



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 136901

(51) Int. Cl.² H 02 M 1/08

(21) Patensøknad nr. 3001/73

(22) Inngitt 25.07.73

(23) Løpedag 25.07.73

(41) Alment tilgjengelig fra 29.01.74

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 15.08.77

(30) Prioritet begjært 26.07.72, Japan, nr. 87985/72

(54) Oppfinnelsens benevnelse Styrekrets for vekselretter.

(71)(73) Søker/Patenthaver
TOKYO KEIKI CO., LTD.,
16-46, 2-chome, Minami Kamata,
Ohta-ku, Tokyo,
Japan.

(72) Oppfinner
TSUNEO AWANO, Asahi-ku, Yokohama-shi,
KAZUTOSHI ONISHI, Asahi-ku, Yokohama-shi,
ISAO MASUZAWA, Kuki-shi, Saitama-ken,
Japan.

(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor A-S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Ingen.

Oppfinnelsen angår en styrekrets for vekselretter for periodisk omkobling av en likespenningskilde ved hjelp av et første og et annet elektronisk koblingselement, særlig transistor eller tyristor, som styres av henholdsvis et første og et annet styresignal, for å tilføre vekselstrøm til en belastning.

Typiske eksempler på vekselrettere er transistorvekselretteren hvor de første og andre koblingselementer består av parallellkoblede transistorer, og tyristorvekselretteren hvor det benyttes parallellkoblede tyristorer bestående av styrte siliciumlikerettere.

En transistorvekselretter omfatter normalt en utgangstransformator hvor det til endene av transformatorens primærvikling er koblet en seriekobling av en første og en annen koblingstransistor. En likespenningskilde er over en bryter innkoblet mellom det felles forbindelsespunkt mellom transistorenes emittere og primærviklingens nøytralepunkt. Mellom endene av transformatorens sekundærvikling er innkoblet en belastning, og en kondensator er koblet over energikilden for å redusere dennes impedans. For en nærmere beskrivelse av arrangementet henvises til den senere nærmere beskrivelse.

En tyristorvekselretter omfatter også en utgangstransformator med en primærvikling til hvis ender det er koblet en seriekobling av en første og en annen tyristor. En likespenningskilde er innkoblet mellom det felles forbindelsespunkt mellom tyristorenes katoder og primærviklingens nøytralepunkt. Mellom endene av primærviklingen er videre koblet en kommuterende kondensator. For en nærmere beskrivelse av

arrangementet henviser også her til den senere nærmere beskrivelse.

De foran nevnte to typer av vekselrettere drives som kjent ved selv-eksitering eller ytre eksitering.

Ved den selv-eksiterte vekselretter er det separat anordnet en LC-svingekrets hvor et utgangssignal fra svingekretsen vekselvis energiserer de første og andre koblings-elementer. På grunn av sin spesielle tidskonstant bruker imidlertid LC-svingekretsen en viss tid for å oppnå normal svingetilstand etter at den har begynt å virke, dvs. den er utsatt for en viss grad av tidsforsinkelse. Den selv-eksiterte vekselretter eller omformer som benytter en LC-svingekrets har følgelig den ulempe at den oppviser en ustabil begynnelsesdrift.

Ved den ytre eksiterte vekselretter er det ofte separat anordnet en styrekrets for avgivelse av et styresignal til vekselretterens koblings-elementer etter mottagelse av en klokkepuls fra en relaksasjonssvingekrets som benytter en unijunction-transistor.

