



(11) FREMLÆGGELSESSKRIFT 142189

DANMARK

(51) Int. Cl.³ H 04 Q 11/04



(21) Ansøgning nr. 5245/72 (22) Indleveret den 23. okt. 1972

(24) Løbedag 23. okt. 1972

(44) Ansøgningen fremlagt og
fremlæggeskriftet offentliggjort den 15. sep. 1980

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENEN

(30) Prioritet begæret fra den
26. okt. 1971, 7114674, NL

(71) N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, Emmasingel 29, Eindhoven, NL.

(72) Opfinder: Einar Andreas Aagaard, Emmasingel, Eindhoven, NL.

(74) Fuldmægtig under sagens behandling:
Internationalt Patent-Bureau.

(54) Telekommunikationsnetværk med stjerneopbygning.

Opfindelsen angår et telekommunikationsnetværk med stjerneopbygning, indeholdende et antal telekommunikationscentraler af lavere orden, hvilke centraler er koblet med hinanden over en telekommunikationscentral af højere orden, idet hver lavere ordens telekommunikationscentral i netværket er forbundet til telekommunikationscentralen af højere orden over et antal PCM-tidsmultiplekstransmissionsanlæg, der hver indeholder en sendehovedledning og en modtagehovedledning, hvor transmissionstiden på disse hovedledninger er inddelt i multiplekscykler, som ved inddeling i primære tidsintervaller danner et antal primære tidskanaler til overføring af den PCM-kodede information fra et antal informationskilder.

Betegnelserne "lavere orden" og "højere orden" kan anvendes om henholdsvis endecentraler og forgreningscentraler eller om henholdsvis forgreningscentraler og distriktscentraler, eller de kan generelt anvendes om forskellige hierarkiske niveauer i et telekommunikationsnetværk. Disse betegnelser kan imidlertid også

anvendes om forskellige niveauer i et omkoblingskompleks, der sædvanligt betegnes som en telekommunikationscentral. I dette tilfælde antages det, at telekommunikationscentralen består af et antal modulopbyggede koblerenheder, der vil blive betegnet som omkoblingsmoduler, og hvoraf nogle i telekommunikationscentralen er i stand til at fungere som tovejscentral mellem andre omkoblingsmoduler. I dette tilfælde vil de omkoblingsmoduler, der fungerer som tovejscentral, være højere ordens omkoblingsmoduler, og de andre omkoblingsmoduler vil være lavere ordens omkoblingsmoduler. I den efterfølgende beskrivelse betegnes lavere ordens omkoblingsmoduler simpelthen som omkoblingsmoduler, medens højere ordens omkoblingsmoduler betegnes som tovejscentral eller stjernecentral.

Et PCM-tidsmultiplextelekommunikationsnetværk indeholdende højere ordens og lavere ordens omkoblingsmoduler af denne art er kendt fra "Colloque International de Commutation Electronique, Paris, 28. marts - 2. april 1966", Editions Chiron, side 513-520. I det her beskrevne netværk anvendes omkoblingsmoduler, som ikke udviser indre blokering, og som alle har samme opbygning. En ulempe ved dette kendte telekommunikationsnetværk er, at det allerede ved udvidelse af telekommunikationsnetværket til en kapacitet, som er mindre end den yderste kapacitet, er nødvendigt at installere alle højere ordens omkoblingsmoduler, som kræves til den yderste kapacitet. I økonomisk henseende er den med et sådan telekommunikationsnetværk forbundne investering altså mindre afhængig af startkapaciteten end af den yderste kapacitet. Det tilstræbes imidlertid at opnå telekommunikationsnetværk, for hvilke investeringen i økonomisk henseende er proportional med den aktuelle kapacitet.

Ved opfindelsen tilsigtes det at frembringe et telekommunikationsnetværk af den angivne art, som frembyder en betydelig fleksibilitet, kræver ringe begyndelsesinvestering i økonomisk henseende og kan udvides modulmæssigt. I denne sammenhæng skal der ved udtrykket modulmæssig udvidelse forstås muligheden for at forøge kapaciteten ved tilføjelse af ét omkoblingsmodul ad gangen. Fleksibiliteten angår tilpasningen af trafikformen og variationerne heri. Visse omkoblingsmoduler kan have megen trafik til andre omkoblingsmoduler, dvs. intermodultrafik, medens andre omkoblingsmoduler kan have megen trafik, som foregår inden for omkoblingsmodulet, dvs. indre modultrafik. Disse trafikforhold kan variere med tiden, således at en fleksibel tilpasning af telekommunikationsnetværket til trafikformen og variationerne heri er af stor betydning.

Telekommunikationsnetværket ifølge opfindelsen er ejendommeligt ved, at sendehovedledningerne og modtagehovedledningerne i PCM-tidsmultiplexstransmissionsanlæggene, som forbinder en lavere ordens telekommunikationscentral til en højere ordens telekommunikationscentral i sidstnævnte central er forbundet gruppevis til henholdsvis automatiske multipleksere og automatiske demultipleksere, for hvilke henholdsvis udgangene og indgangene dannes af oversendehovedledninger og overmodtagehovedledninger, hvorhos transmissionstiden på disse overhovedledninger er

inddelt i overmultiplekscykler med samme varighed som multiplekscyklerne, hvilke overmultiplekscykler ved inddeling i sekundære tidsintervaller danner et antal sekundære tidskanaler, som er en hel faktor større end antallet af primære tidskanaler, og hvor telekommunikationscentralen af højere orden indeholder et rumfordelings-koblingsnetværk med et antal indgange og udgange og krydsningspunkt-koblerorganer til forbindelse af indgangene til udgangene, og oversendehovedledningerne og overmodtagehovedledningerne er forbundet til henholdsvis indgangene og udgangene af dette koblingsnetværk, medens telekommunikationscentralen af højere orden indeholder cykliske lagre til omkobling af krydsningspunkt-koblerorganerne i de sekundære tidsintervaller af overmultiplekscyklen.

Dette telekommunikationsnetværk har den fordel, at omkoblingsmodulerne af højere orden har en større trafikkapacitet til mindre omkostninger end de tilsvarende omkostningsmoduler af højere orden i det beskrevne kendte telekommunikationsnetværk, således at der til ét omkoblingsmodul af højere orden kan forbindes et større antal omkoblingsmoduler af lavere orden.

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

fig. 1 og 2 viser et blokdiagram af en udførelsesform for telekommunikationsnetværket ifølge opfindelsen,

fig. 3 et blokdiagram for en kendt udførelsesform for et omkoblingsmodul uden indre blokering og egnet til anvendelse i telekommunikationsnetværket i fig. 1,

fig. 4, 5, 6 og 7 forskellige netværksstrukturer, i hvilke telekommunikationsnetværket i fig. 1 kan anvendes, og

fig. 8 sammenlægning af fig. 1 og 2 med hinanden.

