



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP



(21) Patentansøgning nr.: 2856/81

(51) Int.Cl.⁵

G 01 P 5/00

(22) Indleveringsdag: 29 jun 1981

G 01 D 3/02

(41) Alm. tilgængelig: 09 jan 1982

(44) Fremlagt: 22 jan 1990

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 08 jul 1980 DE 3025788

(71) Ansøger: *DANFOSS A/S; 6430 Nordborg, DK

(72) Opfinder: Henning Max *Hansen; DK

(74) Fuldmægtig: -

(54) Ultralyd-måleapparat

(56) Fremdragne publikationer

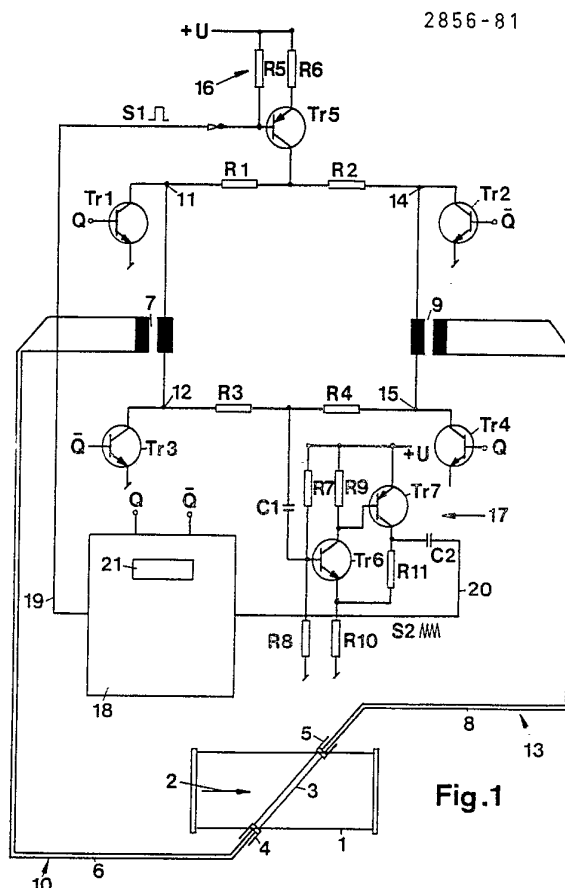
DE off.g.skrift nr. 2911962
US pat. nr. 3818757

2856-81

(57) Sammendrag:

Ved et ultralyd-måleapparat med to valgfrit som sender og modtager arbejdende ultralydomformer-kredsløb (10, 13), hvis tilslutninger (11, 12, 14, 15) ved hjælp af en omkoblingsanordning valgfrit kan bringes i aktiv forbindelse med henholdsvis en sendesignalgiver (16) og en modtagerforstærker (17), er sendesignalgi-veren til dannelsen af praktisk taget lige store afslutnings-impedanser for den af begge ultralydomformer-kredsløb (10, 13) dannede firpol udført som strømgenerator (16).

Ved en sådan firpol gælder, at dens overføringsfunktion er uafhængig af, om firpolen vendes om, forudsat at afslutnings-impedanser er lige store. Denne vending af firpolen svarer nøjagtigt til det, der sker, når ultralydomformer-kredsløbene (10, 13) afvekslende anvendes på sendesiden og på modtagersiden. Ved at strømgeneratoren (16) anvendes som sendesignalgiver, er det muligt at give sendesignalgi-veren (16) og modtagerforstærkeren (17) en lignende stor impedans og på denne måde at opnå praktisk taget lige store afslutningsimpedanser.



Opfindelsen angår et ultralyd-måleapparat ifølge overbegrebet til krav 1.

