

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 157643 B



(21) Patentansøgning nr.: 4872/82

(22) Indleveringsdag: 03 nov 1982

(41) Alm. tilgængelig: 19 maj 1983

(44) Fremlagt: 29 jan 1990

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 18 nov 1981 IT 68493/81

(51) Int.Cl.⁵

H 04 B 3/46

G 01 R 27/28

(71) Ansøger: *SIP - SOCIETA ITALIANA PER L'ESERCIZIO TELEFONICO P.A.; Via San Dalmazzo, 15; 10122 Torino, IT

(72) Opfinder: Bruno *Fabbri; IT, Alfredo *Fausone; IT

(74) Fuldmægtig: Firmaet Chas. Hude

(54) Fremgangsmåde til måling af den samlede amplitude- og faseforvrængning af en transmissionskanal, samt et apparat til udøvelse af fremgangsmåden.

(56) Fremdragne publikationer

DE off. g. skrift nr. 2852791
US pat. nr. 4264959

(57) Sammendrag:

4872-82

Et apparat til måling af den samlede fase- og amplitudeforvrængning i de fjerne ender af en transmissionskanal (CA) omfatter en impulsgenerator (GI) placeret i den ene ende af kanalen, og et kredsløb placeret i den anden ende. Kredsløbet genererer impulserne og sammenligner dem med de modtagne og viser vektordifferensen af deres spektralkomponenter på en spektralanalysator.

4872-82

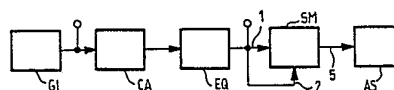


Fig.1

DK 157643 B

Opfindelsen angår en fremgangsmåde og et apparat til udøvelse af fremgangsmåden til måling af den samlede amplitude- og faseforvrængning i den fjerne ende af en transmissionskanal, omfattende en generering af et impulssignal ved den nære ende af transmissionskanalen og en modtagelse af det resulterende forvrængede signal ved den fjerne ende af kanalen, en vurdering af det forvrængede signal i relation til særlige aspekter deraf, en sammenligning af data af sådanne aspekter med tilsvarende data af et ikke-forvrænget signal og en visning af resultatet af sammenligningen i frekvensdomænet.

Kendskabet til denne sammenligning er af stor betydning for at kunne justere modforvrængere anbragt ved enderne af en transmissionslinje, især når der ikke er regenererende anordninger, eksempelvis i forbindelse med en analog transmissionskanal.

En klassisk metode til udledning af faseforvrængningen er at foretage en gruppe-forsinkelsesmåling.

Et frekvensskanderet og amplitude- eller fasemoduleret signal tilføres til transmissionskanalen, og det modulerende signal, som hverken er konstant i amplitude eller fase, udledes af det modtagne signal for enden af kanalen. Amplitudevariationen er en funktion af amplitudeforvrængningen, medens fasevariationen er en funktion af gruppeforsinkelsen. Faseforvrængningen kan udledes af disse værdier ved en yderligere signalbehandling af måleværdierne. Sådanne operationer, der består af en serie integrationer, er langsommere og mere komplicerede. Et instrument, der er tilstrækkelig kompakt, og som har en passende båndbredde, signalbehandlings- og visningsfaciliteter, og som er let at anvende uden for laboratoriet, er næsten ikke til at opdrive.

Det er også kendt at bestemme frekvens- og gruppeforvrængninger af en transmissionskanal - jævnfør US-patentskrift nr. 4.264.959 og DE-fremlæggelsesskrift 2.852.791. Ved bestemmelse af forvrængningen anvendes en arbitrært blandet burstlignende