Ved transistorvekselretteren må transistorene tilføres et styresignal i form av en firkantbølgespenning. Styrekretsen for transistorvekselretteren er følgelig oppbygget av en hybrid firkantbølge-svingekrets bestående av en kombinasjon av en relaksasjons-svingekrets som benytter en unijunction-transistor, og en flip-flop-krets. Transistor-vekselretterkretsen som inneholder en kondensator for reduksjon av kraftkildens impedans, har imidlertid de ulemper at det kreves en viss tid for koblingstransistoren påtrykkes en regelmessig eller jevn likespenning, og at den kondensator som inngår i tidskonstantkretsen for relaksasjons-svingekretsen oppviser forskjellige mengder av restladningsenergi mellom begynnende og normal drift, hvilket resulterer i forskjellige svingefrekvenser mellom starten og normal drift, nærmere bestemt lengre svingeperiode ved begynnelsesdrift enn ved normal drift. Disse ulemper fører i fellesskap til at

utgangstransformatoren iblant mettes, hvilket fører til den ustabile begynnelsesdrift for vekselretteren. For å løse disse vanskeligheter er det nødvendig å sørge for midler for å stabilisere svingeperioden for relaksasjons-svingekretsen helt fra starten av dennes drift, og midler for påtrykning av et styresignal ved det nøyaktige tidspunkt da koblingstransistoren påtrykkes normal likespenning. Tilveiebringelsen av sådanne midler kompliserer imidlertid vanligvis arrangementet av en styreanordning.

Til forskjell fra transistorvekselretteren må tyristorvekselretteren stoppes så snart en kommuteringsfeil opptrer. Når en sådan hendelse er eliminert, må vekselretteren startes for annen gang. For å unngå denne ulempe er det nødvendig å tilføre en styresignalspenning som har firkantbølgeform, og som oppviser god stigningskarakteristikk. For dette formål blir det benyttet den metode å energisere en hjelpevekselretter av motstandsbelastningstype for å danne et triggersignal ved en utgang fra relaksasjons-svingekretsen som benytter en unijunction-transistor for å styre et firkantbølge-utgangssignal fra hjelpevekselretteren. Også ved tyristorvekselretteren har man imidlertid det problem at dersom relaksasjons-svingekretsen har lengre svingeperiode ved innledende drift enn ved normal drift, vil utgangstransistoren, som er konstruert for å passe til svingeperioden under normal drift, raskt blir mett, og denne metning vil forårsake en kommuteringsfeil og som følge derav stans av tyristorvekselretteren. Når derfor tyristoren påtrykkes en normal likespenning, bør tyristorvekselretteren tilføres et styresignal som består av en firkantbølgepuls, og som oppviser en nøyaktig frekvens og god stigningskarakteristikk helt fra den innledende drift.

Formålet med oppfinnelsen er således å tilveiebringe en vekselretterstyrekrets av enkel konstruksjon som muliggjør at et elektrisk koblingselement kan tilføres en god firkantbølgepuls med nøyaktig repetisjonsperiode fra samme øyeblikk som koblingselementet påtrykkes en normal likespenning.

Det nevnte formål oppnås ved en styrekrets for en vekselretter av den innledningsvis angitte type, hvor styrekretsen er kjennetegnet ved at den omfatter en første og en annen "master-slave"-flip-flop-krets som hver har tre inngangsklemmer J, T og K, en nullstillingsklemme CL og to utgangsklemmer Q og $\bar{Q}$, idet den første flip-flops J-klemme og den annen flip-flops J- og K-klemmer er koblet sammen for å tilføres et "1"-signal når koblingselementene påtrykkes spenning fra likespenningskilden, de første og andre flip-flopers T-klemmer er koblet sammen for å tilføres en klokkepuls, den første flip-flops K-klemme holdes på "0"-nivå og den første flip-flops Q-klemme er koblet til den annen flip-flops CL-klemme, en tidskonstant-krets som energiseres når de felles forbundne klemmer i de to flip-flop-kretser tilføres et "1"-signal, og etter en viss tid etter energiseringen avgir et "1"-signal til den første flip-flops CL-klemme, og en styresignaltilførende krets som er forbundet med den annen flip-flops Q- og $\bar{Q}$ -klemmer og den første flip-flops Q-klemme, og forsyner det første koblingselement med det nevnte første styresignal bestående av et utgangssignal fra den annen flip-flops Q-klemme, og også det annet koblingselement med det nevnte annet styresignal bestående av et OC-utgangssignal avledet fra et utgangssignal fra den annen flip-flops $\bar{Q}$ -klemme og et utgangssignal fra den første flip-flops Q-klemme.

