(12) **PATENT**

(19) NO (11) **321747** (13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.
H01F 38/32 (2006.01)
H01F 38/28 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20010993	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2000.06.29 PCT/US00/17809
(22)	Inng.dag	2001.02.27	(85)	Videreføringsdag	2001.02.27
(24)	Løpedag	2000.06.29	(30)	Prioritet	1999.06.30, US, 343456
(41)	Alm.tilgj	2001.02.27			
(45)	Meddelt	2006.06.26			

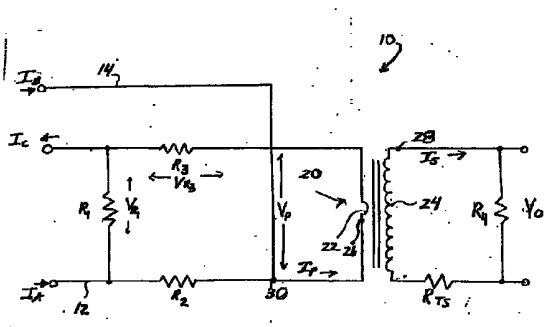
(73)	Innehaver	General Electric Co , 1 River Road, NY12345 SCHENECTADY, US
(72)	Oppfinner	Robert P DePuy, Cherry Hill, NJ, US
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS , Postboks 7085 Majorstua, 0306 OSLO, NO

(54) Benevnelse **Dobbeltverdi-strømtransformatorkrets**

(56) Anførte publikasjoner US A1 4 140 961

(57) Sammendrag

En dobbeltmerkeverdi-strømtransformatorkrets (10) har en første strømledning (12) som leverer en første strøm (I_A), og en andre strømledning (14) som leverer en andre strøm (I_B). En strømtransformator (20) er koplet til både de første og andre strømledninger, hvor transformatoren genererer en strøm som er proporsjonal med strømmen i hver av de første og andre strømledninger. Kretsen kan miniatyriseres på grunn av inngangskretsen som reduserer inngangsstrømmen til transformatoren, og på grunn av konstuksjonsteknikker for transformatoren som tillater størrelsesreduksjon.



Bakgrunn for oppfinnelsen

Oppfinnelsens område

Oppfinnelsen angår en dobbeltverdi-strømtransformatorkrets, og mer spesielt en dobbeltverdi-miniatyrtransformatorkrets for anvendelse i et beskyttelsesrele.

Drøfting av den kjente teknikk

Anvendelsen av beskyttelsesreleer for eller i en skillebryter eller andre elektriske innretninger er velkjent. Tradisjonelt detekterer releet en tilstand og genererer et signal for å operere f.eks. en utløsningsspole i en industriell standard-skillebryter med lav strømstyrke. En strømtransformatormontasje benyttes for å tilveiebringe arbeidseffekt til utløsningsspolen. Tradisjonelt passer en eneste strømtransformatorkjerne inn i skillebryteren og tilfører en tilstrekkelig strøm og arbeidseffekt til utløsningsenhetskretsen for et antall ampereverdier (eng: ampere ratings).

Én måte for å redusere størrelsesbegrensninger, men som fremdeles tillater en krets å arbeide over et vidt område av ampereverdier, er å benytte en fast transformatorstørrelse og en fast sekundærvikling på denne. Antallet av primærvindinger varieres i omvendt forhold til kretsens ampereverdi. Se US patent nr. 5 015 983 som er overdratt til den foreliggende søker. Variasjon av antallet av primærvindinger i en strømtransformatorkrets vil imidlertid ikke tillate forskjellige inngangsstrømverdier å frembringe den samme strøm gjennom primærviklingen.

Større brytere for industrielle anvendelser eller strømforsyningsanvendelser benytter dessuten tradisjonelt beskyttelsesreleer som har sine egne innelukker. Beskyttelsesreleene har en kraftkilde for å operere som er forskjellig fra strømtransformatoren. Utgangen fra et beskyttelsesrele er normalt en kontakt eller et faststoffelement for å tilkople utløsningsspolen til en effektkilde uavhengig av releet. For denne anvendelse benyttes strømtransformatorene til å repetere og isolere inngangsstrømmen, og er normalt dimensjonert for én ampere eller 5 ampere. Strømtransformatoren må arbeide over et stort strømområde som omfatter feilstrøm, som er mye større enn merkestrøm for beskyttelse og måling, og målestrøm som kan være mindre enn merkestrøm. En typisk strømtransformator for en inngangsverdi (input rating) på én ampere vil tradisjonelt ha en 20-vindings primærvikling og en separat konstruksjon for en 5-ampere's inngangsverdi som ville ha fire vindinger.