- impuls indeholdende en blanding af adderede harmoniske svingninger udledt ved den fjerne ende af transmissionskanalen og evalueret først ved en fourieranalyse og derefter ved en sammenligning med de tilsvarende oprindelige komponenter. Det er
- 5 også kendt at anvende et periodisk impulssignal med en lav udnyttelsesgrad og sammenligne udgangen af kanalen med indgangen, hvilket imidlertid nødvendiggør en ikke-forvængende tilbagekobling af udgangssignalet til indgangen.
- 10 Disse ulemper overvindes ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen til måling af den samlede amplitude- og faseforvrængning i den fjerne ende af transmissionskanalen, idet der på skærmen af en konventionel spektralanalysator muliggøres en visning af resultaterne af og en sammenligning af spektret af referencesig-
- 15 nalet med spektret af det fase- og amplitudeforvrængede signal. Derved opnås en egnet følsomhed, en passende målenøjagtighed og en enkel anvendelse.
- En fremgangsmåde af den indledningsvis nævnte art er ifølge
- 20 opfindelsen ejendommelig ved, at repetitionsfrekvensen af det modtagne signal udledes ved den fjerne ende ved en generering af et periodisk impulssignal med en lav og endelig udnyttelsesgrad ved den nære ende og deraf et impulstog med denne frekvens, for derved at tilvejebringe regenererede periodiske
- 25 impulser, svarende til de oprindeligt genererede, idet faserne og amplituderne af spektraltæthederne af det modtagne signal og de regenererede impulser sammenlignes, og forskellen i spektraltæthed vises ved hjælp af en spektralanalysator.
- 30 Et apparat til udøvelse af fremgangsmåden er ifølge opfindelsen ejendommeligt ved, at generatoren er en impulsgenerator, hvor impulsbredden og -frekvensen kan justeres, og evalueringsudstyret udgøres af:
- 35 signalseparerings- og formningskredsløbstrin forbundet til enden af kanalen, og som udleder repetitionsfrekvensen af impulserne, et faselåst sløjfekredsløb, der er indrettet til at

generere et signal ved en første frekvens på basis af signalet modtaget fra kredsløbstrinene, og som udgøres af en fasekomparator, en styret oscillator og en første programmerbar deler,

5 en anden programmerbar deler, der indstilles på en via en manuelt betjent styring fastlagt begyndelsesværdi, der ved hjælp af den af den første deler frembragte impuls indføres i den anden programmerbare deler, der udviser det samme deleforhold som den første deler og ved indgangen modtager signalet, genereret ved hjælp af den styrede oscillator, og
10

en impulsformer indrettet til at tilvejebringe signalet genereret ved hjælp af den anden programmerbare deler lig med impulserne tilført ved hjælp af impulsgeneratoren, et sammenligningskredsløb indrettet til at tilføre signaler repræsenterende vektordifferensen mellem signalet modtaget fra transmissionskanalen og impulserne tilført ved hjælp af impulsformereren, idet den samlede amplitude- og faseforvrængning udtrykkes ved at vise vektordifferensen på en spektralanalysator.
15

20 Opfindelsen skal nærmere forklares i det følgende under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 viser et diagram over et måleinstrument i forbindelse med en transmissionskanal,
25

fig. 2 et andet diagram over måleinstrumentet og transmissionskanalen,

30 fig. 3 et diagram over modtagesiden af måleinstrumentet og

fig. 4 et mere detaljeret diagram over et sammenligningskredsløb i måleinstrumentet i fig. 3.

35 Målemetoden ifølge opfindelsen er ikke baseret på en direkte måling af forvrængningen, men derimod på en sammenligning af signalet fra transmissionskanalen med et referencesignal gene-

reret på samme måde ved modtagesiden og ved transmissionssiden.

Fig. 1 viser et blokdiagram omfattende en impulsgenerator GI,
5 en transmissionskanal CA, en amplitude- og faseforvrænger EQ, modtagedelen af et måleinstrument SM og en spektralanalysator AS.

Impulsgeneratoren GI udsender et impulssignal med en lav og
10 endelig udnyttelsesgrad til transmissionskanalen CA. Signalet består af et impulstog af forudbestemt varighed og repetitionsfrekvens.

