



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**
UTLÄGGNINGSSKRIFT 58405

C (45) Patentti myönnetty 12.01.1981
Patent meddelat

(51) Kv.lk.³/Int.Cl.³ G 01 R 23/02

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknings	760037
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	08.01.76
(23) Aikupäivä — Giltighetsdag	08.01.76
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	30.07.76
(44) Nähtävääksipanon ja kuuljulkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utskriften publicerad	30.09.80
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	29.01.75

Ruotsi-Sverige(SE) 7500935-7

- (71) Oy L M Ericsson Ab, 02420 Jorvas, Suomi-Finland(FI)
(72) Per Gunnar Bylund, Spånga, Bertil Lyberg, Norsborg, Ruotsi-Sverige(SE)
(74) Oy Kolster Ab
(54) Anordning för mätning av små frekvensdifferenser - Laite pienten taajuus-
erojen mittaamiseksi

Föreliggande uppfinning avser en anordning för mätning av små frekvensdifferenser av det slag som framgår av ingressen till bifogade patentkrav.

I telekommunikationssystem av bärfrekvenstyp är det ett känt problem att synkronisera de huvudoscillatorer från vilka de olika närfrekvenserna härledas. Med det stora antal kanaler som finns i moderna bärfrekvenssystem är det nödvändigt att olika i ett system ingående huvudoscillatorer har en frekvens som överensstämmer inom mycket snäva gränser. Det är önskvärt att kunna mäta frekvensskillnader av storleksordningen mHz vid absolutfrekvenser av storleksordningen någon MHz.

En vanligt metod att mäta frekvensskillnader är att betrakta svävningsfrekvensen t.ex. på ett visarinstrument. På grund av att ändringarna i instrumentutslaget går mycket långsamt kan en enda avläsning ta flera minuter i anspråk. Den tid som erfordras för att göra en oscillatorinställning, vilken normalt fordrar flera avläsningar, kan uppgå till tiotals minuter. Det är känt t.ex. genom de amerikanska patentskrifterna 3,235,800 eller

3,519,928 att åstadkomma avläsning av små frekvensskillnader genom att mäta fasskillnaden mellan en normalfrekvens och mätfrekvensen i en fasdiskriminator. Efter filtrering i ett lågpasfilter erhåller man en rampspänning (sågtandkurva) med en lutning som är proportionell mot frekvensskillnaden. Denna rampspänning deriveras varigenom en likspänning erhålls som är proportionell mot frekvensdifferensen. Likspänningen kan lämpligen driva ett visarinstrument som kan graderas direkt i frekvensskillnad. En frekvensskillnadsmätare av detta slag medger en betydligt snabbare avläsning än tidigare kända metoder.

Rampen är inte oändlig utan det uppträder ett språng i den varje gång fasskillnaden mellan spänningarna passerar genom 2π . Den vid derivering av språnget alstrade spänningen påverkar mätvärdet. Dessutom är det svårt att få den av sågbandskurvan bildade rampspänningen att vara linjär över hela området, vilket medför fel i den deriverade spänningen. För att undvika dessa nackdelar har man i de kända frekvensskillnadsmätarna anordnat två skilda mätanordningar med fasdetektor och deriveringskretsar. En av de spänningar som tillförs den ena av dessa mätanordningar fasförskjuts 180° vilket medför att de båda fasdetektorerna också kommer att vara 180° fasförskjutna. De olinjära delarna av den från deriveringskretsen erhållna utspänningen uppträder därför också fasförskjutna 180° . Genom att växelvis koppla mätkretsen till de båda deriveringskretsarna är det möjligt att mätkretsen hela tiden tillförs en spänning som erhålls genom derivering av ett linjärt segment av rampen. Nackdelen med denna anordning är att kretsarna blir komplicerade och dyrbara. De kända frekvensdifferensmätarna har dessutom den nackdelen att de är känsliga för transienta störningar, t.ex. fashopp i mät-signalerna.

Enligt uppfinningen är det möjligt att uppnå samma resultat med en betydligt enklare anordning. Uppfinningens kännetecken framgår av bifogade patentkrav.

Uppfinningen skall närmare beskrivas i anslutning till bifogade ritningar där

fig. 1 visar ett blockschema för en frekvensskillnadsmätare enligt uppfinningen och

fig. 2 visar ett antal pulsdigram.

