



Patentdirektoratet  
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 2131/88

(51) Int.Cl.5

H 04 B 10/12

(22) Indleveringsdag: 19 apr 1988

(41) Alm. tilgængelig: 22 okt 1988

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 11 jul 1994

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 21 apr 1987 DE 3713340

(73) Patenthaver: \*Krone Aktiengesellschaft; Beeskowdamm 3-11; D-1000 Berlin 37, DE

(72) Opfinder: Manfred \*Rocks; DE

(74) Fuldmægtig: Budde, Schou &amp; Co. A/S

## (54) Fremgangsmåde ved optisk telekommunikationsoverføring

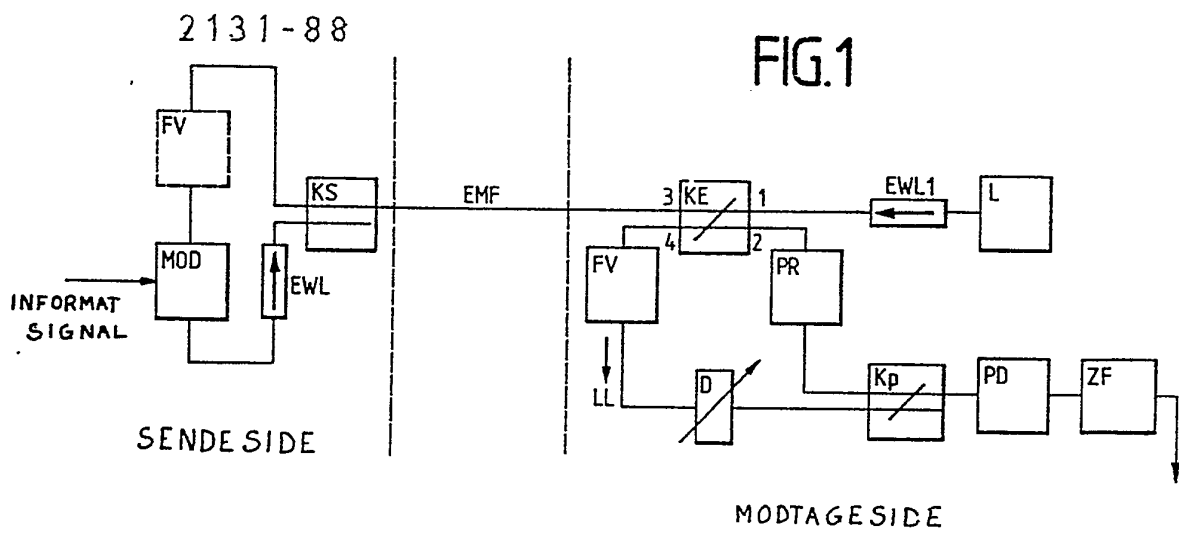
## (56) Fremdragne publikationer

Andre publikationer: Electronic design, bind 15, nr. 12, juni 1967, side 104,  
Rochelle Park, NJ, US, "AM receiver uses laser LO"

(57) Sammendrag:

2131-88

Ved en fremgangsmåde til optisk informationsoverføring mellem rumligt indbyrdes adskilte sendere og modtagere anvendes heterodynmodtagningsprincippet. En umoduleret optisk bærebølge fra en på modtagesiden tilvejebragt laser opdeles i en første fiberoptisk kobler (KE) i to dele til overføringsstrækningen (EMF) og som lokallaserbølge (LL). I en forgrening tilvejebringes en frekvensforskydning af størrelsen  $\Delta f$ . Den umodulerede optiske bærebølge gennemløber en monomodefiber (EMF) i retning mod sendesiden, og moduleres der med et informationssignal i en modulator (MOD) (fig. 1). Dette således modulerede optiske signal ledes videre til modtagesiden, hvor det omsættes med lokallaserbølgen (LL) i et mellemfrekvensbånd.



Opfindelsen angår en fremgangsmåde ved optisk telekommunikationsoverføring ifølge indledningen til krav 1.

Fra den optiske måleteknik er princippet for heterodynmodtagelse med en laser bekendt.