Spektret af dette signal udgøres af impulsreptitionsfrekvensen
15 og dennes harmoniske.

Amplituderne i spektret er fastlagt ved hjælp af funktionen $\sin x/x$, der har sit første nulpunkt ved en frekvens svarende til den reciprokke værdi af impulsens varighed.

20

Impulssignalet skal tilfredsstille følgende krav:

- lav udnyttelsesgrad til reduktion af amplitudeforvrængningen i forbindelse med den mulige forskel imellem varighederne af
25 de transmitterede impulser og de impulser, der genereres ved modtagesiden; en begrænsning kan skyldes vanskelighederne ved at opnå meget korte impulser,

- en afgrænset udnyttelsesgrad til indføring af en ønsket forvrængning af typen $\sin x/x$.
30

Udnyttelsesgraden må være således, at nulpunktet af $\sin x/x$ ikke ligger for tæt ved eller falder sammen med det bånd, der skal modforvrænges.
35

Ved at vælge en varighed af prøveimpulserne, der er lig med systemets fikserede varighed (i tilfælde af et 8 Mbit/sek-sy-

stem er varigheden over 125 nsek), kan kanalen påny modforvrænges ved også at udlede amplitudeforvrængningen i forbindelse med genereringen af en strøm af data.

5 Prøveimpulsens repetitionsfrekvens er dels valgt således, at den giver en samlet forsinkelse mellem de punkter, i hvilke modforvrængningen effektueres, på et helt antal runde vinkler mellem én harmonisk og den næste, når modforvrængningen én gang er foretaget, dels på basis af karakteristikkene af den
10 fasemodforvrænger, der anvendes til kanaljustering. Det er hensigtsmæssigt at fordele flere harmoniske af signalet udsendt til måling over frekvensområdet, indenfor hvilket korrektionselementerne af modforvrængeren opererer.

15 Under effektuering af modforvrængningen skal impuls-repetitionsfrekvensen varieres kontinuert omkring den nominelle værdi til opnåelse af et helt antal runde vinkler som før nævnt.

20 Måleinstrumentet SM skal ved modtagesiden kunne genskabe et impulstog ved en frekvens, der er lig med frekvensen af impulserne udsendt ved transmissionssiden.

25 Varigheden af impulssignalet, der på ny genereres ved modtagesiden, vælges til opnåelse af et kombineret spektrum, der med tilnærmelse er ensartet i hele det bånd, som er af interesse, eller til dels har en udnyttelsesgrad, der er lig med udnyttelsesgraden af det transmitterede impulssignal.

30 I den i fig. 1 viste udførelsesform udledes både information til genskabelse af referenceimpulserne og signalet modtaget fra transmissionskanalen CA ved udgangen af modforvrængeren EQ.

35 Fase- og amplitudesammenligninger mellem de to spektraltætheder, hvoraf den ene har relation til det modtagne signal, og den anden har relation til de impulser, der på ny genereres ved modtagesiden af måleinstrumentet SM, giver information til

justering af fase- og amplitudemodforvrænger, til reduktion af kanalforvrængningen indenfor de ønskede grænser af det transmissionssystem, der skal installeres.

- 5 Sammenligningen foretages ved en vektordifferensoperation på de ovennævnte spektre. Visningen på skærmen af spektralanalysatoren AS af residualspektrets densitet genereret ved sammenligningsoperationen, giver et billede af residualforvrængningen over hele det pågældende frekvensbånd.

10

Dette udtrykkes linie for linie som modulet af differencen mellem to vektorer (henholdsvis den ønskede og den opnåede) sammenlignet med amplituden af det ene af de to spektre, der anvendes til kalibrering.

15

F.eks. indikerer et forhold på 40 dB for en linie, at differensmodulet er 1% af amplituden af linien i forhold til det spektrum, der vises under kalibreringen.

