



## (12) PATENTSKRIFT

Patent- og  
Varemærkestyrelsen

---

- (51) Int.Cl.<sup>®</sup>: **H 04 B 10/08 (2006.01)**                      **H 04 B 10/17 (2006.01)**                      **H 04 L 29/08 (2006.01)**
- (21) Patentansøgning nr: **PA 1996 00619**
- (22) Indleveringsdag: **1996-05-31**
- (24) Løbedag: **1996-05-31**
- (41) Alm. tilgængelig: **1997-12-01**
- (45) Patentets meddelelse bkg. den: **2007-04-10**
- 
- (73) Patenthaver: **Tellabs Denmark A/S, Lautrupbjerg 7-11, 2750 Ballerup, Danmark**
- (72) Opfinder: **Henrik Hørlyck, Ordrupvej 49, lejl. 212, 2920 Charlottenlund, Danmark**
- 
- (74) Fuldmægtig: **Zacco Denmark A/S, Hans Bekkevolds Allé 7, 2900 Hellerup, Danmark**
- 

(54) Benævnelse: **Fremgangsmåde og forstærkerenhed til transmission af datasignaler via en optisk fiber**

(56) Fremdragne publikationer:  
**Ingen**

(57) Sammendrag:

Ved en fremgangsmåde til transmission af datasignaler via en optisk fiber mellem to netværkselementer (14,36; 43,56) i et digitalt datatransmissionsnetværk benyttes en transmissionsprotokol, hvor der ud over de nævnte datasignaler transmitteres første styre- og/eller kontrolsignaler i form af overhead-signaler. I den optiske fiber er der mellem de to netværkselementer indskudt en optisk fiberforstærker (23). Mellem den optiske fiberforstærker og i det mindste et af de to netværkselementer overføres yderligere andre styre- og/eller kontrolsignaler i et format svarende til nævnte overhead-signaler.

En forstærkerenhed (22;48) omfattende en optisk fiberforstærker (23) er indrettet til indføjelse i en optisk fiber til transmission af datasignaler mellem to netværkselementer (14,36; 43,56) i et sådant datatransmissionsnetværk. Enheden omfatter desuden midler til at overføre andre styre- og/eller kontrolsignaler i et format svarende til nævnte overhead-signaler mellem enheden og i det mindste et af de to netværkselementer.

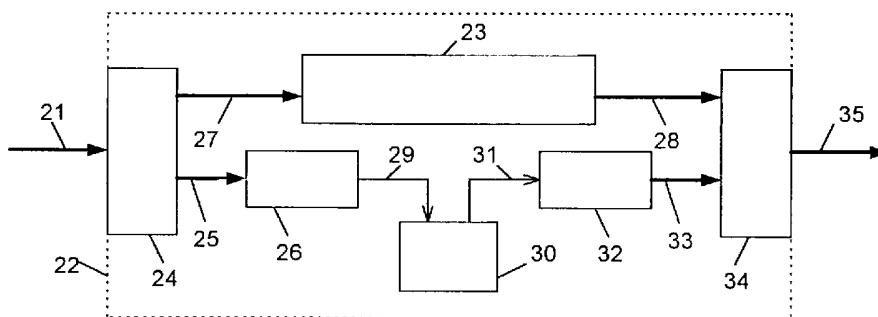


Fig. 4

Opfindelsen angår en fremgangsmåde til transmission af datasignaler via en optisk fiber mellem to netværkselementer i et digitalt datatransmissionsnetværk, hvor der ud over de nævnte datasignaler transmitteres første styre- og/eller kontrolsignaler til administration af netværket, og hvor der i den optiske fiber mellem de to netværkselementer er indskudt en optisk fiberforstærker. Desuden angår opfindelsen en forstærkerenhed til anvendelse i et sådant datatransmissionsnetværk.

10 Anvendelsen af optiske fibre i teletransmissionsnetværk er efterhånden blevet særdeles udbredt. En ulempe er imidlertid, at der på grund af dæmpning er grænser for, hvor lange fibre, der kan anvendes. Dette forhold er blevet væsentligt forbedret med tilkomsten af optiske fiberforstærkere, som er rent optiske komponenter, der indsættes i en fiber og foretager en optisk forstærkning af det lys, som passerer den. På denne måde kan man opnå meget lange fiberstrækninger, idet fiberforstærkere så at sige erstatter traditionelle elektriske regeneratore eller  
20 repeatere.

Traditionelle regeneratore i et transmissionsnetværk, dvs. regeneratore hvor de optiske signaler omsættes til elektriske signaler, forstærkes og atter omsættes til optiske signaler, overvåges normalt ved, at der i netværket overføres en række overvågningssignaler mellem hver regenerator og dens nabonetværkselementer. Af hensyn til driftssikkerheden ønsker man af samme grund at overvåge de optiske fiberforstærkere på samme måde.

Imidlertid overføres overvågningssignalerne i de fleste transmissionssystemer, som f.eks. SDH eller SONET, i såkaldte overheadbytes, som er indlejret blandt de øvrige data i transmissionsprotokollernes datablokke. Signalerne er derfor kun tilgængelige, når datablokkene "pakkes ud",

som det sker - eller i hvert fald kan ske - i de traditionelle elektriske regeneratore. Dette er imidlertid ikke muligt i en optisk fiberforstærker, da denne blot ad optisk vej forstærker det lys, som passerer den, og derfor  
5 ikke har adgang til individuelle bytes i datastrømmen.

Der kendes systemer, hvor man kan sende separate og specielle overvågningssignaler via fiberen eller ad anden vej til hhv. fra sådanne optiske fiberforstærkere. Disse specielle signaler kræver imidlertid særligt udstyr ved  
10 såvel fiberforstærkeren som ved nabonetværkselementerne. Desuden kan disse signaler ikke umiddelbart indgå i netværkets almindelige overvågningssystem, der som nævnt f.eks. kan foregå ved hjælp af transmissionssystemets overheadbytes, og overvågningen af de optiske fiberforstærkere bliver derfor temmelig kompleks.  
15

Fra FR 2 712 096 kendes et system, hvor der på udgangssignalet på en optisk fiberforstærker kan moduleres kontrolsignaler. Her er der imidlertid ikke tale om egentlige  
20 overvågningssignaler.

