



(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT (11) 144445 B

DIREKTORATET FOR  
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENEN

- (21) Ansøgning nr. 4956/70 (51) Int.Cl.<sup>3</sup> G 05 F 1/12  
(22) Indleveringsdag 29. sep. 1970 // H 04 B 3/10  
(24) Løbedag 29. sep. 1970  
(41) Alm. tilgængelig 31. mar. 1971  
(44) Fremlagt 8. mar. 1982  
(86) International ansøgning nr. -  
(86) International indleveringsdag -  
(85) Videreførelsesdag -  
(62) Stamansøgning nr. -  
(30) Prioritet 30. sep. 1969, 1949396, DE
- (71) Ansøger SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Berlin und Muenchen, 8 Muenc-  
hen 2, DE.  
(72) Opfinder Erwin Schumm, DE.  
(74) Fuldmægtig Internationalt Patent-Bureau.
- 
- (54) Kobling til kontinuerlig amplitude=  
regulering.

Opfindelsen angår en kobling til automatisk regulering af amplituden af vekselspændinger, specielt til bærefrekvensanlæg, hvor den spænding, der skal reguleres, tilføres en i overføringsvejen indkoblet forstærker med et indstillingsorgan, og hvor udgangsspændingen fra denne forstærker tilføres en tærskelværdikreds, hvis tærskelsspænding er fastlagt af amplituden af forstærkerens udgangsspænding, efterfulgt af en elektronisk kobler, ved hjælp af hvilken spændingen over en kondensator udnyttes som reguleringsstørrelse, hvormed indstillingsorganet kan indstilles i retning af en tilnærmelse af den faktiske værdi til den ønskede værdi af amplituden.

I telekommunikationsanlæg anvendes der ofte automatisk forstærkningsregulering til udligning af dæmpningssvingninger. Til ændring af forstærkningen i reguleringsstrækningen er det kendt at anvende styrbare, ulineære modstande såsom

DK 144445 B

rør, transistorer, ensrettere eller termisk afhængige modstande. Disse sidstnævnte, der f.eks. kan være NTC-modstande, kan termisk ofte være så træge, at den gennem modstanden gående vekselstrøm ikke forvrænges. Dette er vigtigt for reguleringsstrækninger, til hvilke der stilles store krav med hensyn til lineariteten. NTC-modstandene har imidlertid en mærkbar tidskonstant, som man må tage hensyn til med henblik på stabiliteten af reguleringskredsløbet, og endvidere er NTC-modstandene også påvirkelige af omgivelsestemperaturen, der indvirker på reguleringen som fejlstørrelse.

Kendte reguleringskoblinger arbejder med ensretning af den signalspænding, der skal reguleres, og sammenligner den dannede jævnspænding med en stabil referencespænding. Den herved opnåede differenspænding styrer en efterfølgende jævnstrømsforstærker. En enkel jævnstrømsforstærker har for det meste ingen jordfri indgang. Følgelig skal enten den stabiliserede referencespænding eller den ensrettede signalspænding tilføres jordfrit til differensdannelsen. Hertil kræves der til galvanisk adskillelse en transformator. Den stabiliserede referencespænding kræver ofte en hjælpespænding af modsat polaritet, hvilket stiller særlige krav til strømforsyningen. Dette er ulemper, der vedrører det tekniske udstyr ved de kendte reguleringskoblinger. Andre ulemper og specielt sådanne, som vedrører reguleringsprocessen, vil blive angivet i forbindelse med en udførelsesform for en kendt reguleringskobling.

Fra SE-fremlæggeskrift nr. 333.165 kendes der en kobling til pilotregulering under hensyntagen til forstyrrelsesimpulser.

Den foreliggende opfindelse går derimod ud på at tilvejebringe optimale indsvingningsforhold i en kobling af den indledningsvis anførte art ved hjælp af forholdsvis få koblingstekniske midler samt desuden at opnå en god stabilitet.