I fig. 1 er vist tre omkoblingsmoduler 100, 101 og 102, der hver har til venstre liggende tilslutninger for PCM-tidsmultipleks-modtagehovedledninger og til højre liggende tilslutninger for PCM-tidsmultipleks-sendehovedledninger. Et PCM-tidsmultiplekstransmissionsanlæg, der omfatter en modtagehovedledning og en sendehovedledning, ender i til venstre og til højre liggende tilslutninger, der indtager samme relative beliggenhed på omkoblingsmodulet. En hovedledning repræsenteres i figuren af en enkelt linie med en pil, som i tilfælde af en modtagehovedledning peger mod omkoblingsmodulet og i tilfælde af en sendehovedledning peger bort fra omkoblingsmodulet. Sendehovedledningen og modtagehovedledningen er defineret i forhold til det omkoblingsmodul, hvortil PCM-tidsmultiplekstransmissionsanlægget er forbundet. Modtagehovedledningen fører information til omkoblingsmodulet, og sendehovedledningen fører information bort fra omkoblingsmodulet.

Hvert af henvisningstallene 103 - 114 i fig. 1 betegner et par af hovedledninger, som tilsammen danner et tovejs PCM-tidsmultiplekstransmissionsanlæg. Transmissionsanlæggene 103 - 106 er forbundet til omkoblingsmodulet 100. Trans-

missionsanlæggene 107-110 er forbundet til omkoblingsmodulet 101, og transmissionsanlæggene 111 - 114 er forbundet til omkoblingsmodulet 102.

Hver hovedledning har en multiplekscyklus, som er inddelt i primære tidsintervaller. I det følgende antages, at hver multiplekscyklus dækker 128 primære tidsintervaller. Varigheden af multiplekscyklen er den samme for alle hovedledninger. En multiplekscyklus betegnes også som en ramme og dens varighed som rammelængden. Rammelængden for sædvanlige PCM-anlæg er $125 \mu s$, hvilket medfører primære tidsintervaller med en varighed på omkring $1 \mu s$. Det tidsrum, som benyttes af én kanal, betegnes som en tidskanal og udgøres af et cyklisk primært tidsinterval, hvis varighed er lig med rammelængden.

I fig. 1 er omkoblingsmodulerne 100, 101 og 102 vist med fire til venstre liggende og fire til højre liggende tilslutninger. Dette er alene gjort for overskuelighedens skyld. Der kan nemlig anvendes omkoblingsmoduler med et vilkårligt antal tilslutninger. Imidlertid vil antallet af til venstre liggende tilslutninger altid være lig med antallet af til højre liggende tilslutninger.

Det antages, at transmissionsanlæggene 103 og 104 besørger trafikken for en gruppe abonnenter, der er knyttet til omkoblingsmodulet 100. Transmissionsanlæggene 107 og 108 besørger trafikken for en gruppe abonnenter, der er knyttet til omkoblingsmodulet 101, og transmissionsanlæggene 111 og 112 besørger trafikken for en gruppe abonnenter, der er knyttet til omkoblingsmodulet 102. Transmissionsanlæggene 105, 106, 109, 110, 113 og 114 besørger trafikken mellem abonnentgrupperne. Den sidstnævnte trafikform betegnes som intermodultrafik. Trafikken mellem abonnenter i én og samme gruppe betegnes som intern modultrafik.

Transmissionsanlæggene 103 og 104 kan ligesom de tilsvarende transmissionsanlæg for de andre omkoblingsmoduler i deres anden ende være afsluttet med koncentratorer, som indeholder et eller flere koncentrationstrin til koncentrerings af abonnenttrafikken. Disse koncentratorer omfatter PCM-koder/dekodere og multipleks/demultipleks-udstyr, som udfører omsætningen mellem de analoge talesignaler og de digitale tidskanaler.

Det antages, at i hvert omkoblingsmodul kan hver tidskanal for hver til venstre liggende tilslutning forbindes til hver tidskanal for hver til højre liggende tilslutning uden indre blokerings. Dette kræver en tidstransponeringsfacilitet, som muliggør indbyrdes forbindelse af tidskanaler, der optræder til forskellige tidspunkter. Undgåelse af indre blokerings kræver en vis omhu ved valget af omkoblingsmodulets opbygning, men frembyder ikke noget problem på teknikens nuværende stade. Det er tilmed tvivlsomt, om der kan opnås en økonomisk gevinst ved anvendelse af en opbygning med indre blokerings. Under henvisning til fig. 3 beskrives senere en kendt opbygning af et omkoblingsmodul uden indre blokerings.

Transmissionsanlæggene 105, 106, 109, 110, 113 og 114 ender i en i fig. 2 vist transitcentral 115. Denne transitcentral indeholder faciliteter til ind-

byrdes forbindelse af tidskanalerne i transmissionsanlæggene for hvert omkoblingsmodul med tidskanalerne for transmissionsanlæggene for hvert andet omkoblingsmodul. Der findes ingen faciliteter til indbyrdes forbindelse af tidskanalerne for transmissionsanlæggene for samme omkoblingsmodul. Det antages, at den interne modultrafik besørges over det pågældende omkoblingsmodul. Intermodultrafikken besørges over transitcentralen 115. Det kunne antages, at der eksisterede krydsforbindelser mellem omkoblingsmodulerne til besørgelse af en del af intermodultrafikken. En sådan maskeopbygning kunne foretrækkes ved stor trafik mellem omkoblingsmodulerne. Transitcentralen 115 kunne da benyttes som en overskudsfacilitet for den trafik, der ikke kunne besørges over krydsforbindelserne.

Opbygningen af et telekommunikationsnetværk i overensstemmelse med fig. 1 og 2 er illustreret i fig. 4, hvor en cirkel repræsenterer et omkoblingsmodul og en firkant en transitcentral som f.eks. 115. Den viste opbygning er en stjerneopbygning. Den i fig. 5 viste opbygning opnås ved indførelse af krydsforbindelser mellem hvert par af omkoblingsmoduler. Dette er en maskeopbygning, hvorpå der er overlejret en stjerneopbygning, dvs. en kombineret maske-stjerneopbygning. Uden transitcentralen 115 opnås der en maskeopbygning. Transitcentralen 115 er beliggende i stjerneopbygningens centrum og kan betegnes som en stjerne central. Af hensyn til driftssikkerheden anvendes der i telekommunikationsnetværk med stjerneopbygning og dækkende f.eks. et helt land mindst to stjernecentraler. For de i fig. 4 og 5 viste tilfælde opnås da de i fig. 6 og 7 viste netværksopbygninger. Netværksopbygningen i fig. 7 forekommer f.eks. i det offentlige telefonnetværk i Holland, hvor distriktscentralerne danner et maskenetværk, og distriktscentralerne i Amsterdam og Rotterdam samtidigt som stjernecentraler eller overskudscentraler svarende til stjernecentralerne 115' og 115" i fig. 7.