Et system af den ovenfor beskrevne type med separate og specielle overvågningssignaler via fiberen kendes fra US 5 383 046. Overvågningssignalerne amplitudemoduleres på  
25 de datasignaler, som passerer fiberforstærkeren. Heller ikke disse signaler har et format, så de kan indgå i netværkets almindelige overvågningssystem, idet de sendes som specielle signaler frem til den efterfølgende egentlige regenerator og først her indføres i SDH-systemet.  
30

Det er derfor et formål med opfindelsen at angive en fremgangsmåde samt en forstærkerenhed, hvormed sådanne fiberforstærkere kan overvåges på relativt enkel vis og således, at overvågningen direkte kan indgå i netværkets  
35 øvrige overvågningssystem.

Ifølge opfindelsen opnås dette ved en fremgangsmåde, hvor andre styre- og/eller kontrolsignaler overføres mellem den optiske fiberforstærker og i det mindste et af de to netværkselementer i et format svarende til nævnte over-  
5 head-signaler.

Når der til hhv. fra fiberforstærkeren overføres signaler i dette format, kan disse i nabonetværkselementerne direkte indpasses i det øvrige overvågningssystem, og det bliver derfor muligt at overvåge fiberforstærkerne på  
10 helt samme vis, som hvis det havde været traditionelle elektriske regeneratore.

Det vil være hensigtsmæssigt, at de nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler som angivet i krav 2 overføres mellem den optiske fiberforstærker og nævnte netværksele-  
15 ment via en optisk fiber, og fortrinsvis som angivet i krav 3 via den optiske fiber, hvori den optiske fiberforstærker er indskudt.

Hvis de nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler som i krav 4 overføres uden at ændre nævnte datasignaler og  
20 første styre- og/eller kontrolsignaler, opnås et system, hvor det overordnede overvågningssystem har tilgang til alle signaler, som de var før indføjelser af fiberforstærkeren.

En hensigtsmæssig udførelsesform opnås ved, at de nævnte  
25 andre styre- og/eller kontrolsignaler som angivet i krav 5 overføres ved hjælp af særlige optiske sende-/modtageenheder placeret ved henholdsvis den optiske linieforstærker og nævnte netværkselement.

De nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler kan  
30 f.eks. som angivet i krav 6 overføres i fiberen som optiske signaler med en bølgelængde, som er forskellig fra bølgelængden for nævnte datasignaler og første styre-

og/eller kontrolsignaler. Herved opnås netop, at signalerne ikke påvirker de øvrige optiske signaler i fiberen, ligesom det på denne måde er enkelt på modtagersiden at adskille signalerne fra de øvrige signaler.

- 5 Alternativt kan de nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler overføres i fiberen ved modulation af en bærebølge, som også anvendes til overføring af nævnte data-signaler og første styre- og/eller kontrolsignaler. Denne metode kræver lidt mere komplekst udstyr; men til gengæld  
10 optager den ikke ekstra båndbredde i fiberen, hvilket især har betydning i netværk med stor trafik, hvor man ønsker at have så stor båndbredde som muligt til rådighed for egentlig datatrafik.

- Fremgangsmåden kan som angivet i krav 8 især finde anvendelse i et datatransmissionsnetværket, der er opbygget  
15 som et Synkront Digitalt Hierarki (SDH), og de nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler kan så dannes på grundlag af en eller flere af de i SDH anvendte overheadbytes. Der kan fortrinsvis som angivet i krav 9 anvendes  
20 en eller flere af de med D1-D12 betegnede overheadbytes.

Som nævnt angår opfindelsen også en forstærkerenhed med en optisk fiberforstærker og indrettet til indføjelse i en optisk fiber mellem to netværkselementer i et digitalt datatransmissionsnetværk som ovenfor beskrevet.

- 25 Ved, at enheden er indrettet til at sende/modtage de andre styre- og/eller kontrolsignaler i et format svarende til nævnte overhead-signaler, opnås som tidligere omtalt, at signalerne i nabonetværkselementerne direkte kan indpasses i det øvrige overvågningssystem, og det bliver  
30 derfor muligt at overvåge fiberforstærkerne på helt samme vis, som hvis det havde været traditionelle elektriske regeneratore.

En hensigtsmæssig udførelsesform for forstærkerenheden, som er angivet i krav 11, er indrettet til at modtage og/eller afsende nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler via den optiske fiber, hvori den optiske fiberforstærker er indføjjet.

Ligeledes kan forstærkerenheden som angivet i krav 12 hensigtsmæssigt være indrettet til anvendelse i et data-transmissionsnetværk, der er opbygget som et Synkront Digitalt Hierarki (SDH), og til at de nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler kan dannes på grundlag af en eller flere af de i SDH anvendte overheadbytes. Især kan den fortrinsvis som angivet i krav 13 være indrettet til at anvende en eller flere af de med D1-D12 betegnede overheadbytes.

Ved at forstærkerenheden som angivet i krav 14 omfatter en lokal kontrolenhed, som er indrettet til ud fra den optiske fiberforstærkers tilstand at generere nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler og/eller til at styre den optiske fiberforstærker på basis af modtagne nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler, sikres, at forstærkerenheden udefra kan betragtes på helt samme måde som en traditionel elektrisk regenerator.

Forstærkerenhed kan f.eks. som angivet i krav 15 omfatte midler til at udskille lys med en bestemt bølgelængde fra det via nævnte fiber modtagne optiske signal og til at omsætte det udskilte lys til nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler. Alternativt kan den som angivet i krav 16 omfatte midler til at demodulere signaler, som er modulerede på det fra nævnte fiber modtagne optiske signal, og til at omsætte disse til nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler.

