

NORGE

[B] (11) UTEGNINGSSKRIFT Nr. 130499



STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

(51) Int. Cl. H 02 h 7/00

(52) Kl. 21d³-2

(21) Patentsøknad nr. 639/70

(22) Inngitt 23.2.1970

(23) Løpedag 23.2.1970

(41) Søknaden alment tilgjengelig fra 25.8.1970

(44) Søknaden utlagt og
utlegningsskrift utgitt 9.9.1974

(30) Prioritet begjært fra: 24.2.969 USA,
nr. 801368

(71)(73) GENERAL ELECTRIC COMPANY,
159 Madison Avenue, New York, N.Y. 10016, USA.

(72) John Adams Joslyn, 110 Carson Avenue, Dalton og
William John Lubitz, 36 Dalton Division Road,
Dalton, begge: Mass., USA.

(74) Siv.ing. Erik Bugge.

(54) Beskyttelseskrets for pulsbredde-
modulert brokoplet effektforsterker.

Oppfinnelsen angår en beskyttelseskrets for en brokoplet effektforsterker for samtidig sperring av effektkoplingsanordninger, såsom effekttransistorer eller tyristorer, i alle fire grener i forsterkeren som reaksjon på en overstrømstilstand, hvor kretsen omfatter minst én strømfølgende anordning som er koplet i serie med effektkoplingsanordningene og med en i en brodiagonal beliggende belastning, for å tilføre et utgangssignal til en anordning for frembringelse av et overstrømsindikerende styresignal.

Pulsbreddemodulerte brokoplete effektforsterkere er nå velkjent innen den elektroniske industri, og er benyttet i mange forskjellige former ved industrielle og militære driftsanvendelser. Kort sammenfattet består en pulsbreddemodulert brokoplet effektforsterker av fire treterminals halvledende effektkoplingsanordninger

(f.eks. transistorer) som ligger i hvert sitt hjørne eller hver sin gren av forsterkerbroen, og hvor to av anordningene omkoples intermitterende til ledende tilstand og bevirker at det flyter strøm gjennom en belastning (motor) som er koplet mellom diagonalt motstående effektkoplingsanordninger. Arrangementet er slik at når et sett diagonalt motstående effektkoplingsanordninger leder, flyter det strøm gjennom belastningen i en første retning, og når det gjenstående sett av diagonalt motstående effektkoplingsanordninger leder, flyter det strøm i den andre retning. Ved å kontrollere ledeintervallene for de to sett av diagonalt motstående effektkoplingsanordninger, kan bredden av de strømpulser som tilføres belastningen, og dermed dennes pulsforhold, tilsvarende reguleres.

Selv om de pulsbreddemodulerte broeffektforsterkere virker tilfredsstillende i mange forskjellige former ved industrielle og militære driftsanvendelser, har en sådan forsterker likevel visse egenskaper som gjør den følsom for omfattende ødeleggelse dersom det oppstår en kortslutningsfeil i en av effektkoplingsanordningene. Det har vist seg at når det oppstår en slik kortslutningsfeil på grunn av en skjult feil i anordningen eller av en annen grunn, kan feilen spre seg meget hurtig gjennom forsterkeren og resultere i omfattende ødeleggelser av denne. Det er således behov for en beskyttelseskrets for å unngå denne tilstand.

Kretser for overstrømsbeskyttelse av anordninger som inneholder effektkoplingsanordninger, såsom koplingstransistorer eller tyristorer, er tidligere kjent. I General Electric's SCR Manual, 4. utgave 1967, er det eksempelvis på sidene 314 - 315 beskrevet en kretsanordning for beskyttelse av styrte likerettere i en fasestyrt spenningsregulator, hvor det sørges for styreelektrodeblokkering ved en overstrømstilstand. Det blir her benyttet en normalt ikke-trigget unijunction-transistor som ved en overstrømstilstand trigger en i beskyttelseskretsen inngående, styrt likeretter som påvirker en ytterligere unijunctiontransistor som dermed hindres i å trigge hovedlikeretterne i spenningsregulatoren. Liknende beskyttelseskretser kan benyttes også for andre typer av tyristoranvendelser, men er begrenset til anvendelser hvor feilstrømmens stigetid ikke er for stor og hvor anordninger for kommutering eller avbrytelse av denne strøm er tilgjengelige.

Fra britisk patent nr. 1 109 870 er det videre kjent en styrekrets som ved en overbelastningstilstand sørger for utkopling av de styrte hovedlikerettere i en statisk omformer. Styrekretsen

ifølge dette patent omfatter en strømfølede anordning som omfatter en strømtransformator for registrering av strømmen i belastningskretsen og som tilveiebringer en spenning som er proporsjonal med strømmen gjennom belastningen. Denne spenning tilføres til en Schmitt-trigger som avgir et utgangssignal når inngangsspenningen overskrider en viss verdi. Beskyttelseskretsen inneholder videre transistorkretser som i avhengighet av overstrømstilstandens varighet tenner en styrt likeretter som da sørger for utkopling eller sperring av de styrt hovedlikerettere i omformerer. En beskyttelseskrets av denne type, hvor utkoplingen av effektkoplingsanordningene er avhengig av overstrømstilstandens varighet, er ikke egnet for en brokoplett effektforsterker, hvor det er viktig å oppnå samtidig og raskest mulig sperring av effektkoplingsanordningen.

En beskyttelseskrets for koplettstransistoranordninger er videre kjent fra østerriksk patentskrift nr. 208 436. Det dreier seg her om en anordning som inneholder koplettstransistorer som av en styreenhet omkoples periodisk for oppnåelse av trinnløs regulering av spenningen til en likestrømsshuntmotor. For å unngå en overskridelse av maksimalstrømmen for koplettstransistorene er det i dette tilfelle sørget for strømvhengig styrt koplettledd som er innkoplett mellom styreenheten og koplettstransistorene. Disse sørger for avbrytelse av styrestrømmen og åpner dermed koplettstransistorene så snart den tillatte maksimalstrøm for koplettstransistorene overskrides. Fordelen med denne anordning er at den muliggjør direkte inngrep ved strømkilden og dermed en raskere reaksjon enn f.eks. ved måling av motorstrømmen og påvirkning av den felles styreenhet. En beskyttelseskrets av den nevnte type ville prinsipielt kunne tilpasses for anvendelse i forbindelse med en pulsbreddemodulert brokoplett effektforsterker, men den ville da representere en ganske økonomisk løsning, idet det ville kreves separate koplettledd for hver av effektforsterkerens fire grener. Dessuten ville man da ikke oppnå tvangsmessig samtidig sperring av effektkoplingsanordningene i hver av forsterkergrenene.

