



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101999900788261
Data Deposito	23/09/1999
Data Pubblicazione	23/03/2001

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	02	F		

Titolo

DISPOSITIVO PER L'ESTRAZIONE E L'INSERIMENTO DI PORTANTI OTTICHE IN RETI DI COMUNICAZIONE OTTICA.

Descrizione dell'invenzione avente per titolo:

"DISPOSITIVO PER L'ESTRAZIONE E L'INSERIMENTO DI PORTANTI OTTICHE IN RETI DI COMUNICAZIONE OTTICA"

a nome CSELT - Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A., Via G. Reiss Romoli 274, 10148 Torino, nazionalità italiana.

Inventori: Giampaolo BENDELLI, Luigi GASTALDI

Domanda N.

Depositata il

BO 99A 000816

23 SET. 1999

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

==.==.==.==.==

La presente invenzione si riferisce alle reti di comunicazione ottica e più in particolare ha per oggetto un dispositivo per l'estrazione, da un flusso di segnali ottici comprendente più portanti, di una o più portanti, modulate da rispettivi segnali di informazione e l'inserimento nel flusso di una o più altre portanti, modulate a loro volta da rispettivi segnali di informazione, normalmente diversi dai precedenti.

Tali dispositivi sono comunemente noti nella tecnica con la sigla OADM, dalle iniziali della denominazione inglese "Optical Add-Drop Multiplexer" (multiplicatore ottico di aggiunta ed estrazione). I dispositivi stessi sono un elemento chiave per realizzare i nodi con funzioni di instradamento basate sulla lunghezza d'onda in reti di comunicazione a divisione di lunghezza d'onda: in questo caso essi vengono impiegati per estrarre dal flusso multiploato uno o più canali contenente le informazioni destinate a un utente o a utenti collegati al nodo, lasciando passare inalterati i canali rimanenti, e aggiungere al flusso multiploato uno o più canali che trasportano le informazioni generate all'interno del nodo. In pratica, per ottimizzare l'uso della banda ottica, risulta conveniente allocare il canale estratto e quello aggiunto (o ciascuna coppia canale estratto - canale aggiunto) nella medesima posizione in lunghezza

d'onda.

Tra le varie caratteristiche che un dispositivo di questo tipo deve possedere, la scalabilità e modularità in canali estratti/inseriti risultano particolarmente interessanti al fine di permettere un graduale ed economico aumento della capacità del nodo in accordo al crescere del traffico generato e ricevuto nel nodo stesso. Per scalabilità si intende la capacità di aumentare il numero di canali estratti/inseriti senza degradare i canali già presenti (sia in transito che estratti/inseriti). Per modularità si intende la possibilità di aumento della capacità semplicemente aggiungendo repliche di un modulo base relativo ad un singolo canale.

Uno schema tipico per la realizzazione di tali moduli base fa uso di un elemento sensibile alla lunghezza d'onda del canale da estrarre/inserire, collegato tra una coppia di circolatori, uno dei quali riceve il flusso multiplato. In un esempio, descritto nel brevetto Europeo EP-B 0 638 837 a nome della Richiedente, l'elemento sensibile alla lunghezza d'onda è un filtro ottico passa banda sintonizzabile a cavità risonante Fabry-Perot realizzato in fibra, che trasmette la lunghezza d'onda di risonanza e riflette tutte le altre. Con questa disposizione, i canali in transito escono, per riflessione nel filtro, attraverso una porta dello stesso circolatore attraverso cui il flusso multiplato entra nel dispositivo, mentre il canale da estrarre viene trasmesso verso il secondo circolatore, da cui esce. In modo simmetrico, il nuovo canale viene introdotto attraverso il secondo circolatore e viene trasmesso dal filtro, inserendosi così nel flusso in transito.

In versioni più recenti dello stesso schema, l'elemento sensibile alla lunghezza d'onda è un reticolo di Bragg in fibra ottica, che riflette la lunghezza d'onda di risonanza e trasmette tutte le altre, cosicché il canale da estrarre viene riflesso dal reticolo verso lo stesso circolatore che ha ricevuto il flusso multiplato e ne esce,

mentre i canali in transito procedono verso il secondo circolatore, attraverso il quale viene inserito il nuovo canale che, per riflessione nel reticolo, uscirà dal secondo circolatore unitamente ai canali in transito.

Una struttura di questo tipo è descritta per esempio nella memoria "Add-Drop Ottici per reti WDM", presentata da G. Bendelli et al. alla conferenza "Fotonica 97", Roma (Italia), 20-23 Maggio 1997, e pubblicata alle pagg. 18 e segg. degli atti della conferenza.

Le ottime caratteristiche spettrali dei reticoli di Bragg in fibra e l'elevato isolamento tra le porte dei circolatori permettono di realizzare dispositivi con elevate prestazioni sia in termini di selettività in lunghezza d'onda sia di diafonia tra i canali.

Una limitazione presente nei dispositivi menzionati sopra è la scarsa scalabilità in termini di aumento dei canali estratti/inseriti in un nodo poiché questo richiederebbe o l'inserimento in serie di elementi addizionali tra i circolatori o l'inserimento in serie di repliche del dispositivo.

La prima soluzione, benché particolarmente semplice, comporta due inconvenienti principali:

- interruzione, per tutto il tempo richiesto dalle operazioni di aggiunta di elementi, delle connessioni supportate dai canali che attraversano il nodo (sia quelli in transito sia quelli inseriti o estratti a seconda che il reticolo sia aggiunto a valle o a monte di quello esistente)
- necessità di separare i canali estratti dall'unica porta di estrazione.

La seconda soluzione, che è descritta nel brevetto Europeo sopra citato, comporta anch'essa l'interruzione del traffico durante le operazioni di aggiunta di elementi; inoltre implica una ridondanza di componenti ottici costosi quali i circolatori ottici.

L'oggetto della presente invenzione è una nuova configurazione di dispositivo di estrazione-inserimento di lunghezze d'onda basata su reticoli di Bragg e circolatori volta a migliorare sia le proprietà di scalabilità sia di modularità del progetto in termini di numero di canali estratti/inseriti, riducendo al minimo i tempi di interruzione del servizio e non richiedendo la replica di componenti costosi.