Tilsvarende kan forstærkerenheden f.eks. som angivet i krav 17 omfatte midler til at omsætte nævnte andre styre-

og/eller kontrolsignaler til et optisk signal med en bøl-  
gelængde, som er forskellig fra bølgelængder, der fore-  
kommer i de af den optiske fiberforstærker forstærkede  
optiske signaler, og midler til at multiplekse nævnte op-  
5 tiske signal med de forstærkede optiske signaler. Alter-  
nativt kan den som angivet i krav 18 omfatte midler til  
at modulere nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler  
på de af den optiske fiberforstærker forstærkede optiske  
signaler. I sidstnævnte tilfælde kan modulationsmidlerne  
10 hensigtsmæssigt som angivet i krav 19 være indrettet til  
at modulere en pumpelaserstrøm til den optiske fiberfor-  
stærker.

Fordelene ved hhv. separat bølgelængde og modulation er  
beskrevet ovenfor.

15 Opfindelsen vil nu blive forklaret nærmere i det følgende  
under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 viser en udgangsdel af et kendt netværkselement,

fig. 2 viser en indgangsdel af et kendt netværkselement,

fig. 3 viser en udgangsdel for et netværkselement ifølge  
20 en første udførelsesform for opfindelsen,

fig. 4 viser en optisk forstærkerenhed ifølge en første  
udførelsesform for opfindelsen,

fig. 5 viser en indgangsdel for et netværkselement ifølge  
en første udførelsesform for opfindelsen,

25 fig. 6 viser en udgangsdel for et netværkselement ifølge  
en anden udførelsesform for opfindelsen,

fig. 7 viser en optisk forstærkerenhed ifølge en anden  
udførelsesform for opfindelsen,

fig. 8 viser en indgangsdelen for et netværkselement ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen, og

fig. 9 viser en tredje udførelsesform for opfindelsen.

På fig. 1 er vist udgangsdelen 1 af et traditionelt og  
5 kendt netværkselement (som f.eks. en terminalmultiplekser) til et teletransmissionssystem af den type, hvori opfindelsen kan finde anvendelse. Udgangsdelen 1 kan omsætte datasignaler 3 til optiske signaler 7 og sende dem via en optisk fiber til et nabonetværkselement.

10 En kontrolenhed 5 frembringer et antal styre- og kontrolsignaler 4, som sammen med datasignalerne overføres til nabonetværkselementet. Disse signaler benyttes bl.a. til overvågning af netværkselementernes funktion. I den elektriske multiplekser 2 sammenflettes styre- og kontrolsignalerne 4 som overheadsignaler med datasignalerne 3,  
15 hvorefter de i den optiske senderenhed 6 omdannes til de optiske signaler 7, som via fiberen overføres til nabonetværkselementet. Hvorledes sammenfletningen sker, afhænger af den anvendte transmissionsprotokol, som nøje  
20 fastlægger formater herfor. Et eksempel vil blive beskrevet nedenfor.

Af hensyn til overskueligheden er optiske signaler på såvel fig. 1 som de efterfølgende figurer vist som pile med en kraftig sort streg, medens pile med almindelig streg-  
25 tykkelse angiver elektriske signaler.

På fig. 2 er tilsvarende vist indgangsdelen 8 af et nabonetværkselement. Her modtages de optiske signaler 7, som via den optiske fiber kommer fra den på fig. 1 viste udgangsdelen, i den optiske modtagerenhed 9, hvor de omdannes  
30 til elektriske signaler, som i demultiplekseren 10 splittes op i datasignalerne 11 og styre- og kontrolsignalerne 12 til kontrolenheden 13. Datasignalerne 11 svarer til

datasignalerne 3 på fig. 1, ligesom styre- og kontrolsignalerne 12 svarer til signalerne 4.

I den på fig. 1 og 2 viste situation transmitteres de optiske signaler via en optisk fiber fra udgangsdelen 1 i  
5 ét netværkselement til indgangsdelen 8 i et andet netværkselement, hvilket vil sige, at den optiske fiber kun overfører lys i én retning. Dette vil i praksis også hyppigt være tilfældet, idet signaler i modsat retning så kan transmitteres via en anden fiber, som er anbragt parallelt med den første. Det skal dog bemærkes, at det naturligtvis er muligt at benytte samme fiber til transmission af optiske signaler i begge retninger. Fiberen vil i så fald i begge ender være forbundet til en kombineret ind-/udgangsdelen, som er i stand til både at sende og mod-  
10 tage optiske signaler og holde disse adskilt fra hinanden. Virkemåden vil i øvrigt være den samme som ovenfor beskrevet.

De nævnte netværkselementer vil normalt indgå i et større teletransmissionsnetværk, og de optiske signaler mellem  
20 de enkelte netværkselementer kan f.eks. transmitteres i fiberen ved hjælp af et digitalt transmissionssystem af typen SDH (Synkront Digitalt Hierarki). SDH-systemet har i sin datastruktur indbygget kanaler til styring og kontrol af netværket og de enkelte netværkselementer. Data-  
25 kanalerne til drift og vedligeholdelse af netværket er indlejrede i selve SDH-signalerne, og er derfor tilgængelige i de SDH-netværkselementer, hvor signalerne "pakkes ud".

Den grundlæggende datastruktur i et SDH-system er en STM-  
30 1 ramme, som består af 9 rækker med hver 270 bytes. Af disse benyttes de første 9 bytes i hver række af systemet selv til de nævnte datakanaler til styring og kontrol af netværket, og de benævnes også overheadinformationer. Tre

af disse bytes (D1-D3) anvendes til styring og overvågning af regeneratorene på en SDH-linie, medens andre 9 bytes (D4-D12) tilsvarende anvendes til styring og overvågning af multipleksere på en SDH-linie.

- 5 De på fig. 1 og 2 viste styre- og kontrolsignaler 4 og 12 vil derfor i et SDH-system bl.a. udgøres af de nævnte bytes D1-D12, idet kontrolenheden 5 beregner de pågældende bytes og som ovenfor beskrevet sender dem via den optiske fiber til modtagerens kontrolenhed 13.
- 10 Hvis der i den optiske fiber, som overfører de optiske signaler mellem f.eks. to terminalmultipleksere, er indskudt en eller flere optiske fiberforstærkere, vil de optiske signaler, dvs. også overheadsignalerne, passere uændret fra den ene terminalmultiplekser gennem fiberforstærkerne og frem til den anden terminalmultiplekser. Det
- 15 er således ikke muligt at tilføje eller udtage overheadsignaler i fiberforstærkerne, idet disse jo blot rent optisk forstærker det lys, som passerer dem.

