



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102001900912485
Data Deposito	01/03/2001
Data Pubblicazione	01/09/2002

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	J		

Titolo

SISTEMA IBRIDO DI TELECOMUNICAZIONI IN ARIA PROTETTO CONTRO I FUORI SERVIZIO

MI 2001A 0414

Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)  
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE ( MI)



### DESCRIZIONE

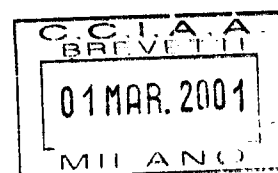
La presente invenzione riguarda il campo delle telecomunicazioni senza filo in aria. In particolare riguarda un sistema di telecomunicazioni ibrido, che combina un convenzionale sistema di trasmissione radio ed un sistema di trasmissione ottico, in grado di ridurre notevolmente l'indisponibilità del collegamento.

In tutti i sistemi di telecomunicazioni, la disponibilità del collegamento è un parametro fondamentale. Qualsiasi causa d'interruzione del traffico informativo provoca un fuori servizio che si ripercuote sul fornitore del servizio che può avere una perdita del proprio business, sia in termini del tempo d'occupazione della rete che d'immagine. In un mercato delle telecomunicazioni libero, la qualità del servizio è pertanto fondamentale.

Nei cosiddetti sistemi di telecomunicazioni cablati (in cui il trasporto dei segnali avviene su fibra ottica o cavi), esiste una sola causa di fuori servizio ed è legata all'affidabilità degli apparati e della linea.

Le contromisure per eliminare questo tipo di fuori servizio si basano da una parte sull'uso di apparati e cavi di alta qualità (quindi più affidabili) e dall'altra su due sistemi fondamentalmente uguali posti in parallelo (gli apparati e/o le linee vengono raddoppiati).

In condizioni di funzionamento normale, il traffico transita sul canale "principale" mentre l'altro canale, detto canale di "riserva", rimane in stand-by, cioè a disposizione nel caso avvenisse un guasto: il sistema di riserva entra in funzione nel caso di guasto del principale. Tralasciando i brevissimi tempi d'interruzione, dovuti alla commutazione, (dell'ordine di millisecondi), tra canale principale e canale di riserva si ottiene una disponibilità totale del 100% calcolata su un tempo annuo.





Nei sistemi senza filo (wireless) esiste un altro tipo di fuori servizio che è strettamente connesso alle inevitabili anomalie della propagazione in aria che a loro volta sono dipendenti dagli eventi meteorologici.

Specificamente, nei sistemi radio a frequenza ultra elevata (collegamenti EHF), cioè frequenze tra 30 e 300 GHz, la pioggia è la causa di fuori servizio più rilevante.

L'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni (ITU) ha stabilito delle procedure per il calcolo dell'attenuazione causata dalla pioggia che viene alla fine espressa come una percentuale di tempo (q) qualsiasi compresa tra 0,001% e 1,00% durante il quale si supera un certo valore di intensità di pioggia. In pratica, l'ITU ha mappato tutte le statistiche delle zone del pianeta e, fissata la zona, la lunghezza reale della tratta, la frequenza di lavoro e la polarizzazione (orizzontale o verticale) del segnale radio trasmesso, si ottiene la percentuale del tempo di disponibilità del sistema.

Naturalmente, più alta è la percentuale di disponibilità che si vuole ottenere, minore deve essere la massima lunghezza della tratta.

A titolo di esempio, nel Sahara (in cui si ha un indice di piovosità bassissimo) si ha una disponibilità del 99,9% per tratte lunghe più di 30 Km, una disponibilità del 99,99 per tratte di 23,1 Km e una disponibilità del 99,999 per tratte di 11,3 Km. Al contrario, nel caso di alta piovosità (Cameroon), si ha una disponibilità del 99,9% per tratte lunghe 8,6 Km, una disponibilità del 99,99 per tratte di 2,8 Km e una disponibilità del 99,999 per tratte di 1,3 Km.

Le espressioni riportate nelle varie Raccomandazioni ITU-R sono valide per tutte le località del mondo e per frequenze fino a 40 GHz. Per sistemi operanti a frequenze maggiori di 40 GHz, è determinante non solo l'intensità della pioggia ma addirittura la dimensione geometrica delle gocce d'acqua.



Per gli attuali sistemi operanti a frequenze tra 50 e 100GHz non sono note sperimentazioni per il rilievo delle attenuazioni dovute a precipitazioni.

