



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101996900507813
Data Deposito	28/03/1996
Data Pubblicazione	28/09/1997

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	04	H		

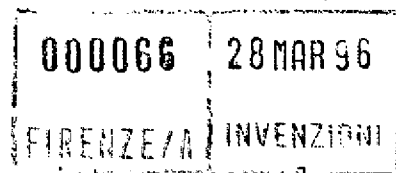
Titolo

SISTEMA PER LA TRASMISSIONE VIA SATELLITE DI DATI SINCRONI E ASINCRONI IN GRADO DI CONTRASTARE L'ATTENUAZIONE DEL SEGNALE DOVUTA AD AGENTI ATMOSFERICI

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:

"SISTEMA PER LA TRASMISSIONE VIA SATELLITE DI DATI SINCRONI E ASINCRONI IN GRADO DI CONTRASTARE L'ATTENUAZIONE DEL SEGNALE DOVUTA AD AGENTI ATMOSFERICI" a nome del Consiglio Nazionale delle Ricerche con sede a Roma.

===0==0===



La presente invenzione riguarda un sistema per la trasmissione via satellite di dati sincroni e asincroni, in particolare per video-conferenza, in grado di contrastare l'attenuazione del segnale dovuta ad agenti atmosferici.

Più in particolare la presente invenzione riguarda un sistema di accesso a canale via satellite che soddisfi allo scopo sopra citato e che per convenienza verrà identificato nella presente descrizione come sistema "FODA/IBEA-TDMA".

"FODA/IBEA-TDMA" è un acronimo per FIFO Ordered Demand Assignment/Information Bit Energy Aapter-Time Division Multiple Access. Trattasi di un metodo di accesso a canale via satellite per l'assegnazione su domanda della banda satellitaria. L'assegnazione della banda è effettuata con tecnologia denominata TDMA, cioè a divisione di tempo. Agli utenti richiedenti l'accesso al satellite viene



UFFICIALE ROGANTE

Marco Luigi Barilli
(Società Italiana Brevetti S.p.A.)
iscritto all'Albo con n. 223

consentito l'uso dell'intera banda in tempi differenziati, per non creare collisioni.

Scopo del metodo FODA/IBEA è di consentire la trasmissione simultanea su satelliti di dati sia sincroni che asincroni, mantenendo la qualità del servizio richiesta dalle singole applicazioni anche in caso di forte attenuazione del segnale trasmissivo dovuta a cattive condizioni atmosferiche (tecnica denominata "fade countermeasure"). L'aspetto innovativo di tale sistema consiste nella tecnica di fade countermeasure adottata. "FODA/IBEA-TDMA" è la logica evoluzione del metodo di accesso FODA-TDMA, brevetto Italiano n. 1233264, depositato il 21 marzo 1989 a nome dello stesso richiedente.

FODA/IBEA permette la trasmissione simultanea sia di dati generati in tempo reale (traffico sincrono o stream) che di dati generati in tempo non reale (traffico asincrono o datagram), garantendo loro il mantenimento della classe di servizio richiesta anche in condizioni di forte attenuazione del segnale dovuta ad avverse condizioni atmosferiche. Tipicamente i dati stream sono generati da applicazioni di tipo video e/o voce, mentre quelli datagram sono generati da applicazioni quali il trasferimento di files, le ricerche di archivio, qualunque

connessione interattiva e così via.

La tecnica di fade countermeasure adottata dal sistema è anch'essa realizzata in TDMA. Essa è particolarmente utile, se non indispensabile, quando le trasmissioni avvengono in bande di frequenze superiori ai 14 Ghz, quali, ad es., nella banda Ka (20/30 Ghz), banda su cui dovranno migrare tutte le trasmissioni via satellite a causa del saturamento della banda Ku (12/14 Ghz) e della banda C (6/8 Ghz).

La tecnica di fade countermeasure adottata opera su tre fronti: a) il controllo della potenza di uscita (up-link power control), nel caso una stazione abbia la necessaria apparecchiatura; b) la ridondanza dei dati ottenuta aumentando la loro codifica; c) la ridondanza dei dati ottenuta diminuendo la loro velocità di trasmissione. Quest'ultima possibilità viene adottata solo per livelli di degrado del segnale molto profondi, nel caso che i punti a) e b) non fossero sufficienti. Mentre il punto a) può essere presente o no in una stazione, a seconda delle apparecchiature di dotazione, i punti b) e c) sono realizzati via software dal sistema FODA/IBEA. Sia la codifica dei dati che la loro velocità di trasmissione possono essere variati dinamicamente a seconda della misura dell'attenuazione del segnale delle singole

stazioni di terra. Le velocità di trasmissione usabili sono 1, 2, 4 e 8 Mbit/s, mentre le codifiche dei dati possono essere $1/2$, $2/3$, $4/5$ e, naturalmente, non codificato. Il tempo è diviso in intervalli di lunghezza fissa pari a 20 ms (time frame o, più semplicemente, frame) in cui avvengono le singole trasmissioni in base alle ricevute allocazioni temporali. In ogni frame, una stazione di controllo (stazione master) assegna alle altre stazioni (stazioni slaves) i rispettivi tempi di trasmissione (finestre di trasmissione) secondo modalità legate alle richieste inoltrate dalle stazioni. La stazione master stessa, oltre alla funzione di controllo della risorsa comune "canale", si comporta come una normale stazione slave, inoltrando a se stessa richiesta regolare per le proprie trasmissioni dati. Nell'ambito di una finestra di trasmissione assegnata ad una stazione slave, generalmente vengono trasmessi dati destinati a diverse stazioni riceventi (burst di dati). Un burst può essere composto da n sub-bursts. Un sub-burst congloba i dati indirizzati da una stazione trasmittente verso una certa stazione destinataria. Nell'ambito di uno stesso burst, i singoli sub-bursts vengono trasmessi scegliendo la velocità di trasmissione e la codifica dei dati in base alle condizioni di fade del segnale sia della stazione

trasmittente che della stazione ricevente. Ciò vuol dire che, nell'ambito della stessa trasmissione da una stazione A verso n stazioni destinatarie, sono tenute in considerazione le condizioni di fade delle singole stazioni al fine di garantire che i dati trasmessi siano ricevuti mantenendo le caratteristiche di BER (Bit Error Rate) richieste per le singole trasmissioni.

Lo scopo della presente invenzione è di fornire un metodo di accesso a divisione di tempo che consenta la trasmissione simultanea su satellite di dati sia sincroni che asincroni, mantenendo la qualità del servizio richiesta dalle singole applicazioni anche in caso di forte attenuazione del segnale trasmissivo dovuta a cattive condizioni atmosferiche (fade countermeasure)

L'invenzione trova un suo naturale campo di applicazione come strumento per la video-conferenza via satellite, non solo punto a punto ma fra un numero N di stazioni disseminate ovunque nell'occhio di copertura del satellite usato. In parallelo alla video-conferenza, le stazioni attive possono utilizzare la banda assegnata per trasmettere dati a più bassa priorità (dati datagram).

Reali applicazioni possono essere la tele-medicina e la tele-education. Nel primo caso operazioni a distanza possono essere seguite in diretta ed in modo interattivo

da più centri medici interconnessi, unitamente alla trasmissione di dati di archivio del paziente (immagini di lastre, ecografie, files di anamnesi medica etc.). Nel secondo caso, lezioni tenute a distanza presso un centro didattico (sia esso Università od altro) possono essere seguite in modo interattivo da studenti disseminati presso diversi centri, unitamente alla trasmissione simultanea di materiale didattico.

In entrambi i casi, la qualità delle trasmissioni è garantita indipendentemente dalle condizioni atmosferiche del momento in cui le trasmissioni avvengono.

Il problema primario affrontato dall'invenzione riguarda la tecnica di fade-countermeasure adottata.

Un sistema di comunicazione via satellite può essere reso inefficiente a causa dell'attenuazione del segnale da parte dell'atmosfera. In generale questi effetti sono peggiori a più alte frequenze poiché l'energia del segnale assorbita da pioggia e vapore acqueo è direttamente proporzionale all'aumentare della frequenza a cui avvengono le trasmissioni.

Nella banda C (6/8 Ghz) l'attenuazione della pioggia è tipicamente 0.2 dB sia sull'up che sul down link. In rare occasioni può arrivare a 2 dB, quando una pioggia particolarmente forte può creare una maggiore

attenuazione. Sebbene il fenomeno dell'attenuazione del segnale (fading) sia presente sia nella banda C che nella banda Ku, il livello di attenuazione a cui si arriva (fade) è sufficientemente piccolo da poter essere incorporato come margine fisso del link.

A più alte frequenze, quali la banda Ka (20/30 Ghz), l'attenuazione della pioggia varia su un intervallo molto più ampio (anche più di 15 dB). Un buon sistema di trasmissione via satellite, progettato per queste frequenze, deve considerare il problema dell'attenuazione in modo tale da avvantaggiarsi dei periodi di cielo chiaro ed essere capace, allo stesso tempo, di affrontare i corti periodi di pioggia intensa in modo tale da non degradare, o non degradare troppo, le prestazioni del sistema. Per esempio, il fading della banda Ka per circa il 99% dell'anno è inferiore a 2 dB nella maggior parte dell'Europa. Ciò che quindi necessita è una tecnica che aumenti l'affidabilità di un link quando è necessario, senza necessitare di un margine di link troppo alto (e quindi costoso) e che tenga presente l'ottimizzazione di una risorsa costosa quale è la banda su satellite.

Ferma restando l'esigenza di avere un sistema di trasmissione via satellite per la banda Ka, data la saturazione delle bande inferiori, una prima maniera di

controbilanciare l'attenuazione del segnale consiste nell'up-link power control, cioè nell'usare più potenza trasmissiva allorché si rilevi un'attenuazione del segnale trasmissivo. La stazione, ovviamente, deve essere equipaggiata con tale apparecchiatura. L'uso dell'up-link power control implica che la stazione non sta operando alla massima efficienza e pertanto il link è più sensibile a fade sul down-link. Ammesso che una stazione ne sia dotata, l'up-link power control da solo non è sufficiente a contrastare livelli di fade superiori a pochi dB; inoltre, il suo svantaggio consiste nel fatto che, in condizioni di cielo chiaro, la qualità dell'up-link è peggiore di quella in un sistema a potenza fissa con la stessa potenza massima di uscita, a causa della variazione dinamica dello schema di controllo di potenza. Per tutte queste considerazioni, ne è derivata la scelta di affiancare ad un eventuale up-link power control un'altra tecnica di fade countermeasure. La scelta di realizzare in TDMA la tecnica di fade countermeasure è stata dettata da due considerazioni fondamentali. La prima considerazione è che l'adozione di altre tecniche di fade countermeasure, quali ad es. il site diversity (a diversità di luogo) o il frequency diversity (a diversità di frequenza), non sono realizzabili, se non con dispendi finanziari enormi e non

giustificabili, se si tiene conto che, alle nostre latitudini, la percentuale di giorni con cattive condizioni atmosferiche è minima nell'anno. La seconda considerazione, più tecnica, era dettata dalla sfida che una realizzazione in TDMA, quale era in mente, avrebbe comportato, poiché non esisteva sul mercato (all'epoca dall'inizio del progetto, cioè nel 1990, né esiste a tutt'oggi) un modem capace di gestire con la voluta dinamicità la trasmissione dei dati. La realizzazione del sistema FODA/IBEA ha pertanto comportato anche la stesura delle specifiche hardware del modem a velocità variabile su base di sub-burst. Tale modem, insieme con il controllore di accesso al canale via satellite (TDMA controller), è stato realizzato in Inghilterra dalla MARCONI R.C..

DESCRIZIONE DELL'ATTUALE STATO DELLA TECNICA

Il confronto che più evidentemente balza agli occhi (anche per analogia di nome) è tra il sistema FODA-TDMA ed il sistema FODA/IBEA-TDMA. Sebbene il secondo sia la logica evoluzione del primo, le differenze tra i due sistemi sono sostanziali. Pur essendo stati disegnati entrambi per supportare la trasmissione simultanea di due tipi di traffici (quello stream e quello datagram) con caratteristiche e requisiti molto diversi tra loro, il

sistema FODA/TDMA fu progettato per operare in banda C o Ku; pertanto esso non adottava alcuna tecnica di fade countermeasure. FODA/TDMA prevedeva trasmissioni dei dati a velocità fissa (2 Mbit/s) e con codifica fissa (codifica 1/2). Oltre, quindi, ad una più semplice architettura del metodo di accesso, il controllore di accesso al canale via satellite (TDMA controller), su cui il software FODA era installato, prevedeva un modem ed un codec a velocità e codifica fisse, rispettivamente, come su mercato era possibile reperire.

Per quanto riguarda il sistema FODA/TDMA si può fare riferimento alla seguente documentazione:

[1] Brevetto Italiano n.1233264, depositato il 21 marzo 1989;

[2] N. Celandroni, E. Ferro:

"The FODA-TDMA satellite access scheme: presentation, study of the system and results", IEEE Transaction on Communications, Vol. 39, N.12, pp. 1823-1831, December 1991.

Per quanto riguarda la tecnica di fade countermeasure adottata in FODA/IBEA, c'è da dire che essa costituisce una assoluta innovazione poiché solo una delle pre-esistenti tecniche è realizzata in TDMA ma, come vedremo, non risulta avere l'efficienza raggiunta dal sistema

FODA/IBEA. La scelta adottata offre la massima flessibilità al minor costo, essendo essenzialmente realizzabile via software. I motivi che hanno spinto il richiedente alla scelta del TDMA per la realizzazione della tecnica di fade countermeasure sono già stati elencati in precedenza. Particolarmente attraente era la definizione delle specifiche che il modem doveva avere. La tecnica adottata si basa sulla ridondanza dinamica dei dati (adaptive TDMA fade countermeasure): più alta è l'attenuazione del segnale trasmissivo più i dati vengono ridondati. La ridondanza è attuata aumentando la codifica dei dati e/o riducendone la velocità di trasmissione, in accordo con tabelle che legano il livello di fade del segnale trasmissivo con la scelta del fattore di ridondanza dei dati. Il livello di fade del segnale generalmente cambia nell'ordine dei secondi; inoltre solo le trasmissioni da/verso stazioni in fade sono ridondate (altrimenti si sprecherebbe inutilmente preziosa banda di canale), lasciando inalterate le trasmissioni non intaccate dalle avverse condizioni atmosferiche. Pertanto è stato necessario dare le specifiche di un modem in grado di cambiare dinamicamente la velocità dei dati su base di sub-burst, e ciò, a tutt'oggi, non ha precedenti realizzativi. Inoltre, il massimo utilizzo della banda su

satellite è stato sempre tenuto in massima considerazione, non lasciando mai banda inutilizzata.