Imidlertid er det også hensigtsmæssigt at kunne overvåge

20 fiberforstærkerne, og opfindelsen anviser derfor, hvorledes dette kan gøres ved hjælp af særlige optiske signaler, som overføres til og fra fiberforstærkeren. Fig. 3 viser således en ifølge opfindelsen modificeret udgangsdel 14 til f.eks. en terminalmultiplekser, som ud over de

25 på fig. 1 viste komponenter har endnu en optisk senderenhed 15 og en optisk multiplekser 20. De i kontrolenheden 5 genererede styre- og kontrolsignaler 4 føres som tidligere til multiplekseren 2, hvor de sammenflettes med datasignalerne 3 og i den optiske senderenhed 6 omsættes

30 til optiske signaler 18, der svarer til de optiske signaler 7 i fig. 1. Enkelte styre- og kontrolsignaler 16, der i et SDH-system kan være de ovenfor beskrevne bytes D1-D12 og som ønskes overført til fiberforstærkeren, føres

desuden til den yderligere optiske sendeenhed 15, hvor de omsættes til optiske signaler 19, som har en anden bølgelængde end de optiske signaler 18. Hvis de optiske signaler 18 i forvejen består af lys med flere forskellige bølgelængder, vil de optiske signaler 19 have en bølgelængde, som ikke indgår i signalerne 18.

I den optiske bølgelængdemultiplekser 20 sammenblandes de optiske signaler 18 og 19 til det optiske signal 21, som derefter sendes ud på den optiske fiber. Multiplekseren 20 kan være en enkelt opbygget optisk komponent, som blot adderer signalerne 18 og 19.

Som det fremgår af den stiplede pil 17, kan man som ovenfor beskrevet føre de pågældende styresignaler (D1-D12) til både multiplekseren 2 og senderenheden 15, eller man kan nøjes med at føre dem til senderenheden 15. De to situationer vil blive beskrevet senere.

Fig. 4 viser, hvorledes en optisk forstærkerenhed 22 med en fiberforstærker 23 og tilhørende kontrolkredsløb kan være opbygget. Det optiske signal 21 fra den optiske fiber passerer først bølgelængdemultiplekseren 24, hvor det splittes op, således at lys med en bølgelængde svarende til bølgelængden af det optiske signal 19 i fig. 3 føres som det optiske signal 25 til en optisk modtagerenhed 26, medens øvrige bølgelængder som det optiske signal 27 føres direkte til selve den optiske fiberforstærker 23, hvor der sker en rent optisk forstærkning af signalet. Det optiske signal 28 på udgangen af fiberforstærkeren 23 er således blot en forstærket udgave af signalet 27. Det afgrenede optiske signal 25 omsættes i modtagerenheden 26 til et elektrisk styre- og kontrolsignal 29, som svarer til signalet 16 i fig. 3 og altså i et SDH-system kan udgøres af de nævnte bytes D1-D12. Dette sig-

nal føres til en lokal kontrolenhed 30, hvor det kan indgå i styringen af fiberforstærkeren.

På den beskrevne måde er det således muligt at overføre styre- og kontrolsignaler fra et traditionelt netværkselement til en optisk fiberforstærker sammen med de optiske datasignaler, som bortset fra forstærkningen passerer forstærkeren uændret. På helt tilsvarende vis kan der overføres styre- og kontrolsignaler fra fiberforstærkeren og frem til et efterfølgende traditionelt netværkselement, og dette beskrives i det følgende.

Kontrolenheden 30 afgiver styre- og kontrolsignaler 31, som igen kan udgøres af bytes svarende til D1-D12, ganske som hvis der var tale om en traditionel regenerator. Signalerne 31 omsættes i den optiske senderenhed 32 til et optisk signal 33. Hvis demultiplekseren 24 har fjernet i hvert fald størstedelen af lys med bølgelængden for signalerne 19 og 25 fra det optiske signal 27, findes der således også kun en lille rest af denne bølgelængde i signalet 28, og man kan således igen anvende denne bølgelængde til det optiske signal 33. I modsat fald må der anvendes en ny bølgelængde. På samme måde som det allerede er beskrevet for fig. 3, blandes de optiske signaler 28 og 33 i en optisk multiplekser 34 sammen til det optiske signal 35, som sendes ud på den fiber, som fører videre til modtagerdelen af et traditionelt netværkselement eller eventuelt til endnu en optisk fiberforstærker.

På fig. 5 er derefter vist den modificerede indgangsdelen 36 af et i øvrigt traditionelt netværkselement. Det optiske signal 35 fra fiberen passerer også her først en optisk demultiplekser 37, hvor det splittes op, således at lys med en bølgelængde svarende til bølgelængden af det optiske signal 33 i fig. 4 føres som det optiske signal 38 til en optisk modtagerenhed 39, medens øvrige bølge-

længder som det optiske signal 40 føres til den optiske modtagerenhed 9, hvor det omsættes til elektriske signaler, som i demultiplekseren 10 splittes op i datasignalerne 11 og styre- og kontrolsignalerne 12 til kontrol-

5 heden 13, som det tidligere er beskrevet på fig. 2.

I den optiske modtagerenhed 39 omsættes det optiske signal 38 til elektriske styre- og kontrolsignaler 41, f.eks. i form af de tidligere beskrevne bytes D1-D12, som føres til kontrolenheden 13, der således nu også er i

10 stand til at modtage sådanne signaler fra en indskudt fiberforstærker. Det skal bemærkes, at hvis man som vist i fig. 3 har ført D1-D12 signalerne for dette netværkselement både som signalerne 16 og 17 til henholdsvis den optiske senderenhed 15 og multiplekseren 2, vil de herfra

15 stammende D1-D12 bytes stadig findes i det signal, der demultiplekseres i demultiplekseren 10, og de kan da som signalerne 42 føres til kontrolenheden 13. Denne bliver således i stand til at modtage D1-D12 bytes fra såvel det foregående traditionelle netværkselement som fra en ind-

20 skudt optisk fiberforstærker.