Utilizzando le espressioni ITU (sicuramente migliorative), si è calcolata la potenza ricevuta in un collegamento punto-punto terrestre a 90 GHz, con antenne TX e RX di 45dB, ed una potenza trasmessa di 10dBm, in funzione della distanza e dell'intensità di pioggia (in mm/h). Si è osservato che la massima lunghezza realizzabile della tratta dipende fortemente dal valore dell'intensità della pioggia. Per contro, fissata una lunghezza di tratta, il tempo di fuori servizio dipende dalla statistica dell'intensità di pioggia della zona d'utilizzo.

L'andamento della potenza d'ingresso di un ricevitore radio (90 GHz) verso lunghezza della tratta e intensità di pioggia è mostrato in Fig. 1. Il valore di potenza di soglia ricevuta ( $P_s$ ) per la quale il ricevitore va in fuori servizio è funzione di alcuni parametri tra i quali la cifra di rumore del ricevitore, il tipo di modulazione e la velocità di trasmissione dei dati (bit rate)

Per quanto riguarda le trasmissioni ottiche in aria, utilizzando le frequenze ottiche nella banda Near Visible (850nm) o SWIR (1550 nm) è possibile limitare il fascio trasmesso (con semplici lenti) con angoli di trasmissione nettamente inferiori rispetto alle antenne radio. In un'ipotetica trasmissione nel vuoto (spazio) i collegamenti ottici sono nettamente superiori ai sistemi radio. Non solo in termini di capacità di banda trasmessa, ma in termini di massima distanza raggiungibile (sia per le EHF che per gli Infrarossi), il collegamento può essere realizzato solo in visibilità ottica. In un collegamento troposferico ottico, la principale causa di fuori servizio è la visibilità. Si può affermare che l'attenuazione (dB/Km) di visibilità sta ai sistemi ottici come l'attenuazione da pioggia sta ai sistemi radio (EHF).



Utilizzando i coefficienti di Mie per la determinazione dell'attenuazione dovuta alla visibilità, si è calcolata la potenza ricevuta di un collegamento troposferico a 193Thz (1550nm), in funzione della distanza e della visibilità (km). Si sono utilizzati i seguenti parametri: potenza trasmessa = 10 dBm; angolo beam = 3 mrad; e in ricezione un telescopio avente un diametro effettivo di 12 cm. In Fig. 2 è riportato l'andamento della potenza d'ingresso del ricevitore verso distanza e visibilità.

Il valore di potenza di soglia ricevuta ( $P_s$ ) per la quale il ricevitore va in fuori servizio è funzione di alcuni parametri quali il limite quantico, il tipo di fotorivelatore e la velocità dei dati trasmessi (bit rate). Il valore di  $P_s$  è una specifica di prodotto del ricevitore ottico/elettrico utilizzato.

Dalla Fig. 2 possiamo osservare che la massima lunghezza realizzabile della tratta dipende fortemente dal valore della visibilità. Oppure, fissata una lunghezza di tratta, il tempo di fuori servizio dipende dalla statistica della visibilità della zona d'utilizzo.

Quindi, un fornitore di servizi di telecomunicazioni, se utilizza un sistema ottico in un'area metropolitana, per avvicinarsi alla percentuale di disponibilità della radio (venduta negli attuali sistemi con frequenza sotto i 38 GHz) dovrà limitare la massima distanza del collegamento a decimi di chilometri. In ogni caso, i valori massimi di distanza di link per i sistemi ottici sono tali da non poter essere competitivi con quelli della radio.

Inoltre, difficilmente un sistema solo ottico potrà raggiungere gli stessi ordini di grandezza di disponibilità di un sistema radio, anche per tratte cortissime.

Alla luce degli inconvenienti di indisponibilità caratteristici dei sistemi di trasmissione radio e dei sistemi di trasmissione ottici in aria, è lo scopo principale della



presente invenzione fornire un metodo per migliorare la disponibilità, causata da rotture o eventi meteorologici, di un sistema di trasmissione senza filo.

È un ulteriore scopo della presente invenzione fornire un apparato trasmettitore/ricevitore che migliori la disponibilità, causata da rotture o eventi meteorologici, di un sistema di trasmissione senza filo.

Questi ed altri scopi vengono ottenuti attraverso un sistema avente le caratteristiche indicate nella rivendicazione indipendente 1 o 2, un trasmettitore secondo la rivendicazione 6 o 7, un ricevitore secondo le rivendicazioni 9 o 10 ed un metodo di trasmissione secondo le rivendicazioni 13 o 14. Ulteriori caratteristiche vantaggiose dell'invenzione vengono indicate nelle rispettive rivendicazioni dipendenti.