Sammendrag av oppfinnelsen

Det ville være økonomisk ønskelig å tilveiebringe en dobbelverdi-strømtransformatorkrets (eng: dual-rated current transformer circuit) som tillater at minst to forskjellige strøminngangsverdier kan leveres til transformatoren. Videre er det ønskelig å benytte en krets som kan miniatyriseres.

Ett formål med oppfinnelsen er å tilveiebringe en dobbeltverdi-strømtransformatorkrets som benytter en transformator med redusert størrelse.

Et annet formål er å tilveiebringe en transformatorkrets som vil oppfylle anvendelseskravene idet den benytter et typisk magnetisk materiale som har en forholdsvis lav pris, og hvor antall vindinger kan variere som følge av endringer i det magnetiske materiale eller anvendelsen.

Enda et annet formål med oppfinnelsen er å tilveiebringe en transformatorkrets som er konstruert for å frembringe den samme utgangsstrøm med en første merkestrøm eller en andre merkestrøm.

Ifølge oppfinnelsen er det tilveiebrakt en dobbeltverdi-strømtransformatorkrets som er kjennetegnet ved de trekk som er angitt i krav 1.

Kort beskrivelse av tegningene

Andre særtrekk og fordeler ved oppfinnelsen vil bli åpenbare ut fra den etterfølgende beskrivelse av foretrukne utførelser av oppfinnelsen under henvisning til de ledsagende tegninger, der

fig. 1 viser et kretsskjema av en første utførelse av dobbeltverdi-strømtransformatorkretsen ifølge oppfinnelsen,

fig. 2 viser et kretsskjema av en andre utførelse av dobbeltverdi-strømtransformatorkretsen,

fig. 3 viser et kretsskjema av en tredje utførelse av dobbeltverdi-strømtransformatorkretsen, og

fig. 4 viser et sideriss av en transformator som benyttes i kretsen ifølge oppfinnelsen.

Nærmere beskrivelse av oppfinnelsen

Dobbeltverdi-transformatorkretsen, og miniatyrstørrelsen av den transformator som er innbygget i denne, tillater et beskyttelsesrele som har redusert størrelse. Man bør være klar over at kretsen ifølge oppfinnelsen ikke er begrenset til bruk i beskyttelsesreleer, men kan benyttes ved et stort antall forskjellige anvendelser.

En dobbeltverdi-strømtransformatorkrets 10 er vist på fig. 1. Kretsen 10 omfatter motstander R_1, R_2 og R_3 som er koplet i serie. En første strøm I_A eller en andre, forskjellig strøm I_B tilføres via strømledninger 12 og 14. En felles strøm I_C representerer en felles returbane for både I_A og I_B.

En strømtransformator 20 står i forbindelse med begge strømmer I_A og I_B. Transformatoren 20 er en dobbeltmerkeverdi-transformator da begge de forskjellige strømmer I_A eller I_B vil frembringe den samme strøm i transformatorens primærvikling, hvilket skal beskrives nærmere nedenfor. Transformatoren 20 genererer således en strøm I_P som er proporsjonal med den ene eller den andre strøm I_A eller I_B.

Transformatoren 20 omfatter en primærvikling 22 og en sekundærvikling 24. Transformatoren 20 kan f.eks. være en transformator med ferromagnetisk kjerne. Primærviklingen 22 har en eneste vinding mens sekundærviklingen 24 har flere vindinger, f.eks. 13 000 vindinger. Den nedtransformerte strøm I_S i sekundærviklingen

24 er proporsjonal med strømmen I_P gjennom primærviklingen 22, idet den nevnte strøm I_P er den samme for begge strømverdier I_A eller I_B. Kretsen ifølge oppfinnelsen er konstruert for både I_A eller I_B, slik at en standard transformator kan benyttes for de fleste fellesrele-inngangsstrømmer.

Sekundærviklingen 24 er konstruert for å tilveiebringe en lav reflektert motstand mot primæren 22, og en lav belastning på transformatoren. Sekundærviklingen 24 omfatter en motstand R_{TS}. En fjerde motstand R_4, sammen med R_{TS}, reflekteres mot primæren. Primærviklingens 22 polaritet er notert ved 26, og sekundærviklingens 24 polaritet er notert ved 28. En utgangsbelastning som er lav, minimerer transformatorstørrelsen. Til sist bør utgangsbelastningen være lavere enn transformatorens sekundærmotstand R_{TS}.