Il dispositivo secondo l'invenzione comprende:

- mezzi sensibili alla lunghezza d'onda per la selezione della portante o delle portanti all'interno del flusso
- mezzi di ricezione del flusso e di estrazione della portante o delle portanti, i quali ricevono e trasferiscono ai mezzi di selezione il flusso multiplato ed inviano a dispositivi di utilizzazione la portante o le portanti selezionate;
- mezzi di uscita per il flusso multiplato dopo l'estrazione e l'inserimento della portante o delle portanti;

ed è caratterizzato dal fatto che detti mezzi di ricezione del flusso e di estrazione di una portante e detti mezzi di selezione sono inseriti in un modulo costruttivo che è replicato per ognuna delle portanti da inserire ed estrarre e in cui i mezzi di selezione sono atti a selezionare una rispettiva portante che viene inviata all'esterno dai mezzi di ricezione ed estrazione del modulo, dal fatto che ciascun modulo comprende inoltre punti di collegamento, posti lungo il percorso del flusso multiplato, i quali sono accessibili dall'esterno e sono predisposti per il collegamento in serie di più moduli, in modo tale da stabilire per il flusso multiplato un primo percorso che è un percorso diretto tra un ingresso del modulo e un ingresso dei mezzi di ricezione ed estrazione del modulo di appartenenza, se questo è unico o è l'ultimo della serie di moduli, oppure, in presenza di detta serie di moduli e per tutti i moduli escluso l'ultimo, un secondo percorso che passa attraverso i mezzi di ricezione ed estrazione e i mezzi di

selezione dei moduli successivi.

A maggior chiarimento si fa riferimento ai disegni allegati, in cui:

- la fig. 1 è lo schema di principio di un dispositivo di estrazione-inserimento di un solo canale facente uso di un reticolo di Bragg in fibra ottica e di circolatori;
- la fig. 2 è uno schema del dispositivo oggetto dell'invenzione, sempre per l'estrazione-inserimento di un solo canale in una prima forma di realizzazione,
- la fig. 3 è uno schema del dispositivo oggetto dell'invenzione, per l'estrazione-inserimento di due canali;
- la fig. 4 è uno schema, analogo alla fig. 2, relativo a un dispositivo utilizzabile in un nodo con protezione automatica a livello di sezione di multiplazione ottica;
- la fig. 5 è uno schema analogo alla fig. 3, facente uso del modulo rappresentato in fig. 4;
- le figure 6 - 7 sono schemi relativi alle operazioni necessarie per passare dalla configurazione di fig. 4 a quella di fig. 5, e
- la fig. 8 è uno schema analogo alla fig. 5, facente uso del modulo rappresentato in fig. 2.

Per chiarezza, si ricorda con riferimento alla fig. 1 il funzionamento di un dispositivo convenzionale di estrazione-inserimento di un singolo canale facente uso di un reticolo di Bragg in fibra ottica e di circolatori. Un primo circolatore 1 riceve a una porta d'ingresso 1A il flusso multiplato, comprendente n canali a lunghezze d'onda $\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_n$, trasmesso sul ramo di ingresso 10E di una linea 10, e lo inoltra verso una porta di ingresso-uscita 1B, a cui è collegata un'estremità di un reticolo di Bragg in fibra ottica 2, risonante su una data lunghezza d'onda λ_i del multiplo. Le radiazioni del canale a questa lunghezza d'onda vengono riflesse dal reticolo 2, rientrano nel circolatore 1 attraverso la porta 1B ed escono attraverso la porta 1C. Gli

altri canali passano nel secondo circolatore 3 attraverso la porta 3A e procedono verso la porta di uscita 3B. Il canale da inserire, sempre a lunghezza d'onda λ_i , viene applicato alla porta 3C del circolatore 3, passa nel reticolo 2 attraverso la porta 3A, viene riflesso, rientra nel circolatore 3 attraverso la stessa porta 3A ed esce attraverso la porta 3B unitamente agli altri canali in transito. Sul ramo di uscita 10U della linea 10 è quindi di nuovo presente il flusso multiplato completo.

Nella fig. 2, il dispositivo secondo l'invenzione, nella versione relativa all'estrazione-inserimento di un solo canale, comprende ancora la coppia di circolatori 1 e 3 e il reticolo di Bragg in fibra ottica 2, collegati tra loro come i circolatori e il reticolo di fig. 1. Il circolatore 1 è però in questo caso un circolatore a 4 vie, con un'ulteriore porta d'ingresso 1D che è utilizzata solo nei dispositivi per l'estrazione-inserimento di più canali, come si vedrà in seguito. Inoltre, a monte del circolatore 1, è prevista una coppia di commutatori ottici 4, 5, il primo dei quali è un commutatore 1x2 e il secondo è un commutatore 2x1. I commutatori 4, 5 non hanno particolari esigenze di velocità di commutazione (sono sufficienti velocità di commutazione dell'ordine del millisecondo o di qualche millisecondo). Commutatori di questo tipo sono facilmente reperibili in commercio. A puro titolo di esempio, si possono citare i commutatori in fibra ottica della serie SN, della JDS FIBER Inc., di Nepean (Ontario, Canada).

L'insieme dei commutatori 4, 5, del circolatore 1 e del reticolo 2 costituisce un modulo costruttivo (indicato con M) che verrà replicato per ognuno dei canali da estrarre e inserire. L'ingresso del commutatore 4 è collegato al ramo entrante 10E della linea 10 e costituisce ora l'ingresso del dispositivo; una prima uscita 4A dello stesso commutatore è collegata a un primo ingresso 5A del commutatore 5, la cui uscita è a sua volta collegata all'ingresso 1A del circolatore 1. La seconda uscita 4B del commutatore 4 e il secondo ingresso 5B del commutatore 5 sono invece inattivi e

saranno utilizzati per il collegamento di un ulteriore modulo M, quando si rende necessario inserire o estrarre un nuovo canale: a questo scopo sono resi accessibili all'esterno del modulo mediante opportuni tratti di fibra, formando dei punti di collegamento esterni 4B', 5B'. Il funzionamento del dispositivo di fig. 2 è identico a quello descritto con riferimento alla fig. 1, in quanto i commutatori 4, 5 stabiliscono un collegamento diretto tra la linea 10E e la porta 1A del circolatore 1.