5 I tidsskriftet "ELECTRONICS DESIGN", bind 15, nr. 12, juni 1967, side 104 er omtalt en optisk superheterodynmodtager til modtagelse af amplitudemodulerede signaler, hvor overføringsbanen dannes af atmosfæren. Modtageren indeholder en laser, hvis udgangsstråle deles i to dele. Den  
10 ene del, som danner lokallaserbølgen, underkastes en frekvensforskydning, mens den anden del, som danner bærebølgen, går gennem den atmosfæriske overføringsbane. Bærebølgen reflekteres fra en fjerntstående retroreflektor og fanges ved hjælp af en optik i modtageren. Ved passagen gennem  
15 luften ændres amplituden i den reflekterede bærebølge. Ved hjælp af et optisk system bliver lokallaserbølgen og den reflekterede bærebølge blandet efter en optisk heterodynfremgangsmåde. En fotodetektor tilvejebringer differensfrekvensen (mellemskvensen), som overføres til videre behand-  
20 ling i elektroniske kredsløb.

Denne indretning er en optisk modtager, som arbejder efter superheterodynfremgangsmåden i tilknytning til kendte radiomodtagere. På ugunstig vis finder der ikke nogen overlagt amplitudemodulation sted af den overførte bærebølge,  
25 således at det kun drejer sig om et apparat til måleteknisk registrering af atmosfæriske forstyrrelser, eftersom amplitudeændringen af den overførende stråle foregår ved atmosfærens påvirkning.

Endvidere er den i fig. 2 i nævnte publikation viste  
30 optiske opbygning overordentlig kompliceret og lider af justeringsproblemer, således at det er vanskeligt at anvende den inden for telekommunikationsteknikken.

I øvrigt er princippet med en heterodynmodtager med kun en laser kendt inden for den optiske måleteknik.

35 Dette måleprincip er omtalt bl.a. i "Electronics Letters", bind 16, 1980, side 630-631, og i IEEE Journ. of

Quantum Electronics, bind 22, 1986, side 2070-2074. Som mål søges altid målingen af den spektrale energitæthed i laserfasestøjen. Det kendte målesystem opbygges altid i en lokalitet, eksempelvis i et laboratorium.

5 Derimod er det ikke egnet til overføring af modulerede optiske signaler mellem to indbyrdes rumligt adskilte lokaliteter.

Det er formålet med den foreliggende opfindelse at tilvejebringe en fremgangsmåde for optisk telekommunikations-  
10 overføring af den indledningsvis nævnte art, specielt for bredbåndet overføring, som er ufølsom for ydre forstyrrelser og arbejder med et minimum af komponenter.

Det angivne formål opnås med en fremgangsmåde af den indledningsvis omhandlede art, som ifølge opfindelsen er  
15 ejendommelig ved de i krav 1's kendetegnende del angivne foranstaltninger.

Ifølge opfindelsen dannes overføringsbanen ved hjælp af en monodefiber, hvorigennem den første del af laserstrålen, bæredelen, går i begge retninger. Herved bliver  
20 bæredelen på sendesiden forsynet med informationssignalet ved hjælp af en reflektionsmodulator. På modtagersiden foregår frekvensforskydningen af lokallaserbølgen ved hjælp af en reflektionsforskydningsenhed.

Særligt fordelagtigt er det, at senderen ved anvendelse af en reflektionsmodulator kun består af denne. Et  
25 indkoblingselement eller et udkoblingselement henholdsvis en stråledeler er således ikke nødvendig. Også på modtagersiden bliver ved anvendelsen af en reflektionsforskydningsenhed tilvejebragt en væsentlig forenkling i forhold til  
30 tidligere kendte modtagere, eftersom lokallaserbølgen og bærebølgen blandes i samme koblingselement, i hvilket også der foregår en opdeling af den på modtagersiden tilvejebragte laser i en første og en anden del, dvs. bærebølgen og lokallaserbølgen.

