



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 136229

(51) Int. Cl.² H 02 P 13/26, B 23 K 9/10

(21) Patentsøknad nr. 1670/73

(22) Inngitt 18.04.73

(23) Løpedag 18.04.73

(41) Alment tilgjengelig fra 19.10.73

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 25.04.77

(30) Prioritet begjært 18.04.72, Sverige, nr. 4963/72

(54) Oppfinnelsens benevnelse Strømkilde for håndsveisning.

(71)(73) Søker/Patenthaver A/S ESAB,
Postboks 205,
3251 Larvik.

(72) Oppfinner ROLF ERICSSON,
Laxå,
Sverige.

(74) Fullmektig A/S Oslo Patentkontor Dr. ing. K. O. Berg, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner US patent nr. 3549979

Den foreliggende oppfinnelse vedrører en strømkilde med sterkt fallende spenning-strøm-karakteristikk, bestående av en flerfasetransformator med lav magnetisk spredning (lav reaktans), en til dens sekundærvikling tilkoblet flerfaselikeretter med styrbare ventiler, en tennvinkelgiver anordnet for til de styrbare ventilene å tilføre tennpulser med en fasestilling bestemt av størrelsen av et til tennvinkelgiveren tilført, av en likestrøm eller likespenning bestående styresignal, samt en styresignalgiver som tilveiebringer nevnte styresignal, hvilken styresignalgiver omfatter koblingsanordninger for tilveiebringelse av en konstant, innstillbar første komponent (grunnkomponent) av styresignalet og koblingsanordninger som innefatter et sveisestrømfølende organ for tilveiebringelse

av en til grunnkomponenten motrettet, til sveisestrømmen proporsjonal andre komponent av styresignalet.

At strømkilden har sterkt fallende spenning-strøm-karakteristika skal her forstås således at kortslutningsstrømmen høyst når opp til halvannen gang arbeidsstrømmen (buestrømmen).

Ved en i det amerikanske patentskrift nr. 3.530.359 beskrevne strømkilde av dette slag oppnås den innstillbare grunnkomponenten av styresignalet ved sammenlagring av to delkomponenter, som er innstillbare hver for seg. Nærmere bestemt finnes et innstillingsorgan for den første del-komponent og to av hverandre og av nevnte innstillingsorgan uavhengige innstillingsorgan for den andre delkomponenten. Det ene av de to sistnevnte reguleringsorgan tjener også til innstilling av karakteristikkens helning ved innstilling av forholdet mellom den nevnte andre komponenten av styresignalet og sveisestrømmen. For å stille inn en viss sveisestrøm og en viss helning av karakteristikken må sveiseren således stille inn tre adskilte innstillingsorgan, hvilket gjør innstillingen vanskelig. Den kjente sveisestrømkilden har dessuten den ulempen, at sveisestrømmen sterkt varierer med nettspenningen. Nettspenningsvariasjonenes forstyrrende innvirkning öker i samme grad som karakteristikken avviker fra den vertikale. For i mest mulig grad å redusere den forstyrrende innvirkning av nettspenningsvariasjonene må helningen stilles så bratt som mulig, dvs. karakteristikken må gjøres så nær vertikal som mulig. På den andre siden er det velkjent ved sveising med bekledd elektrode at kortslutningsströmstyrken må overstige buestrømmen i tilstrekkelig grad for å sikre en hurtig og forstyrrelsesfri forløpende dråpeoverføring fra elektroden til arbeidsstykket og for å hindre "fast-frysning" av elektroden og andre forstyrrende fenomen. Med det beskrevne reguleringsystem er det derfor ikke mulig å kombinere gode sveiseegenskaper med den ønskelige ufölsomhet for nettspenningsvariasjoner.

Oppfinnelsen tilsikter å tilveiebringe en sveiseströmkilde av det angitte slag, hvilken ikke oppviser de ovenfor påpekte ulemper. Strömkilden ifölge oppfinnelsen kjennetegnes ved at styresignalgiveren dessuten omfatter koblingsanordninger for i styre-

signalet å innføre en til sveisespenningen proporsjonal, til nevnte grunnkomponent motrettet tredje komponent, og at styresignalgiveren er utstyrt med et organ for innstilling av forholdet mellom nevnte tredje komponent og sveisespenningen uavhengig av forholdet mellom nevnte andre komponent og sveisespenningen for derved å endre spenning-strøm-karakteristikkens helning.

Den nye sveisestrømkilden ifølge oppfinnelsen er enkel å stille inn på ønsket strømstyrke og ønsket helning av karakteristikken. Følsomheten for nettspenningsvariasjoner er praktisk talt uavhengig av karakteristikkens helning, som således kan velges med hensyn kun til de ønskede sveiseegenskaper. Det har vist seg at ved strømkilden ifølge oppfinnelsen kan en tilstrekkelig grad av ufølsomhet for nettspenningsvariasjoner oppnås ved å gjøre strömtilbakeføringsfaktoren tilstrekkelig høy. Med strömtilbakeføringsfaktoren tilsiktes det ved åpen reguleringsløyfe målte forhold $\Delta v / \Delta I$, hvor ΔI er størrelsen av en endring av strømmen gjennom det sveiseströmfölende organet og Δv er den derav fremkalte endring av likeretterens utgangsspenning. Transformatoren forutsettes derved å være tilkoblet nominell nettspenning og likeretteren å være innstilt på en utgangsspenning innenfor buespenningsområdet.

Ifølge oppfinnelsen er koblingsanordningene for tilveiebringelse av nevnte andre komponent tilpasset for tilsammen med tennvinkelgiveren og likeretteren å gi en strömtilbakeføringsfaktor på minst 1,5 volt/ampere, fortrinnsvis minst omkring 2,5 volt/ampere. Verdier som overstiger 5 volt/ampere kan medføre risiko for instabilitet hos reguleringsystemet og bør derfor unngås.

Oppfinnelsen skal nå nærmere forklares i tilknytning til vedlagte tegning, på hvilken

Fig. 1 er et koblingsskjema for et eksempel på en sveiseströmkilde ifølge oppfinnelsen.

Fig. 2 er et strøm-spenningsdiagram som illustrerer virkemåten av anordningen ifølge fig. 1,

Fig. 3 er et koblingsskjema for et andre utførelseseksempel av en strømkilde ifølge oppfinnelsen,

Fig. 4 er et strøm-spenningsdiagram som illustrerer virkemåten av anordningen ifølge fig. 3,

Fig. 5 er et koblingsskjema som i mer detalj viser utførelsen av en strømkilde ifølge oppfinnelsen av hovedsakelig samme slag som den i fig. 3 illustrerte,

Fig. 6 er et strøm-spenningsdiagram som illustrerer virkemåten av anordningen ifølge fig. 5,

Fig. 7 er et koblingsskjema for en av de i anordningen i fig. 5 inngående tennvinkelgiverne, og

Fig. 8 viser spenning-tid-diagram for spenningene i visse punkter av koblingsanordningen ifølge fig. 7.

Den i fig. 1 sveisestrømskilde består av en trefasetransformator 1 med lav spredning, som ved klemmene R, F, T er tilkoblingsbar til et trefasenett og som mater en likeretter 2 med styrbare ventiler. Den til likeretteren tilkoblede sveisestrømkrets inneholder en induktor 3 og en polomkobler 4, hvilken sistnevnte muliggjør innstilling av korrekt polaritet for sveiseelektroden 5 i forhold til arbeidsstykket 6. En såkalt friløpsventil 7 er innkoblet mellom induktorvinnings til likeretteren tilkoblede ende og den andre sveisestrømlederen. Likeretteren 2 er styrt av en tennvinkelgiver 8, som på kjent måte er anordnet for til de styrbare ventilenes styreelektroder å utsende med nettspenningen synkrone tennpulser, hvis fasestilling som bestemmer tennings-tidspunktet reguleres av et styresignal tilført til tennvinkelgiveren av en forsterkeranordning 9. Til forsterkeranordningens 9 inngangsside er tilkoblet tre motstander 10, 11, 12. Motstanden 12 er tilkoblet til et bevegelig uttak 13a på et potensiometer 13 som er tilkoblet en konstantspenningskilde 14 og