Selvom der i fig. 1 og 2 betragtes en stjerneopbygning, der kun indeholder én stjernecentral, må dette derfor ikke opfattes som en begrænsning, og en opbygning med mere end én stjernecentral eller en kombineret stjerne-maskeopbygning kan lige såvel komme på tale.

Opfindelsen angår navnlig konstruktionen af stjernecentralen 115 med henblik på at frembringe et telekommunikationsnetværk med en betydelig fleksibilitet, som i økonomisk henseende kun kræver en lav begyndelsesinvestering, og som kan udvides modulmæssigt.

Sendehovedledningerne og modtagehovedledningerne for transmissionsanlæggene 105 og 106 fra omkoblingsmodulet 100 ender i stjernecentralen 115 i henholdsvis en automatisk multiplekser 116 og en automatisk demultiplekser 117. På tilsvarende måde ender transmissionsanlæggene 109 og 110 fra omkoblingsmodulet 101 i henholdsvis en automatisk multiplekser 118 og en automatisk demultiplekser 119. Tilsvarende ender transmissionsanlæggene 113 og 114 fra omkoblingsmodulet 102 i en automatisk multiplekser 120 og en automatisk demultiplekser

121. De automatiske multipleksere udfører en tegnindskydnings-overmultipleksring af de fra sendehovedledningerne hidrørende tidsmultiplekssignaler. De automatiske demultipleksere udfører den omvendte funktion. Udgangen fra hver automatisk multiplekser er en oversendehovedledning, og indgangen til hver automatisk demultiplekser er en overmodtagehovedledning. I fig. 2 er oversendehovedledningerne betegnet med henvisningstallene 122, 123 og 124 og overmodtagehovedledningerne med henvisningstallene 125, 126 og 127.

Det antages, at der til én automatisk multiplekser/demultiplekser kan forbindes op til 16 transmissionsanlæg. Antallet 16 er vilkårligt valgt og kan erstattes af et andet passende antal. En overmultiplekscyklus indeholder således 16×128 sekundære tidsintervaller. Omvendt indeholder hvert primært tidsinterval 16 sekundære tidsintervaller. De sekundære tidsintervaller nummereres i overensstemmelse med deres beliggenhed i et primært tidsinterval, og de primære tidsintervaller nummereres i overensstemmelse med deres beliggenhed i en multiplekscyklus. De automatiske multipleksere og demultipleksere har en funktionscyklus på 1 primært tidsinterval og frembringer en fast sammenhæng mellem de sekundære tidsintervaller og transmissionsanlæggene, således at et sekundært tidsinterval med nummeret x , hvor $1 \leq x \leq 16$, er permanent knyttet til et givet transmissionsanlæg, der f.eks. kan have nummeret x . Information overføres i form af tegn eller PCM-ord indeholdende 8 bit, hvilke ord hver optager et primært tidsinterval på en hovedledning. På en overhovedledning optager et PCM-ord et sekundært tidsinterval. PCM-ordene fra transmissionsanlægget x overføres i de sekundære tidsintervaller x .

I fig. 2 er der til hver automatisk multiplekser/demultiplekser kun forbundet to transmissionsanlæg. Dette kan betragtes som en begyndelsesfase i opbygningen af et telekommunikationsnetværk. I en yderligere fase af telekommunikationsnetværkets udbygning kan der mellem hvert omkoblingsmodul og den tilknyttede automatiske multiplekser/demultiplekser indføres yderligere transmissionsanlæg. Det forhold, at forbindelseskapaaciteten for de automatiske multipleksere/demultipleksere lades uudnyttet, betyder, at visse sekundære tidsintervaller ikke/benyttes i stjernecentralen og som følge heraf heller ikke kan benyttes til forbindelsesetablering. På denne måde optræder der for hvert omkoblingsmodul forbudte sekundære tidsintervaller, hvilket må tages i betragtning ved etablering af en intermodulforbindelse.

Stjernecentralen 115 i fig. 2 indeholder en omkoblingsmatrix 108. Denne er vist som en 4×4 matrix, hvilket betyder, at den har fire indgange og fire udgange. Disse dimensioner henviser generelt til antallet af omkoblingsmoduler i telekommunikationsnetværket, hvilket antal kan være vilkårligt. Omkoblingsmatrixen 128 har tre indgange for tilslutning af oversendehovedledningerne 122, 123 og 124 og en reserveindgang 121. Omkoblingsmatrixen 128 har endvidere tre udgange for tilslutning af overmodtagehovedledningerne 125, 126 og 127 og en reserve-

udgang 130. I omkoblingsmatrixen er der mellem oversendehovedledningen for hvert omkoblingsmodul og overmodtagehovedledningen for hvert andet omkoblingsmodul forbundet et styrbart krydsningspunkt-koblingsorgan, der i det følgende i korthed vil blive betegnet som et krydsningspunkt. Krydsningspunkterne er i figuren betegnet med bogstavet K og to tal, hvoraf det venstre angiver indgangsnummeret og det højre udgangsnummeret. Det bemærkes, at oversendehovedledningen og overmodtagehovedledningen for samme omkoblingsmodul er forbundet til henholdsvis en indgang og en udgang i omkoblingsmatrixen med samme nummer. Den interne modultrafik besørages over selve omkoblingsmodulerne, således at omkoblingsmatrixen 128 ikke indeholder diagonale krydsningspunkter.

En telekommunikationsforbindelse i telekommunikationsnetværket omfatter nødvendigvis en fremadrettet forbindelse for informationen fra A-abonnenten til B-abonnenten og en returforbindelse til overføring af information af B-abonnenten til A-abonnenten. I stjernecentralen anvender den fremadrettede forbindelse og returforbindelsen samme tidskanal på rumligt adskilte forbindelsesveje. Disse rumligt adskilte forbindelsesveje er anbragt symmetrisk omkring omkoblingsmatrixens diagonal. Når der henvises til omkoblingsmatrixens diagonal, menes der den diagonal, som ikke indeholder krydsningspunkter.

Krydsningspunkterne i omkoblingsmatrixen 128 styres af cykliske lagre 131, 132 og 133. Hvert af disse lagre indeholder 16×128 lagerpladser og har en cyklustid, som er lig med rammelængden. De cykliske lagre har forskellige ordlængder afhængigt af det af hvert lager styrede antal krydsningspunkter. Styreindgangene for hvert par af to krydsningspunkter, som er symmetrisk anbragt omkring diagonalen er direkte forbundet, således at de to krydsningspunkter omkobles samtidigt. Ved omkobling af disse krydsningspunkter i den ønskede tidskanal etableres der over dette par af omkring diagonalen symmetrisk anbragte krydsningspunkter en fremadrettet forbindelse og en tilhørende returforbindelse. I dette tilfælde er en tidskanal et cyklisk sekundært tidsinterval i modsætning til en tidskanal på en hovedledning, som er et cyklisk primært tidsinterval.