Oppfinnelsen muliggjør at et koblingselement kan tilføres et styresignal som består av en firkantbølgepuls og oppviser en fast frekvens og god stigningskarakteristikk helt fra starten i den foreskrevne tidsperiode etter at koblingselementet påtrykkes likespenning, dvs. når den påtrykte spenning på koblingselementet når det foreskrevne nivå. Således elimineres de ulemper som er til stede ved de tidligere kjente vekselretter-styrekretser ved hjelp av en styrekrets av enkel konstruksjon. Videre gjør oppfinnelsen det lett å bestemme hvilket av de to koblingselementer som skal gjøres ledende først.

Oppfinnelsen skal i det følgende beskrives nærmere

under henvisning til tegningene, der fig. 1 er et koblings-skjema hvor en vekselretter-styrekrets ifølge oppfinnelsen er vist i forbindelse med en transistorvekselretter, fig. 2 og 3 viser tilstandstabellene for "master-slave"-flip-flop-kretsene som benyttes i styrekretsen ifølge oppfinnelsen, fig. 4 viser bølgeformer som illustrerer virkemåten for vekselretter-styrekretsen på fig. 1, og fig. 5 viser et koblings-skjema hvor en vekselretter-styrekrets ifølge oppfinnelsen er vist i forbindelse med en tyristorvekselretter.

På fig. 1 er vekselretter-styrekretsen ifølge oppfinnelsen vist omgitt av strektegnede linjer, mens et vekselretter-arrangement med parallellkoblede transistorer er vist utenfor de strektegnede linjer. I overensstemmelse med den innledningsvis angitte omtale av transistor-vekselretteren, omfatter denne en utgangstransformator 10 til hvis primærvikling det er koblet en seriekobling av en første og en annen koblingstransistor TR1 og TR2 med de angitte polariteter. En likespenningskilde E1 med polariteter som vist er over en bryter 11 koblet mellom det felles forbindelsespunkt mellom de to transistorers emittere og primærviklingens nøytralkpunkt. Mellom endene av transformatorens 10 sekundærvikling er innkoblet en belastning 12, og en kondensator C1 er anordnet for å redusere kraftkildens impedans.

Den på figuren viste vekselretter-styrekrets omfatter en første såkalt "master-slave"-flip-flop-krets FF1 og en annen "master-slave"-flip-flop-krets FF2. Hver "master-slave"-flip-flop-krets har signalmottagende klemmer J og K, en klokkepulsmottagende klemme T, en nullstillings-signalklemme CL og utgangsklemmer Q og $\bar{Q}$. Klemmene i den første flip-flop FF1 er merket med suffikset 1, og klemmene i den annen flip-flop FF2 er merket med suffikset 2. Klemmene J1, J2 og K2 er koblet sammen for å tilføres et "1"-signal, nærmere bestemt den viste spenning merket +Vc. Ifølge denne utførelse er det mellom kraftkildens E1 klemmer anordnet en konstantspenningsanordning 15. Når bryteren 11 legges inn, blir en utgangsspenning +Vc fra konstantspenningsanordningen

15 tilført som et "1"-signal til de foran nevnte felles forbundne klemmer J1, J2 og K2. Klemmene T1 og T2 er koblet sammen for å tilføres en klokkepuls fra en klokkepulsgenerator 16 som aktiveres når kraftkilden E1 er innkoblet. Klemmen K1 er jordet for å holdes på "0"-nivå. Klemmen Q1 er forbundet med klemmen CL2.