En alternativ udførelsesform for opfindelsen er vist på figurerne 6-8. Ved den ovenfor beskrevne udførelsesform overføres styre- og kontrolsignalerne til og fra den optiske forstærker ved hjælp af lys, som har en anden bøl-

25 gelængde end den eller de, som anvendes til de øvrige datasignaler. På figurerne 6-8 overføres styre- og kontrolsignalerne i stedet ved at modulere en af de i forvejen forekommende bølgelængder.

Den på fig. 6 viste udgangsdelen 43 til en terminalmultiplekser svarer til udgangsdelen 14 på fig. 3, men er modificeret på en række punkter. Styre- og kontrolsignalerne 16, der i et SDH-system som nævnt kan være de ovenfor

30 beskrevne bytes D1-D12 og som ønskes overført til fiber-

forstærkeren, føres nu i stedet til et modulationskredsløb 44, hvor de omsættes til et modulationssignal 45. I den optiske sendeenhed 46, hvor de elektriske signaler som tidligere beskrevet omsættes til optiske signaler 47, benyttes modulationssignalet 45 til at modulere disse optiske signaler. Det kan f.eks. ske ved amplitudemodulation, og princippet benævnes også subcarrier-multipleksning.

Fig. 7 viser tilsvarende en modificeret optisk forstærkerenhed 48. Det modulerede optiske signal 47 passerer her først en optisk effektdeler 49, hvor det splittes op i de to optiske signaler 50 og 51, som begge svarer til signalet 47, men blot er svagere. Typisk vil effektdelingen ske således, at det meste af effekten føres til signalet 50, som jo er det egentlige signal, medens signalet 51 kun udgør en lille del af effekten, da dette blot skal benyttes til at demodulere de modulerede styresignaler. Dette sker i demodulationsenheden 52, som genskaber det elektriske styre- og kontrolsignal 29, der som tidligere svarer til signalet 16 i fig. 6 og føres til den lokale kontrolenhed 30. Det optiske signal 50 føres direkte til selve den optiske fiberforstærker 23, hvor der som tidligere sker en rent optisk forstærkning af signalet.

De af kontrolenheden 30 afgivne styre- og kontrolsignaler 31, som ønskes overført til et efterfølgende traditionelt netværkselement, føres her til et modulationskredsløb 53, hvor de omsættes til et modulationssignal 54. I den optiske fiberforstærker, hvor de optiske signaler 50 forstærkes, benyttes modulationssignalet 54 til at modulere forstærkerens forstærkning, således at styre- og kontrolsignalerne moduleres på det optiske udgangssignal 55 på samme måde som for signalet 47 i fig. 6. Modulationen i fiberforstærkeren kan ske ved at modulere pumpelaserstrømmen.

På fig. 8 er vist et eksempel på en indgangsdel 56 af et hertil svarende traditionelt netværkselement. Det optiske signal 55 modtages her i den optiske modtagerenhed 57, hvor det omsættes til et elektrisk signal, der dels som tidligere viderebehandles i demultiplekseren 10 og dels som signalet 58 føres til demodulationskredsløbet 59. Ved den demodulation, der sker i dette kredsløb, fremkommer styre- og kontrolsignalerne 41, som tidligere er beskrevet. Alternativt kan man i indgangsdelen benytte samme princip som i forstærkerenheden på fig. 7, hvor det optiske signal i en optisk effektdeler splittes op i to signaler, som så behandles hver for sig. Denne løsning er dog mindre hensigtsmæssig her, da den jo medfører et effekttab for det optiske signal.

De ikke omtalte dele af figurerne 6-8 er uændrede og har samme funktion i forhold til figurerne 3-5.

Endelig viser fig. 9 en tredje udførelsesform, hvor der anvendes separate fibre til at overføre styre- og kontrolsignalerne til og fra den optiske fiberforstærker. De indgående komponenter er de samme som i fig. 3-5. De optiske signaler 18 og 19 sendes her fra udgangsdelen 61 på hver sin fiber til forstærkerenheden 62 i stedet for som tidligere (dvs. på fig. 3) at blive blandet til ét signal 21 i den optiske bølglængdemultiplekser 20. I forstærkerenheden 62 modtages de to signaler derfor også uafhængigt af hinanden fra hver sin fiber, og bølglængdedemultiplekseren 24 fra fig. 4 kan således undværes. På helt tilsvarende vis sendes de optiske signaler 28 og 33 på hver sin fiber fra forstærkerenheden 62 til indgangsdelen 63. I øvrigt fungerer kredsløbene som tidligere beskrevet.

En variant af denne udførelsesform forekommer, hvor der f.eks. i en fiberforbindelse anvendes et kabel med flere

5 fibre, som hver især kan have fiberforstærkere indskudt  
undervejs. En forstærkerenhed kan således indeholde en  
fiberforstærker for hver fiber. I denne situation kan det  
være hensigtsmæssigt, at styre- og kontrolsignaler fra  
10 alle fiberforstærkerne i en forstærkerenhed overføres på  
én og samme fiber, som enten kan være en særskilt fiber  
til dette formål eller en af de øvrige fibre, hvor man  
ved hjælp af en af de ovenfor beskrevne metoder kan mul-  
tiplekse signalerne ind på fiberen sammen med dennes øv-  
15 rige signaler.

Selv om der er blevet beskrevet og vist en foretrukket  
udførelsesform for nærværende opfindelse, er opfindelsen  
ikke begrænset til denne, men kan også antage andre udfø-  
relsesformer inden for det, der angives i de efterfølgen-  
15 de krav.

P a t e n t k r a v :

-----

1. Fremgangsmåde til transmission af datasignaler via en optisk fiber mellem to netværkselementer (14,36; 43,56) i et digitalt datatransmissionsnetværk ifølge en transmissionsprotokol, hvor der ud over de nævnte datasignaler transmitteres første styre- og/eller kontrolsignaler i form af overhead-signaler i et af transmissionsprotokol- len fastlagt format mellem de to netværkselementer, og hvor der i den optiske fiber mellem de to netværksele- menter er indskudt en optisk fiberforstærker (23), og der yderligere mellem den optiske fiberforstærker og i det mindste et af de to netværkselementer overføres andre styre- og/eller kontrolsignaler,
- k e n d e t e g n e t ved, at de nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler overføres i et format svarende til nævnte overhead-signaler.
2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler overføres mellem den optiske fiberforstærker (23) og nævnte netværkselement via en optisk fiber.
3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler overføres via den optiske fiber, hvori den optiske fiberforstærker (23) er indskudt.
4. Fremgangsmåde ifølge krav 2 eller 3, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler overføres uden at ændre nævnte datasignaler og første styre- og/eller kontrolsignaler.