Nella fig. 3 si è illustrato un dispositivo atto all'estrazione-inserimento di due canali, comprendente quindi due moduli M1, M2, di cui il modulo M1 è quello corrispondente al modulo base M di fig. 2 ed è collegato quindi da un lato al ramo 10E della linea di trasmissione 10 e dall'altro al circolatore 3. Gli elementi omologhi nei due moduli sono contraddistinti da riferimenti ottenuti aggiungendo la cifra 1 o rispettivamente 2 ai riferimenti numerici utilizzati in fig. 2. I due reticoli 21, 22 sono ovviamente risonanti su lunghezze d'onda diverse, p. es. λ_1 , λ_2 . In questa configurazione, il commutatore 41 di M1 è stato commutato in modo da trasferire il flusso multiplato verso l'uscita 41B, e il commutatore 51 è stato commutato in modo da trasferire al circolatore 11 i segnali presenti all'ingresso 51B. La quarta via 11D del circolatore 11 è utilizzata per l'inserimento del canale a lunghezza d'onda λ_2 . I punti di accesso esterni 41B', 51B' associati ai commutatori 41, 51 sono ora collegati rispettivamente all'ingresso e all'uscita del modulo M2, quindi all'ingresso del commutatore 42 e all'estremità di uscita in trasmissione del reticolo 22. I commutatori di M2 si trovano nella stessa configurazione illustrata per i commutatori 4, 5 in fig. 2 e quindi i punti di accesso 42B', 52B' non sono utilizzati. Anche la porta 12D del circolatore 12 non è utilizzata, ma è disponibile come porta di inserimento nel caso si aggiungesse un eventuale modulo, come si descriverà in seguito.

Con questa disposizione il flusso multiplato presente sul ramo 10E della linea

viene ricevuto dal commutatore 41 e avviato all'ingresso del modulo M2, dove i commutatori 42, 52, collegati direttamente tra loro, lo inoltrano verso il reticolo 22. Questo riflette il canale a lunghezza d'onda λ_2 che viene estratto attraverso il circolatore 12, in modo perfettamente analogo a quanto visto per il caso di estrazione-inserimento di un solo canale. Gli altri canali vengono trasmessi dal reticolo 22 e rientrano nel modulo M1 attraverso l'ingresso 51B del commutatore 51. Attraverso il circolatore 11 (porta 11D) viene reintrodotta nel flusso in transito il canale a lunghezza d'onda λ_2 . Il flusso multiplexato comprende di nuovo gli stessi canali del flusso multiplexato presente sulla linea 10E: pertanto, come visto per il caso di estrazione-inserimento di un solo canale, il reticolo 21 riflette verso il circolatore 11 il canale a lunghezza d'onda λ_1 , che viene estratto tramite tale circolatore, mentre tramite il circolatore di uscita 31 viene reintrodotta nel flusso il canale a lunghezza d'onda λ_1 .

Lo stesso principio di funzionamento si ha per il caso di estrazione di un numero di canali superiore a due. In un modulo Mx generico lungo la catena viene estratto il canale alla lunghezza d'onda λ_x di risonanza del reticolo 2x e vengono inseriti sia il canale alla lunghezza d'onda λ_x sia quello alla lunghezza d'onda λ_{x+1} di risonanza del reticolo del modulo immediatamente successivo. Nell'ultimo modulo, i commutatori 4, 5 saranno collegati come illustrato per il modulo M2 di fig. 3 e la porta D del circolatore 1 resterà inattiva, e si avrà quindi la sola estrazione del canale.

E' evidente che l'invenzione risolve i problemi indicati sopra. Il tempo di interruzione del servizio della rete a causa dell'aggiunta di un modulo è limitato infatti al tempo di commutazione dei commutatori 4, 5 del modulo o dell'ultimo modulo preesistente, quando il nuovo modulo è stato materialmente collegato nel dispositivo. Il collegamento materiale del nuovo modulo (collegamento dell'ingresso e dell'uscita

ai punti di accesso 4B', 5B') non richiede interruzioni del servizio, a differenza di quanto succederebbe se si dovesse replicare un modulo come quello di fig. 1. Inoltre, essendo ciascun modulo munito di un proprio circolatore per l'estrazione del canale, non si hanno problemi connessi con l'eventuale uso di una sola porta di estrazione. Infine, solo uno dei circolatori deve venire replicato tante volte quante sono le lunghezze d'onda da estrarre, e quindi i costi del dispositivo vengono mantenuti limitati poiché, come noto, una coppia di commutatori senza esigenze particolari di velocità di commutazione, come quelli richiesti nel dispositivo, ha costo inferiore a quello del circolatore.

Le figure 4 - 8 mostrano varianti dell'invenzione adattate per l'applicazione in un nodo di una rete di comunicazione ottica a divisione di lunghezza d'onda, con struttura ad anello e protezione automatica a livello di sezione di moltiplicazione ottica (Optical Multiplex Section o OMS). Come noto, questo termine indica una protezione che, in caso di un guasto, agisce su tutto l'insieme dei canali, instradandolo su una linea di riserva. Una rete di questo tipo comprende quindi due linee di comunicazione 100, 200, la prima delle quali è la linea di traffico utilizzata per convogliare il flusso moltiplicato in condizioni di servizio regolare mentre la seconda è la linea di protezione o di riserva che è utilizzata in verso opposto alla precedente. Inoltre i nodi sono muniti di commutatori di reinstradamento (loop-back) 40 e 50, posti rispettivamente all'ingresso e all'uscita del nodo, che sono matrici 2x2 destinate a stabilire il collegamento tra le linee 100 e 200 per permettere il reinstradamento del traffico in caso di guasto. Nella descrizione che segue, i termini ingresso/uscita e valle/monte si riferiscono al senso di propagazione lungo la linea 100. Con A, B, C, D sono indicate le quattro porte dei commutatori 40, 50: le porte A, B sono le porte di ingresso e uscita collegate alla linea 100 e le altre due sono le porte di ingresso-uscita relative

alla linea 200. In assenza di guasto, i commutatori 40 - 50 sono disposti in condizione diritta ("bar") e collegano tra loro due tratti della stessa linea 100 e 200, mentre in caso di guasto saranno commutati in modo da far passare il traffico dalla linea 100 alla linea 200 immediatamente a monte di un guasto e da riportare il traffico sulla linea 100 dopo che l'anello è stato percorso in senso inverso fino a un punto immediatamente a valle del guasto. Con 100E, 100U, 200E, 200U sono indicate le sezioni di ingresso/uscita delle linee 100, 200

Una rete di questo tipo è descritta p. es. nella memoria "Self-healing WDM ring networks with all-optical protection path, presentata da A.F. Elrefaie alla conferenza OFC'92, San José (USA), 2-7 Febbraio 1992.

