NORGE
[NO]

STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

[B] (11) **UTLEGNINGSSKRIFT** Nr. 150540

[C] (45) PATENT MEDDELT
31. OKT. 1984

(51) Int. Cl.³ H 04 Q 3/68, 11/04

(21) Patentsøknad nr. 780422

(22) Inngitt 07.02.78

(24) Løpedag 07.02.78

(41) Alment tilgjengelig fra 08.08.78
(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 23.07.84

(30) Prioritet begjært 07.02.77, USA, nr 766396

(54) Oppfinnelsens benevnelse

Foldet koblingsnettverk, samt fremgangsmåte for å foreta en utvidelse i et slikt foldet koblingsnettverk.

(71)(73) Søker/Patenthaver

INTERNATIONAL STANDARD ELECTRIC CORPORATION,
320 Park Avenue,
New York, NY 10022,
USA.

(72) Oppfinner

KENNET FRANK GIESKEN,
Fairfield, CT,
JOHN MICHAEL COTTON,
East Norwalk, CT,
USA.

(74) Fullmektig

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner

Ingen.

150540

Foreliggende oppfinnelse angår et foldet koblingsnettverk, samt en fremgangsmåte for å foreta en utvidelse i et slikt foldet koblingsnettverk.

Oppfinnelsen angår særlig et foldet koblingsnettverk med ett eller flere koblingstrinn som hvert består av flere velgere, hvor hver velger har to eller flere innganger og to eller flere utganger og er tilpasset til å reflektere trafikk som oppptrer ved en hvilken som helst av velgerens innganger tilbake mot en hvilken som helst av de andre innganger på samme velger, og hvor utgangene fra velgerne i det foregående koblingstrinn (dog ikke det med høyest orden) tjener som refleksjonspunkter for trafikk mellom inngangene til velgere på samme koblingstrinn, og hvor andre utganger fra velgerne i de nevnte foregående koblingstrinn er koblet til innganger på det neste, høyere ordens koblingstrinn, for telekommunikasjons- og særlig for telefonanlegg, hvor formålet er å forbinde flere terminaler med hverandre etter ønske. Foreliggende oppfinnelse er særlig velegnet for rom- og tidsdelt multipleks.

Tidligere kjente tidsdelte koblingsnettverk bruker tidslukeutvekslende moduler eller romomkoblende moduler som gjør bruk av gjensidige forbindelser mellom tidsdelte og romlig adskilte elementer, vanligvis idet det gjøres bruk av to av de to førstnevnte moduler og én av de sistnevnte, eller to av de sistnevnte moduler og én av de førstnevnte. Som et eksempel på tidligere kjent teknikk for slik tidslukeforskyvning kan vises til US patent nr. 3.770.895. Videre viser US patent nr. 3.963.872 et eksempel på et koblingsnettverk av en foldet type som omfatter flere trinn. Disse tidligere kjente koblingsnettverk kan vanligvis ikke modifiseres uten at dette medfører en svært utstrakt ny kabling av utstyret for å tillate store utvidelser av anlegget.

Dette skyldes at koblingsnettverk av tidligere kjent type er konstruert slik at de skal dekke spesielle størrelsesområder, dvs. spesielle antall abonnentlinjer, mens foreliggende oppfinnelse er slik laget at den kan tilpasses over et meget stort og naturlig utvidbart størrelsesområde.

I overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse kan et lite koblingsnettverk, f.eks. for noen få hundre abonnenter, konstrueres økonomisk, da nettverket i henhold til foreliggende opp-

finnelse ikke forutsetter et bestemt antall trinn som må inngå for å danne nettverket. Det er heller ingen øvre grense for et nettverk bygget opp i henhold til foreliggende oppfinnelse, og resultatet er derfor at et lite nettverk lett kan ekspanderes, dvs. at nettverket lett kan utvides fra noen få hundre abonnenter med tilsvarende lite antall velger-trinn til et stort antall abonnenter, f.eks. 50.000 linjer, som altså krever vesentlig flere velgertrinn. Derfor kan et lite nettverk som allerede er i drift, lett ekspanderes til et stort arbeidende nettverk uten noen omkabling, noe som ville vært absolutt påkrevet ved tidligere kjente anlegg.

Dette er oppnådd ved å utforme koblingsnettverket i overensstemmelse med de nedenfor fremsatte patentkrav. Likeledes angir de nedenfor fremstilte patentkrav en fremgangsmåte i henhold til hvilken et koblingsnettverk i henhold til foreliggende oppfinnelse må utvides for at de ovenfor nevnte fordeler skal komme til sin rett.

I foreliggende oppfinnelse er det angitt et foldet koblingsnettverk som er oppbygget slik at utgangene fra hvert trinn i nettverket bare er koblet til velgere i høyere trinn i nettverket. Derved elimineres behovet for omkabling ved utvidelser. Forbindelsene mellom klemmene oppnås ved anvendelse av refleksjoner fra og videreforbindelser til de individuelle koblingselementer. Ved refleksjonskarakteristikker defineres evnen til gjensidig forbindelse av to innganger innenfor velgeren. Dette nettverket kan realiseres enten med analogt eller digitalt transmisjonsutstyr, over to- eller firetråds forbindelser, og med rom- eller tidsdelt multipleks eller med kombinasjoner av disse teknikker. I en foretrukken utførelse av foreliggende oppfinnelse beskrives en kombinert flertrinns rom-velger og tidslukeutvekslingsnettverk fremstilt ved bruk av en integrert signalvelger og styringskrets, ved hvilken trafikk kan forbindes til et annet inntak eller til et uttak. Den beskrevne nettverksoppbygning kan benyttes for enten analog eller digital trafikkomkobling og er særlig fordelaktig når den benyttes i et firetråds nettverk, enten som en gruppevelger, en konsentrator, en dekonsentrator eller en hvilken som helst annen type av PCM koblingsenheter som krever muligheten for rom- og tidskobling for å forbinde en vilkårlig tidsluke på en vilkårlig innkommende multiplekset linje til en hvilken som helst

annen tidsluke på en hvilken som helst annen utgående multiplekset linje. Den beskrevne velger kan innbygges i nettverket for omkobling både av foroverrettede og bakoverrettede taleveier for firetråds forbindelser ved hjelp av en styrbar refleksjonspunkt-teknikk og en styring av valgte forbindelsesveier tilgjengelig for fordelt styringsordre med digitalt kodet tale, og styrings-ordre med direkte styring av taleveien, og med derav følgende eliminering av ekstra styringslinjer. Det er derfor et hovedfor-mål med foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe et praktisk talt kontinuerlig ekspanderbart koblingsnettverk.

Et ytterligere formål med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe et ekspanderbart koblingsnettverk hvor modifika-sjoner av interne eller eksterne forbindelser ikke fordres for at ekspansjonen skal foretas.

Et ytterligere formål med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe et flertrinns koblingsnettverk, hvor koblingsele-mentenes utgang i ethvert trinn er koblet bare til koblingsele-mentenes inngang på høyere trinn.

Et ytterligere formål med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe et flertrinnskoblingsnettverk, hvor innkommende trafikk gjennomtrenger nettverket bare i den grad som er nødvendig for å fullstendiggjøre de ønskede forbindelser.

For å gi en klarere forståelse av foreliggende oppfinnelse, vises til nedenstående detaljerte beskrivelse av et utførelses-eksempel samt til de ledsagende tegninger, hvor:

fig. 1a viser prinsippet for en knutepunktsvelger av tid-ligere kjent type, hvor teknikken med refleksjonspunkter benyttes,

fig. 1b viser hvordan refleksjonspunkter og vertikale for-bindelsesskinner er benyttet i et tidligere kjent koblingsnettverk,

figurene 2a, 2b, 2c og 2d er forenklede fremstillinger av koblingsnettverk som illustrerer nettverkets muligheter for å ekspandere når refleksjonsteknikken benyttes i henhold til fore-liggende oppfinnelse, hvor det som eksempel er vist henholdsvis en enkelt blokk, to blokker, tre blokker og åtte blokker i kob-lingsnettverket,

fig. 3 viser en romdelt svitsj på inntakssiden til en tids-delt svitsj som også benytter refleksjonsteknikken,

fig. 4 viser i diagramsform blokkeringen i relasjon til an-tall koblingstrinn for forskjellige nivåer av trafikkintensitet,

figurene 5a og 5b illustrerer koblingsmatriksens ekspansjon ved bruk av refleksjon/forbindelsesutganger, hvor fig. 5a er en enkel koblingsmodul og fig. 5b er en ekspandert koblingsmodul,

figurene 6a - 6e viser hvordan et flertrinns koblingsnettverk kan ekspanderes i overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse,

fig. 7a er en illustrasjon av en komplementær forsinkelseslinje for en firetråds forbindelsesvei,

fig. 7b illustrerer styringslogikken for en enkel inngang eller utgang,

fig. 7c er en ekvivalent logisk fremstilling av styringslogikken beskrevet under henvisning til fig. 7b,

fig. 8 viser en omkoblingsstyringskrets for en tidsomkoblingsvelger med en firetråds forsinkelseslinje, hvilken styringskrets gjør bruk av koblingslogikken beskrevet under henvisning til fig. 7b,

fig. 9 er en logisk fremstilling og en blokkdiagramfremstilling av et knutepunktnettverk, og

fig. 10 viser i form av et blokkdiagram koblingskrysspunktet i fig. 10 anbragt i en nettverksmatriks.

Teknikken med bruk av refleksjonspunkter er blitt benyttet i tidligere kjente anlegg som gjør bruk av Al krysspunktkretser, slik som i en rom-delt bryter med tilkobling mellom to horisontale multipler til en felles vertikal. Dette er illustrert i fig. 1a, hvor trafikken på linjekretsene 10 og 12 kobles til en forbindelsesvelger 14 over horisontale matrikslinjer 16 og 18 til en vertikal linje 20.

Hver linjekrets 10 og 12 kan omfatte et lite nettverk av krysspunktvelgere som også er tidligere kjent innen foreliggende teknikk, og til disse kan det være koblet flere inngangs/utgangslinjer 15. Refleksjonen fås ved at trafikken på linje 16 kobles til forbindelsesvelgeren 14, i hvilken den blir reflektert til den vertikale linjen 20 og passerer ut fra forbindelsesvelgeren over den horisontale linjen 18. En forbedring av den tidligere kjente teknikken slik den er vist i fig. 1a er vist i forenklet form i fig. 1b, som viser refleksjonspunktet benyttet i ESR-1 PABX koblingsnettverket til Standard Electric Lorenz A.G. I dette systemet blir de vertikale linjene forbundet mellom koblingsmoduler på samme trinn i nettverkhierarkiet, og begrenser derved den

maksimale størrelsen som nettverket kan ekspanderes til. Således blir flere linjeenheter 22, 24, 26 og 30 forbundet til sine respektive horisontale linjer 32, 34, 36 og 38 til koblingsmodulene 40 og 42. Modul 40 tjener til en innbyrdes forbindelse mellom linjeenhetene 22 og 24 ved refleksjon, modul 42 tjener til å forbinde linjeenhetene 26 og 30 gjensidig ved refleksjon, og modulene 40 og 42 tjener sammen med linjen 44 til å opprette forbindelser mellom linjeenhetene 22 og 24 og linje-enhetene 26 og 30.