Di seguito diamo una panoramica delle altre tecniche di fade countermeasure esistenti.

a) Site diversity

Il site diversity (o space diversity) prevede la duplicazione di ogni stazione di terra a qualche Km di distanza (circa 10 Km) dalla rispettiva stazione "madre". Quando l'attenuazione dovuta alla pioggia supera un valore di soglia su un certo link, le trasmissioni sono dirottate sulla stazione alternativa dove, a causa della variabilità dell'intensità della pioggia, la probabilità di avere più links in fade simultaneamente è inferiore (vedere [3] Julius Goldhirsh: "Space diversity performance prediction for earth satellite paths using radar modelling techniques", Radio Science, Vol. N. 17, Number 6, pages 1400-1410, November-December 1982). Tale tecnica è ovviamente estremamente costosa, poiché tutte le attrezzature della stazione di terra devono essere duplicate. Inoltre tale costo non è giustificato in quei siti dove le giornate di bel tempo hanno la predominanza nell'anno.

b) Frequency diversity

Si tratta di un sistema dove vari links, che usano

frequenze ben superiori a 10 Ghz, sono progettati in modo tale da sostenere solo piogge moderate. Quando la pioggia diviene eccessiva su un particolare link, tale link è variato su una frequenza più bassa. Tale tecnica è molto potente ma ha due grandi svantaggi: a) è richiesta banda nelle frequenze 6/8 Ghz, attualmente non più reperibile per problemi di totale saturazione, b) tutte le stazioni devono essere dotate di un duplicato delle apparecchiature di comunicazione per le frequenze più basse.

Vedere:

[4] Katsuhiko Kosaka: "Frequency Switching TDMA system for countermeasure against rainfall attenuation", Journal of Radio Research Laboratories, Vol 25, Nos. 117/118, July/Nov. 1978, pp.117-132.

[5] Carassa F., Tartara G., Matricciani E.: "Frequency diversity and its applications", International Journal of Satellite Communications, Vol. 6, pp. 313-322, Vol. 6, July-September 1988.)

c) Resource sharing: Burst length control

La tecnica di burst length control si basa sull'uso adattivo dell'up-link power control unito ad un controllo adattivo della codifica dei dati da trasmettere. In ogni time frame viene mantenuta libera da assegnazioni una certa quantità di banda riservata, per assegnazione su

domanda, a quelle stazioni che rilevano un fade del segnale trasmissivo. Questa scorta di risorse non è utilizzata nei periodi di non-fade, con conseguente non ottimale utilizzo della banda. Le stazioni che rilevano un fade del segnale, utilizzano l'extra banda per ripetere per un certo numero di volte i propri bursts, con un aumento proporzionale dell'energia del burst. Al semplice aumento di energia ottenuto ripetendo H volte il messaggio, una qualche codifica dei dati può essere aggiunta, con un ulteriore guadagno.

Questo metodo comunque, non prevedendo alcun guadagno di energia ottenuto con la riduzione della velocità di trasmissione, può compensare solo parzialmente il degrado del segnale, oltre a sprecare banda nei casi predominanti di non attenuazione del segnale.

Vedere:

[6] Anthony S. Acampora: "The use of the resource sharing and coding to increase the capacity of digital satellites", IEEE Journal On Selected Areas In Communications, Vol. JSAC-1, No. 1, January 1983.

[7] "Adaptive Methods to counter rain attenuations effects in the 20/30 GHz band", Space Comm. and Broadcasting, N.2, pp.253-269.

d) Fade Spreading

Questa tecnica opera riducendo meccanicamente la velocità di trasmissione dei dati. I dati sono combinati con un codice pseudorandom (PRC), conosciuto come "funzione di spreading". Il processo combinatorio diffonde il segnale dei dati sulla banda del PRC. Il segnale così "manipolato" viene trasmesso al ricevente dove è ricombinato nella funzione inversa con lo stesso PRC ed un filtro passa-basso ricompone il segnale. Nella realtà, diversi effetti (quale l'interferenza tra simboli, il prodotto di intermodulazione ed il degrado dell'implementazione del modem non-ideale e dei filtri) concorrono a ridurre il guadagno teorico ottenibile con l'uso di tale apparecchiatura. L'efficienza di tale sistema non è alta: idealmente non c'è perdita, ma quando si considerano gli effetti delle prestazioni del modem a bassi valori del rapporto segnale/rumore, il metodo diventa meno efficiente. Confrontato con altri schemi di codifica che hanno un guadagno netto ed operano, come questo, a banda fissa, tale metodo risulta meno attraente.

Vedere:

[8] Carassa F., Tartara, G., Matriccioni E.: "Frequency diversity and its applications", International Journal of satellite Communications, Vol 6, pp. 313-322, Vol. 6, July-September 1988.

[9] "Fade countermeasures for satellite communications", ESA STM-235, May 1986.

La presente invenzione è definita dalla parte caratterizzante delle rivendicazioni allegate e dalla descrizione che segue.

L'invenzione verrà ora descritta in riferimento alle figure allegate, in cui:

- la figura 1 mostra schematicamente in diagramma eventi/tempo il comportamento di un tipico canale di trasmissione che opera con il sistema secondo la presente invenzione;

- le figure 2a, 2b, 2c mostrano diagrammi di evento relativi al software implementati nel sistema FODA/IBEA secondo l'invenzione;

- la figura 3 mostra lo "scenario" di un sistema di rete di comunicazione a livello della stazione terrestre;

- la figura 4 mostra schematicamente la configurazione hardware del sistema secondo l'invenzione;

- la figura 5 mostra il meccanismo di assegnazione per il traffico stream;

- la figura 6 mostra il formato di "data burst" del sistema FODA/IBEA;

- la figura 7 mostra il formato del data sub-burst del sistema; e

- la figura 8 mostra un diagramma a stati dell'avviamento del sistema.

Con riferimento alla figura 1, in questa è mostrato l'andamento delle situazioni che si possono verificare in un canale di trasmissione via satellite in presenza di meteo fading, in funzione del tempo, in una possibile sequenza di eventi.

Nella riga I è mostrato l'ammontare di meteo fading MF a fronte di una soglia di intervento ST, sotto la quale non è richiesto l'intervento del sistema secondo l'invenzione.

Una volta superata da parte del fading MF la soglia ST, fatto contrassegnato come evento E1 sulla riga VI, interviene, come si vedrà, il sistema.

Sulla riga II, è mostrato il Bit Error Rate, normalizzato a zero prima dell'evento E1. Tale BER aumenterebbe, come mostrato in corrispondenza degli eventi E1-E2, E2-E3, ecc., senza l'intervento del sistema.

Chiaramente tra gli eventi E4-E5, ove si ha una perdita totale della possibilità di comunicazione (Outage) il Bit Error Rate va comunque all'infinito.

Nella riga III è mostrato l'intervento di un eventuale power control, normalizzato a zero in assenza di meteo fading significativo.

Nella riga IV è mostrato l'accodamento dei dati datagram, normalizzato a zero in assenza di fading significativo, in cui è da notare l'incremento di giacenza in corrispondenza dello outage (tra gli eventi E4-E5), e la coda di decremento alla ripresa della operatività del canale di trasmissione, dopo l'evento E5. Ad ogni incremento del fading, gestibile dal sistema, si riscontra un temporaneo incremento della giacenza, dovuto al ritardo tra la maggior richiesta di banda e la assegnazione di tale richiesta.

Alla riga V è mostrata l'energia per bit dei dati, normalizzata a zero prima dell'evento E1, e fatta aumentare dal sistema secondo l'invenzione per l'intervento di una o più contromisure (power control, variazione della codifica, variazione della velocità dei dati) applicate dal sistema per compensare, fino a quando possibile, gli effetti del meteo fading.

Come si deduce dalla precedente esposizione in termini di "eventi", il software del sistema FODA/IBEA è organizzato ad eventi. Ciò significa che, normalmente, esso è in attesa che un evento si completi per poter intraprendere azioni relative all'evento in questione. Gli eventi si dividono in tre grandi categorie:

a) eventi causati dall'arrivo di un pacchetto dalla

rete Ethernet.

Normalmente si tratta di un pacchetto di dati di tipo stream o datagram che deve essere spedito. Occasionalmente può trattarsi di un pacchetto contenente una richiesta/rilascio di banda per dati stream (richiesta/rilascio stream), oppure un pacchetto di controllo, oppure una risposta da parte dell'applicazione ad una richiesta (fatta dal sistema) per una momentanea compressione dei dati (solo per applicazione comprimibile) oppure per un ritorno alla normalità dopo una compressione (espansione).

b) eventi causati dall'arrivo di dati da satellite

I dati ricevuti da satellite si dividono in tre gruppi: 1) reference burst. Il suo arrivo comporta una lunga serie di operazioni poiché nel Ref. Burst sono contenute molte informazioni, quali la lista delle stazioni attive, il livello di fade delle singole stazioni e le allocazioni stream e datagram delle singole stazioni; 2) control sub-burst. Questa è la parte di un burst che precede i dati veri e propri. Nel CSB di ogni burst sono contenute anche le richieste di allocazione stream e datagram; 3) ricezione dei dati veri e propri (successivi al CSB).

c) eventi generati interamente.

Sono elencati i più significativi eventi generati internamente al sistema. 1) Timer sofferenza: si riferisce al timeout di un timer che viene fatto partire ogni volta che una applicazione stream lavora compressa oppure fuori specifica di BER (cioè con una BER più alta della sua specifica). Il primo caso (compressione) accade solo a quelle applicazioni comprimibili, compresse dal sistema come ultima soluzione nel caso che il livello di fade sia così elevato che la ridondanza massima applicabile espanda i dati talmente da non rientrare più nel frame. Come ultima sponda, prima di tagliare automaticamente certe trasmissioni, le applicazioni comprimibili in banda vengono compresse. E' chiaro che in tali condizioni estreme la BER richiesta dall'applicazione non è più garantita. Le applicazioni saranno riespanse appena il livello di fade decresce quel tanto da permetterlo. Il secondo caso (fuori specifica) comprende anche il primo. Si riferisce a tutte quelle applicazioni che non riescono a compensare il livello di fade (troppo alto) neppure con la massima ridondanza, e quindi sono trasmesse ad una BER più elevata. Allo scadere del timer, le applicazioni in sofferenza provano a ri-inoltrare una richiesta di banda appropriata alle loro esigenze di specifica.

2) Timer datagram: scade ogni 5 frame e serve ad

aggiornare la richiesta di banda per le applicazioni datagram. Tale richiesta, come già detto, è calcolata sul backlog più il traffico entrante, questo ultimo mediato su 5 frame. Ogni volta che c'è un dialogo tra il sistema ed una applicazione (richiesta di compressione, richiesta di espansione, sospensione momentanea dell'invio dei dati datagram per congestione, ripristino da tale situazione, etc.) il sistema attende una risposta di conferma (ack) dall'applicazione in questione. Se allo scadere di tale timer (timer ack) la risposta non è ancora arrivata, l'applicazione è eliminata.

Con "inizio tempo di trasmissione" si intende l'apertura della finestra di trasmissione, cioè l'inizio del tempo assegnato ad una certa stazione per le proprie trasmissioni. Analogamente, "inizio tempo di ricezione" indica l'apertura della finestra di ricezione, che non è sempre aperta per tutto il frame per evitare rischi di falsa ricezione dovuta a rumore interpretato come dati validi.

Le figure 2a, 2b e 2c mostrano, molto schematicamente e macroscopicamente, le azioni intraprese dal sistema quando uno di questi tre eventi si verifica. Nell'ambito di un evento, ad es. l'arrivo di un pacchetto Ethernet (fig. 2a), vengono distinti i vari tipi di pacchetto

(datagram, stream, richiesta stream, rilascio allocazione stream, controllo) e, per ognuno di essi, sono indicate le azioni svolte. Nelle figure, la dizione "controlli" si riferisce al fatto che sempre viene controllata la validità del pacchetto, il suo corretto formato, etc.

Esposto in altro modo, uno dei problemi principali per i satelliti di comunicazione operante a frequenza sopra 10 GHz è l'elevato livello di attenuazione che si incontra dovuto alla pioggia.

L'attenuazione dovuta alla pioggia e la depolarizzazione di un segnale si verificano per il fatto che le singole gocce di pioggia assorbono energia dalle radioonde e per il fatto che una certa quantità di energia nelle onde viene diffusa fuori del percorso di propagazione. Queste interazioni dipendono dal numero di gocce di pioggia che si incontrano e dalla distribuzione della loro grandezza e forma.

A frequenze superiori a 10 GHz, l'attenuazione da parte della pioggia ha un effetto significativo sulla operatività di collegamenti a microonde. Sono state proposte numerose tecniche per alleviare questo problema e queste sono note con la generica denominazione "fade countermeasures".

Se la velocità (rate) di informazione di un

collegamento su satellite viene lasciata decrescere durante una attenuazione, si può utilizzare come "fade countermeasure" una tecnica adattativa FEC (Forward Error Correction). Ovviamente si può impiegare la codifica adattativa soltanto su collegamenti appropriati che possono sopportare una capacità di trasmissione ridotta quando si presenta un'attenuazione.

Quando viene impiegata la FEC, durante una attenuazione, la velocità di informazione viene ridotta e viene inserita una informazione di codifica supplementare nel canale, mentre la velocità del canale rimane costante. Si realizza un guadagno netto con lo schema di codifica, a seconda della codifica adottata. Valori tipici sono tra 2 e 6 dB per codifiche rispettivamente di $7/8$ e $1/2$. I codici "Punctured" rappresentano una soluzione alternativa (e molto più economica) rispetto all'impiego di codici ottimizzati per ciascuna codifica.