gjennomstrømmes således av en konstant strøm med en ved hjelp av potensiometeruttaket 13a regulerbar størrelse. Motstanden 10 er tilkoblet en sveisestrømgiver som består av en i den ene sveiseströmlederen innkoblet shunt 15. Motstanden 11 er tilkoblet et bevegelig uttak 16a på et potensiometer 16 som er tilkoblet sveisespenningen. Motstanden 10, 11 gjennomstrømmes således av strømmen som er proporsjonale med sveisestrømmen resp. sveisespenningen. De med "P" markerte punkter i diagrammet er galvanisk forbundet med hverandre på ikke vist måte og ligger på styresignalgiverens nullpotensial. De tre strømmene gjennom motstandene 10, 11, 12 adderes algebraisk i forsterkeranordningens inngangsmotstand. Polariteten er således valgt, at strømmene fra motstandene 10, 11 flyter i motsatt retning mot strømmen fra motstanden 12. Den resulterende inngangsspenningen til forsterkeranordningen 9 og dermed også dens utgangsspenning blir således lik forskjellen mellom en konstant komponent og summen av en strøm- og en spenningsavhengig komponent. Det således oppbygde styresignalet tilføres tennvinkelgiveren 8 og bestemmer fasestillingen av de av den samme til likeretteren 2 avgitte, med nettspenningen synkrone tennpulsene. Ved den beskrevne tilbakekoblingen av strøm og spenning gis likeretteren en fallende karakteristikk, hvis stilling er bestemt gjennom innstillingen av potensiometerene 13 og 16, nærmere bestemt således at innstillingen av potensiometeret 13 bestemmer størrelsen av kortslutningsstrømmen, mens innstillingen av potensiometeruttaket 16a på potensiometeret 16 bestemmer karakteristikkens helning.

For ved den beskrevne anordningen å hindre variasjoner i den til klemmene R, F, T tilførte nettspenning fra i skadelig grad å påvirke sveisnings-betingelsene bør ifølge oppfinnelsen, strømtilbakeføringsfaktoren utgjøre minst 1,5 volt/ampere. Vil man direkte måle strømtilbakekoblingsfaktoren, kan man f.eks. gå til verks på følgende måte. Forbindelsene mellom punktene x og x^1 og mellom punktene y, y^1 brytes. Mellom punktene x og y tilkobles en uavhengig spenningskilde med sin plusspol til punktet x og sin minuspol til punktet y. Mellom punktene y og z tilkobles en uavhengig strømkilde med sin plusspol til punktet z og sin minuspol til punktet y. Spenningskildens og/eller

strømkildens klemspenninger avpasses således, at likeretteren 2 gir en utgangsspenning innenfor området for normale sveisespenninger. Man endrer nu den av strømkilden leverte strøm gjennom måleshuntens 15 med en viss verdi ΔI , f.eks. 1 ampere, og måler den derav fremkalte endringen ΔV (i volt) av likeretterens 2 utgangsspenning. Forholdet $\Delta V / \Delta I$ er anordningens strömtilbakeføringsfaktor.

For å være nøyaktig burde likeretteren ved målingen være tilkoblet en belastningsmotstand således avpasset, at likeretteren gir en strøm av samme størrelsesorden som den buestrømmen som tilsvarende den innstilte spenningen. Den feil som oppstår ved at målingen foretas ved ubelastet likeretter, er imidlertid neglisjerbar.

Strömtilbakeføringsfaktoren er, som man innser, avhengig av måleshuntens 15 resistans, størrelsen av motstanden 10, forsterkeranordningens 9 forsterkningsforhold, samt forsterkningsforholdet for det av selve likeretteren 2 og dens tennvinkelgiver 8 bestående system. Sistnevnte forsterkningsforhold likesom i regel også måleshuntens resistans kan betraktes som gitt, hvorfor man således må avpasse motstanden 10 og forsterkeranordningen 9 forsterkningsforhold således, at ønsket strömtilbakeføringsfaktor oppnås.

Potensiometeret 16 har foruten uttaket 16a ytterligere et bevegelig uttak 16b som over en kondensator 17 er tilkoblet den leder som forbinder uttaket 16a med motstanden 11. Uttaket 16b ligger på et punkt på potensiometeret med høyere potensial enn uttaket 16a. Kondensatorgrenen er strömlös så lenge sveisespenningen er konstant, og påvirker altså ikke den statiske karakteristikken. Når en endring av spenningen mellom sveiseströmlederne opptrer, flyter det gjennom kondensatoren 17 en lade- eller utladningsström, som öker størrelsen av den inntrედende endringen av strömmen gjennom motstanden 11. Anordningen arbeider således for, så lenge ladnings- resp. utladningsströmmen består, å stille inn en helning av karakteristikken, som er mindre bratt enn den statiske. Ved en kortslutning mellom elektrode og arbeidsstykke arbeider således anordningen i de første

øyeblikkene for å innregulere en større kortslutningsströmstyrke enn den av den statiske karakteristikken bestemte, hvilket er en fordel.

Ved hevingen av en kortslutning elektrode-arbeidsstykke arbeider anordningen ved kondensatorgrenens innvirkning for i de første øyeblikkene å stille inn en bueström, som er mindre enn den stasjonære. Vil man unngå denne effekt, kan man f.eks. anvende den modifiserte koblingen ifölge fig. 1a. Kondensatoren er her forbundet med ledningen til motstanden 11 over en likeretter-ventil 18 som er således vendt, at den kun tillater utladning av kondensatoren. For ladningen av kondensatoren er det anordnet en andre likeretterventil 19 som er tilkoblet den ende av potensiometeret 16, som ligger på nullpotensialet. Den ladningsström gjennom kondensatoren 17, som opptrer ved en ökning av spenning mellom sveiseströmlederne, hindres herved i å påvirke strömmen gjennom motstanden 11.

Fig. 2 illustrerer den beskrevne anordningens virkemåte. Linjen 20 betenger strömkindens karakteristikk ved full utstyring (permanent ledende ventiler). Linjen 21 gjengir en gjennomsnittlig karakteristikk for sveiselysbuen. Linjene 22, 23 er to karakteristikker for strömkinden, som adskiller seg ved ulike kortslutningsströmmen I_{01} resp. I_{02} (tilsvarende hver sin innstilling av potensiometeruttaket 13a) og ulike steilheter (tilsvarende ulike innstillinger av uttaket 16a). De strekede linjene tilsikter å illustrere den transiente minskning av steilheten (ökning av kortslutningsströmstyrken), som fremkalles ved innvirkning av kondensatorgrenen i fig. 1 eller 1a.

Den i fig. 3 skjematisk viste utförelsesform av anordningen ifölge oppfinnelsen omfatter en trefasetransformator 26, hvis sekundärvikling mater en hovedlikeretter 27 og en hjelpelikeretter 28. Hovedlikeretteren er utstyrt med styrbare ventiler for regulering av den angitte ström. Hjelpelikeretteren 28 er oppbygget kun av (ustyrte) dioder. Begge likeretterne mater en og samme sveiseströmkrets. Hjelpelikeretteren er seriekoblet med en motstand 29, som begrenser hjelpelikeretterens kortslutningsström til en lav verdi. Sveiseströmkretsen inneholder en induktor

30. Mellom induktorens forbindelse med strømkilden og den andre sveisestrømlederen er det anordnet en friløpsdiode 31. Likeretteren 27 er styrt av en tennvinkelgiver 32, som i likhet med tennvinkelgiveren 8 i fig. 1 styres av et styresignal tilført av en forsterkeranordning 33. Til forsterkeranordningens 33 inngangsside er tilkoblet fire motstander 34, 35, 36, 37. Motstanden 37 er tilkoblet et i den ene sveisestrømlederen innkoblet sveisestrømfølede organ 38, f.eks. en måleshunt, og gjennomstrømmes således av en med sveisestrømmen proporsjonal strøm. Motstanden 36 er tilkoblet et bevegelig uttak 39 på et potensiometer 40 som er tilkoblet en konstant spenningskilde 41. Motstandene 35 er tilkoblet et bevegelig uttak 42 på et potensiometer 43, som mates med en med sveisespenningen varierende spenning over en koblingsanordning som nu skal beskrives. En overføringskrets 44 mates dels med sveisespenningen mellom sveisestrømlederne, dels med en konstant spenning fra et potensiometer 45 tilkoblet en konstant-spenningskilde 46. Overføringskretsen er således utført at den til en utgangsleder 47 avgir en spenning, som er proporsjonal med forskjellen med sveisespenningen og en konstant spenning V_r , hvis størrelse er lik med eller står i et bestemt forhold til den fra potensiometeret 45 uttatte spenning. Den således til lederene 47 avgitte spenning tilføres et potensiometer 48, hvis uttak 49 er tilkoblet det ovenfor nevnte potensiometer 43. En mellom lederen 47 og potensiometerets 48 uttak 49 tilkoblet kondensator 50 har samme oppgave som kondensatoren 17 i anordningen ifølge fig. 1.