5. Fremgangsmåde ifølge krav 2-4, k e n d e t e g n e t ved, at de nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler overføres ved hjælp af særlige optiske sende-/modtageenheder placeret ved henholdsvis den optiske liniefor-  
5 stærker og nævnte netværkselement.
6. Fremgangsmåde ifølge krav 2-5, k e n d e t e g n e t ved, at de nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler overføres i fiberen som optiske signaler med en bølgelængde, som er forskellig fra bølgelængden for nævnte da-  
10 tasingaler og første styre- og/eller kontrolsignaler.
7. Fremgangsmåde ifølge krav 2-5, k e n d e t e g n e t ved, at de nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler overføres i fiberen ved modulation af en bærebølge, som også anvendes til overføring af nævnte datasignaler og  
15 første styre- og/eller kontrolsignaler.
8. Fremgangsmåde ifølge krav 1-7, k e n d e t e g n e t ved, at datatransmissionsnetværket er opbygget som et Synkront Digitalt Hierarki (SDH), og at de nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler dannes på grundlag af en  
20 eller flere af de i SDH anvendte overheadbytes.
9. Fremgangsmåde ifølge krav 8, k e n d e t e g n e t ved, at der fortrinsvis anvendes en eller flere af de med D1-D12 betegnede overheadbytes.
10. Forstærkerenhed (22;48) omfattende en optisk fiber-  
25 forstærker (23) og indrettet til indføjelse i en optisk fiber til transmission af datasignaler mellem to netværkselementer (14,36; 43,56) i et digitalt datatransmissionsnetværk ifølge en transmissionsprotokol, hvor der ud over de nævnte datasignaler transmitteres første styre-  
30 og/eller kontrolsignaler i form af overhead-signaler,

og hvor enheden desuden omfatter midler til at sende og/eller modtage andre styre- og/eller kontrolsignaler mellem enheden og i det mindste et af de to netværkselementer,

5

k e n d e t e g n e t ved, at enheden er indrettet til at sende og/eller modtage nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler i et format svarende til nævnte overhead-signaler.

10

11. Forstærkerenhed ifølge krav 10, k e n d e t e g n e t ved, at den er indrettet til at modtage og/eller afsende nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler via den optiske fiber, hvori den optiske fiberforstærker (23)

15

er indføjjet

12. Forstærkerenhed ifølge krav 10 eller 11, k e n d e t e g n e t ved, at den er indrettet til anvendelse i et datatransmissionsnetværk, der er opbygget som et Synkront Digitalt Hierarki (SDH), og til at de nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler kan dannes på grundlag af en eller flere af de i SDH anvendte overheadbytes.

20

13. Forstærkerenhed ifølge krav 12, k e n d e t e g n e t ved, at den er indrettet til fortrinsvis at anvende en eller flere af de med D1-D12 betegnede overheadbytes.

25

14. Forstærkerenhed ifølge krav 10-13, k e n d e t e g n e t ved, at den omfatter en lokal kontrolenhed (30), som er indrettet til ud fra den optiske fiberforstærkers tilstand at generere nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler (31) og/eller til at styre den optiske fiberforstærker (23) på basis af modtagne nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler (29).

30

15. Forstærkerenhed ifølge krav 11-14, k e n d e -  
t e g n e t ved, at den omfatter midler (24) til at ud-  
skille lys med en bestemt bølgelængde fra det via nævnte  
fiber modtagne optiske signal (21) og midler (26) til at  
5 omsætte det udskilte lys til nævnte andre styre- og/eller  
kontrolsignaler (29).

16. Forstærkerenhed ifølge krav 11-14, k e n d e -  
t e g n e t ved, at den omfatter midler (52) til at de-  
modulere signaler, som er modulerede på det fra nævnte  
10 fiber modtagne optiske signal (47), og til at omsætte  
disse til nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler  
(29).

17. Forstærkerenhed ifølge krav 11-16, k e n d e -  
t e g n e t ved, at den omfatter midler (32) til at om-  
15 sætte nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler (31)  
til et optisk signal (33) med en bølgelængde, som er for-  
skellig fra bølgelængder, der forekommer i de af den op-  
tiske fiberforstærker (23) forstærkede optiske signaler  
(28), og midler (34) til at multiplekse nævnte optiske  
20 signal (33) med de forstærkede optiske signaler(28).

18. Forstærkerenhed ifølge krav 11-16, k e n d e -  
t e g n e t ved, at den omfatter midler (53) til at mō-  
dulere nævnte andre styre- og/eller kontrolsignaler (31)  
på de af den optiske fiberforstærker (23) forstærkede op-  
25 tiske signaler.

19. Forstærkerenhed ifølge krav 18, k e n d e t e g -  
n e t ved, at nævnte modulationsmidler (53) er indrettet  
til at modulere en pumpelaserstrøm til den optiske fiber-  
forstærker(23).