Formålet med oppfinnelsen er således å skaffe en pålitelig og effektiv beskyttelseskrets for en pulsbreddemodulert, brokoplett effektforsterker som automatisk registrerer én strøm som overstiger en gitt grense, f.eks. ved kortslutningsfeil i en eller flere av effektkoplingsanordningene (transistorene) i broens grener, og deretter raskt og automatisk samtidig sperrer alle fire effektkoplingsanordninger i broeffektforsterkeren for å avbryte dens

videre funksjon og hindre ytterligere utbredelse av feil gjennom forsterkeren.

Det nevnte formål oppnås ved en beskyttelseskrets av den innledningsvis angitte type som ifølge oppfinnelsen er kjennetegnet ved at det er anordnet en for alle effektkoplingsanordninger felles, styrt likeretter som er koplet til utgangen av den styresignalfrembringende anordning, for å tennes som reaksjon på styresignalet, og at den styrte likeretter er koplet til hver av brogrenenes effektkoplingsanordninger over respektive hjørneforbindelseskreter.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det følgende i forbindelse med et antall utførelseseksempler under henvisning til tegningene, der like deler er betegnet med samme henvisningstall, og der fig. 1 er et blokkskjema av en pulsbreddemodulert brokoplet effektförsterker av kjent type, i hvilken beskyttelseskreten ifølge oppfinnelsen kan anvendes, fig. 2 er et detaljert koplingsskjema av en utførelse av beskyttelseskreten ifølge oppfinnelsen og som kan benyttes sammen med den brokoplete effektförsterker ifølge fig. 1, fig. 3 er et skjematisk koplingsskjema av en fullstendig pulsbredde-modulert, brokoplet effektförsterker som omfatter en annen utførelse av en beskyttelseskreten ifølge oppfinnelsen, og fig. 4 er et detaljert koplingsskjema av konstruksjonen av den beskyttelseskreten som anvendes i forsterkersystemet ifølge fig. 3.

Fig. 1 er et funksjonsblokkskjema som viser en pulsbredde modulert brokoplet effektförsterker sammen med dens signalutvelgende styrelogikkretser, blokkeringskretser og drivkretser. For en mer detaljert beskrivelse av den på fig. 1 viste pulsbreddemodulerte broeffektförsterker henvises til US patent 3 525 029. Kort sammenfattet anvendes imidlertid den på fig. 1 viste pulsbreddemodulerte broeffektförsterker til styring av en servomotor 11 med belastningsklemmer 11a og 11b som mates fra en positiv 28 volts likestrømkilde over enten en øvre venstre hjørnes effektkoplingsanordning 12 og en nedre høyre hjørnes effektkoplingsanordning 15, eller alternativt kan motoren 11 drives i motsatt retning ved hjelp av det sett av diagonale koplingsanordninger som består av en øvre høyre hjørnes effektkoplingsanordning 14 og en nedre venstre hjørnes effektkoplingsanordning 13. Effektkoplingsanordningene 12 - 15 kan bestå av parallellkoplete effektkoplingstransistorer eller tyristorer som har styreelektroder til hvilke passende tennsignaler tilføres i overensstemmelse med polariteten og størrelsen av et inngangsfeilstyresignal som benyttes for å styre servomotorens 11 funksjon.

Tennstyresignalet kan forårsake at effektkoplingsanordningene 12 og 15 gjøres ledende mens anordningene 13 og 14 er ikke-ledende, slik at den positive 28 volts likespenning tilføres til motoren 11 mellom klemmene 11a og 11b. Alternativt kan effektkoplingsanordningene 14 og 13 gjøres ledende slik at likespenningen tilføres til motoren 11 i motsatt retning mellom klemmene 11b og 11a. Ledetintervallene for disse diagonalt motstående effektkoplingsanordninger blir da pulsbreddemodulert (dvs. med styrt pulsvarighet) for å bestemme verdien av den strøm som tilføres motoren 11 og dermed styre dennes dreiemoment, turtall, etc. Da den strøm som tilføres til motoren 11, er av pulsnatur, er det nødvendig å skaffe en anordning for resirkulasjon av reaktiv energi som opptas av motorens 11 viking i løpet av effektkoplingsanordningenes 12 - 15 ikke-ledende intervaller. For dette formål er det sørget for sirkulasjonsdioder 16 - 19 som er koplet i sperreretningen med respektive effektkoplingsanordninger 12 - 15.

For å få den pulsbreddemodulerte broeffektforsterker til å virke på den foran omtalte måte, inneholder kretsen i hvert hjørne logiske kretsanordninger som er koplet til og styrer respektive av effektkoplingsanordningene 12 - 15. Disse logiske kretsanordninger består av en øvre venstre hjørnes logiske krets 21, en nedre venstre hjørnes logiske krets 22, en øvre høyre hjørnes logiske krets 23 og en nedre høyre hjørnes logiske krets 24. Funksjonen av de øvre og nedre venstre logiske kretser 21 og 22 styres, i det minste delvis, av en blokkeringskrets 25 som er koplet mellom disse to logiske kretser for å hindre ledning av enten den øvre eller den nedre koplingsanordning 12 eller 13 mens den andre er ledende, og omvendt. Likeledes er en blokkeringskrets 26 koplet mellom de øvre og nedre logiske kretser 23 og 24 for å styre disse kretsers funksjon på lignende måte. Blokkering oppnås på denne måte ved hjelp av passende tilbakekoplingssperresignaler som tilføres og frembringes av blokkeringskretsene 25 og 26.

En firkantpulsgenerator 33 mater en referansesignalgenerator 34 for trekantspenning. Utgangssignalet fra signalgeneratoren 34 tilføres til en inngang av en styrekrets 35 som også tilføres inngangsfeilstyresignalet som benyttes for styring av motorens 11 funksjon. Når effektforsterkerstyrekretsen 35 ikke mottar noe inngangsfeilstyresignal, eller med et inngangssignal som er lik null, gjøres begge de nedre brohjørners effektkoplingsanordninger 13 og 15 ledende, slik at servomotorens 11 inngangsklemmer følgelig kop-

les til jord.