Ved et fra DE-OS 29 11 962 kendt ultralyd-måleapparat af denne art kan sendesignalgiveren over hver af første kontakter og modtagerforstærkeren over hver af andre kontakter forbindes med den ene tilslutning af hvert ultralydomformer-kredsløb. Ved afvekslende omkobling af disse kontakter opnås, at målestrækningen i henholdsvis den ene og den anden retning gennemløbes af ultralydsignalet. Ved en udførelsesform er sendesignalgiveren dannet af en strømgenerator, som består af serieforbindelsen af en spændingsgenerator og en modstand, som er stor i forhold til den impedans, som fås, set fra sendesignalgiverens udgang til ultralydomformer-kredsløbene. På samme måde lukkes ultralydomformer-kredsløbene på modtagersiden af en modtagerforstærker med stor impedans. I modsætning hertil er modtagerforstærkeren ved en yderligere udførelsesform altid parallelkoblet en lille modstand. Denne lukker praktisk taget kort ultralydomformer-kredsløbenes modtagerside. Modtagerforstærkeren påvirkes derfor af en spænding, som er proportional med strømmen igennem denne modstand. Hvilken impedans, den som strømsignalgiver tjeneende impedansgenerator har, er ikke angivet.

Sådanne ultralyd-måleapparater kan anvendes på mange måder. De benyttes fx til ultralydmåling af hastigheden af strømmende medier. I dette tilfælde lægges målestrækningen således, at i det mindste en komponent af strømningshastigheden ved den ene måling forløber i ultralydsignalets retning og ved den anden måling forløber mod denne retning. Når signalet på modtagersiden ved hjælp af en lille afslutningsimpedans hovedsageligt er forudbestemt af en strøm, kan den nødvendige udgangseffekt opnås på et lavt spændingsniveau, således at kapacitive forstyrrende indflydelser, interferens mellem de to ultralydomformer-kredsløb og lignende er ringe. Ved dette kredsløb optræder imidlertid nulpunktsforskyd-

ninger, som gør sig mærkbar ved, at ved en måling i stillestående væske har målesignalet retningsafhængigt forskellige værdier.

- 5 Formålet med opfindelsen er at angive et ultralydmåle-apparat, ved hvilket afslutningsimpedansen på modtagersiden er lille, og alligevel nedsættes en nulpunktsforskydning kraftigt og fjernes i bedste fald praktisk taget fuldstændigt.

Denne opgave løses ifølge opfindelsen ved den kendetegnende del i krav 1.

- 10 Ved denne kredsløbsopbygning er der sørget for, at den af de to ultralydformer-kredsløb inklusive overføringstransformatorerne, forbindelseskablet og den derimellem liggende målestrækning dannede firpol ikke kun er lukket på modtagersiden, men også på sendesiden af en impedans, som er lille i
- 15 forhold til de store impedanser af strømgenerator og modtagerforstærker. Da disse små impedanser er tilnærmelsesvis lige store, er det sikret, at der uafhængigt af målingens løberetning ved stillestående væske opnås identiske målesignaler. Dette gælder også, når ultralydformer-kredsløbenes
- 20 impedanser af fremstillingstekniske grunde ikke er nøjagtig ens, eller når disse kredsløb med tiden ældes forskelligt, fx ved en forurening af målestrækningen. Da ultralydformer-kredsløbenes tilslutninger umiddelbart og ikke under mellemkobling af en kontakt er forbundet med en belastnings-
- 25 impedans, er det muligt vedvarende at opretholde en lavohmsk afslutning, altså også under omkoblingsforløbet. En yderligere fordel består i, at impedanserne af omkoblingsanordningens koblingsstrækninger ikke har nogen eller kun en ringe indflydelse på afslutningsimpedansen.

- 30 Ifølge krav 2 består belastningsimpedanserne i det enkleste tilfælde af ohmske modstande, som kan fremstilles billigt og fås med nøjagtige værdier. Imidlertid kommer også spoler,

kondensatorer og lignende, såfremt de er lineære og amplitu-
deuafhængige, eller kombinationer af forskellige impedanser
i betragtning som belastningsimpedans.

5 Belastningsimpedanserne kan også tjene andre tilpasningsfor-
mål. Ifølge krav 3 kan de dæmpe ultralydformer-kredsløbe-
nes egenresonans.

10 Udførelsesformen i krav 4 giver et enkelt kredsløb, ved
hvilket alle kontakter med den ene side er stelforbundne.
Belastningsimpedanserne danner parvis de indbyrdes lige sto-
re afslutningsmodstande. Med hensyn til disse afslutnings-
modstande kan man se bort fra de højohmske indre modstande
af strømgeneratoren og modtagerforstærkeren.