Tallhenvisningene (1) på linjene 32 og 34 tilsvarer trafikkforbindelsen mellom modulene på linjene 32 og 34. For dette formål er krysspunktene 46 og 48 lukket. Nummerhenvisningene (2) på linjene 34, 38 og 44 tilsvarer trafikkforbindelsen mellom modulene på linjene 34 og 38. I denne tilstanden er krysspunktene 48 og 50 lukket, mens krysspunkt 52 er åpent.

Det tidligere kjente systemet i fig. 1b representerer, selv om det gjør bruk av den grunnleggende refleksjonsteknikk, et system hvor vertikalen til den ene bryteren blir forbundet med en annen bryter på samme nivå i nettverkhierarkiet, dvs. til samme koblingstrinn, og dette begrenser den maksimale størrelsen som nettverket kan utvides til. I motsetning til den ovennevnte kjente teknikk og i overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse, har man funnet ut at ved å forbinde refleksjons/forbindelsesvertikalene bare til horisontalene til velgere på høyere nivåer, hvilke velgere også har refleksjons/forbindelsesvertikaler, kan fås et kontinuerlig ekspanderbart koblingsnettverk.

I det følgende blir uttrykkene inngang, utgang, inntak og uttak definert som følger: En inngang er en forbindelse til en velger eller en kombinasjon av velgere, hvilken inngang fører signaler som kommer utenfra inn til velgeren, mens en utgang er en terminal som fører signaler bort fra velgeren. Et inntak er derimot en forbindelse som både har en inngang og en utgang, og som fører signaler i begge retninger slik at den utgjør en fullstendig dupleksforbindelse, og som er forbundet til en side av en velger. Et uttak er tilsvarende en forbindelse som både har en inngang og en utgang og som fører signaler i begge transmisjonsretninger idet den danner en fullstendig duplekskommunikasjonsvei og som er koblet til den siden av velgeren som ligger motsatt av et inntak. Under henvisning til figurene 2a - 2d beskrives et foldet nettverk som illustrerer refleksjons/forbindelsesteknikken

til foreliggende oppfinnelse, og hvor uttaket fra en vilkårlig velger i et spesielt trinn aldri forbindes til samme eller lavere velgertrinn, og hvor rekkefølgen av trinnene regnes fra terminaltrinnet gjennom foldepunktet i økende ordre. Det skal forstås at denne nettverkonfigurasjonen er svært forenklet for å illustrere nettverkets ekspanderbarhet. Definisjonsmessig består hver koblingsmatriks av flere lag, felt eller trinn av velgere, gjennom hvilke forbindelsesveien for å sammenkoble to terminaler må passere. I et ikke-foldet nettverk krysser forbindelsesveien hvert trinn bare én gang og veien fra den opprinnelige terminal til den avsluttende terminal krysser alltid et trinn bare i en retning. I et foldet nettverk kan forbindelsesveien mellom den opprinnelige terminalen og den avsluttende terminalen krysse et hvilket som helst trinn i en hvilken som helst retning og vil krysse minst ett trinn to ganger og da én gang i hver retning.

I overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse benyttes uttakene fra de høyest nummererte omkoblingstrinn som refleksjonspunkter. Disse uttakene er imidlertid alltid tilgjengelig for forbindelse til ennå et høyere nummerert trinn, uten at dette medfører noen modifikasjon av kretsene. Således benyttes uttakene til å oppnå forbindelse med en annen velger eller kan betraktes som foldepunkter. Et foldepunkt kan defineres som det punkt i et foldet nettverk ved hvilket et signal som kobles gjennom nettverket skifter retning gjennom nettverket, dvs. stopper sin fremadskridende bevegelse mot et høyere nivåtrinn. Dessuten kan refleksjons- og forbindelsesevnen til velgeren benyttes avvekslende på ulike forbindelser.

Fig. 2a illustrerer en 2 x 2 linjevelger med to inntak, 100 og 102, og to refleksjonspunkter, 104 og 106. Refleksjonspunktene 104 og 106 er også en del av det vertikale koblingsfelt som beskrevet nedenfor. Hvis hver av inntakene 100 og 102 var en tidsdelt multipleks linje med 24 kanaler, så kunne velgeren 108 oppvise en koblingsevne på 150 linjer med en egnet konsentrasjonsgrad, noe som er velkjent innen denne teknikken, på et inntak og opptil 24 trunklinjer på det andre inntak med full mulighet for gjensidige forbindelser mellom disse som beskrevet nedenfor. Et annet eksempel på refleksjons/forbindelsesteknikken fås når inntaket 100 er tilkoblet en krets med 6 linjer konsentrert til denne, mens inntak 102 omfatter en to-veis forbindelseslinje til et annet kob-

lingspunkt på en analog eller ikke-multiplekset måte. Ved å benytte bare en av refleksjonsportene 104 eller 106, kan så vel linje-til-linje som linje-til-forbindelseslinje anrop utføres samtidig. Denne kretsen kan ekspanderes kontinuerlig, f.eks. slik at den vil omfatte 12 linjer og 2 forbindelseslinjer som illustrert i fig. 2b, hvor tilleggsvelgerne 110, 112 og 113 er tilføyet, og disse er for øvrig identiske i sin oppbygning med velgeren 108, og dette resulterer i en ekspansjon til to trinn. For lettere å beskrive denne utvidelsen er velgerne som er tilsatt for å utvide nettverket angitt med siffere 2. Når det forlanges gjensidige forbindelser mellom kanalene innenfor velgeren 108, benyttes uttakene 104 og 106 for velgeren 108 som refleksjonspunkter, dvs. for telefonanrop langs de opprinnelige linjer og forbindelseslinjen. Refleksjonsegenskapene til bryteren 108 benyttes mens anropene også omkobles til de nye terminalene på en lignende måte. Imidlertid vil, for anrop mellom en terminal som betjenes av velgeren 108 og en terminal som betjenes av velgeren 110, ha samme antall linjer og forbindelseslinjer koblet dertil, som de som er koblet til velgeren 108, så vil uttakene fra velgerne 108 til 110, dvs. begge de første trinnene, kobles gjennom til en felles velger i annet trinn, som enten kan være velger 112 eller 113. Refleksjonspunktene til det andre trinn ved 114, 116, 118 og 120 benyttes til å fullstendiggjøre forbindelsen. Således kan det sees at for forbindelser mellom kanaler eller primære velgere 108 og 110 benyttes et uttak på hver velger som forbindelsespunkt til en felles velger på et høyere trinn, mens uttakene fra et slikt høyere trinn benyttes som refleksjonspunkter.

Figurene 2c og 2d illustrerer den kontinuerlige ekspansjon av koblingsnettverket, henholdsvis til 3 og 8 primærvelgere. Denne ekspansjonsteknikken uten forandringer hverken av interne eller eksterne forbindelsesledd kan oppnås både for rom- og tidsdelt kobling og for en vilkårlig ønsket størrelse på de basiske koblingselementer. Det som er vist i fig. 2 er imidlertid forholdene ved romdelt multipleks. Under henvisning til fig. 2c er det vist tre primære velgerblokker som har en kapasitet på 6 ekstra linjer og ytterligere en to-veis forbindelseslinje ved hjelp av den tredje koblingsblokken 126. To tredjedeler av den innkommende trafikk fra velgeren 126 vil statistisk sett bli bestemt for de to første velgerne 128 og 130, idet to tredjedeler

av de innkommende linjer og forbindelseslinjer til koblingsnettverket blir koblet til velgeren 128 og 130. Imidlertid er, fordi hvert inntak tilveiebringer én trafikkenhet, to tredjedeler av de to velgerenheter 128 og 130 fire tredjedeler av en trafikkenhet som overskrider trafikk-kapasiteten til et velgeruttak, således er to sekundærtrinn-velgere 132 og 134 tilveiebragt for den tredje primære velgerenhet 126. Som det vil fremgå under henvisning til fig. 2d vil ikke tilsatsen av en fjerde velgerenhet resultere i at noen av de øvrige eksisterende forbindelsesledd må rearrangeres. Omkoblingsblokkene 136 og 138 i det andre velgertrinn og omkoblingsblokkene 140 og 142 i det tredje koblingstrinn har samme konfigurasjon som den som allerede foreligger for de primære koblingstrinnblokker. Nettverkets ekspanderbarhet uten noen rearrangering av eksisterende forbindelsesledd er illustrert ved å utvide systemet til 8 primære velgerblokker, hvor hver enkelt kan ha f.eks. 6 linjer og en to-veis forbindelseslinje tilkoblet som vist i fig. 2d. De 8 primære velgerblokker 150 - 164 i det første trinn av koblingsnettverket kan være identiske i konfigurasjon med koblingsenhetene til figurene 2a - 2c. I motsetning til det som foreligger ved et enkelt trinns foldet nettverk, er koblingsnettverket i henhold til foreliggende oppfinnelse vesentlig mer økonomisk når det gjelder utvidelser siden kostnadene av et enkelt trinns foldet nettverk uttrykt ved krysspunkter pr. linje, øker lineært med antall terminaler, dvs. lineært med antall inntaksporter eller linjer, mens foreliggende nettverk uttrykt ved antall krysspunkt pr. linje, øker omtrent som logaritmen til antall terminaler i et logaritmesystem med grunntall 2. Dette forhold er illustrert ved følgende tabell for de 8 blokknettverk i fig. 2d.

Primære blokker 2N	Antall velgere tilføyet	Totalt antall velgere i nettverket	Antall velgere i nettverket for hver primær blokk	N
1	1	1	1	0
2	3	4	2	1
3	5	9	3	
4	3	12	3	2
5	7	19	3.8	
6	5	24	4	
7	5	29	4.1	
8	3	32	4	3
16		80	5	4
32		192	6	5

Koblingsblokkene som er tilføyet nettverket i trinnene 2, 3 og 4 er identifisert ved et nummer som tilsvarer tillegget til den primære velgerblokk, hvilket tillegg krever tilføyelse av de tilsvarende høyere koblingstrinn. Således resulterer f.eks. tilføyelse av primærvelger 158, den femte primærvelger, i at det må tilføyes annen trinns velgere 166 og 168, tredje trinns velgere 170 og 172 og fjerde trinns velgere 174 og 176.