Una prima soluzione per l'adattamento dell'invenzione a queste reti, illustrata in fig. 4 per il caso di estrazione - inserimento di due canali, si basa sull'uso di moduli identici a quelli utilizzati negli schemi delle figure 2, 3 e mantiene la funzione di estrazione - inserimento dei canali separata da quella di protezione. Come si vede, il dispositivo è inserito in serie alla linea di traffico 100, collegando l'ingresso del commutatore 41 del modulo M1 all'uscita B del commutatore di reinstradamento 40 e il circolatore 3 all'ingresso A del commutatore 50. La linea di protezione 200 non è interessata dalla presenza del dispositivo, e collegherà direttamente l'uscita D del commutatore 50 all'ingresso C del commutatore 40. Il funzionamento è identico a quello descritto in connessione con la figura 3.

Una seconda soluzione, illustrata nelle figure 5 -8, fa uso di matrici analoghe a quelle utilizzate per i commutatori di reinstradamento 40, 50 per svolgere le funzioni dei commutatori 4 (41, 42) e 5 (51, 52) delle figure 2 - 4 e quindi combina la funzione di protezione con quella di estrazione - inserimento.

Per chiarezza, si illustra dapprima, con riferimento alla fig. 5, il caso in cui il

nodo prevede l'estrazione-inserimento di un solo canale, e quindi comprende solo un modulo base in aggiunta al relativo circolatore di uscita. I circolatori e i reticoli sono indicati con gli stessi simboli utilizzati nelle figure 2, 3. Il commutatore di reinstradamento 40 all'ingresso del nodo è inserito a monte del circolatore 1 all'interno del modulo base M' e svolge ora le funzioni dei commutatori 4, 5 di fig. 2, mentre il commutatore di uscita 50 è esterno al modulo ed è collegato a valle del circolatore 3. Con questa disposizione, non essendo più la funzione di estrazione - inserimento indipendente da quella di protezione, per consentire l'aggiunta di un modulo relativo a un secondo canale saranno necessarie due coppie di punti di collegamento analoghi ai punti 4B', 5B' di fig. 2, una lungo il percorso di traffico e l'altra lungo il percorso di protezione. A questo scopo le porte A, D del commutatore 40 sono rese accessibili dall'esterno del modulo M' formando punti di collegamento 40A', 40D'. Le linee 100, 200 avranno un rispettivo punto di terminazione esterno 100A, 200A in prossimità rispettivamente dei punti 40A', 40D' per formare il secondo punto di collegamento di ciascuna coppia.

Il funzionamento del dispositivo è analogo a quello già visto per la fig. 2. Infatti, in caso di funzionamento regolare della rete, il traffico è instradato solo sulla linea 100 e il commutatore 40, in posizione "diritta", inoltra il flusso entrante verso il circolatore 1, il reticolo 2, e il circolatore 3, mentre il commutatore 50, anch'esso in posizione "diritta", inoltra verso un nodo successivo il flusso uscente dal circolatore 3. Si può dedurre immediatamente che un guasto che provochi la commutazione dei commutatori 40, 50 a scopi di protezione non ha alcuna influenza sulla funzione di estrazione-inserimento dei canali svolta dal modulo M'.

La fig. 6 rappresenta un dispositivo per l'estrazione-inserimento di due canali corrispondente a quello delle figure 3 e 5. I due moduli sono indicati con M1', M2' e gli

elementi omologhi nei due moduli sono di nuovo identificati con riferimenti terminanti con le cifre 1, 2. I punti di collegamento 100A, 401A' del modulo M1' sono ora collegati rispettivamente a un ingresso 102E e un'uscita 102U del modulo M2 relativi al percorso di traffico, mentre i punti di collegamento 401D', 200A del modulo M1' sono ora collegati rispettivamente a un ingresso 202E e un'uscita 202U del modulo M2 relativi al percorso di protezione. Le porte A, D del commutatore 402, l'ingresso 102E e l'uscita 202U saranno inoltre collegati a punti di collegamento esterni 402A', 402D', 102A, 202A analoghi ai punti 40A', 40D', 100A, 200A e collegati come questi. Va precisato che in questa situazione la matrice di protezione è ora la matrice 402 del modulo M2' (o in generale, la matrice dell'ultimo modulo della catena).

Il funzionamento è perfettamente analogo a quello della fig. 3; le osservazioni fatte in precedenza sulle conseguenze di un reinstradamento dalla linea 100 alla linea 200 si applicano anche in questo caso.

Le figure 7, 8 rappresentano le operazioni da compiere per l'aggiunta del secondo modulo M2'. Per facilitare la comprensione, si sono mostrati anche il circolatore di uscita 3 e il commutatore di uscita 50 di un nodo ND2 che precede immediatamente il nodo ND1 interessato all'aggiunta. Come primo passo (fig. 7), vengono commutati il commutatore 40 del nodo ND1 e il commutatore 50 del nodo ND2 per stabilire i collegamenti tra la linea 100 e la linea 200 come indicato dalle frecce in linea a tratti all'interno dei blocchi 40, 50: questa configurazione è quella che si avrebbe in seguito ad un guasto nella tratta tra ND2 e ND1 di una rete del tipo considerato. In questa condizione, si possono scollegare l'uno dall'altro i punti 100A, 401A' e 401D', 200A per collegarli rispettivamente agli ingressi/uscite 102E, 102U e 202E, 202U del modulo M2 (predisposto con il suo commutatore 402 in stato "diritto" e con i punti di collegamento 402A', 102A e 402D', 202A ordinatamente connessi in

modo da stabilire la continuità dei percorsi di traffico e di protezione, se il modulo M2' è l'unico da aggiungere). La configurazione è quella rappresentata in fig. 8. Infine, si riporteranno allo stato "diritto" i commutatori 50 e 401 arrivando alla configurazione di fig. 6.

I vantaggi dell'invenzione visti in connessione con le figure 2, 3 si ottengono anche in questo caso: l'unica differenza è che sono necessarie due commutazioni invece di una sola. Va notato che l'inserimento di un modulo ha in pratica le stesse conseguenze della riconfigurazione dei collegamenti al verificarsi di un guasto e al ripristino delle condizioni di partenza al ripristino del funzionamento regolare.

La soluzione delle figure 5 - 8, sfruttando i commutatori di reinstradamento che devono in ogni caso essere installati nei nodi, è meno onerosa della soluzione della figura 4 in termini di numero di componenti. In compenso questa semplifica la gestione della rete, in quanto non obbliga a simulare condizioni di guasto quando si rende necessario variare il numero di canali da estrarre - inserire.

E' evidente che quanto descritto è dato unicamente a titolo di esempio non limitativo e che varianti e modifiche sono possibili senza uscire dal campo di protezione dell'invenzione. In particolare, anche se nella descrizione e nei disegni si è fatto riferimento all'uso di reticoli di Bragg come elementi sensibili alla lunghezza d'onda, è possibile utilizzare componenti diversi.