De gjennom de tre motstandene 35, 36, 37 flytende strømmer gir opphavet til en tilsvarende inngangsspenning til forsterkeranordningen 33. Av det som er sagt ovenfor fremgår det at denne styrespenning inneholder følgende (statiske) komponenter:

- a) En konstant, ved hjelp av potensiometeret 40 innstillbar komponent.
- b) En konstant, i samme retning som komponenten a virkende, ved hjelp av potensiometerene 48 og 43 innstillbar komponent.
- c) En med sveisespenningen varierende, i motsatt retning til komponenten a virkende komponent, idet proporsjonalitetsfaktoren mellom denne komponent og sveisespenningen er innstillbar ved hjelp av potensiometerene 48 og 43.

d) En med sveisestrømmen varierende, i motsatt retning til komponenten a virkende komponent (fra det strømfølede organet 38).

Summen av de to innstillbare komponentene a og b utgjør den konstante grunnkomponenten eller referansekomponenten i styrespenningen og tilsvarende således den styrespenningskomponent, som ved anordningen ifølge fig. 1 leveres av potensiometeret 13 og motstanden 12. Reguleringsystemet fungerer på akkurat samme måte som i anordningen ifølge fig. 1. Utførelsen ifølge fig. 3 medfører imidlertid visse praktiske fordeler i forhold til utførelsen ifølge fig. 1. Ved denne sistnevnte skjer innstillingens grunnkomponent ved hjelp av potensiometerkontakten 13a. En forskyvning av denne medfører en parallellforflytning av karakteristikken. Karakteristikkens helning innstilles ved hjelp av potensiometerkontakten 16a. En forskyvning av denne medfører en vridning av karakteristikken omkring karakteristikens skjæringspunkt med abscissen. Dette medfører i sin tur en forskyvning av arbeidspunktet (reguleringskarakteristikens skjæringspunkt med buekarakteristikken), nærmere bestemt således, at en innstilling av mindre steilhet for reguleringskarakteristikken forskyver arbeidspunktet mot mindre strøm. Denne forskyvning kan bli ganske betydelig, og det er derfor ikke mulig å utstyre potensiometeret 13 med en gradering, som uavhengig av den ved hjelp av potensiometeret 16 innstilte helning realistisk angir den innstilte arbeidsstrømmen. Ved anordningen ifølge fig. 3 medfører en forskyvning av potensiometeret 40 uttak 39 en parallellforskyvning av reguleringskarakteristikken. En flytning av uttaket 49 på potensiometeret 48 medfører en vridning av reguleringskarakteristikken omkring dens skjæringspunkt S (fig. 4) med den med abscissen (strömaksen) parallelle linjen $V = V_r$, hvor V_r er den forut omtalte, i overføringskretsen 44 tilførte, mot sveisespenningen virkende, konstante spenningen.

Fig. 4 viser foruten likeretterens karakteristikk 54 ved full utstyring (konstante tente ventiler) et antall reguleringskarakteristikker 55 - 60. Den strekede linjen angir den konstante referansespenningen V_r . Av det som er nevnt ovenfor

følger at den endring av arbeidsstrømmen I_a , som følger med en endring av karakteristikkens steilhet ved gitt innstilling av potensiometeruttaket 39 (idet karakteristikken vris omkring punktet S), blir liten når avstanden mellom punktet S og buespenningskarakteristikken 61 er liten. I fig. 4 har V_r blitt valgt omtrent lik med eller noe større enn den høyeste sveisespenning, som kan opptre. De endringer av arbeidsstrømmen I_a som forårsakes av endringer i steilhetsinnstillingen, blir derved i praksis små nok til å tillate en realistisk gradering av potensiometeret 39 etter arbeidsstrøm. Det er dog uten videre mulig å velge referansespenningen V_r så lav at linjen $V = V_r$ skjærer buespenningskarakteristikken, om man vil sikre at ikke engang forholdsvis store endringer av steilhetsinnstillingen medfører noen vesentlig endring av arbeidsstrømmen I_a .

Man har funnet at for de beste sveiseegenskaper bør det råde en viss forbindelse mellom arbeidsstrømmens størrelse og karakteristikkens helning. Den prosentvise statiske strömökningen ved kortslutning, således $100 \times \frac{I_0 - I_a}{I}$, bør være omtrent konstant i det minste innenfor område for middelhöye strömstyrker. Ved höye strömstyrker kan en minskning av den prosentvise statiske strömökningen være tillatelig og hensiktsmessig. I fig. 4 oppviser ifölge dette karakteristikkene 55 - 58 en ved stigende arbeidsströmstyrke avtagende steilhet, mens de to karakteristikkene 59, 60 som tilsvare de höyeste arbeidsströmme, ha samme steilhet som karakteristikken 58. Det kan i visse tilfeller til og med være hensiktsmessig å la karakteristikkene ved de höyeste ströminnstillingene oppvise en med höyere ströminnstilling tiltagende steilhet, i denne hensikt å unngå overbelastning av strömventilene. For lave strömmer kan en viss ökning av den prosentvise statiske strömökningen ved kortslutning være tillatelig og hensiktsmessig, spesielt ved arbeidsströmmer som er mindre enn 50 ampere. Den statiske strömökningen må dog i intet tilfelle overstige 50% av arbeidsströmverdien.

For automatisk tilveiebringelse av det ovenfor forklarte forhold mellom strömstyrkeinnstillingen og reguleringskarakteristikkens steilhet anordnes hensiktsmessig en kobling mellom potensiometerene

40 og 43. I fig. 3 har denne kobling blitt antydnet med et felles mekanisk manöverorgan 51 som virker på begge de bevegelige potensiometerkontaktene 39 og 42, idet potensiometerenes karakteristikk bør være således avpasset til hverandre at det ønskede forholdet oppnås. For det tilfelle at sveiseren ved en situasjon ønsker å stille inn en steilhet, som avviker fra den ved den således normaliserte forbindelse gitte, kan han gjøre dette ved å endre innstillingen av potensiometerkontakten 49 (hvilken normalt skal ha en konstant innstilling) noe. I praksis har det imidlertid vist seg, at det neppe finnes noe behov for denne variasjonsmulighet.

Den over kondensatoren 50 til forsterkeranordningen tilførte transiente regulerings spenningskomponent reduseres av potensiometeret 43 i samme forhold som den statiske regulerings spenningskomponenten. Det har vist seg at den således overførte transiente regulerings spenningskomponenten og den tilsvarende transiente strömökningen ved kortslutning ved de laveste ströminnstillingene blir vel liten. For å avhjelpe dette er den til forsterkeranordningens 33 inngangsside tilkoblede motstand 34 over kondensatoren 52 blitt forbundet direkte med overføringskretsens 44 utgangsleder 47 for tilveiebringelse av en kompletterende, av potensiometerets 43 innstilling uavhengige transient regulerings spenningskomponent, hvis störrelse kan avpasses ved hjelp av en motstand 53.

Ved små sveisestrømmer er den av hovedlikeretteren avgitte ström sammensatt av kortvarige pulser adskilt av relativt langvarige strömlöse intervaller. Den av hjelpelikeretteren 28 angitte, lave grunnström shunter disse intervall og tilveiebringer således ved lave strømmer en gunstigere ström-tid-kurve for strömkilden som helhet. I utförelseseksempelet ifölge fig. 3 er hjelpelikeretteren tilkoblet samme transformatorvikling som hovedlikeretteren 27. Det er imidlertid også mulig å tilkoble hjelpelikeretteren til en spesiell vikling i transformatoren 26 eller til en egen transformator, fortrinnsvis med høyere spenning enn den vikling, som mater hovedlikeretteren.

Ved måling av strömtilbakeføringsfaktoren for reguleringsløyfen i anordningen ifølge fig. 3 må enten hjelpe likeretteren 28 bortkobles eller målingen gjøres ved belastet likeretter, som forut forklart.

Den i fig. 5 viste anordning har en hovedtransformator utstyrt med en primærvikling 65 og en sekundærvikling 66. Dessuten finnes en ekstra vikling 67 som ikke overfører noen sveiseeffekt men kun har til oppgave å levere en for styrningen nødvendig spenning. Sekundærviklingen er tilkoblet dels til en hovedlikeretter sammensatt av tre dioder 68 og tre tyristorer 69, dels til tre dioder 70 som sammen med diodene 68 danner en hjelpe likeretter. Likeretterens ene pol er tilkoblet sveiseelektroden 71. Den andre polen er over en måleshunt 72 og en sveiseinduktor 73 tilkoblet arbeidsstykket 74. Hjelpe likeretteren er i serie med en begrensingsmotstand 75 tilkoblet sveisestrømkretsen parallelt med hovedlikeretteren 68 - 69. Mellom sveisestrømlederne 76, 77 er innkoblet en friløpsdiode 78.