Under henvisning til fig. 3 blir karakteristikkene til den elementære velger, av hvilke det kreves flere for å utgjøre det fullstendige koblingsnettverk, illustrert for en foretrukken utførelse. Hver elementvelger må virke som en rom-velger istand til å omkoble m inntaksforbindelser til n uttaksforbindelser. Dessuten må hver elementærvelger omfatte minst én tidsrammeutveksler (TSI) for hvert inntak eller uttak hvor m tilsvarer antall inntaksforbindelser og n tilsvarer antall uttaksforbindelser. Det skal bemerkes at benevnelsene på inntakene og uttakene bare er ment som eksempler og at antall TSI-kretser skal tilsvare det minste tallet av m eller n. Dersom et antall TSI-kretser tilsvarer det største tallet av tallene m eller n, eller i noe tilfelle er større enn den minste verdi av m eller n som blir benyttet, vil nettverket fortsatt fungere, imidlertid med nedsatt effektivitet. Endelig må hver elementærvelger omfatte porter som muliggjør signalrefleksjon, noe som er kritisk for et firetråds nettverk. Forbindelses/refleksjonsportene er vist i fig. 3 i forenklet form, det skal imidlertid nevnes at hver av disse porter tilsvarer de logiske kretser som tildels er beskrevet i fig. 7a. En rom-velger som er istand til omkobling fra m til n er også nødvendig. En konsentreringsevne kan innføres når m er større enn n og en utvidelsesmulighet kan realiseres når n er større enn m. Dessuten vil, for tilfelle med konsentrasjon, og når en symmetrisk (n x n) velger er ønsket, bare n av de m inntak nødvendigvis bli benyttet, idet manglende bruk av de gjenværende inntak bare ville resultere i at et mindre antall billige porter ikke blir benyttet. Videre kan en m x 2n velger oppnås ved å forbinde inntakene til de nødvendige tilleggsvelgere til inntakene 2, 3, 4 og 2, 3, 6. Naturligvis kan verdien av m variere sterkt idet m er et vilkårlig antall inntaksforbindelser og n angir et vilkårlig antall uttaksforbindelser.

Idet det vises til fig. 4 kan det nevnes at dette angir

blokkeringen B som funksjon av antall koblingstrinn N for 4 nivåer av forbindelseslinje opptatthet. Uttrykket blokkering benyttes her som mangel på evne til å danne gjensidige forbindelser mellom ledige linjer eller linjeforbindelser koblet til et nettverket fordi det av en eller annen grunn er umulig å oppnå en slik gjensidig forbindelse. Uttrykket ikke-blokkerende nettverk som benyttes, kan defineres som et nettverk hvor det til enhver tid er minst én tilgjengelig vei eller forbindelseslinje mellom et vilkårlig par av ledige linjer eller forbindelseslinjer som er koblet til nettverket, uansett hvor mange forbindelsesveier som allerede er etablert.

To viktige forhold ved nettverksdrift er muligheten for nettverket til å svare på varierende trafikknivåer og virkningen av et øket antall av trinn i nettverkets operasjonskarakteristikk. I overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse vil, når antall nettverkstrinn øker, i hvert trinn som inneholder flere velgere i et velgernettverk, hvilke velgere har en identisk parallell funksjon til en annen velger i koblingstrinnet med samme rangorden, så vil ikke blokkeringen øke kontinuerlig, men nærme seg en asymptotisk verdi mellom 0 og 1 avhengig av velgerens størrelse og trafikkens itensitet. Uttrykket trafikkintensitet som benyttes her, kan defineres som trafikkmengden i én eller flere trafikkveier pr. tidsenhet og måles vanligvis i enheten Erlang, hvor 1 Erlang er intensiteten i trafikkveien som er kontinuerlig opptatt eller i en eller flere veier som fører en aggregat trafikk som omfatter én anropstime hver time, ett anropsminutt pr. minutt osv. I overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse er blokkeringskarakteristikken B for nettverket, og for et spesielt antall omkoblingstrinn N for lave, middelse og høye trafikknivåer, slik at det eksisterer et forhold mellom blokkeringskarakteristikken og N, hvor N er antall trinn slik at så snart et maksimalt blokkeringsnivå er nådd, så vil ikke nettverkets blokkering øke ytterligere, dvs. at nettverkets blokkeringskurve med henblikk på N nærmer seg asymptotisk til et maksimalt blokkeringsnivå. Dette illustreres av fig. 4 for 4 nivåer, og trafikkintensiteten ved kurve 1 representerer en liten trafikkintensitet, kurve 2 representerer lav eller midlere trafikkintensitet, kurve 3 representerer midlere til høy trafikkintensitet, og kurve 4

representerer høy trafikkintensitet. Når velgerens størrelse i hvert trinn økes, vil blokkeringsmulighetene bli mindre for en gitt trafikkintensitet E.

Idet det vises til figurene 5a og 5b, er nettverkekspansjonen ved hjelp av refleksjons/forbindelsesutganger illustrert. Taleforbindelser i omkoblingsblokken 300 er tilveiebragt av TDM rom-matriksen 302, og kanalutvekslingsenhetene slike som 304, 306 og 308. Hvert inntak (av hvilke 310, 312, 314 er tre eksempler), hvert uttak (av hvilke 322, 324, 326 er tre eksempler), har inngangs- og utgangsforbindelser som omfatter inngangs- og utgangsveier for firetråds forbindelser. Uttrykkene kanalutvekslingsenheter og tidslukeutvekslingsenheter kan benyttes slik som uttrykkene er benyttet nedenfor. Hver koblingsmatriksmodul 300 vil tilveiebringe 2 kanaler på hver av 8 inntak, av hvilke 3 er vist ved 310, 312 og 314 (inntak 0, 2 og henholdsvis 7) for ikke å overlesse tegningen og beskrivelsen.

Data som opptrer på inntakene 310, 312 og 314 ved inngangene 311, 313 og henholdsvis 315 av disse, vist som inntak 0, 2 og 7 av 8 inntak, kan kobles om til inntakene kanalutvekslingsenhetene 304, 306 og 308 over den tidsdelte romkoblingsmatriks 302 - 316, 318 og 320. Således kan data på hvilken som helst av velgermodulens innganger selektivt kobles til en hvilken som helst av inngangene til kanalutvekslingsenhetene for hvert av kanaltidsrommene. Tre kanalutvekslingsenheter 304, 306 og 308, én for hver av de illustrerte velgermodulutganger illustrert ved 322, 324 og 326, introduserer en forutbestemt forsinkelse, og omkobler effektivt data fra én tidskanal til inngangen til en annen tidskanal ved utgangen slik at ikke to kanaler opptar samme posisjon i tid på hver kanalutskiftingsutgang. F.eks. kan data som foreligger ved inngang 313 ved inntak 312 omkobles ved krysspunktet 354, inngang 244 på kanalutvekslingsenheten 306 inntak 318. Kanal 15 data på inngang 313 blir effektivt omformet til kanal 21 data på utgang 328.

Kanalutvekslingsenhetene omfatter velkjente enheter som f.eks. slike som er beskrevet i US patent nr. 3.740.483, hvilket patent gir ytterligere referanser til flere velkjente tidslukeutvekslingssystemer. I overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse kan utgangen 328 fra kanalutvekslingsenheten 306 uttak 324 f.eks. bli tvangsstyrt til en endret impedansetilstand for å

forbinde til inngangen 330 på kanalutvekslingsenheten 306 utgang 324 som vist. Kanalutvekslingskretsen kan f.eks. forårsake at data på inngangen 330 for kanal 21 omformes til data i tidskanal 9 utgang 334 ved inntak 318. Velgeren 302 omkobler ved hjelp av krysspunkt 340 data fra utgangen 334 til utgangen 338 på modul-inntaket 314. Dette beskriver dataveien som tilsvarer to tråder i firetrådsveien. Den andre halvdel av dataveien er beskrevet som følger: Data på inngang 315 til inntak 314 ved kanaltid 9 omkobles over krysspunkt 342 til inngang 244 på inntak 318 på kanalutvekslingsenheten 306. Kanalutvekslingsenheten 306 overfører i tid data på kanalen 9 til kanal 15 på utgang 334 på inntak 318 og kobler den samme til krysspunktet 350 som kobler data i kanal 15 til utgang 352 på inntak 312.

Styringen er slik at uavhengig tilgjengelighet fås fra hver av brytermatriksmodulinntakene 310, 312, 314, osv. til kanalutvekslingsinntakene, alle i et forutbestemt format.

Under henvisning til fig. 5b så viser denne en ekspandert velger som vist i fig. 5a med en ny trafikkvei vist som et eksempel og med forbindelser til flere like omkoblingsmoduler gjensidig forbundet med hverandre i et flertrinns omkoblingsnettverk. Således kan man se at en trafikkvei blir etablert fra inngangskanal 15 på inntak 2 til modul 300 til utgangskanalen 21 på uttak 6 til modul 300. Uttak 6 fra modul 300 blir koblet til inntak 0 på modul 300A. Inngangskanal 21 på inntak 0 til modul 300A blir koblet til utgangskanalen 30 på uttak 7 til modulen 300A. Således blir kanal 30 til uttak 7 på modul 300A refleksjonspunkt for den beskrevne forbindelse som vist på figuren. Forbindelsen fullstendiggjøres over inngangskanal 30 til uttak på modul 300A, som er koblet til utgangskanal 17 ved inntak 7 på modul 300A. Inntak 7 på modul 300A blir koblet til uttak 6 på modul 300B, som forbinder inngangskanal 17 på uttak 6 til utgangskanal 9 på inntak 7 til modulen 300B. Dette viser forbindelsen mellom inngangskanalen 15 og inntak 2 til modulen 300 til utgangskanal 9 for inntak 7 til modulen 300B ved refleksjon ved kanal 30 på uttak 7 til modulen 300A. Tilbakeveien på firetrådsforbindelsen får det komplimentære av denne rekkefølgen. Veien som velges gjennom velgeren 300 som beskrevet i forbindelse med fig. 5a før ekspansjonen av nettverket, er likeledes mulig for bryteren 300 etter den ekspansjon som vist i fig. 5b. Valget av refleksjonen eller

gjennomgående transmisjon ved uttak 6 fra modul 300 vil avhenge av veien som fordres. Således er det blitt vist at omkoblingsmodulen til fig. 5a ekspanderes modulært i en flertrinns konfigurasjon av refleksjonsteknikken for å tillate en hvilken som helst gjensidig forbindelse mellom inngangene, mens man samtidig forlater refleksjonsutgangen som er tilgjengelig for ytterligere ekspansjon ved en forbindelse til et høyere ordenstrinn. Andre koblingsmoduler 300C, 300D har samme konfigurasjon som de før nevnte moduler.