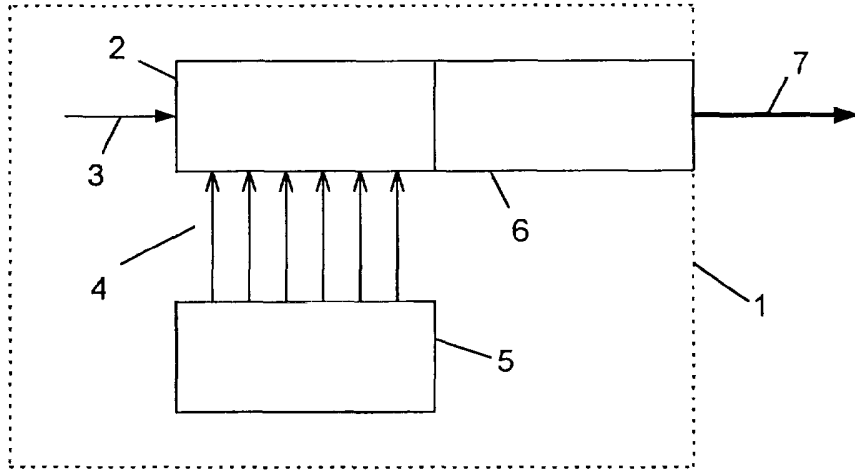


Fig. 1

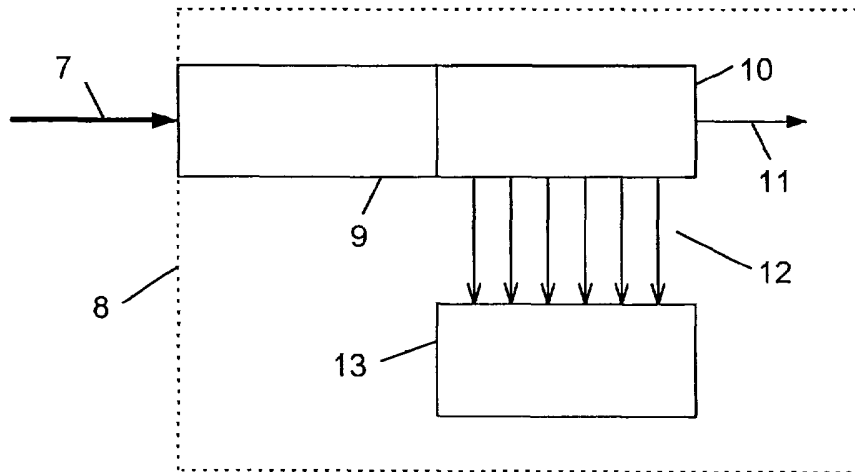


Fig. 2

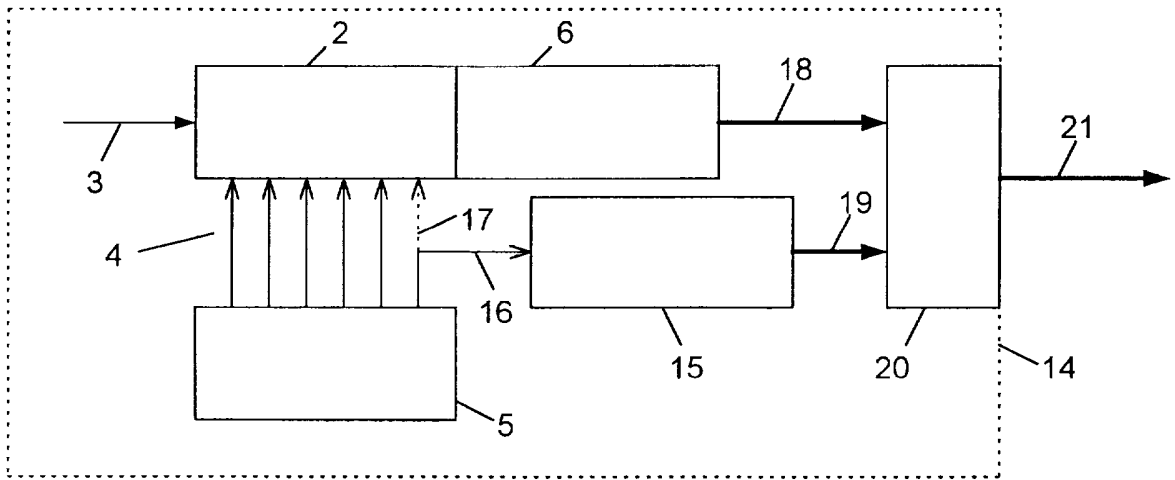


Fig. 3

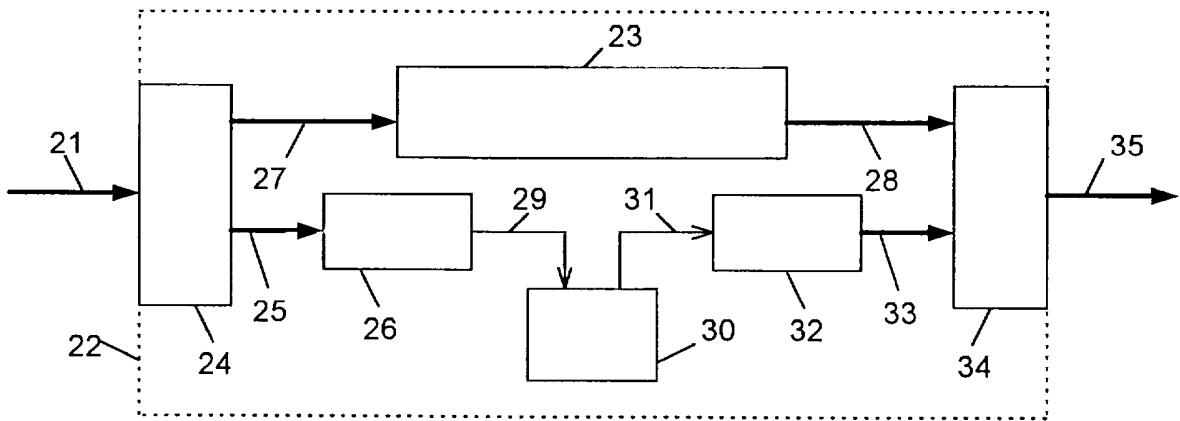


Fig. 4

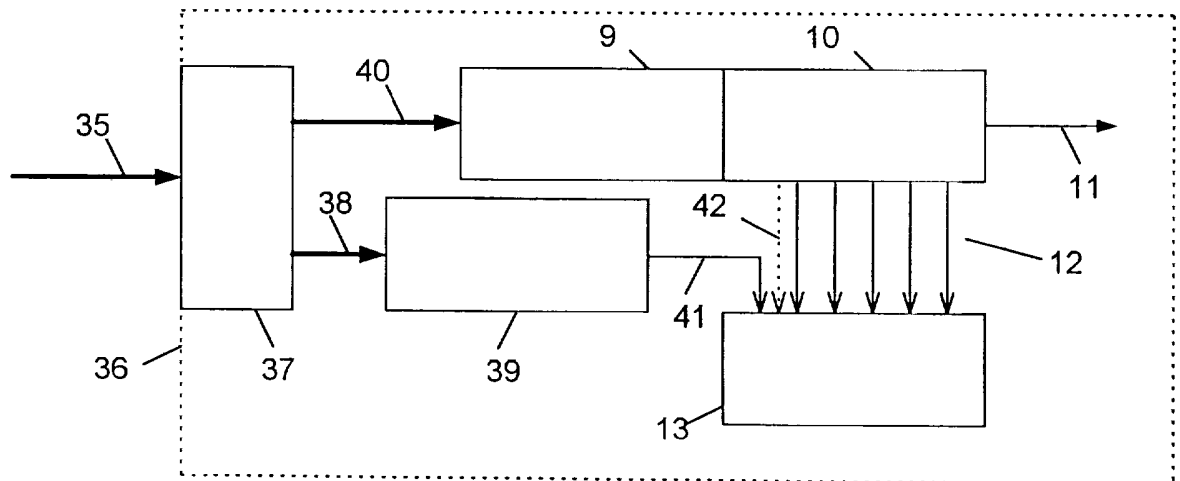