Under drift adderes trekantspenningsreferansesignalet fra generatoren 34 til inngangsfeilsignalet i styrekretsen 35. Ved opptreden av et positivt feilsignal frembringer den kombinerte verdi av trekantreferansespenningen plus feilsignalet en positiv omkoplingskomponent som overstiger terskelverdien for det nedre venstre hjørnes logiske krets 22. Som et resultat av dette sperres den nedre venstre effektkoplingsanordning 13, og den øvre effektkoplingsanordning 12 på den samme side av broen åpnes. Åpningen av effektkoplingsanordningen 12 forsinkes av blokkeringskretsen 25 inntil det er sikkert at den nedre koplingsanordning 13 er helt sperret. Servomotoren tilføres da strøm gjennom den øvre venstre koplingsanordning 12 og den nedre høyre koplingsanordning 15. Som følge av trekantreferansespenningens periodiske natur synker deretter den kombinerte verdi av trekantreferansespenningen plus inngangsfeilsignalet under det nedre hjørnes terskelverdi, hvilket medfører at den øvre venstre koplingsanordning 12 sperres, og tilbakekoplingsdioden 17 som er innkoplet parallelt med og med motsatt lederetning i forhold til nedre hjørnes koplingsanordning 13, åpnes slik at strømmen kan sirkulere gjennom motoren 11. Dersom feilsignalets verdi øker eller avtar, vil den sammensatte verdi av trekantreferansespenningen plus inngangsfeilsignalet enten øke eller forminske den ledeperiode under hvilken likespenning tilføres til motoren 11, slik at den midlere strøm som tilføres til servomotoren, blir pulsbreddemodulert.

I det tilfelle at summen av inngangsfeilsignalet og trekantreferansespenningen er negativ og overstiger den negative terskelverdi, sperres den nedre høyre effektkoplingsanordning 15 og den øvre høyre effektkoplingsanordning 14 åpnes av de tilhørende logiske kretser 23 og 24. Dette oppnås på liknende måte som beskrevet foran for et positivt feilstyresignal, for således å skaffe pulsbreddemodulert strøm i motsatt retning gjennom servomotoren 11.

Under drift har den pulsbreddemodulerte broeffektforsterkerffølgende tre mulige tillatte tilstander. Ved null inngangsfeilsignal er begge de nedre effektkoplingsanordninger 13 og 15 på, og begge de øvre effektkoplingsanordninger 12 og 14 er av. Med effektforsterkeren i denne tilstand kan det flyte motorstrøm gjennom enten den ene eller den andre av de nedre effektkoplingsanordninger 13 eller 15 og den tilhørende, motstående tilbakekoplingsdiode 19 henholdsvis 17. Ved positivt inngangsfeilsignal er den øvre venstre

og den nedre høyre effektkoplingsanordning 12 henholdsvis 15 på, og den øvre høyre og den nedre venstre effektkoplingsanordning 14 henholdsvis 13 er av. Ved negativt inngangsfeilsignal er den øvre høyre og den nedre venstre effektkoplingsanordning 14 henholdsvis 13 på, og den øvre venstre og den nedre høyre effektkoplingsanordning 12 henholdsvis 15 er av. I den ene eller den andre av de to siste tilstander kan det flyte motorstrøm gjennom en øvre koplingsanordning og en nedre koplingsanordning, eller gjennom to tilbakekoplingsdioder for å føre reaktiv eller inertial motoreffekt tilbake til likespenningskilden. Av det foregående innses at uansett hvilken driftstilstand den pulsbreddemodulerte broeffektforsterker inntar, vil det gjennom den ene eller den andre av de strømførende motstander 37 eller 38 flyte en strøm som representerer den totale belastningsstrøm som flyter i effektforsterkeren. Dersom denne strøm overstiger en på forhånd bestemt grense, vil denne overstrømstilstand registreres av enten den ene eller den andre av de strømfølede motstander 37 eller 38. Det skal imidlertid bemerkes at dersom den brokoblede effektforsterker skulle få fortsette å fungere i tilfelle av en kortslutningsfeil i en av effektkoplingsanordningene, f.eks. i den nedre høyre koplingsanordning 15, og funksjonstilstanden blir slik at den øvre høyre koplingsanordning 14 ble åpnet, eller transientforhold skulle forårsake en åpning av den øvre høyre koplingsanordning 14, ville det oppstå en total kortslutning som ville forårsake spredning av feilen til andre deler av effektforsterkeren. Den foreliggende beskyttelseskrets er blitt konstruert for å hindre en slik hendelse.

Fig. 2 viser et detaljert skjema av en utførelse av en beskyttelseskrets ifølge oppfinnelsen som er egnet for benyttelse sammen med den pulsbreddemodulerte, brokoblede effektforsterker som er vist på fig. 1. De to klemmer X og Y som er vist på fig. 2, er forbundet med tilsvarende klemmer X og Y på fig. 1. Således vil det signal som frembringes over den strømfølede motstand 37, bli ledet over klemmen X til en inngang av beskyttelseskretsen, og det signal som frembringes av strømmen som flyter gjennom den strømfølede motstand 38, vil ledes over klemmen Y til den andre inngang av beskyttelseskretsen. Da både X- og Y-inngangskanalene i beskyttelseskretsen ifølge fig. 2 er av samme konstruksjon og virker på samme måte, skal bare X-inngangskanalen beskrives i detalj.

Strømtilstandsalarmsignalet som frembringes over følermotstanden 37 i den pulsbreddemodulerte broeffektforsterker, til-

føres over inngangsklemmen X og over et støyundertrykkelsesfilter som består av et T-formet motstands-kondensatorfilternettverk 39, til en inngangsklemme i en differensialforsterker 40. Det T-formede støyundertrykkelsesfilter 39 består av to motstander 41 og 42 hvis forbindelsespunkt er koplet til jord over to seriekoblede kondensatorer 43 og 44, og har som oppgave å eliminere uvedkommende koplingstransienter og liknende fra det signal som tilføres over inngangsklemmen X til inngangen av differensialforsterkeren 40. Differensialforsterkeren 40 er en vanlig shunt-tilbakekoplet differensialforsterker som består av to NPN-transistorer 44a og 45, hvor transistorens 44a basiselektrode er koplet direkte til støyundertrykkelsesfilterets 39 motstand 42. Transistorens 45 basiselektrode er koplet til jord over en motstand 46, og begge transistorenes 44 og 45 emittere er over en felles emittermotstand 47 og en kraftforsyningsfiltermotstand 48 koplet tilbake til en forspenningskilde på -25 volt. Transistorens 45 kollektor er over en kollektorbelastningsmotstand 49 og over en felles begrensningsmotstand 51 koplet tilbake til en spenningskilde på +30 volt, og transistorens 44a kollektor er også forbundet med denne spenningskilde over den felles begrensningsmotstand 51. Utgangssignalet fra de parede transistorer 44a og 45 tas fra transistorens 45 kollektor og tilføres over en begrensningsmotstand 52 til basisen i en PNP-utgangstransistor 53. PNP-transistorens 53 emitter er over en begrensningsmotstand koplet til spenningskilden på +30 volt, og dens kollektor er over en belastningsmotstand 54 koplet tilbake over filtermotstanden 48 til forspenningskilden på -25 volt. Utgangssignalet fra differensialforsterkeren 40 oppnås over PNP-transistorens 53 kollektorbelastningsmotstand 54 og tilføres over en begrensningsmotstand 55 til inngangen av en ELLER-portkrets som er vist generelt ved 57, og utgangssignalet er også tilbakekoplet til inngangstransistorens 44a basis over en tilbakekopplingsbane som inneholder en motstand 56. Y-kanalens inngangsdeler er konstruert på liknende måte, og komponentene i denne del er derfor gitt tilsvarende, merkede henvisningstall.