På fig. 6a til 6e er det vist distribusjonsnettverk hvor hver velgerblokk omfatter en 2 x 2 velger, og dette illustrerer kvantitative eksempler av foreliggende oppfinnelse. Selvfølgelig kan det i praksis legges opp større brytere, f.eks. av størrelsesorden 8 x 8, 16 x 16, 32 x 32, osv., avhengig av sammenpakning, kabling og andre økonomiske betingelser. For 192 linjer på en trettito-kanal bærebølge med en trafikktetthet på 0,1 Erlang/linje, blir resultatet en trafikktetthet på 0,6 Erlang for hver av de trettito kanaler. Forutsatt at 50% av trafikken er trafikk mellom sentraler, så vil forbindelseslinjetrafikken være 19,2 Erlang delt med 2, eller 9,6 Erlang pr. 192 linjebærebølger. Dersom forbindelseslinjetrafikken er én-veis over en gruppe i hver retning, vil hver forbindelseslinjegruppe kreve evnen til å føre 4,8 Erlang pr. 192 linjer. Den første tabellen refererer til figurene 6a til 6e for det kombinerte tid- og romnettverk til foreliggende oppfinnelse.

Fig.	Antall linjer	Linje Erlang	Forbindelseslinje-trafikk	En-veis trafikk	Antall forbindelseslinjer (1% Blokkering)	Totalt antall forb.-linjer	Antall velgere
6A	192	19.2	9.6	4.8	11	22	1
6B	384	38.4	19.2	9.6	18	36	4
6C	576	57.6	28.8	14.4	25	50	7
6D	768	76.8	38.4	19.2	31	62	9
6E	960	96.0	48.0	24.0	37	74	12

En velger i overensstemmelse med en foretrukken utførelse av foreliggende oppfinnelse kan oppbygges på en enkel LSI skive, og kan kombinere både rom- og tidsomkobling og kan kaskadekobles og gjensidig forbindes til å danne et kontinuerlig ekspanderbart nettverk f.eks. for 2.000 - 100.000 linjer. Funksjonsmessig kan kanalutvekslingsdelen til denne bryteren bli betjent med en

forsinkelseslinje som, både når den er fremstilt av ladningskoblede utstyr (CCD) eller i form av et MOS dynamisk skyveregister, utføre den komplementære forsinkelse som kreves for å produsere en firetråds forbindelse som vist i fig. 7a, hvor to signalinnganger er illustrert av S1 og S2 på linjene 700 henholdsvis 702, hvorved S1 og S2 har variable forsinkelser som for S2 ved 706 og 708 typisk kan ligge på 5 til 125 micro-sekunder, mens forsinkelsen til signal S1 er vist ved 709. Den totale forsinkelse 706 + 708 + 709 vil typisk være 125 micro-sekunder.

Logikk for å gjennomføre denne forsinkelse er vist i fig. 7b. Hvert signals inngangs- og utgangspunkt har muligheter for innsendelse, uttagelse eller viderekobling av et eksisterende signal gjennom velgeren. Et styringssignal C for tidslukeutveksling på linjen 710 blir koblet til OG-portene 712 og 714 og til OG-port 716 over en inverter 718. Et digitalisert talesignal S1 og styringssignalet blir ført til hver sin inngang på OG-port 712, mens S2 og styringssignalet føres til hver sin inngang på OG-port 714. Det digitaliserte talesignal S2 kobles fra et skyveregister 720 til OG-portene 714 og 716, og blir ført til en inngang på OG-port 716, som på sin annen inngang mottar det inverterte styringssignal. Utgangen fra OG-port 716 (signal S2) ført til den ene inngang av ELLER-port 722, som på sin annen inngang mottar utgangssignaler fra OG-port 712 signal (S1). Således vil enten S1 eller S2 kobles gjennom til skyveregisteret 724. Den forenklede logikken i fig. 7c illustrerer skyveregistrene 720 og 724 og den ovennevnte logikk 726, og vil bli benyttet i nedenstående beskrivelse. Når den omtalte styringslogikk benyttes til et inntak, er styringssignalet i linjen 710 et utvalgt lagret styringssignal, når imidlertid den beskrevne styringslogikk benyttes for et uttak, er styringssignalet en refleksjonsstyring.

Fig. 8 viser en tidsbryter og dens tilforordnede portstyringslogikk som beskrevet under henvisning til fig. 7b for et utstyr med flere kanaler og firetråds forbindelse. Inngangssignalet S1 kobles til velgerinntaket 800, inngangslinje 802, mens utgangssignalet S2, som representerer returveien for den firetråds forbindelse, ekstraheres fra velgerinntakets utgangslinje 804. Uttak 806 omfatter en uttak-inngangslinje 816 og en uttak-utgangslinje 818. Signalforsinkelsen for signalet S1 mellom inntak 800, inngang 802 og uttak 806, utgang 818 blir

selektivt variabel ved å velge det ønskede signalinngangspunkt 802, 808, 810, 812, osv. eller andre inngangspunkter (ikke vist) i forsinkelseslinjens tidsvelger, under programmert styring av styringslageret 814, som inneholder adressene til signalinngangspunktene i en forutbestemt og variabel rekkefølge. Ved å henvende seg til adressen til det ønskede signalinngangspunkt fra styringslager 814, sendes signal S1 inn i og signal S2 ekstraheres fra det utvalgte tilgjengelighetspunkt i forsinkelseslinjen. Styringslageret 814 blir tidsstyrt av en tidsstyringskrets 820 slik at den blir synkron med taleforsinkelseslinjen slik at adressen som skal velges for hvert S1 inngangspunkt kobles fra styringslageret 814 over linjen 822 til et serie/parallell skyveregister 824. Utgangen fra registeret 824 brukes til å velge og til å betjene en av de logiske portkretsene som er tilveiebragt for hver av de 32 kanaler som styrer de valgte inngangsporter 802, 810, 812, osv. Disse styresignaler for de logisk portstyrte kretser blir vist for kanalene 1, 2, 3, 30 og 31 ved henholdsvis 826, 828, 830, 832 og 834. Den parallelle utgangen fra registeret 824 kobles til portene 826 til 834 over linjene 836 til 844. Linjen 846 tjener som returlinje for forsinkelseslinjen fra refleksjonsport 848. Et synkroniseringssignal tilføres tidsstyringskretsen 820 og tjener til å tilpasse prøvetakningshastigheten av talen til styringssignalets kodehastighet ved styringslageret 824 rent tidsmessig. Disse to hastighetene trenger ikke være bit-synkrone siden de to kodene kan avvike fra hverandre, dvs. at taleprøvetagningen kan inneholde 8 bits , mens styringskoden kan omfatte bare 5 bits. Hver signalsinnføringsvelger, ekstrasjonsvelger og videreføringsvelger 850, 852, 854, 856 og 858 mellom inngangs- og utgangsforsinkelseskretsene 860 - 870 som er tilforordnet disse, utgjør mekanismen som tillater valg av innførings/utføringspunktene for signalene S1 henholdsvis S2, slik at den ønskede forsinkelse oppstår mellom inntak og uttak for S1 og den komplimentære forsinkelse av returveien for signal S2. Inngangs-, utgangs- og forbiføringsvelgeren 848 muliggjør signalrefleksjon ved velgerens utgang når veien som er valgt mellom anropende og anropt abonnent krever en folding av forbindelsesveien ved dette punkt i nettverket.

Refleksjonen av en bestemt forbindelse blir, når det er ønsket, utført ved aktivering av styretråd 872 til refleksjons-

port 848 ved det egnede tidspunkt. Som et eksempel kan tas at en prøvetagning av signalet S1 kommer inn til inngang 802 ved inntak 800 og skal reflekteres og returneres fra utgang 804 på inntak 800 ved et forutbestemt senere tidspunkt, som f.eks. 2 kanaltider senere, idet signalet $S1^x$ ved samme kanaltid som når komplementærsignalet $S2^x$ (som er en prøvetagning av signalet i den andre samtaleretning) opptrer ved inngang 802 på inntak 800 og utgang 804 på inntak 800 som signal S2 ved et tidspunkt som ligger 30 kanaltider senere, og som er representativt for 32 minus 2 kanaltider, ved samme kanaltid når neste prøvetagning av S1 ankommer ved 802. For å foreta den foregående gjennomkobling aktiviserer velgerporten 826 inngangs/utgangslogikken 858 for å innsette S1 i forsinkelseslinjen og refleksjonsstyringen 872 på refleksjonsporten 848 blir aktivisert en kanaltid senere for å reflektere S1 til forbindelsesveien 846. Velgerportene 834 blir da aktivisert for å styre inngangs/utgangslogikken 850 en kanaltid senere for å ekstrahere signal S1 og plassere det som $S1^x$ på utgangen 804 mens signalet $S2^x$ samtidig innføres på inngangen 802 til skyveregisterets forsinkelseslinje 862. Ved utløpet av de 30 tilleggskanaltider vil velgerportene 826 på ny aktivisere inngangs/utgangslogikken 858 for å ekstrahere signalet $S2^x$ og utgang $S2^x$ på utgangslinjen 804 som signal S2. Samtidig med det foregående blir den neste prøvetagningen av S1 fra inngangslinjen 802 innsatt i skiftregisterets forsinkelseslinje 870. Den beskrevne velger overfører således og reflekterer også signalene S1 og S2 i overensstemmelse med kravene til den spesielle omkoblingsvei som er fastlagt av styringslageret 824.

Digitalt kodet tale og styringsmeddelelser for å dirigere valg av forbindelsesveier mellom omkoblingsmodulene og kanalutvekslingsforsinkelser koblet over velgermodulenes gjensidige forbindelsesveier blir kodet for hver kanal i 16 bits som overføres i serie. Typisk overføres 8000 rammer hvert sekund, med 32 kanaler for hver ramme og 16 bits i hver kanal. Tidsstyringen er arrangert slik at kanal 0, f.eks., opptar samme tidsramme (eller periode) på både inngang- og utgangforbindelser. Kanalutvekslingen tillater at de 16 bits som inneholdes i hver kanal, overføres under styring til en annen kanal ved introduksjonen av forsinkelse i bit-strømmen. En slik forsinkelse (for tilfelle med 32 kanaler) er minst én kanalperiode og høyst 31 kanalperioder.

Refleksjonen utføres ved på styrt måte å forandre impedansen til velgerens uttak i overensstemmelse med en av kanalutvekslingene til den høyeste impedansetilstanden og kobler sammen utgangen og inngangen til de utvalgte kanalutvekslingsuttak.

