

(19) **DANMARK**



(12) **FREMLÆGGELSESSKRIFT** (11) **147987 B**



DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(21) Patentansøgning nr.: **4111/75**

(22) Indleveringsdag: **15 sep 1975**

(41) Alm. tilgængelig: **10 apr 1976**

(44) Fremlagt: **21 jan 1985**

(86) International ansøgning nr.: --

(30) Prioritet: **09 okt 1974 US 513359**

(51) Int.Cl.⁴: **H 04 N 3/16**

G 09 G 1/04

G 05 F 1/62

(71) Ansøger: ***UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION; Hartford, US.**

(72) Opfinder: **Glenn Carl *Waehner; US, Michael Howard *Kalmanash; US.**

(74) Fuldmægtig: **Larsen & Birkeholm A/S Skandinavisk Patentbureau**

(54) **Moduleret energibesparende afbøjningsfor-
stærker**

DK 147987 B

1

5 Opfindelsen angår en energibesparende afbøjningsfor-
stærker omfattende en strømforbrugende belastning
og en forstærker, som leverer strøm til denne be-
lastning med negativ tilbagekobling under styring af
styresignaler svarende til den i belastningen øns-
10 kede strøm, samt omfattende en yderligere strømkil-
de der leverer spidsbelastningsstrøm til belastnin-
gen, hvorved den yderligere strømkilde er indrettet
til at afgive en i hovedsagen konstant strøm til den
strømforbrugende belastning.

15

Anvendelsen af magnetisk afbøjning i mange typer af
visningsudstyr med katodestruålerør er velkendt. En
af grundene til at magnetisk afbøjning foretrækkes,
er de udmærkede egenskaber med hensyn til lysstyrke
20 og opløsning, som kan opnås. Imidlertid har magnetis-
ke afbøjningskredse et betydeligt større effektfor-
brug end elektrostatiske kredse. Den strøm, som skal
tilføres et katodestruålerørs afbøjningsåg, skal nor-
malt kunne varieres fra en negativ værdi (med henblik
25 på afbøjning til den ene side af skærmen), gennem nul
(med henblik på at strålen skal ramme midt på skær-
men), og til en høj positiv værdi (med henblik på
afbøjning til skærmens modsatte side). Da afbøjnin-
gen skal stemme overens med det ønskede billede, må
30 den være tilvejebragt ved hjælp af en lineær forstær-
ker, som arbejder med egnede positive og negative
spændingskilder. Dersom afbøjningen skal kunne ændres
yderst hurtigt, må spændingskilderne tillige kunne
levere en forholdsvis høj spænding. Men når strømva-

1 riationerne i åget er forholdsvis langsomme, skal
drivspændingen være forholdsvis lav. Den til driv-
ning af åget indrettede udgangsforstærker må derfor
frembringe et betydeligt spændingsfald under en be-
5 tydelig del af drifttiden, samtidigt med at den le-
verer en betydelig strøm. Det er dette, der forårs-
sager det store effektforbrug. I et visningsudstyr
som f.eks. fjernsyn eller andre systemer med raster-
afbildning cirkuleres energien i reaktive organer og
10 spares. Men i andre typer af visningsudstyr, som
f.eks. stråleskrivere, er dette ikke muligt.

Det er kendt at anvende energibesparende modulerede
strømforsyningsaggregater for at spare energi i vis-
15 ningsudstyr uden resonans. I disse aggregater spares
energien ved udnyttelsesforhold-modulation af en
strøm, som tilføres belastningen. Sådanne aggregater
er enten helt "åbne" eller helt "lukkede". Når de er
helt åbne, svarer de til en kontakt, som er sluttet
20 til dannelsen af en forbindelse med lav modstand, så
at en stor gennemgående strøm ikke bevirker noget
stort effekttab. Ved at bringe strømkilden til at
være "åben" i en passende brøkdel af tiden med en
forholdsvis høj koblingstakt eller frekvens, kan den
25 gennemsnitlige strøm reguleres med forholdsvis små
effekttab inden i selve strømforsyningsaggregatet.
Imidlertid er der ikke blevet fremskaffet strømforsyningsaggregater af denne art, som kan styres til-
strækkeligt godt med henblik på en korrekt og lineær
30 gengivelse af et indgangsstyresignal, således som
det kræves i visningsudstyr af høj kvalitet med ka-
todestrålerør.

Fra US patentskrift nr. 3 628 083 kendes en afbøjnings-

1 forstærker, der har en konstantstrømsgenerator, der
hele tiden er forbundet med afbøjningsspolen.

Dette har den væsentlige ulempe, at det er nødvendigt
5 at kunne lede strømmen fra konstantstrømsgeneratoren
væk gennem shuntregulatoren. Denne shunt-regulering
bevirker et stort energiforbrug, idet der både vil
afsættes tabseffekt i regulatoren og i konstant-
strømsgeneratoren.

10 Formålet for opfindelsen er at anviser en energibespa-
rende afbøjningsforstærker, der ikke har ovennævnte
ulemper, og samtidig at anviser velfungerende energi-
besparende magnetiske afbøjningskredse til anvendelse
15 med visningsudstyr med katodestralerør.

Dette formål opnås ved, at der findes styremidler,
der er indrettet til, når de til forstærkeren til-
førte styresignaler af den ene eller den anden pola-
20 ritet overskrider en bestemt værdi, at forbinde
strømkilden i en tilsvarende polaritet med belast-
ningen, således at strømmen i belastningen er sum-
men af strømmene fra forstærkeren og strømkilden,
idet forstærkeren er indrettet til at levere en strøm,
25 der svarer til forskellen mellem den strøm, der le-
veres af strømkilden og den belastningsstrøm, der
fastlægges af styresignalet, og når styresignalerne
til forstærkeren ikke overskrider nævnte værdi, at

1 afbryde forbindelsen mellem strømkilden og belastningen.

Når belastningen, som f.eks. kan være en selvinduktion,
5 ikke modtager strøm fra strømkilden, sammenlignes
spændingsfaldet over en modstand i en strømreturvej
med en referencespænding, og når strømmen har aftaget
til en ønsket værdi, aktiveres kobleren igen, så at
selvinduktionen igen modtager strøm fra strømkilden.
10

Dette sker fordi den energibesparende afbøjningsfor-
stærker har en strømkilde, som er indrettet til at
levere i hovedsagen konstant strøm, og denne kon-
stantstrømkilde forbindes med en belastning i den
15 ene af to polariteter (eller frakobles) i afhængig-
hed af, hvorvidt belastningsstrømmen skal være posi-
tiv eller negativ (eller mindre end halvdelen af
strømkildestrømmen), idet den samme strømkilde af-
giver den samme konstante strøm til belastningen,
20 uanset polariteten. Strømmen fra det energibespa-
rende strøm-modul adderes til strømmen fra en tilbage-
koblet forstærker i afhængighed af indgangsspænding-
en på en sådan måde, at der frembringes en nøje re-
guleret samlet strøm, svarende til hvad belastningen
25 skal modtage i overensstemmelse med indgangsspændin-
gen.