Når den stabile verdi av overstrømsalarmsignalet som tilføres til en av klemmene X eller Y, under drift overstiger en forutbestemt grense, påvirkes differensialforsterkeren 40 slik at dens funksjonstilstand kopler om fra en normal tilstand hvor transistoren 45 leder, til en trigget tilstand hvor transistoren 44a leder og transistoren 45 holdes sperret på grunn av den felles emitterkopling over motstanden 47. Når transistoren 45 sperres, sperres

PNP-transistoren 53 hvilket resulterer i frembringelse av en negativ styrespenning eller åpnespenning som tilføres til ELLER-portkretsen 57.

ELLER-portkretsen 57 består av to halvlederdioder 58 og 59. Disse dioders anoder er innbyrdes forbundet, mens diodens 58 katode er forbundet med begrensingsmotstanden 55 som på sin side er forbundet med PNP-utgangstransistorens 53 kollektorbelastningsmotstand 54 i X-kanalen, og diodens 59 katode over begrensingsmotstanden 55 er forbundet med PNP-utgangstransistorens 53' kollektorbelastningsmotstand 54' i Y-kanalen. Diodenes 58 og 59 sammenkoblede anoder er forbundet direkte med basiselektroden i en PNP-transistor 61 som utgjør en del av en terskeldetektorkrets 60. Som et resultat av dette arrangement innses at når den eller den andre av PNP-utgangstransistorene 53 i X-kanalen eller 53' i Y-kanalen sperreres på den foran beskrevne måte, vil en negativ åpnespenning bli tilført fra kilden på -25 volt gjennom den ene eller den andre av ELLER-portdiodene 58 eller 59 til PNP-transistorens 61 basiselektrode i terskeldetektorkretsen 60.

Terskeldetektorkretsen 60 består av PNP-transistoren 61 hvis kollektorelektrode er forbundet over to seriekoblede kollektorbelastningsmotstander 62 og 63 med en tilførselsledning 64 som på sin side er forbundet over filtermotstanden 48 med -25 volt forspenningskilden. PNP-transistorens 61 emitter er over en emittermotstand 65 forbundet med tilførselsledningen 64 og er også koplet til jord over en zenerdiode 66. Zenerdioden 66 tjener til å låse eller fikse referansespenningen for emitteren i PNP-transistoren 61 og medfører således at kretsen virker som en terskelspenningsdetektor bestemt av zenerdiodens 66 spenningsverdi. Når zenerdiodens 66 spenningsgrense overskrides idet den negative spenning som tilføres til PNP-transistorens 61 basis, synker under en forutbestemt grense, gjøres PNP-transistoren 61 ledende slik at den frembringer en positivtgående triggerstrømpuls i kollektorbelastningsmotstandene 62 og 63.

Forbindelsespunktet mellom kollektorbelastningsmotstandene 62 og 63 er koplet direkte til styreelektroden i en styrt likeretter som består av en tyristor 67 hvis katode er forbundet direkte med spenningstilførselsledningen 64. Den styrt likerettens 67 anode er over en normalt lukket trykknappbryter 68 koplet til et antall hjørneforbindelseskretser for forbindelse med de respektive hjørner i broeffektforsterkeren, og som er vist generelt ved 69.

De respektive hjørneforbindelseskretser 69 består av adskillende halvlederdioder 71a - 71d hvor hver skillediode er koplet i serie med en tilhørende strømbegrensningsmotstand 72a - 72d. Strømbegrensningsmotstandene 72a - 72d er forbundet med de respektive øvre og nedre venstre hjørners logiske kretser 21 og 22, og de øvre og nedre høyre hjørners logiske kretser 23 og 24 i den pulsbreddemodulerte effektforsterker som er vist på fig. 1. Nærmere bestemt er de respektive strømbegrensningsmotstander 72 - 72d forbundet med basiselektrodene i transistorer for styring av de logiske kretsers 21 - 24 funksjon. Når den felles forbundne styrte likeretter 67 åpnes, vil dette arrangement tjene til å låse de forskjellige styretransistorers basiselektroder til spenningen fra tilførselsledningen 64, og hindre åpning av disse styretransistorer. En sådan styretransistor er vist ved 104 på fig. 3. På denne måte skjer det en øyeblikkelig sperring av alle fire hjørners effektkoplingsanordninger 12 - 15, og disse hindres fra videre funksjon for på sikker måte å hindre enhver ytterligere utbredelse av kortslutningsfeilen gjennom den brokoplede effektforsterker.

Beskyttelseskretsen ifølge fig. 2 virker på følgende måte. Når en overstrømstilstand avføles av en av de strømfølede motstander, slik at en av disse tilfører et positivt overstrømssignal over den ene eller den andre av inngangsklemmene X eller Y, vil én av differensialforsterkerne 40 eller 40' bli påvirket slik at den koples om fra sin normale tilstand til sin styrte eller triggede alarmtilstand, og derved frembringer en negativ spenning som tilføres over en av ELLER-portdiodene 58 og 59 til terskeldetektortransistorens 61 basiselektrode. Når denne spenning blir tilstrekkelig negativ, gjøres terskeldetektortransistoren 61 ledende og tilfører en styrestrøm til styreelektroden i den styrte likeretter 67. Når den styrte likeretter 67 tennes, vil den fikse spenningen til de respektive hjørners logiske kretser til den negative sperrespenning som tilføres over tilførselsledningen 64 fra -25 volt forspenningskilden. Hele den prosess som trengs for å sperre alle fire hjørners effektkoplingstransistorer i broeffektforsterkeren krever mindre enn 25 μ s etter at effektforsterkeren utsettes for en strømtopp som overstiger en sikker grense. For at effektforsterkeren igjen skal kunne bringes i funksjon, må nullstillingstrykknappen 68 påvirkes, hvilket resulterer i sperring av den styrte likeretter 67. Alternativt kan en hovedbryter som styrer kraftforsyningen til den pulsbreddemodulerte effektforsterker åpnes og deretter lukkes (etter utbedring av den opprinne-

lige feil) for å tillate den styrte likeretter 67 å gå tilbake til sin normale ikke-ledende, strømblokkerende tilstand.