Under henvisning til fig. 9 er det vist et typisk tidsdelt og romfordelt krysspunkt xy som benyttes med tidsbryteren som er beskrevet ovenfor, og dette krysspunktet er i figuren gitt referansetall 900. Krysspunktet har et inntak x som omfatter inngangslinjer 902 og utgangslinjer 904 og uttak y omfattende inngangslinje 906 og utgangslinje 908, som fører fra, henholdsvis til, de tilforordnede krysspunktkanalutvekslinger (beskrevet ovenfor). Til velgeren 910 er det koblet som én inngang et velgerutvelgende signal fra styringslageret og utgangen over linje 906 fra den kanalutvekslende enhet som er tilforordnet denne, og som utgang er den koblet til utgangslinjen 904 til inntaket x. Bryteren 912 har koblet til seg et velgerutvelgende signal fra styringslageret og signalet på inngangslinjen 902 fra inntak x og har en utgang 908 til sin tilforordnede kanalutvekslende enhet. Utgangs- og inngangsvelgerne kan i likhet med 910 og 912, fra opp til 7 andre inntak, bli forbundet til linjene 906 og 908 ved knutepunktene 904 og 926. Inngangs- og utgangslinjene 902 og 904 til inntak x er også koblet til en portgjenkjennende og feildetekterende krets 914 som bygger på redundant kontroll, og til en ledig kanaldetektor 916 over OG-portene 918, henholdsvis 920, ved den andre inngangen til nevnte OG-porter 918 og 920 som en overvåkningskrets for å stille portene i beredskap ved de ønskede tidspunkter.

Kretsen for portgjenkjennelse og feildetektering ved hjelp av redundant kontroll 914 som kan være av en konvensjonell konstruksjon, er tilveiebragt for å detektere budskap på inngang 902 dirigert til styringskretsene som er tilforordnet utgangen y for å kontrollere kodingen av budskap for å bestemme at slike budskap ikke inneholder feil, for å detektere ledige kanaler på inntaksinngangen 902, og for å danne utgangssignaler på inntaksutgang 904 for å indikere den ledige eller opptatte tilstand for utgangen y. Kretsen 914 for portgjenkjennelse og feildetektering ved hjelp av redundant kontroll mottar styringssignaler slik som et opptatt-med-sending signal fra styringskretsene som er tilforordnet uttak y og følgelig kobler ut et signal som indikerer et opptatt/feilsignal til linje 904. Når kretsen 914 gjenkjenner en

velgerforespørsel på inngangslinjen 902 bestemt for uttak y, kobler kretsen 914 et prioritetvelgende signal til en krysspunkt-prioritetsstyringskrets som velger vilkårlig blant samtidige forespørsler på mer enn ett inntak etter utgang til uttak y. Utgangen fra detektorkretsen 916 for å detektere ledige kanaler kobles til en ledig kanalvelgerkrets over linjen 922.

En matriks av krysspunkter xy som beskrevet under henvisning til fig. 9, er også vist i fig. 10, hvor en representativ utgang 960 og dens styring for å velge én blant åtte andre mulige utganger i en matriks på 8 inntak x 8 uttak, er vist med tilkoblinger til to inntak 962 og 964 av de mulige åtte inntak, 0 - 7. Krysspunkt xy, som er vist ved referansetall 900, tilsvarer krysspunktet som er beskrevet under henvisning til fig. 9. Som også tidligere beskrevet i fig. 9 kan 8 slike krysspunkt være koblet til tidsbryteren (kanalutveksleren) 928 over linjene 906 og 908. Tidsvelgeren 928 er beskrevet under henvisning til fig. 8. Detekteringskretsene for portgjenkjennelse, feildetektering ved hjelp av redundant kontroll og for å finne ledige kanaler 930 og 932, virker på en lignende måte som krets 914, beskrevet under henvisning til fig. 9, og kretsene 934 og 936 for å detektere ledige kanaler, virker på en lignende måte som detekteringskrets 916, også beskrevet under henvisning til fig. 9. Utgangene 922, 938 og 940 til de portgjenkjennende kretser 914, 930 henholdsvis 932, indikerer mottagelsen av meldinger som ved de respektive kretser spør om forbindelse til kanalutveksleren 928, og er individuelt og separat koblet til prioritetsstyringskrets 942 for holding av krysspunktet. Når samtidige forespørsler mottas på to eller flere linjer, betjenes kretsen 942 for å velge ut ett av de etterlyste inntak og styre sendingen av opptattsignaler til de øvrige ikke-utvalgte forespurte inntak ved hjelp av signaler på en av linjene 944, 946 eller 948 til de respektive kretser 930, 914 og 932, hvilke opptattsignaler tilføres de respektive utgangslinjer på krysspunktinntakene som beskrevet under henvisning til fig. 9. Krysspunktvelgerkretsen 950 aksepterer og lagrer i en styringsforsinkelseslinje som er innebygget i den og som har samme konstruksjon som styringslagret 814 beskrevet under henvisning til fig. 8, hvilke krysspunkt som blir valgt av krysspunktvelgeren 942 for hver av de 32 kanalperioder, og vil åpne og lukke det utvalgte krysspunkt for hver kanalperiode ved hjelp av

koblingssignaler til de egnede styringslinjer 952, 954 osv. Signaler på inngang 956 til uttak 960 kan omfatte forbindelsesveivelgende styringssignaler mottatt fra en velger på et høyere trinn etter refleksjon, hvilke signaler gjenkjennes av tidligere beskrevne krets 932. Uttak 960 danner derved et av inntakene til slike høyere trinns velgere. Detekteringskretsene 934 og 936 for å detektere ledige kanaler, utfører samme funksjon som detekteringskrets 916 beskrevet under henvisning til fig. 9. Det skal forstås at matriksen illustrert i fig. 10 bare er et eksempel. Som et annet eksempel kan en ekstra matrise på 7 x 7 ledd og identisk med den som er beskrevet under henvisning til fig. 10, være koblet til inntakene 962 og 964 ved koblingspunktene 966 og 968. Det kan i virkeligheten benyttes opp til seks tilleggsinntak med kretser og tilkoblinger identiske med de som er illustrert ved inntakene 962 og 964.

Patentkrav

1. Foldet koblingsnettverk med ett eller flere koblingstrinn som hvert består av flere velgere, hvor hver velger har to eller flere innganger og to eller flere utganger og er tilpasset til å reflektere trafikk som oppptrer ved en hvilken som helst av velgerens innganger tilbake mot en hvilken som helst av de andre innganger på samme velger, og hvor utgangene fra velgerne i det foregående koblingstrinn (dog ikke det med høyest orden) tjener som refleksjonspunkter for trafikk mellom inngangene til velgere på samme koblingstrinn, og hvor andre utganger fra velgerne i de nevnte foregående koblingstrinn er koblet til innganger på det neste, høyere ordens koblingstrinn, for telekommunikasjons- og særlig for telefonanlegg, k a r a k t e r i s e r t v e d at utgangene (114, 116, 118, 120 i fig. 2B) til hver velger (112, 113 i fig. 2B; 140, 142 i fig. 2C) i det høyeste ordens koblingstrinn (trinn 2 i fig. 2B, trinn 3 i fig. 2C) utelukkende benyttes som refleksjonspunkter (RP) for trafikk mellom innganger til denne velgeren (112, 113; 140, 142) og ikke er tilkoblet noen andre velgere, og derved er tilgjengelige for tilkobling av innganger for velgere i koblingstrinn med enda høyere orden for det tilfelle at nettverket skal utvides, og at en del av utgangene fra velgerene i de foregående koblingstrinn ikke har noen for-

bindelse til andre velgere, dvs. at de bare tjener som refleksjonspunkter for trafikk mellom inngangene til den samme velger og er tilgjengelig som utganger for ytterligere utvidelser med ekstra tilleggsvelgere i det respektive påfølgende koblingstrinn av høyere orden.

2. Foldet koblingsnettverk ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det ved tilkobling av tilleggsvelgere i det første koblingstrinn (110) kobles inn velgere i høyere koblingstrinn (112, 113).

3. Foldet koblingsnettverk ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at det ved behov settes inn velgere i et ekstra koblingstrinn som dermed utgjør det høyeste koblingstrinn.

4. Foldet koblingsnettverk ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at koblingsnettverket er et fire-tråds koblingsnettverk og at hver inngang (314 i fig. 5A) og hver utgang (324 i fig. 5A) har en inngang (315, 330 i fig. 5A) og en utgang (328, 338 i fig. 5A), og at hver inngang og hver utgang er en tidsmultiplekskanal.

5. Foldet koblingsnettverk ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at hver velger er en rom-velger.

6. Foldet koblingsnettverk ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at hver velger er en tids-velger.

7. Foldet koblingsnettverk ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at hver velger er en kombinert rom-tid velger.

8. Fremgangsmåte for å tilveiebringe en utvidelse av et foldet koblingsnettverk, ved at det først etableres flere trinn med velgere,

- hvor hver eneste velger har to eller flere inntak og to eller flere uttak,
- hvor det etableres flere trinn med velgere, hvor hver velger har to eller flere uttak og er tilpasset til selektivt å kunne reflektere trafikk som kommer inn til et hvilket som helst

inntak tilbake til et hvilket som helst annet inntak,
- hvor uttakene fra velgerne på et hvilket som helst av de nevnte koblingstrinn bare forbindes med inntak til velgere på høyere ordens koblingstrinn i nettverket slik at uttakene fra velgere på det trinn av velgere som har høyest orden i nettverket benyttes som refleksjonspunkter,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- at det tilføyes et ekstra trinn velgere og at hver av velgerne i dette ekstra velgertrinn har to eller flere inntak og to eller flere uttak og er tilpasset til selektivt å kunne reflektere trafikk som kommer inn til et hvilket som helst inntak tilbake til et hvilket som helst annet inntak, og
- at uttakene fra velgerne på det høyeste ordens koblingstrinn forbindes med inntakene til velgerne i det ekstra koblingstrinn slik at uttakene fra velgerne på det høyeste ordens koblingstrinn enten kan arbeide som refleksjons- eller forbindelsespunkter, mens uttakene fra velgerne i det ekstra koblingstrinn er tilpasset som refleksjonspunkter, slik at det ekstra trinn velgere er det trinn som har høyest orden i det ekspanderbare nettverk.