La tecnica impiegata dal richiedente si basa su un codificatore a convoluzione con $K=7$ ed un decodificatore di Viterbi che, data una frequenza di bit codificati, effettua una stima di sequenza di massima probabilità per predire la sequenza di bit della informazione originaria. Altre codifiche possono essere ricavate dalla codifica $1/2$ cancellando (o "puncturing") bit periodicamente nella

sequenza codificata ed inserendo cancellazioni sul decodificatore per produrre una sequenza con codifica 1/2. In questo modo, si possono produrre altre codifiche frazionarie, basate sulla codifica 1/2 e facenti uso di un decodificatore 1/2 con possibilità di cancellazione sull'ingresso per decodificare i vari codici di cadenza. Elevate velocità dei dati sono utilizzate quando non è presente attenuazione atmosferica, quando il rapporto segnale-rumore è sufficientemente elevato. Anche la velocità dei dati viene progressivamente ridotta quando si verifica un'attenuazione spinta, affinché il decodificatore operi con un corretto valore del rapporto E_b/N_0 (bit energy over noise density) (energia di bit rispetto alla densità di rumore) e per consentire al modem di acquisire i dati in un intervallo di tempo ragionevole. Il principio fondamentale impiegato nel sistema in questione per trattare diversi livelli della attenuazione del segnale consiste nella variazione della energia contenuta in un bit di informazione. Ciò viene effettuato dapprima variando la potenza di trasmissione, quando possibile, e quindi la velocità di codifica dei dati e la loro velocità di trasmissione.

1. LO SCENARIO DELLA RETE

Le applicazioni per l'utente finale si suppongono

girare su Host collegati ad una LAN (Local Area Network). Diverse LAN sono interconnesse via satellite. L'accesso al satellite è ottenuto per mezzo del software FODA/IBEA-TDMA che gira sull'hardware sviluppato dalla MARCONI R.C.. L'hardware è costituito da un controller di satellite in TDMA, con un codec a codifica variabile ed un modem a velocità di trasmissione variabile. (Figura 3)

2. IL TRAFFICO

FODA/IBEA gestisce due tipi fondamentali di traffico: il traffico sincrono (dati "stream") ed il traffico non sincrono (dati "datagram"). Applicazioni che usano il sistema FODA/IBEA devono dichiarare se il loro traffico è del tipo "stream" oppure "datagram".

Per traffico stream, ovvero sincrono, si intendono dati generati da applicazioni quali fonia, televisione a scansione lenta, video conferenze, le quali sono tutte caratterizzate da una velocità di arrivo dei pacchetti costante. Queste applicazioni tipicamente richiedono un ritardo breve e piuttosto costante, non possono tollerare una consegna fuori ordine dei pacchetti, ma possono tollerare errori di bit occasionali e pacchetti mancanti. In pratica, il traffico stream richiede una quantità fissa di banda, assegnata su una base quanto più regolare possibile, e la rete via satellite dovrebbe mantenere un

ritardo basso e costante, sull'arrivo delle informazioni.

Il traffico di tipo "datagram", ovvero asincrono, è suddiviso in traffico di tipo "bulk" e di tipo "interactive". Il traffico di tipo bulk è inteso per applicazioni quali il trasferimento di "file". Tipicamente, viene trasmesso un grande numero di pacchetti e la velocità con la quale i pacchetti vengono inviati e il ritardo introdotto dagli attraversamenti di reti non sono vincoli critici. Generalmente, un traffico di questo genere non ha il requisito stringente di ritardo come ha la fonia. Generalmente, sono consentite consegne di pacchetti fuori sequenza. Tuttavia, particolarmente su una rete ad elevato ritardo quale è la rete via satellite, la resa terminale di un tale traffico può essere pesantemente penalizzata da errori di bit o perdite di pacchetti. Il traffico interattivo è inteso per accedere con terminali a calcolatori, interrogazioni di database, scambio di messaggi di operatore, e traffico interattivo. Questo tipo di traffico richiede tipicamente una consegna affidabile e priva di errori e ritardi brevi, al fine di garantire tempi di risposta accettabili. Spesso è costituito da brevi messaggi (pochi caratteri) con tempi di arrivo tra un pacchetto e l'altro che non sono prevedibili.

3. L' HARDWARE

L' hardware fornito dalla Marconi R.C. è costituito da un controller in TDMA, comprendente un codec a codifica variabile e un modem a velocità di trasmissione variabile.

3.1 Il controller TDMA

Il controller in TDMA è diviso in due parti (Figura 4): il controller in salita (UC), dedicato alla trasmissione verso il satellite, ed il controller in discesa (DC) dedicato a ricevere dati dal satellite. Lo hardware dell'elaboratore di controllo di trasmissione è costituito da una scheda di processore Motorola MVME147S-1 e un modulo di transizione MVM712M. La scheda di processore impiega una scheda 68030 comprendente 4 megabyte di RAM. Questo gira a 25 MHz e occupa uno slot di VME BUS ampio 4E. Il sistema operativo fornito dalla Motorola sulla scheda è chiamato MVME147 BUG. La scheda del processore di trasmissione opera come piattaforma per il software che controlla e monitorizza le funzioni della unità di controllo di trasmissione. Questo include, attraverso il modulo di transizione, la console di operatore VT100, le interfacce SCSI, ETHERNET e RS232.

La scheda di interfaccia seriale di trasmissione è una scheda doppia EUROCARD compatibile con il VME BUS. Funziona da buffer tra il VME BUS e le tre porte di interfaccia terrestre del controller di trasmissione. Le

tre porte sono: una porta singola ad alta velocità RS449/RS422 (interfaccia seriale ad alta velocità, a 384 K bit/s) e due porte CCITT tipo G.703 (interfacce seriali a bassa velocità, a 64 K bit/s).

L'interfaccia del modem di trasmissione è controllata dal processore di controllo di trasmissione attraverso un certo numero di porte mappate in memoria che consentono sia la lettura che la scrittura dei dati di controllo. Il circuito fornisce anche la interfaccia verso il modem per la trasmissione di dati ed il monitoraggio per avarie. La funzione di interfaccia è svolta da due schede: l'interfaccia di trasmissione del modem e l'interfaccia di linea.

La scheda di interfaccia del modem per la rete di trasmissione è una doppia scheda EUROCARD compatibile con VME Bus (identità Y-35-9041) larga 8 W. Contiene tutte le funzioni di codifica di canale, di framing e di selezione delle velocità dei simboli. Analizza i dati che gli arrivano dal VME bus e fornisce anche informazioni di stato per scopi di sorveglianza di circuito e del modem.

I dati sono indirizzati o al FIFO di dati, che può memorizzare fino a 512 byte di dati e informazioni di controllo, oppure verso una memoria di evento che è impiegata per sincronizzare le trasmissioni dei burst con

il frame di trasmissione. Le informazioni di controllo sono fornite in uscita al FIFO di dati prima dei dati che devono avere la codifica di canale. Queste informazioni di controllo impostano l' hardware addetto alla codifica di canale nel modo appropriato. I dati sono inviati codificati al FIFO, tramite il bus di dati VME a 32 bit. L'aggiornamento del FIFO di dati è controllato da un interrupt che si verifica quando vi è una transizione del flag che indica "FIFO di dati semipieno".

L'interfaccia del modem di trasmissione elabora dati che gli vengono presentati dal bus di dati a 32 bit. Tutti i trasferimenti di dati sono trasferimenti di parole a 32 bit tra la interfaccia del modem di trasmissione ed il processore. Il FIFO di dati definisce il contenuto e la temporizzazione di un burst rispetto all'inizio del burst. Il tempo esatto al quale i burst sono inviati al modulatore è determinato dalla memoria di evento di trasmissione (TEM). Questa è costituita da due matrici di memoria organizzate a "ping pong", ciascuna capace di memorizzare fino a 512 eventi. Durante un frame, il software può aggiornare un lato della TEM, mentre l'altro lato viene impiegato dallo hardware. Gli eventi originati dal software vengono poi impiegati dall'hardware nel frame successivo. Gli eventi sono programmati nell'interfaccia

del modem attraverso una memoria di evento di frame che viene indirizzata dal numero di evento entro il frame. Nuovi eventi sono programmati nella memoria fuori linea durante il frame attuale e sono attivati nel frame successivo. L'aggiornamento deve essere effettuato prima della fine del frame corrente. Ciascun evento entro la memoria di evento contiene un codice di tempo a 18 bit, che definisce il tempo al quale avrà luogo una particolare azione (in 244 ns ticks dall'inizio del frame di trasmissione), ed un codice di funzione a 14 bit. Gli eventi di trasmissione sono impiegati, tra l'altro, per aprire e chiudere il burst gate e per impostare il livello di uscita del modulatore. Si può impiegare un codice speciale di funzione per definire la fine del frame di trasmissione fornendo un impulso di ripristino al contatore dei frame di trasmissione. Quando il burst gate di trasmissione viene aperto, dati formattati vengono inviati dalla CPU verso l'interfaccia del modem di trasmissione sotto controllo di interrupt. Questi dati poi sono codificati con tecnica FEC, e se necessario possono essere "scrambled". Le velocità di FEC disponibili sono tutte basate su una codifica convoluzionale convenzionale a $1/2$. La logica di puncturing consente codifiche aggiuntive di $2/3$ e $4/5$. L'hardware appende la coda di bit

necessari per scaricare il decodificatore di Viterbi sul lato di ricezione e, se necessario, appenderà un CRC a 8 bit a ciascun DSB (data sub-burst) che viene trasmesso.

la scheda di interfaccia di linea è una scheda a circuito stampato di dimensione doppia Eurocard (identità Y 35-9067). Contiene i ricevitori/drivers di linea per interfacciare il modem e fornisce anche il clock di riferimento a 16,384 MHz, ricavato da un oscillatore a cristallo controllato in forno a 32,768 MHz, collocato sulla scheda di interfaccia di linea.

L'hardware del processore del controller di ricezione è costituito da una scheda di processore Motorola MVME147S-1 ed un modulo di transizione MVME712M. La scheda del processore usa una scheda 68030 contenente una RAM da 4 Megabyte. Gira a 25 MHz e occupa uno slot di VME bus largo 4 E. Il sistema operativo fornito dalla Motorola sulla scheda è denominato MVME147 BUG. La scheda del processore di controllo di ricezione opera come una piattaforma per il software del processore di controllo di ricezione che controlla e monitorizza le funzioni dell'unità di controllo di ricezione. Questa include, attraverso il modulo di transizione, le interfacce SCSI, ETHERNET e RS232.

La scheda di interfaccia seriale di ricezione è una

scheda doppia Eurocard compatibile con il VME bus (identità Y-35-9053). Opera come interfaccia tra il VME bus e le tre porte di interfaccia terrestre del controller di ricezione. Le tre porte sono: una porta singola ad alta velocità RS449/RS422 (interfaccia seriale ad alta velocità, a 384 K bit/s) e due porte CCITTG703 (interfacce seriali a bassa velocità, a 64 K bit/s).

Per evitare contese, la lettura e scrittura delle memorie viene organizzata in modo tale che mentre metà memoria viene scritta, l'altra viene letta. Ciò è noto come funzionamento "ping-pong". Soltanto la metà della memoria che non è in lettura appare nello spazio di indirizzo del VME. La routine di servizio di interrupt, che viene così avviata, determina quale buffer è vuoto (leggendo la parola di stato) e quindi riempie la prima metà della memoria attraverso la Logic Cell Array (LCA) di interfaccia VME. Durante questo tempo, la seconda metà della memoria viene letta attraverso la interfaccia seriale LCA.

I dati vengono trasferiti tra il processore di controllo di ricezione e la scheda di interfaccia seriale di ricezione attraverso il VME bus di trasferimento dati (DTB). Viene avviato un processo di trasferimento dati da parte della scheda di interfaccia seriale di ricezione

quando una qualsiasi delle tre memorie a doppia porta diviene semipiena.

L'interfaccia del modem di ricezione ed il decodificatore di canale sono due schede doppio Eurocard compatibili con il VME bus (identità Y-35-9051 e Y-35-9052). Insieme operano come un'interfaccia tra il VME bus e le linee di controllo del modem ed effettuano tutte le funzioni di decodifica del canale. Nel controller di ricezione, i 4 bit di decisione "soft", ricevuti dal demodulatore, sono passati al decodificatore FEC dove sono decodificati, qualora necessario. L'hardware di ricezione fornisce anche una misura della qualità stimata del canale per ciascun DSB monitorando i bit di soft-decision dei dati corretti, cioè precedentemente affetti da errore e poi corretti. L'hardware semplicemente osserva il verificarsi di particolari livelli di soft-decision ed effettua una media di questi su un sub-burst. Supponendo una distribuzione di tipo gaussiano, si può allora calcolare una approssimazione sulla BER a breve termine. Questo metodo è molto più veloce che calcolare gli errori nella UW (Unique Word) e fornisce una stima del canale che può essere impiegata negli algoritmi adattivi di contromisure di attenuazione.

L'interfaccia del modem di ricezione è un processore

controllato attraverso un certo numero di porte mappate in memoria che consentono sia la lettura che la scrittura di informazione di stato, controllo e dati tra il processore e l'hardware. Il circuito fornisce anche l'interfaccia verso il modem per la ricezione dei dati e il monitoraggio di avarie. La funzione di interfaccia viene effettuata con tre schede: l'interfaccia al modem di ricezione, il decodificatore di canale ed una scheda di interfaccia di linea.

L'interfaccia del modem di ricezione ed il decodificatore di canale sono schede doppio Eurocard compatibili VME-bus, di larghezza 8 E. Contengono tutte le funzioni di decodifica di canale, di framing e di identificazione di velocità di simbolo. L'interfaccia del modem di ricezione elabora dati provenienti dal bus dati VME a 32 bit e fornisce anche informazioni di stato per scopi di monitoraggio dei circuiti. I dati decodificati sono indirizzati all'interfaccia del modem di ricezione. Questa interfaccia usa una memoria di evento di ricezione (REM) per consentire la ricezione e decodifica in tempo reale dei burst di dati ricevuti. La REM è identica come struttura alla TEM. Il codice di funzione di ricezione contiene informazioni, tra l'altro, sulla iniziale codifica e velocità di simbolo dei burst entro il frame.