Den omkobling, som foregår i omkoblingsmatrixen 128 er princippielt en rumlig omkobling. Tidsomkobling, dvs. tidstransponering, anvendes ikke i stjernecentralen. Multiplekserne og demultiplekserne giver en fast rum-tid- og tid-rumomsætning, der ikke kan betragtes som selektiv omkobling.

Krydsningspunkterne K 12 og K 21 styres af det cykliske lager 131. Krydsningspunkterne K 13, K 23, K 31 og K 32 styres af det cykliske lager 132 over en dekoder 134. Styreindgangene for krydsningspunkterne K 13 og K 31 er forbundet til én udgang fra dekoderen, og styreindgangene for krydsningspunkterne K 23 og K 32 er forbundet til en anden udgang fra dekoderen. Krydsningspunkterne K 14, K 24, K 34, K 41, K 42 og K 43 styres af det cykliske lager 133 over en dekoder 135. Styreindgangene for krydsningspunkterne K 14 og K 41 er forbundet til én udgang fra

dekoderen 135, styreindgangene for krydsningspunkterne K24 og K42 til en anden udgang og styreindgangene for krydsningspunkterne K34 og K43 til en tredje udgang fra dekodere. Dette gør det klart, at der i styreforbindelserne mellem krydsningspunkterne og de cykliske lagre eksisterer et givet mønster, der afhænger af det cykliske lagres størrelsesorden. I det følgende betragtes størrelsesordenen fra det cykliske lager 131 til det cykliske lager 133. Det antages, at j angiver det cykliske lagres størrelsesorden. Af fig. 2 fremgår, at for $j = 1, 2, 3$, styrer det cykliske lager med størrelsesordenen j krydsningspunkterne $K1(j+1), \dots, Kj(j+1)$ og krydsningspunkterne $K(j+1)1, \dots, K(j+1)j$. Dette giver $2j$ krydsningspunkter, og den tilhørende dekode har j udgange. For at opnå individuel styring af disse j udgange kræves en kode med j kodekombinationer. Endvidere kræves én kodekombination til at kendetegne den situation, hvor ingen af udgangene er styrede, således at der ialt må foreligge $j+1$ kodekombinationer. Ordlængden for det cykliske lager j er derfor mindst $\log(j+1)$ med grundtallet 2.

De cykliske lagre 131, 132 og 133 har en cyklustid på $125 \mu s$, og hvert lager har 16×128 lagerpladser, i hver af hvilke der kan oplagres "adressen" på et par tilhørende krydsningspunkter. I denne sammenhæng og i det følgende betyder udtrykket "et par krydsningspunkter" to krydsningspunkter, som er anbragt symmetrisk omkring omkoblingsmatrixen 128's diagonal, og hvis styreindgange er forbundet med hinanden. I stjernecentralen kan der etableres forbindelser mellem oversendehovedledninger og overmodtagehovedledninger i tidskanaler af overmultiplexcyklen. En forbindelse etableres ved oplagring af "adressen" på et krydsningspunktpar i en passende lagerplads i et cyklisk lager. Denne "adresse" vil så blive cyklisk gengivet af det cykliske lager i det til lagerpladsen hørende undertidsinterval. Som følge heraf omkobles krydsningspunkterne i et cyklisk undertidsinterval eller en tidskanal. På denne måde etableres der mellem en tidskanal på en oversendehovedledning og den hermed sammenfaldende tidskanal på en overmodtagehovedledning en fremadrettet forbindelse, og i samme tidskanal etableres returforbindelsen mellem den til oversendehovedledningen knyttede overmodtagehovedledning og den til overmodtagehovedledningen knyttede oversendehovedledning. Dette kan illustreres på følgende måde. Det antages, at det er nødvendigt at etablere en forbindelse mellem omkoblingsmodul 100 og omkoblingsmodul 102. Til dette formål anvendes krydsningspunktparret K13 og K31. Adressen på dette krydsningspunktpar oplagres i en passende lagerplads i det cykliske lager 132. Den fremadrettede forbindelse går fra oversendehovedledningen 122 for omkoblingsmodul 100 over krydsningspunktet K13 til overhovedmodtageledningen 127 for omkoblingsmodul 102. Returforbindelsen går fra oversendehovedledningen 124 for omkoblingsmodul 102 over krydsningspunktet K31 til overmodtagehovedledningen 125 for omkoblingsmodul 100.

Hvis der til en automatisk multiplekser/demultiplekser er forbundet mindre end 16 transmissionsanlæg, forbindes disse således, at undertidsintervallerne belægges nedefra og opefter, dvs. fra undertidsintervallet med nummeret 1. Har et undertidsinterval med et nummer, som er 1 højere end antallet af tilsluttede transmissionsanlæg, vil alle yderligere undertidsintervaller til og med intervallet med nummeret 16 da være blokerede fra forbindelsesetablering. I en tabel angives det for hvert omkoblingsmodul, fra hvilket nummer undertidsintervallerne er blokerede. For hver ønsket forbindelse gennemgås denne tabel til fastlæggelse af de undertidsintervaller, som princippielt kan benyttes til forbindelsen. Af disse undertidsintervaller bestemmes et ledigt undertidsinterval, hvilket vil sige et undertidsinterval, for hvilket den tilhørende lagerplads i det cykliske lager, som skal benyttes ved forbindelsen, endnu ikke indeholder en adresse, og for hvilket de andre cykliske lagre ikke indeholder adresser på krydsningspunkter, som er knyttet til de oversendehovedledninger og overmodtagehovedledninger, der hører til den forbindelse, som skal etableres. Til en forbindelse mellem et omkoblingsmodul x og et omkoblingsmodul y , hvor $y > x$, kan benyttes det cykliske lager $j = y - 1$. I det undertidsinterval, som skal benyttes, må de andre cykliske lagre ikke indeholde adresserne x og y . Omkoblingsmodulerne er fri for indre blokering, således at udsøgningen af en fri vej til intermodulforbindelse er begrænset til udsøgning af et frit undertidsinterval eller en fri tidskanal i stjernecentralen.

Telekommunikationsnetværket er meget fleksibelt med hensyn til udvidelse af netværket og tilpasning til ændrede trafikformer. Telekommunikationsnetværket kan uden væsentlige modifikationer udvides med ét omkoblingsmodul ad gangen. Denne udvidelse kræver kun tilføjelse af en automatisk multiplekser/demultiplekser i stjernecentralen, en udvidelse af omkoblingsmatrixen 128 med én indgang og én udgang og tilføjelse af ét cyklisk lager med én dekoder.