150540

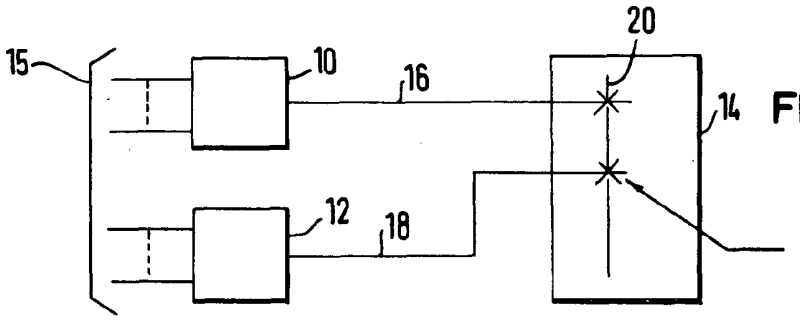


FIG. 1A

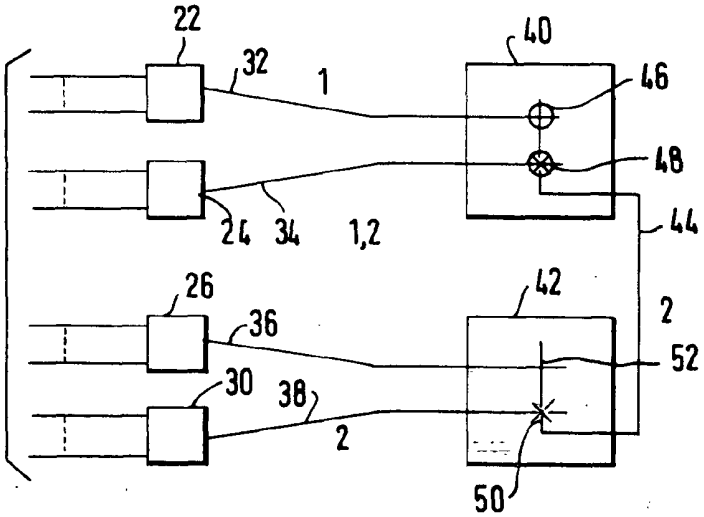
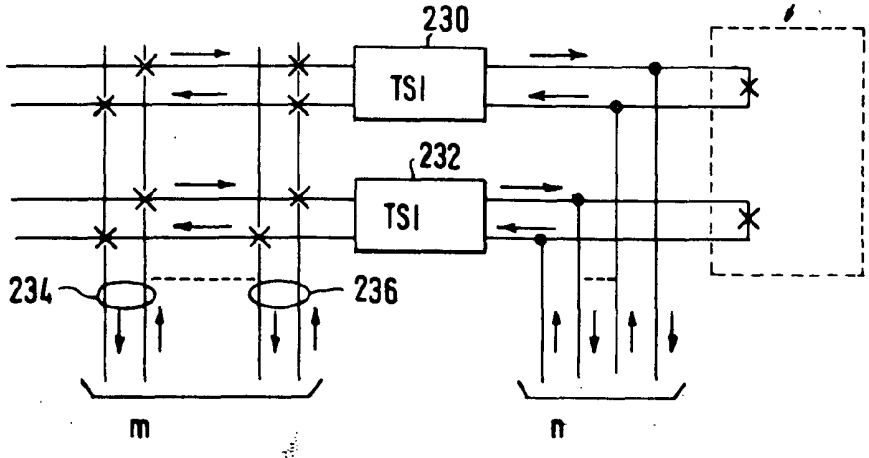


FIG. 1B

FIG. 3



150540

FIG. 2A

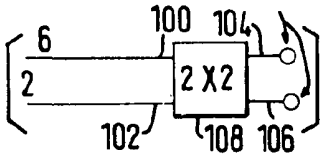


FIG. 2B

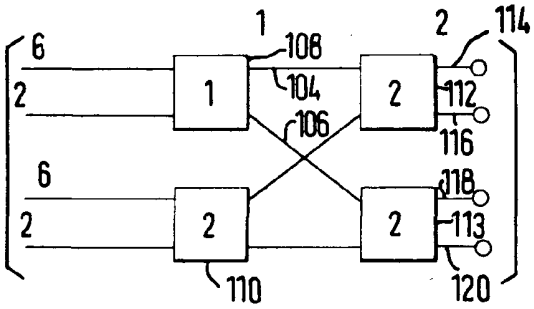
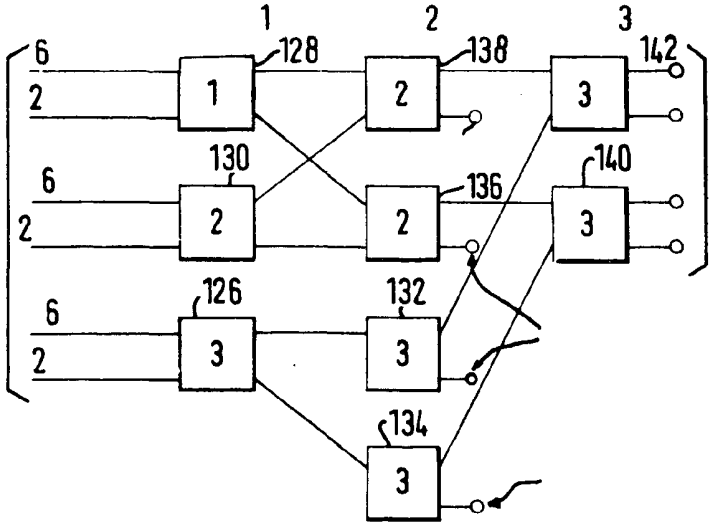


FIG. 2C



150540

FIG. 2D

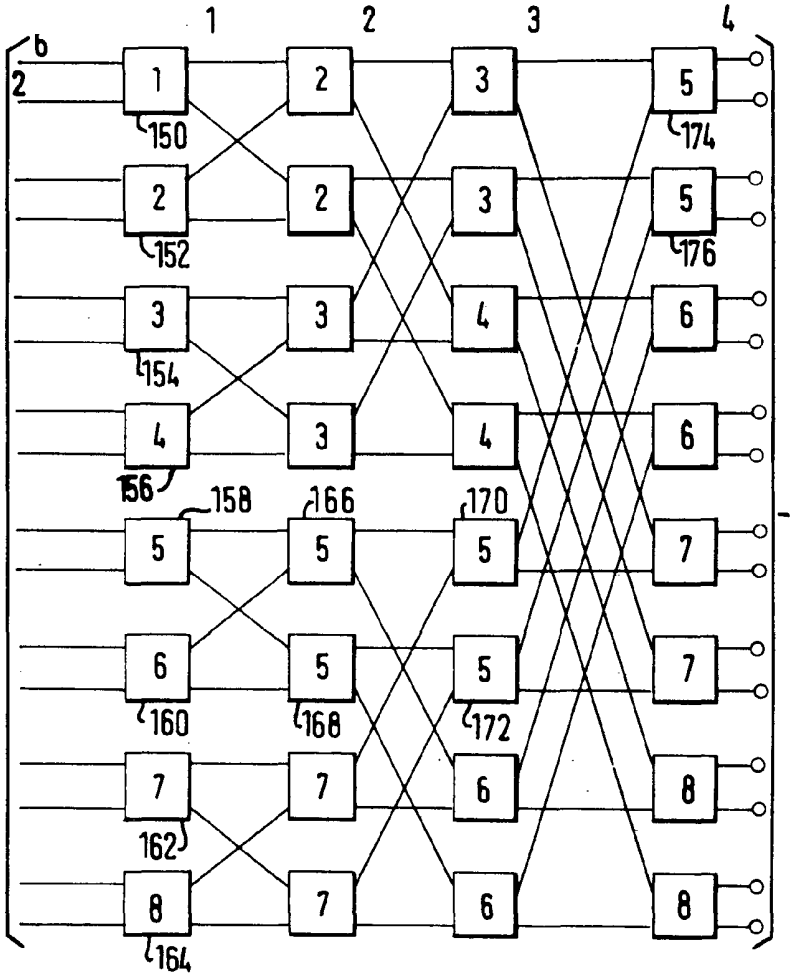
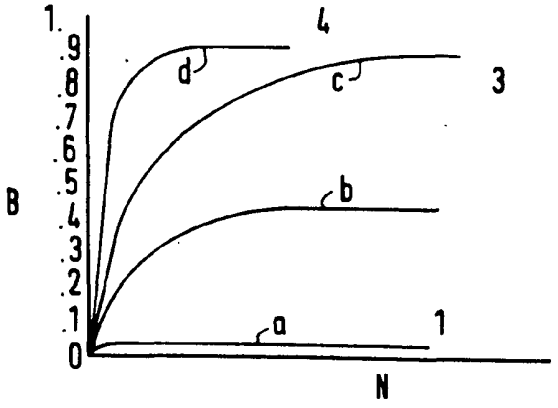


FIG. 4



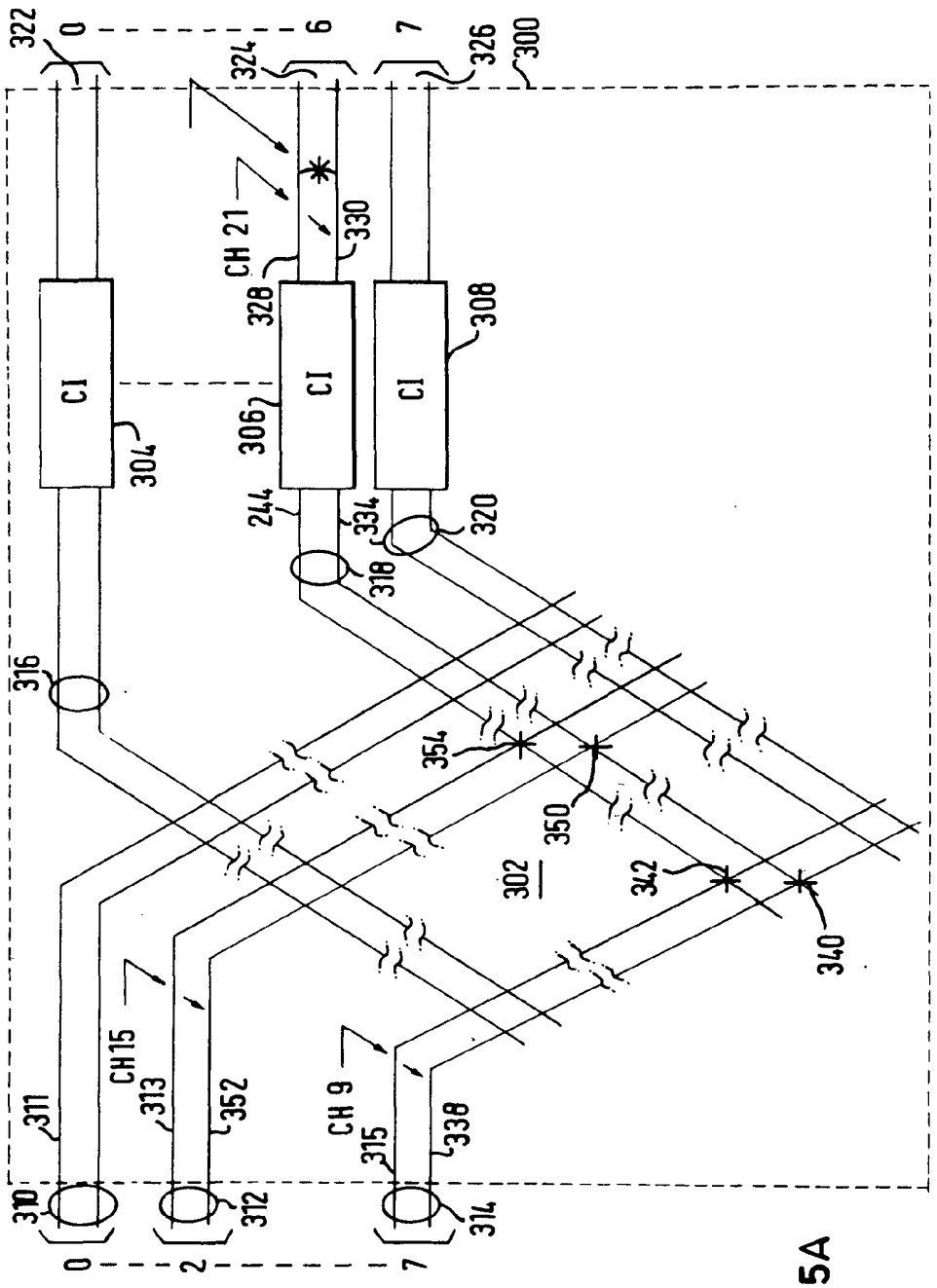

322
0
324
6
7
326
300
CH 21
330
328
CI
306
308
304
244
334
320
318
316
354
350
302
342
340
CH15
313
352
CH 9
315
338
311
310
312
314
0
2
7