Si può impiegare uno speciale codice di funzione per generare un impulso di frame di trasmissione che azzererà il contatore di eventi sul controller di trasmissione. Questo viene impiegato dalle stazioni slave per sincronizzare i loro frame di trasmissione su quello della stazione master. Gli eventi sono programmati nella interfaccia del modem tramite una memoria di evento di frame che viene indirizzata dal numero di evento entro il frame. Nuovi eventi sono programmati nella memoria fuori linea durante il frame corrente e sono attivati nel frame successivo. L'aggiornamento deve essere effettuato prima del termine del frame corrente.

La scheda di interfaccia di linea è un circuito stampato doppio Eurocard (identità Y-35-9037). Contiene i ricevitori/drivers di linea per interfacciare il modem e fornisce anche il clock di riferimento a 16,384 MHz.

Il codec supporta codifica variabili: 1/2, 2/3, 4/5 e PSK non codificato. Vengono adottati codici puntorati, ricavati dal codificatore convoluzionale 1/2. Il decodificatore opera in modo asincrono con velocità di bit di informazione a 8 Mbit/s con 3 bit di soft-decision su segno/grandezza. Il software del sistema FODA IBEA garantisce tassi di errore migliori di 10^{-4} , 10^{-6} e 10^{-8} , a seconda della classe di servizio richiesta dalle varie

applicazioni, adattando la codifica alle condizioni di segnale/rumore.

3.2 Modem

Il modem fornito dalla Marconi RC supporta velocità di simbolo variabili: 1/2, 1,2 e 4 Msimboli/s, commutabili su base di sub burst, con due differenti schemi di modulazione (BPSK e QPSK) per consentire operazioni entro la banda di 5 MHz. La velocità di trasmissione risulta variabile nell'intervallo 0,5-4 Msimboli/s.

Il modem è costituito dalle seguenti unità:

- Y-35-9030 Un rack 19''x6U comprendente un alimentatore vero PK110.
- P-42-1504 Un modulo convertitore IF di ampiezza 21HP.
- Y-35-9031 Interfaccia analogica.
- Y-35-9032 Modulatore FIR.
- Y-35-9038 Dispositivo di valutazione della portante.
- Y-35-9033 Dispositivo di valutazione temporizzazione.
- Y-35-9037 Generatore di clock/interfaccia di linea.

Una speciale caratteristica del modem consiste nella capacità di aggiustare dinamicamente la sua velocità di

trasmissione all'interno di un burst di dati. Ciò consente che i singoli DSB di un DB abbiano diverse velocità di trasmissione (e conseguentemente, diversa energia di bit), a seconda delle necessità. Le velocità di trasmissione disponibili sono di 512, 1024, 2048 e 4096 KBaud, con modulazioni BPSK oppure QPSK. E' quindi disponibile per il sistema un intervallo di velocità di trasmissione di bit di 512-8192 Kbit/s. Al fine di soddisfare i requisiti di velocità dinamica, il modem è realizzato impiegando tecniche di elaborazione digitale di segnale (DSP).

3.3 Limitazioni di hardware

Questo hardware consente la realizzazione di un'ampia gamma di sistemi in TDMA realizzati via software, ma impone alcune limitazioni. Queste sono state necessarie poiché, in alcuni casi, il software non sarebbe stato in grado di reagire con sufficiente rapidità agli eventi esterni.

Ciascun burst deve iniziare con una sequenza di bit per il recupero della temporizzazione e della portante (CBTRS). Questa è in effetti una limitazione del modem.

Il frame deve comprendere un burst di riferimento (RB) contenente la "parola unica" della master (MUW). La MUW mantiene la sincronizzazione dell'hardware di ricezione all'interno del frame. A parte la MUW, il contenuto

rimanente del RB non è importante per l'hardware. Soltanto una MUW deve apparire per ciascun frame. La lunghezza massima del frame (consentita dall'hardware) è di 64 millisecondi.

Ciascun burst di dati deve essere costituito da un sub-burst di controllo (CSB) seguito da un numero, eventualmente zero, di sub-burst di dati (DSB). Il CSB viene decodificato dall'hardware e fornisce la informazione necessaria per la ricezione dei successivi DSB.

4. LO SCHEMA DI ACCESSO A SATELLITE FODA/IBEA

Il design dello schema di accesso a canale via satellite FODA/IBEA-TDMA è basato su un controllo centralizzato eseguito da una stazione di controllo (master) che può anche operare come stazione "slave".

Le altre stazioni attive della rete satellite operano come slave. E' responsabilità della stazione master governare il funzionamento organico della rete, controllando le risorse e mantenendo la sincronizzazione delle stazioni "slave". Sebbene vi sia soltanto una stazione master alla volta nel tempo di operazione della rete, tutti i controller sono in grado di operare come "master".

La master:

- a. alloca tempo entro il frame TDMA per le trasmissioni stream e datagram delle slave;
- b. mantiene la sincronizzazione di tutte le stazioni in rete;
- c. mantiene il livello ottimale di potenza di trasmissione che viene impiegato da tutte le slave come livello di riferimento;
- d. impiega lo spazio di frame allocato a essa stessa per inviare dati in rete nello stesso modo di una stazione slave.

La slave:

- a. regola il livello di potenza di trasmissione tenendo come riferimento la master;
- b. invia richieste di allocazione alla master per le trasmissioni stream e/o datagram;
- c. impiega lo spazio di frame ad essa allocato dalla master per inviare dati sulla rete via satellite;
- d. sceglie la codifica e la velocità di trasmissione di tutti i dati da inviare, a secondo del livello di attenuazione di ciascun link, chiedendo alla master la corretta allocazione;
- e. diffonde il suo livello di fade.

La master opera su un canale di segnalazione all'interno del frame TDMA. Gli slot per le trasmissioni

dei dati verso il satellite sono assegnati su richiesta, seguendo i criteri discussi al paragrafo 4.3 seguente.

La stazione master può essere sostituita, in caso di avaria, da una qualsiasi stazione di traffico tra quelle dichiarate disponibili ad assumere tale compito. In un qualsiasi momento una stazione di traffico può decidere di rinunciare a divenire la nuova master. La master diffonde l'indirizzo fisico della stazione dalla quale verrà sostituita in caso di avaria. Il successore è la prima stazione attiva (che ha dichiarato la sua disponibilità) nell'elenco di stazioni mantenuto dalla master. Una stazione può rifiutare, in un qualsiasi momento, la possibilità di divenire una nuova master. La master corrente comunica questa condizione nello stato associato a quella stazione di traffico e, se necessario, viene selezionata come successore la seguente stazione disponibile a divenire master.

4.1 Il frame FODA/IBEA

Verrà impiegato il termine "stream sub-frame" per indicare la parte di frame dedicata a contenere tutte le allocazioni di tipo stream. Allo stesso modo, "datagram sub-frame" indica la parte di frame dedicata a contenere tutte le allocazioni di tipo datagram.

Lo stream sub-frame si estende fino ad un limite

superiore NSUB (Normal Stream Upper Boundary). Se non è presente traffico stream, il datagram sub-frame può occupare praticamente l'intero frame. Quando c'è attenuazione del segnale trasmissivo, la trasmissione stream viene privilegiata e viene ricercato spazio nel frame per consentire l'allargamento dei dati stream aumentando, se necessario, il limite superiore dello stream sub frame fino ad un valore ESUB (Extended Stream Upper Boundary). Il datagram sub-frame viene compresso come risultato. L'allargamento dei dati è dovuto alla scelta di una codifica più ridondante (tra quelle supportate) per contrastare l'attenuazione in corso. Se la codifica è insufficiente, la velocità di trasmissione dei dati viene ridotta in passi di ottave.

Il frame di FODA/IBEA ha una lunghezza di 20 millisecondi. Ciascun frame contiene:

-) un burst di riferimento, inviato dalla stazione master al fine di diffondere i livelli di attenuazione e le allocazioni temporali per le trasmissioni stream e datagram. Il burst di riferimento viene sempre inviato con codifica e velocità fisse. Sono stati scelti i valori di 2 Mbit/s e codifica 2/3.
-) numerosa finestre di trasmissione per inviare i dati stream e/o datagram. In genere, la tendenza è quella

di impostare soltanto una finestra di trasmissione per inviare sia i dati stream che i dati datagram (vedere paragrafo 4.4). La parte di ciascuna finestra di trasmissione dedicata ai dati stream rimane di grandezza invariata (una volta assegnata), mentre la parte dedicata ai dati datagram può cambiare di grandezza in ciascun frame. Conseguentemente la finestra, o le finestre, di trasmissione devono essere ricalcolate dalla stazione master per ciascun frame.

In ciascun frame viene assegnato un piccolo numero di slot di controllo (finestre di trasmissione di grandezza fisse, dedicate alla trasmissione di brevi dati, quali gli aggiornamenti di richieste o altri messaggi di controllo) da parte della stazione master su uno schema "round robin" tra tutte le stazioni attive che non hanno ricevuta alcuna assegnazione nella assegnazione corrente. Il numero degli slot di controllo è stato fissato ad 1 slot di controllo quando il sistema è calibrato per operare fino ad 8 stazioni terrestri, 2 per 16 stazioni terrestri, 3 per 24 stazioni terrestri e così via. Lo slot di controllo è assegnato a 1 Mbit/s. La codifica è 2/3 come tutti gli altri sub-burst di controllo. Nella realizzazione corrente, è assegnato soltanto uno slot di controllo, quale che sia il numero di stazioni. La posizione nel

frame dello slot di controllo non è fissa. Se tutte le stazioni hanno una allocazione in un frame, lo spazio dedicato agli slot di controllo viene aggiunto allo spazio residuo nel datagram sub-frame.

-) uno slot di primo accesso (FAS) ogni 32 frame. Questo slot è dedicato a consentire che una nuova stazione entri nella rete. Viene impiegato in contesa tra tutte le stazioni che vogliono divenire attive. Nel frame in cui è presente lo slot FAS, non sono allocati slot di controllo. Il FAS è dimensionato come uno slot di controllo più una incertezza (correntemente fissata a ± 150 microsecondi) dovuta alla posizione corrente del satellite rispetto alla sua posizione nominale. Il FAS ha una posizione fissa all'interno del frame, appena prima della fine del frame. Si accede al FAS con velocità 1 Mbit/s e con codifica 2/3.

4.2 Classi di servizio e fattori di ridondanza

I dati da trasferire tra due applicazioni che girano su due diverse LAN collegate via satellite devono, di solito, soddisfare alcuni requisiti associati alla qualità del servizio richiesto, quali:

- il ritardo tipico end-to-end dei dati (cioè il ritardo tra la generazione di essi e la loro ricezione finale);
- il massimo jitter temporale di arrivo dei pacchetti;

- la BER (tasso di errore) richiesta.

Nel sistema in questione i primi due parametri non sono negoziabili. Nel caso di dati stream, il ritardo dipende dal tempo di transito su satellite (round trip time, RTT) più una frazione del frame (approssimativamente 300 millisecondi complessivamente). Il "jitter" massimo dei tempi di arrivo dei pacchetti che escono da FODA/IBEA può essere supposto eguale a due volte la lunghezza di un frame più il massimo jitter temporale dei pacchetti che entrano nel sistema.

Nel caso di datagram, sia il ritardo, sia il jitter dipendono pesantemente dalle condizioni di traffico del sistema complessivo e dal meccanismo di controllo della saturazione. Questi parametri non possono essere specificati dalla applicazione.

La BER, al contrario, deve essere specificata dalla applicazione per scegliere la qualità del canale di comunicazione. L'intervallo richiesto di BER viene specificato per mezzo di un valore detto "classe di servizio (COS)". Sono previste quattro classi di servizio, come mostrato nella tabella 2:

Tabella 2

COS	BER non >	BER non <	Esempio di tipo di dati
1	10^{-8}		- burst di riferimento - sub-burst di controllo - headers, dati affidabili - dati bulk
2	$3 \cdot 10^{-7}$	10^{-8}	- dati affidabili - dati bulk - voce/video speciali - dati interattivi
3	$3 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-7}$	- voce/video standard
4	10^{-3}	$3 \cdot 10^{-5}$	- voce degradata

Quando si verifica un'attenuazione del segnale per effetto di condizioni atmosferiche sfavorevoli, la BER specificata dall' applicazione trasmittente deve essere mantenuta impiegando la codifica e la velocità di trasmissione più convenienti. Il valore operativo di E_b/N_0 deve essere sufficientemente elevato per consentire una convenientemente elevata probabilità di acquisizione del modem. Ciò si traduce nella probabilità di rivelazione di UW.

Il fattore di ridondanza di informazione, R_i , è il

rapporto tra l'energia per bit di informazione dei dati inviati con una certa codifica e velocità e l'energia per bit di informazione degli stessi dati inviati non codificati a 8 Mbit/s.

Ri può essere espresso come il prodotto tra la ridondanza di codifica R_C e la ridondanza R_s . Ri esprime l'allargamento dei dati dovuto all'aumento della codifica e alla possibile riduzione della velocità di trasmissione. Quando si deve compensare una aumentata attenuazione del segnale (al fine di mantenere lo stesso valore BER per quel tipo di dati), è preferibile aumentare dapprima la codifica (prendendo vantaggio dal guadagno di codifica) piuttosto che ridurre la velocità di trasmissione. Quest'ultima deve essere dimezzata soltanto quando E_b/N_0 scende sotto il valore necessario per la acquisizione dei burst.

Il livello di attenuazione rappresenta il numero di dB del C/N_0 disponibile (potenza della portante rispetto alla densità di rumore) sotto il valore teorico di 81 dB preso come livello di attenuazione uguale a 0. Quando si opera con attenuazione 0 alla velocità di 8 Mbit/s, il rapporto E_b/N_0 è di 12 dB. Questo valore di E_b/N_0 consente la ricezione di dati non codificati con una BER inferiore a 10^{-8} .