- 1 Konstantstrømkilden kan levere hovedparten af den
ønskede belastningsstrøm. Hvis der ønskes meget små
strømme i belastningen, kan konstantstrømkilden helt
udkobles fra strømvejen. Dette er umuligt ved den
5 kendte forstærker, idet reguleringen ellers umulig-
gøres. Der kan nemlig kun opnås positiv belastnings-
strøm gennem konstantstrømsgeneratoren.

- Ved hjælp af opfindelsen tilvejebringes altså stør-
10 stedelen af den strøm, som normalt medfører effekt-
tab, på en sådan måde at disse effekttab ikke opstår,
hvorved der spares omtrent to trediedele af effekt-
behovet. Ved hjælp af opfindelsen er det muligt at
15 forøge båndbredden i den lineære tilbagekoblingsstyr-
ede forstærker, som i afhængighed af indgangssignal-
erne tilvejebringer den ønskede åg-strøm, idet der
ved konstruktionen af en sådan forstærker kan tages
mindre hensyn til effekttabene. Ved at der adderes
20 strøm til den strøm, der leveres af en i en til-
bagekoblingssløjfe forbundet styret forstærker, vil
den styrede forstærker tilvejebringe den nødvendige
strøm til at gøre den samlede strøm gennem åget
nøjagtigt så stor, som det kræves af det indgående
25 afbøjningskommando-signal.

- Hvis man, som omhandlet i krav 2, lader konstant-
strømkilden levere to trediedele af den maksimale
strøm, der skal leveres til den strømforbrugende be-
30 lastning, opnås, at forstærkeren aldrig skal levere
en strøm, der er større end en trediedel af maksimum.

1 Hvis man udformer afbøjningsforstærkeren som omhand-
let i krav 3's kendetegnende del opnås et kredsløb,
der kan fremstilles af almindelige, tilgængelige
komponenter.

5

Det er hensigtsmæssigt, hvis man udformer afbøjnings-
forstærkeren, som dette er omhandlet i krav 4, 5 og
6, idet der hermed opnås velfungerende kredsløb på
en enkel måde.

10

Endelig omhandler krav 7 en yderligere hensigtsmæssig
udførelsesform for opfindelsen.

Opfindelsen skal i det følgende forklares nærmere

15 under henvisning til de på tegningen viste foretrukne
udførelsesformer for afbøjningsforstærkere ifølge
opfindelsen, idet

20 fig. 1 på stærk forenklet og skematisk måde
viser princippet for ét af opfindel-
sens aspekter,

25 fig. 2 viser en række tidsforløbskurver for
driften af strømforsyningsudstyr iføl-
ge opfindelsen, med en fælles tidsakse,

30 fig. 3 er et skematisk diagram af en énpolet,
moduleret energibesparende reguleret
strømkilde ifølge et af opfindelsens
aspekter, og

fig. 4 er et skematisk diagram af en topolet
strømkilde ifølge et andet aspekt ved op-
findelsen, vist i forbindelse med en mag-
netisk afbøjningskreds.

1

5 Der henvises først til fig. 1, der viser en magnetisk
afbøjningskreds 10 af den art, der er almindeligt
kendt inden for teknikken, og denne afbøjningskreds
omfatter en lineær forstærker 12, som giver strøm til
et katodestrålerørs åg 14 med en åg-selvinduktion L_y
10 og en lille åg-modstand R_y . Åg-strømmen går også gen-
nem en følemodstand R_g . En tilbagekoblingsmodstand
 R_F forbinder forstærkerens 12 indgang med forbindel-
sesstedet mellem åget og følemodstanden og er ved
denne indgang forbundet med en indgangsmodstand R_I .
15 Strømmen gennem åget 14 vil til enhver tid have en
sådan størrelse, at spændingsfaldet over følemod-
standen R_g (eller anden tilbagekobling) nøjagtigt ud-
ligner afbøjningskommandospændingen V , således som
det er kendt inden for faget. I den lige omtalte af-
20 bøjningskreds 10 er åg-strømmen I_y og forstærkerens
udgangsstrøm I_A den samme. Selv om ågets 14 modstand
 R_y er ganske lille, så strømmen I_y gennem åget ikke
medfører noget effekttab af betydning, kan den krævede
positionsændringshastighed og derfor strømandrings-
25 hastigheden i åget 14 nødvendiggøre høje spændinger
i forstærkeren 12. Og katodestrålerørets maksimale
afbøjningsvinkel kan også kræve høje strømme fra for-
stærkeren 12. Imidlertid kan spændingen for en given
strøm gennem åget være ganske lille, så at det til
30 tider kan ske, at forstærkeren skal levere en stærk
strøm samtidigt med at der skal være et stort spæn-
dingsfald inden i forstærkeren. Det er i sådanne si-
tuationer de store effekttab indtræder. Yderligere
kræves det, at forstærkeren skal konstrueres med hen-

1 blik på effekttab, hvad der går ud over hensynet til
båndbredden.

De ovennævnte problemer overvindes i overensstemmelse
5 med et første aspekt ved opfindelsen ved hjælp af et
moduleret energibesparende strøm-modul 16, som tilfø-
rer en yderligere strøm, I_C , til åget 14, så at be-
hovet for strøm fra forstærkeren 12 formindskes. Det-
te er vist skematisk i fig. 1, der viser en strømkil-
10 de 18 for i hovedsagen konstant strøm, et par tre-
vejsvælgere 20 og 22, ledninger 24-26, samt en væl-
gerstyrekreds 54 (beskrives i det følgende under hen-
visning til fig. 4). Når vælgerne 20 og 22 er i den
viste stilling (a), flyder strømmen I_C fra konstant-
15 strømkilden 18 (i den positive strømretning) ind
i ledningen 24, til åget 14, gennem jord og ledningen
26, gennem vælgeren 22 og tilbage til konstantstrøm-
kilden 18. Dette medfører så en positiv strøm (I_Y ned-
ad som vist i fig. 1) til åget 14.