Dette opnås ifølge opfindelsen ved, at tærskelværdikredsen er en amplitudebegrænser med adskilte strømveje for de to halvbølger, hvor der i den ene strømvej indgår styrestrækningen af den elektroniske kobler, som ved spændinger i den pågældende halvbølge, som er højere end tærskelspændingen for amplitudebegrænseren, styres ind i den ledende tilstand, og at kondensatoren er forbundet således parallelt med koblerstrækningen i den elektroniske kobler, at den hurtigt aflades over den elektroniske kobler og langsomt oplades fra en strømkilde, medens ladestrømmen eller ladespændingen for kondensatoren udnyttes som reguleringsstørrelse til indstilling af indstillingsorganet. Ved hjælp af disse foranstaltninger, altså amplitudebegrænseren med adskilte strømveje for de to halvbølger, den elektroniske kobler og kondensatoren, indskudt mellem udgangen af den forstærker, hvis udgangsspænding skal reguleres, og det på forstærkerens indgangssignal indvirkende indstillingsorgan, opnås det tilsligtede optimale indsvingningsforhold og god stabilitet ved hjælp af få koblingsmidler.

En hensigtsmæssig udførelsesform for opfindelsen består i, at udgangsspændingen af forstærkeren tilføres amplitudebegrænseren over en ekstra forstærker, og ved at der i den ene af de to strømveje af amplitudebegrænseren findes serieforbindelsen af en zenerdiode og en diode, der er således orienteret, at zenerdioden kun fører strøm i gennemslagsretningen, samt ved at der i den anden af de to strømveje findes serieforbindelsen af basisemitterstrækningen i en transistor, der udgør den elektroniske kobler, og en diode.

En anden hensigtsmæssig udførelsesform for opfindelsen består i, at der mellem kollektoren i transistoren og den nævnte kondensator findes en sluttekontakt, der åbnes af et relæ i en niveau-overvågningsindretning ved pludseligt niveauudfald, og ved at der parallelt med kondensatoren findes styrestrækningen i en felteffekttransistor, der styres af ladespændingen på kondensatoren, og hvis arbejdsstrømkreds er tilsluttet indstillingsorganet.

Opfindelsen kan med særlig fordel anvendes til amplituderegulering ved bærefrekvenstelekkommunikation over højspændingsledninger. De med opfindelsen opnåede fordele består især i, at der optræder en væsentligt kortere forsinkelse og en langt mindre dødtid end ved kendte reguleringskoblinger, hvor sammenligningen med referencen sker på jævnspændingssiden. Herved forbliver reguleringskredsen stadig stabil trods stor reguleringsforstærkning. Den store reguleringsnøjagtighed opnås allerede med små indgangsvekselspændinger. I koblertransistoren optræder der som følge af koblerdriften kun små tab, så at transistoren udnyttes bedre end en jævnstrømsforstærker. Dette er muligt ved, at ladestrømmen kan ændres med en meget kort kobletid i en stejl overgang fra nul til dens højeste værdi. Overgangen er teoretisk så stejl, at den kun i samvirken med den ikke ideelle knæk-karakteristik for amplitudebegrænseren eller amplitudetærskelen kan kombineres til en i praksis brugbar reguleringsstejlhed. Endvidere er en stabiliseret sammenligningsspænding til referenceværdien, der for det meste også kræver en særskilt strømforsyning, og en transformator ikke nødvendig, hvorfor der fås en billigere fabrikation. Ved tilstrækkeligt store styktal er der mulighed for at fremstille koblingen i integreret form. Som indstillingsorgan og til modkoblingen af en regulerbar forstærker anvendes altid en spændingsdeler, der består af en indirekte opvarmet NTC-modstand og en NTC-modstand med for store tab, men med en lige så stor temperaturkoefficient. Herved opnås en absolut temperaturkompensation af grunddæmpningen eller begyndelsesforstærkningen, så at den maksimale følsomhed forbliver konstant ved alle temperaturer. Koblingen er således indrettet, at det ved NTC-modstandene hovedsageligt er den regulerende spænding, der er virksom, hvorved NTC-modstanden heller ikke ved store indgangsspændinger opvarmes af selve signalspændingen og derved ikke påvirkes med hensyn til reguleringsevnen.

Reguleringskoblingen ifølge opfindelsen med sammenligningen med referencen

på vekselspændingssiden kan ligeledes med fordel anvendes til styring af andre indstillingsorganer, som arbejder med rør, transistorer, dioder eller også motordrevne potentiometre. Herved kan der i stedet for ladestrømmen anvendes ladespændingen på kondensatoren. I sidste tilfælde er det i forbindelse med en MOS-FET og en alarmkontakt muligt at fastholde indstillingen af indstillingsorganet i længere tid ved et pludseligt bortfald af niveauet.