I fig. 1 betecknar U1 och U2 två växelspänningar med frekvenserna f_1 och f_2 , vars frekvensskillnad skall mätas. I en typisk utföringsform är f_1 och f_2 båda av storleksordningen MHz medan frekvensskillnaden är av storleksordningen mHz. Ingångssignalerna U1 och U2 förstärks och omformas till

fyrkantvågor i förstärkarna 11 och 12. Utgången på förstärkaren 11 är direkt kopplad till en ingång på fasdetektorn 14 medan utgången på förstärkaren 12 är ansluten till ena ingången på en EXKLUSIV-ELLER-krets 13 vars utgång är ansluten till den andra ingången på fasdetektorn 14. EXKLUSIV-ELLER-kretsen 13, vars andra ingång är ansluten till en styrvippkrets 28, fungerar som fasvändare som varje gång vippan 28 ändrar sitt tillstånd vänder fasen 180° på den signal U2 som påtrycks fasdetektorn 14.

Fasdetektorn har två utgångar 15 och 16 som avger komplementära signaler. Till utgången 15 är kopplat ett lågpasfilter 17 och till utgången 16 är kopplat ett lågpasfilter 18 för bortfiltrering av högfrekvenskomponenterna i fasdetektorns utgång. Signalerna i punkterna 19 och 20 utgörs därför av komplementära sågtandskurvor enligt fig. 2A och 2B.

Till punkt 19 är kopplad en deriveringskrets av känd typ bestående av en seriekapacitans 21 och en operationsförstärkare 24 med en återkopplingsresistans 22. Resistansen 22 är parallellkopplad med en som en elektroniskt styrd kontakt fungerande fälteffekttransistor 23. Utgången 26 på deriveringskretsen är via en andra elektroniskt styrd kontakt 34, ett lågpasfilter 35 och en förstärkare 36 kopplad till ett mätinstrument 37.

Utgången 20 på filtret 18 är kopplad till en deriveringskrets 29, som följs av en polaritetsbestämmande krets, som alltid ger negativ puls ut i punkt 30 oberoende av om spänningen i punkt 20 är stigande eller fallande. Utgången 31 från kretsen 30 är kopplad till triggingången på två monostabila vippkretsar 32 och 33 där vippkretsen 32 styr kontakten 23 medan vippkretsen 33 styr kontakten 34.

Punkterna 19 och 20 är kopplade till ingångarna på en nivådetektor 27 som ger utsignal i form av låg nivå på utgången 38 endast om spänningen i punkt 19 och 20 ligger över en viss nivå bestämd av referensspänningen UR. Utgången 38 är ansluten till den bistabila vippkretsen 28 som triggas varje gång utgångssignalen på utgången 38 går från låg till hög nivå.

Anordningen fungerar på följande sätt, varvid hänvisas till diagrammen i fig. 2.

Det antages till en början att den nivåkännande kretsen 27 är bortkopplad och att spänningen U1 har den högsta frekvensen. Utspänningen i punkt 19 kommer då att variera enligt en sågtandskurva 19' såsom visas i fig. 1A. Sågtandskurvans momentana amplitud är proportionell mot fasskillnaden mellan spänningarna och dess lutning blir således proportionell mot frekvensskillnaden. Genom att derivata sågtandsspänningen 19' i deriveringskretsen 21,22,24 erhålls en likspänning som är proportionell mot frekvensskillnaden.

Sågtandspänningen 19' är en periodisk funktion som tar ett språng varje gång fasskillnaden mellan U1 och U2 passerar $2\sqrt{1}$. Därför erhålls ett språng också i den deriverade kurvan som blir avsevärt och som stör mätresultatet. Dessutom är sågtandskurvans ramp olinjär både före och efter spänningssprånget beroende på ofullkomligheter i fasdetekteringen bland annat beroende på att stig- och falltiderna hos de inmatade fyrkantvågorna ej kan försummas vid högre frekvenser. I en typisk koppling för mätning av en frekvensskillnad av ca 10 mHz (periodtid 100 s) visade det sig att utgångssignalens olinjäritet gav fel utgångsnivå från derivatorn under ca. 5 s vid varje språng i sågtandskurvan. Självva språnget i likspänningsnivån åstadkom vidare att deriveringskretsen blockerades genom att operationsförstärkaren 24 drevs i mättnings under ca. 10 s. Denna tid bestäms av omladdningstiden för kapacitansen 21. Omladdningsströmmen erhålls genom resistansen 22 vilken i ett typiskt fall var 2 M Ω vid ett värde på kapacitansen 21 av 10 μ F.