20

Fig. 2 viser et andet blokdiagram, i hvilket måleinstrumentet SM udleder information til genskabelse af referenceimpulserne mod strømmen fra modforvrænger EQ via leder 2, og signalet forvrænget af transmissionskanalen CA i strømretningen fra modforvrænger EQ via leder 1.

25

Det kan i flere tilfælde være en fordel at have et signal til genskabelse af sammenligningsspektret uafhængigt af eventuelle modforvrængninger under målingerne på transmissionskanalen CA.

30

Fig. 3 viser blokdiagrammet af modtagesiden af måleinstrumentet SM, som genskaber de transmitterede impulser i overensstemmelse med den modtagne information, selv om denne er forvrænget, og sammenligner den med impulserne, genskabt på denne måde.

35

Beskrivelsen refererer til måleinstrumentet SM, der kan anvendes i forbindelse med blokdiagrammerne i fig. 1 og 2.

Eftersom måleinstrumentet må have en egnet indgangsimpedans indenfor båndet af det indgangssignal, der via leder 2 kommer fra den kanal, der skal modforvrænges, opsamles den information, der kan anvendes til generering af impulssekvensen, ved hjælp af et separationstrin SS i indgangen.

Dette trin afgiver ved udgangen den ønskede information ved en lav udgangsimpedans uden, som følge af den høje indgangsimpedans, at påvirke det signal, der føres til sammenligningskredsen CS.

Andre arrangementer er mulige. Eksempelvis kan der anvendes en modstandsdeler eller en hybrid transformer.

Det således opnåede signal tilføres til efterfølgende trin, der udleder den transmitterede impulsrepetitionsfrekvens.

Til dette formål er signalet fra separationstrinet SS ført til et differentierende netværk RD og derefter til en amplitudekomparator AC, der foretager en kvadrering. Denne komparator AC er udstyret med en manuel styring A til justering af tærskelværdien.

Der opnås på denne måde positive impulser ved et logisk niveau, som er karakteriseret ved en repetitionsfrekvens, der ligner den transmitterede. Et efterfølgende trin GD, i form af to kaskadekoblede monostabile kredsløb MR og MF, gør det muligt at tilføre information med relation til repetitionsfrekvensen til et efterfølgende oscilator kredsløb PL med faselåst sløjfe, idet fasen kan justeres.

Det første monostabile kredsløb MR virker som et element med variabel forsinkelse som følge af justeringen af varigheden af den impuls, der tilføres ved udgangen, ved hjælp af hvilken det andet monostabile kredsløb MF styres.

Denne funktion anvendes til at justere faserne af de to impulser, idet den ene impuls modtages fra transmissionskanalen, og

den anden genereres lokalt.

De lokalt genererede impulser kan forsinkes af det første monostabile kredsløb MR ved hjælp af en kontinuert justering, tilvejebragt ved hjælp af en styring B og ved hjælp af en diskret justering indeholdende hele repetitionsfrekvensens periode.

Den anden justering vil blive beskrevet mere detaljeret i det følgende.

Det andet monostabile kredsløb MF tjener derimod til at generere repetitionsfrekvensen af de impulser, der transmitteres som firkantbølger, idet impulsens varighed svarer til halvdelen af repetitionsperioden af de modtagne impulser.

Det efterfølgende oscillator kredsløb PL med faselåst sløjfe muliggør ved modtagesiden en genskabelse af den frekvens, der anvendes ved sendesiden, for genskabelse af en impulssekvens med samme karakteristikker som de transmitterede.

Oscillator kredsløbet PL udgøres af en styret oscillator OC, en programmerbar deler DP og en fasekomparator CF, som modtager signalet tilført ved hjælp af trinet GD på leder 6 og signalet tilført ved hjælp af DP på leder 7 og tilfører styrespændingen til oscillatoren OC på leder 8.