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

Rivendicazioni

1. Dispositivo per l'estrazione di una o più portanti da un flusso di segnali ottici comprendente una pluralità di portanti multiplate a divisione di lunghezza d'onda, e l'inserimento nel flusso di una o più altre portanti, alla stessa lunghezza d'onda della portante o rispettivamente delle portanti estratte, il dispositivo comprendendo :

- mezzi (2; 21, 22) sensibili alla lunghezza d'onda per la selezione della portante o delle portanti all'interno del flusso
- mezzi (1; 11, 12) di ricezione del flusso e di estrazione della portante o delle portanti che ricevono e trasferiscono ai mezzi di selezione (2; 21, 22) il flusso multiplato ed inviano a dispositivi di utilizzazione la portante o le portanti selezionate;
- mezzi di uscita per il flusso multiplato (3), dopo l'estrazione e l'inserimento della portante o delle portanti;

caratterizzato dal fatto che detti mezzi di ricezione del flusso e di estrazione della portante o delle portanti (1; 11, 12) e detti mezzi di selezione (2; 21, 22) sono inseriti in un modulo costruttivo (M; M1, M2; M'; M1', M2') che è replicato per ognuna delle portanti da inserire ed estrarre e in cui i mezzi di selezione (2; 21, 22) sono atti a selezionare una rispettiva portante che viene inviata all'esterno dai mezzi di ricezione ed estrazione del modulo (M; M1, M2; M'; M1', M2'), dal fatto che ciascun modulo (M; M1, M2; M'; M1', M2') comprende inoltre punti di collegamento (4B', 5B'; 41B', 51B', 42B', 52B'; 401A', 401D', 402A', 402D', 100A, 200A, 101A, 102A) posti lungo il percorso del flusso multiplato, i quali sono accessibili dall'esterno e sono predisposti per il collegamento in serie di una pluralità di moduli, in modo tale da stabilire per il flusso multiplato un primo percorso che è un percorso diretto tra un ingresso del modulo e un ingresso dei mezzi di ricezione ed estrazione (1, 11, 12) del modulo di

appartenenza, se questo è unico o è l'ultimo della pluralità di moduli, oppure, in presenza di detta pluralità di moduli e per tutti i moduli escluso l'ultimo, un secondo percorso che passa attraverso i mezzi di ricezione ed estrazione (12) e i mezzi di selezione (22) dei moduli successivi.

2. Dispositivo secondo la riv. 1, caratterizzato dal fatto che, in ciascun modulo (M; M1, M2; M'; M1', M2'), i mezzi di ricezione ed estrazione (1; 11, 12) sono atti a inviare all'esterno la portante selezionata dai mezzi di selezione (2; 21, 22) del modulo stesso e a inserire nel flusso multiplato una portante corrispondente alla portante selezionata dai mezzi di selezione di un modulo adiacente.

3. Dispositivo secondo la riv. 1 o 2, caratterizzato dal fatto che il modulo o ogni modulo (M; M1, M2) comprende mezzi di commutazione (4, 5; 41, 42, 51, 52) a monte dei mezzi (1; 11, 12) di ricezione del flusso multiplato, i quali sono commutabili tra una prima posizione in cui stabiliscono detto primo percorso e una seconda posizione in cui inoltrano il flusso multiplato in arrivo al modulo lungo detto secondo percorso che si estende tra un primo (41B', 42B') e un secondo (52B') punto di collegamento.

4. Dispositivo secondo la riv. 3, caratterizzato dal fatto che i mezzi di commutazione (4, 5; 41, 42, 51, 52) comprendono un primo commutatore avente un ingresso e due uscite (4, 41, 42), in cui l'ingresso è collegato a una linea (10) che convoglia il flusso multiplato e una prima uscita è collegata a detto primo punto di collegamento esterno, e un secondo commutatore (5, 51, 52), avente due ingressi e un'uscita, in cui un primo ingresso è collegato a detto secondo punto di collegamento esterni e l'uscita è collegata a un ingresso dei mezzi di ricezione ed estrazione (1, 11, 12), detti commutatori essendo posizionabili selettivamente per collegare tra loro la seconda uscita del primo commutatore (4, 41, 42) e il secondo ingresso del secondo commutatore (5, 51, 52) per stabilire detto primo percorso, o per collegare tra loro la

prima uscita del primo commutatore (4, 41, 42) e il primo ingresso del secondo commutatore (5, 51, 52) per stabilire detto secondo percorso.

5. Dispositivo secondo le rivendicazioni 3 e 4, caratterizzato dal fatto che, per l'impiego in nodi di una rete di comunicazione ottica ad anello con una linea di traffico (100) e una linea di riserva (200) e con protezione automatica a livello di sezione di moltiplicazione ottica, il dispositivo è collegato lungo la linea di traffico (100) tra un terzo e un quarto commutatore (40, 50) che costituiscono mezzi di reinstradamento del flusso moltiplicato dalla linea di traffico (100) alla linea di riserva (200) e viceversa e sono disposti rispettivamente all'ingresso e all'uscita di un nodo; il primo commutatore (4; 41) del modulo o di un primo modulo del dispositivo essendo atto a ricevere il flusso moltiplicato tramite detto terzo commutatore (40).

6. Dispositivo secondo la riv. 1 o 2, caratterizzato dal fatto che, per l'impiego in nodi di una rete di comunicazione ottica ad anello con una linea di traffico (100) e una linea di riserva (200) e con protezione automatica a livello di sezione di moltiplicazione ottica, un primo e un secondo punto di collegamento (4B', 5B'; 41B', 51B', 42B', 52B'; 401A', 401D', 402A', 402D') sono associati a ingressi-uscite di mezzi di commutazione (40; 401, 402) posti all'interno di ciascun modulo (M'; M1', M2') e appartenenti a mezzi (40, 50; 401, 402, 50) di reinstradamento del flusso moltiplicato dalla linea di traffico (100) alla linea di riserva (200) e viceversa in presenza di un guasto che provoca un'interruzione della linea di traffico (100).