Fig. 5

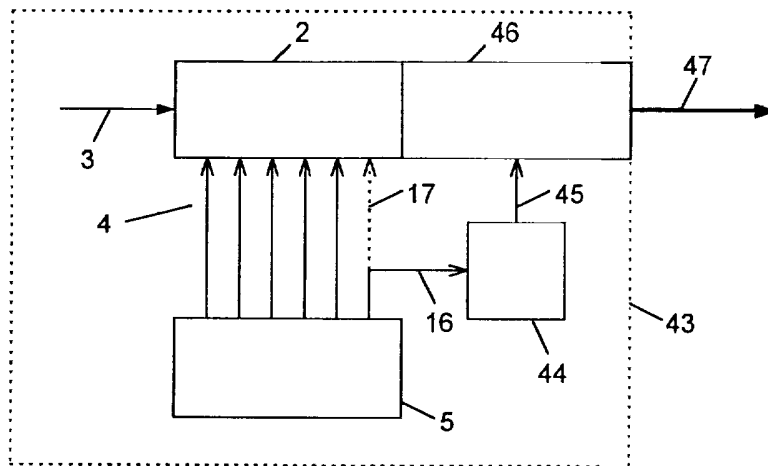


Fig. 6

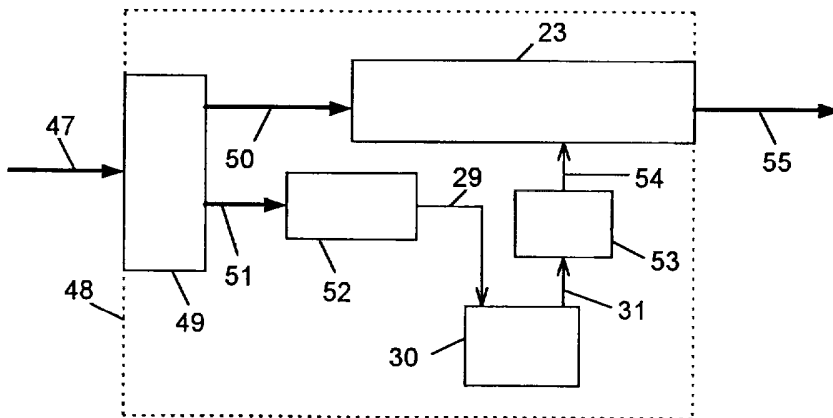


Fig. 7

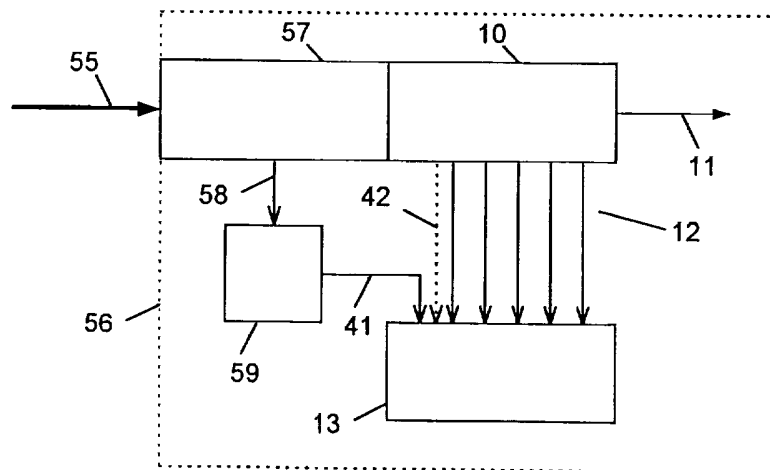


Fig. 8

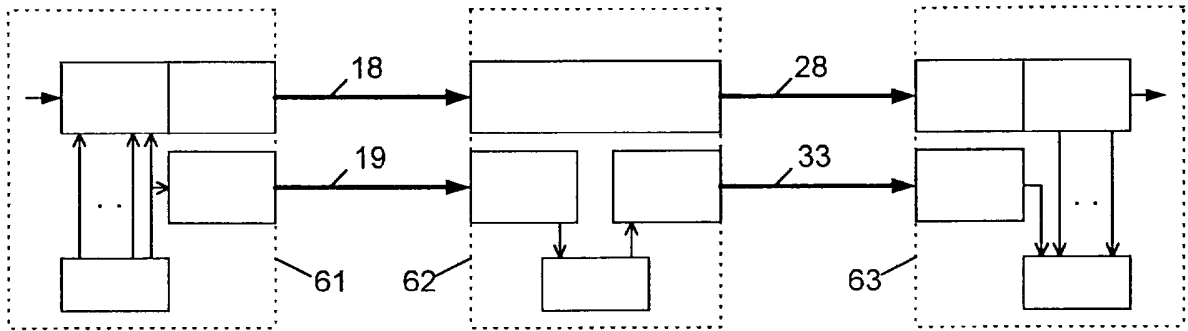


Fig. 9