15 Ved udførelsesformen ifølge krav 5 er belastningsimpedanser-
ne fast forbundet med hvert ultralydformer-kredsløbs til-
slutninger og kan derfor betragtes som del af firpolen, hvis
afslutningsmodstande så dannes af de meget store egenimpe-
danser af strømgenerator og modtagerforstærker. Belastnings-
modstandene kan derved meget nøjagtigt tilpasses dæmpningen
af hvert ultralydformer-kredsløbs resonansfrekvens.

20 Omkoblingsanordningen kan være opbygget af transistorkontak-
ter. Særlig gunstig er opbygningen ifølge krav 6, for ved
andensel af et Darlington-transistor-kredsløb sikres, at om-
trent hele den samlede strøm flyder gennem kollektor-emit-
ter-strækningen, og man har derfor en god isolation i for-
25 hold til basen.

Diodebroen ifølge krav 7 er meget modstandsfattig, især i
sammenligning med den højohmske modtagerforstærker. Desuden
muliggør den en god isolation af modtagerforstærkeren for
sendesignalerne på indgangssiden.

30 Opfindelsen forklares nærmere nedenstående ved hjælp af på
tegningen viste, foretrukne udførelseseksempler, der viser i

fig. 1 et diagram af en første udførelsesform af et ultralyd-måleapparat,

fig. 2 en forenklet fremstilling af dette kredsløb,

5 fig. 3 diagrammet af en anden udførelsesform af et ultralyd-måleapparat og

fig. 4 en variation af en del af dette kredsløb.

Ved udførelsesformen i fig. 1 er der i et rør 1, som gennemstrømmes af en væske i retning af pilen 2, anbragt en målestrækning 3, som på begge sider er lukket af en ultralydomformer 4 og 5 af sædvanlig konstruktion. Ultralydomformeren 10 4 er over en koaksialledning 6 forbundet med en transformator 7, omformeren 5 er over en koaksialledning 8 forbundet med en transformator 9. Delene 4, 6 og 7 danner et første ultralydomformer-kredsløb 10 med to tilslutninger 11 og 12. 15 Delene 5, 8 og 9 danner et andet ultralydomformer-kredsløb 13 med tilslutningerne 14 og 15.

Tilslutningerne 11 og 14 er over to ohmske belastningsmodstande R1 og R2 forbundet med hinanden, tilslutningerne 12 og 15 er over to ohmske belastningsmodstande R3 og R4 forbundet med hinanden. Hver tilslutning 11, 12; 14, 15 er over 20 en transistorkontakt Tr1, Tr2, Tr3 og Tr4 forbundet til stel.

Mellem belastningsmodstandene R1 og R2 er der tilsluttet en sendesignalgiver 16 i form af en strømgenerator med en kontakttransistor Tr5, en basismodstand R5 og en emittermodstand R6. Mellem belastningsmodstandene R3 og R4 er der over 25 en kondensator C1 tilsluttet en modtagerforstærker 17, som har to transistorer Tr6 og Tr7, modstandene R7, R8, R9, R10 og R11 samt udgangskondensatoren C2. Et styre- og aflæsningsapparat 18 giver over en ledning 19 en udløseimpuls S1 30

til strømgeneratorens 16 kontakttransistor Tr5 og modtager over ledningen 20 det højfrekvente modtagersignal S2 fra modtagerforstærkeren 17. Desuden afgiver apparatet 18 styreimpulser Q og $\bar{Q}$ til transistor-kontakterne Tr1 - Tr4 for at
5 bringe disse parvis afvekslende i den ledende tilstand. Måleresultatet kan fx vises i feltet 21.

De ohmske belastningsmodstande R1 og R2 er lige store, men små i sammenligning med strømgeneratorens 16 impedans, som hovedsageligt er bestemt af modstanden R6. De ohmske belastningsmodstande R3 og R4 er lige store, men små i sammenligning med modtagerforstærkerens 17 impedans, som hovedsageligt er bestemt af modstanden R8.