7. Dispositivo secondo la riv. 6, caratterizzato dal fatto che:

- detti mezzi di commutazione comprendono una matrice di commutazione a due ingressi e due uscite (40; 401, 402), avente un primo ingresso e una prima uscita associati alla linea di traffico (100) e a un primo ingresso e una prima uscita del modulo (M', M1', M2'), e un secondo ingresso e una seconda uscita associati alla

linea di riserva (200) e a un secondo ingresso e una seconda uscita del modulo (M', M1', M2');

- detto primo ingresso (40A, 401A, 402A) e detta seconda uscita (40D, 401D, 402D) sono associati a detto primo (40A', 401A', 402A') e rispettivamente a detto secondo (40D', 401D', 402D') punto di collegamento, e
- una sezione di linea di traffico (100; 100E) collegata a detta primo ingresso del modulo (M', M1', M2') e una sezione di linea di riserva (200; 200U) collegata a detta prima uscita del modulo (M', M1', M2') sono associate a un terzo (100A; 101A, 102A) e rispettivamente un quarto (200A; 201A, 202A) punto di collegamento esterno,

i punti di collegamento essendo collegabili selettivamente tra loro e a ingressi/uscite di un modulo adiacente per stabilire detto primo e secondo percorso lungo la linea di traffico e un terzo e un quarto percorso, che interessano la linea di protezione e che sono rispettivamente un percorso diretto tra la seconda uscita dei mezzi di commutazione e la seconda uscita del modulo e un percorso che collega la seconda uscita dei mezzi di commutazione di un modulo e la seconda uscita del modulo passando attraverso i moduli successivi. il terzo e il quarto percorso essendo attivi simultaneamente al primo e rispettivamente al secondo percorso.

8. Dispositivo secondo la riv. 7, caratterizzato dal fatto che

- quando il modulo è unico (M') o è l'ultimo (M2') di una pluralità di moduli (M', M1', M2'), detto primo punto di collegamento (40A', 401A', 402A') è collegato a detto terzo punto di collegamento (100A; 102A) e detto secondo punto di collegamento (40D', 402D') è collegato a detto quarto punto di collegamento (200A; 202A),;
- in presenza di una pluralità di moduli (M', M1', M2'), per tutti i moduli escluso l'ultimo, detto primo punto di collegamento (401A') è collegato alla prima uscita

(102U) di un modulo successivo di detta pluralità (M', M1', M2'), detto secondo punto di collegamento (401D') è collegato al secondo ingresso (202E) di detto modulo successivo, detto terzo punto di collegamento (101A) è collegato al primo ingresso (102E) di detto modulo successivo e detto quarto punto di collegamento (201A) è collegato alla seconda uscita (202U) di un modulo successivo di detta pluralità.

9. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di ricezione del flusso e di estrazione delle portanti (1; 11, 12) e detti mezzi di uscita (3) sono costituiti da circolatori ottici e detti mezzi sensibili alla lunghezza d'onda (2; 21, 22) sono costituiti da reticoli di Bragg in fibra ottica.

10. Dispositivo secondo la riv. 9, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di ricezione del flusso e di estrazione delle portanti (1; 11, 12) comprendono un circolatore a quattro porte, in cui una porta è destinata all'inserimento nel flusso multiplato di una portante estratta in un eventuale modulo successivo in un dispositivo comprendente una pluralità di moduli.

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.
Il Responsabile Amministrazione e Immobili