20 Dersom til forskel herfra vælgerne 20 og 22 sættes i
deres midterstillinger (c), så vil strømmen fra kon-
stantstrømkilden 18 helt enkelt cirkulere gennem led-
ningen 25, og slet ikke give nogen strøm til afbøj-
25 ningskredsen 10. Når vælgerne 20 og 22 sættes i deres
nederste stillinger (b), så vil strømmen flyde fra kon-
stantstrømkilden 18 gennem vælgeren 20 til jord gennem
ledningen 26, opad gennem åget 14 og tilbage gennem
ledningen 24 og vælgeren 22 til konstantstrømkilden 18,
30 så at der fremkommer en negativ strøm (I_Y strømmende
opad) gennem åget 14.

Virkningen af det i fig. 1 viste apparat er vist på
kurverne (a), (b) og (c) i fig. 2. Fig. 2's kurve

1 (a) er bestemt til at vise spændingsforløbet, men -
 som antydnet i parentes - kan den ligeså godt anven-
 des til at vise forløbet af den ønskede åg-strøm. Af
 kurve (b) i fig. 2 fremgår det, at dersom den af modu-
 5 let 16 leverede strøm I_C reguleres under hensyntagen
 til den ønskede åg-strøm (kurve (a)), så at I_C enten
 er to trediedele af den maksimale afbøjningsstrøm
 (I_Y) eller nul strøm, så behøver forstærkeren 12 al-
 drig at levere en strøm I_A , som er større end en
 10 trediedel af maksimalstrømmen, som vist i kurve (c).
 Dersom de i kurve (b) viste strømtrin i virkelighe-
 den reguleres under hensyntagen til den ønskede åg-
 strøm i overensstemmelse med afbøjningskommandospæn-
 dingen V (kurve (a)), kan strømmen I_A fra forstær-
 15 kerens 12 enten understøtte eller modvirke denne strøm
 i afhængighed af den fra følemodstanden R_S aftagne
 tilbagekobling. Når der ønskes en maksimal negativ
 afbøjningsstrøm (til venstre i fig. 2), må der derfor
 adderes en negativ forstærkerstrøm til den fra kon-
 20 stantstrømkilden kommende strøm, så at resultatet
 bliver den maksimalt negative strøm. Dersom imidler-
 tid afbøjningskommandospændingen (kurve (a)) falder
 til en værdi, der kun svarer til to trediedele af den
 maksimale strøm, og da denne strømmængde i sin helhed
 25 kan leveres af I_C , bliver forstærkerstrømmen I_A lig
 nul. Dersom det med andre ord antages, at trevejsvæl-
 gerne 20 og 22 sættes i deres stillinger (b), (c),
 eller (a) svarende til afbøjningskommandospændinger
 som er maksimalt negative, nær ved nul henholdsvis
 30 maksimalt positive, så kan der svarende hertil fra
 forstærkeren leveres understøttende, modvirkende eller
 samlet strøm, så at forstærkerens maksimalstrøm for-
 mindskes med to trediedele, hvad der derfor gør det
 muligt at formindske effekttabet med næsten to tredie-

1 dele. Grunden hertil er - som det skal forklares mere
indgående i det følgende - at den effekt, som tabes i
en strømkilde ifølge opfindelsen, er uafhængig af
strømkildens effektforsyningsspænding, og beløber sig
5 alene til nogle små modstandstab samt tab over mæt-
tede transistorer og dioder.

I overensstemmelse med et aspekt af opfindelsen viser
fig. 3 en strømkilde af den type, som kan benyttes
10 ved virkeliggørelsen af det i fig. 1 viste princip.
De vigtigste komponenter i denne kreds er en stor
selvinduktion L_{CC} , som efter valg forbindes med en
effektkilde $+V_{CC}$ ved hjælp af en elektronisk kobler
SWI, som f.eks. kan udgøres af en PNP transistor, så-
15 som en 2N3792. Denne transistor bringes til at lede
takket være en NPN transistor Q1, så at den strøm, der
flyder fra $+V_{CC}$ gennem spændingsdelermodstande 30
og 32, vil gøre SWI's basis mere negativ end dens
emitter, hvorved den bliver mættet ledende. Derpå fly-
20 der strømmen $+I_{CC}$ nedad (som set i fig. 3) gennem
induktoren L_{CC} og gennem en strømbelastning 34 (som
f.eks. kunne udgøres af en afbøjningsforstærker, en
magnetisk hukommelse, eller en anden strømforbrugende
indretning) til jord, og til den negative side af ef-
25 fektkilden $+V_{CC}$. Imidlertid vil transistoren Q_I
kun være ledende, så længe den modtager et signal fra
en OG-kreds 36, som i sin tur er indrettet til at
reagere på periodiske kommuteringssignaler gennem en
ledning 38 fra et tæktur 40, samt på udgangssignaler-
30 ne fra en sammenligningskreds 42 gennem en ledning 44.
Kommuteringssignalerne på ledningen 38 har normalt en
til et logisk ET svarende polaritet, så at OG-kredsen
36 kan arbejde, men disse signaler bliver periodisk
til et logisk NUL tilstrækkeligt længe til at sikre,

1 at transistoren Q_I vil være fuldstændigt ikke-ledende.
Når transistoren Q_I er fuldstændigt ikke-ledende,
flyder der ingen strøm gennem modstandene 30 og 32,
så at basis og emitter i SWI har det samme potentiale,
5 så at også SWI bliver ikke-ledende.

Da imidlertid strømmen gennem en selvinduktion som
bekendt søger at opretholde sin størrelse, flyder den-
ne strøm nu opad gennem en følemodstand R_{SC} og gennem
10 en diode 46 (fortrinsvis for høj strøm og lav spænding
med henblik på mindst muligt effektforbrug). Indukto-
ren L_{CC} 's selvinduktion er meget stor, så strømmen
gennem den er meget nær ved at være konstant, og såle-
des vil strømmen i sløjfen (der omfatter induktoren,
15 strømbelastningen 34, følemodstanden R_{SC} og dioden 46)
aftage meget langsomt. Denne strøm frembringer et
spændingsfald, som er negativt øverst på R_{SC} som set
i fig. 3, og dette påtrykkes den ene indgang i sam-
menligningskredsen 42. Til sammenligningskredsen 42's
20 anden indgang påtrykkes en negativ referencespænding
 $-V_{REF}$, og når spændingen over følemodstanden R_{SC} er
større (nærmere nul) end referencespændingen, kom-
mer der på ledningen 44 et udgangssignal, der giver OG-
kredsen 36 mulighed for at gøre transistoren Q_I leden-
25 de, så at den vil gøre den elektroniske kobler SWI le-
dende. Så snart kobleren SWI er blevet ledende, er
forbindelsespunktet mellem kobleren, induktoren L_{CC}
og dioden 46 meget stærkt positiv, så at dioden 46
modtager bagvendt forspænding, og der flyder ingen
30 strøm gennem følemodstanden R_{SC} , så at den tilsva-
rende indgang i sammenligningskredsen 42 i hovedsa-
gen lægger sig på jordpotentiale. Således er denne
indgang altid mere positiv end reference-indgangen
til sammenligningskredsen når der ikke flyder nogen