Motstandsnettverket R_1, R_2 og R_3 sørger for at to forskjellige inngangsstrømmer I_A eller I_B tilfører en strøm til transformatorens primærvikling 22 med en verdi som er lavere enn I_B. Idet det igjen henvises til fig. 1, idet man regner fra knutepunktet 30, leveres strømmen I_B langs ledningen 14 til knutepunktet 30, og resulterer, på grunn av kretsens shuntarrangement, i strømmen I_P gjennom transformatorens primærvikling. Strømmen I_A flyter til knutepunktet 30 via ledningen 12, og frembringer også den samme strøm I_P. Spenningen over R_1, for strøm I_A, kan utledes fra følgende likning:

$$V_{R1} = \frac{I_A R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} \qquad (1)$$

Strømmen I_P kan således utledes ut fra strømmen I_A ved hjelp av likning (2):

$$I_P = V_{R1}/(R_2 + R_3) = I_A R_1/(R_1 + R_2 + R_3) \qquad (2)$$

Likeledes kan V_{R3} og I_P bestemmes ved å benytte strømmen I_B og spenningen V_{R3} over motstanden R_3 ved hjelp av følgende likninger:

$$V_{R3} = I_B (R_1 + R_2) R_3/(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$I_P = V_{R3}/R_3 = I_B(R_1 + R_2)/(R_1 + R_2 + R_3) \qquad (3)$$

Ved å sette likningene (2) og (3) like hverandre, fås:

$$I_A = I_B (R_1 + R_2)/R_1$$

$$I_A/I_B = (R_1 + R_2)/R_1 = 1 + R_2/R_1$$

$$R_2/R_1 = I_A/I_B - 1 \qquad (4)$$

Et eksempel på en dobbeltverdi-strømtransformatorkrets ifølge oppfinnelsen er som følger:

Anta $I_A = 5$ ampere

$I_B = 1$ ampere

$I_P = 0{,}45$ ampere

$R_{TS} = 4000\ \Omega$

$R_4 = 2000\ \Omega$

$V_O = 0{,}0692$ volt ved merke-inngangsstrøm

$N_P = 1$

hvor N_P er antall vindinger i transformatorens primærvikling og N_S er antall vindinger i transformatorens sekundærvikling. På grunn av at antall amperevindinger i primæren må være lik antall amperevindinger i sekundæren, kan antall vindinger i sekundærviklingen bestemmes som følger:

$$N_S = N_P I_P / I_S \quad (5)$$

Ut fra Ohms lov fås:

$V_O = I_S R_4$, hvor V_O er spenningen over R_4.

Således fås: $V_O = I_P N_P R_4 / N_S$

$N_S = N_P I_P / I_S = N_P I_P R_4 / V_O$

$N_S = 1 \cdot 0{,}45 \cdot 2000 / 0{,}0692$

$N_S = 13006$ vindinger

Av likning (5) fås:

$N_S I_S = N_P / I_P$

$I_S / I_P = N_P / N_S$

$V_S = (R_{TS} + R_4) I_S$, hvor V_S er spenningen over sekundæren 24.

V_P, spenningen over primæren 22, blir således:

$$V_P = V_S \times N_P / N_S \quad (6)$$

La R_P være verdien av sekundærmotstanden som reflekteres til primæren:

$R_P I_P = (R_{TS} + R_4) I_S N_P / N_S$

$R_P = (R_{TS} + R_4) \cdot I_S / N_S \cdot N_P / I_P$

$R_P = (R_{TS} + R_4) \cdot N_P / I_P \cdot N_P / I_P$

$R_P = (N_P / N_S)^2 (R_{TS} + R_4)$

$= (1/13006)^2 (4000 + 2000)$

$R_P = 35{,}5 \times 10^{-6}$ ohm

På grunn av at enhver spenning som reflekteres til primæren, vil sirkulere en strøm, må $R_1 + R_2 + R_3$ være meget høy sammenliknet med $35{,}5 \times 10^{-6}$ ohm. Anta derfor at:

$$R_1 + R_2 + R_3 = 3{,}55 \times 10^{-3} \text{ ohm}$$

Av likning (2) får man da:

$R_1 = I_P (R_1 + R_2 + R_3) / I_A$

$= 0{,}45 \times 3{,}55 \times 10^{-3} / 5$

$R_1 = 320 \times 10^{-6}$ ohm

Av likning (4):

$R_2 = (I_A / I_B - 1) R_1$

$= 320 \times 10^{-6} (5/1 - 1)$

$R_2 = 1{,}28 \times 10^{-3}$ ohm

Av likning (2):

$I_P = I_A R_1 / (R_1 + R_2 + R_3)$

$$R_3 = (I_A R_1/I_P) - (R_1 + R_2)$$
$$= (5(320 \times 10^{-6})/0{,}45) - (320 \times 10^{-6} + 1{,}28 \times 10^{-3})$$
$$R_3 = 1{,}96 \times 10^{-3} \text{ ohm}$$

Da I_A eller I_B er strømkilder som kommer fra en strømtransformator i effektsystemet som typisk har en kildeimpedans som er større enn 100 Ω, vil de typisk ha en impedans som er mer enn to størrelsesordener høyere enn summen av $R_1 + R_2 + R_3$.

Spenningen over primæren kan da beregnes ut fra likningen:

$$V_P = I_P(R_{TS} + R_4)/N_S^2$$
$$= (0{,}45 \times 6000)/(13006 \times 13006)$$
$$V_P = 15{,}96 \times 10^{-6} V$$

La den sirkulerende strøm for $R_1 + R_2 + R_3$ være I_{PC}, som vil bli fratrukket fra I_P.

$$I_{PC} = V_P/(R_1 + R_2 + R_3)$$
$$= 15{,}96 \times 10^{-6}/3{,}55 \times 10^{-3}$$
$$I_{PC} = 4{,}50 \times 10^{-3} A$$

Strømmen I_{PC} er således tilnærmet lik 1 % av I_P og kan korrigeres ved å redusere antall sekundærvindinger.

En alternativ utførelse av kretsen på fig. 1 er vist på fig. 2. Som vist på fig. 2, omfatter transformatoren 20 en første primærvikling 22 gjennom hvilken det flyter en strøm I_{AP}, og en andre primærvikling 34 gjennom hvilken det flyter en strøm I_{BP}. Dersom R_3 (fig. 1) blir lik null, vil I_B være lik strømmen gjennom primæren I_P, se likning (3). På grunn av at forbindelsen fra I_B til I_C vil ha en viss motstand, bør strømmen flyte gjennom den andre primærvikling 34. Enden av den andre primærvikling for I_{BP} er forbundet med I_C i det samme knutepunkt 36 som R_1 for å hindre strøm i å flyte gjennom R_1 i serie med R_2. Strømmen I_B som er lik I_{BP}, flyter gjennom primærviklingen 34 og tilbake til I_C. Spenningen over R_1 kan utledes fra følgende likning:

$$V_{R1} = \frac{I_A R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Ut fra Ohms lov fås:

$$I_{AP} = V_{R1}/R_2$$

Strømmen I_{AP} kan således utledes fra strømmen I_A ved hjelp av likningen:

$$I_{AP} = V_{R1}/R_2 = I_A R_2 = I_A R_1/(R_1 + R_2)$$

Dersom $I_B = 1$ A og $I_A = 5$ A, og da $I_{BP} = I_{AP} = I_B$, kan motstandsforholdet $R_1/(R_1 + R_2)$ beregnes som følger:

$$R_1/(R_1 + R_2) = I_{AP}/I_A = 1/5$$
$$R_1/(R_1 + R_2) = 0{,}2 \text{ ohm}$$

Ovenstående er et spesialtilfelle hvor $I_B = I_{BP}$, og hvor det å ha to enkeltvindings-primærviklinger ikke påvirker relekonstruksjonen.

Idet det henvises til fig. 3, er det der vist en annen utførelse av oppfinnelsen hvor spenningsbelastningen på transformatoren 20 er redusert med tilnærmet verdien av R_4 ved tilføyelsen av en inverterende forsterker 40. Forsterkeren 40 omfatter en inverterende inngangsklemme 42 som er merket (-), en ikke-inverterende inngangsklemme 44 som er merket (+), og en utgangsklemme 46. Kretsen omfatter også en sekundærvikling 24 med en polaritet som er vist ved 32.