Antallet af transmissionsanlæg mellem et omkoblingsmodul og stjernecentralen kan udvides til 16, uden at der kræves ekstra udstyr i stjernecentralen. Som følge heraf kan der let opnås en forøgelse af intermodultrafikken. Visse til venstre og højre liggende tilslutninger for et omkoblingsmodul er beregnet til trafikken mellem omkoblingsmodulet og abonnentgruppen, og andre til venstre og højre liggende tilslutninger er beregnet til intermodultrafikken. Hvis der for en abonnentgruppe er ringe intermodultrafik, kan de endnu ikke benyttede til venstre og højre liggende tilslutninger udnyttes til forbindelse af flere abonnenter til omkoblingsmodulet. Hvis der for en abonnentgruppe er stor intermodultrafik, kan de til venstre og højre liggende tilslutninger, som endnu ikke er i brug, udnyttes til forbindelse af omkoblingsmodulerne til stjernecentralen over et større antal transmissionsanlæg. Hvis antallet af transmissionsanlæg overskrider 16, indføres en ekstra automatisk multiplekser/demultiplekser i stjernecentralen til forbindelse af det overskydende antal transmissionsanlæg på samme måde som ved et ekstra omkoblings-

modul.

I stjernecentralen kan der kun etableres forbindelser mellem tidskanaler med samme nummer. Dette giver anledning til indre blokering ved etablering af intermodulforbindelser. I det følgende er anført en beregning af den indre blokering for et specielt tilfælde. Den betragtede forbindelse er en intermodulforbindelse mellem to ikke-blokerende omkoblingsmoduler, der hver omfatter 15 til venstre liggende og 15 til højre liggende tilslutninger for trafikken med abonnentgruppen og hver omfatter 16 til venstre liggende og 16 til højre liggende tilslutninger for intermodultrafikken. Der betragtes det tilfælde hvor alle kanaler i gruppen af 15 til venstre liggende og 15 til højre liggende tilslutninger for hvert omkoblingsmodul er optaget med undtagelse af én modtagekanal og den tilhørende sendekanal. Dette kanalpar betegnes som det sidste frie kanalpar. Det antages endvidere, at der ikke er nogen krydsforbindelser mellem omkoblingsmodulerne, og at der ikke er nogen intern modultrafik. Det forsøges nu at etablere en forbindelse mellem det sidste frie kanalpar for omkoblingsmodulet og det sidste frie kanalpar i et andet omkoblingsmodul. Sandsynligheden for, at dette forsøg ikke lykkes er:

$$p' \approx 1/5770.$$

Hvis der for kanalerne i gruppen af 16 til venstre liggende og 16 til højre liggende tilslutninger antages en udnyttelsesgrad på 99% vil sandsynligheden for, at et frit kanalpar i et omkoblingsmodul ikke kan forbindes til et frit kanalpar i det andet omkoblingsmodul være:

$$p = p' \cdot p'' = p'/120 \approx 10^{-5}.$$

Den ovenstående specificering angår et meget specielt ydertilfælde. Under normale omstændigheder vil der være en rimelig grad af intern modultrafik og kanalernes udnyttelsesgrad vil være mindre end 99%. I denne henseende repræsenterer 80% en mere realistisk værdi. Beregningen af den indre blokering under de ovennævnte ekstreme betingelser viser imidlertid, at den indre blokering er meget ringe, således at det er rimeligt at drage den konklusion, at der kan ses bort fra den under praktiske omstændigheder.

Idet der henvises til en artikel af T.L. Bowers: "Blocking in 3-stage Folded Switching Arrays" i I.E.E.E. Transactions on Communication Technology, marts 1965, side 14-37, beregnes sandsynlighederne p' og p'' efter følgende formler:

$$p' = \frac{L_1! L_2!}{M! (L_1 + L_2 - M)!}$$

$$p'' = a^{(M-L_2)} \cdot b^{(M-L_1)} \cdot \left[1 - (1-a)(1-b) \right]^{(L_1 + L_2 - M)},$$

hvor $L_1 + 1 = L_2 + 1 (= 1920)$ i det betragtede tilfælde repræsenterer antallet af

kanalpar i gruppen af 15 til venstre liggende og 15 til højre liggende tilslutninger, medens $M(=2048)$ repræsenterer antallet af kanalpar i gruppen af 16 til venstre liggende og 16 til højre liggende tilslutninger, og $a = b$ repræsenterer kanaluudnyttelsesgraden.

I fig. 3 er vist et forenklet diagram for en gunstig udførelsesform for et omkoblingsmodul. Modulet indeholder til venstre liggende tilslutninger 200, 201, 202 og 203 til tilslutning af modtagehovedledninger og til højre liggende tilslutninger 204, 205, 206 og 207 til tilslutning af sendehovedledninger. De til venstre liggende tilslutninger er forbundet til synkronisatorer 208, 209, 210 og 211. Disse synkronisatorer omsætter den modtagne information til omkoblingsmodulets tidsskala uden at ændre informationsfølgen. Endvidere fastlægger hver synkronisator det relevante kanalnummer for hver information. Informationen i form af PCM-ord præsenteres på udgange 212, 213, 214 og 215, og de tilhørende kanalnumre præsenteres på udgange 216, 217, 218 og 219. PCM-ordene føres til demultipleksere 220, 221, 222 og 223 som fordeler PCM-ordene mellem lagerpladser, som er individuelt knyttet til kanalerne ved hjælp af de demultiplekserne styrende kanalnumre. Hver demultiplekser styrer en gruppe på 128 lagerpladser, hvoraf kun den første og sidste er vist i fig. 3. Hver lagerplads er symbolsk betegnet med et aflangt rektangel som vist ved henvisningsbetegnelsen G. Styringen kan være således, at den første lagerplads for hver gruppe er knyttet til den første tidskanal for den pågældende til venstre liggende tilslutning, den anden lagerplads til den anden tidskanal og så fremdeles.

Lagerpladserne G er forbundet til en multiplekser 224, som styres af et cyklisk lager 225. Udgangen fra multiplekseren 224 udgøres af en overhovedledning 226, som er forbundet til en automatisk demultiplekser 227. Udgangene fra demultiplekseren er forbundet til sendeenheder 228, 229, 230 og 231, hvis udgange danner de til højre liggende tilslutninger for omkoblingsmodulet.

Der betragtes det tilfælde, hvor omkoblingsmodulet virker på overhovedledningen i en overmultiplekscyklus med en varighed, som er lig med en rammelængde og omfatter 128 primære tidsintervaller, der hver er inddelt i 32 sekundære tidsintervaller nummereret fra 0 til 31. Det antages, at det cykliske lager 225 har en cyklusvarighed, som er lig med rammelængden og indeholder 32×128 lagerpladser, i hver af hvilke adressen på en lagerplads kan oplagres. Det sekundære tidsinterval 0 i hvert primært tidsinterval benyttes til indskrivning af PCM-ordene i lagerpladserne G. PCM-ordene kan aflæses herfra i hvert af de 32 tilbageværende sekundære tidsintervaller i hvert primære tidsinterval. En i en lagerplads i det cykliske lager 225 oplagret adresse føres til multiplekseren 224 i et cyklisk sekundært tidsinterval eller en tidskanal og giver anledning til overføringen af information fra den pågældende lagerplads G til overhovedledningen 226 i tidskanalen. Den automatiske demultiplekser 227 sætter undertidsintervallerne i for-

bindelse med de til højre liggende tilslutninger for omkoblingsmodulet. Demultiplekseren 227 har en funktionscyklus med en varighed lig med ét primært tidsinterval og overfører de PCM-ord, som modtages i et undertidsinterval, der antages at have nummeret x , hvor ($1 \leq x \leq 32$), til sendeenheden for en given tilhørende til højre liggende tilslutning, der antages at bære samme nummer x . En sendeenhed som modtager et PCM-ord udsender dette ord i det efterfølgende primære tidsinterval og sikrer således automatisk remultipleksering af al information bestemt for den pågældende til højre liggende tilslutning.