1 strøm, så at sammenligningskredsen bliver ved med at
 afgive et udgangssignal på ledningen 44. Denne til-
 stand fortsætter i sammenligningskredsen 42 indtil der
 indtræder en stor strøm gennem følemodstanden som
 5 følge af den begyndende "lukning" af kobleren SWI, som
 bevirker en stor strøm gennem følemodstanden R_{SC} ,
 indtil denne strøm aftager til en værdi hvor spændin-
 gen ved modstandens øverste ende igen er nærmere nul end
 den negative referencespænding ved sammenligningskred-
 10 sens anden indgang.

Selvsagt repræsenterer sammenligningskredsen, refe-
 rencespændingen og følemodstanden R_{SC} kun en enkelt
 måde til at tilvejebringe et signal på en ledning 44
 15 som reaktion på at strømmen er mindre end en given
 værdi (nemlig den værdi, der frembringer en til refe-
 rencespændingen $-V_{REF}$ svarende spænding). Dersom det
 ønskes, kan der f.eks. anvendes en hvilken som helst
 type strømføleindretning til at tilvejebringe et sig-
 20 nal på ledningen 44, så snart strømmen til dioden 46
 er mindre end en eller anden forud fastlagt værdi.
 Dette kunne i den i fig. 3 viste udførelsesform om-
 fatte det tilfælde, hvor der ikke flyder nogen strøm
 gennem dioden 46, hvad der indtræder, så snart koble-
 25 ren SWI bliver ledende.

Grunden til at den i fig. 3 viste regulerede strøm-
 kilde er energibesparende er den kendsgerning, at
 effektkilden $+V_{CC}$ kun er indkoblet, når kobleren SWI
 30 er i den fuldt ledende tilstand, og spændingen fra
 effektkilden $+V_{CC}$ optræder kun over kobleren SWI,
 når denne er ikke-ledende, og der ikke flyder nogen
 strøm gennem den. Således udgøres det eneste effekt-
 forbrug i den i fig. 3 viste kreds af spændingsfalde-

1 ne ved fremadrettet mætningsstrøm gennem transis-
 torerne og dioderne, små IR-spændingsfald over føle-
 modstanden, samt sædvanligt effektforbrug i sammenlig-
 5 ningskredsen, OG-kredsen og takturet 40. Dersom der
 antages et udnyttelsesforhold (duty cycle) på 50%,
 så er den effekt, som forbruges i den i fig. 3 viste
 kreds, uafhængig af spændingen fra effektkilden $+V_{CC}$,
 og kan udtrykkes som

$$10 \quad P_{CC} = 1/2 I_{CC} V_{SWI} + 1/2(I_{CC} V_{46} + R_{SC} I_{CC}^2) + I_{CC}^2 R_{CC},$$

hvor V_{SWI} er mætnings-spændingsfaldet i transistoren
 SWI, V_{46} er forspændingsfaldet ved fremadgående strøm
 i dioden 46, og R_{CC} er modstanden i den store selvin-
 15 duktion L_{CC} . Dette effekttab er meget mindre end
 hvad der indtræder med en lineær strømregulator, som
 arbejder med en spænding på V_{CC} og som skal levere en
 maksimal strøm på I_{CC} , og dette effekttab er (i en
 bipolar lineær forstærker) lig med produktet af den
 20 ene eller den anden effektkildespænding og den mak-
 simale strøm i den ene eller den anden retning da
 dette er den gennemsnitlige effekt, som må kunne tabes
 i de to effektkilder.

25 En strømkilde af den art, der er beskrevet under hen-
 visning til fig. 3 og indrettet til at anvendes som
 vist i fig. 1, er vist i fig. 4. I denne figur er
 fælles organer betegnet med de samme benævnelser og
 henvisningsbetegnelser som i fig. 3, i den udstrækning
 30 det drejer sig om den del, hvori de positive strømme
 optræder. Den i fig. 3 viste kreds leverer til enhver
 tid strøm til strømbelastningen 34. For at kunne til-
 passe kredsen til den i fig. 1 viste anvendelse, er
 det nødvendigt at gøre det muligt at "tænde" og "sluk-

1 ke" den, og at styre dens polaritet. I fig. 4 er
 praktisk taget samtlige de i fig. 3 viste komponenter
 udført i dobbelt sæt, med undtagelse af den store
 selvinduktion L_{CC} , som er fælles for den positive
 5 halvdel (til højre i fig. 4 og svarende til fig. 3) og
 en negativ halvdel (til venstre i fig. 4), som er
 udformet på lignende måde som kredsen i fig. 3, men
 arbejder med modsat polaritet og modtager effekt fra
 en negativ effektkilde $-V_{CC}$. Da den negative side svarer
 10 nøjagtigt til den positive side, skal den i fig. 4
 viste kreds forklares under henvisning til den positive
 side, i den udstrækning dette er hensigtsmæssigt.
 Afbøjningskredsen 10 (fra fig. 1) er vist nederst
 i fig. 4 som omfattende strømbelastningen 34 (fra fig.
 15 3). Når strømmen gennem åget 14 er mellem plus og minus
 en trediedel af den maksimalt ønskede åg-strøm
 (I), som vist ved vælgerstillingen (c) i fig. 1 og
 den midterste del af fig. 2, skal der ikke leveres nogen
 strøm I_C fra det energibesparende strøm-modul 16
 20 (fig. 1, øverst i fig. 4), og for at opnå dette er
 der indført et par transistorer Q_5 og Q_6 med tilhørende
 spærredioder 50 og 52, så at det er muligt helt at
 spærre for strømmen fra det energibesparende strøm-
 modul 16. Transistorerne Q_5 og Q_6 gøres ledende hen-
 25 holdtvis ikke-ledende som reaktion på styresignaler
 S_5 og S_6 , som frembringes af en styresignalgenerator
 54, (nederst i fig. 4), som skal beskrives nærmere i
 det følgende. Når det på den anden side ønskes at le-
 vere strøm fra modulet 16 til afbøjningskredsen 10,
 30 er det nødvendigt at forhindre strøm i at flyde gen-
 nem den tilhørende hoved-koblers følemodstand (d.v.s.
 at forhindre strøm gennem $-R_{SC}$, når kobleren SWI er
 ledende), og derfor er yderligere transistorer Q_2 og
 Q_4 indskudt i serie med følemodstandene for at afbry-