L'idea alla base della presente invenzione è quella di prevedere un sistema ibrido in grado di inviare/ricevere contemporaneamente segnali radio (EHF) e ottici (IR). Il sistema combinato può essere applicato a qualsiasi protocollo di trasmissioni dati, dalle reti PDH, SDH, Fast Ethernet e Gigaethernet alle Tv numerica, voce, ecc...

Il sistema dell'invenzione non necessita di nessun'elaborazione della trama trasmessa. L'informazione della commutazione Radio/Ottico è ricavata dalla potenza del segnale ricevuto e non dalle informazioni di byte extra o intraframe dei dati.

Segue ora una descrizione dettagliata dell'invenzione, data a puro titolo esemplificativo e non limitativo, da leggersi con riferimento alle annesse tavole di disegni, in cui:

- Fig. 1 mostra un grafico che mette in relazione, per un ricevitore radio, la potenza d'ingresso con la distanza del collegamento radio e l'intensità della pioggia;



- Fig. 2 mostra un grafico che mette in relazione, per un ricevitore ottico, la potenza d'ingresso con la distanza del collegamento radio e l'indice di visibilità; e
- Fig. 3 mostra schematicamente il sistema secondo la presente invenzione.

Con riferimento inizialmente alla Fig. 1, si comprende facilmente che, viste le sempre maggiori richieste di bit rate nelle trasmissioni radio, se si occupa lo spettro da 50 a 100 GHz, si avranno, a pari distanza dei sistemi sotto i 40GHz, delle forti limitazioni di disponibilità. Se si utilizzeranno sistemi ottici per soddisfare gli incrementi di bit rate, non si avranno sicuramente i valori di disponibilità degli attuali sistemi radio a causa della visibilità (si veda Fig. 2).

Alla base della presente invenzione, vi è la considerazione che quando c'è nebbia non piove e, viceversa, quando piove non c'è nebbia. In realtà altri fenomeni atmosferici potrebbero intervenire a ridurre i valori di visibilità. Tra questi si tralasciano la neve e la grandine per la sporadicità con cui solitamente avvengono.

Si potrebbe pensare che la pioggia, fenomeno atmosferico che interessa con una certa frequenza la maggior parte del pianeta, possa influire sulla disponibilità di un link ottico riducendo la visibilità. In realtà, confrontando una serie temporale di dati di visibilità ci si è accorti che all'insorgere di un episodio di pioggia non corrisponde assolutamente una riduzione di visibilità. In altre parole si può pensare che i due fenomeni siano scorrelati.

In effetti, andando a calcolare i coefficienti di correlazione tra le due serie di dati (quella della visibilità e quella dell'intensità di precipitazione relative il mese d'agosto 1998 per la città di Milano, Italia, si è ottenuto un valore pari a 0,038.



Si può quindi concludere che anche la pioggia sia ininfluente al fine della propagazione di un fascio laser in spazio libero; pertanto, il fattore maggiormente responsabile della riduzione della visibilità è dunque la nebbia.

In base alle considerazioni di cui sopra, viste le crescenti richieste di bit rate wireless, la presente invenzione prevede di aumentare il valore della disponibilità o la lunghezza del collegamento trasmettendo contemporaneamente segnali radio (EHF) e segnali ottici (IR)

Il sistema di trasmissione combinato secondo l'invenzione può essere applicato a qualsiasi protocollo di trasmissioni dati, dalle reti asincrone (PDH), a quelle sincrone (SDH, SONET), dalle reti Fast Ethernet e Gigaethernet alla Tv numerica, voce ecc...

Vantaggiosamente, il sistema dell'invenzione non necessita di nessuna elaborazione della trama trasmessa. In ricezione viene prevista la possibilità di effettuare un'operazione di commutazione Radio/Ottico in base ad una particolare informazione ricevuta. Convenientemente, l'informazione della commutazione Radio/Ottico è ricavata dalla potenza del segnale ricevuto e non da informazioni di byte extra o intra-frame dei dati, anche se è comunque possibile fare ciò.

Un altro vantaggio della presente invenzione è che il sistema non richiede nessun tipo di canale informativo remotizzato.

In Fig. 3 è rappresentato schematicamente il principio di funzionamento del sistema SYS dell'invenzione.

