpasfilterkredsløb af den art der omfatter en første (1) og en anden (2) parallel resonanskreds, som hver især omfatter en induktiv (3, 4) og en kapacitiv komponent, hvor hver af de kapacitive komponenter omfatter et par kondensatorer (5, 6; 8, 9) i serie, idet en kondensator (5) i hvert par er varierbar i takt med variationen af den tilsvarende kondensator (8) i det andet par, en reaktiv tovejskobling (13) anbragt mellem forbindelsespunktet mellem kondensatorerne (5, 6) i det ene par og forbindelsespunktet mellem kondensatorerne (8, 9) i det andet par, k e n d e t e g n e t ved, at hver af de nævnte kapacitive komponenter omfatter en yderligere kondensator (7; 10) i serie med kondensatorerne (5, 6; 8, 9) i det tilsvarende par, og at en

yderligere reaktiv tovejskobling (14) er anbragt mellem forbindelsespunktet mellem den ene yderligere kondensator (7) og det tilsvarende par kondensatorer (5, 6) og forbindelsespunktet mellem den anden yderligere kondensator (10) og det tilsvarende par kondensatorer (8, 9).

2. Kredsløb ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at hver yderligere kondensator (7, 10) er varierbar i takt med variationen af den anden yderligere kondensator, og kondensatoren (6, 9) i det tilsvarende par, hvortil den er forbundet er fast, idet der findes organer (35) til variation af kapaciteten af alle de variable kondensatorer (5, 7, 8, 10) samtidigt.

3. Kredsløb ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at tovejskoblingerne omfatter hver sin seriekondensator (13, 14).

4. Filter ifølge et af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at hver af de variable kondensatorer omfatter en variabel kapacitetsdiode (5, 7, 8, 10), der er d.c.forbundet med en indgang (19) for en afstemningsspænding (35), hvilken indgang er fælles for alle de variable kapacitetsdioder.

Fig. 1

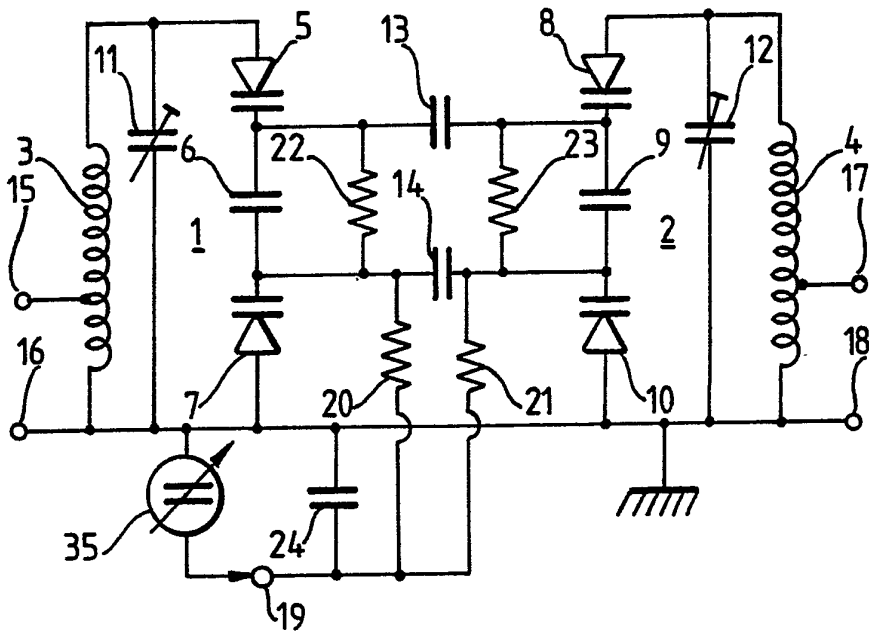


Fig. 2