Genom att kortvarigt shunta resistansen 22 med en betydligt lägre resistans kan den tid deriveringskretsen är blockerad minskas avsevärt. Detta sker genom fälteffekttransistorn 23 som har en ledresistans av storleksordningen 400 Ω medan spärresistansen är så stor att den kan försummas i jämförelse med resistansen 22. Fälteffekttransistorn görs ledande med en puls från den monostabila vippan 32, som styrs av en puls vilken härleds ur sågtandskurvans spänningssprång medelst deriveringskretsen 29 och likriktarkretsen 30. Varaktigheten på pulsen 32 (fig. 2F) är så vald att kondensatorn 21 hinner omladdas. För att hindra att lågpasfiltret 35 på deriveringskretsen utgång urladdas bakvägen över transistorn 23 då denna är ledande, är fälteffekttransistorn 34 inkopplad. Denna görs oledande under den tid transistorn 23 är ledande eller något längre genom pulserna från den monostabila vippan 33 (fig. 2G), som triggas av samma puls som den monostabila vippan 32.

Det korta avbrottet i signalen på ingången till lågpasfiltret 35 utjämnas praktiskt taget helt i detta genom att förstärkaren 36 utgör en obetydligt belastning och den genom instrumentet 37 flytande likströmmen blir en praktiskt taget ren likström såsom framgår av fig. 2H.

Denna momentana minskning av tidskonstanten för deriveringskretsen och bortkoppling av lågpasfiltret 35 är naturligtvis verksam även vid andra transienta störningar t.ex. fashopp i någon av ingångssignalerna.

I det beskrivna fallet gör instrumentet ett positivt utslag enligt kurvan A i fig. 2H. Om f1 är mindre än f2 får sågtandkurvan från diskrimi-

natorn omvänd lutning enligt 19" fig. 2B och således en negativ derivata och instrumentets utslag går i negativ riktning enligt kurva B i fig. 2H.

För att komma tillrätta med olinjäriteten vid sågtandsrampens ändpunkter avkänns nivån i punkterna 19 och 20 genom nivådetektorn 27, varvid dessa nivåer jämförs med en referensspänning UR. UR motsvarar den övre nivå där rampen blir olinjär. Så länge båda punkterna 19 och 20 har lägre nivå än UR har utgången 38 låg nivå. Så snart en av dessa punkter 19, 20 över-skrider UR (19 vid stigande och 20 vid fallande ramp), varvid rampens lutning refererar till punkt 19, får utgången 38 hög nivå och vippkretsen 28, vilken fungerar som en flanktriggad T-vippa, slår om och ändrar nivån på den ena ingången på EXKLUSIV-ELLER-kretsen 13. Detta innebär att EXKLUSIV-ELLER-kretsens utgång blir hög för pulser med en polaritet som är motsatt den som rådde innan vippkretsen 28 slog om. Utgångssignalen från förstärkaren 12 fasvänds därför 180° varje gång vippkretsen 28 slår om. Den momentana amplituden hos sågtandkurvan återförs således från sitt värde UR till värdet $UR-UT/2$ där UT är sågtandspänningens toppvärde. Spänningen växer därefter åter längs den linjära delen tills nivån UR uppnås varefter spänningen språngartat återförs till nivån $UR-UT/2$ etc.

Eftersom rampen endast utnyttjas till hälften medan lutningen är oförändrad fördubblas sågtandskurvans frekvens, såsom framgår av fig. 2C.

Vid $f_1 > f_2$ får rampen sett i punkt 19 positiv lutning såsom framgår av fig. 2A. I detta fall sker nivåavkänningen i punkten 19. Vid $f_1 < f_2$ är rampen fallande och i detta fall avkänns nivån i punkten 20 (streckade kurvan). Nivån i punkten 19 återförs då enligt fig. 2B från nivån $UT-UR$ till nivån $3UT/2 - UR$ varefter den fallande rampen startar på nytt.

Uppfinningen är ej begränsad till det visade utföringsexemplet utan kan modifieras inom ramen för uppfinningstanken. De schematiskt visade nivådetektor- och deriveringsanordningarna kan naturligtvis ersättas med andra kretsar med ekvivalent funktion.

Patentkrav:

1. Anordning av det slag för mätning av små frekvensskillnader där de växelspanningar, vars frekvensskillnad skall mätas efter omvandling till rektangelvår tillförs en fasdetektor, vars utgångssignal är en sågtandspänning med en mot fasskillnaden proportionell momentan amplitud, vilken sågtandspänning deriveras i en deriveringskrets för erhållande av en mot frekvensskillnaden proportionell likspänning, k ä n n e t e c k n a d av medel (23,32) för att minska deriveringskretsens (21,22,24) tidskonstand vid språngartade förändringar i sågtandskurvan, av ett mellan deriveringskretsens (21,22,24) utgång och ett efter denna följande lågpasfilter (35) inkopplat kontaktorgan (34), som är anordnat att koppla bort lågpasfiltret (35) från deriveringskretsen (21,22,24) under den tid då denna har låg tidskonstant, samt av en före den ena ingången på fasdetektorn (14) inkopplad fasvändare (13) som är anordnad att vända fasen hos motsvarande växelspanning 180° så snart sågtandspänningens amplitud över eller underskrider sitt linjära område.