Il sistema SYS dell'invenzione comprende un apparato trasmettitore TX ed un apparato ricevitore RX. Tipicamente, l'apparato trasmettitore TR comprende un'interfaccia d'ingresso per ricevere segnali d'ingresso IN provenienti, ad esempio, da una linea cablata (un cavo o fibra ottica). I segnali d'ingresso IN vengono preferibilmente decodificati e ne viene recuperato il sincronismo (CK) tramite un opportuno decodifi-





catore (DEC). In altre parole, il decodificatore DEC, in base alla codifica di linea adottata, converte i segnali d'ingresso in segnali NRZ e recupera il clock CK.

A valle del decodificatore di linea DEC viene previsto uno splitter SPLT tramite il quale i segnali decodificati (NRZ) vengono inviati contemporaneamente sia ad un modulatore radio MOD, e successivamente ad un'antenna ANT-TX, sia ad un convertitore Elettrico/Ottico E/O IR, e quindi ad un lanciatore LEM per formare un raggio laser.

In altre parole quindi l'apparato trasmettitore TX del sistema dell'invenzione comprende un trasmettitore radio ed un trasmettitore laser per trasmettere in aria le medesime informazioni a frequenze sostanzialmente diverse.

Nello spazio libero tra l'apparato trasmettitore TX e l'apparato ricevitore RX abbiamo due beam, un fascio radio in banda EHF e un fascio ottico in banda IR. In sostanza abbiamo un sistema radio in diversità di frequenza con frequenze completamente differenti. Infatti la distanza delle due frequenze trasmesse supera ben tre ordini di grandezza. Le due trasmissioni sono sincrone, poiché provengono dagli stessi dati.

In ricezione il sistema SYS prevede un apparato ricevitore sostanzialmente comprendente due diversi ricevitori, un ricevitore ottico e un ricevitore radio, sintonizzati alle corrispondenti frequenze di trasmissione.

Il ricevitore radio comprende un'antenna di ricezione ANT-RX ed un dispositivo atto a rilevare il valore PRX-R della potenza del segnale radio ricevuto. Tale valore di potenza PRX-R viene fornito ad un dispositivo SWLG comprendente adatta logica di scambio che comanda un dispositivo di commutazione SW.

Il ricevitore radio comprende inoltre un demodulatore DEM in grado di demodulare il segnale radio ricevuto, producendo un segnale demodulato (NRZ) e recupera-

re la sincronizzazione (CK). Il segnale radio demodulato e il clock vengono forniti al dispositivo di commutazione SW.

Il ricevitore ottico comprende un telescopio TLS con lenti per polarizzare il fascio di luce ricevuto. A valle del telescopio TLS viene previsto un modulo ricevente O/E che converte il segnale da ottico ad elettrico, recupera il sincronismo e rivela le transizioni (modulo 3R, Regenerating-Recovering-Reshaping). Lo stesso dispositivo rileva il valore (PRX-O) della potenza del segnale radio ricevuto e tale valore viene inviato al dispositivo SWLG contenente la logica di scambio. Il segnale convertito da ottico ad elettrico, assieme al segnale di sincronismo, viene fornito al dispositivo di commutazione SW.

Il dispositivo SWLG contenente la logica di scambio fondamentale elabora i valori di potenza (PRX-R, PRX-O) relativi al segnale radio ed al segnale ottico ricevuti, detti valori essendo ottenuti attraverso normali tecniche impiegate nei sistemi radio e nei moduli di ricezione per fibra ottica.

La potenza trasmessa, i guadagni delle antenne di trasmissione/ ricezione, così come la distanza del link sono dimensionati in modo tale che, in assenza di perturbazioni atmosferiche (pioggia) e in condizioni di visibilità il livello della potenza ricevuta agli ingressi dei rispettivi ricevitori abbia un discreto margine verso una potenza ricevuta di soglia (Ps).

In queste condizioni, il progettista dell'impianto, in base alla statistica della zona (prevalenza di pioggia o visibilità) può decidere se lasciare i dati d'uscita mediamente provenienti dal sistema ottico oppure radio. Questa scelta determina un altro settore d'esplorazione poiché, in base alla statistica della zona, è possibile ridurre notevolmente il numero di scambi annui.



Al variare delle condizioni atmosferiche (pioggia o nebbia) il segnale all'ingresso diminuirà in modo differente ai due ricevitori. La logica di scambio confronta i valori di potenza ricevuta con i valori di potenza di soglia (Ps) memorizzati in un registro ed eventualmente prende la decisione di effettuare lo scambio.