FIG. 5A

150540

FIG. 5B

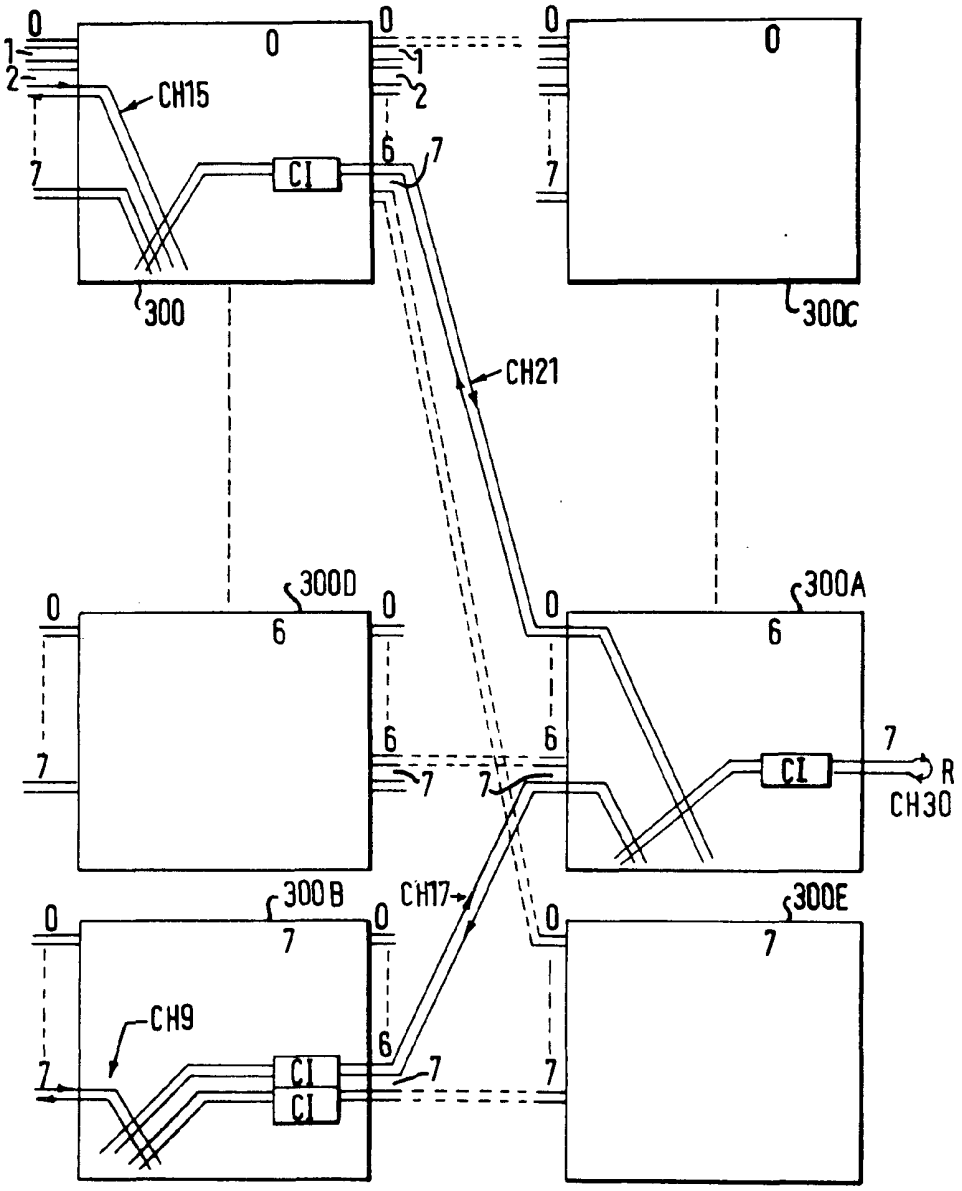


FIG. 6A

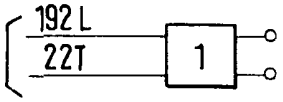


FIG. 6B

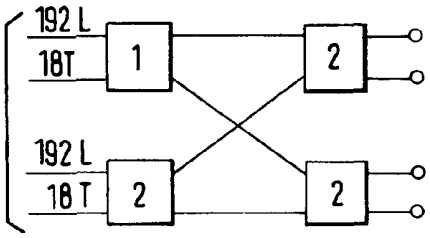


FIG. 6C

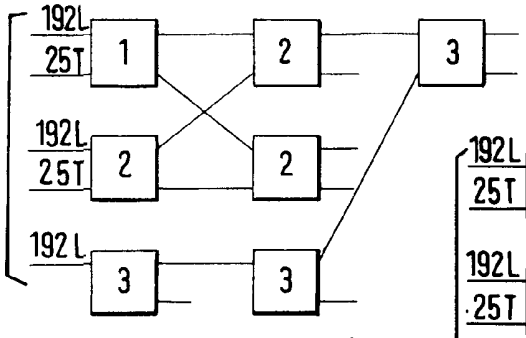


FIG. 6D

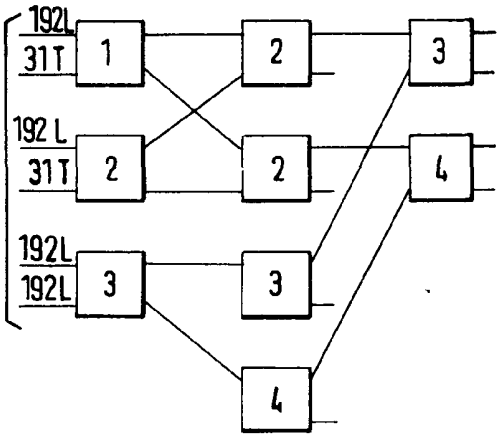
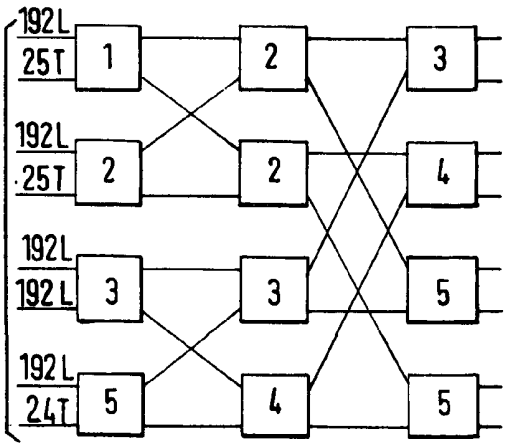


FIG. 6E



150540

FIG. 7A

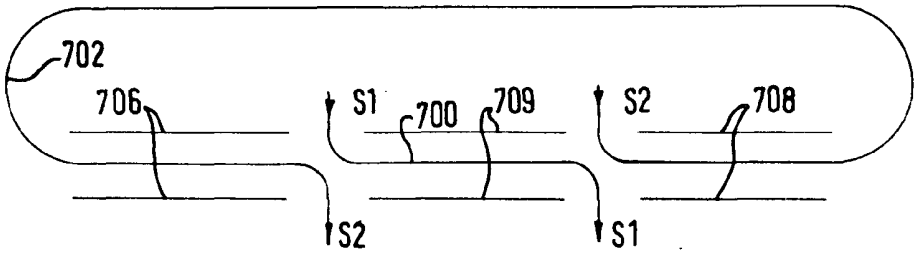


FIG. 7B

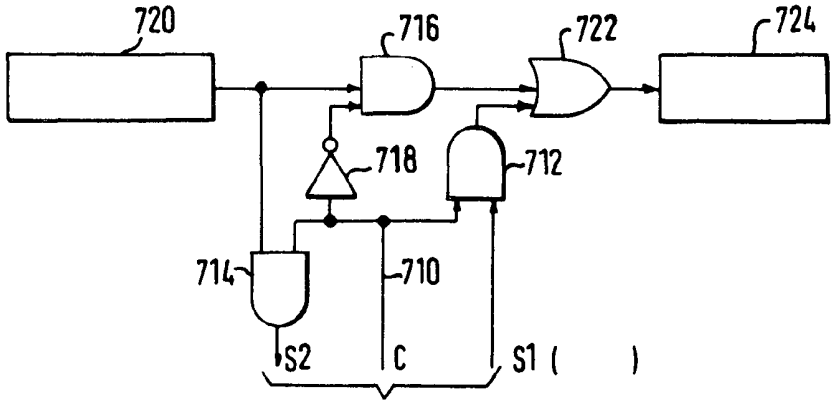
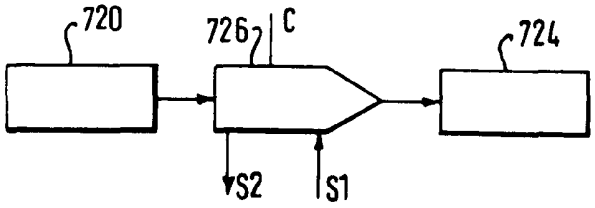