Dermed fås følgende driftsmåde: Når styresignalet $\bar{Q}$ sendes, får man driftstilstanden i fig. 2. Den fra strømgeneratoren 16 afgivne strøm deler sig i to dele, af hvilke den ene flyder over seriekoblingen af belastningsmodstanden R1 og transformatoren 7 og den anden over belastningsmodstanden R2. Det over transformatoren 9 afgivne signal på modtagersiden flyder over seriekoblingen af belastningsmodstandene R4 og R3, som tjener som spændingsdeler, således at modtagerforstærkeren 17 styres af spændingsfaldet på belastningsmodstanden R3. Ved dette kredsløb danner de to ultralydformer-kredsløb 10 og 13 mellem deres tilslutninger 11, 12 og 14, 15 en firpol, ved hvilken impedansændringerne i det indre praktisk taget ingen virkninger har på strømgeneratorens 16 effektafgivelse. For dens strøm bestemmes praktisk taget udelukkende af modstanden R6. Firpolens afslutningsimpedans på indgangssiden er lille, nemlig givet ved parallelkoblingen af belastningsmodstanden R2 og R1 på firpolens indgang.
25 Afslutningsimpedansen på udgangssiden er lige så stor og givet af modstandene R3 og R4. Ved omkoblingen af styresignalet Q og fornyet afgivelse af udløseimpulsen S1 afgives sendeimpulsen over transformatoren 9, og modtagersignalet føres tilbage over transformatoren 7. Herved fås de ens forhold.

På denne måde undertrykkes en generende nulpunktsforskydning praktisk taget fuldstændigt.

Ved en udførelsesform af ultralyd-måleapparatet i fig. 1 havde hver belastningsmodstand R1 - R4 en værdi på 100Ω .
5 Strømgeneratorens 16 impedans udgjorde ca. $50 k\Omega$. Ved modtagerforstærkeren havde modstanden R7 en værdi på $200 k\Omega$ og modstanden R8 en værdi på $33 k\Omega$.

Ved udførelsesformen i fig. 3 er der af ultralydomformer-kredsløbene 110 og 113 kun vist transformatorerne 107 og 109
10 med de tilhørende tilslutninger 111, 112 og 114, 115. Sendesignalgiveren 116 har en anden opbygning end i fig. 1, modtagerforstærkeren 117 kan have den samme opbygning.

Ved denne udførelsesform er der forbundet en ohmsk belastningsmodstand R12 mellem tilslutningerne 111 og 112 og en
15 ohmsk belastningsmodstand R13 mellem tilslutningerne 114 og 115. Begge modstande er fortrinsvis af samme størrelse, men små i forhold til impedanserne af den igen som strømgenerator dimensionerede sendesignalgiver 116 og af modtagerforstærkeren 117. Belastningsmodstandene R12, R13 tjener samti-
20 dig til at dæmpe ultralydomformer-kredsløbenes resonanser, som kan fremkalde en overstyring og en ulinearitet i kontaktmidlerne.

Strømgeneratoren 116 har en transistor Tr8 med en emittermodstand R14. Dens basis påvirkes over en transformator 22
25 af en af udløseimpulsen S1 styret oscillator kredsløb 23 af sædvanlig art, således at strømgeneratoren 116 som sendesignal afgiver en strømsvingning.

Strømgeneratorens 116 udgangsledning 23 er over en transistorkontakt Tr9 forbundet med tilslutningen 111 og over en
30 transistorkontakt Tr10 med tilslutningen 114. Den første kontakts Tr9, Tr10 basis er normalt over modstandene R15 og

R16 forbundet med positiv forsyningsspænding, således at denne kontakt er spærret. Ved hjælp af signalerne Q og $\bar{Q}$ kan de over forstærkere 24 og 25 og tilhørende modstande R17 og R18 tilsluttes negativt potentiale, således at de bliver ledende.

Tilslutningen 111 er over en kondensator C3 forbundet med en kontakt 26, tilslutningen 114 er over en kondensator C4 forbundet med en kontakt 27. Kontaktudgangene fører til modtagerforstærkeren 117. Disse to andre kontakter 26, 27 er hver dannet af en diodebro 28 og 29, hvis modstande R19, R20 og R21, R22 er foran- og efterkoblet. Disse kontakter styres af signalerne Q og $\bar{Q}$ ved hjælp af forstærkere 30 og 31. Når fx forstærkeren 30 afgiver en positiv og forstærkeren 31 et negativt udgangssignal, flyder en strøm over kontakten 27 med det resultat, at et udgangssignal kan overføres fra tilslutningen 114 til modtagerforstærkeren 117. Kredsløbet er valgt således, at transistorkontakten Tr9 samtidig er ledende. Ved signalveksel bliver transistorkontakten Tr10 ledende, og kontakten 28 sørger for overførelsen af modtagersignalet.