1 de strømvejen for den aftagende strøm, når den til-
hørende hoved-kobler (SWI henholdsvis SW2) ikke fører
strøm I_C til afbøjningskredsen 10. Men selv om hver-
ken den ene eller den anden strømgenerator leverer
5 strøm til afbøjningskredsen 10, er det nødvendigt at
opretholde regulatorstrømmen gennem den store selv-
induktion L_{CC} , så at styresignalerne til transisto-
rerne Q_2 og Q_4 er af en sådan art, at de gør det mu-
ligt for "modparten" at tilvejebringe en jordslutning
10 for den af hoved-koblerne, som i øjeblikket leverer
strøm til den store selvinduktion L_{CC} , så snart
strømmen gennem induktoren L_{CC} ikke leveres som I_C
til afbøjningskredsen 10. Dette sker under kommando
af styresignalerne S_2 og S_4 , som frembringes af sty-
15 resignalgeneratoren 54. Yderligere er hver hovedkob-
ler udstyret med en ekstra serieforbundet ensretter
56 henholdsvis 58 for at forhindre høje spændinger
fra forstærkeren 12 i at bevirke bagvendt forspænding
af den ene eller den anden kobler, når dens modpart
20 leverer strøm til afbøjningskredsen. En sidste ænd-
ring, som er nødvendig, er en styring af hoved-kob-
lerens kommutering ved at der er tilvejebragt en yder-
ligere indgangssignalledning 160 henholdsvis 162 til
de tilknyttede OG-kredse 36 henholdsvis -36. Disse
25 kredse styres af styresignaler S_1 og S_3 , som frem-
bringes af styresignalgeneratoren 54 på en sådan måde,
at når strømmen I_C er nul eller positiv, tillader
 S_1 OG-kredsen 36 at arbejde som forklaret under hen-
visning til fig. 3, så at kobleren SWI vil blive le-
30 dende, selv om behovet for strøm fra modulet 16 til
afbøjningsforstærkeren 10 (situation (c) i fig. 1 og
2) er lig med nul. Tidspunkterne for styresignalerne
 S_1 - S_6 's indtræden er vist nederst i fig. 2.

- 1 Man kan betragte de i fig. 2 viste situationer i den
viste rækkefølge (b,c,a), og antage, at der først er
behov for den maksimale negative strøm, og at der frem-
bringes tegn som kræver en progressivt stigende po-
5 sitiv strøm (i stedet for en jævn stigning som vist
i kurve (a) i fig. 2). Til at begynde med er styre-
signalerne S_3 , S_4 og S_6 til stede, så at Q_6 leder og
tillader en negativ strøm ($-I_C$) at flyde opad fra af-
bøjningskredsen 10 gennem Q_6 , til venstre gennem den
10 store selvinduktion L_{CC} ($+I_{CC}$), op gennem ensretteren
58 og kobleren SW2 til effektkilden $-V_{CC}$. Denne strøm
reguleres som beskrevet under henvisning til fig. 3
ved den kombinerede virkning af at OG-kredsen -36 pe-
riodisk "slukkes" af taktursignalerne på ledningen
15 -38, hvad der bringer en stærk strøm til at flyde
gennem følemodstanden $-R_{SC}$, så at sammenligningskred-
sen -42 til at begynde med ikke giver noget signal
på ledningen -44, men efter at denne strøm er faldet
af, vil sammenligningskredsen -42 give et signal på
20 ledningen -44 og igen "tænde" OG-kredsen -36. Under
dette tidsrum er et signal til stede på ledningen 162,
idet styresignalet S_3 bliver frembragt som vist ne-
derst i fig. 2.
- 25 Under den første halvdel af situation (c) er forskel-
len (i sammenligning med situation (b)) at Q_6 er
blevet gjort ikke ledende på grund af fraværet af
styresignalet S_6 , men Q_2 er blevet gjort ledende
ved styresignalet S_2 's fremkomst. Den venstre halv-
30 del af fig. 4 fortsætter med at arbejde som før, men
i stedet for at strømmen flyder opad gennem Q_6 fra
jord, flyder den nu opad gennem Q_2 , hvor ved afdelin-
gen for negativ strøm udnytter den positive strøm-
afdelings gren for aftagende strøm (eng.: "decay cur-

1 rent leg") til at fuldstændiggøre sin strømvej under
den første del af situation (c) når der ikke skal le-
veres nogen strøm til afbøjningskredsen 10. Så snart
indgangsspændingen (afbøjningskommandospændingen)
5 imidlertid er svinget en smule over på den positive
side under den anden halvdel af situation (c) i fig.
2, forsvinder styresignalet S_3 , så at der ikke læn-
gere er noget indgangssignal på ledningen 162 til
OG-kredsen -36, og den negative hovedkobler SW2 kan
10 ikke længere lede. På den anden side fremkommer sig-
nalet S_I på ledningen 160, så at OG-kredsen 36 vil
bringe kobleren SWI til at begynde at lede. Da både
 S_2 og S_4 vedblivende er til stede, bliver Q_2 og Q_4
ved med at lede. Q_2 tilvejebringer den regulære re-
15 turvej for aftagende strøm gennem følemodstanden
 R_{SC} når kobleren SWI ikke er ledende, og Q_4 tilveje-
bringer en strømledevej fra den store selvinduktion
 L_{CC} til jord under de tidsrum, da kobleren SWI er
ledende og Q_5 "slukket". Når en ønsket afbøjnings-
20 strøm overskrider plus en trediedel af den maksimale
positive afbøjningsstrøm (situation (a) i fig. 1 og
2), "tænder" styresignalet S_5 transistoren Q_5 , så
at positiv strøm I_{CC} kan flyde fra den venstre side
af den store selvinduktion L_{CC} og nedad som vist i
25 fig. 1 (I_C) til afbøjningskredsen 10. Desuden
forsvinder styresignalet S_4 , så at Q_4 ikke længere
tilvejebringer en strømledevej til jord og derfor
ikke vil stille sig i parallel med afbøjningskred-
sen 10, hvad I_C angår.