På grunn av at spenningen på inngangen til den inverterende forsterker er nær null, flyter I_S gjennom R_4 og frembringer en utgangsspenning som er lik V_0 på fig. 1, med den samme strøm flytende. På grunn av at forsterkeren inverterer sekundærviklingens polaritet, må denne reverseres for at V_0 skal være den samme som på fig. 1.

Transformatorutgangen ser ikke belastningen av R_4 som ville tillate en høyere inngangsstrøm-merkeverdi. På grunn av at belastningen reduseres, kan transformatorstørrelsen reduseres med den samme inngangsstrømverdi.

Idet det henvises til fig. 4, skal transformatoren 20 som innbygget i kretsen, beskrives ytterligere. Transformatoren omfatter en spoleform 50 som har tre flenser 52, 54 og 56. Spoleformen har et første viklingsområde 58 mellom flensene 54 og 56, og et andre viklingsområde 60 som er vesentlig større enn området 58 mellom flensene 52 og 54. Primærviklingen 22 er viklet med minst én vinding rundt spoleformen i området 58, og sekundærviklingen 24 er viklet rundt det større område 60. Størstedelen av viklingen i transformatoren 20 er således sekundærviklingen, hvilket vil frembringe en lav motstand. Dette reduserer fluksutslaget og strømeksitering av det magnetiske materiale 62 som er viklet rundt spoleformen. Det magnetiske materiale 62 er et lav-magnetiseringsmateriale. Det å benytte mesteparten av viklingsarealet for sekundærviklingen og å benytte et lav-eksiteringsmateriale for magnetismen, er to konstruksjonsteknikker som muliggjør at størrelsen av transformatoren kan reduseres.

Sammenfatningsvis tillater dobbeltverdi-strømtransformatorkretsen ifølge oppfinnelsen at to forskjellige strøminngangsverdier kan tilføres til transformatoren. Videre kan kretsen miniatyriseres som følge av inngangskretsen som reduserer inngangsstrømmen til transformatoren, og konstruksjonsteknikker for transformatoren som tillater størrelsesreduksjon.

Patentkrav

1. Dobbeltverdi-strømtransformatorkrets, **karakterisert ved** at den omfatter en transformator (20) med en inngangsledning (12 eller 14),

en første krets (R_1-R_3, 22) som står i forbindelse med inngangsledningen (12), idet den første krets er tilpasset til å motta en første strøm (I_A), og

en andre krets (R_1-R_3, 22) som står i forbindelse med inngangsledningen (14), idet den andre krets er tilpasset til å motta en andre strøm (I_B) som er forskjellig fra den første strøm (I_A),

hvor den første krets og den andre krets hver er tilpasset til å tilveiebringe en tredje strøm til inngangsledningen som er den samme uansett om den første krets eller den andre krets tilveiebringer den tredje strøm.

2. Krets ifølge krav 1, **karakterisert ved** at den første krets og den andre krets deler en felles strømreturledning.

3. Krets ifølge krav 1, **karakterisert ved** at minst én av den første krets og den andre krets omfatter et antall motstander (R_1, R_2, R_3).

4. Krets ifølge krav 1, **karakterisert ved** at transformatoren (20) tilveiebringer en nedtransformert strøm på en utgangsledning.

5. Krets ifølge krav 1, **karakterisert ved** at transformatoren (20) har en primærvikling (22) og en sekundærvikling (24), hvor sekundærviklingen tilveiebringer en lav reflektert impedans til primærviklingen.

6. Krets ifølge krav 1, **karakterisert ved** at transformatoren (20) omfatter magnetisk materiale (62) som er viklet rundt en primærvikling (22) og en sekundærvikling (24).

7. Krets ifølge krav 6, **karakterisert ved** at det magnetiske materiale (62) er av en type med lav magnetisering.

8. Krets ifølge krav 1, **karakterisert ved** at transformatoren (20) har en primærvikling (22) og en sekundærvikling (24), hvor sekundærviklingen reflekterer en lav motstand til primærviklingen og en lav belastning på transformatoren.

9. Krets ifølge krav 1, **karakterisert ved** at transformatoren (20) omfatter et antall primærviklinger (22, 34).

10. Krets ifølge krav 9, **karakterisert ved** at hver av antallet av primærviklinger (22, 34) omfatter en eneste vinding.

11. Krets ifølge krav 1, **karakterisert ved** at den omfatter en operasjonsforsterker (40) som er koplet til transformatoren (20).