Le migliori combinazioni di codifica e di velocità di trasmissione sono state scelte considerando i requisiti di BER delle quattro classi di servizi. Tali combinazioni sono mostrate nella tabella 3, considerando 4 dB (5 dB effettivamente misurati sul canale, meno 1dB di margine di implementazione del modem) come valore minimo di E_b/N_0 necessario per l'acquisizione del modem.

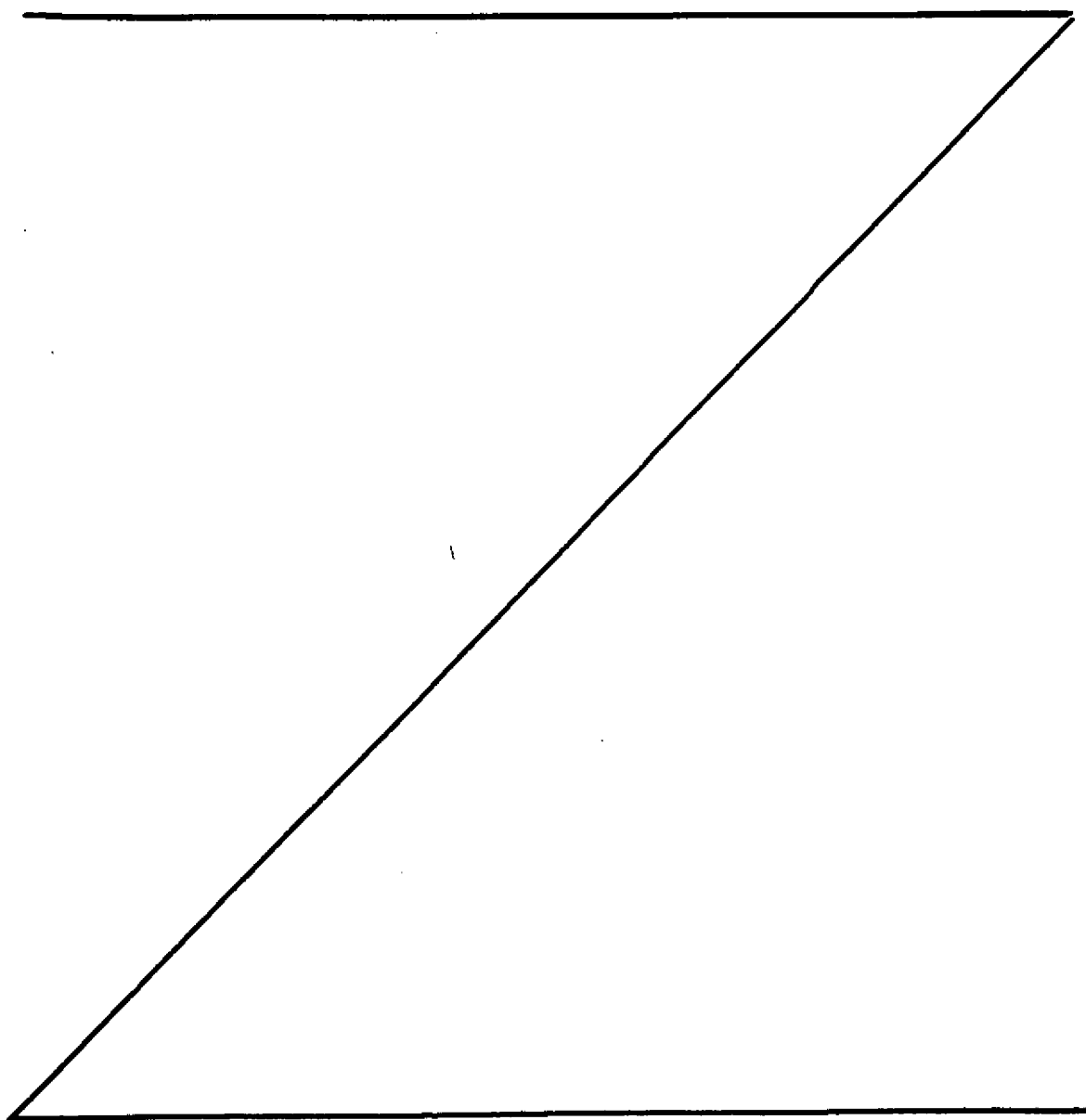


Tabella 3

Valore minimo di E_b/N_0 per acquisizione modem = 4 d B

F[dB]	Q[dB]	Mbps	R _s	R _{c1}	R _{i1}	R _{c2}	R _{i2}	R _{c3}	R _{i3}	R _{c4}	R _{i4}
0	12	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	11	8	1	5/4	5/4	1	1	1	1	1	1
2	10	8	1	5/4	5/4	5/4	5/4	1	1	1	1
3	9	8	1	5/4	5/4	5/4	5/4	1	1	1	1
4	8	8	1	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	1	1
5	7	8	1	3/2	3/2	5/4	5/4	5/4	5/4	1	1
6	6	8	1	3/2	3/2	3/2	3/2	5/4	5/4	5/4	5/4
7	5	8	1	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	5/4	5/4
8	4	8	1	2	2	3/2	3/2	3/2	3/2	5/4	5/4
9	6	4	2	3/2	3	3/2	3	5/4	5/2	5/4	5/2
10	5	4	2	3/2	3	3/2	3	3/2	3	5/4	5/2
11	4	4	2	2	4	3/2	3	3/2	3	5/4	5/2
12	6	2	4	3/2	6	3/2	6	5/4	5	5/4	5
13	5	2	4	3/2	6	3/2	6	3/2	6	5/4	5
14	4	2	4	2	8	3/2	6	3/2	6	5/4	5
15	6	1	8	3/2	12	3/2	12	5/4	10	5/4	10
16	5	1	8	3/2	12	3/2	12	3/2	12	5/4	10
17	4	1	8	2	16	3/2	12	3/2	12	5/4	10

ove:

F[dB] livello di attenuazione espresso in dB

Q[dB] qualità del canale (E_b/N_0) espressa in dB

M bps velocità di trasmissione dei dati
espressa in Mbit/s

R_s fattore di ridondanza di velocità
(8/velocità corrente)

R_{ck} fattore di ridondanza di codifica per la
classe di servizio #k (1/codifica corrente
usata)

R_{ik} fattore di informazione di ridondanza per
la classe di servizio #k ($R_s \cdot R_c$)

Se il valore minimo di E_b/N_0 necessario per l'acquisizione del modem è fissato a 6 dB (7 dB effettivamente misurati sul canale, -1 dB di margine di implementazione del modem), la tabella 3 diviene la tabella 4:

Tabella 4

Valore minimo di E_b/N_0 per acquisizione modem = 6 d B

F[dB]	Q[dB]	Mbps	R _s	R _{c1}	R _{i1}	R _{c2}	R _{i2}	R _{c3}	R _{i3}	R _{c4}	R _{i4}
0	12	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	11	8	1	5/4	5/4	5/4	5/4	1	1	1	1
2	10	8	1	5/4	5/4	5/4	5/4	1	1	1	1
3	9	8	1	5/4	5/4	5/4	5/4	1	1	1	1
4	8	8	1	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	1	1
5	7	8	1	3/2	3/2	3/2	5/4	5/4	5/4	1	1
6	6	8	1	3/2	3/2	3/2	3/2	5/4	5/4	5/4	5/4
7	8	4	2	5/4	5/2	5/4	5/2	5/4	5/2	1	2
8	7	4	2	3/2	3	3/2	3	5/4	5/2	1	2
9	6	4	2	3/2	3	3/2	3	5/4	5/2	5/4	5/2
10	8	2	4	5/4	5	5/4	5	5/4	5	1	4
11	7	2	4	3/2	6	3/2	6	5/4	5	1	4
12	6	2	4	3/2	6	3/2	6	5/4	5	5/4	5
13	8	1	8	5/4	10	5/4	10	5/4	10	1	8
14	7	1	8	3/2	12	3/2	12	5/4	10	1	8
15	6	1	8	3/2	12	3/2	12	5/4	10	5/4	10

Il fissare il rapporto E_b/N_0 necessario per l'acquisizione del modem a 6 dB rende non utilizzata la codifica 1/2, come è evidente dalla tabella 4.

4.3 Richieste ed Assegnazioni

Una volta attiva, una stazione può fare una richiesta per una finestra di trasmissione stream (canali stream) e per una finestra di trasmissione datagram. Normalmente le richieste sono in "piggy-back" con i dati nelle finestre

di trasmissione. Se non viene assegnata alla stazione una finestra di trasmissione, questa può usare lo slot di controllo, quando le viene assegnato dalla master.

4.3.1 Stream

La richiesta di stream viene inoltrata da una stazione slave soltanto una volta, e, se accettata, viene considerata valida fino a quando non viene inviata una richiesta di aggiornamento oppure una richiesta esplicita di abbandono. La richiesta viene fatta come multiplo della parola a 32 bit (parola di canale).

Ciascuna applicazione stream invia al sistema FODA/IBEA (al quale essa è collegata) una richiesta indicante il numero di canali stream richiesti C_r , il numero minimo accettabile di canali di stream assegnati C_m (che può essere posto eguale a C_r) e la classe di servizio richiesta, espressa per mezzo di un numero che va da 1 a 4. La richiesta al sistema FODA/IBEA viene effettuata emettendo un comando del protocollo GAFO.

Il software di stazione assembla insieme tutti i valori C_r in arrivo ed invia alla master una richiesta globale, somma di tutte le C_r ricevute. La richiesta comprende anche l'"overhead" di trasmissione calcolato. La stazione master soddisfa le richieste stream ricevute dalle stazioni attive fino al raggiungimento del valore

NSUB nello stream sub-frame. Il limite NSUB non viene mai superato in assenza di attenuazione.

Se la master assegna esattamente il numero richiesto di canali stream (l'assegnazione viene diffusa nel burst di riferimento), il sistema distribuisce i canali assegnati tra le applicazioni che richiedono canali stream secondo le loro richieste Cr. La stazione di controllo ignora sia il valore Cm che il valore COS dichiarati dalle stazioni richiedenti.

Quando si verifica un'attenuazione, ciascuna stazione FODA/IBEA cerca di mantenere attive le trasmissioni stream già in corso, con la BER specificata. Per compensare l'attenuazione del segnale, le trasmissioni stream richiedono più spazio nel frame per inviare la medesima quantità di informazione. Conseguentemente, la stazione in attenuazione invia alla stazione master un aggiornamento della richiesta originaria stream al fine di ottenere un numero maggiore di canali stream. Questa richiesta è marcata con un flag come EXTRA per distinguerla da un aggiornamento normale (non in condizione di FADE). La stazione di controllo cerca di soddisfare la nuova richiesta entro il limite ESUB. L'aumento del limite superiore dello stream sub-frame è concesso soltanto in caso di attenuazione, e non per soddisfare richieste da

nuove applicazioni. Quando lo stream sub-frame supera il confine NSUB, le richieste stream che provengono da nuove applicazioni vengono rifiutate.

Se la dimensione aumentata dello stream sub-frame non è sufficiente a soddisfare le richieste di aumento, il sistema notifica (impiegando il protocollo GAFO) alle applicazioni stream la necessità di ridurre la banda richiesta fino al valore C_m dichiarato. Ciò è possibile soltanto se C_m è inferiore al valore richiesto C_r (applicazioni comprimibili). Dopo aver ricevuto l'approvazione alla compressione da parte delle applicazioni indicate, viene effettuato un altro tentativo dalla stazione in attenuazione, inviando una nuova richiesta alla master. La nuova richiesta è la somma di tutti i valori possibili C_m e dei valori C_r incompressibili. Se anche la nuova richiesta non può essere interamente soddisfatta, tutte (o parte) le applicazioni stream trasmetteranno a condizioni di BER degradate. La decisione di continuare o meno la sessione a prestazioni degradate, oppure rinunciare, riguarda l'applicazione stessa, liberando i canali stream occupati ad altri utilizzatori.

La figura 3 illustra il meccanismo di assegnazione stream adottato dalla stazione master (vedere figura 5).

4.3.2 Datagram

La stazione fa una richiesta (r) per una finestra di trasmissione datagram in qualsiasi opportunità di trasmissione, di solito ad ogni frame. Questa richiesta è espressa in multipli di 16 parole a 32 bit. La richiesta tiene conto sia del traffico istantaneo che entra nella stazione (i) da varie applicazioni sia la quantità di dati (q) che giacciono nella stazione e attendono di essere inviati al satellite (backlog). Abbiamo:

$$r=q + Hi$$

dove H è una costante temporale di proporzionalità.

Risultati di simulazione, ottenuti caricando il canale con generatori di traffico datagram secondo Poisson per 10 stazioni ci ha condotto a scegliere un valore di 0,4 s per il parametro H. Per una stazione senza o con piccolo backlog, una richiesta è quindi eguale al traffico che entra nella stazione in H secondi. Per H uguale a 0,4 s, la richiesta è allora uguale al traffico che entra nella stazione in 20 frame, se il backlog è trascurabile.

Le richieste di datagram sono inoltrate con la massima frequenza possibile per dare alla stazione master la situazione più aggiornata possibile del traffico che entra nella stazione. Le richieste sono organizzate dalla master in una coda circolare, che viene esplorata per calcolare

le singole assegnazioni temporali. Nuove richieste di datagram sono analizzate per prime. Ciò consente di ridurre il tempo di ritardo tra la prima richiesta e l'assegnazione, dopo un periodo di assenza di trasmissioni. Qualsiasi ulteriore richiesta di datagram ricevuta dalla medesima stazione (a parte la prima) è considerata un aggiornamento e sostituisce il residuo di richieste precedente.