30

Den måde, hvorpå de nederst i fig. 2 og 4 viste sty-
resignaler frembringes, er ikke af væsentlig betyd-
ning for opfindelsen, men signalerne kan let frem-
bringes ved hjælp af Schmidt-triggere 60-62 som vist

1 nederst til højre i fig. 4. Frembringelsen af styre-
signalerne S_1 - S_6 foretages fortrinsvis med en vis hys-
terese. Under henvisning til fig. 2 betyder dette,
at en ændring af signalerne under omskiftning fra
5 situation (b) til situation (c) vil ske som reaktion
på afbøjningskommandospændinger V af højere værdi
end hvad der ville bevirke en omskiftning fra situa-
tion (c) til situation (b). Formålet hermed er at
forhindre mange gange gentagne operationer i den i
10 fig. 4 viste kreds ved frembringelse af et tegn på
skærmen nær ved overgangen fra situation (b) til sit-
uation (c) eller nær ved overgangen fra situation (c) til
situation (a).

Dersom således den maksimale tegnbredde på skærmen
15 i den af åget 14 (fig. 4) beherskede afbøjningsretning
svarede til en afbøjningskommandospænding af størrel-
sesordenen én tiendedel volt, så ville en hysteresese
af størrelsesordenen to tiendedele volt være hensigts-
mæssig. Således vil den i fig. 4 viste Schmidt-trigger
20 61 blive "tændt" ved $0,34$ gange maksimalspændingen
og "slukket" ved $0,32$ gange maksimalspændingen i den
positive retning, og Schmidt-triggeren 62's tærskel-
værdier kan være indstillet til "tænding" ved $0,34$
gange den maksimale negative spænding og til "sluk-
25 ning" ved $0,32$ gange den maksimale negative spænding.
På den anden side styrer Schmidt-triggeren 60 omskift-
ningen fra den venstre til den højre halvdel af situa-
tionen (c), og arbejder derfor nominelt ved en afbøj-
ningskommandospænding på nul. Den er imidlertid også
30 udformet med omtrent to tiendedele volt hysteresese
ved at dens tærskelværdier er indstillet til f.eks.
 $+0,1$ volt og $-0,1$ volt. Udgangssignalet fra Schmidt-
triggeren 60 omfatter styresignalet S_1 , udgangssig-

1 nalet fra Schmidt-triggeren 62 omfatter styresigna-
 let S_6 . Styresignalerne S_1 , S_5 og S_6 inverteres af
 invertere 64-66 til dannelsen af styresignalerne S_3 ,
 S_4 henholdsvis S_2 . Således frembringer den nederst i
 5 fig. 4 viste styresignalgenerator 54 styresignalerne
 S_1 - S_6 i de nederst i fig. 2 viste tidsmæssige forhold,
 men med en smule hysteres for at forhindre frembrin-
 gelsen af et givet tegn i at forårsage et stort antal
 omskiftninger i kredsen.

10 Dersom opfindelsen nu betragtes i sin i fig. 3 viste
 enkle udformning, vil det kunne ses, at en strømkil-
 de ifølge opfindelsen først og fremmest omfatter en
 effektkilde ($+V_{CC}$), som gennem en kobler (SWI) er
 15 forbundet med en forholdsvis stor selvinduktion (L_{CC}),
 idet strømmen gennem denne kan tilføres en belast-
 ning (34). Strømmen reguleres ved at afføle strøm-
 mens aftagen i en ensrettet returvej (R_{SC} , 46), som
 kun er ledende når kobleren er ikke-ledende. Når strøm-
 20 men i den ensrettede returvej er aftaget til en be-
 stemt værdi, bliver kobleren igen gjort ledende. I-
 følge yderligere aspekter ved opfindelsen sker af-
 følingen af strømmen og styringen af koblerens led-
 ningstilstand i afhængighed af en OG-kreds (36),
 25 som blokeres periodisk ved hjælp af et kommuteren-
 de taktursignal (38) og igen "tændes" af en kreds
 (42), som sammenligner spændingsfaldet over en mod-
 stand (R_{SC}) i den ensrettede returvej med en refe-
 rencespænding ($-V_{REF}$); sammenligningens retning og
 30 polaritet er sådan at sammenligningskredsen fort-
 sætter med at afgive et udgangssignal når der ikke
 er noget spændingsfald over modstanden R_{SC} , og vil
 faktisk frembringe et udgangssignal, undtagen når
 kobleren først gøres ikke-ledende og den maksimale

1 begyndelsesstrøm føres gennem følemodstanden (R_{SC}).

 Ifølge yderligere aspekter ved opfindelsen, som vist
i den mere udviklede udførelsesform i fig. 4, er der
5 tilvejebragt et par modsat polariserede udgaver af
den lige omtalte strømkilde, hvoraf den ene arbejder
ud fra en positiv forsyningsspænding med henblik på
at levere strøm til en belastning, og den anden arbej-
der ud fra en negativ forsyningsspænding med henblik
10 på at trække strøm ud af belastningen. Udover hvad
der er nævnt ovenfor omfatter den mere komplicerede
udførelsesform i fig. 4 koblingstransistorer (Q_5 , Q_6)
til at afspærre strømkilden fra belastningen når der
ikke skal flyde strøm til eller fra belastningen, og
15 hver af de modsat polariserede strømkilder udnytter
den andens ensrettede returvej som jordreturledning,
når koblerne er gjort ikke-ledende og der ikke fly-
der nogen strøm gennem belastningen, for på denne måde
at opretholde en strøm gennem den store selvinduktion
20 (L_{CC}) til enhver tid. Yderligere er der tilvejebragt
styresignaler, med hysteres, for derved at bringe
hver af hoved-koblerne til at arbejde på styret måde
alene når det ønskes at denne kobler skal levere re-
guleret strøm til den store selvinduktion (L_{CC}), for
25 at tilvejebringe returveje for den anden strømkilde,
og for at blokere sin egen returvej for at forhindre
parallelkobling med belastningen når den pågældende
kobler ikke leverer strøm til belastningen eller ud-
nyttes som returstrømvej for den anden strømkilde
30 (når belastningen ikke modtager strøm fra den ene el-
ler anden strømkilde).

I den i fig. 4 viste udførelsesform bevirker forstær-
keren 12's tilbagekobling (fra R_S gennem R_F),

- 1 at strømmen I_A bringes til at antage netop den værdi,
som kræves for at udfylde forskellen mellem den øns-
kede afbøjningsstrøm I_Y og den af modulet 16 tilveje-
bragte strøm I_C . Denne tilbagekobling er udvendig,
5 men en indvendig tilbagekobling, f.eks. den som op-
står ved at tilføre strøm i emitterpunktet i en sam-
mensat emitter-forstærker (som f.eks. en Darlington-
forstærker), vil også kunne tilvejebringe den fornød-
ne tilbagekobling til opnåelse af den korrekte værdi
10 af den samlede strøm. Således kan der anvendes en
Darlington-forstærker eller anden forstærker med ind-
vendig tilbagekobling, om så ønskes uden udvendig
tilbagekobling.
- 15 Da modulet 16's strøm opretholdes hele tiden, kan
den kobles ind og ud og omskiftes meget hurtigt, så at
den kan anvendes til at spare energi i apparater med
høje arbejds-hastigheder, f.eks. stråleskrivere med
en høj videofrekvens.