FIG. 1

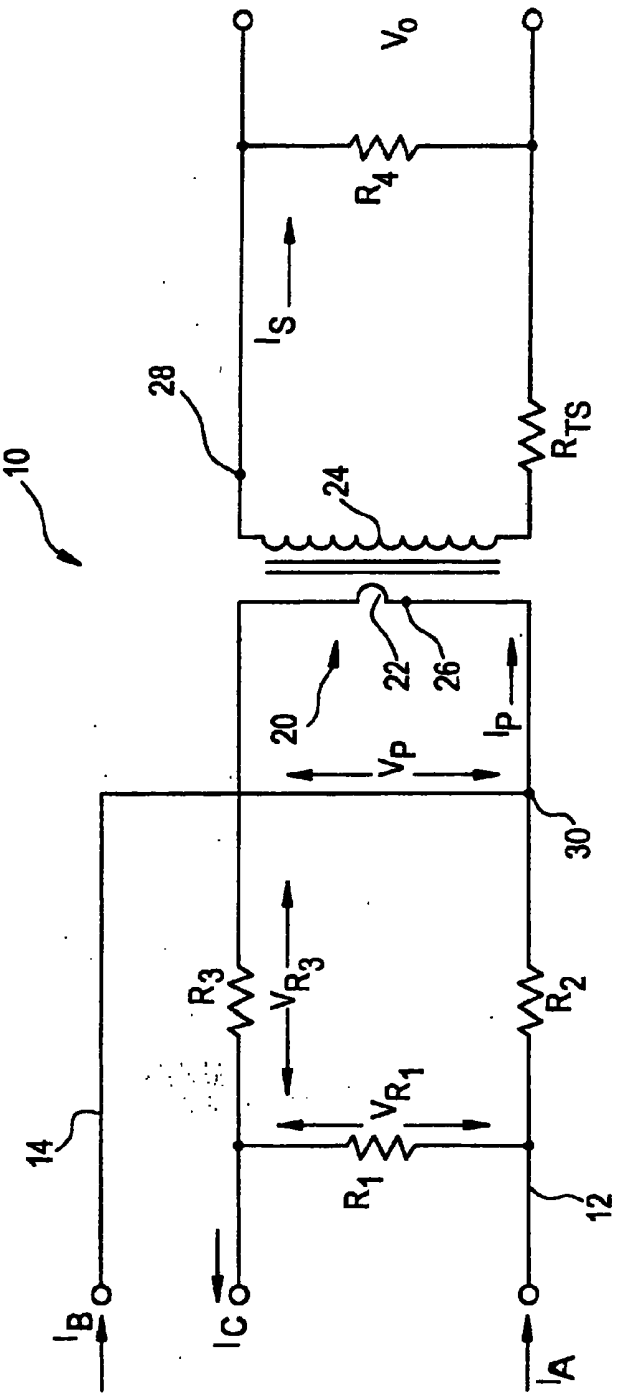


FIG. 2

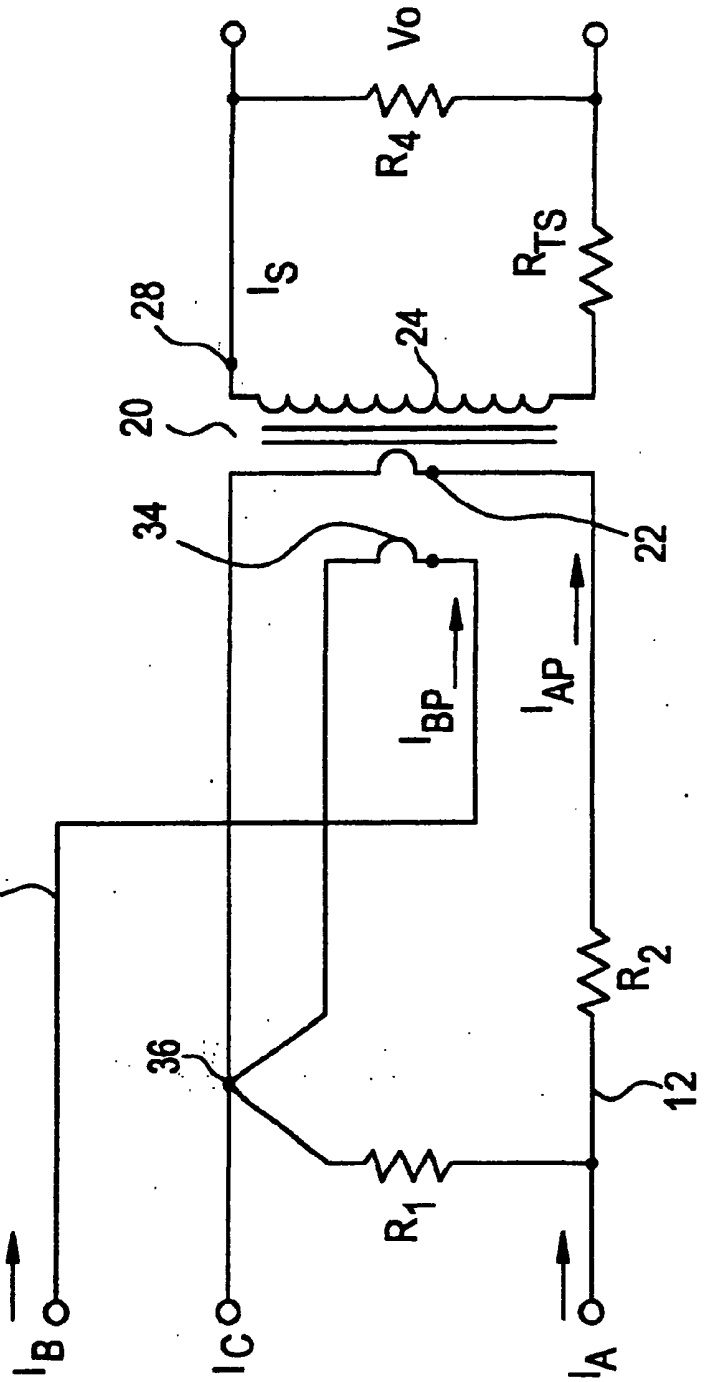