35 Fordelagtige videre udformninger af opfindelsen er beskrevet i underkravene.

De ved opfindelsen tilvejebragte fordele er især, at modtagerfølsomheden ved blandingen af et stærkt signal (lokallaser) med et svagt fra overføringsstrækningen kommende moduleret signal forøges i forhold til følsomheden ved direkte modtagning, at der på sendesiden kun anvendes passive optiske byggeelementer, at der kun anvendes én laser og at frekvensreguleringen af lokallaseren som følge af mellemfrekvensspændingstilbagekobling bortfalder, eftersom en tilvejebragt laserfrekvensdrift optræder samtidigt begge veje, idet den kun er forskudt tidsmæssigt med signalløbetiden gennem monomodefiberen. Eftersom en sådan frekvensdrift hovedsageligt har termiske årsager er den ved en god temperaturstabiliseret laser langsom, således at løbetidsforskellen ikke virker forstyrrende.

Det er yderligere fordelagtigt, at en frekvensmæssig afstemning af forskellige lasere ikke er nødvendig, og at indstillingen af mellemfrekvensen ikke skal tilvejebringes over laseren, som reagerer meget frekvensfølsomt på strøm- og temperaturændringer, men tilvejebringes ved en passiv frekvensforskydningsenhed. Herved bortfalder den kritiske indstilling af laserarbejds punktet.

Herudover er alle de systemtekniske variationsmuligheder, som er tilvejebragt ved heterodyn systemet, også til stede her. Især er der ingen indskrænkninger for modulationsfremgangsmåden i relation til om den er analog eller digital. I stedet for en polarisationsstyreenhed kan der også foretages polarisationsmultibelmodtagning. Optiske forstærkere kan indsættes på dertil egnede steder i anlægget, og optisk frekvensmultipleksdrift er også mulig. Den ved opfindelsen tilvejebragte fremgangsmåde kan med fordel bl.a. anvendes til bredbåndsoverføring indenfor abonnentforbindelsesområdet. I tilknytning hertil er forbindelseslængden mellem centralen og abonnenten kort (maksimal 10 km), og antallet af de forventede anvendelsestilfælde er meget højt. Derfor må sådanne systemer være billige og simple, hvilket er sikret med det foreliggende system i sammenligning med de kendte, med glas-

fiberforbindelser tilvejebragte heterodynsystemer med to lasere.

Ved at anvende en monomodefiber opnås en høj grad af forstyrrelsesfrihed, samt en ringe dæmpning, således at  
5 overføringstrækningen, som skal gennemløbes to gange af bærebølgedelen, uden brug af mellemliggende forstærker kan være tilstrækkelig stor.

En eksempelvis udførelsesform af opfindelsen forklares i det følgende nærmere under henvisning til tegningen, på  
10 hvilken:

fig. 1 er et blokdiagram af et optisk overføringsanlæg med heterodynmodtagning under anvendelse af kun én laser og tre optokoblere,

fig. 2 er et blokdiagram af et optisk overføringsanlæg  
15 med heterodynmodtagning under anvendelse af kun én laser og kun én optokobler.

I fig. 1 er blokdiagrammet for et optisk overføringsanlæg med heterodynmodtagning under anvendelse af kun én laser L og tre optokoblere KS, KE, KP vist.

20 Laseren L udsender en umoduleret optisk bærebølge med en båndbredde  $< 10$  MHz. Denne bærebølge løber gennem en første optisk ensrettet ledning EWL1, hvilket forhindrer laserfrekvens- og laserfasefluktuationer som følge af reflekterede dele af strålingen. Den umodulerede optiske bærebølge  
25 indføres i indgangen 1 på optokobleren KE, som er placeret på modtagesiden, idet kobleren KE i retning mod sendesiden virker som forgreningsled, og bærebølgen opdeles på udgangene 3 og 4. Den del af bærebølgen, som forlader kobleren KE på udgangen 4, er lokallaserbølgen LL, medens den del af bærebølgen, som træder ud ved udgangen 3, overføres til sendesiden gennem monomodefiberen EMF. Her finder - modsvarende frekvensforskydningen i forgreningen på modtagesiden på  
30 udgangen 4 på kobleren KE - derefter den optiske frekvensforskydning med  $\Delta f$  i frekvensforskydningsenheden FV sted  
35 tillige med modulationen af bærebølgen med informationssignalet i modulatoren MOD.

Den anden ensrettede ledning EWL2 på sendesiden er nødvendig i det tilfælde, at de i begge retninger gennem modulatorens MOD og frekvensforskydningsenheden FV løbende dele af bærebølgen indbyrdes tilvejebringer forstyrrelse.