2. Anordning enligt patentkravet 1, där deriveringskretsen (21,22,24) består av en operationsförstärkare (24) med en kapacitans (21) i serie med en av ingångarna och en relativt stor återkopplingsresistans (22) mellan utgången och nämnda ingång, k ä n n e t e c k n a d av ett andra kontaktorgan (23) för inkoppling av en shuntkrets med betydligt lägre resistans än nämnda återkopplingsresistans (22).

3. Anordning enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a d av monostabila pulskretsar (32,33) styrda av en genom derivering av en språngartad förändring sågtandskurvan erhållen puls, vilka pulskretsar (32,33) avger en brytpuls till nämnda första (34) och en slutpuls till nämnda andra (23) kontaktorgan under i huvudsak den språngartade förändringens varaktighet.

4. Anordning enligt patentkravet 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att den pulskrets (33), som styr nämnda första kontaktorgan (34) avger en längre puls än den (32), som styr nämnda andra kontaktorgan (23).

5. Anordning enligt något av patentkraven 2—4, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda kontaktorgan (23,34) utgörs av fälteffekttransistorer.

6. Anordning enligt patentkravet 5, k ä n n e t e c k n a d därav, att resistansen hos nämnda shuntkrets utgörs av ledresistansen hos det andra kontaktorganet (23).

7. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att fasvändaren (13) utgörs av en EXKLUSIV—ELLER-krets, vars ena ingång är ansluten till nämnda ena växelspanning och vars andra ingång är ansluten till en bistabil vippekrets (28) som av en nivåkännande krets (27) bingas att ändar sitt läge varje gång sågtandsspänningen faller utanför det linjära området.

Patenttivaatimukset:

1. Sellainen laite pienten taajuuserojen mittaamiseksi, jossa ne vaihtojännitteet, joiden taajuusero on mitattava sakara-aalloksi tapahtuneen muuntamisen jälkeen syötetään vaiheilmaisimeen, jonka lähtösignaali on sahanhammasjännite, jolla on vaihe-eroon verrannollinen, hetkellinen amplitudi, joka sahanhammasjännite derivoidaan derivointipiirissä, jotta saataisiin taajuuseroon verrannollinen tasajännite, t u n n e t t u siitä, että siinä on välineet (23, 32), jotka pienentävät derivointipiirin (21, 22, 24) aikavakiota, kun tapahtuu hypähdysmäisiä muutoksia sahanhammaskäyrässä, kosketuselin (34), joka on kytketty sisään derivointipiirin (21, 22, 24) lähtökohdan ja tätä seuraavan alipäästösuotimen (35) välille ja joka on suunniteltu kytkemään pois alipäästö-suotimen (35) derivointipiiristä (21, 22, 24) sinä aikana, kun tällä on pieni aikavakio, sekä vaiheenkäännin (13), joka on kytketty sisään vaiheilmaisimen (14) toisen tulokohdan eteen ja on suunniteltu kääntämään vastaavan vaihtojännitteen vaiheen 180° verran, heti kun sahanhammasjännitteen amplitudi ylittää tai alittaa suoraviivaisen alueensa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, jossa derivointipiiri (21, 22, 24) koostuu operatiovahvistimesta (24) varustettuna kapasitanssilla (21), joka on sarjassa yhden tulokohdan kanssa, ja suhteellisen suurella takaisinkytkentävastuksella (22), joka on lähtökohdan ja mainitun tulokohdan välillä, t u n n e t t u siitä, että siinä on toinen kosketuselin (23), joka kytkee sisään sivuvirtapiirin, jonka vastus on huomattavasti pienempi kuin mainitun takaisinkytkentävastuksen (22).

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että siinä on monostabiilit pulssipiirit (32, 33), joita ohjaa pulssi, joka saadaan derivoimalla sahanhammaskäyrän hypähdysmäinen muutos, jotka pulssipiirit (32, 33) antavat katkaisupulssin mainittuun ensimmäiseen (34) ja sulkupulssin mainittuun toiseen (23) kosketuselimeen oleellisesti hypähdysmäisen muutoksen kestoajana.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että pulssipiiri (33), joka ohjaa mainittua ensimmäistä kosketuselintä (34), antaa pidemmän pulssin kuin se (32), joka ohjaa mainittua toista kosketuselintä (23).