For at muliggøre en fasejustering indenfor hele impulsrepetitionsperioden, er signalet fra oscillator kredsløbet PL ført til et kredsløb RF bestående af en anden delekæde, der kan programmeres ved hjælp af styringen C. Delemodulerne af DP og RF er lige store, og tælleafslutningsimpulsen genereret ved hjælp af deleren DP på leder 7, forudindstiller deleren af RF til begyndelsesværdien indstillet ved hjælp af styringen C. Fasen af tælleafslutningsimpulsen genereret ved hjælp af delemodulet RF, kan derefter vælges ved hjælp af et andet binært ord.

Derefter følger et kredsløb FI til formning af den lokalt genererede impuls. Dette formningskredsløb FI er i stand til at bringe niveauet og kanterne af impulsen i overensstemmelse med niveauet og kanterne af de transmitterede impulser.

5

I en alternativ udførelsesform anvendes en selektiv forstærker, der er afstemt til sekvensen af den første spektrallinie af det modtagne spektrum, i stedet for det differenterende netværk RD.

10

Amplitudekomparatoren AC gør det muligt at omsætte det forstærkede sinusformede signal til en firkantbølge af et passende niveau. Det kan følgelig tilføres direkte til fasekomparatoren CF af oscillatorkredsløbet PL uden anvendelse af trinnet GD.

15

I begge udførelsesformer foretager et kredsløb CS amplitude- og fasesammenligningen af de to spektraltætheder, idet den ene har relation til det signal, der modtages fra transmissionskanalen på leder 1, og det andet har relation til impulsen, der genereres ved modtagesiden på leder 4, og idet differencen mellem spektraltæthederne afgives ved udgangen af leder 4.

20

Spektralanalysatoren AS gør det let at minimere denne differens og giver samtidigt et overblik over virkningen af justeringen af fase- og amplitudeforvrængeren.

25

En udformning af amplitude- og fasesammenligningskredsløbet CS er vist i fig. 4.

30

Lederne 1 og 4, på hvilke det modtagne signal og de genskabte impulser findes, er forbundet til de bevægelige kontaktarme af to afbrydere CB og CC, hvis faste kontaktsteder er forbundet til nogle tilpasningsimpedanser TA og TB og til afkoblingsnetværk RA og RC. RA og RC er på sin side forbundet til primærviklingen af en differentialtransformer TD.

35

Et yderligere afkoblingsnetværk RB, der er indskudt mellem midtpunktsudtaget af primærviklingen og den fælles jord, forbedrer afkoblingen mellem indgangene.

- 5 Sekundærviklingen er forbundet til udgangen via leder 5.

10 Ved at placere en af de to afbrydere CB eller CC i kontakt med en af de tilpassede belastninger TA eller TB ved udgangen, er der opnået en af de to indgangssignaler, ved hjælp af hvilke analysatoren, der er forbundet til leder 5, kan kalibreres.

15 Ved at betjene afbryderne til at genetablere begge forbindelser til transformeren TD, er differensen tilvejebragt på leder 5, og en nøjagtig værdi af den samlede forvrængning vises på analysatorens skærm.

P a t e n t k r a v .

- 20 1. Fremgangsmåde til måling af den samlede amplitude- og faserforvrængning i den fjerne ende af en transmissionskanal (CA), omfattende en generering af et impulssignal ved den nære ende af transmissionskanalen, og en modtagelse af det resulterende forvrængede signal ved den fjerne ende af kanalen, en
- 25 vurdering af det forvrængede signal i relation til særlige aspekter deraf, en sammenligning af data vedrørende sådanne aspekter med tilsvarende data af det ikke-forvrængede signal og en visning af resultatet af sammenligningen i frekvensdomænet, k e n d e t e g n e t ved, at repetitionsfrekvensen
- 30 af det modtagne signal udledes ved den fjerne ende ved en generering af et periodisk impulssignal med en lav og endelig udnyttelsesgrad ved den nære ende og deraf et impulstog med denne frekvens, for derved at tilvejebringe regenererede periodiske impulser, svarende til de oprindeligt genererede, idet
- 35 faserne af amplituderne af spektraltæthederne af det modtagne signal og de regenererede impulser sammenlignes, og forskellen i spektraltætheden vises ved hjælp af en spektralanalysator (AS).