Ved dette kredsløb kan belastningsmodstandene R12 og R13 betragtes som dele af firpolen, således at de indbyrdes lige store afslutningsimpedanser dannes af de meget høje indre modstande af strømgeneratoren 116 og modtagerforstærkeren 117. Herved er den på grund af sin modstand R14 højohmske strømgenerator 116 belastet af en meget lille impedans, fordi den mellem tilslutningerne 111, 112 og 114, 115 dannede firpol er parallelkoblet en lav belastningsmodstand R12 på indgangssiden, og firpolen er på udgangssiden afsluttet af en lav belastningsmodstand R13.

Ved udførelsesformen i fig. 4 er de to transistorkontakter Tr9 og Tr10 erstattet af et Darlington-kredsløb 30 og 31, som består af to transistorer Tr11, Tr12 og Tr13, Tr14. Dette kredsløb har den fordel, at kun en lille del af kreds-

løbsstrømmen flyder over basisstrækningen, således at ulineariteter hidrørende fra disse kontakter ligeledes ingen indflydelse har på måleresultatet.

P A T E N T K R A V

1. Ultralyd-måleapparat med to valgfrit som sender og mod-
tager arbejdende ultralydomformer-kredsløb (10, 13;
110, 113), hvis tilslutninger (11, 12, 14, 15; 111,
112, 114, 115) ved hjælp af en omkoblingsanordning
5 valgfrit kan bringes i aktiv forbindelse med henholds-
vis en sendesignalgiver (16; 116) og en modtagerfor-
stærker (17; 117), hvorved den som strømgenerator ud-
førte sendesignalgiver (16; 116) og modtagerforstærke-
ren (17; 117) har en stor impedans, k e n d e t e g -
10 n e t v e d, at begge ultralydomformer-kredsløbs (10,
13; 110, 113) tilslutninger (11, 12, 14, 15; 111, 112,
114, 115) i begge koblingsstillinger umiddelbart er
forsynet med mindst en belastningsimpedans (R1 - R4;
R12, R13), som er lille i forhold til strømgeneratorens
15 (16; 116) og modtagerforstærkerens (17; 117) impedans,
men tilnærmelsesvis lige store, hvorved belastningsim-
pedanserne (R1 - R4; R12, R13) altid er virksomme ved
de to ultralydomformer-kredsløbs (10, 13; 110, 113)
tilslutninger (11, 12, 14, 15; 111, 112, 114, 115).
- 20 2. Ultralyd-måleapparat ifølge krav 1, k e n d e t e g -
n e t v e d, at belastningsimpedanserne (R1 - R4; R12,
R13) er ohmske modstande.
3. Ultralyd-måleapparat ifølge krav 1 eller 2, k e n d e -
t e g n e t v e d, at belastningsimpedanserne (R12,
25 R13) er dimensionerede således, at de dæmper ultralyd-
omformer-kredsløbenes (110, 113) egenresonans.
4. Ultralyd-måleapparat ifølge et af kravene 1-3, k e n -
d e t e g n e t v e d, at strømgeneratoren (16) over
en belastningsimpedans (R1, R2) er forbundet med de to
30 ultralydomformer-kredsløbs (10, 13) ene tilslutning

(11, 14), modtagerforstærkeren (17) er over en belastningsimpedans (R3, R4) forbundet med de to ultralydomformer-kredsløbs anden tilslutning (12, 15), og alle tilslutninger er hver over en kontakt (Tr1 - Tr4) forbundet til stel, hvorved alle belastningsimpedanser er lige store.

5. Ultralyd-måleapparat ifølge et af kravene 1-3, kendet ved, at hver af to belastningsimpedanser (R12, R13) er parallelkoblet med ultralydomformer-kredsløbenes (110, 113) tilslutninger (111, 112, 114, 115).