La lunghezza della finestra di trasmissione assegnata (a) è proporzionale alla richiesta in un intervallo di valori tra una soglia minima ($T_{\min}$) ed una massima ($T_{\max}$). Abbiamo: $T_{\min} \leq a = fr \leq T_{\max}$ dove f è il coefficiente di proporzionalità nella assegnazione. Nella realizzazione corrente f è stato scelto uguale al numero di stazioni attive N diviso per 100, con il 5% come minimo ed il 50% come massimo. $T_{\min}$ è stato introdotto per scopi di efficienza. Evita allocazioni troppo piccole quando l'overload di trasmissione - dovuto a preamboli ed headers - è troppo grande in confronto ai dati da trasmettere. $T_{\max}$ evita che una stazione troppo caricata tolga troppa capacità dalle altre stazioni.

Dopo ciascuna assegnazione, la richiesta di datagram viene decrementata dall'assegnazione stessa e la successiva richiesta viene analizzata, se è ancora

disponibile spazio nel frame. La prima assegnazione che trova posto interamente nel frame corrente viene analizzata di nuovo come prima assegnazione nel frame successivo dove il resto della quantità calcolata verrà infine assegnato. Tutto lo spazio fino al termine del frame (se insufficiente per una assegnazione minima) viene dato come sovra assegnazione nella stazione trattata per ultima.

Se è ancora disponibile spazio nel frame dopo un intero ciclo di assegnazione (cioè l'intervallo di tempo tra due assegnazioni consecutive alla medesima stazione), lo spazio disponibile è condiviso tra tutte le stazioni attive, comprese anche quelle stazioni che non hanno assegnazione in quel frame. Questa caratteristica fornisce una condivisione del tempo inutilizzato tra le stazioni. Lo spazio inutilizzato non sempre può essere diviso tra le stazioni attive, poiché il quoziente potrebbe essere inferiore alla assegnazione minima. Se tutte le stazioni attive hanno assegnazione datagram, l'algoritmo di allocazione dapprima cerca di dividere lo spazio inutilizzato rimanente tra le stazioni che hanno fatto una richiesta non nulla e che non erano state completamente soddisfatte. Se non vi sono stazioni di questo genere, si tenta di dividere lo spazio rimasto inutilizzato tra tutte

le stazioni. Se queste stazioni sono troppo numerose ed il quoziente è inferiore alla soglia minima, si tenta di dividere tale spazio tra le stazioni che non hanno ricevuto allocazione di datagram (poiché queste non hanno chiesto alcuna allocazione). Se il quoziente è ancora troppo piccolo, lo spazio inutilizzato viene diviso tra le stazioni che già hanno una qualche allocazione. Quest'ultima divisione è sempre di successo, poiché non vi è alcuna soglia minima posto che quelle stazioni abbiamo già assegnato il loro overhead.

Parlando genericamente, il sistema ha un comportamento del genere di un Fixed-TDM (F-TDMA), - detto "modo a preassegnazione"- tanto più accentuato quanto meno il sistema è caricato. Il sistema migra verso lo schema di assegnazione puro FODA/IBEA quando il carico di canale aumenta oltre un certo limite (limite di preassegnazione). Riassumendo, quando il sistema è poco caricato ed il ciclo di assegnazione rientra nel frame, ciascuna stazione ha una capacità preassegnata ed entro le condizioni di linearità ciascuna stazione caricata ha, in genere, una sovra assegnazione. Ciò consente alla stazione di assorbire una certa quantità di brusca variazione di traffico.

La richiesta datagram non comprende l'overhead a monte

di trasmissione dovuto a preamboli, headers e tempi di guardia. La stazione master effettua una stima dell'overhead necessario per ciascuno slave e lo aggiunge alla assegnazione datagram.

Per quanto riguarda le trasmissioni datagram, le condizioni di attenuazione causano un incremento del backlog effettivo e del traffico istantaneo. Ciò aumenta automaticamente la richiesta della stazione, nel tentativo di ottenere maggiore banda. Per effetto dell'aumento della richiesta stessa e per la possibile compressione del datagram sub-frame (provocato da una espansione dello stream sub-frame), la capacità complessiva del datagram può essere ridotta sensibilmente, particolarmente sotto condizioni di carico pesante. E' necessaria una qualche azione efficiente del sistema di controllo di saturazione di canale per evitare la congestione.

Un metodo relativamente semplice per evitare la saturazione è bloccare l'accrescimento del backlog per un certo tempo, esercitando una "contropressione" sugli utenti remoti, quando viene rivelata una situazione pericolosa per la congestione. Dato che i dati datagram sono raccolti da reti ad alta velocità, il solo effetto di questa procedura è quello di rallentare il traffico datagram per un conveniente intervallo di tempo. Per

rilevare la saturazione, l'utente deve essere in grado di calcolare il suo tempo di accodamento in trasmissione ad intervalli di tempo frequenti. Il meccanismo per bloccare il backlog viene attivato non appena il ritardo stimato supera una certa soglia superiore e viene disattivato quando si scende al di sotto di una soglia inferiore.

La seguente procedura viene adottata da ciascuna stazione per effettuare una stima grossolana del ritardo di accodamento.

La capacità di canale riservata per il datagram (C_d) viene calcolata decrementando la capacità complessiva del canale della capacità complessiva assegnata per le trasmissioni stream: $C_d = C - C_s$.

Sia D_c la parte di C_d assegnata ad un certo utente U. Essa è il rapporto tra la quantità di tempo della sua propria assegnazione e la quantità di tempo complessiva assegnata a tutte le stazioni per inviare traffico datagram (ciclo di assegnazione). Il ritardo D è approssimativamente stimato come:

$$D = \text{BACKLOG} / (C_d * D_c)$$

dove tutte le variabili sono considerate mediate su un opportuno intervallo di tempo.

Questo meccanismo attualmente non è implementato. L'implementazione corrente blocca il traffico datagram e

lo abilita di nuovo impiegando due marcature sulla lunghezza di ciascuna delle code datagram di ingresso interne della stazione.

4.4 Impostazione delle finestre di trasmissione

Ciascuna stazione trova l'allocazione della sua propria finestra di trasmissione nel burst di riferimento. Genericamente, l'allocazione assegnata è eguale alla richiesta stream più una percentuale della richiesta datagram. Sia nelle richieste stream sia in quelle datagram viene specificata la velocità di trasmissione del preambolo del tipo di dati pertinente alla richiesta. Dato che una stazione può inviare dati a diverse destinazioni, questa calcola la velocità del preambolo in modo da adattarsi alle necessità della stazione di destinazione che presenta le peggiori condizioni di attenuazione. Il burst di riferimento viene inviato in broadcast, in modo che ciascuna stazione venga informata circa le assegnazioni temporali di tutte le stazioni che inviano dati. Questi dati vengono ricevuti dopo un RTT (tempo di andata e ritorno da satellite) (13 o 14 frame). Il piano dei tempi di trasmissione viene impiegato per pre-impostare l'acquisizione del modem alla velocità specificata di ciascun burst di dati previsto e per impostare le relative finestre di acquisizione della UW.

In genere, la tendenza è di impostare soltanto una finestra di trasmissione per inviare sia dati stream che dati datagram. Ciò è possibile soltanto se la velocità di trasmissione del preambolo della assegnazione stream è inferiore o eguale alla velocità di trasmissione del preambolo della assegnazione datagram. In questo caso, in effetti, i dati stream debbono essere trasmessi con peggiori caratteristiche di trasmissione rispetto ai dati datagram e la peggiore velocità di trasmissione del preambolo (quella dei dati stream) può essere usata per ambedue i tipi di dati senza togliere alcunché alla assegnazione stream.

D'altro canto, se la velocità di trasmissione del preambolo specificata nella assegnazione stream è maggiore della velocità di trasmissione del preambolo della assegnazione datagram, allora debbono essere impostate due diverse finestre consecutive ma separate, una per i dati stream e l'altra per i dati datagram. Ciò avviene poiché l'adozione della peggiore velocità di trasmissione del preambolo (quella specificata nei dati datagram priverebbe l'allocazione stream di parte dell'allocazione stessa, per effetto di un indebito allargamento del preambolo.

4.5 Le trasmissioni FODA/IBEA

E' conveniente fornire a questo punto alcune

definizioni. Data burst (DB) è la quantità di informazioni che può essere trasmessa al satellite da una certa stazione durante la sua finestra di trasmissione. La finestra di trasmissione è il tempo assegnato ad una stazione da parte della stazione master per inviare dati stream e datagram. Un burst può contenere dati indirizzati a diverse stazioni di destinazione. Un burst di dati è costituito da un sub-burst di controllo (CSB) che contiene tutta l'informazione di controllo rispetto ai successivi n sub-burst di dati (DSB) ($0 \leq n \leq 255$), ciascuno con stazioni di destinazione individuali e con caratteristiche di trasmissioni individuali (codifica e velocità di trasmissione). Un'altra zona, chiamata area di controllo di canale (CCA) viene inclusa, quando necessario, nel sub-burst di controllo per inviare le richieste di assegnazione ed altre informazioni di controllo.

Un sub-burst stream può essere costituito da più di un pacchetto o frammento di pacchetto. Un sub-burst datagram è costituito da soltanto un pacchetto di dati o frammento di pacchetto.

Il burst di riferimento (RB) è un particolare tipo di burst, inviato in broadcast all'inizio di ciascun dalla stazione di controllo. Questo viene inviato per scopi di sincronizzazione, per fornire il piano dei tempi di

trasmissione alle stazioni alle quali è consentito di trasmettere nel frame che segue quello in cui è ricevuto il burst di riferimento. Il burst di riferimento non contiene alcun sub-burst. (Figura 6)

La sequenza di "preambolo" è costituita da un segmento iniziale di portante non modulata (portante) seguita da inversioni, cioè una sequenza alternata di 0 ed 1 al fine di ricostruire la sincronizzazione temporale al bit. La portante viene inviata come successivi "00" binari e viene impiegata nel modem del ricevitore per recuperare la portante. Le inversioni sono inviate come "1100" successivi e sono impiegate dal ricevitore per il recupero del clock di simbolo. Ciò corrisponde a "1" e "0" alternati per ciascuno dei canali I e Q del sistema QPSC.

La configurazione del preambolo è seguita dalla parola unica (UW).

La UW è una sequenza di 1 e 0 (lunga 48 bit) sia sulla fase I che sulla fase Q della portante, prescelta per presentare buone proprietà di correlazione. Questo serve per marcare l'inizio dei dati trasmessi sul canale. L'istante in cui si verifica il picco di correlazione della UW marca il riferimento per decodificare l'informazione nella parte dati di un burst. Il riconoscimento successivo della UW è necessario per

marcare il tempo di arrivo del burst di riferimento e per stabilire il tempo di riferimento per decodificare i burst ricevuti. Una sequenza di 2 UW viene impiegata per realizzare la parola unica della master (MUW), impiegata per il burst di riferimento, mentre una sola sequenza di UW ed il suo complemento vengono impiegati per realizzare la parola unica di traffico (TUW), all'inizio di ciascun CSB.

Sia il preambolo sia la (UW) sono sempre inviate senza codifica.

Il sub-burst di controllo (CSB) contiene informazioni su ciascuno dei successivi sub-burst di dati nel burst. A scelta, è anche contenuto un numero di parole extra che può essere impiegato per contenere informazioni di stato circa le condizioni di trasmissioni del burst (il CCA). Per ciascun sub-burst di dati in un burst, il sub-burst di controllo specifica il numero delle parole, la codifica e la velocità usate. Dato che una decodifica non corretta del sub-burst di controllo provoca lo scarto di tutti i sub-burst di dati che ad esso si riferiscono, il CSB deve essere trasmesso sempre con il massimo grado di sicurezza. Gli header di satellite sono inclusi nel sub-burst di controllo.

4.6 Stima di qualità del collegamento e

disseminazione.

Ciascuna stazione trasmittente deve conoscere il rapporto segnale/rumore disponibile nella stazione dove i suoi dati vengono indirizzati, al fine di scegliere i parametri di trasmissione (codifica e velocità di trasmissione) che consentono che i dati vengano ricevuti con la BER richiesta. Il parametro scelto per esprimere le condizioni del link è il rapporto C/N_0 . Indicando con r la velocità di trasmissione espressa in bit/s, il rapporto E_b/N_0 (energia di bit rispetto a densità di potenza di rumore) è dato da

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{1}{r} \times \frac{C}{N_0}$$

La stima del rapporto E_b/N_0 viene effettuata da ciascuna stazione, a ciascun arrivo di sub-burst impiegando la misura di qualità fornita dall'hardware. Il quantizzatore "soft" che fornisce l'ingresso al decodificatore di Viterbi alimenta anche una macchina a stati finiti che calcola la qualità del segnale, cioè, una somma pesata del numero di bit in un burst che ricade in ciascuna delle grandezze ottenuta dal quantizzatore "soft". La qualità del segnale è divisa per il numero di bit nel sub-burst e viene quindi impiegata per entrare in una tabella di consultazione che fornisce l' E_b/N_0 per quel sub-burst.

Parametri di sistema

Lunghezza del frame	20 ms
Frequenza dello slot FAS	ogni 32 frame
Grandezza dello slot FAS	$\approx 0,3$ ms
Velocità di accesso allo slot FAS	1 Mbit/s, codificato 2/3
Velocità/codifica del Reference Burst	2 Mbit/s, codificato 2/3
Numero di slot di controllo per frame	1 ogni 8 stazioni
Grandezza di ciascuno slot di controllo	$> 0,2$ ms
Velocità di accesso a ciascuno slot di controllo	1 Mbit/s, codificato 2/3
Schema di modulazione	QPSK
Numero massimo di stazioni simultaneamente attive	45
Granularità della richiesta stream	una parola a 32 bit per frame
Granularità della assegnazione stream	una parola a 32 bit per frame
Granularità della richiesta datagram	sedici parole a 32 bit
Granularità della	una parola a 32 bit

assegnazione datagram	
Numero massimo di applicazioni stream supportate per stazioni	255
Lunghezza massima del pacchetto FODA/IBEA	2047 byte, 1700 per Ethernet
Preambolo di Burst	544 bit
Parola unica (UW)	96 bit
Overhead di frame fisso	tempo di intervallo tra frame + Reference Burst >1,34 ms
Overhead di Burst di dati	tempo di guardia + preambolo + UW + Sub-Burst di controllo > 0,24 ms
Overhead di Sub-Burst	preambolo dipendente dalla cadenza di simbolo dei due DSB + UW breve a 48 bit >0,04 ms
Recupero da avaria Master	supportato
Velocità di trasmissione supportate	0,5, 1, 2, 4 Msimboli/s, modificabili su base Sub-Burst
Codifiche supportate	1, 4,5,2/3,1/2 modificabili su base Sub-Burst.