Vekselretter-styrekretsen ifølge oppfinnelsen omfatter videre en tidskonstantkrets bestående av en motstand R1 og en kondensator C3. Den ene ende av motstanden R1 er forbundet med kraftkilden som genererer spenningen +Vc, og forbindelsespunktet mellom motstanden R1 og kondensatoren C3 er forbundet med klemmen CL1 via en motstand R2. I det foreskrevne tidsintervall etter påtrykning av spenningen +Vc tilføres et "1"-signal til CL1-klemmen.

Vekselretter-styrekretsen omfatter videre en krets for avgivelse av et styresignal til koblingstransistoren. Denne styresignalgenererende krets omfatter fem dioder D1, D2, D3, D4 og D5, samt en forspenningsanordning. Den første diodes D1 katode er forbundet med klemmen Q2. Den annen diodes D2 anode er forbundet med den første diodes anode, og dens katode utgjør utgangsklemmen for et første styresignal, nemlig et styresignal g for den første transistor TR1. Den tredje diodes D3 katode er forbundet med klemmen Q2. Den fjerde diodes D4 anode er forbundet med den tredje diodes D3 anode, og dens katode utgjør utgangsklemmen for et styresignal h for den annen koblingstransistor TR2. Den femte diodes D5 katode er forbundet med klemmen Q1, og dens anode er forbundet med de tredje og fjerde dioders anoder. Forspenningsanordningen er anordnet for å påtrykke en forspenning VB på de første og andre dioders D1 og D2 anoder via en motstand R3, og på de tredje og fjerde dioders D3 og D4 anoder via en motstand R4.

Forbindelsene mellom inngangene og utgangene fra "master-slave"-flip-flop-kretsene FF1 og FF2 er angitt i tilstandstabellene på fig. 2 og 3. Tabellen på fig. 2 er en generell tilstandstabell for en "master-slave"-flip-flop-

krets. Det fremgår av tabellen av dersom $CL = "0"$ ved den n 'te tidsperiode, er Q -utgangen ved den $(n + 1)$ 'te tidsperiode lik $"0"$ uten hensyn til de signalnivåer som påtrykkes på J -, K - og T -klemmene. Dersom $CL = "1"$ ved den n 'te tidsperiode, innstilles Q -klemmen på $"1"$ ved den $(n + 1)$ 'te tidsperiode. Dersom på fig. 4B en klokkepuls ved tidspunktet t_1 er en n 'te puls, er den foregående puls en $(n - 1)$ 'te puls. Mellom den n 'te puls og den $(n - 1)$ 'te puls er CL_1 i hovedsaken lik $"1"$ (fig. 4C). Mellom den n 'te klokkepuls og den $(n - 1)$ 'te klokkepuls er derfor Q_1 -utgangen i flip-floppen FF1 klar til å bli lik $"1"$. Således blir Q_1 innstilt på $"1"$ ved den n 'te klokkepuls (fig. 4D). Man har altså at så lenge nullstillings-klemmen CL tilføres et $"0"$ -signal, holdes utgangen fra Q -klemmen på $"0"$ -nivå uten hensyn til den type signal som tilføres til klemmene J , K og T . Når nullstillings-klemmen CL mottar et $"1"$ -signal og T -klemmen mottar en klokkepuls etter at CL -klemmen har mottatt $"1"$ -signalet, blir utgangen fra Q -klemmen innstilt på $"1"$.

I den høyre kolonne " Q_{n+1} " i tilstandstabellen på fig. 3 er vist hvordan nivået på Q -utgangen ved den $(n + 1)$ 'te tidsperiode varierer avhengig av nivåene på klemmene J og K når CL -klemmen holdes på $"1"$. Man har at når $J = K = "0"$, holdes Q -utgangen i en tilstand tatt ved den n 'te tidsperiode, og når $J = K = "1"$, blir Q -utgangen ved den n 'te tidsperiode invertert. Når $J = "1"$ og $K = "0"$, blir Q -utgangen ved den $(n + 1)$ 'te tidsperiode lik $"1"$ uten hensyn til nivået på Q -utgangen ved den n 'te tidsperiode, og når $J = "0"$ og $K = "1"$, blir Q -utgangen lik $"0"$. Det fremgår av fig. 3 at når klokkepuls-klemmen T påtrykkes en klokkepuls med nullstillings-klemmen CL holdt på $"1"$ -nivå, virker "master-slave"-flip-flop-kretsen som en binær teller som styres synkront ved hjelp av klokkepulsens.