5 Den på udgangen af den anden ensrettede ledning EWL2 med informationssignalet modulerede og frekvensforskudte bærebølge overføres over kobleren KS til monomodefiberen EMF og løber i retning mod modtagesiden.

Her overføres i kobleren KE det modulerede optiske  
10 signal fra udgang 3 til indgang 2, hvorefter det over en polarisationsstyreenhed PR, hvori polarisationstilstanden af det modulerede optiske signal tilpasses til lokallaserbølgen LL, i kobleren KP føres sammen med lokallaserbølgen LL, hvis effekt kan indstilles i et optisk dæmpningsled D  
15 til den optimale modtagefølsomhed. Herefter følger blanding og frembringelse af mellemfrekvens, som ved kendte løsningsforslag til andre heterodynmodtagninger i en fotodiode PD. Et herefter følgende mellemfrekvensfilter ZF skal være indstillet til midterfrekvensen  $\Delta f$ , således at mellemfrekvenssignalet  
20 i vidt omfang overføres uforvrænget til demodulationstrinet.

Fig. 2 er et blokdiagram af et optisk overføringsanlæg med heterodynmodtagning, hvori kun en laser L og en kobler K er nødvendig.

I modsætning til den i fig. 1 viste eksempelvis  
25 udførelsesform af opfindelsen anvendes i den foreliggende eksempelvis udførelsesform kun en kobler K med 4 porte. Komponenterne frekvensforskydningsenheden FV og modulatorens MOD er udformet som reflekterende komponenter, dvs. som reflektionsfrekvensforskydningsenhed RFV og reflektionsmodu-  
30 lator RMOD, dvs. at indgangs- og udgangssignaler anvender den samme port, dog i forskellige retninger.

Lasere L, den ensrettede ledning EWL, det optiske dæmpningsled D, polarisationsstyreenheden PR, fotodioden PD og mellemfrekvensfilteret ZF virker på samme måde, som i  
35 den i fig. 1 viste eksempelvis udførelsesform. Den umodulerede optiske bærebølge opdeles i kobleren K. Det på port 4

optrædende optiske signal overføres over polarisationssty-  
ringsorganet PR og det optiske dæmpningsled D til reflek-  
tionsfrekvensforskydningsenheden RFV, og forskydes i sin  
optiske frekvens med størrelsen  $\Delta f$ . Dette optiske signal  
5 overføres som lokallaserbølge LL til kobleren K igen på  
port 4 og træder ud ved port 2. Den på port 1 udtrædende  
del blokeres ved den ensrettede ledning EWL. Det på port 3  
på kobleren K udtrædende optiske signal overføres ved over-  
føringsstrækningen EMF i retning mod sendesiden, hvor det i  
10 reflektionsmodulatoren RMOD moduleres med informationssig-  
nalet og i denne form på ny gennemløber overføringsstrækning-  
gen EMF, dog nu den modsatte retning, for at træde ind gennem  
porten 3 på kobleren K og over porten 2 på kobleren K sammen  
med den frekvensforskudte lokallaserbølge LL for at blive  
15 blandet ved fotodioden PD. Den videre bearbejdning følger  
det i tilknytning til den eksempelvis udførelsesform i  
fig. 1 forklarede.

P A T E N T K R A V.

1. Fremgangsmåde til optisk telekommunikationsoverfø-  
føring, især til bredbåndet overføring mellem rumligt ind-  
byrdes adskilte sende- og modtagerorganer, hvor en umoduleret  
5 optisk bærebølge fra en på modtagesiden tilvejebragt laser  
(L) opdeles i to dele ved hjælp af en første fiberoptisk  
kobler (K), som er placeret på modtagesiden, idet den første  
del danner en bærebølgedel, som tilføres en overførings-  
strækning (EMF), og den anden del danner en lokallaserbølge  
10 (LL), som frekvensforskydes med størrelsen  $\Delta f$ , og som blandes  
med den over overføringsstrækningen (EMF) fra senderen til-  
bagekommende og med et informationssignal modulerede bærebøl-  
gedel ifølge det optiske heterodynprincip, hvorved der til-  
vejebringes en mellemfrekvens, k e n d e t e g n e t ved,  
15 at der som overføringsstrækning anvendes en monomodefiber  
(EMF), som bærebølgedelen går igennem i begge retninger, at  
bærebølgedelen moduleres på sendesiden ved hjælp af en re-  
fleksionsmodulator (RMOD) med informationssignalet, og at  
frekvensforskydningen af lokallaserbølgen (LL) foregår i en  
20 refleksionsfrekvensforskydningsenhed (RFV).