De tre tyristorene 69 er styrt av hver sin tennvinkelgiver 79, 80, 81, ved at hver og en av disse er forbundet med styreelektroden i en av tyristorene 69 over en tennpulsleder 82, 83, 84 (for enkelhets skyld ikke tegnet i sin helhet). Oppbygningen av disse tennvinkelgivere vil bli beskrevet lengre frem i tilknytning til fig. 7.

Den for reguleringsutrustningen nødvendige manöverspenningen uttas fra en med midtuttak 85 utstyrt sekundærvikling 86 av en til nettet tilkoblet enfasetransformator 87. Spenningen likerettes av en likeretter 88. Den likerettede spenningen utjevnes av et av kondensatorer 89 og motstander 90 oppbygget filter og stabiliseres av et par seriekoblede zenerdioder 91 som er innkoblet mellom den positive manöverspenningsleder 93 og den negative manöverspenningslederen 94. Den leder som forener zenerdiodene med hverandre er tilkoblet midtuttaket 85 og til en null-leder 92.

Hovedlikeretterens positive pol er tilkoblet null-lederen over en leder 95. Den på hovedlikeretterens andre pol beliggende, relativt null-lederen 92 negative spenning tilføres efter utjevning i et RC-filter 96 over en leder 97 til den ene enden av en motstand 98, hvis andre ende tilkobles inngangen av en operasjonsforsterker 99. Nevnte inngang er dessuten over en motstand 100 tilkoblet den konstante positive spenningen på manøverlederen 93. Den tilførte spenningen er proporsjonal med en størrelse som er lik kvotienten mellom den konstante spenningen og ledere 93 og motstandens 100 resistans, minsket med kvotienten mellom sveisespenningen på ledere 97 og motstandens 98 resistans. Operasjonsforsterkeren er tilbakekoblet over en motstand 101 og en med denne parallellkoblet diode 102. Operasjonsforsterkeren gir ved inngangsspenningen null utgangsspenningen null og avgir ved positiv inngangsspenning en til inngangsspenningen proporsjonal negativ utgangsspenning. Ved negativ inngangsspenning (dvs. hvis den sveisespenningsavhengige størrelsen i inngangsspenningen overstiger den konstante størrelsen) gir forsterkeren utgangsspenningen null, eftersom dioden 102 forhindrer tilstedeværelse av en positiv utgangsspenning. Hvis man med K betegner en proporsjonalitetskonstant, med V_s sveisespenningen og med V_r en konstant spenning avgir således operasjonsforsterkeren en spenning $V_{ut} = K (V_s - V_r)$, så lenge V_s er mindre enn V_r , og en utspenning $V_{ut} = 0$ når V_s er større eller lik med V_r . Nevnte utspenning tilføres et mellom operasjonsforsterkeren 99 utgang og null-lederen 92 innkoblet potensiometer 103, hvis uttak 104 er tilkoblet ytterligere en mellom nevnte uttak og null-lederen 92 innkoblet potensiometeranordning bestående av motstanden 105 i serie med motstanden 106. Motstanden 105 er en lysfølsom motstand, hvis resistans varierer med strålingen fra en fotodiode 105a, nærmere bestemt således at den minsker når den innfallende strålingen øker. Potensiometerne 103 og 105-106 tilsvarende potensiometerene 48 resp. 43 i fig. 3. Forbindelsespunktet mellom motstandene 105 og 106 er tilkoblet den ene enden av en motstand 107, hvis andre ende er tilkoblet en inngangsleder 108 til en forsterkeranordning 109, som tilsvarende forsterkeranordningen 33 i fig. 3.

Mellom operasjonsforsterkerens 99 utgang og potensiometeruttaket 104 er innkoblet en kondensator 110 som har samme funksjon som kondensatoren 50 i fig. 3. Videre er det mellom operasjonsforsterkerens utgang og null-lederen 92 innkoblet en kondensator 111 i serie med en motstand 112, idet forbindelsespunktet mellom disse elementer er tilkoblet forsterkeranordningens 109 inngangsleder 108 over en motstand 113. Denne krets har samme funksjon som den på samme måte oppbygde krets 52, 53, 34 i fig. 3.

Mellom null-lederen 92 og den negative manöverspenningslederen er det innkoblet et potensiometer 114. Den ved hjelp av dets uttak 115 regulerbare negative spenning påvirker fotodioden 105a i serie med en motstand 116 og tilføres dessuten til den ene enden av en motstand 117, hvis andre ende er tilkoblet forsterkeranordningens 109 inngangsleder 108.

Det over måleshunten 72 opptredende, til sveisestrømmen proporsjonale spenningsfall tilføres over et av motstanden 178 og kondensatoren 179 bestående utjevningfilter og en seriemotstand 118 til inngangen av en over en motstand 119 tilbak koblet operasjonsforsterker 120. Dens utgangsspenning hvilken er positiv i forhold til null-lederen 92 og proporsjonal med sveisestrømmen, tilføres den ene enden av en motstand 149, hvis andre ende er tilkoblet forsterkerens 109 inngangsleder 108.

Av det ovenfor nevnte fremgår at den til forsterkeranordningens 109 inngangsleder 108 tilført styrespenning inneholder følgende statiske komponenter:

- a) En konstant, ved hjelp av potensiometeret 114 innstillbar, negativ komponent.
- b) En av operasjonsforsterkeren 99 over potensiometerne 103 og 105 -106 levert komponent som er null sålenge sveisespenningen overstiger en gitt verdi V_r og som, når sveisespenningen V_s understiger verdien V_r , antar en til forskjellen $V_r - V_s$ proporsjonal, negativ verdi.
- c) En av operasjonsforsterkeren 120 levert, positiv komponent proporsjonal med sveisestrømmen.

Forsterkeranordningen 109 består av en operasjonsforsterker 121

utstyrt med en tilbakekoblingskrets som inneholder tre parallellkoblede grener, av hvilke den første inneholder en motstand 122, den andre seriekoblingen av en motstand 123 og en kondensator 124, og den tredje en diode 125 med sådann polaritet, at den begrenser operasjonsforsterkerens utsignal til positive spenninger. Operasjonsforsterkeren 121 er i likhet med de øvrige i skjemaet viste operasjonsforsterkere således utført at dens utgangsspenning har motsatt polaritet til den tilførte inngangsspenningen.

Forsterkeranordningens 109 utsignal tilføres over en leder 126 til hver og en av tre tennvinkelgivere 79, 80, 81. Tennvinkelgiverne tilføres manöverspenning over de til manöverspenningslederne 93, 94 og null-lederen 92 tilkoblede ledere 127, 128 og 129 res. Dessuten tilføres til hver og en av tennvinkelgiverne en pulserende spenning fra en til hovedtransformatorens ekstra vikling 67 tilkoblede likeretteranordning, bestående av tre med hverandre parallellkoblede fasegrener, som hver består av likeretterventiler 130, 131 i serie med en motstand 132. Ekstraviklingens 67 utgangsklemmer er tilkoblet til forbindelsespunktet mellom de to likeretterventilene i hver sin av fasegrenene. Sammenkoblingspunktet mellom de tre motstandene 132 er tilkoblet den negative manöverspenningsledningen 94. De relativt til sistnevnte ledning varierende, positive spenninger over de tre motstandene tilføres over ledere 133, 134, 135 til hver sin av de tre tennvinkelgiverne 79, 80, 81. Tennvinkelgivernes kobling og virkningsmåte beskrives nærmere i tilknytning til fig. 7 og 8. Inntil videre er det tilstrekkelig å nevne, at fasestillingen for de av tennvinkelgiverne avgitte tennpulser varierer i avhengighet av størrelsen av det over ledningen 126 tilførte styresignal på slik måte, at tyristorene forblir konstant sperret sålenge styresignalspenningen er null, og at ved tilstedeværelse av en styresignalspenning tyristorene holdes tent under en med styresignalspenningens størrelse voksende tid.