Andre fordelagtige udformninger vil blive angivet i beskrivelsen af et udførelseseksempel.

En udførelsesform for en kendt reguleringskobling og en udførelsesform for en reguleringskobling ifølge opfindelsen vil i det følgende blive nærmere beskrevet under henvisning til den skematiske tegning, hvor

fig. 1 viser en kendt reguleringskobling,

fig. 2a og 2b henholdsvis princip og koblingsskema for koblingen ifølge opfindelsen til indstilling af indstillingsorganer,

fig. 3 en udførelsesform for den samlede reguleringskobling ifølge opfindelsen, og

fig. 4 en udførelsesform for en kobling, hvormed indstillingen af indstillingsorganet kan fastholdes i længere tid ved udfald af niveauet.

I den i fig. 1 viste kendte reguleringskobling med en forstærker  $V_0$ , der føder en belastning RA, ensrettes den signalspænding, der skal reguleres, efter forstærkning i en forstærker  $V_2$ , ved hjælp af ensrettere G1 og G2 i spændingsfordoblerkobling med udglatningskondensatorer CU og CS, og den herved opnåede jævnspænding sammenlignes med en stabil referencespænding, der fås ved hjælp af en zenerdiode GZ. En efterfølgende jævnstrømsforstærker  $V_1$  styres af den herved tilvejebragte differensspænding og tjener til indstilling af indstillingsorganerne. Da den enkle jævnstrømsforstærker  $V_1$  ikke har jordfri indgang, kræves der en transformator  $\ddot{U}_1$  til galvanisk adskillelse for at føre den ensrettede signalspænding jordfrit til differensdannelsen. Indstillingsorganet består af en styret NTC-modstand  $HL_1$  i seriegrenen og i modsat retning styret NTC-modstand  $HL_2$  i shuntgrenen. Ved stor reguleringsnøjagtighed skal det samlede reguleringsområde styres med en lille jævnspændingsforskel. Pulsationerne i differensspændingen skal være små, f.eks. mindre end 10%. Ved en samlet reguleringsafvigelse på maksimalt 0,05 neper eller ca. 5% på en reguleringsforskel på 7 neper på indgangen, hvilket omtrent svarer til faktoren 1000, skal pulsationerne af den forud ensrettede signalspænding så være mindre med en faktor, der svarer til reguleringsnøjagtigheden, dvs. mindre end 5%. En høj udglatningsfaktor ved ensretningen betyder, at der samtidigt fås en mærkbar tidskonstant. Herved opstår en regulering med tilsvarende stor dødtid. Er den signalspænding, der skal reguleres, et lyd-frekvenssignal, således som det er sædvanligt ved pilotregulering, er tidskonstan-

ter af størrelsesordenen  $T$  lig med eller større end 80 ms nødvendige ved ensretningen. Stabilitet og gode indsvingningsforhold for en regulering sikres kun i de tilfælde, hvor forholdet mellem tidskonstanterne for de medvirkende forsinkelsesled er lig med eller større end forstærkningen i den åbne reguleringskreds, hvoraf reguleringsnøjagtigheden igen er afhængig. Det er således vanskeligt at realisere en stabil regulering med stor nøjagtighed ved hjælp af NTC-modstande efter denne metode. Tidligere har man gjort det, at man har indført en endnu større tidskonstant i jævnstrømsforstærkeren, som var bestemmende for den samlede regulerings- og indstillings- og justeringstid.

Indstillingsorganet er i den kendte reguleringskobling en spændingsdeler, hvor de to NTC-modstande  $HL_1$  og  $HL_2$  også påvirkes af omgivelsernes temperatur. Ved begyndelsen af reguleringsområdet er NTC-modstanden  $HL_1$  i seriegrenen allerede opvarmet, medens NTC-modstanden  $HL_2$  i shuntgrenen er kold, hvorfor omgivelsernes temperatur kun har lille indflydelse på den opvarmede NTC-modstand, så at der kun kan fås en ringe kompensation. En anden ulempe er, at NTC-modstanden  $HL_1$  i seriegrenen ved store indgangsniveauer modtager hele signalspændingen, der opvarmer denne i dens nu kolde tilstand og derved indsnævrer den øverste ende af reguleringsområdet yderligere. Endvidere kræves der til den i modsatte retninger gående styring af de direkte opvarmede NTC-modstande og til adskillelse af højfrekvensstrømkredsen fra styrestrømkredsen dyre transformatorer  $\ddot{U}_2$ ,  $\ddot{U}_3$  og flere kondensatorer  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ .

I reguleringskoblingen ifølge opfindelsen anvendes der til styring af indstillingsorganet ingen jævnstrømsforstærker, men man benytter ladestrømmen til en kondensator, hvis ladespænding indstilles med en koblertransistor. Dette princip vil i det følgende blive nærmere beskrevet og vist i fig. 2a i princippet og i fig. 2b i forbindelse med en udførelsesform.

Ifølge fig. 2a er en kondensator  $C_4$  over en modstand  $R_1$  forbundet til en følgespænding  $U_0$ . Parallelt med kondensatoren findes en afbryder  $S_1$  i serie med en modstand  $R_2$ . Er modstanden  $R_1$  stor i forhold til modstanden  $R_2$ , kan kondensatoren hurtigt udlades ved at lukke afbryderen, medens kondensatoren, efter at afbryderen  $S_1$  er åbnet, kun langsomt oplades igen gennem modstanden  $R_1$ . Lukkes afbryderen  $S_1$  periodisk i korte tidsrum, indstiller der sig over kondensatoren  $C_4$  en spænding  $U$ , afhængig af den tid  $t_1$ , hvor afbryderen er lukket, og den tid  $t_0$ , hvor afbryderen er åben. Afhængigt af forskellen mellem spændingerne  $U_0$  og  $U$  går der en strøm  $I$  gennem modstanden  $R_1$ , hvilken strøm kan benyttes til styring af indstillingsorganet. Dersom modstanden  $R_2$  og afbryderen  $S_1$  som vist i fig. 2b erstattes af en koblertransistor  $T_1$ , og indgår denne i en gren af en amplitudebegrænser  $A$ , aktiveres denne koblertransistor  $T_1$ , så snart den på amplitudebegrænseren  $A$  påtrykte signalspænding overstiger tærskelværdien.

Koblertransistoren styres således i retning af ledende tilstand af spidsen af en halvbølge af signalspændingen. Med den store stejlehed i strømføringen bliver det muligt, at denne kombineret med den mindre stejle overgangskaraktistik for en i praksis realiserbar amplitudebegrænser giver en for det samlede reguleringsområde anvendelig stejlehed. Det lille linearitetsområde for reguleringskoblingen bevirker, at strømmen straks bliver nul, når tærskelværdien underskrides, medens der ved overskridning af denne værdi tilsvarende vil gå maksimal reguleringsstrøm. Herved forhindres ustabilitet af reguleringskredsen ved store niveauspring. I den praktiske udformning i overensstemmelse med fig. 2b kan indsvingningsforholdene forbedres yderligere ved hjælp af et RC-led  $R_3, C_5$  mellem kollektor og basis i koblertransistoren  $T_1$ .