Fig. 3 viser et koplingsskjema for en alternativ utførelse av en beskyttelseskrets ifølge oppfinnelsen for en pulsbredde-modulert, brokoplet effektforsterker. Den på fig. 3 viste utførelse er konstruert for bruk sammen med en pulsbreddemodulert broeffektforsterker som benytter en eneste, felles strømfølende motstand 81 som er koplet i serie med hver av de nedre hjørners effektkoplingsanordninger 13 og 15. Videre er en motstand 82 for avføling av gjennomsnittsbelastningsstrømmen koplet i serie med belastningen 11 mellom belastningsklemmene 11a og 11b. Med denne anordning av de strømfølende motstander 81 og 82 vil den ene, felles strømfølende motstand 81 avføle enhver overstrømstilstand som følge av en kortslutning i hvilken som helst av brohjørnenes effektkoplingsanordninger 12 - 15, og motstanden 82 vil avføle enhver økning av gjennomsnittsbelastningsstrømmen gjennom motorbelastningen 11 over en fast innstilt, sikker grense.

Utgangsalarmsignalet som frembringes over den felles strømfølende motstand 81, tilføres over to klemmer X og Y til en Schmitt-triggerkrets 83 hvis utgangssignal tilføres til en diode 84 i en ELLER-krets 57. Signalet som frembringes over motstanden 82 for avføling av gjennomsnittlig belastningsstrøm, tilføres til inngangen av en tilbakekoplet, stabilisert forsterker 85 og derfra over en inngangsklemme Z til inngangen av en inverterende forsterker 87. Begge forsterkere 85 og 87 kan bestå av vanlige monolittiske, integrerte kretsblokker. Den inverterende forsterkers 87 utgang er forbundet med en diode 88 som utgjør en del av ELLER-kretsen 57. Inngangsklemmen Z er også direkte forbundet med en annen diode 86 som utgjør en del av denne ELLER-krets. ELLER-kretsen 57 består altså av diodene 84, 86 og 88, hvis katoder er koplet til henholdsvis utgangen av Schmitt-triggeren 83, inngangsklemmen Z på utgangen av strømforsterkeren 85 og til utgangen av den inverterte forsterker 87, og anodene i alle ELLER-portens dioder 84, 86 og 88 er over en felles motstand 89 forbundet med en positiv 15 volt spenningskilde.

De innbyrdes sammenkoblede anoder i alle ELLER-portdiodene 84, 86 og 88 er også forbundet med basiselektroden i en PNP-transistor 61 som utgjør en del av en terskelspenningsdetektor 60. PNP-transistorens 61 emitterelektrode er koplet til jord over en 10 volt zenerdiode 66, og dens kollektorelektrode er over to seriekoblede kollektormotstander 62 og 63 forbundet med en -25 volt spen-

ningskilde. Kollektormotstandenes 62 og 63 fellespunkt er forbundet med styreelektroden i en felles, styrt likeretter 67 som fortrinnsvis utgjøres av en tyristor. Den styrt likerettens 67 anode er forbundet med et antall hjørneforbindelseskretsanordninger som består av respektive adskillende dioder 71a - 71d som er koplet i serie med tilhørende begrensingsmotstander 72a - 72d for å styre funksjonen av hver av brohjørnenes effektkoplingsanordninger 12 - 15. Som vist på fig. 3 er således hver skillediode, f.eks. dioden 71a, og dens seriekoplede strømbegrensingsmotstand 72a direkte forbundet med basisen i en styretransistor 104 som på sin side styrer åpning og sperring av en av brohjørnenes effektkoplingsanordninger, såsom 12, i effektforsterkeren. For en mer detaljert beskrivelse av konstruksjon og virkemåte av brohjørnenes logiske styrekretser med den nevnte styrt transistor 104 henvises til det foran nevnte U.S. patent 3 525 029.

Virkemåten for den utførelse av oppfinnelsen som er vist på fig. 3, er følgende: Dersom det oppstår en kortslutningsfeil i en av brohjørnenes effektkoplingstransistorer 12 - 15, vil den strøm som avføres av motstanden 81, bevirke at Schmitt-triggeren 83 trigges fra sin normalt driftstilstand til en annen driftstilstand som tilveiebringer en negativ åpnespenning til ELLER-portdioden 84. Dette resulterer i tilførsel av en negativ åpnespenning til basis-elektroden i PNP-transistoren 61 som utgjør en del av spenningster-skeldetektoren 60.

Alternativt, dersom den midlere belastningsstrøm gjennom motorbelastningen 11 overskrider en gitt grenseverdi enten i fremoverretningen (positiv polaritetsretning), eller en grenseverdi i den motsatte retning (negativ polaritetsretning), vil det på utgangen av strømforsterkeren 85 frembringes et utgangssignal som vil indikere denne unormale tilstand med hensyn til den midlere belastningsstrøm. Det vil således innses at det signal som fremkommer på utgangen av strømforsterkeren 85 og som tilføres over inngangsklemmen Z, kan ha enten positiv eller negativ polaritet, svarende til en for stor midlere belastningsstrøm som flyter enten i den positive fremoverretning eller i den motsatte negative retning. I tilfelle verdien av den midlere belastningsstrøm overstiger grensen i den negative retning, vil et signal med negativ polaritet bli tilført over inngangsklemmen Z direkte til dioden 86 i ELLER-kretsen 57. Dersom den midlere belastningsstrøm gjennom motorbelastningen 11 overstiger en viss grense i den positive retning, vil et signal med positiv polaritet bli tilført over inngangsklemmen Z og gjennom den inverterende

forsterker 87 til dioden 88 i ELLER-kretsen 57. Den inverterende forsterker 87 tjener til å invertere det positive alarmsignal til et negativt signal som virker på dioden 88 i ELLER-kretsen 57.

Etter at den ene eller den andre av ELLER-portdiodene 86 eller 88 er blitt gjort strømførende på den foran beskrevne måte, kan disse også tjene til å tilføre en negativ åpnespenning til basiselektroden i PNP-transistoren 61 i spenningsterskeldetektorkretsen 60.

Når den negative åpnespenning som tilføres PNP-transistorens 61 basiselektrode fra en av ELLER-portdiodene 84, 86 eller 88, overstiger en gitt grense som er bestemt av zenerdioden 66, gjøres PNP-transistoren 61 ledende. Når dennes transistor gjøres ledende, tilføres et positivt signal til styreelektroden i den felles, styrte likeretter 67 og bevirker at denne tennes slik at alle fire brohjørners styretransistorer, såsom 104, nivåfikseres eller låses til den negative -25 volt spenningskilde. På denne måte vil alle fire hjørners effektkoplingsanordninger 12 - 15 i effektforsterkeren bli sperret samtidig, slik at en videre forplantning av en kortslutningsfeil gjennom den brokoblede effektforsterker hindres.