2. Apparat til udøvelse af fremgangsmåden ifølge krav 1, omfattende en impulsgenerator (GI), der skal forbindes til den ene ende af en transmissionskanal (CA), idet de deraf forårsagede amplitude- og faseforvrængninger skal måles, og et
- 5 evalueringsudstyr (SM, AS), der skal forbindes til den anden ende af kanalen, k e n d e t e g n e t ved, at generatoren (GI) er en impulsgenerator, hvor impulsbredden og -frekvensen kan justeres, og evalueringsudstyret (SM, AS) udgøres af:
- 10 signalseparerings- og formningskredsløbstrin forbundet til enden af kanalen, og som udleder repetitionsfrekvensen af impulserne, et faselåst sløjfekredsløb (PL), der er indrettet til at generere et signal ved en første frekvens på basis af signalet modtaget fra kredsløbstrinene, og som udgøres af en
- 15 fasekomparator (CF), en styret oscillator (OC) og en første programmerbar deler (DP),
- en anden programmerbar deler (RF), der indstilles på en via manuelt betjent styring(C) fastlagt begyndelsesværdi, der ved
- 20 hjælp af den første deler (DP) frembragte impuls indføres i den anden programmerbare deler, der udviser det samme deleforhold som den første deler og ved indgangen modtager signalet, genereret ved hjælp af den styrede oscillator (OC), og
- 25 en impulsformer (FI) indrettet til at tilvejebringe signalet genereret ved hjælp af den anden programmerbare deler (RF) lig med impulserne tilført ved hjælp af impulsgeneratoren (GI), et sammenligningskredsløb (CS) indrettet til at tilføre signaler repræsenterende vektordifferensen mellem signalet modtaget fra
- 30 transmissionskanalen (CA) og impulserne tilført ved hjælp af impulsformereren (FI), idet den samlede amplitude- og faseforvrængning udtrykkes ved at vise vektordifferensen på en spektralanalysator (AS).
- 35 3. Apparat ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at kredsløbstrinene udgøres af et separationstrin (SS) med høj indgangsimpedans og lav udgangsimpedans forbundet til trans-

missionskanalen (CA), et differentierende netværk (RD) indrettet til at differentiere signaler tilført ved hjælp af separationstrinet (SS), en amplitudekomparator (AC), der er indrettet til at kvadrere formen af signalet tilført ved hjælp af det differentierende netværk (RD) og er forsynet med en manuel styring (A) af den tærskelspænding, ved hvilken sammenligningen foretages, et første monostabilt kredsløb (MR) indrettet til at tilføre signaler med en forudbestemt forsinkelse med hensyn til indgangssignalerne modtaget ved hjælp af amplitudekomparatoren (AC), idet forsinkelsesstyringen (B) er manuelt betjent, et andet monostabilt kredsløb (MF), indrettet til at kvadrere signalet tilført ved hjælp af det første monostabile kredsløb (MR), der ud over at bestemme dets varighed også styrer fasekomparatoren (CF).

4. Apparat ifølge krav 2, kendet ved, at kredsløbstrinene udgøres af et separationstrin med høj indgangsimpedans og lav udgangsimpedans forbundet til transmissionskanalen (CA), en selektiv forstærker afstemt til frekvensen af den første spektrallinie af det modtagne spektrum tilført ved hjælp af separationstrinet (SS), en amplitudekomparator (AC), der er indrettet til at kvadrere signalet tilført ved hjælp af den selektive forstærker, og som er forsynet med en manuelt betjent styring (A) af tærskelspændingen, ved hvilken sammenligningen foretages, til styring af fasekomparatoren (CF).

5. Apparat ifølge krav 2-4, kendt ved, at sammenligningskredsløbet (CS) er en hybridtransformer, til hvis viklinger netværk (RA, RB, RC) til afkobling af indgangssignaler er forbundet.