Selv om det indre arrangement av "master-slave"-flip-flop-kretsen ikke er vist, vil det være velkjent for fagfolk at kretsen som nevnt drives som en binær teller i

synkronisme med en klokkepuls, forutsatt at CL holdes på "1"-nivå. På fig. 4E og 4F er vist at flip-flop-kretsen FF2 drives som en binær teller i synkronisme med en klokkepuls T1.

Virkemåten for vekselretter-styrekretsen på fig. 1 skal beskrives i det følgende under henvisning til bølgeformdiagrammet på fig. 4.

Når bryteren 11 legges inn (fig. 4A) påtrykkes en spenning +Vc både på klemmene J1, J2 og K2 og på tidskonstantkretsen, slik at klemmespenningen på kondensatoren C3 økes i overensstemmelse med den tilhørende tidskonstant. Et signal som tilføres til nullstillings-klemmen CL1 har følgelig et spenningsnivå "0" når bryteren 11 lukkes, mens spenningsnivået når verdien "1" (fig. 4C) etter et tidsintervall t1. Ved slutten av tidsintervallet t1 genereres en klokkepuls under en stabil tilstand (fig. 4B). I flip-flop-kretsen FF1 har CL1-klemmen ved slutten av tidsintervallet t1 "1"-nivå, J1-klemmen har "1"-nivå når bryteren 11 lukkes (på grunn av påtrykning av spenningen +Vc), og Q1-klemmen har også "1"-nivå (fig. 3 og 4D), da K1-klemmen er jordet og holdt på "0"-nivå. Derfor har også CL2-klemmen "1"-nivå.

I det følgende skal beskrives tilstanden på en utgang fra flip-flop-kretsen FF2 før CL1- og CL2-klemmene oppviser "1"-nivå. Under tidsintervallet t1 har CL2-klemmen "0"-nivå da Q1-klemmen har "0"-nivå, og derfor har Q2-klemmen "0"-nivå (fig. 2), og $\bar{Q}2$ -klemmen har "1"-nivå (fig. 4F). Da Q2-klemmen har "0"-nivå, har spenningen i punktet A "0"-nivå (fig. 4E). Spenningen i punktet B (fig. 4G) har et nivå som representerer et OG-utgangssignal avledet fra utgangssignalet fra $\bar{Q}2$ -klemmen og fra Q1-klemmen. Så lenge Q1-klemmen har "0"-nivå og $\bar{Q}2$ -klemmen har "1"-nivå, har følgelig spenningen i punktet B "0"-nivå ($\bar{Q}2 \cdot Q1 = B$ på fig. 4G).

I det følgende betraktes utgangsnivået i punktet B

umiddelbart etter tidsintervallet t_1 . I dette øyeblikk har Q1-klemmen "1"-nivå (fig. 4D) og $\bar{Q}2$ -klemmen har "1"-nivå (fig. 4F), og et OG-utgangssignal i punktet B har følgende "1"-nivå.