dr. Stefano CORNAGLIA



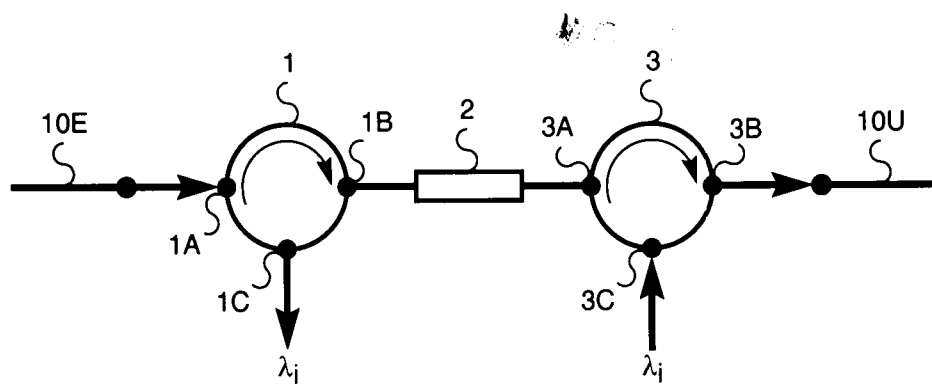


Fig. 1

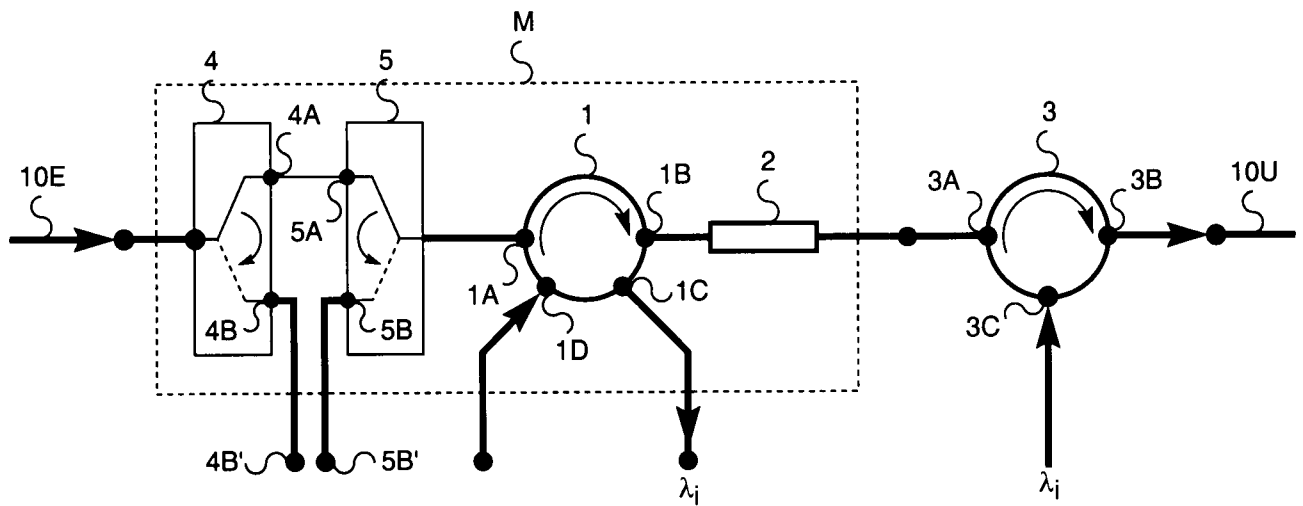


Fig. 2

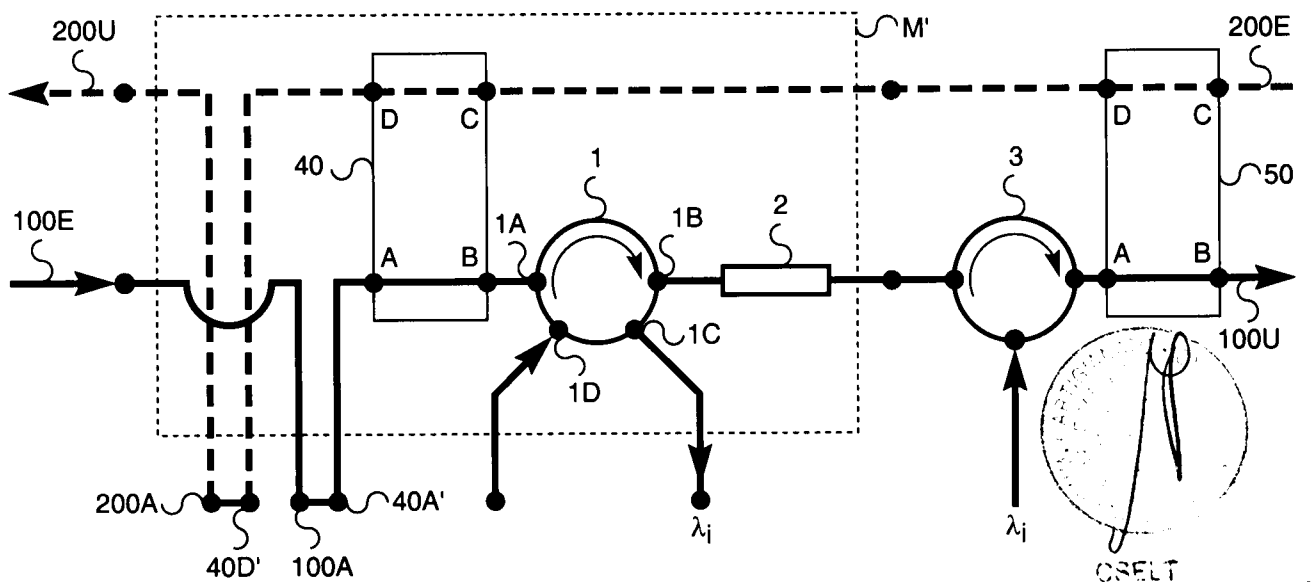


Fig. 5

CSELT
Centro Studi e Ricerche Telecomunicazioni S.p.A.
Il Responsabile della Direzione e Amministrazione