På denne måde kan hver tidskanal for hver til venstre liggende tilslutning over en tidskanal i overhovedledningen 226 forbindes til hver tidskanal i hver til højre liggende tilslutning ved oplagring af adressen på en lagerplads G i det cykliske lager 225 uden risiko for indre blokering.

Overmultiplekscyklen er fastlagt således, at der kan anvendes 32 til venstre liggende tilslutninger og 32 til højre liggende tilslutninger for omkoblingsmodulet. Som illustration viser figuren kun fire til venstre liggende og fire til højre liggende tilslutninger.

Lagerpladserne G kan dannes af ordene i et lager med vilkårlig adgang, hvilke ord foreligger i grupper på 128, med separate skriveorganer (demultiplekserne 220, 221, 222 og 223) og et fælles læseorgan (multiplekseren 224).

Til nedsættelse af hastighedskravene kan der anvendes parallel transmission af PCM-ordene, i hvilke tilfælde synkronisatorerne 208, 209, 210 og 211 kan være udstyret med serie-parallelomsættere, og sendeenhederne 228, 229, 230 og 231 kan være udstyret med parallel-serieomsættere. En anden metode til reduktion af hastighedskravene består i anvendelse af to eller flere multipleksere som multiplekseren 224, hvilke multipleksere hver er forbundet til en automatisk demultiplekser over en overhovedledning. Hver demultiplekser styrer da en del af de til højre liggende tilslutninger. Ved benyttelse af to multipleksere gælder samme hastighedskrav som for overhovedledninger i stjernecentralen, der hver omfatter 16×128 tidskanaler.

Informationshastigheden på overhovedledningerne i stjernecentralen i fig. 2 er meget høj, og det vil derfor være en fordel at anbringe de automatiske multipleksere 116, 118 og 120 og de automatiske demultipleksere 117, 119, 121 i nærheden af omkoblingsmatrixen.

Omkoblingsmodulerne kan være anbragt i stor afstand fra stjernecentralen, idet de f.eks. kan udgøre dele af centraler med lokal trafik og med egne serviceområder. En forudsætning for denne form for decentralisering er, at informationen i langdistancetransmissionsanlægget præsenteres over for de automatiske multipleksere i stjernecentralen som om den hidrører fra et i nærheden af stjernecentralen anbragt, lokalt omkoblingsmodul. Langdistancetransmissionsanlægget må da være afsluttet i synkronisatorer, som omsætter informationen til stjernecentralens tidskala. I dette tilfælde er der mellem synkronisatorerne og de automatiske multi-

pleksere anbragt såkaldte rammeudlignere til udligning af rammerne fra transmissionsanlæggene i forhold til rammerne for stjernecentralen. Rammeudlignerne skal generelt have en lagerkapacitet, der er så stor, at den kan frembringe en forsinkelse på i det væsentlige én hel ramme. En så stor lagerkapacitet kan undgås ved hovedsageligt at indføre den nødvendige forsinkelse i det sendende omkoblingsmodul. Dette kan opnås på enkel måde ved at forskyde de pågældende adresser i lageret 225 i et givet antal lagerpladser.

I omkoblingsmodulet i fig. 3 er hver til venstre liggende tilslutning forbundet til en synkronisator. Hvis omkoblingsmodulet er et lokalt omkoblingsmodul, kan synkronisatorerne for de til venstre liggende tilslutninger, som er forbundet til stjernecentralen, eventuelt forenkles, og de kan da bestå af en fælles tæller der til frembringelse af kanalnumrene styres af stjernecentralens takt.

P A T E N T K R A V.

Telekommunikationsnetværk med stjerneopbygning, indeholdende et antal telekommunikationscentraler af lavere orden, hvilke centraler er koblet med hinanden over en telekommunikationscentral af højere orden, idet hver lavere ordens telekommunikationscentral i netværket er forbundet til telekommunikationscentralen af højere orden over et antal PCM-tidsmultiplekstransmissionsanlæg, der hver indeholder en sendehovedledning og en modtagehovedledning, hvor transmissionstiden på disse hovedledninger er inddelt i multiplekscykler, som ved inddeling i primære tidsintervaller danner et antal primære tidskanaler til overføring af den PCM-kodede information fra et antal informationskilder, k e n d e t e g n e t ved, at sendehovedledningerne og modtagehovedledningerne i PCM-tidsmultiplekstransmissionsanlægene, som forbinder en lavere ordens telekommunikationscentral til en højere ordens telekommunikationscentral, i sidstnævnte central er forbundet gruppevis til henholdsvis automatiske multipleksere og automatiske demultipleksere, for hvilke henholdsvis udgangene og indgangene dannes af oversendehovedledninger og overmodtagehovedledninger, hvorhos transmissionstiden på disse overhovedledninger er inddelt i overmultiplekscykler med samme varighed som multiplekscyklerne, hvilke overmultiplekscykler ved inddeling i sekundære tidsintervaller danner et antal sekundære tidskanaler, som er en hel faktor større end antallet af primære tidskanaler, og hvor telekommunikationscentralen af højere orden indeholder et rumfordelings-koblingsnetværk med et antal indgange og udgange og krydsningspunktkoblerorganer til forbindelse af indgangene til udgangene, og oversendehovedledningerne og overmodtagehovedledningerne er forbundet til henholdsvis indgangene og udgangene af dette koblingsnetværk, medens telekommunikationscentralen af højere orden indeholder cykliske lagre til omkobling af krydsningspunkt-koblerorganerne i de sekundære tidsintervaller af overmultiplekscyklen.