6. Ultralyd-måleapparat ifølge krav 5, kendet ved, at hver af de med sendesignalgiveren (116) forbundne kontakter af omkoblingsanordningen er dannet af et Darlington-transistor-kredsløb (30, 31).

7. Ultralyd-måleapparat ifølge krav 5 eller 6, kendet ved, at hver af de med modtagerforstærkeren (117) forbundne kontakter (26, 27) af omkoblingsanordningen er dannet af en strømstyret diodebro (28, 29).

Fig.2

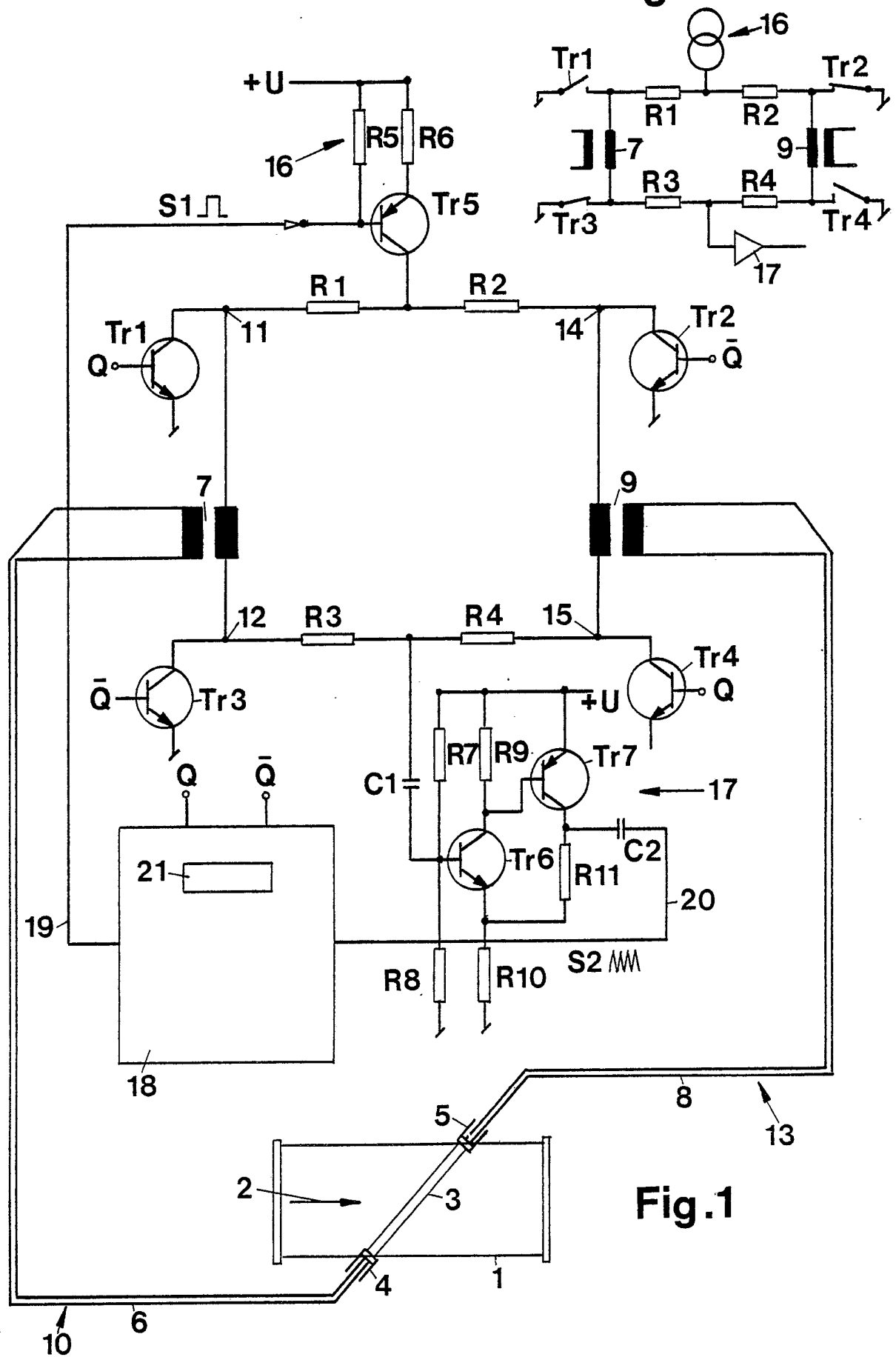


Fig. 3

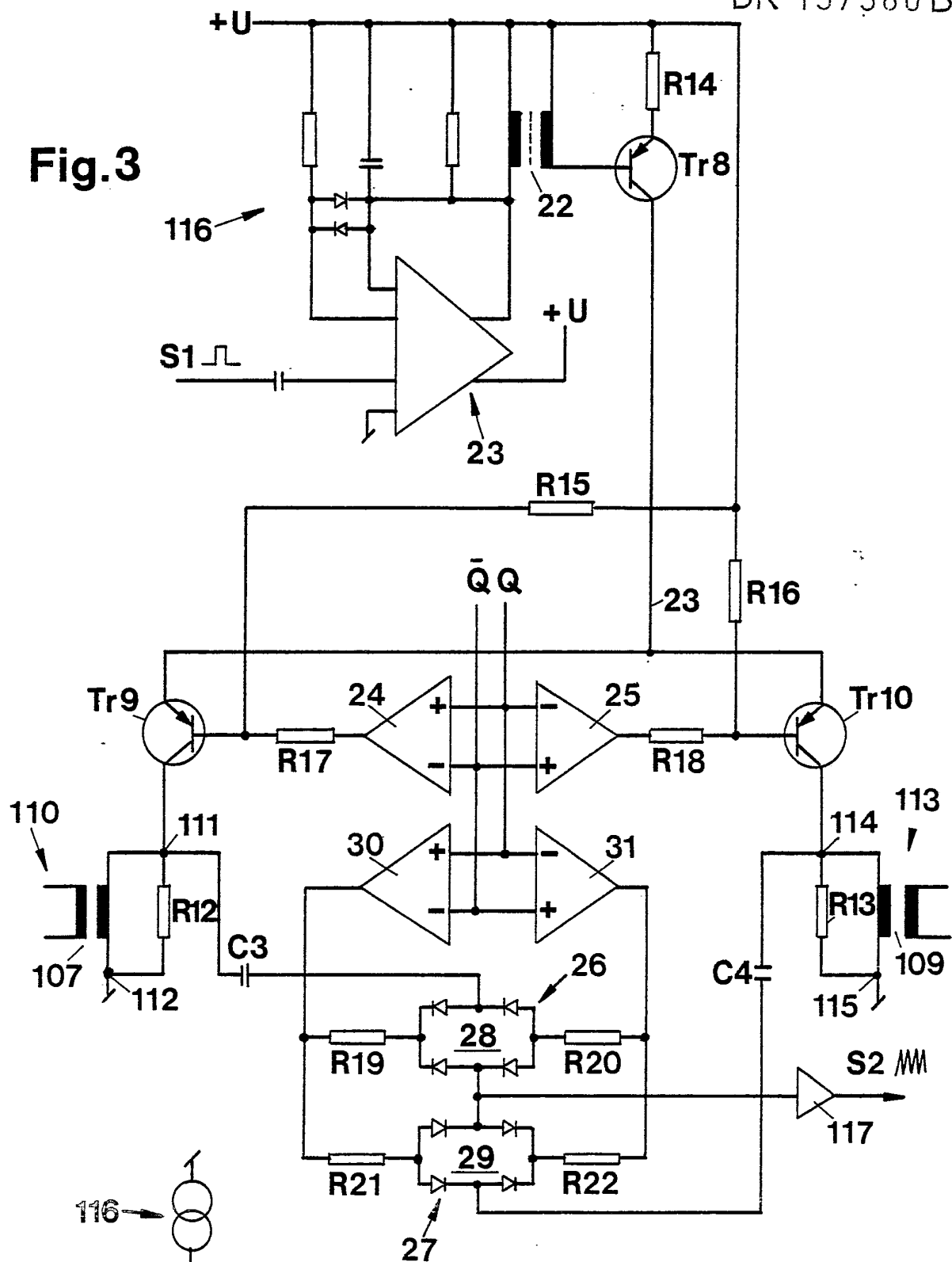


Fig. 4