dr. Stefano CORNAGLIA

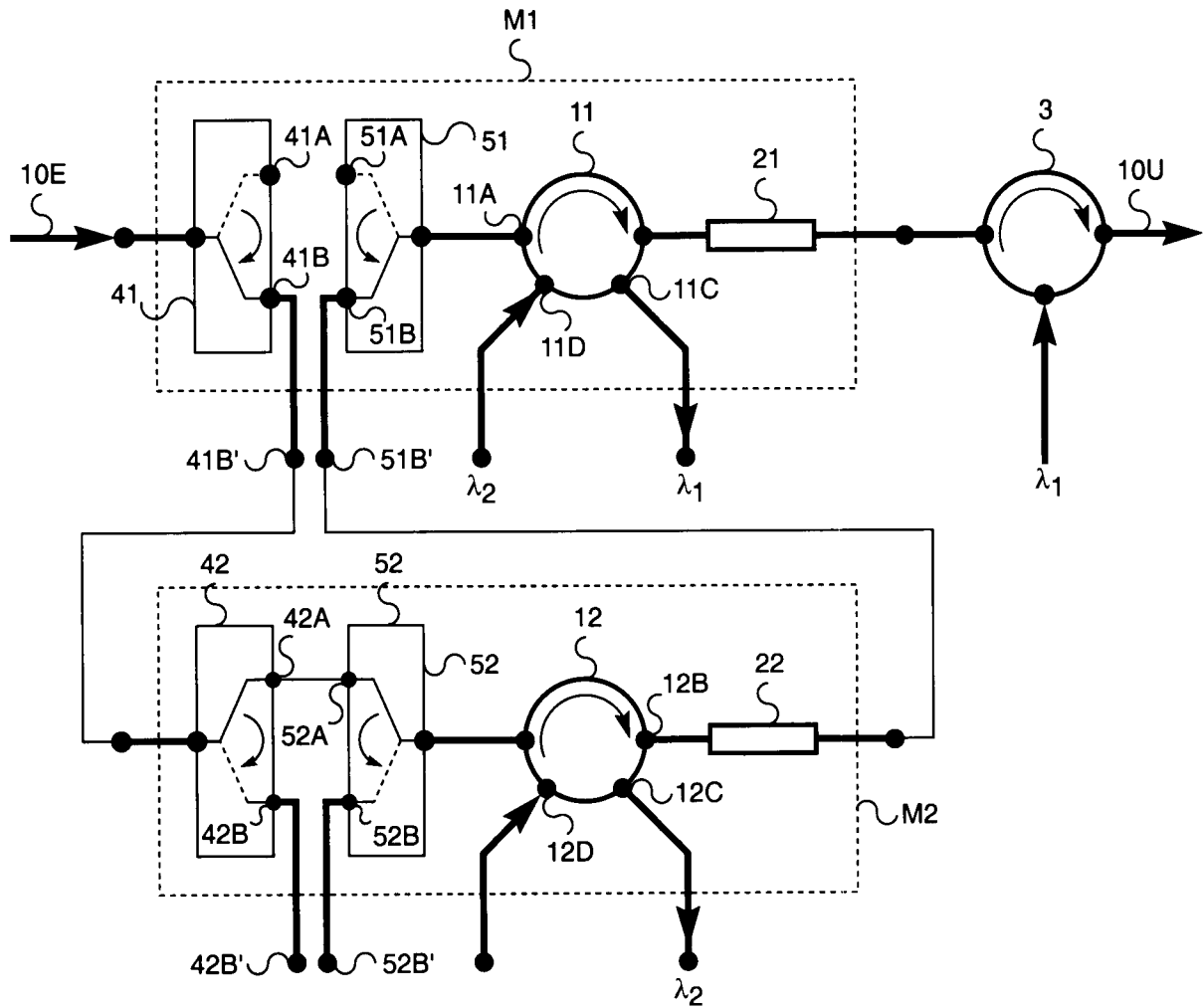


Fig. 3

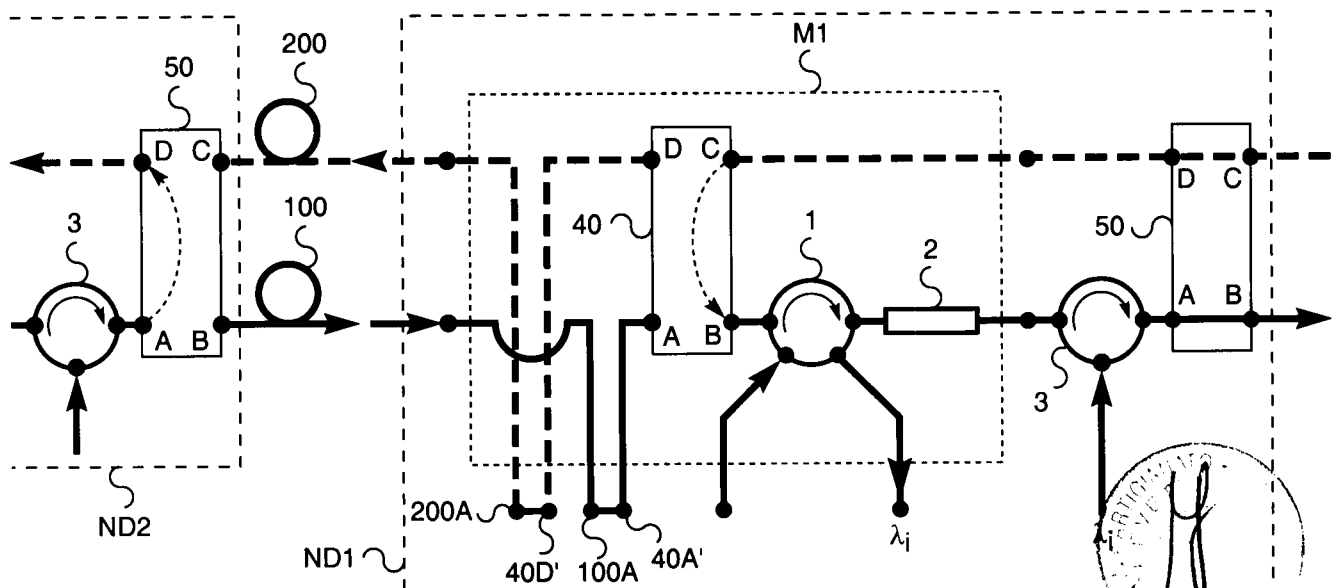


Fig. 7

Centro Studi e Ricerche S.p.A.
Il Responsabile della produzione e della vendita

DR. Stefano CORNAGLIA

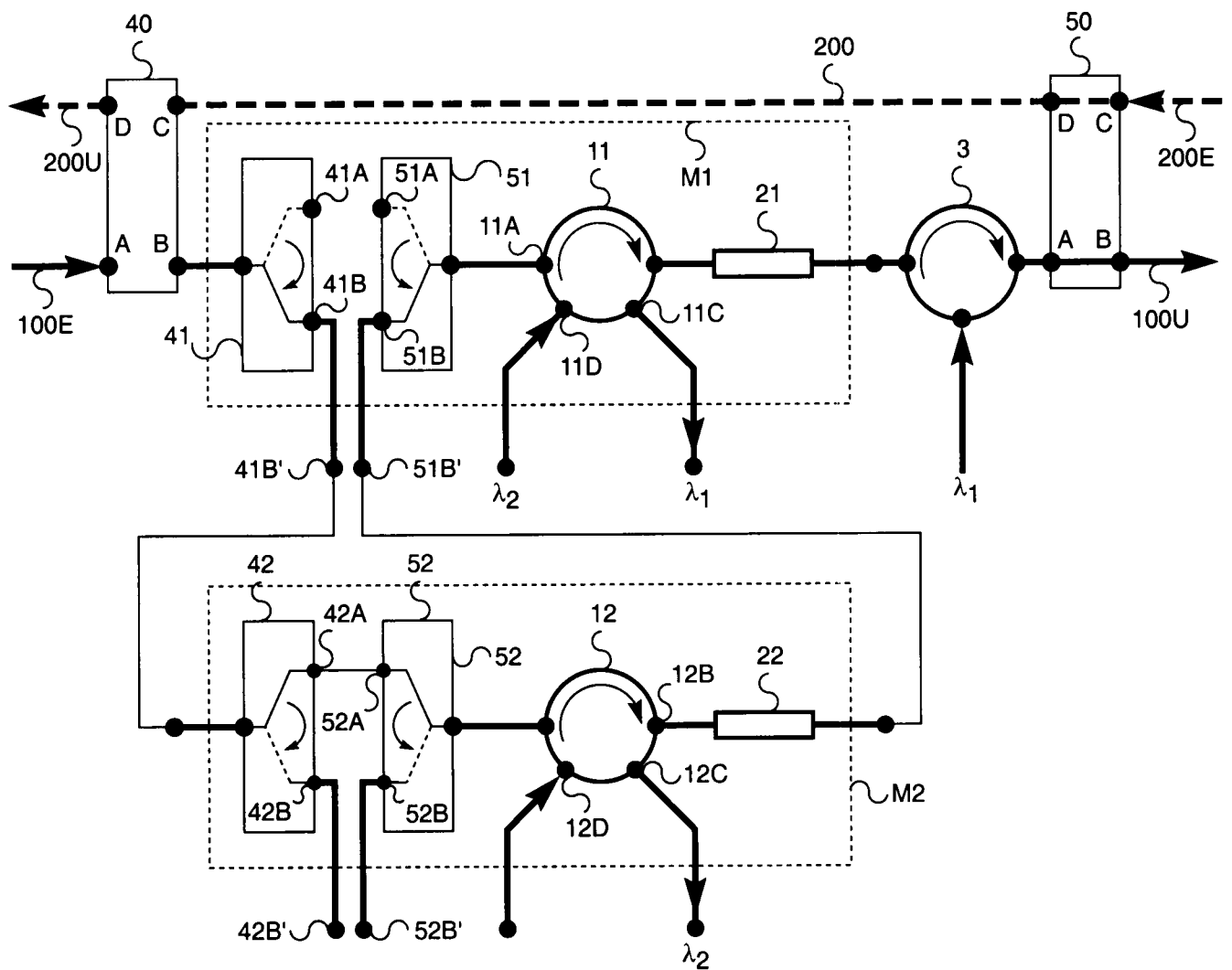


Fig. 4

CSELT
Centro Studi e Ricerche S.p.A.
Responsabile Amministrazione e Immobili

dr. Stefano CORNAGLIA