Per elaborare i valori di potenza ricevuta e paragonarli con i valori di potenza di soglia (Ps) è sufficiente utilizzare un convenzionale microcontrollore da 8 bit.

Quando uno dei due ricevitori entra in soglia (cioè viene rilevato un valore di potenza ricevuta vicino, o al di sotto, del valore soglia, la logica di scambio prende la decisione di scambiare la provenienza dei dati in uscita. In pratica, il canale che sta peggio viene eliminato.

I tempi di commutazione che si riescono a realizzare sono comunque minori di 1 ms. In linea teorica i dati sono persi per questa frazione di tempo. Qualora la breve perdita della sincronizzazione (clock) causasse dilatazioni temporali a valle della rete, è possibile utilizzare diverse note tecniche di memoria elastiche per evitare micro-desincronizzazioni nella breve frazione di mancanza dati dovuta alla commutazione dello scambio.

Si comprenderà a questo punto che il sistema ibrido non è solo una contromisura verso capricci atmosferici ma costituisce un'ottima protezione contro possibili guasti in un sistema di telecomunicazioni senza filo.

È evidente che al sistema di telecomunicazioni senza filo dell'invenzione, ai suoi apparati ricevitore/trasmittitore e al metodo per trasmettere senza filo riducendo i fuori servizi potranno essere applicate numerose modificazioni, adattamenti, varianti e sostituzioni di parti con altre funzionalmente equivalenti senza peraltro fuoriuscire dall'ambito di protezione definito dalle seguenti rivendicazioni.

## RIVENDICAZIONI

1. Sistema di telecomunicazioni senza filo protetto da fuori servizio, detto sistema comprendendo:

- un trasmettitore comprendente un apparato trasmettitore atto a trasmettere segnali radio; e
- un ricevitore comprendente un apparato ricevitore atto a ricevere i segnali radio trasmessi,

detto sistema essendo caratterizzato dal fatto che:

- detto trasmettitore comprende un ulteriore apparato trasmettitore, detto ulteriore apparato trasmettitore essendo atto a trasmettere segnali ottici in aria; e
- detto ricevitore comprende un ulteriore apparato ricevitore, detto ulteriore apparato ricevitore essendo atto a ricevere segnali ottici trasmessi in aria.

2. Sistema di telecomunicazioni senza filo protetto da fuori servizio, detto sistema comprendendo:

- un trasmettitore comprendente un apparato trasmettitore atto a trasmettere segnali ottici in aria; e
- un ricevitore comprendente un apparato ricevitore atto a ricevere i segnali ottici trasmessi in aria,

detto sistema essendo caratterizzato dal fatto che:

- detto trasmettitore comprende un ulteriore apparato trasmettitore, detto ulteriore apparato trasmettitore essendo atto a trasmettere segnali radio; e
- detto ricevitore comprende un ulteriore apparato ricevitore, detto ulteriore apparato ricevitore essendo atto a ricevere segnali radio.



3. Sistema di telecomunicazioni secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detto trasmettitore comprende inoltre uno splitter e detto ricevitore comprende inoltre un dispositivo di commutazione.

4. Sistema di telecomunicazioni secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre

- un dispositivo atto a rilevare il valore della potenza del segnale radio ricevuto; e
- un dispositivo atto a rilevare il valore della potenza del segnale ottico ricevuto,

detto dispositivo di commutazione comprendendo logica di scambio rispondente a detti valori di potenza del segnale radio e del segnale ottico.

5. Sistema di telecomunicazioni secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto apparato ricevitore atto a ricevere segnali radio e detto apparato ricevitore atto a ricevere segnali ottici trasmessi in aria sono sintonizzati alle frequenze di trasmissione, rispettivamente, di detto apparato trasmettitore atto a trasmettere segnali radio e di detto apparato trasmettitore atto a trasmettere segnali ottici in aria.

6. Trasmettitore per trasmettere senza filo segnali ad un corrispondente ricevitore, detto trasmettitore comprendendo un apparato trasmettitore atto a trasmettere segnali radio, caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre un apparato trasmettitore laser atto a trasmettere segnali ottici in aria.

7. Trasmettitore per trasmettere senza filo segnali ad un corrispondente ricevitore, detto trasmettitore comprendendo un apparato trasmettitore atto a trasmettere segnali ottici in aria, caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre un apparato trasmettitore radio atto a trasmettere segnali radio.