I fig. 6, som viser en gruppe karakteristikker tilsvarende ulike innstillinger av potensiometeret 114, er det blitt anvendt samme betegnelser som i fig. 4. Hver og en av de regulerte karak-

teristikkene er sammensatt av en hellende del, f.eks. 56, som tilsvarende den hellende karakteristikken i fig. 4, men kun strekker seg opp til spenningen V_r , og en vertikal del, f.eks. 56a ved spenninger mellom V_r og den ved strømkildens karakteristik ved full utstyrning 54 gitte maksimumsspenning. Denne vertikale del oppstår ved den ovenfor nevnte beskrevne virkningsmåte for forsterkerne 99, ved at dens utspenning forblir null for alle sveisespenninger som overstiger V_r , slik at i dette spenningsområde kun strömtilbakekoblingen er virksom. Spenningen V_r legges hensiktsmessig innenfor området 40 - 50 volt.

Vedrørende valget av karakteristikkenes helning i forhold til ströminnstilling gjelder de i tilknytning til fig. 4 angitte synspunkter. Som der forklart bör karakteristikkenes steilhet minskes ved stigende ströminnstilling opp til en viss ström men bibeholdes omtrentlig konstant ved de høyeste ströminnstillingene (karakteristikkenes 58 - 60). Ved anordningen ifölge fig. 5 er dette blitt oppnådd ved en slik avpasning av karakteristikken for den av fotodioden 105a og den lysfølsomme motstanden 105 bestående reguleringsenhet, at motstandens 105 resistans minskes ved stigende spenning fra potensiometeret 114 kun til en viss grense og forblir hovedsakelig konstant ved ytterligere ökning av spenningen.

I forbindelse med fig. 4 blir nevnt at linjen $V = V_r$ eventuelt kan legges slik at den skjærer buekararakteristikken. Ved anordningen ifölge fig. 5 er dette imidlertid ikke hensiktsmessig, eftersom arbeidspunktet bör ligge på den hellende delen av karakteristikken. For å gjøre forskjellen mellom buespenningen og referansespenningen V_r liten kan man imidlertid la også innstillingen av referansespenningen V_r variere med ströminnstillingen, nemlig slik at referansespenningen stiger ved innstilling av stigende ström. Fig. 6a illustrerer denne mulighet, hvilken kan realiseres f.eks. ved at man gjør motstanden 100 regulerbar og anordner en slik kobling mellom dens innstilling og potensiometerets 114 innstilling, at motstanden 100 minskes ved tiltagende potensiometerspenning.

I den foregående beskrivelsen av virkningsmåten av forsterkeranordningen 109 ble det forutsatt at dens andre inngangsleder 136 konstant ligger på null-lederens 92 potensial. I anordningen ifølge fig. 5 inngår imidlertid en spesiell krets, som tilfører inngangslederen 136 en negativ forspenning, sålenge sveiselikeretteren er belastet. Forsterkeren 109 avgir da ingen utspenning som får tilfølge at sveiselikeretterens tyristorer er helt nedstyrt. Hensikten dermed er å hindre en kraftig strömrusning i startøyeblikket.

Den ovenfor nevnte spesielle kretsen er utstyrt med to transistorer 137, 138. Transistorenes emittere 139, 140 er begge tilkoblet null-lederen 92, mens kollektorene 141, 142 er tilkoblet den negative manöverspenningslederen 94 over hver sin motstand 143 resp. 144. Videre er den ene transistorens 137 kollektor 141 forbundet med den andre transistorens 138 basis over en motstand 145. Transistorens 137 basis er tilkoblet forbindelsespunktet P1 mellom to motstander 146, 147, av hvilke den ene er forbundet med den positive manöverspenningsleder 93, den andre med den leder 97, som fører sveiselikeretterens i forhold til null-lederen 92 negative utgangsspenning. Motstanden 146, 147 er således avpasset at punktet P1 får negativ polaritet i forhold til null-lederen 92, sålenge spenningen på lederen 97 er høy (nær tomgangsverdien), men antar positiv polaritet i forhold til null-lederen når sveiselikeretterens utgangsspenning faller under en gitt verdi. Transistorens 138 kollektor 142 er forbundet med forsterkerens 121 inngangsleder 136 over en motstand 148. Inngangslederen 136 er dessuten forbundet med null-lederen 92 over en motstand 150.

Den beskrevne kretsen virker på følgende måte. Sålenge tomgangsspenningen opptrer på lederen 97 og punktet P1 derfor er negativt er transistoren 137 ledende, mens transistoren 138 sperrer. Inngangslederen 136 tilføres under disse betingelser en negativ spenning, som utgjør en av potensiometeranordningen 144, 148, 150 bestemt del av den negative manöverspenningen. Forsterkerens 109 utgangsspenning er null og tyristorene uledende. Når sveiselikeretterens utgangsspenning faller så meget at punktet P1 blir

positivt, blir transistoren 137 uledende, mens transistoren 138 blir ledende og tilkobler forsterkerens 121 inngangsleder 136 til null-lederen 92 over motstanden 148.

Av det ovenstående fremgår at den av dioden 70 tilsammen med diodene 68 dannede hjelpeleiketter i strømkilden ifølge fig. 5 har en ekstra oppgave, nemlig også ved helt nedstyrte transistorer å opprettholde en tomgangsspenning, som påvirker den nettopp beskrevne krets.

Koblingsskjemaet i fig. 7 vedrører tennvinkelgiveren 79 i fig. 5. I fig. 7 gjenkommer lederen 127 som er tilkoblet den positive manöverspenningen, lederen 129 som er tilkoblet null-lederen, lederen 128 som er tilkoblet den negative manöverspenningen, lederen 133 som tilfører de over en av motstandene 132 opp-tredende, med nettspenningen synkrone spenningspulser, lederen 126 som tilfører styresignalene fra forsterkeren 109, og lederen 82 til tennelektroden i en av hovedleiketterens tyristorer.

De over lederen 133 overførte likespenningspulser tilføres en av to motstander 151, 152 bestående spenningsdelere, hvis forbindelsespunkt er tilkoblet basisen av en transistor 153, hvis emitter over lederen 128 er tilkoblet den negative manöver-spenningen. Transistorens 153 kollektor er tilkoblet lederen 127, hvilken fører den positive manöverspenningen over et RC-nett-verk bestående av en kondensator 154, ladningsmotstandene 155, 156, 157, en utladningsmotstand 158 og to dioder 159, 160. Med motstanden 155 innstilles en ønsket ladningstidskonstant. Forbindelsespunktet P2 mellom motstanden 156, kondensatoren 154 og dioden 159 er tilkoblet basisen av en transistor 162 og er dessuten tilkoblet den null-spenning förende lederen 129 over en diode 161 som er således vendt, at den kun tillater positiv potensial å opptre i punktet P2. Denne diode beskytter transis-toren 162 mot overspenninger. En transistor 163 samvirker med transistoren 162 ifølge differensialforsterkerprinsippet. Styre-signalet for operasjonsforsterkeren 121 (fig. 5) tilføres over ledningen 126 og en motstand 164 til transistorens 163 basis. Transistorene 162, 163 har en felles emittermotstand 165. Transistorens 163 kollektor er over en motstand 166 tilkoblet

den positive manöverlederen over lederen 127 og dessuten direkte tilkoblet basisen i en transistor 167, hvis emitter er tilkoblet lederen 127. Transistoren 167 danner det første trinnet i en pulsforsterker, hvis andre og tredje trinn dannes av transistoren 168 resp. 169. Transistorens 169 kollektor tilføres over motstanden 170, 171 en viss, av en spenningsdeler 172, 173 bestemt del av den negative manöverspenningen. Den til tennelektroden i en av tyristorene 69 førende ledning 82 er over en seriemotstand 174 tilkoblet transistorens 169 kollektor over motstanden 170 og en med denne parallellkoblet kondensator 175.

Tennvinkelgiverens arbeidsmåte fremgår av fig. 8, i hvilken a viser spenningen på lederen 133, b viser spenningen over transistoren 153 i punktet P3, c viser spenningen i punktet P2 (den heltrukne linjen 176) og den av operasjonsforsterkeren 121 over lederen 126 tilførte styresignalspenningen (den strekede linjen 177), d viser spenningen i det mellom motstanden 170, 171 beliggende punkt P4, og e viser tennstrømmen gjennom ledningen 82.