Fremdragne publikationer:

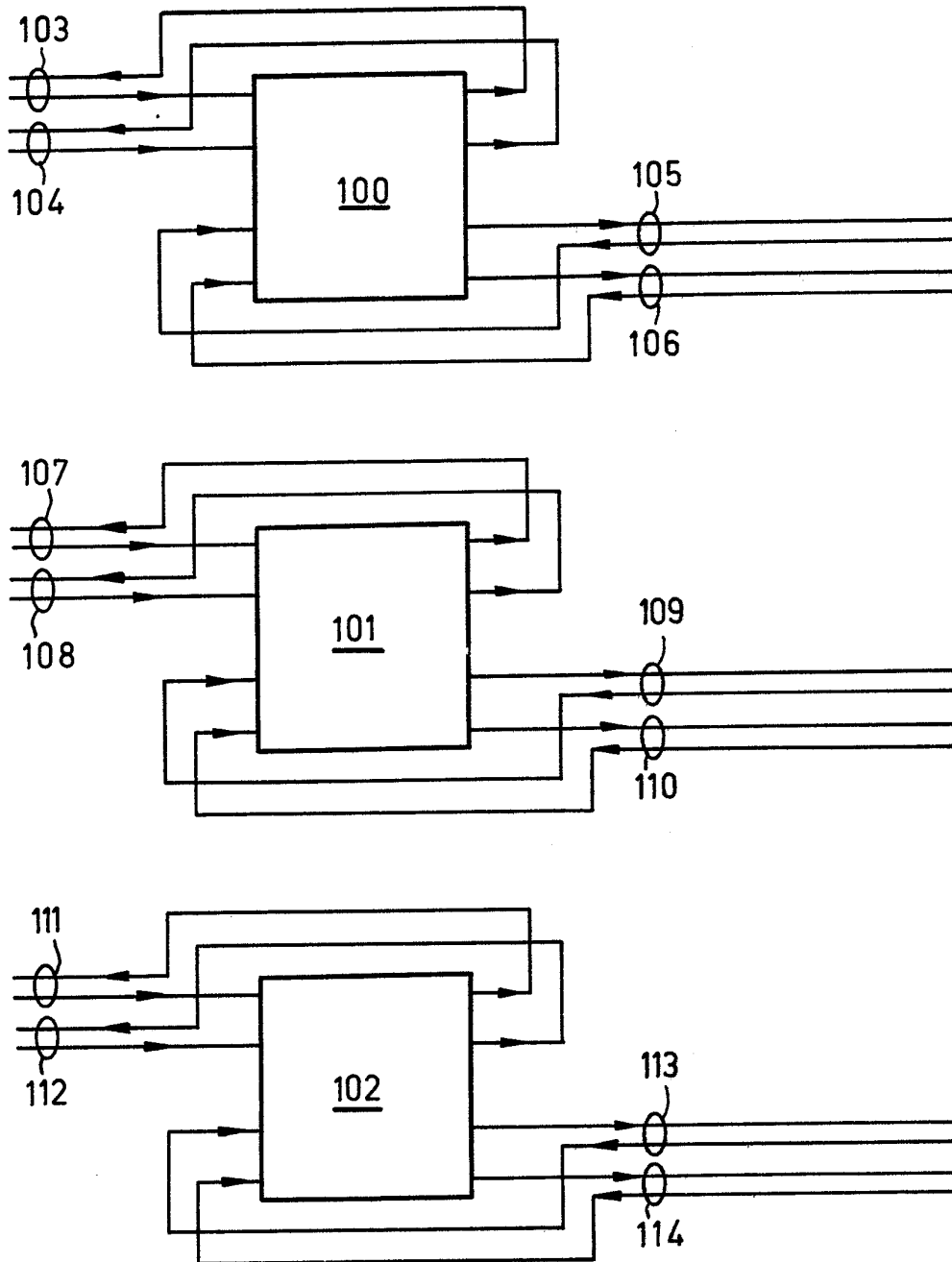


Fig. 1

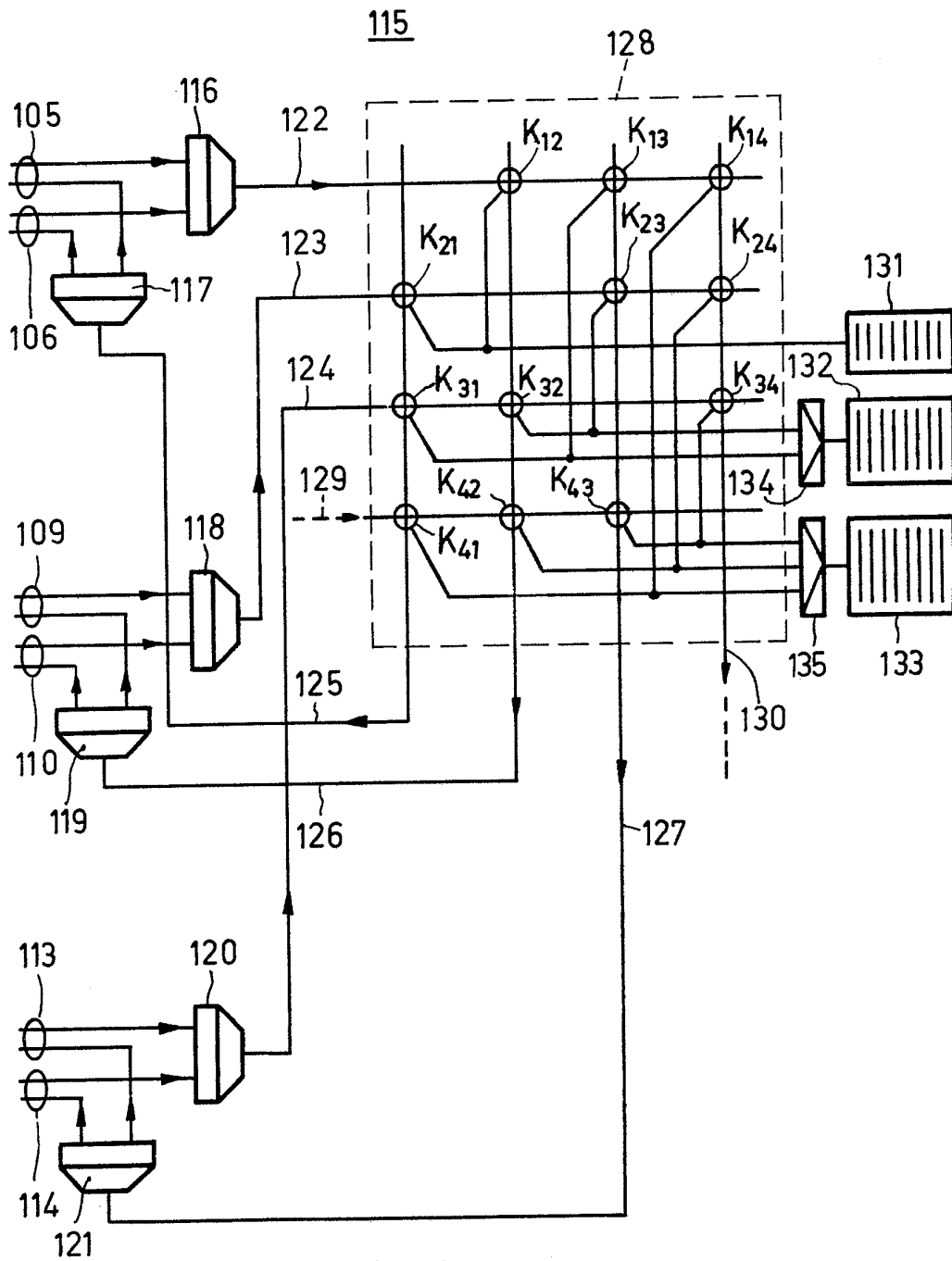


Fig.2

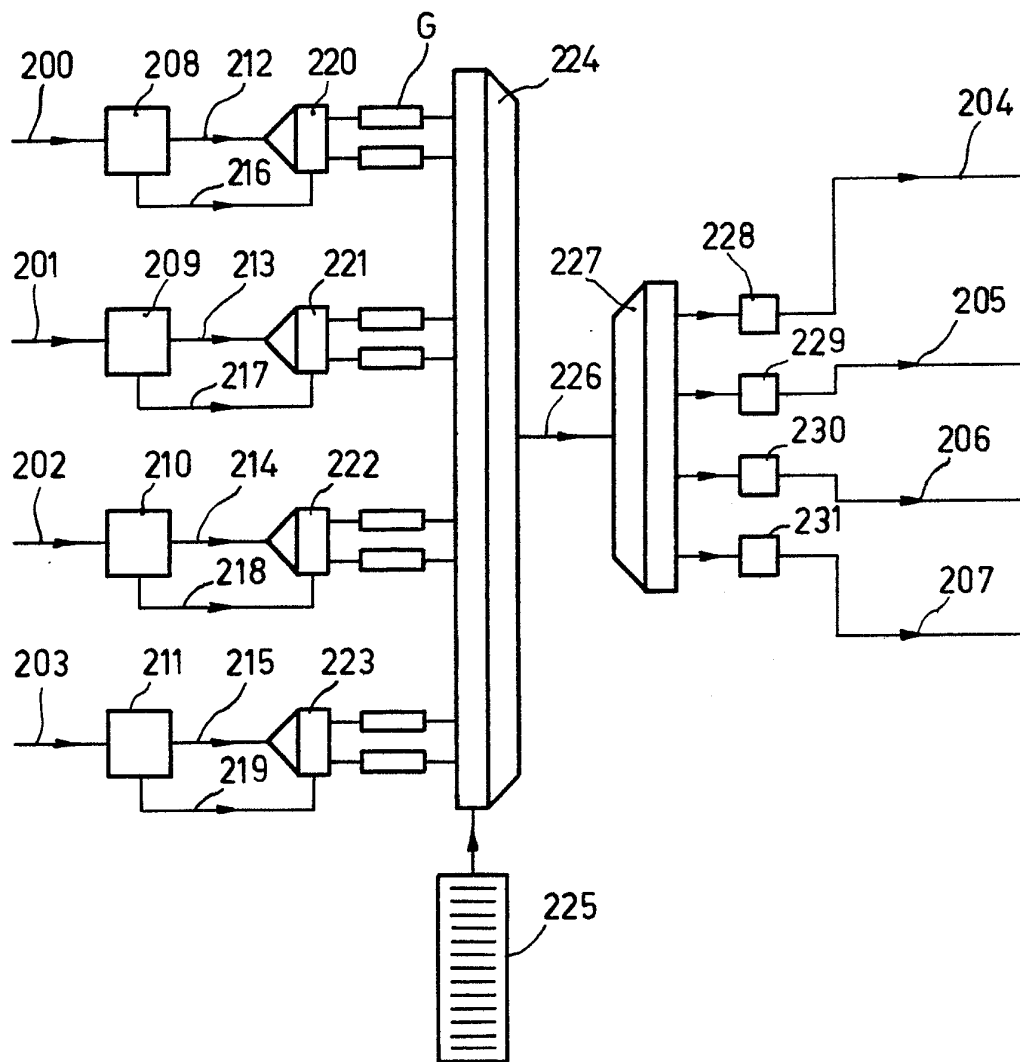


Fig.3

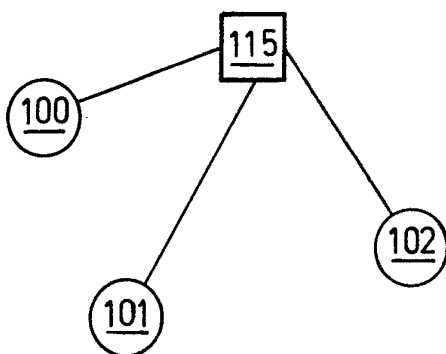