Fig. 4 viser et detaljert koplingsskjema av den utførelse av oppfinnelsen som er vist på fig. 3, med hensyn til de signalfrembringende og forsterkende kretsfunksjoner, ELLER-porten, spenningsdetektoren og den felles styrte likeretter. Som tidligere angitt er forsterkeren 85 ifølge fig. 3 en vanlig, kommersielt tilgjengelig, monolittisk, integrert krets, såsom kretsen "µ 709" som fabrikeres av Fairchild Camera and Instrument Company, Texas Instrument, Motorola, ITT, osv., og som er koplet slik at den virker som en tilbakekopplingsstabilisert forsterker. Forsterkerens 85 utgang er koplet til inngangsklemmen Z og den er også ført tilbake til servosystemet, i hvilket beskyttelseskretsen og den pulsbreddemodulerte broeffektforsterker inngår. Inngangsklemmen Z er over en leder 91 forbundet med basiselektroden i en PNP-transistor 87 som utgjør den inverterende forsterker 87 ifølge fig. 3. PNP-transistorens 87 kollektorelektrode er videre koplet til katoden i en ELLER-portdiode 88, hvis anode er koplet over en felles motstand 89 til en positiv 15 volt spenningskilde. Inngangsklemmen Z er dessuten koplet direkte over lederen 91 og over en annen leder 92 til katoden i en annen ELLER-portdiode 86 og videre til motstanden 89.

Overstrømssignalet som registreres av den strømfølende motstand 81 ifølge fig. 3, tilføres over inngangsklemmene X og Y til et støyundertrykkelsesfilter 39 hvis utgang er koplet over inn-

gangen på en Schmitt-triggerkrets 83. Utgangen fra støyundertrykkelsesfilteret 39 kan låses eller begrenses mellom fast innstilte, sikre verdier (for beskyttelse av Schmitt-triggeren 83) ved hjelp av to dioder 93 og 94 som er koplet parallelt og med motsatt lederetning over Schmitt-triggerkretsens 83 inngangsklemmer. En krets for regulering av differansesignalnivå som er vist ved 95, kan være koplet over støyundertrykkelsesfilteret 39 for å regulere nivået av den spenningsdifferanse som er tilstrekkelig til å trigge Schmitt-triggeren 83 fra dens normale driftstilstand til den andre driftstilstand, slik at ELLER-portdioden 84 som er koplet til dens utgang, åpnes ved hjelp av en negativ spenning. Selve Schmitt-triggeren er en vanlig, kommersielt tilgjengelig, monolittisk integrert krets, såsom den foran nevnte "µ 709" som er passende koplet ved hjelp av ytre eller separate kretsforbindelser for å virke som en Schmitt-trigger. Under drift arbeider Schmitt-triggeren 83 normalt i en første tilstand hvor det ikke tilføres noen negativ åpnespenning til dioden 84 som er koplet til dens utgang. Støyundertrykkelsesfilteret 39 tjener til å filtrere bort transientkoplingsspenninger osv., slik at Schmitt-triggeren 83 bare tilføres et stabilt overstrømssignal som er tilstrekkelig til å trigge Schmitt-triggeren 83 fra dens normale driftstilstand til en trigget tilstand hvor en negativ åpnespenning tilføres til ELLER-portdioden 84 som er forbundet med dens utgang.

Når en av ELLER-portdiodene 84, 86 eller 88 gjøres strømførende ved påtrykning av en negativ spenning på dens katode, på en av de tidligere beskrevne måter, vil denne diodes ledende tilstand bevirke at spenningsnivået ved klemmen 97 blir tilstrekkelig negativ til å blokkere strømledning gjennom en diode 98. Når dioden 98 sperres, blir den spenning som tilføres til PNP-transistorens 61 basis i terskelspenningsdetektoren 60, mer negativ, og når den overskrider grenseverdien 10 volt som er etablert av zenerdioden 66, gjøres PNP-transistoren 61 ledende. Det vil således innses at detektorkretsen 60 tilveiebringer et terskelspenningsnivå som må overskrides før PNP-transistoren 61 gjøres ledende. Når PNP-transistoren 61 åpner, trykkes en positiv tennspenning på styreelektroden i den styrte likeretter 67.

Når den felles styrte likeretter 67 tennes, blir den ledende og låser hver hjørneforbindelseskretsanordning som består av seriekoplede skilledioder 71a - 71d med begrensningssmotstandere 72a - 72d, til forspenningsverdien på -25 volt. Det innses således

at tenning av den felles styrte likeretter eller tyristor 67 forårsaker at alle de respektive hjørneforbindelseskretser som består av de seriekoblede skilledioder 71a - 71d og begrensingsmotstander 72a - 72d, låser basiselektrode i styretransistorene (f.eks. NPN-transistoren 104 på fig. 3) til forspenningen på -25 volt. Dette resulterer i sperring av alle fire brohjørners effektkoplingsanordninger 12 - 15, slik at man sikrer at en videre forplantning av kortslutningsfeilen gjennom de gjenværende deler av den brokoblede effektforsterker unngås.

Av den foregående beskrivelse fremgår at oppfinnelsen tilveiebringer en beskyttelseskrets for en pulsbreddemodulert broeffektforsterker som automatisk registrerer en strøm som overstiger en gitt grense, f.eks. ved kortslutning av én eller flere av brohjørnenes effektkoplingsanordninger (transistorer), og deretter raskt og automatisk sperrer alle fire hjørners effektkoplingsanordninger i effektforsterkeren for å avbryte dens videre funksjon og hindre videre forplantning av feil gjennom forsterkeren. Denne beskyttelseskrets kan i praksis være fremstilt i form av en hybrid integrert krets.

P a t e n t k r a v

1. Beskyttelseskrets for en brokoplett effektforsterker for samtidig sperring av effektkoplingsanordninger, såsom effekttransistorer eller tyristorer, i alle fire grener i forsterkeren som reaksjon på en overstrømstilstand, hvor kretsen omfatter minst én strømfølgende anordning som er koplet i serie med effektkoplingsanordningene og med en i en brodiagonal beliggende belastning, for å tilføre et utgangssignal til en anordning for frembringelse av et overstrømsindikerende styresignal, k a r a k t e r i s e r t ved at det er anordnet en for alle effektkoplingsanordningene (12, 13, 14, 15) felles, styrt likeretter (67) som er koplet til utgangen av den styresignalfrembringende anordning, for å tennes som reaksjon på styresignalet, og at den styrte likeretter er koplet til hver av brogrenenes effektkoplingsanordninger (12 - 15) over respektive hjørneforbindelseskretser (59).