Så lenge den over lederen 133 innkommende spenningspulsen (fig. 8 a) består, er transistoren 153 ledende og gjør potensialet i punktet P3 negativt (fig. 8 b). En ladningsstrøm flyter fra den positive manöverspenningslederen 93 over lederen 127, motstanden 157, kondensatoren 154, motstandene 156, 155, transistoren 153 og lederen 128 til den negative manöverspenningslederen 94. Kondensatorens 154 oppladning medfører, at spenningen i punktet P2 faller (kurven 176 i fig. 8 c). Det med r markerte plutselige spenningsfallet ved begynnelsen av ladningsforløpet forårsakes av spenningsdelervirkningen av motstandene 155 - 156 og 157. Kondensatorens oppladning fortsetter inntil punktet P2 har oppnådd null-lederens potensial. Derefter forblir spenningen konstant (kurvedelen s). Når spenningspulsen på lederen 133 opphører, blir transistoren 153 uledende. Kondensatoren 154 utlades over motstanden 158 i serie med diodene 159, 160. Utladningsmotstandens 158 resistans er meget mindre enn ladningsmotstandenes 155, 156, 157 resistans. Utladningen skjer derfor hurtig (kurvedelen u). Punktet P2 likesom også punktet P3 befinner

seg nu igjen på den positive manöverspenningsledningens potensial (kurvedelen y).

Transistoren 162 er ledende sålenge dens emitterspenning er større enn transistorens 163 til styresignalspenningen i lederen 126 svarende emitterspenning. Når den sistnevnte emitterspenningen blir dominerende, leder transistoren 163 og sperrer transistoren 162. Dette inntreffer ved skjæringspunktet mellom kurven 176 og linjen 177 i fig. 8 c. Den opptredende pulsen forsterkes i pulsforsterkeren i tre trinn. Når transistoren 169 i siste forsterkertrinnet blir ledende, får punktet P4 positivt potensial (fig. 8 d). Dette tilveiebringer et strömstöt gjennom kondensatoren 175 og et tilsvarende strömstöt gjennom ledningen 12 (fig. 8 e). Tennströmmen brytes, når punkt P2 ved kondensatorens 154 utladning når så höyt positivt potensial, at transistorens 163 emitterspenning på nytt overstiger og transistoren 163 blir uledende. Dette inntreffer ved skjæringspunktet mellom ladningslinjen u (fig. 8 c) og linjen 177. Som følge av dette blir også transistoren 169 uledende, hvorved punktet P4 umiddelbart antar et negativt potensial (fig. 8 d) bestemt av de spenningsdelende motstander 172, 173. Den således tilveiebragte negative forspenningen på tennelektroden hindrer tyristoren i å tennes ved forstyrrelser. Neste tenning av tyristoren kan skje først efter at en ny spenningsimpuls (fig. 8 a) er blitt tilført lederen 133.

Den beskrevne koblingen av tennvinkelgiveren har bl.a. den fordel, at transistorenes (vanligvis store) tilvirkningstoleranser ikke påvirker tennvinkelen. Kondensatorens 154 ladningsforløp påvirkes kun av kondensatorens 154 kapasitet og ladningsmotstandenes 155, 156, 157 resistanser. Disse størrelser kan gjennom de uunngåelige toleransene ikke forutsettes å være like for alle tre tennvinkelgiverne, men ved justering av kun en detalj pr. tennvinkelgiver, nemlig motstanden 155, oppnår man uten videre en for alle tre tennvinkelgiverne lik tidskonstant og dermed også et identisk ladningsforløp. Steilheten hos ladningskurven 176 er tilstrekkelig til å gi et skarpt bestemt skjæringspunkt med den horisontale linjen 177, som tilsvarende det av operasjonsforsterkeren 121 avgitte styresignal.

Ved en praktisk utførelsesform av en sveisestrømkilde utført ifølge fig. 5 med et ströminnstillingsområde på 30-400 ampere går strömtilbakeføringsfaktoren opp til ca. 3 volt/ampere. Den av en nettspenningsvariasjon på 10% forårsakede endring av bueströmmen er mindre enn 1% for alle ströminnstillinger over 100 ampere. Ved ströminnstillinger under 100 ampere tiltar endringen av bueströmmen for 10% nettspenningsvariasjon gradvis til en største verdi på ca. 2,5% for den laveste ströminnstillingen (30 ampere).

P a t e n t k r a v

1. Strömkilde for håndsveisning med sterkt fallende spenningström-karakteristikk, bestående av en flerfasetransformator med lav magnetisk spredning (lav reaktans), en til dens sekundærvikling tilkoblet flerfaselikeretter med styrbare ventiler, en tennvinkelgiver anordnet for til de styrbare ventilene å tilføre tennpulser med en fasestilling bestemt av størrelsen av et til tennvinkelgiveren tilført, av en likeström eller likespenning bestående styresignal, samt en styresignalgiver som tilveiebringer nevnte styresignal, hvilken styresignalgiver omfatter koblingsanordninger for tilveiebringelse av en konstant, innstillbar første komponent (grunnkomponent) av styresignalet og koblingsanordninger som innefatter et sveiseströmfölende organ for tilveiebringelse av en til grunnkomponenten motrettet, til sveiseströmmen proporsjonal andre komponent av styresignalet, k a r a k t e r i s e r t v e d at styresignalgiveren dessuten omfatter koblingsanordninger (16, 16a. 11, fig. 1; 44, 48, 49, 43, 42, 35, fig. 3; 97, 98, 99, 103-107, fig.5) for i styresignalet å innføre en til sveisespenningen proporsjonal, til nevnte grunnkomponent motrettet tredje komponent, og at styresignalgiveren er utstyrt med et organ (16a, fig. 1; 51, fig 3;

104 eller 105, fig. 5) for innstilling av forholdet mellom nevnte tredje komponent og sveisespenningen uavhengig av forholdet mellom nevnte andre komponent og sveisespenningen for derved å endre spenning-ström-karakteristikkens helning.

2. Strömkilde som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at koblingsanordningene for tilveiebringelse av nevnte andre komponent er tilpasset for tilsammen med tennvinkelgiveren og likeretteren å gi en strömtilbakeføringsfaktor på minst 1,5 volt/ampere, fortrinnsvis minst omkring 2,5 volt/ampere.