Fig. 3 viser en udførelsesform for forstærkerkoblingen med automatisk regulering ifølge opfindelsen. Over indgangen  $A_1, A_2$  til reguleringsstrækningen ligger en spændingsdeler  $HL_3, HL_4$ , som kan indstilles ved hjælp af NTC-modstanden  $HL_3$  i shuntgrenen. Indstillingen af NTC-modstanden  $HL_3$  sker ved hjælp af en varmetråd  $H_1$ , som opvarmes af ladestrømmen til kondensatoren  $C_4$ . Ved den nederste reguleringsgrænse er NTC-modstanden  $HL_3$  kold, så at en fuldstændig temperaturkompensation er mulig ved hjælp af den i seriegrenen indskudte NTC-modstand  $HL_4$ , der har en lige så stor temperaturkoefficient. Reguleringsområdet indskrænkes ikke ved store indgangsniveauer, idet NTC-modstanden  $HL_4$  i seriegrenen på grund af sin store varmeledningsevne ikke kan opvarmes af signalet. Reguleringsområdet kan omtrent fordobles ved hjælp af en anden spændingsdeler  $HL_5, HL_6$  i modkoblingsgrenen. Hvis der i forstærkeren  $V$ , f.eks. som vist i fig. 3, anvendes en spændingsstyret spændingsmodkobling, som medfører en forøgelse af indgangsmodstanden, og en formindskelse af udgangsmodstanden for forstærkeren  $V$ , forbliver den forankoblede spændingsdeler  $HL_3, HL_4$  upåvirket på grund af den store indgangsmodstand. Modkoblingen og dermed forstærkningen kan styres ved hjælp af NTC-modstanden  $HL_5$  i seriegrenen, idet dennes varmetråd  $H_2$  ligeledes gennemløbes af ladestrømmen til kondensatoren  $C_4$ . Ved begyndelsen af reguleringsområdet er også NTC-modstanden  $HL_5$  kold, så at kompensationen for omgivelsestemperaturens indflydelse er fuldstændig ved hjælp af NTC-modstanden  $HL_6$  i shuntgrenen. En ekstra opvarmning af NTC-modstanden  $HL_5$  ved store indgangssignaler finder ikke sted, idet der her kun er tale om allerede regulerede signaler. Den afledte udgangsstørrelse optræder på indgangen af en anden forstærker  $V_3$ , som efterfølges af en amplitudebegrænser. Denne amplitudebegrænser består som den i fig. 2b viste af en zenerdiode  $D_1$ , som ved hjælp af dioden  $D_2$  kun kan føre strøm i en bestemt retning. Parallelt hermed ligger dioden  $D_3$  og transistoren  $T_1$ , som kun kan styres med strøm i den modsatte retning. Denne i sig selv usymmetriske amplitudebegrænser bliver ved hjælp af kondensatoren  $C_0$ , hvorover der opstår en jævnspænding, symmetrisk over for vekselspændingen. Så snart indgangsspændingen overskri-

der amplitudebegrænserens tærskelspænding, fremkalder den positive halvbølge kortvarigt en basisstrøm i transistoren  $T_1$ , hvilken strøm gør transistoren ledende. Herved udlades kondensatoren  $C_4$  kortvarigt. Der indstiller sig en af strømvinklen stærkt afhængig ladejævnstrøm, hvormed varmetrådene  $H_1$  og  $H_2$  i de indirekte opvarmede NTC-modstande  $HL_3$  og  $HL_5$  fødes.

Fig. 4 viser en udførelsesform for opfindelsen, hvormed indstillingen af indstillingsorganet fastholdes i længere tid ved udfald af niveauet. Koblingen indeholder en amplitudebegrænser af samme opbygning som den, der er vist i fig. 3, og hvor transistoren fødes over en modstand  $R_0$ . Kollektoremitterkredsen, hvori kondensatoren  $C_4$  ligger, kan ved pludseligt niveauudfald afbrydes ved hjælp af en afbryder  $S_2$ . Den på kondensatoren  $C_4$  liggende spænding bestemmer gennemgangsmodstanden for en MOS-FET M, så at der gennem varmelederne  $H_1$  og  $H_2$  vil gå den for den sidste reguleringstilstand forud for afbryderens åbning nødvendige strøm  $I^*$  i tilstrækkelig lang tid, indtil kondensatoren  $C_4$  er udladet gennem den høje indgangsmodstand for MOS-FET'en M.

#### P A T E N T K R A V

1. Kobling til automatisk regulering af amplituden af vekselspændinger, specielt til bærefrekvensanlæg, hvor den spænding, der skal reguleres, tilføres en i overføringsvejen indkoblet forstærker med et indstillingsorgan, og hvor udgangsspændingen fra denne forstærker tilføres en tærskelværdikreds, hvis tærskelspænding er fastlagt af amplituden af forstærkerens udgangsspænding, efterfulgt af en elektronisk kobler, ved hjælp af hvilken spændingen over en kondensator udnyttes som reguleringsstørrelse, hvormed indstillingsorganet kan indstilles i retning af en tilnærmelse af den faktiske værdi til den ønskede værdi af amplituden, k e n d e t e g n e t ved, at tærskelværdikredsen er en amplitudebegrænser med adskilte strømveje for de to halvbølger, hvor der i den ene strømvej indgår styrestrækningen af den elektroniske kobler ( $T_1$ ), som ved spændinger i den pågældende halvbølge, som er højere end tærskelspændingen for amplitudebegrænseren, styres ind i den ledende tilstand, og at kondensatoren ( $C_4$ ) er forbundet således parallelt med koblerstrækningen i den elektroniske kobler ( $T_1$ ), at den hurtigt aflades over den elektroniske kobler og langsomt oplades fra en strømkilde (+ 24V), medens ladestrømmen eller ladespændingen for kondensatoren udnyttes som reguleringsstørrelse til indstilling af indstillingsorganet.