20

25

30

1 P A T E N T K R A V

1. Energibesparende afbøjningsforstærker omfattende
en strømforbrugende belastning (14) og en for-
5 stærker (12), som leverer strøm til denne belast-
ning med negativ tilbagekobling under styring af
styresignaler svarende til den i belastningen ønskede
strøm, samt omfattende en yderligere strømkilde (16),
der leverer spidsbelastningsstrøm til belastningen,
10 hvorved den yderligere strømkilde (16) er indrettet
til at afgive en i hovedsagen konstant strøm til den
strømforbrugende belastning, k e n d e t e g n e t
ved, at der findes styremidler (54), der er
indrettet til, når de til forstærkeren tilførte
15 styresignaler af den ene eller den anden polaritet
overskrider en bestemt værdi, at forbinde strømkil-
den (16) i en tilsvarende polaritet med belastningen
(14), således at strømmen i belastningen (14)
er summen af strømmene fra forstærkeren (12) og
20 strømkilden (16), idet forstærkeren (12) er indrettet
til at levere en strøm, der svarer til forskellen
mellem den strøm, der leveres af strømkilden (16) og
den belastningsstrøm, der fastlægges af styresigna-
let, og når styresignalerne til forstærkeren (12)
25 ikke overskrider nævnte værdi, at afbryde forbindel-
sen mellem strømkilden (16) og belastningen (14) V.

2. Afbøjningsforstærker ifølge krav 1, k e n d e -
t e g n e t ved, at konstantstrømkilden (16) leverer
30 to trediedele af den maksimale strøm, der skal leve-
res til den strømforbrugende belastning (14).

3. Afbøjningsforstærker ifølge krav 1 eller 2,
k e n d e t e g n e t ved, at konstantstrømkilden

1 (16) omfatter en effektforsyningskilde (V_{cc} , $-V_{cc}$),
 en stor selvinduktion (L_{cc}) og koblerorganer (SW_1 ,
 SW_2), der er forbundet mellem effektforsyningskilden
 og den store selvinduktion, samt en ensrettet strøm-
 5 vej (-46 , Q_4 , 46 , Q_2) der er forbundet parallelt
 med koblerorganerne og effektforsyningskilden, så
 den leder strøm til selvinduktionen (L_{cc}) i samme
 retning som effektforsyningskilden, midler (-42 , 42)
 til at afføle strømstyrken i den ensrettede strømvej
 10 og indrettet til at afgive et kobleraktiveringssignal,
 når strømstyrken er under en fastlagt størrelse, og
 koblerstyreorganer (-36 , 36 , 30 , 32 , 40 , Q_1 , Q_3), der
 styrer aktiveringen af koblerorganerne (SW_1 , SW_2) i
 afhængighed af strømaffølingsmidlerne (-42 , 42) for
 15 at deaktivere koblerorganerne periodisk, og for at
 gen-aktivere koblerorganerne afhængigt af nævnte
 kobleraktiveringssignal og tilstedeværelse af for-
 stærkerindgangssignaler, der overskrider nævnte
 værdi, hvorved gennemsnitsstrømmen gennem den store
 20 induktans er fastlagt af koblerorganernes udnyttel-
 sesforhold som funktion af nævnte værdi og indgangs-
 signalet, der overskrider den bestemte størrelse.

4. Afbøjningsforstærker ifølge krav 3, k e n d e -
 25 t e g n e t ved, at den ensrettede strømvej (-46 ,
 Q_4 , 46 , Q_2) indeholder en modstand ($-R_{sc}$, R_{sc}), og
 at midlerne til at afgive kobleraktiveringssignalet
 omfatter en referencespændingskilde ($-V_{REF}$, V_{REF}) og
 en sammenligningskreds (-42 , 42), der afgiver kobler-
 30 aktiveringssignalet, når spændingen over modstanden
 ($-R_{sc}$, R_{sc}) er nærmere nul end referencespændingen.

5. Afbøjningsforstærker ifølge krav 4, k e n d e -
 t e g n e t ved, at koblerstyreorganerne omfatter et
 takt-ur (40) til at tilvejebringe et periodisk gen-

- 1 taget signal, som under praktisk taget det hele af
hver periode repræsenterer et logisk ET, og som un-
der en lille del af perioden repræsenterer et logisk
NUL, og en OG-kreds (-36, 36), som arbejder i afhæn-
5 gighed af takt-uret (40), sammenligningskredsen (-42,
42) og styremidlerne (54), der arbejder i afhængig-
hed af om indgangssignalet overskrider en bestemt
værdi.
- 10 6. Afbøjningsforstærker ifølge krav 5, k e n d e -
t e g n e t ved, at koblerorganerne (SW_1 , SW_2) omfat-
ter en første elektronisk kobler, og at koblerstyre-
organerne omfatter en spændingsdeler (30, 32), som
er forbundet med jævnstrømskilden i serie med en an-
15 den elektronisk kobler (Q_1 , Q_3), der er forbundet med
OG-kredsen (-36, 36) og indrettet til at aktiveres
af dennes udgangssignal, og hvor spændingsdeleren er
forbundet med den første elektroniske kobler og ind-
rettet til at aktivere denne, når OG-kredsen (-36, 36)
20 aktiverer den anden elektroniske kobler.
7. Afbøjningsforstærker ifølge krav 1 eller 2,
k e n d e t e g n e t ved, at den omfatter to jord-
forbundne jævnspændingskilder, hvoraf den ene (V_{cc})
25 er indrettet til at levere strøm med positiv polari-
tet og den anden ($-V_{cc}$) er indrettet til at levere
strøm med negativ polaritet, en induktor (L_{cc}), et
første sæt elektroniske koblerorganer (SW_1), som er
forbundet mellem den positive jævnspændingskilde
30 (V_{cc}) og induktorens (L_{cc}) første ende, et andet sæt
elektroniske koblerorganer (SW_2), som er forbundet
mellem den negative jævnstrømskilde ($-V_{cc}$) og induk-
torens anden ende, organer (46, Q_2 , Rsc) til efter
valg at lede strøm fra jord til induktorens første