Med hensyn til flip-flop-kretsen FF2, er J2- og K2-klemmene allerede tilført et "1"-spenningsnivå når bryteren 11 lukkes og T2-klemmen er tilført en klokkepuls. Når derfor CL2-klemmen påtrykkes en "1"-spenning umiddelbart etter tidsintervallet t_1 , utfører FF2-kretsen en flip-flop-funksjon som en binær teller i overensstemmelse med repetisjonsperioden for klokkepulsene. Dvs. at umiddelbart etter tidsintervallet t_1 oppviser Q2- og $\bar{Q}2$ -klemmene vekselvis "0"- og "1"-nivåer. Ved de nevnte punkter A og B blir det derfor kontinuerlig generert firkantbølger med motsatte faser (fig. 4E og 4G). Selv om klokkepulsene har ustabil repetisjonsperiode ved den innledende generering, vil repetisjonsperioden stabiliseres innenfor tidsintervallet t_1 . De første og andre styresignaler vil derfor ha konstant repetisjonsperiode fra begynnelsen av sin genereringstid og god rektangulær bølgeform. Tilførsel av disse styresignaler til de respektive koblingstransistorer gjør det følgende mulig for vekselretteren å oppvise stabil drift helt fra starten, og muliggjør også at stabile firkantbølger kan tilføres til belastningen helt fra starten. Da, slik som vist på fig. 4, en innledende firkantbølge genereres i punktet B, vil tilførsel av et styresignal g eller h til den ene eller den annen av de første og andre transistorer bestemme hvilken av disse transistorer som skal opereres først.

På fig. 5 er vekselretter-styrekretsen ifølge oppfinnelsen vist i forbindelse med en tyristorvekselretter. Liksom på fig. 1 er vekselretter-styrekretsen vist omsluttet av en strektegnet linje, mens tyristorvekselretteren er vist utenfor den strektegnede linje. Slik som innledningsvis omtalt, omfatter tyristorvekselretteren en transformator 10 med en primærvikling til hvis ender det er koblet en første og en annen tyristor SCR1 og SCR2 med de viste polariteter.

Likespenningskilden E1 er med de angitte polariteter innkoblet mellom forbindelsespunktet mellom katodene i de to styrte likerettere og primærviklingens nøytralpunkt. Mellom primærviklingens ender er innkoblet en kommuterende kondensator C2.

Når det gjelder utførelsen av styrekretsen for vekselretteren, er denne identisk med utførelsen på fig. 1, og virkemåten er også den samme som for arrangementet på fig. 1 slik at en beskrivelse av dette sløyfes.

Mån vil innse at anordningen for påtrykning av signalspenning +Vc på "master-slave"-flip-flop-kretsens inngangsklemmer, og arrangementet av tidskonstantkretsen ikke bare er begrenset til de viste utførelser.

P a t e n t k r a v

1. Styrekrets for vekselretter for periodisk omkobling av en likespenningskilde ved hjelp av et første og et annet elektronisk koblingsselement, særlig transistor eller tyristor, som styres av henholdsvis et første og et annet styresignal, for å tilføre vekselstrøm til en belastning, k a r a k t e r i s e r t ved at den omfatter en første og en annen "master-slave"-flip-flop-krets (FF1, FF2), som hver har tre inngangsklemmer J, T og K, en nullstillingsklemme CL og to utgangsklemmer Q og $\bar{Q}$, idet den første flip-flops (FF1) J-klemme (J1) og den annen flip-flops (FF2) J- og K-klemmer (J2 og K2) er koblet sammen for å tilføres et "1"-signal når koblingsselementene (TR1, TR2; SCR1, SCR2) påtrykkes spenning fra likespenningskilden (E1), de første og andre flip-flopers (FF1 og FF2) T-klemmer (T1 og T2) er koblet sammen for å tilføres en klokkepuls (16), den første flip-flops (FF1) K-klemme (K1) holdes på "0"-nivå og den første flip-flops (FF1) Q-klemme (Q1) er koblet til den annen flip-flops CL-klemme (CL2), en tidskonstantkrets (R1, C3) som

energiseres når de felles forbundne klemmer (J1, J2 og K2) i de to flip-flop-kretser tilføres et "1"-signal, og etter en viss tid (t1) etter energiseringen avgir et "1"-signal til den første flip-flops CL-klemme (CL1), og en styresignal-tilførende krets som er forbundet med den annen flip-flops (FF2) Q- og $\bar{Q}$ -klemmer (Q2 og $\bar{Q}2$) og den første flip-flops (FF1) Q-klemme (Q1), og forsyner det første koblingsselement (TR1 eller SCR1) med det nevnte første styresignal (g) bestående av et utgangssignal (punkt A) fra den annen flip-flops (FF2) Q-klemme (Q2), og også det annet koblingsselement (TR2 eller SCR2) med det nevnte annet styresignal (h) bestående av et OG-utgangssignal (punkt B) avledet fra et utgangssignal fra den annen flip-flops (FF2) $\bar{Q}$ -klemme ($\bar{Q}2$) og et utgangssignal fra den første flip-flops (FF1) Q-klemme (Q1).