8. Trasmettitore secondo la rivendicazione 6 o 7, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre uno splitter per alimentare uno stesso segnale decodificato ad un modulatore dell'apparato trasmettitore radio e ad un convertitore Elettrico/Ottico dell'apparato trasmettitore laser.

9. Ricevitore per ricevere segnali trasmessi senza filo da un corrispondente trasmettitore, detto ricevitore comprendendo un apparato ricevitore atto a ricevere segnali radio, caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre un apparato ricevitore laser atto a ricevere segnali ottici in aria.

10. Ricevitore per ricevere segnali trasmessi senza filo da un corrispondente trasmettitore, detto ricevitore comprendendo un apparato ricevitore atto a ricevere segnali ottici trasmessi in aria, caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre un apparato ricevitore radio atto a ricevere segnali radio.

11. Ricevitore secondo la rivendicazione 9 o 10, caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre un dispositivo di commutazione per selezionare uno tra detti segnale ottico e detto segnale radio ricevuti.

12. Ricevitore secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal comprendere inoltre:

- un dispositivo atto a rilevare il valore della potenza del segnale radio ricevuto; e
- un dispositivo atto a rilevare il valore della potenza del segnale ottico ricevuto,

e dal fatto che detto dispositivo di commutazione comprende logica di scambio rispondente al livello di potenza del segnale ottico e del segnale radio ricevuti.

13. Metodo per trasmettere/ricevere segnali senza filo in un modo protetto da fuori servizio, detto metodo comprendendo



- in trasmissione, le fasi di ricevere un segnale da trasmettere, inviare detto segnale da trasmettere ad un modulatore radio e fornire tale segnale ad un'antenna per la trasmissione di segnali radio,
- in ricezione, ricevere detti segnali radio attraverso un'antenna ricevente,

caratterizzato dal comprendere

- in trasmissione, le fasi di fornire una copia di detto segnale da trasmettere anche ad un convertitore elettro/ottico e ad un lanciatore per formare un fascio laser e trasmettere tale segnale attraverso tale fascio laser,
- in ricezione, ricevere detto segnale trasmesso attraverso il fascio laser e selezionare uno tra detto segnale radio e detto segnale ottico.

14. Metodo per trasmettere/ricevere segnali senza filo in un modo protetto da fuori servizio, detto metodo comprendendo

- in trasmissione, le fasi di ricevere un segnale da trasmettere, inviare detto segnale da trasmettere ad un convertitore elettro/ottico e ad un lanciatore per formare un fascio laser e trasmettere tale segnale attraverso tale fascio laser,
- in ricezione, ricevere detto segnale trasmesso attraverso il fascio laser,

caratterizzato dal comprendere

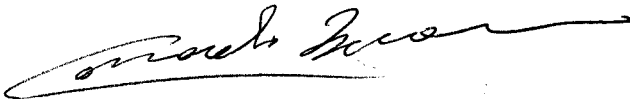
- in trasmissione, le fasi di fornire una copia di detto segnale da trasmettere ad un modulatore radio e fornire tale segnale ad un'antenna per la trasmissione di segnali radio,
- in ricezione, ricevere detti segnali radio attraverso un'antenna ricevente e selezionare uno tra detto segnale radio e detto segnale ottico.

15. Metodo secondo la rivendicazione 13 o 14, caratterizzato dal fatto che detta fase di selezionare uno tra detto segnale radio e detto segnale ottico comprende

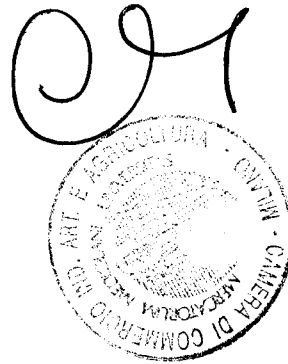
la fase di rilevare il livello di potenza sia del segnale radio che del segnale ottico ricevuti.

16. Metodo secondo la rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto che detta fase di selezionare uno tra detto segnale radio e detto segnale ottico comprende la fase di mandare in uscita dal ricevitore il segnale radio almeno che il suo livello di potenza al ricevitore non sia fondamentalmente corrispondente ad un livello di potenza di soglia (Ps).