Fig.4

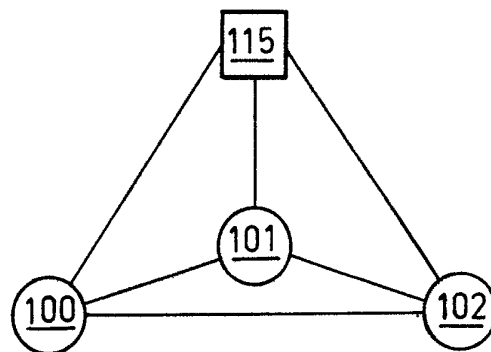


Fig.5

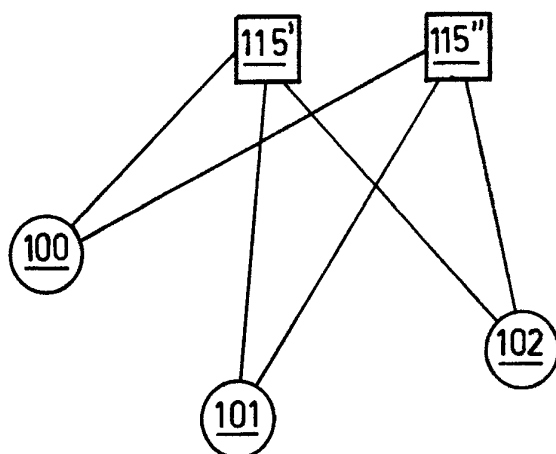


Fig.6

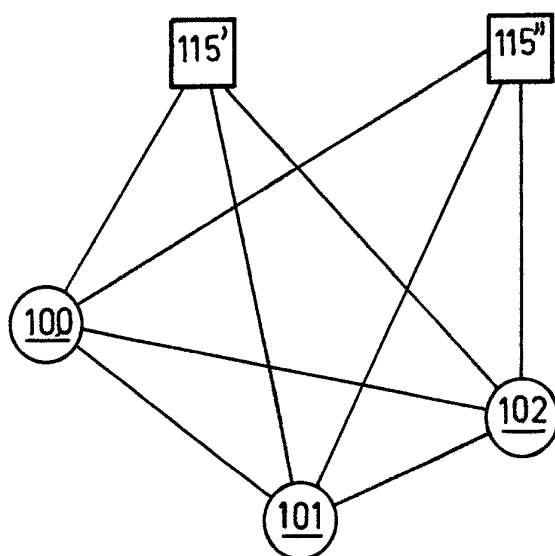


Fig.7

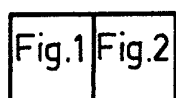


Fig.8