5. Jonkin patenttivaatimuksen 2-4 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että kenttätehotransistorit muodostavat mainitut kosketuselimet (23, 34).

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainitun sivuvirtapiirin vastuksen muodostaa toisen kosketuselimen (23) johtovastus.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että vaiheenkääntimen (13) muodostaa YKSINOMAINEN-TAI-piiri, jonka toinen tulokohta on liitetty mainittuun yhteen vaihtojännitteeseen ja jonka toinen tulokohta on liitetty bistabiiliin vippapiiriin (28), jonka tasonaistiva piiri (27) saa muuttamaan tilaansa joka kerta kun sahanhammasjännite on suoraviivaisen alueen ulkopuolella.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

-

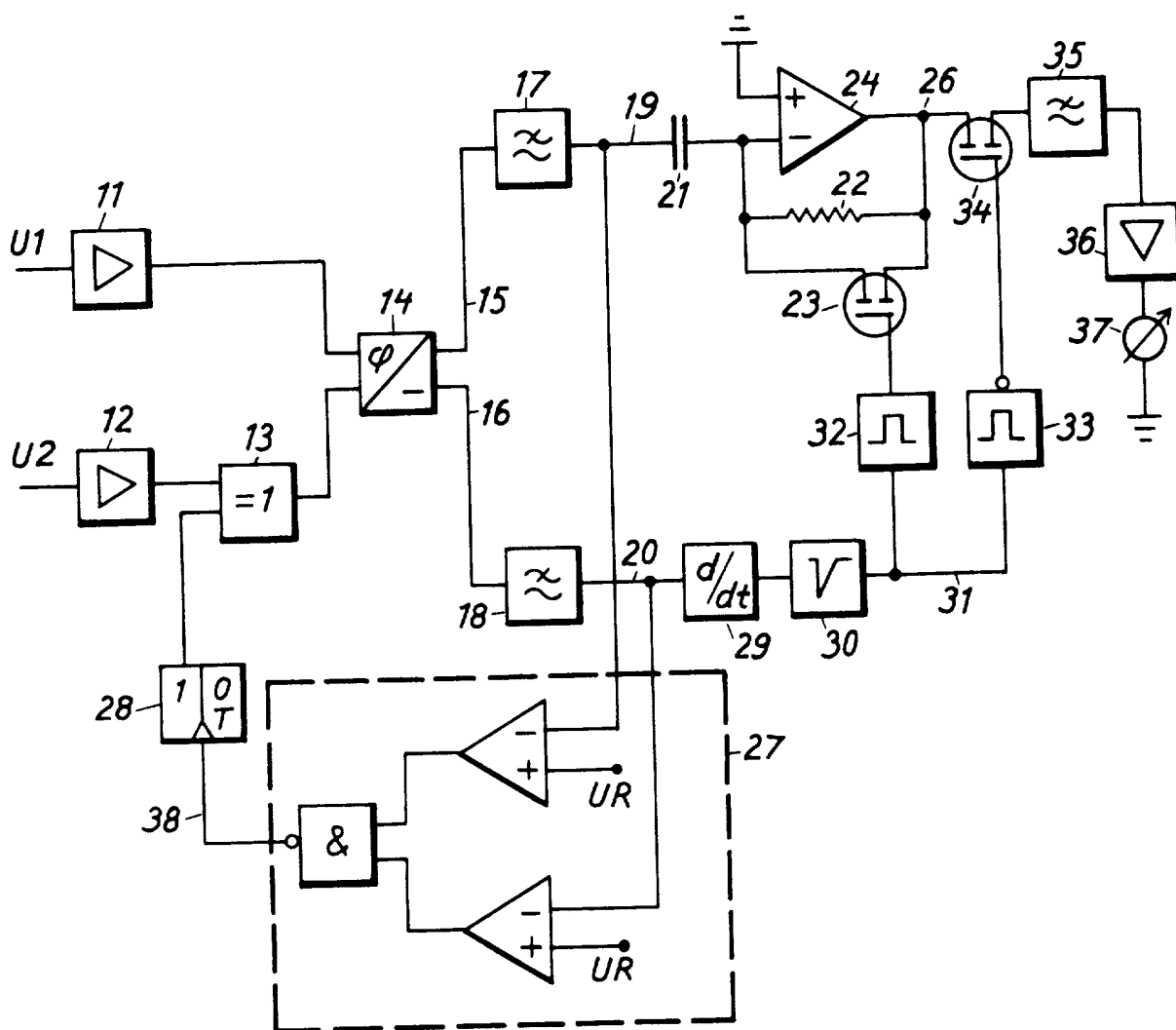


Fig.1