136229

Fig.1

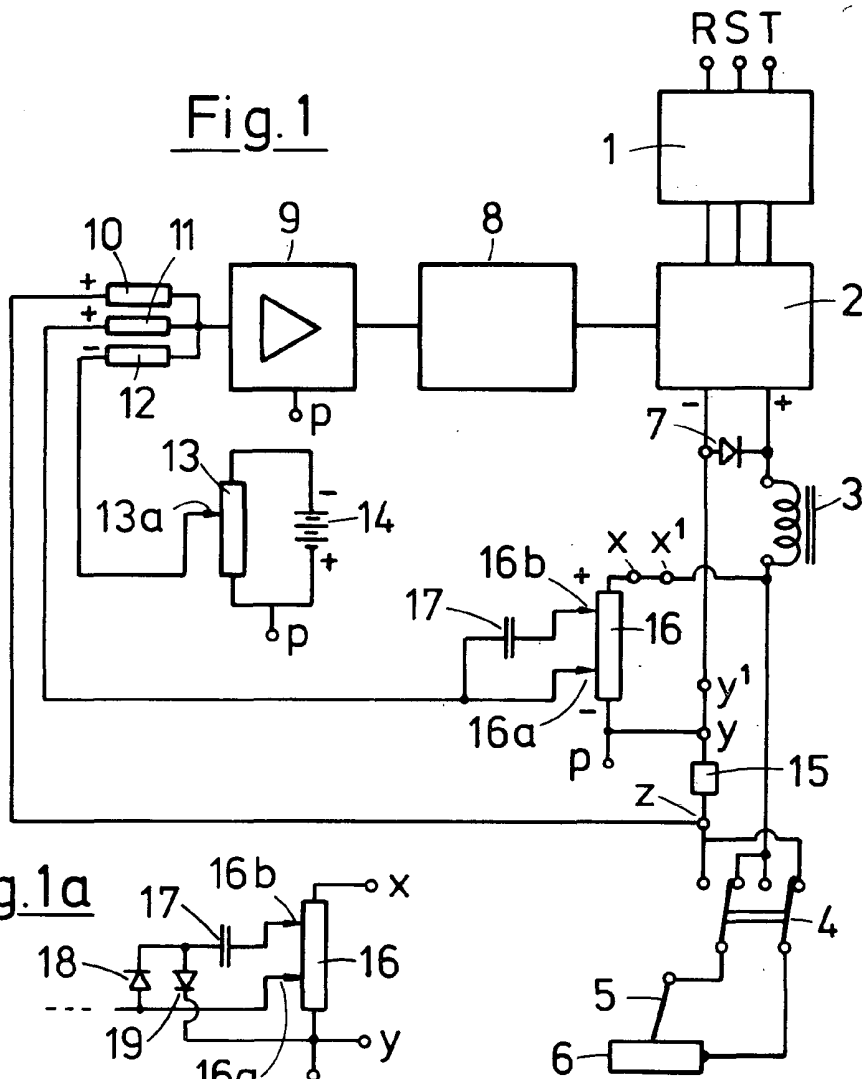


Fig.1a

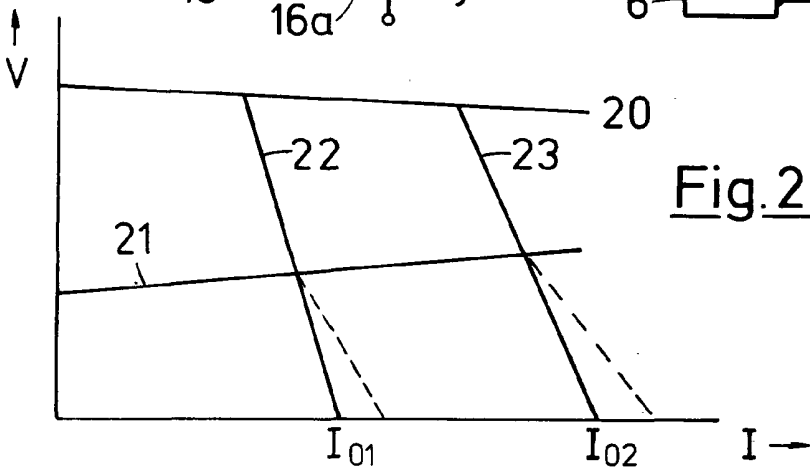
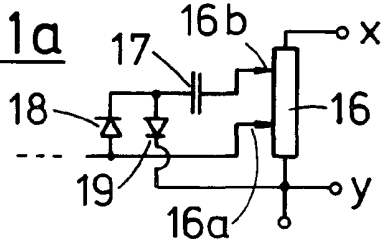
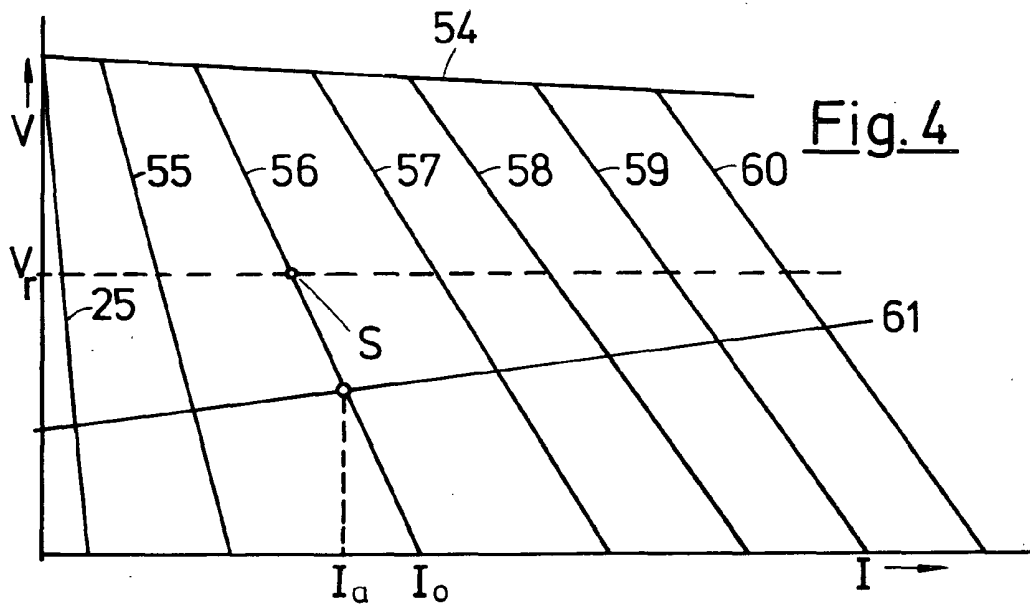
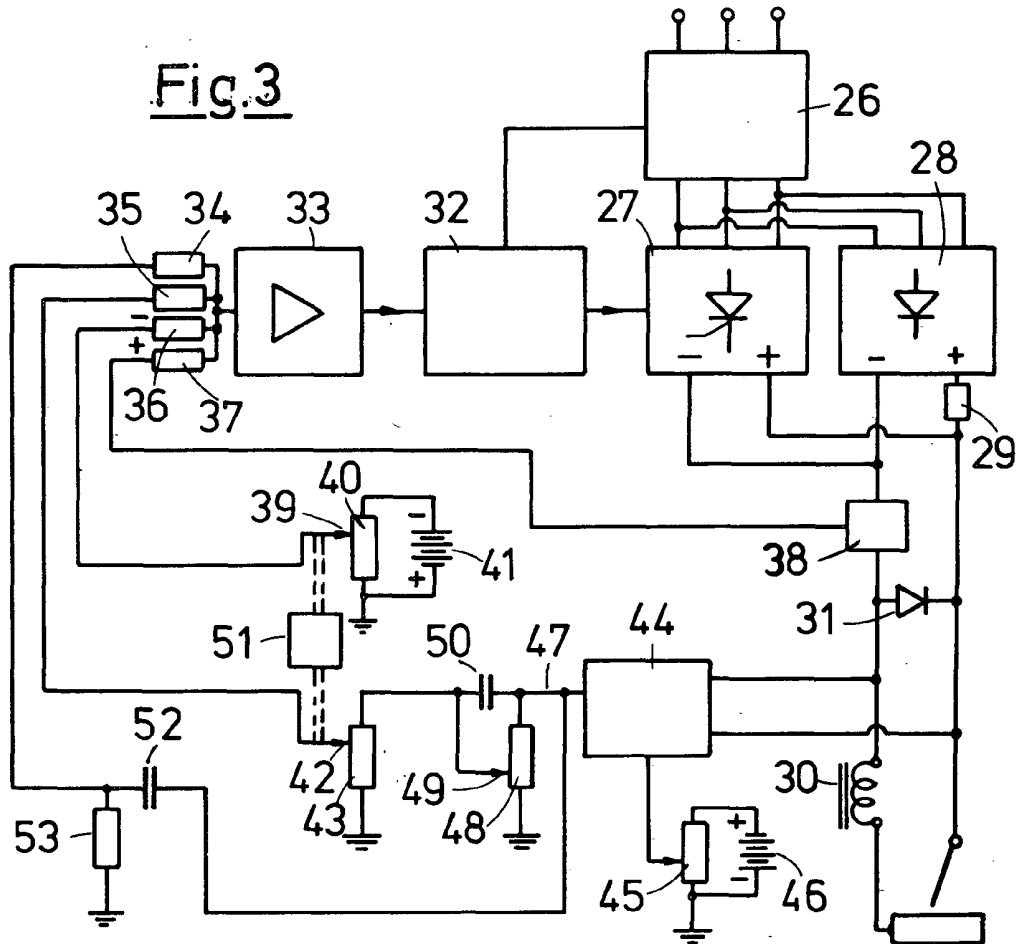
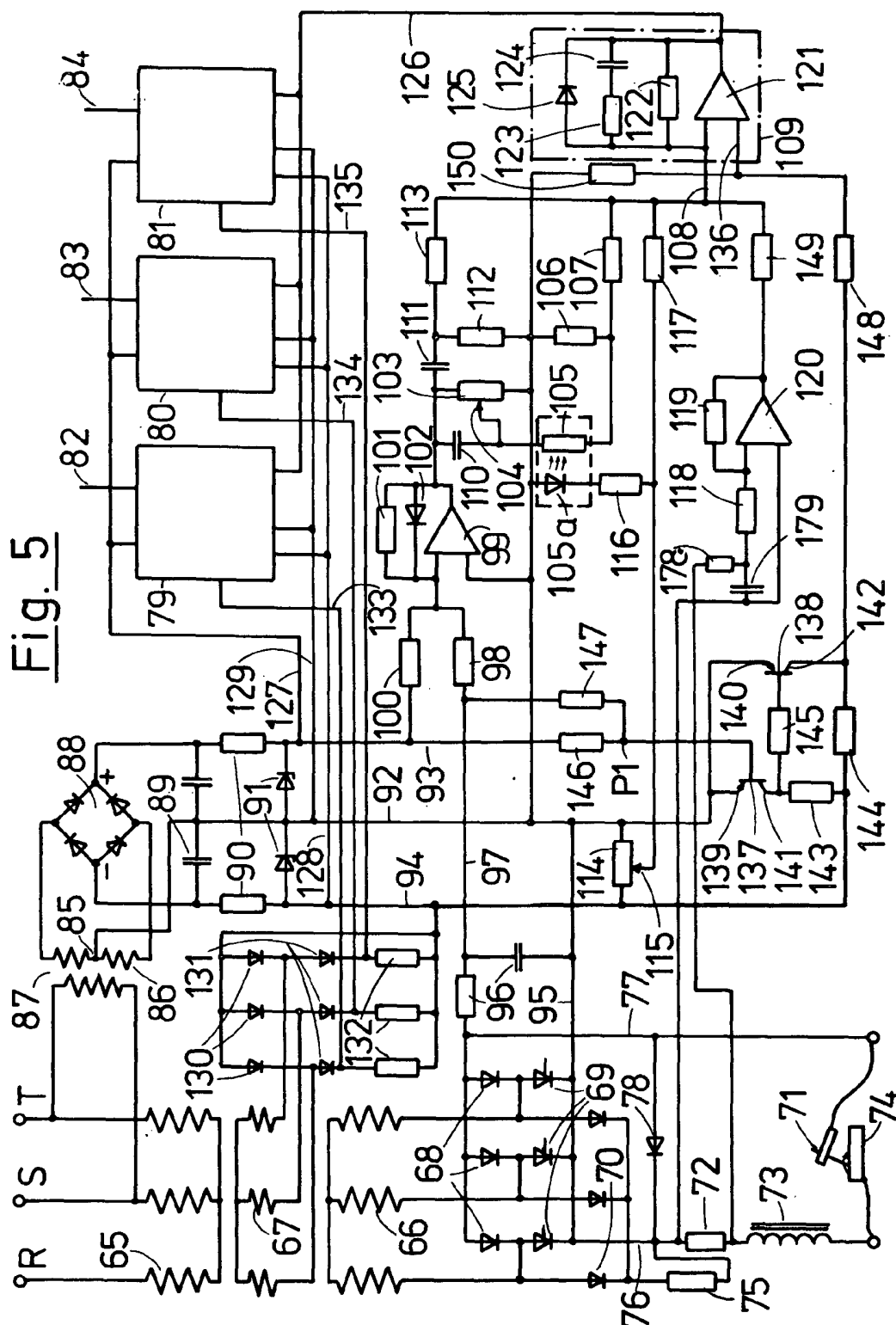