FIG. 7C



150540

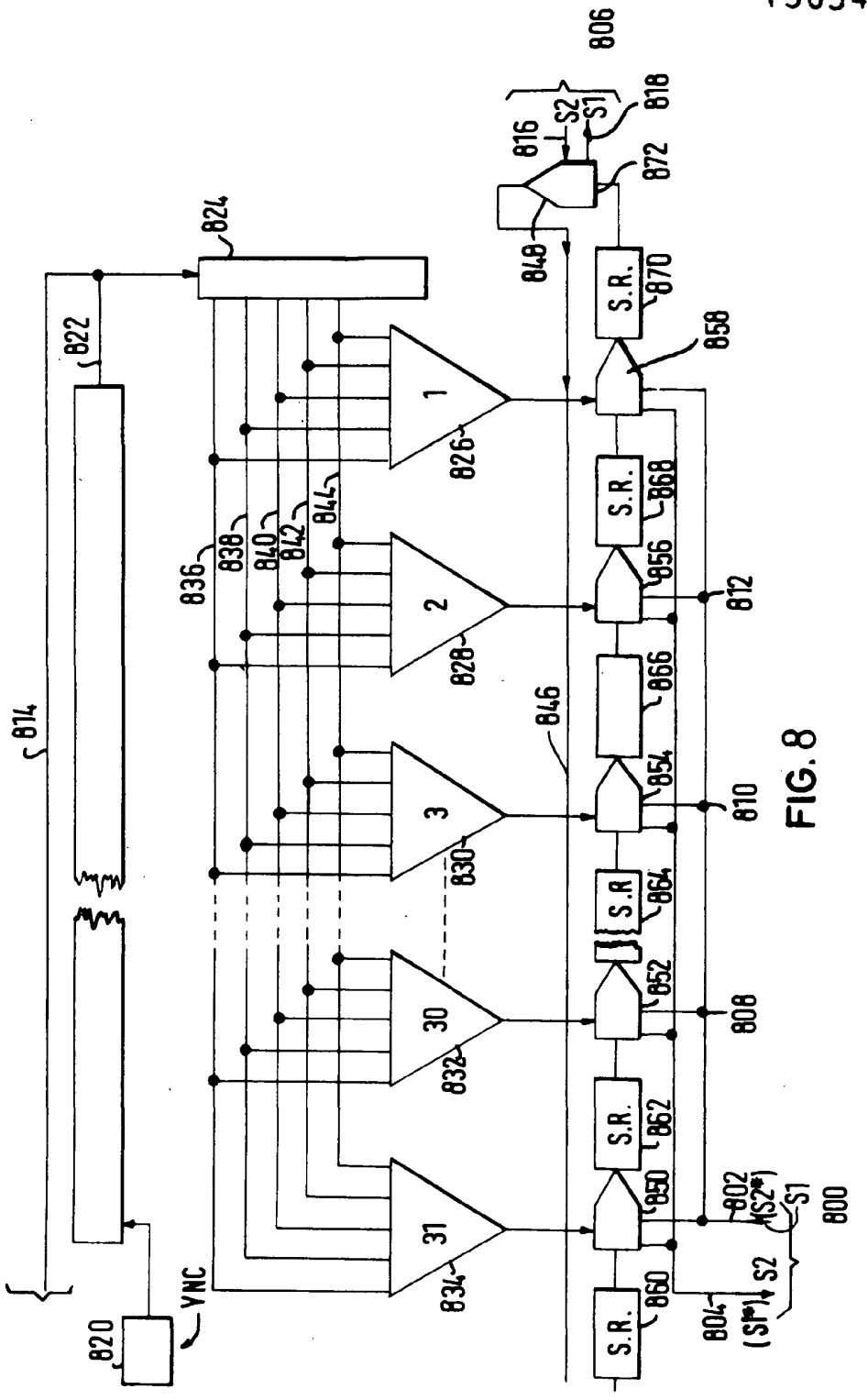

800
802
804
806
808
810
812
814
816
818
820
822
824
826
828
830
832
834
836
838
840
842
844
846
848
850
852
854
856
858
860
862
864
866
868
870
872
S1
S2
VNC
S.R.
1
2
3
30
31

FIG. 8

150540

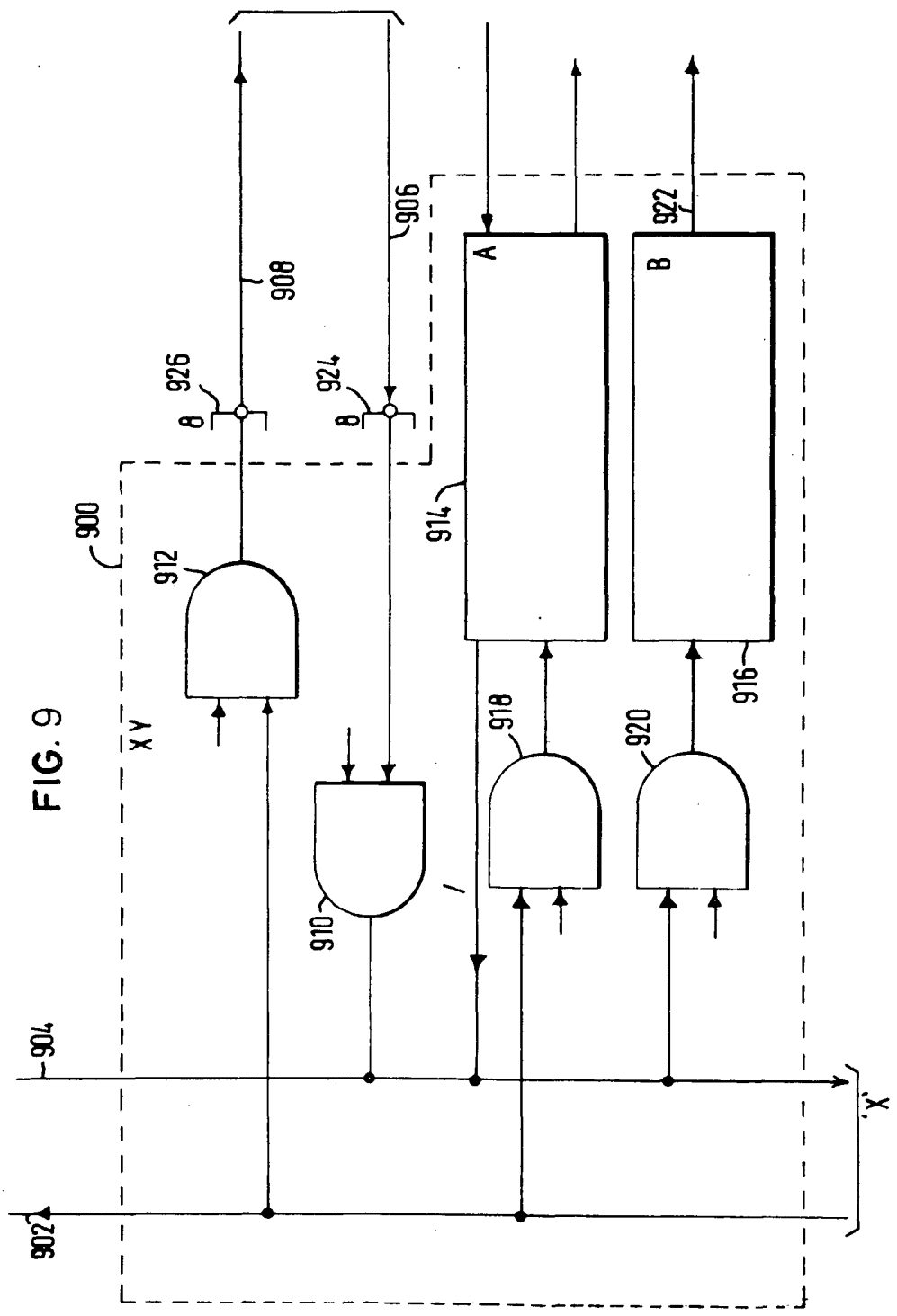

'Y'
906
908
926
924
θ
θ
900
912
914
A
922
B
916
918
920
910
XY
904
902
'X'

FIG. 9

150540

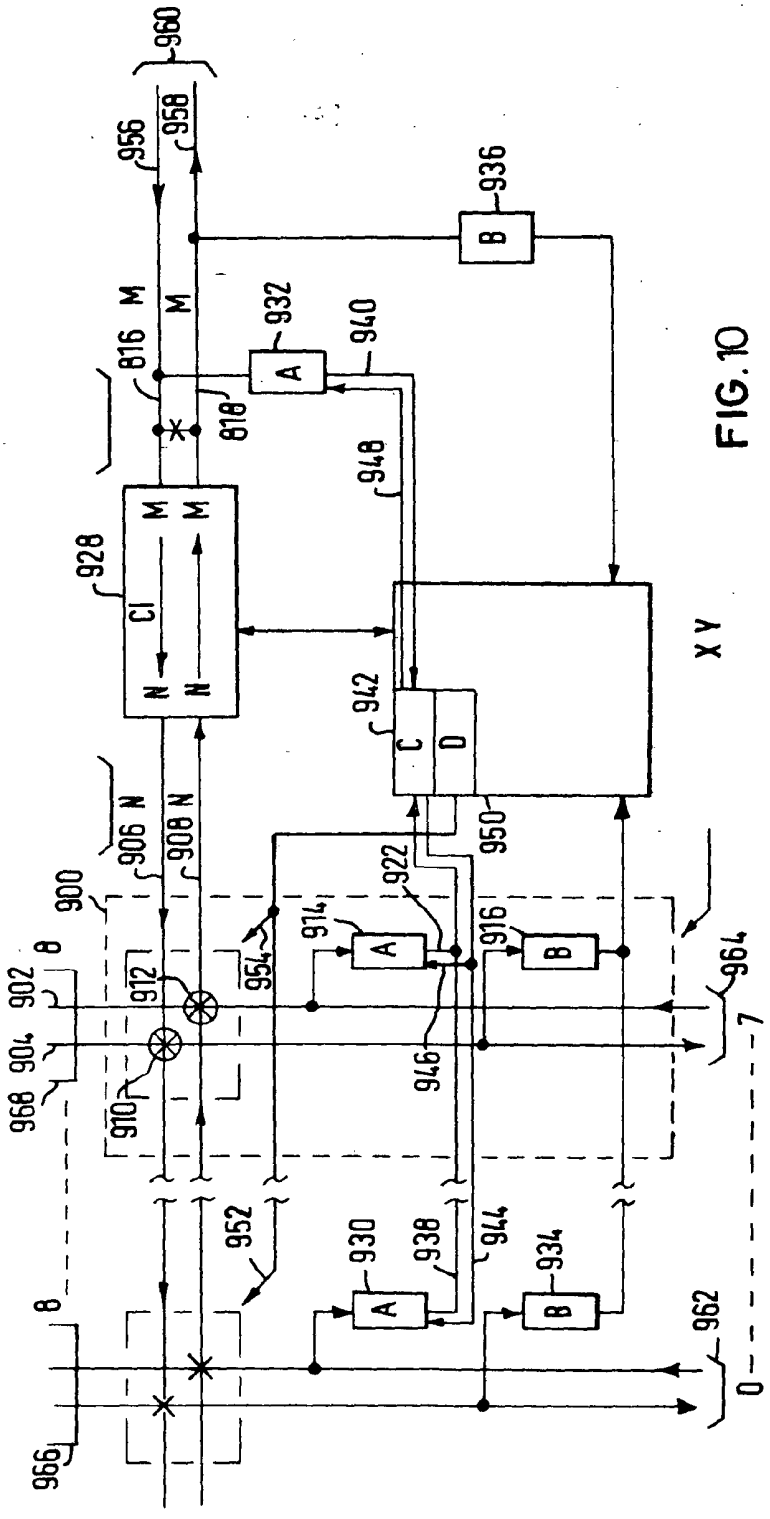


FIG. 10