2. Beskyttelseskrets ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at en ELLER-portkrets (57) er inkoplet mellom utgangene fra de styresignalfrembringende anordninger (40, 40'; 81, 82) og den styrte

likeretters (67) inngang.

3. Beskyttelseskrets ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t ved at en terskeldetekterende krets (60) er innkoplet mellom utgangen av ELLER-portkretsen (57) og inngangen til den styrte likeretter (67), for å sikre at tenning av den styrte likeretter bare finner sted når utgangssignalnivået fra ELLER-portkretsen overskrider et fast terskelnivå.

4. Beskyttelseskrets ifølge ett av kravene 1 - 3, k a r a k t e r i s e r t ved at den styrte likeretter (67) består av en tyristor hvis styreelektrode er forbundet med utgangen fra den terskeldetekterende krets (60) og hvis belastningsklemmer er koplet mellom en sperrespenningskilde (64) og over de respektive hjørneforbindelseskreter (69) til styreelementer (104) for de respektive effektkoplingsanordninger (12 - 15).

5. Beskyttelseskrets ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t ved at hjørneforbindelseskreterene (69) består av halvlederdioder (71a - 71d) som er koplet i serie med strømbegrensningsmotstander (72a - 72d) som er forbundet med de nevnte respektive styreelementer (104).

(56) Anførte publikasjoner:

Britisk patent nr. 1109870

Østerriksk patent nr. 208436

General Electric's SCR-Manual, 4, utgave, 1967, p. 314-315

130499

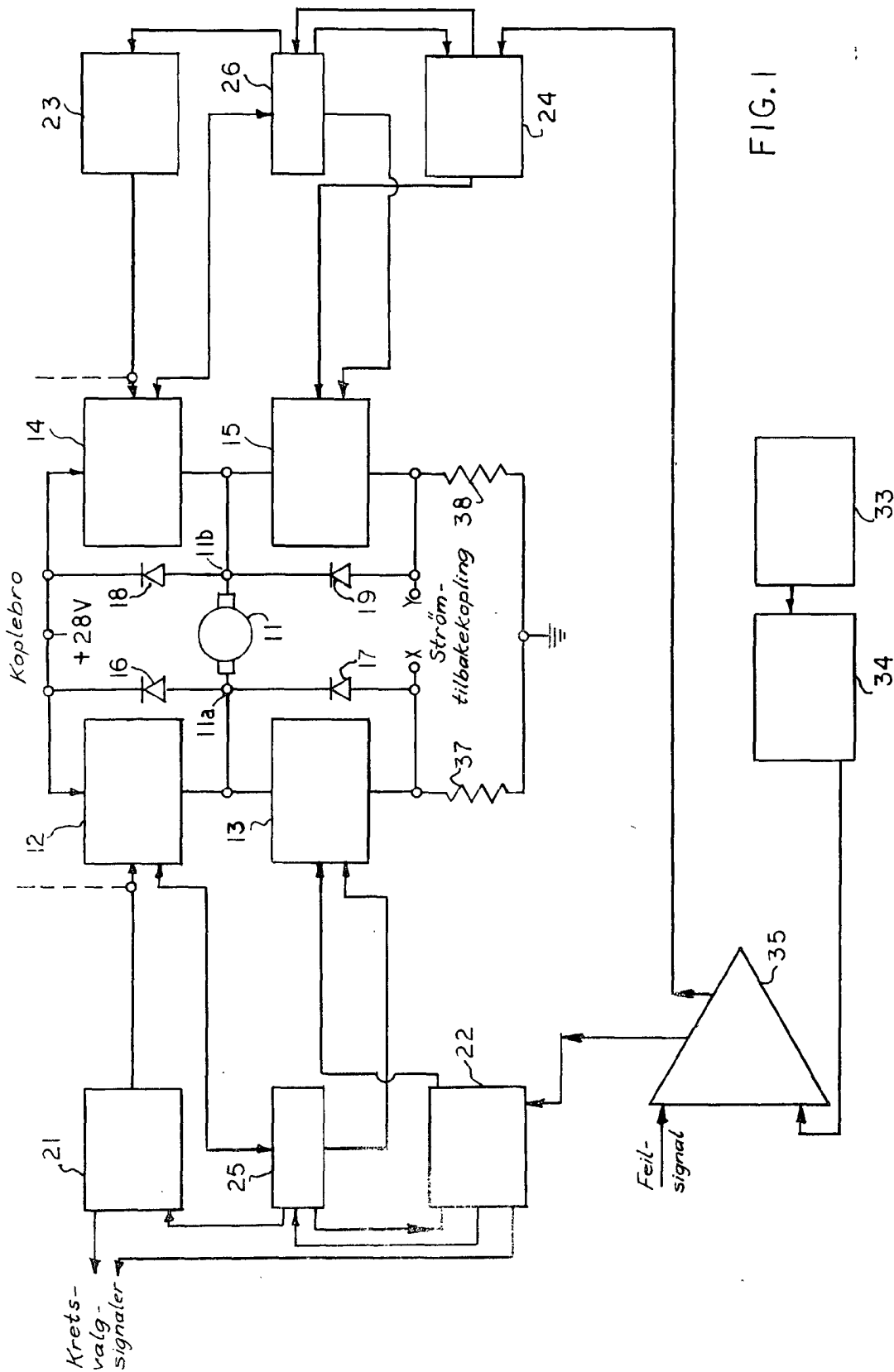


FIG. 1

130499

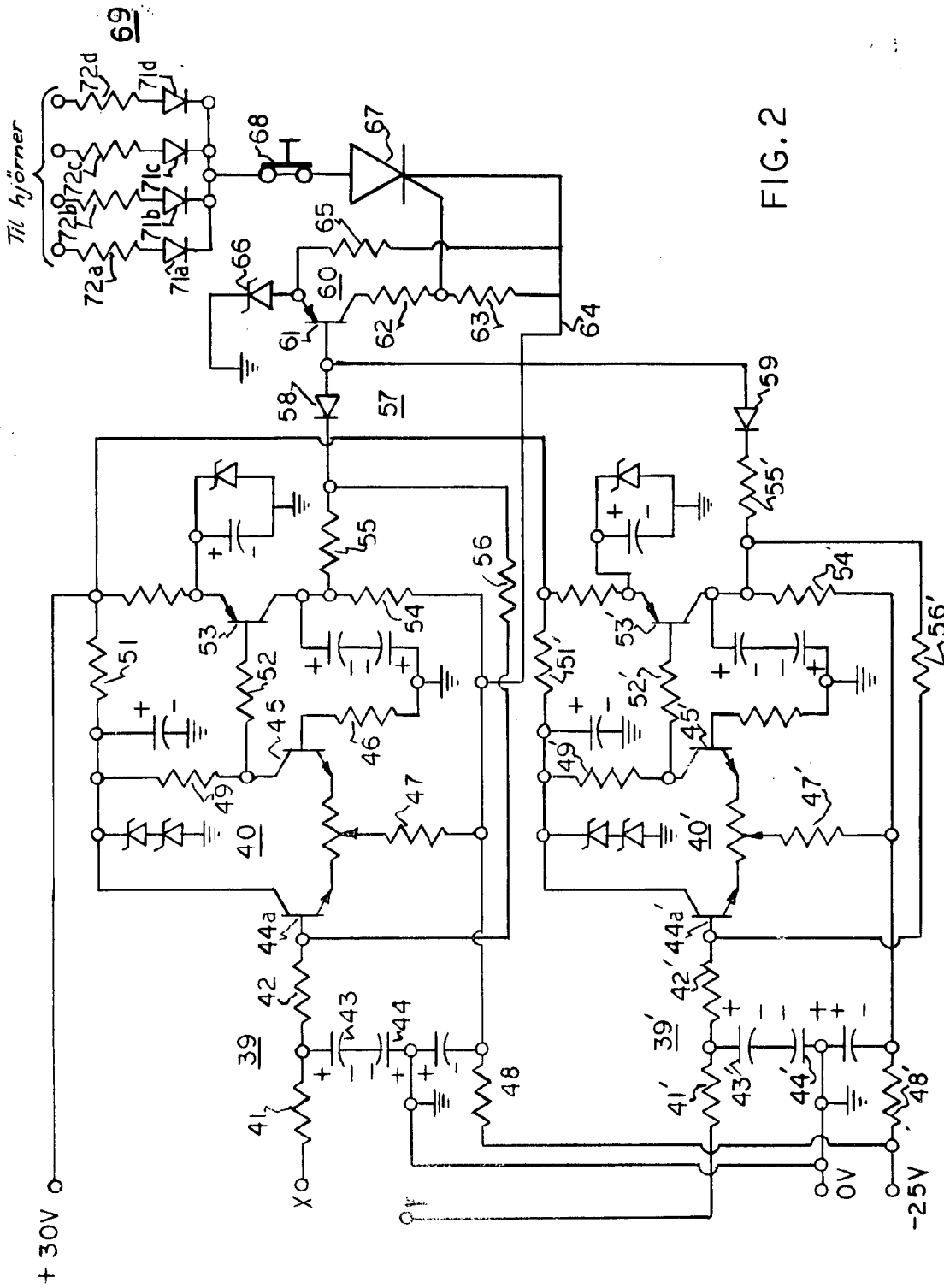


FIG. 2

130499

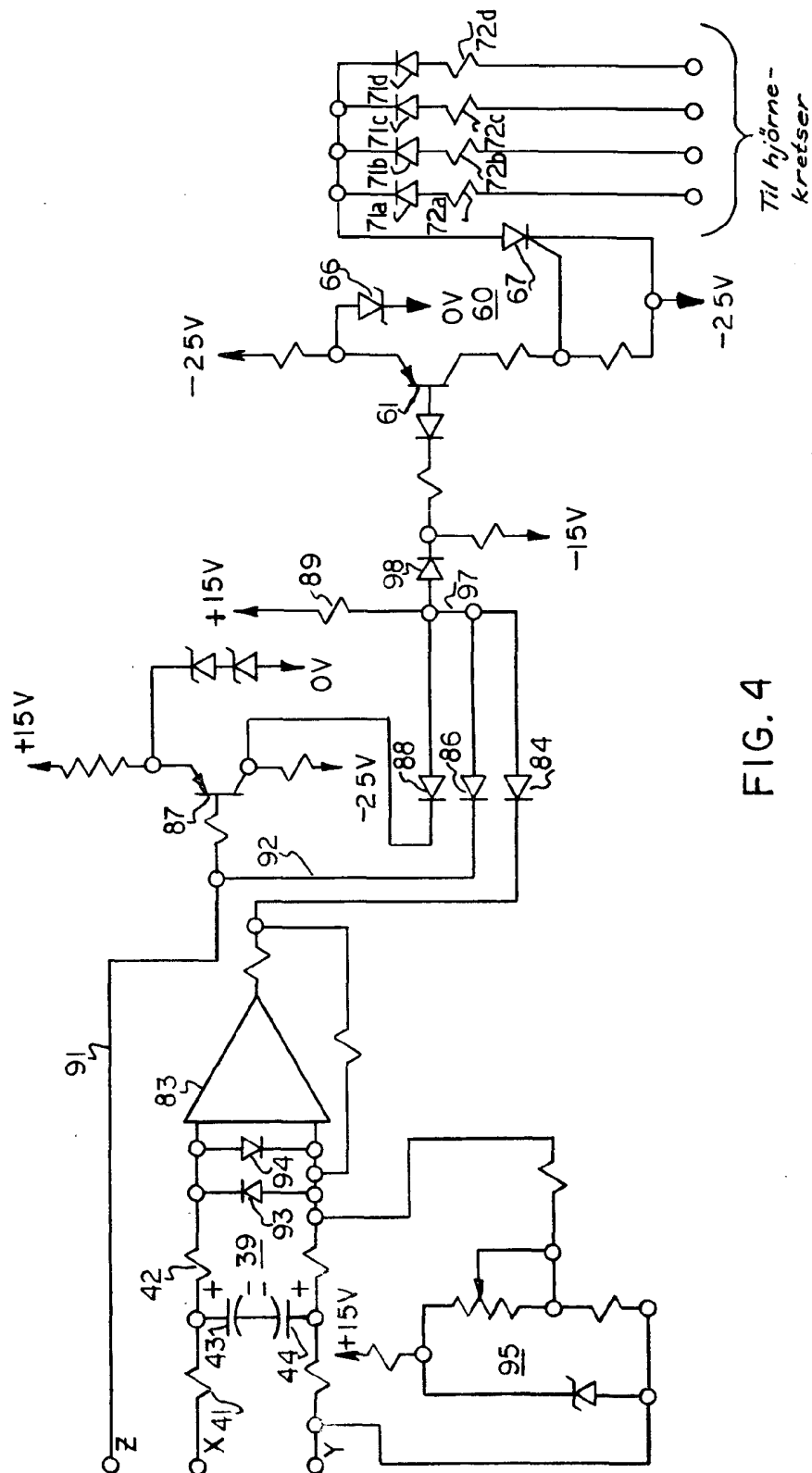


FIG. 4