2. Styrekrets ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at den styresignal-tilførende krets omfatter en første diode (D1) hvis katode er forbundet med den annen flip-flops Q-klemme (Q2), en annen diode (D2) hvis anode er forbundet med den første diodes (D1) anode og hvis katode utgjør utgangsklemmen for det første styresignal (g), en tredje diode (D3) hvis katode er forbundet med den annen flip-flops (FF2) $\bar{Q}$ -klemme ($\bar{Q}2$), en fjerde diode (D4) hvis anode er forbundet med den tredje diodes (D3) anode, og hvis katode utgjør utgangsklemmen for det annet styresignal (h), en femte diode (D5) hvis katode er forbundet med den første flip-flops (FF1) Q-klemme (Q1) og hvis anode er forbundet med de tredje og fjerde dioders anoder, og en forspennings-anordning for påtrykning av en forspenning på de første og andre dioders (D1 og D2) anoder via en felles motstand (R3), og også på de tredje og fjerde dioders (D3 og D4) anoder via en felles motstand (R4).

136901

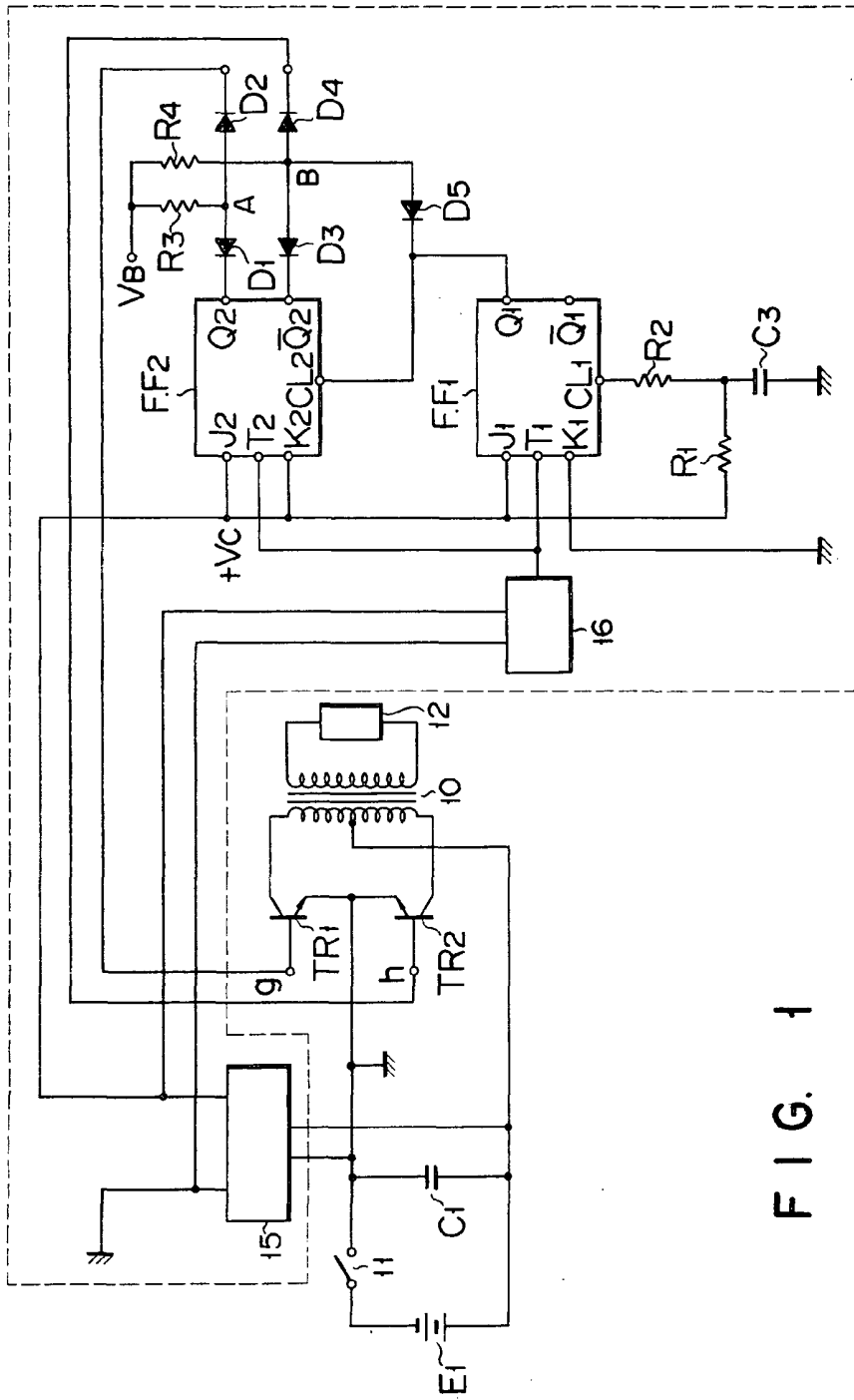


FIG. 1

FIG. 2

CL	Q_{n+1}
0	0
1	Q_n

FIG. 3

J	K	Q_{n+1}
0	0	Q_n
1	0	1
0	1	0
1	1	$\bar{Q}_n$

FIG. 4A

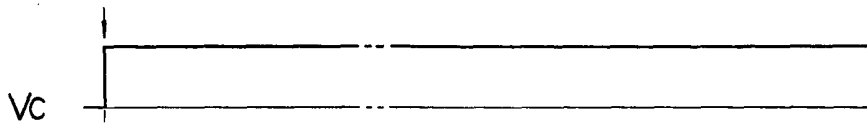


FIG. 4B

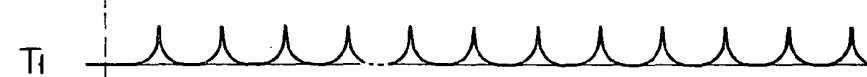


FIG. 4C

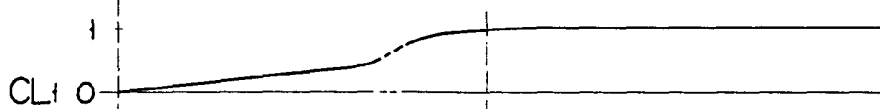


FIG. 4D

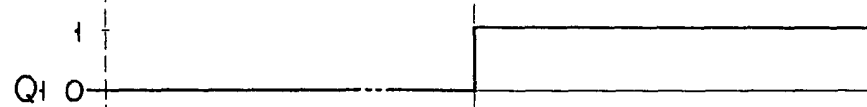


FIG. 4E

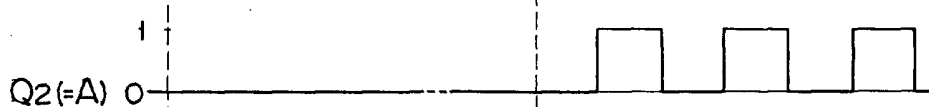


FIG. 4F

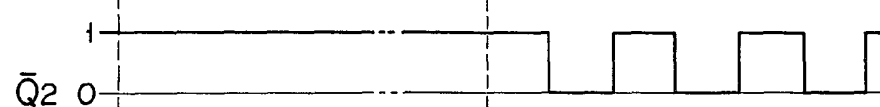


FIG. 4G