4.8 Struttura del sub-burst di dati.

La struttura di sub-burst di dati è mostrata in figura 7:

Il preambolo di DSB (SBPRM) (Sub Burst PReaMble) e la UW del DSB (SBUW) sono necessarie per tutti i DSB. La capacità di inseguimento di clock e di portante del modem richiede diverse lunghezze del SBPRM, a seconda delle velocità di trasmissione del DSB precedente e attuale. I DSB entro lo stesso DB debbono essere organizzati in ordine crescente di velocità di trasmissione.

La SBUW (Sub Burst Unique Word) è formata dalle combinazioni di UW impiegando la sequenza binaria a 24 bit di UW = 0x5ACCF0 su ciascuno dei canali P e Q.

L'overhead di coda (CRC + coda + zero) viene trasferito come parola nulla singola alla scheda di interfaccia del modem. Il modem pone il CRC di sub-burst nei primi 8 bit, ed impiega i rimanenti bit per scaricare il codificatore.

5. SINCRONIZZAZIONE COMPLESSIVA DEL SISTEMA

Il sincronismo al frame è dato dalla stazione master. Il contatore di frame della master (FC) va da 0 fino al valore di fine frame (FE). Il RB viene inviato all'inizio di ciascun frame, ad un tempo fisso. L'evento di riconoscimento della UW master (MUW) azzerà i FC di tutti

i controller di ricezione Rx (compreso quello della master). La master non richiede alcuna sincronizzazione, poiché essa stessa fornisce il tempo di riferimento. Lo sfasamento tra il tempo di ricezione e quello di trasmissione viene impostato automaticamente nel caso della master. Ciascuna stazione slave deve misurare continuamente il suo tempo di RTT e conseguentemente aggiustare la posizione del suo asse dei tempi del frame di trasmissione rispetto all'asse dei tempi di ricezione, aggiustando continuamente la posizione dell'impulso di frame di trasmissione (TFP) nella memoria di evento Rx. La master non misura il suo RTT poiché non imposta il TFP.

Un valore di "default" del RTT, fornito da un operatore, viene impiegato per inizializzare il sistema. Una volta che una slave ha sincronizzato il suo frame di ricezione con la MUW, viene posizionato il TFP iniziale, impiegando lo RTT di default, il cui errore non deve essere maggiore di ± 150 microsecondi (600 simboli alla velocità massima). Il primo burst inviato dalla nuova stazione che entra nella rete è centrato nel primo slot di accesso (FAS). Il FAS, dimensionato al doppio dello slot normale di controllo (CS) ± 150 microsecondi, ha una posizione fissa al termine di ciascun gruppo di 32 frame, e lo si accede in contesa con altre possibili stazioni che

si presentano.

Nel caso di collisione (ricezione mancata del suo proprio burst) la stazione prova di nuovo dopo un tempo di blocco di n -frame, in cui n ha una distribuzione costante dell'intervallo $(1;S)$, dove S è il numero massimo di stazioni ammesse nel sistema. A seguito di una ricezione corretta, la stazione confronta il tempo effettivo di ricezione con quello previsto (tempo dal riconoscimento della UW del RB), e usa questa informazione per correggere il RTT.

Dopo essere entrata nel sistema, ciascuna stazione deve regolare continuamente il suo RTT, per compensare spostamenti del satellite e derive del clock. Il medesimo meccanismo di regolazione impiegato durante l'abbonamento non è facilmente realizzato per i burst successivi, poiché la loro posizione non è fissa entro i frame, per cui ciascuna stazione dovrebbe mantenere una storia degli ultimi burst trasmessi assieme ai loro tempi di trasmissione perché questi vengano confrontati con i tempi di ricezione. Dato che gli errori previsti nel RTT sono dell'ordine di 1-2 tick per ogni frame, è stato impiegato un metodo più semplice.

Ciascun burst contiene un campo di 7 bit contenente i bit meno significativi del tempo di trasmissione. La

differenza tra il tempo di ricezione previsto e quello effettivo viene poi calcolato impiegando questo campo di 7 bit, nella supposizione che l'errore non sarà mai maggiore di ± 63 tick di frame. Questa differenza viene impiegata per regolare il RTT.

L'algoritmo di regolazione è costruito in modo da non dare risultati erranei anche in presenza di errori di misura. La stabilità del meccanismo di retroazione è assicurata tenendo conto di alcune condizioni ampiamente soddisfatte dai satelliti geostazionari. Il meccanismo di retroazione è stato verificato impiegando l'unità di ritardo Marconi che consente variazioni manuali del RTT, e si è dimostrato stabile per entità di spostamento del satellite ben oltre quelle dei satelliti reali.

6. REGOLAZIONE DELLA POTENZA DEL SEGNALE DI TRASMISSIONE

Se viene disabilitato il controllo di potenza in uscita, il sistema trasmette alla potenza massima (0dBW all'uscita dell'IF). La potenza di trasmissione può essere variata impiegando i tasti "+" e "-" sul terminale del controller in discesa.

Se è abilitato il controllo di potenza in uscita, il sistema cerca di regolare la potenza di trasmissione da sola al fine di mantenere la medesima potenza all'ingresso

del satellite così come le altre stazioni. La master e le stazioni slave hanno comportamenti diversi.

I livelli di attenuazione sulla tratta in salita e sulla tratta in discesa sono 0 in condizioni di cielo sereno. Viene chiamato livello di riferimento di trasmissione (sulla uscita del modem) il livello di potenza che consente un E_b/N_0 di 12 dB sull'ingresso del modem in condizioni di cielo chiaro. Il livello di riferimento di trasmissione dipende dalla antenna e dall'amplificatore di trasmissione.

Si suppone che una variazione di 1 dB di attenuazione nella tratta in salita comporti una variazione di 2 dB (nel medesimo segno) di attenuazione sulla tratta in discesa su un canale satellitario a 30-20 GHz. Questa supposizione è una conseguenza semplificata ed estrapolata di alcune considerazioni.

Tutto è più semplice per le stazioni slave, che seguono il riferimento della master. Cioè, ciascuna stazione slave impiega un anello in retroazione per mantenere il suo proprio livello di potenza ricevuta eguale a quello del master. In questo modo, se la stazione possiede sufficiente potenza, i livelli di potenza su satellite sono gli stessi dei livelli di potenza su tutti gli ingressi dei modem delle stazioni. Dopo che una

stazione slave è entrata nel sistema, pigiare il tasto "p" congela il livello di riferimento, per cui questo è disponibile per la stazione anche se questa dovesse diventare una master.

Marco Luigi Bordini
(Società Italiana Brevetti s.p.a.)
iscritto all'Albo con il n. 223

RIVENDICAZIONI

1. Sistema di trasmissione dati su portanti a microonde, in particolare nella banda Ka (20/30 GHz) tra una molteplicità di stazioni di terra rice-trasmittenti, collegate tra loro tramite satellite geostazionario in cui ogni stazione di terra è munita dei mezzi che garantiscono sia il sistema di trasmissione/ricezione dati su satellite (per quanto riguarda il collegamento terra/satellite/terra), sia i mezzi di elaborazione per la gestione dei dati in ingresso da rete terrestre e per l'acquisizione della banda trasmissiva su satellite, detto sistema di trasmissione dati essendo caratterizzato dal fatto che una delle N stazioni afferenti alla rete di trasmissione via satellite è abilitata ad operare come gestore della risorsa comune (cioè la banda su satellite); detta stazione essendo operante come "master"; le altre stazioni operando come stazioni "slave" inoltrando richieste alla stazione master per ottenere allocazioni di banda al fine di trasmettere i dati, ed in cui, per quanto riguarda la trasmissione dei propri dati, la stazione master si comporta come una qualsiasi stazione slave.
2. Sistema di trasmissione dati secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che quando l'attuale stazione master smette improvvisamente di

Marco Luigi Berdini
(Società Italiana Brevetti s.p.a.)
iscritto all'Albo con il n. 23

operare, il ruolo di master viene ricoperto automaticamente dalla prima stazione nella lista delle stazioni che hanno dichiarato, al loro ingresso nella rete via satellite, la propria disponibilità ad operare come master.

3. Sistema di trasmissione dati secondo le rivendicazioni 1 e/o 2, caratterizzato dal fatto che i dati trasmessi simultaneamente su satellite sono sia di tipo asincrono (quali quelli generati da applicazioni tipo il trasferimento di files, l'accesso remoto, etc.) sia di tipo sincrono (quali quelli generati da applicazioni tipo trasmissione di voce ed immagini in movimento), particolarmente adatti per video-conferenze.

4. Sistema di trasmissione dati secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che le trasmissioni di segnali operano secondo un intervallo temporale, detto "time frame", a sua volta suddiviso come segue:

- un sub-frame per il segnale di riferimento e di sincronismo, in cui la stazione master trasmette un burst di riferimento (reference burst),
- tante finestre di trasmissione quante sono le stazioni che hanno accesso al canale in quel dato frame, in ogni finestra di trasmissione, eccetto il FAS, vengono

trasmessi dati sia sincroni che asincroni provenienti dalle applicazioni afferenti alla stazione di terra tramite una LAN o una WAN (Wide Area Network).

- una finestra di trasmissione, ogni 32 frames, dedicata all'ingresso in rete di una nuova stazione, qualora il numero massimo di stazioni operanti non sia ancora stato raggiunto (First Access Slot); tale finestra essendo acceduta in contesa tra le stazioni che in quel certo istante decidono di divenire attive.

5. Sistema di trasmissione dati secondo le rivendicazioni 1,2,3 e 4, caratterizzato dal fatto che le trasmissioni dei dati avvengono con una tecnica capace di contrastare l'attenuazione del segnale trasmissivo dovuta a cattive condizioni atmosferiche.

6. Sistema di trasmissione dati secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che la tecnica di contromisura dell'attenuazione del segnale trasmissivo si basa su tre punti:

- a) controllo della potenza del segnale di uscita (up-link power control);
- b) ridondanza dei dati ottenuta aumentandone la codifica di trasmissione, essendo le codifiche possibili: 1/2, 2/3, 4/5 e non codificato;
- c) ridondanza dei dati ottenuta diminuendo la velocità

di trasmissione, essendo le velocità possibili: 1, 2, 4 e 8 Mbit/s;

i punti b) e c) essendo realizzati via software, e sia la codifica dei dati sia la loro velocità essendo variati dinamicamente a seconda della misura dell'attenuazione del segnale delle singole stazioni di terra; nell'ambito di uno stesso burst di dati, i singoli sub-burst essendo trasmessi scegliendo la velocità di trasmissione e la codifica dei dati in base alle condizioni di fade sia della stazione trasmittente che di quella ricevente, o della peggiore delle stazioni riceventi, nel caso di trasmissione in broadcast (a tutte le stazioni attive in rete) o multicast (ad un sottoinsieme selezionato di stazioni attive).

7. Sistema di trasmissione dati secondo le rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che in condizioni di cielo chiaro lo spazio complessivo nel frame riservato alle allocazioni per traffico sincrono non supera un certo numero di bytes, o, in altre parole, un certo limite indicato come NSUB (Normal Stream Upper Boundary), mentre il resto del frame è dedicato alle allocazioni per traffico asincrono; in tale situazione nuove richieste di allocazione per traffico sincrono essendo accettate solo se soddisfacibili nell'ambito di

NSUB; in condizioni di fade, la trasmissione dei dati sia sincroni sia asincroni essendo ridondata secondo tabelle che associano il livello di fade riscontrato con l'opportuna codifica e velocità di trasmissione al fine di mantenere inalterata la BER dei dati, secondo le specifiche dell'applicazione generante, poiché si privilegia il mantenimento delle sessioni di trasmissione di dati sincroni, il limite NSUB essendo esteso al valore ESUB (Extended Stream Upper Boundary), che può anche coincidere con la fine del frame, con conseguente annullamento delle trasmissioni asincrone per tutta la durata dell'attenuazione; in tale situazione, richieste di allocazioni per traffico sincrono da parte di nuove applicazioni non essendo accettate, e quando la situazione di fade è superata, il limite è riportato al valore NSUB.

8. Sistema di trasmissione dati secondo le rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che le allocazioni per traffico sincrono, le cui richieste siano accettate secondo le modalità rivendicate nella rivendicazione 7, sono uguali alla richiesta fatta; le richieste per traffico asincrono seguendo la regola:

richiesta= giacenza + H (traffico entrante),

dove H è una costante di proporzionalità pari a 0,4 secondi; le relative allocazioni seguendo la regola:

$$\min \leq fr \leq \max,$$

essendo f il coefficiente di proporzionalità della richiesta (r) usato nell'assegnazione, scelto uguale al numero delle stazioni N diviso per 100, con 5% come minimo e 50% come massimo, $\min$ essendo il valore minimo che una allocazione può avere e $\max$ essendo il valore massimo; dopo ogni assegnazione, la relativa richiesta essendo decrementata del valore assegnato e la successiva richiesta essendo analizzata, se spazio è ancora disponibile nel frame per le allocazioni asincrone; lo spazio eventualmente ancora a disposizione dopo un ciclo di allocazioni (tempo intercorrente tra due allocazioni successive alla stessa stazione) essendo diviso tra tutte le stazioni attive (pre-assignment mode), comprese quelle stazioni che non hanno fatto alcuna richiesta, al fine di assicurare a tutte le stazioni un polmone di vantaggio nel caso di un transitorio di traffico.

9. Sistema di trasmissione dati secondo le rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che all'interno di una finestra di trasmissione, il multiplexing tra dati sincroni e asincroni è a totale carico della stazione trasmittente, la quale può usare anche gli spazi eventualmente non usati dalle sue trasmissioni sincrone (vedi i momenti di silenzio nelle

trasmissioni voce) per trasmettere suoi dati asincroni.