FIG. 3

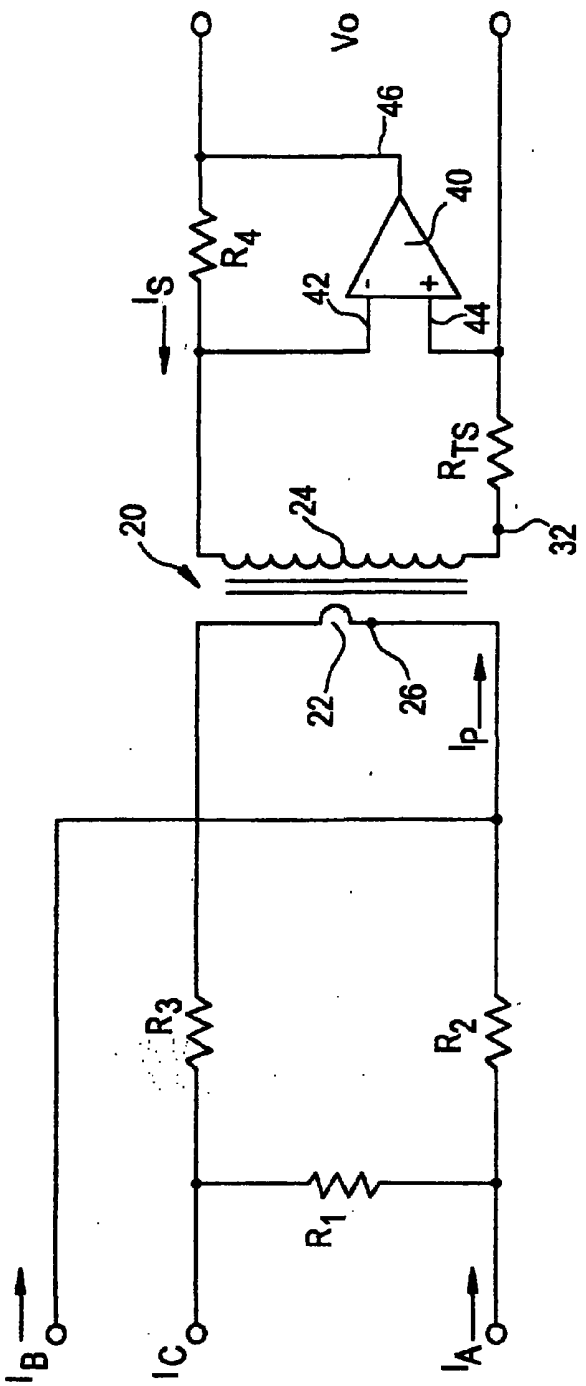


FIG. 4