2. Kobling ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at udgangsspændingen af forstærkeren (V) tilføres amplitudebegrænseren over en ekstra forstærker (V3), og ved at der i den ene af de to strømveje af amplitudebegrænseren findes serieforbindelsen af en zenerdiode (D1) og en diode (D2), der er således orienteret, at zenerdioden kun fører strøm i gennemslagsretningen, samt ved at der i den anden af de to strømveje findes serieforbindelsen af basis-

emitterstrækningen i en transistor (T1), der udgør den elektroniske kobler, og en diode (D3).

3. Kobling ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at der mellem kollektoren i transistoren (T1) og den nævnte kondensator (C4) findes en sluttekontakt (S2), der åbnes af et relæ i en niveau-overvågningsindretning ved pludseligt niveau-udfald, og ved at der parallelt med kondensatoren (C4) findes styrestrækningen i en felteffekttransistor (M), der styres af ladespændingen på kondensatoren (C4), og hvis arbejdsstrømkreds er tilsluttet indstillingsorganet.

Fremdragne publikationer:

SE patentansøgning nr. 12562/68 (fremlæggeskrift nr. 333165).

Fig. 1

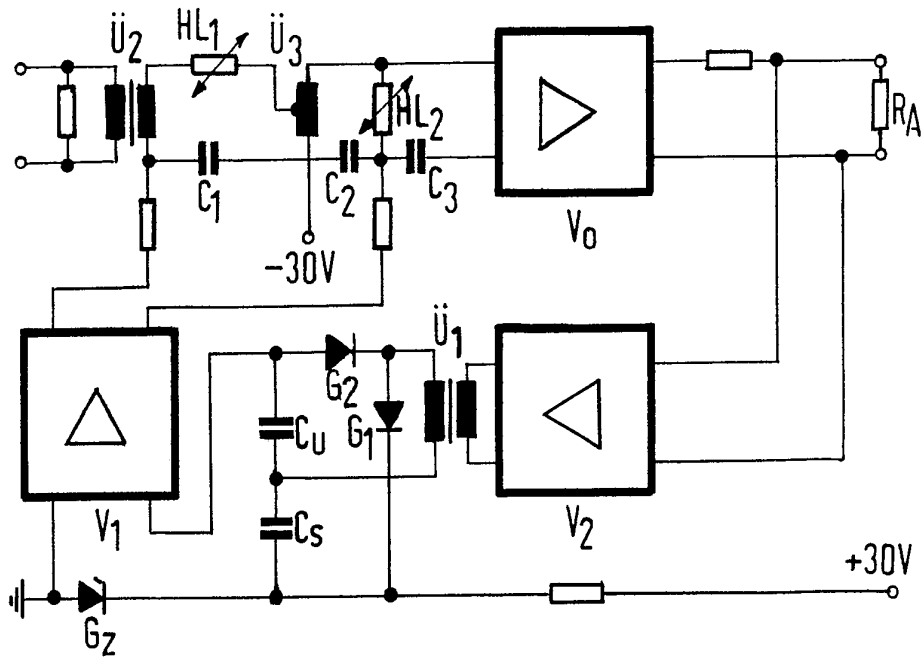


Fig. 2a

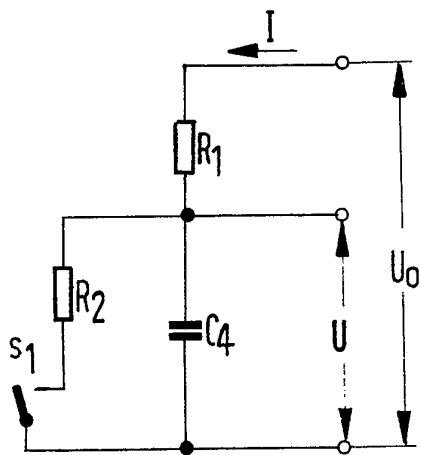


Fig. 2b

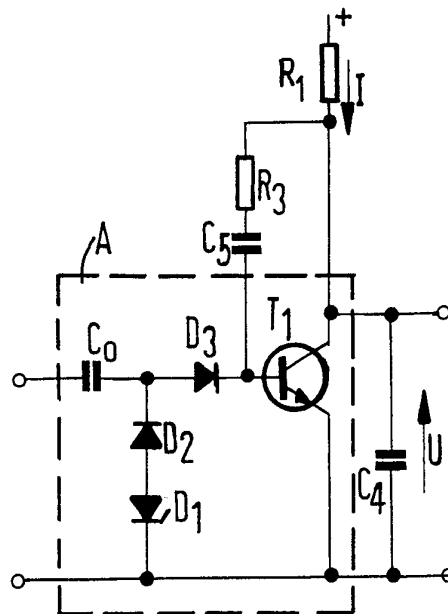


Fig. 3

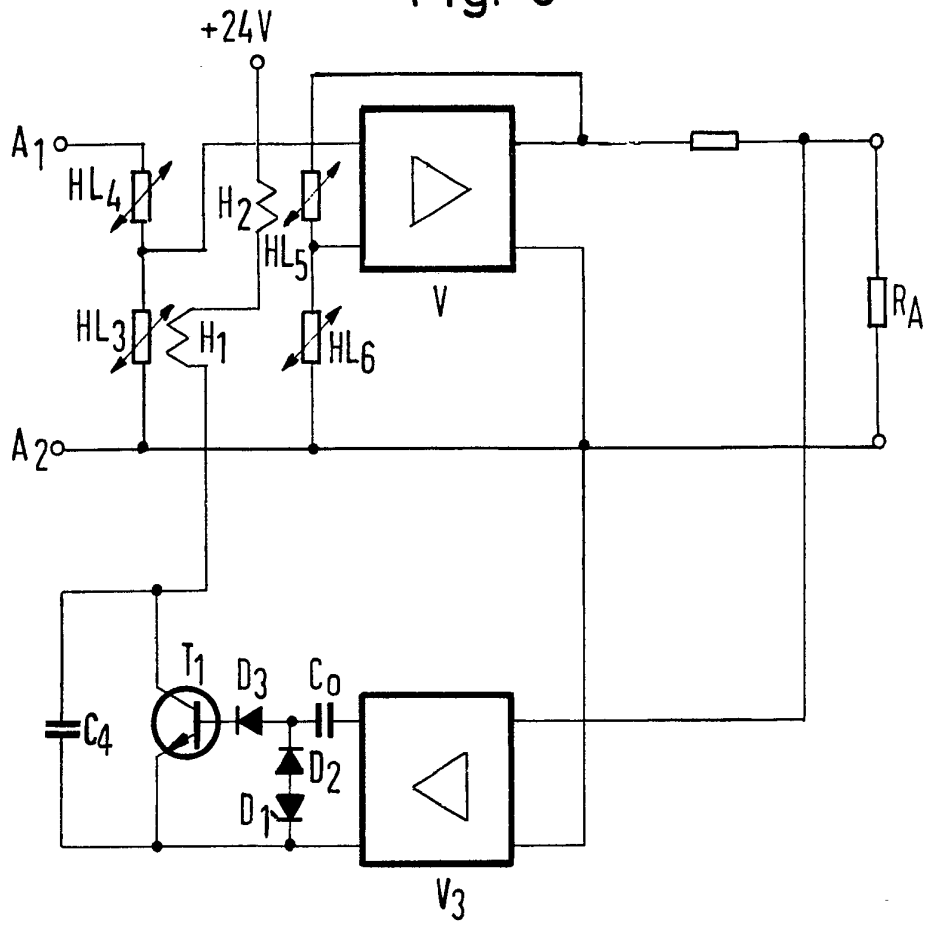


Fig. 4