1 ende og afgivelse af et signal, som repræsenterer
størrelsen af den gennem organerne ledede strøm, or-
ganer (-46, Q_4 , -Rsc) til efter valg at lede strøm
fra induktorens anden ende til jord, og til at afgi-
5 ve et signal, som repræsenterer størrelsen af den gen-
nem organerne ledede strøm, strøm-udgangsorganer (I_c),
som er indrettet til at forbindes med den strømfor-
brugende belastning (14), efter valg aktiverbare or-
ganer (Q_5 , Q_6) til at forbinde strømudgangsorganerne
10 (I_c) med induktorens første eller anden ende, eller
til at lade strøm-udgangsorganerne være uden forbin-
delse, et par efter valg aktiverbare koblerstyreor-
ganer (36, Q_1 , -36, Q_7), ét for hver af de nævnte elek-
troniske koblerorganer (SW1, SW2), hvilke koblerstyreor-
15 ganer hver er indrettet til at aktiveres af det på-
gældende strømstyrkeangivende signal og til, når de
kan aktiveres, at styre aktivering af den tilknyttede
ene af de nævnte elektroniske koblere ved periodisk at
deaktivere denne og igen at aktivere den i afhængig-
20 hed af et signal, der angiver en strøm med en mindre
end en forud bestemt styrke gennem den tilknyttede
ene af de efter valg strømledende organer, samt or-
ganer til efter valg at aktivere samtlige nævnte efter
valg aktiverbare organer på en sådan måde, at der til
25 enhver tid ledes strøm gennem induktoren i den samme
retning fra den ene eller anden jævnstrømskilde,
gennem dens tilhørende kobler og en af udgangsfor-
bindelserne og belastningen, eller fra den af strøm-
kilderne gennem dennes tilhørende kobler gennem de til
30 den anden strømkilde hørende efter valg ledende or-
ganer.

Fremdragne publikationer:

US patenter nr. 3628083, 3337767, 3378720.

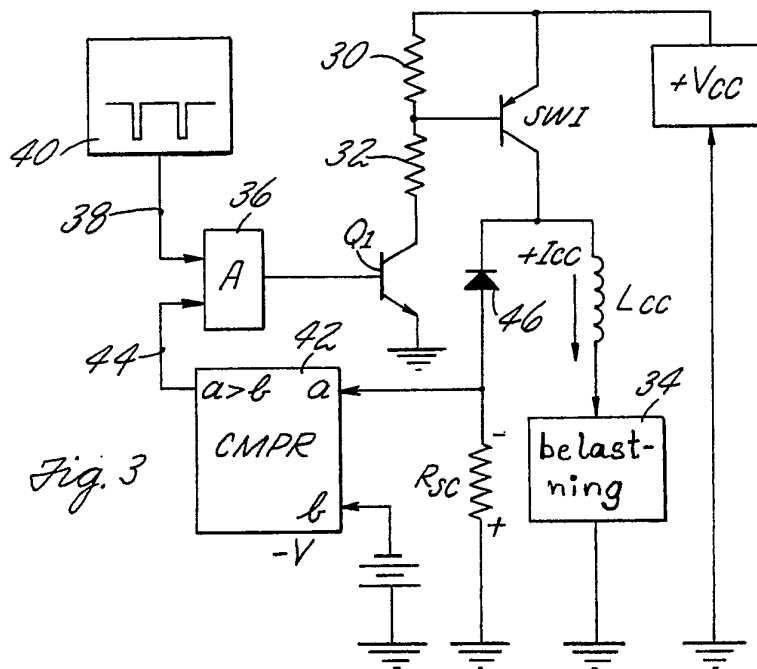
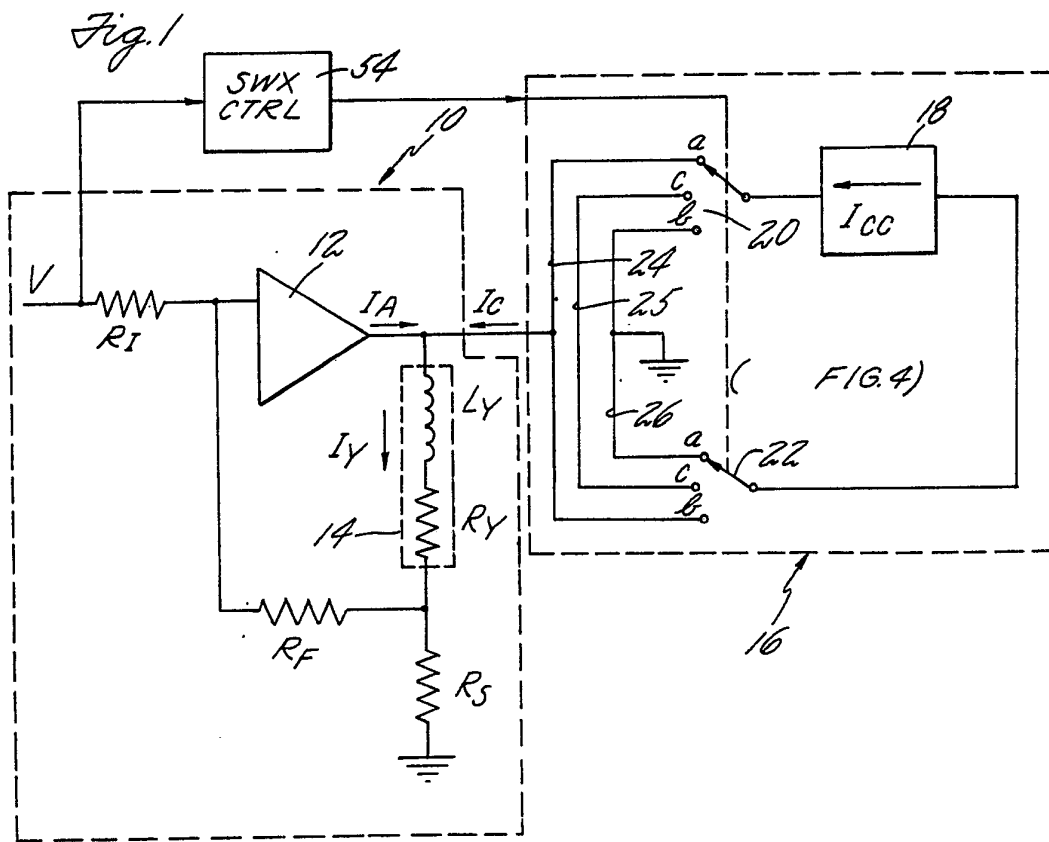


Fig. 2