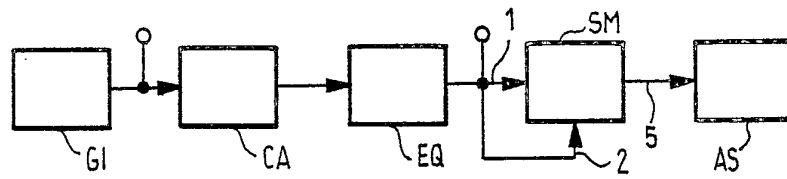


Fig.1

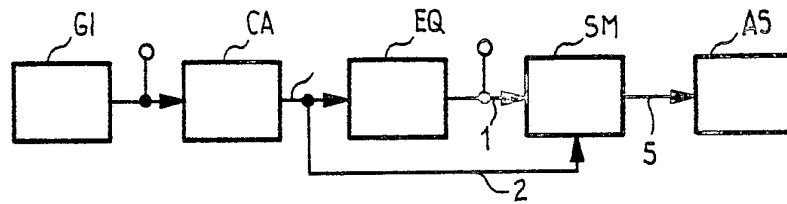


Fig.2.

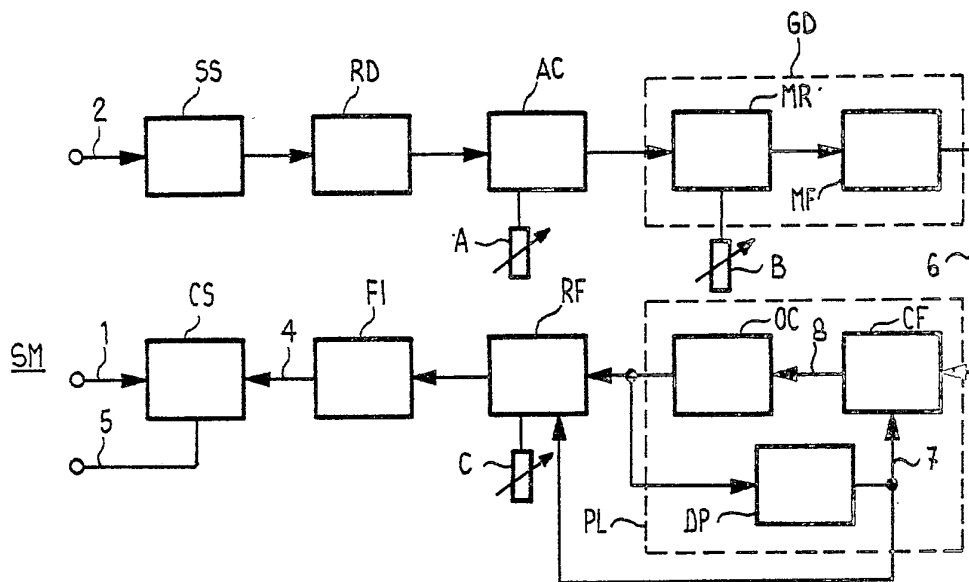


Fig.3

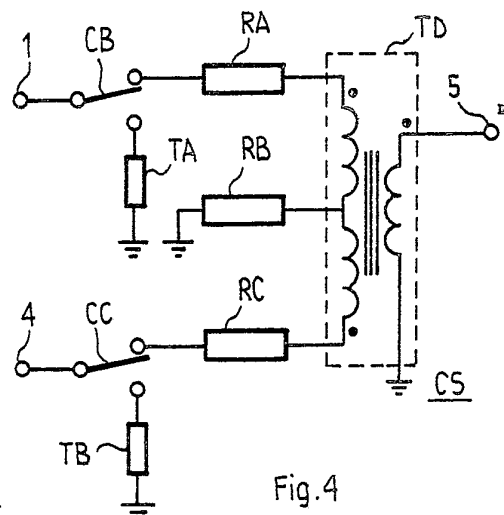


Fig.4