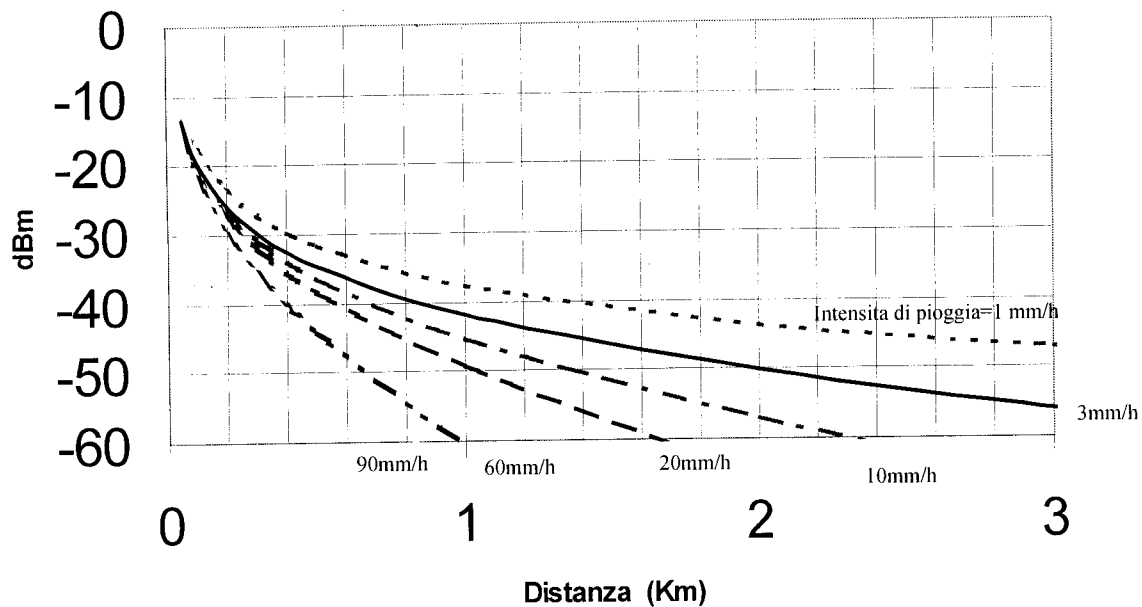
17. Metodo secondo la rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto che detta fase di selezionare uno tra detto segnale radio e detto segnale ottico comprende la fase di mandare in uscita dal ricevitore il segnale ottico almeno che il suo livello di potenza al ricevitore non sia fondamentalmente corrispondente ad un livello di potenza di soglia (Ps).



**Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)**  
c/o **ALCATEL ITALIA S.p.A.**  
**Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE ( MI)**