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1,  
k e n d e t e g n e t ved, at de to dele af den umodulerede  
optiske bærebølge er lige store.

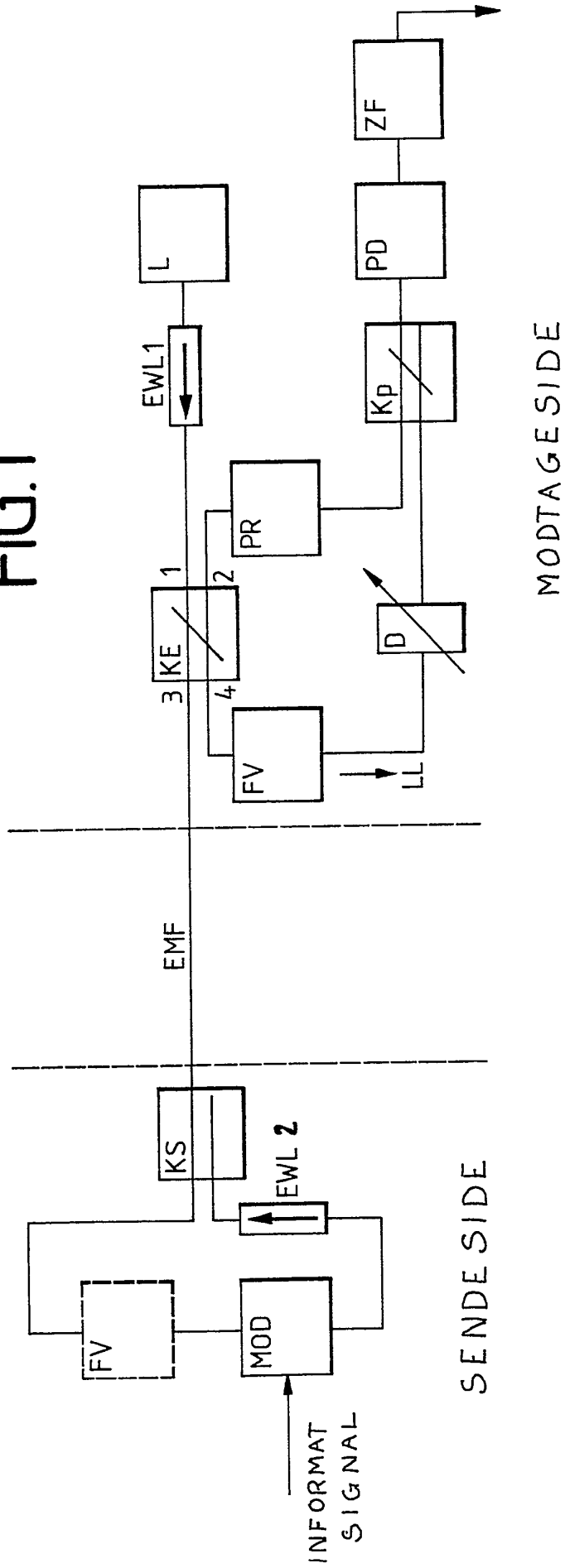
3. Fremgangsmåde ifølge krav 1,  
25 k e n d e t e g n e t ved, at monomodefiberen er polarisa-  
tionsbevarende.

4. Fremgangsmåde ifølge krav 1,  
k e n d e t e g n e t ved, at frekvensforskydningen til-  
vejebringes på sendesiden.

30 5. Fremgangsmåde ifølge krav 1,  
k e n d e t e g n e t ved, at frekvensforskydningen til-  
vejebringes på modtagesiden.

6. Fremgangsmåde ifølge krav 1,  
k e n d e t e g n e t ved, at frekvensforskydningsstørrelsen  
35  $\Delta f$  er indstillelig.

FIG.1



SENDER SIDE

RECEIVER SIDE

FIG. 2