Fig.2

136229

Fig. 3





136229

Fig. 6

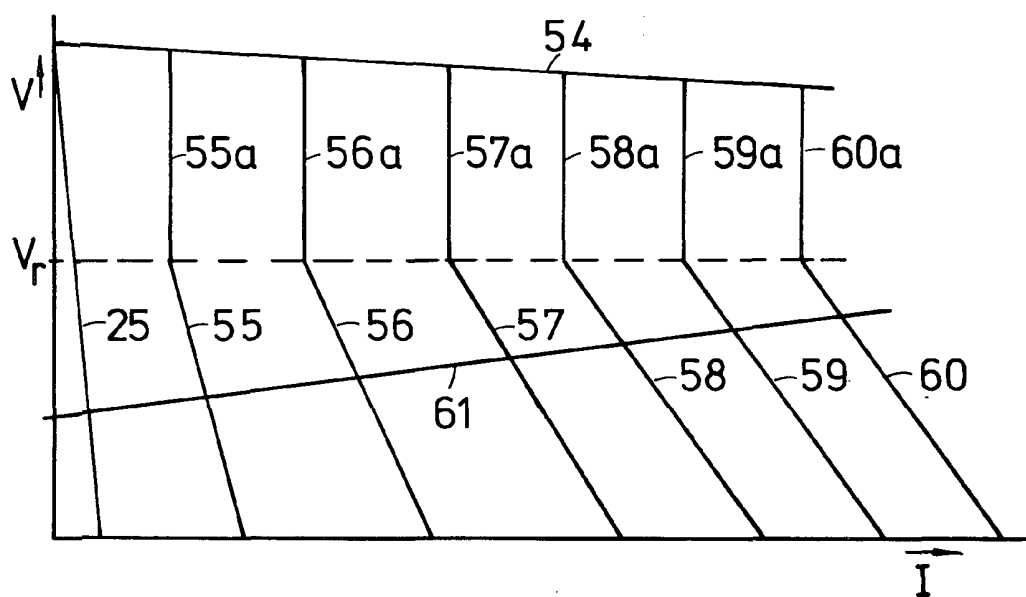
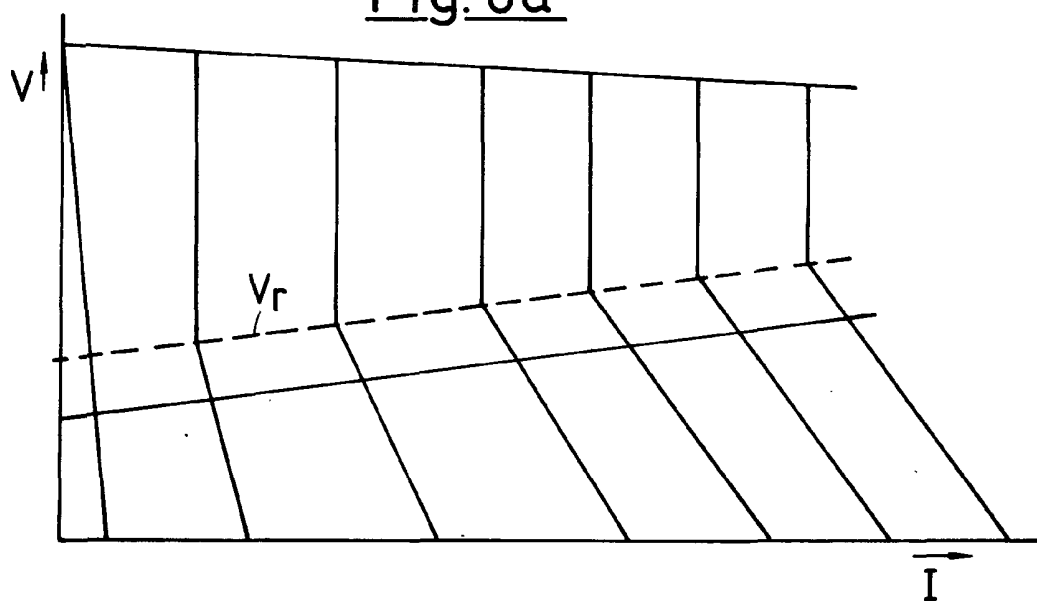


Fig. 6a



136229

Fig. 7

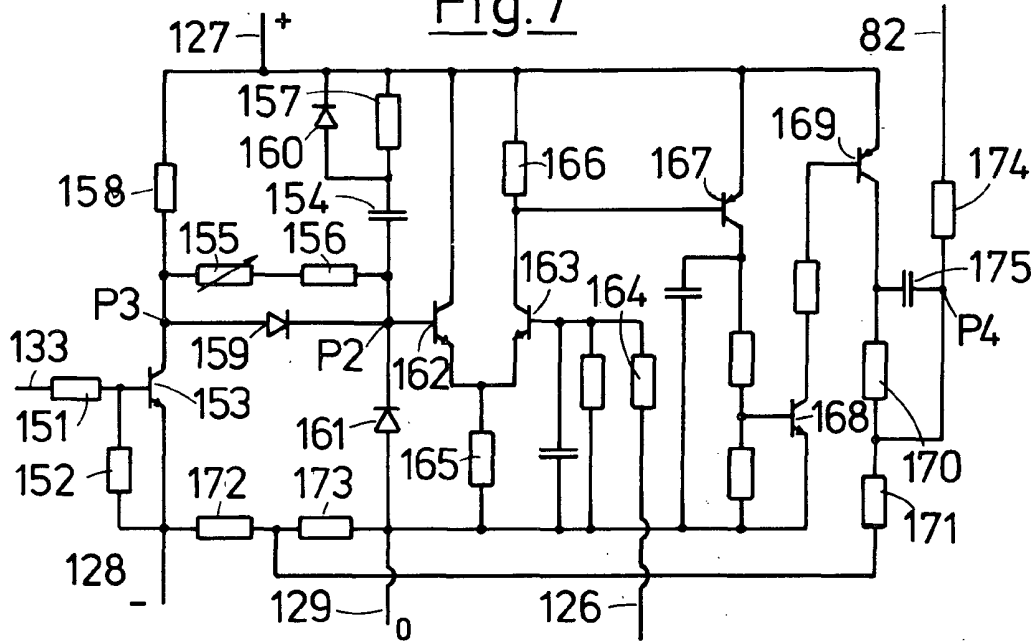


Fig. 8