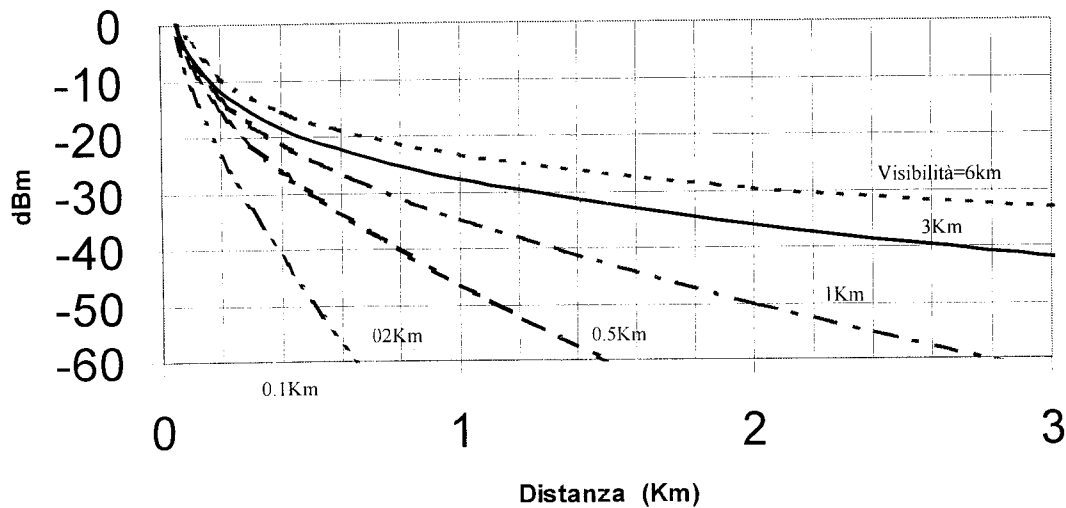




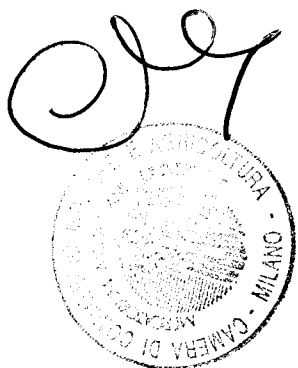


**Fig. 1**

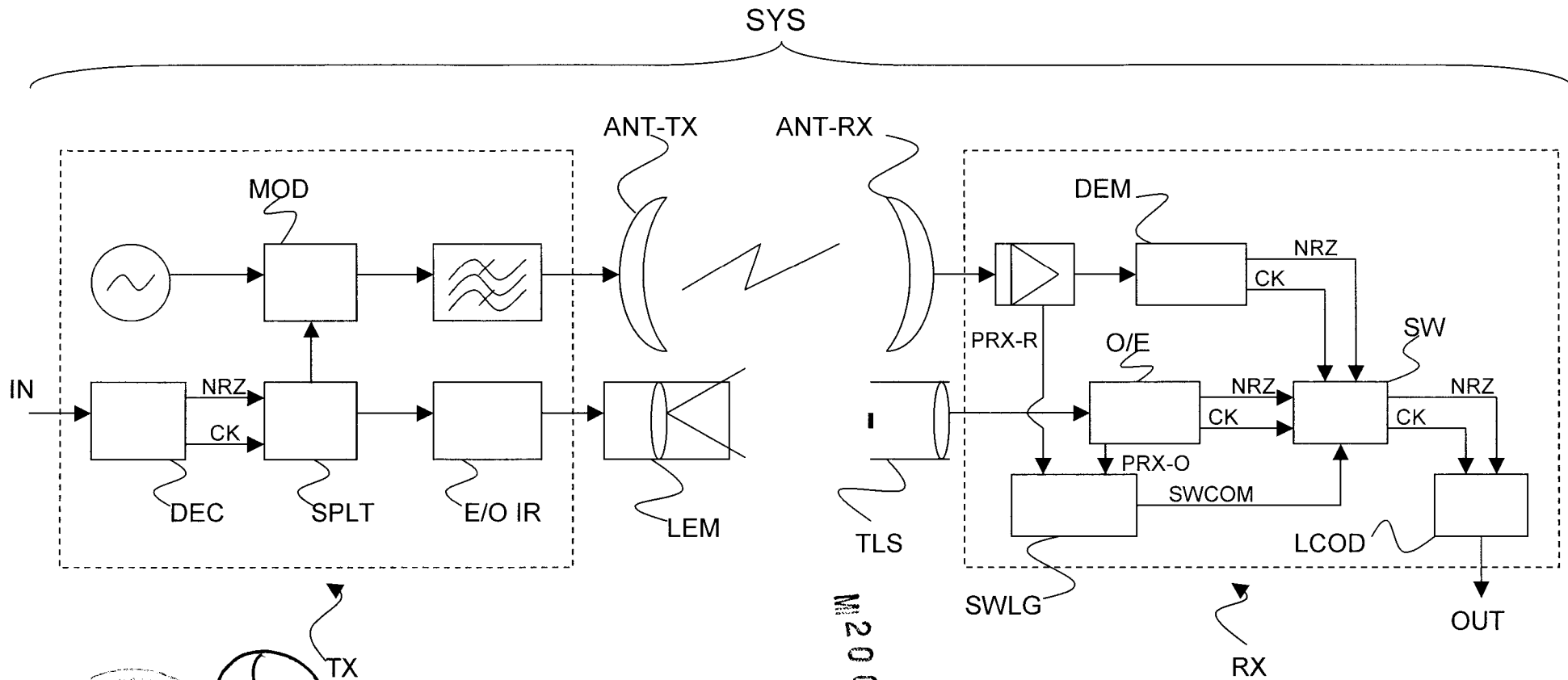
M 200 1 / 00414



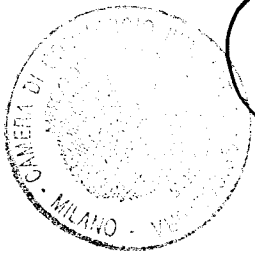
**Fig. 2**



*Corrado Borsano*  
**Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)**  
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE ( MI)



2/2



*[Handwritten signature]*  
TX

**Fig. 3**

M 2001 / 00414

*[Handwritten signature]*

**Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)**  
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE ( MI)