10. Sistema di trasmissione dati secondo le rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che ogni burst di dati è preceduto da un sub-burst di controllo (control sub-burst, CSB) contenente, tra le altre cose, la lunghezza di ogni sub-burst, la sua codifica e la relativa velocità di trasmissione.

11. Sistema di trasmissione dati nella banda Ka (20/30 GHz) tra una molteplicità di stazioni di terra rice-trasmittenti, collegate tra loro tramite un satellite geostazionario, come sopra descritto ed illustrato con riferimento ai disegni annessi.

p.p. CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

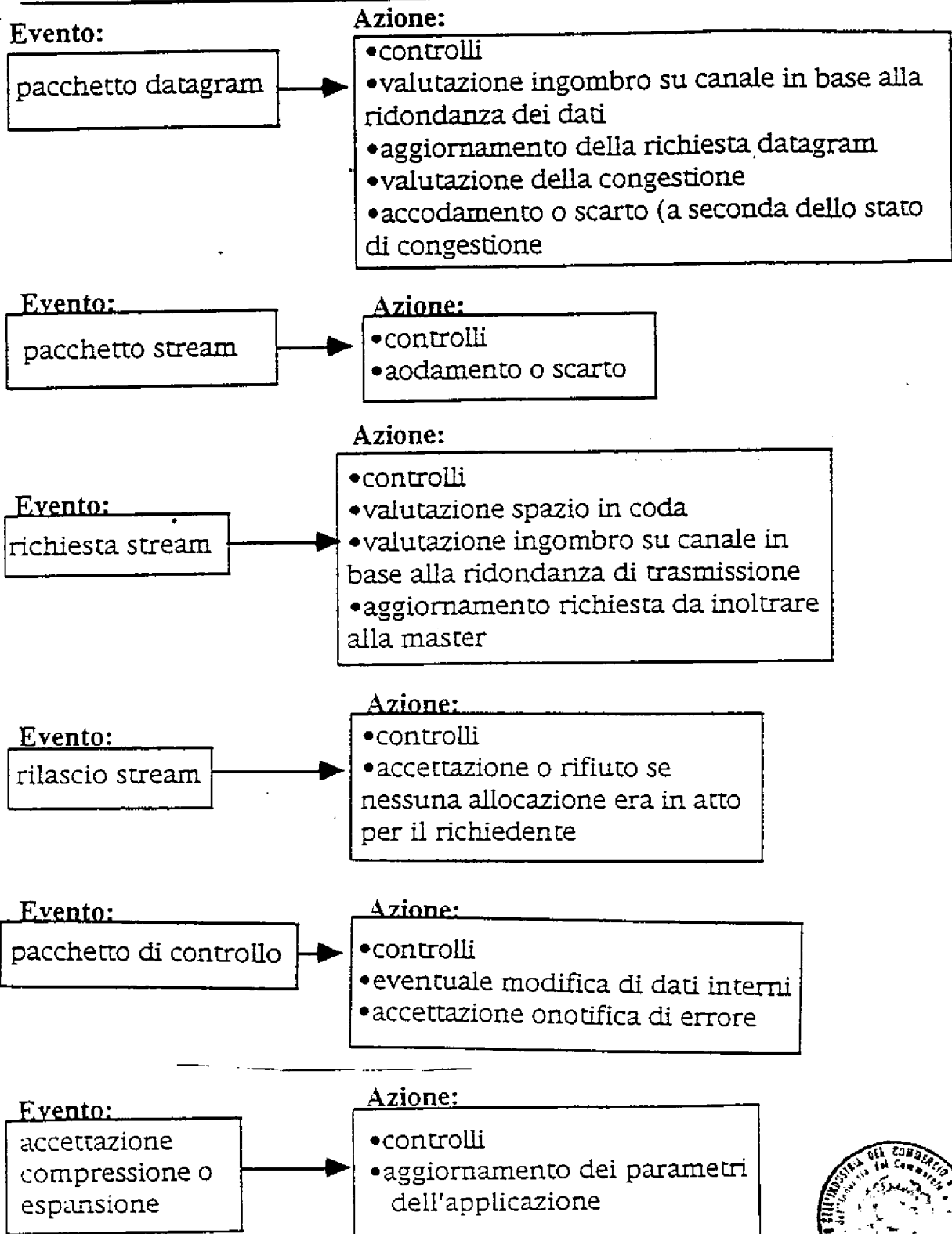
Marco Fulgi Bordini
Marco Fulgi Bordini
(Società Italiana Cavi e Fili S.p.A.)
iscritto all'Albo con il n. 223



L'UFFICIALE ROGANTE

ur

EVENTI CAUSATI DALL' ARRIVO DI UN PACCHETTO ETHERNET



L'UFFICIALE ROGANTE

Fig. 2a

Marco Luigi Barlini
(Società Tecnica Esercizi) s.r.l.
iscritta all'Albo con il n. 223

EVENTI CAUSATI DALL' ARRIVO DI DATI DA SATELLITE

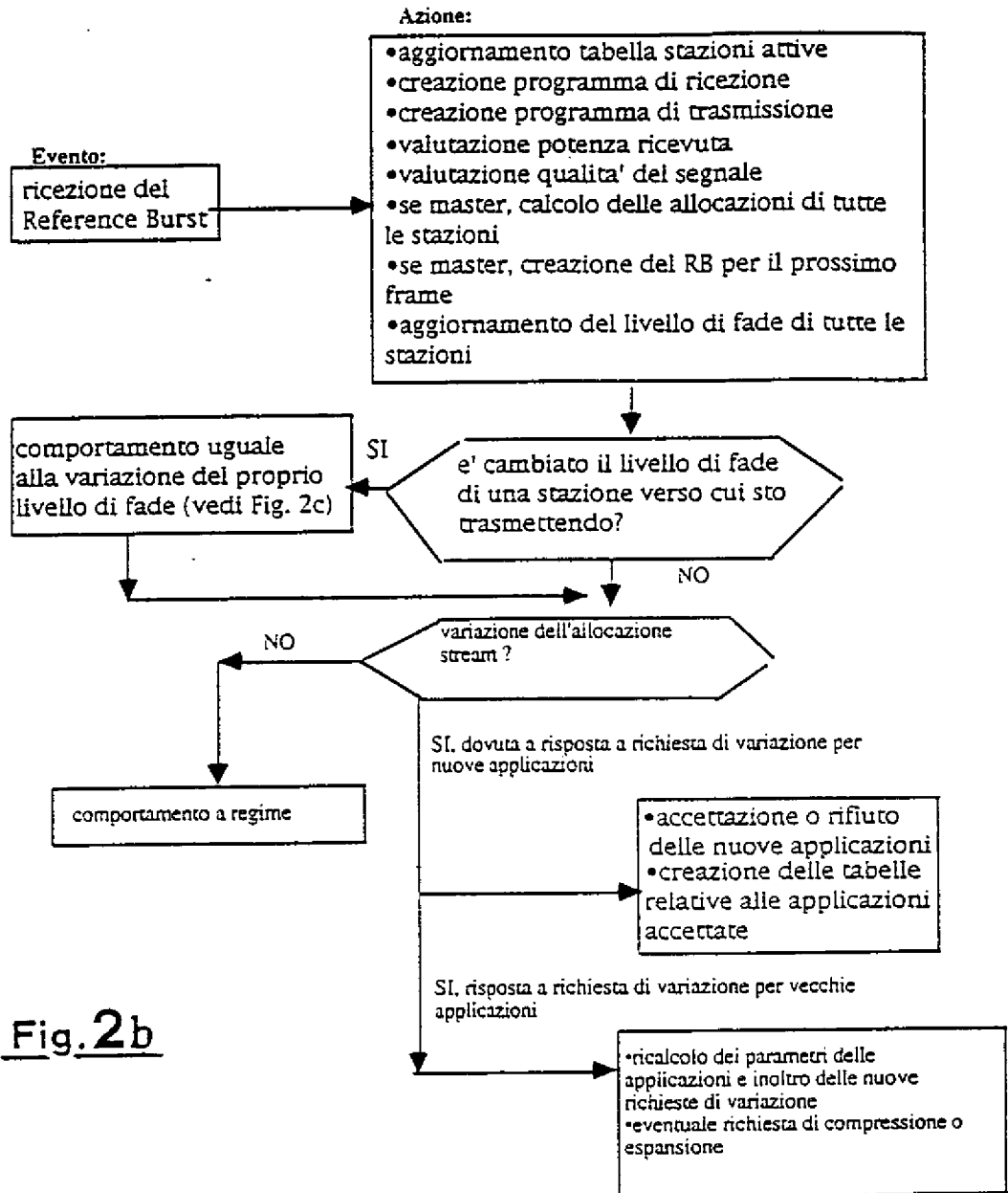
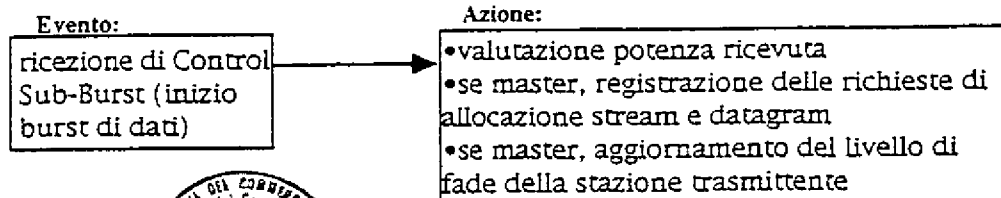
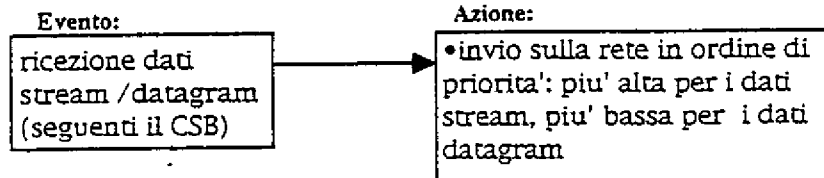


Fig. 2b



L'UFFICIO DI ROGANTO

Marco Luigi Bardini
(Societa' Italiana Brevetti S.p.A.)
iscritto all'Albo con il n. 229

EVENTI GENERATI INTERNAMENTE

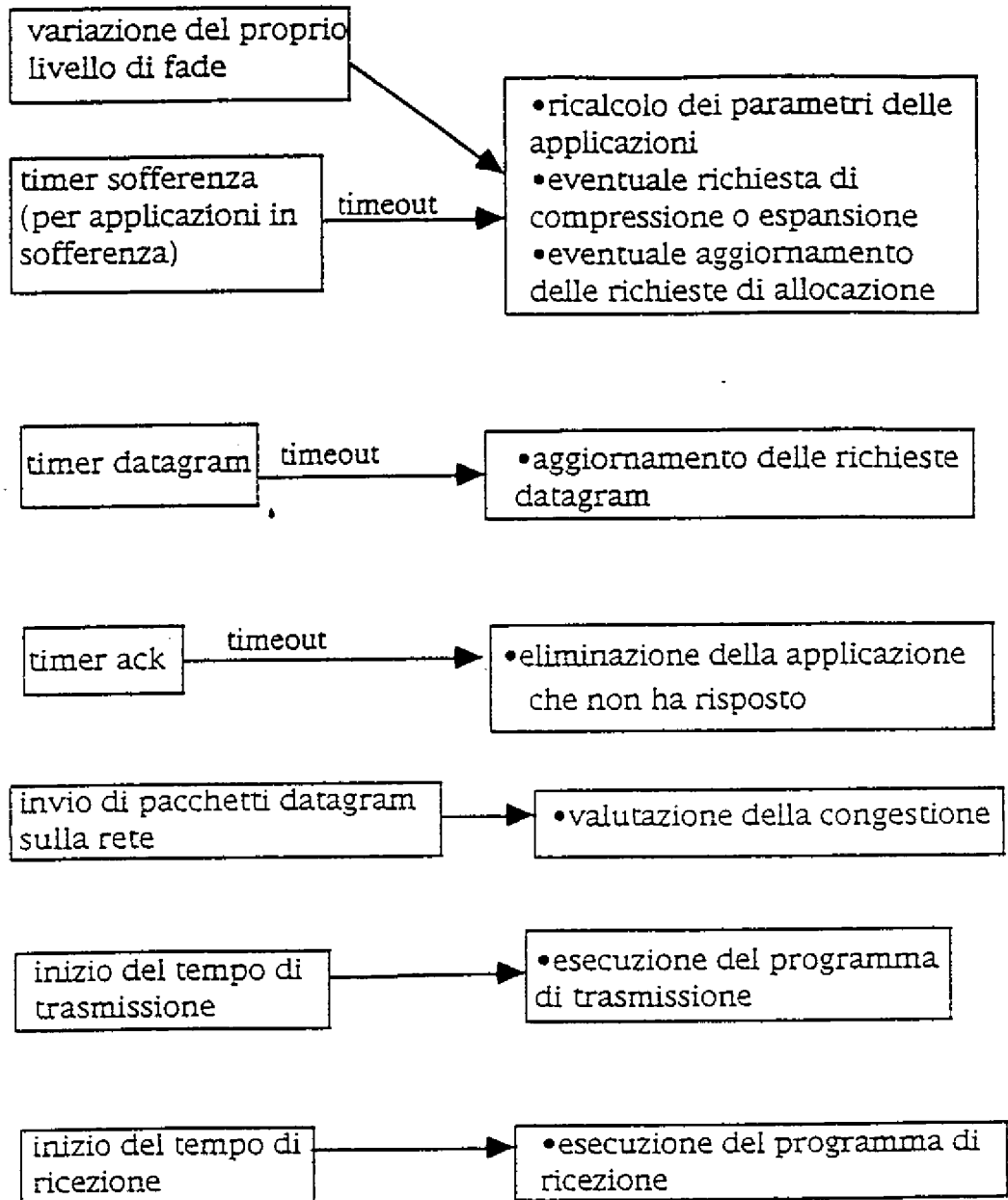


Fig. 2c



L'UFFICIALE ROGANTE

Marco Luigi Bardini
(Società Italiana Impianti S.p.A.)
iscritto all'Albo con il n. 223

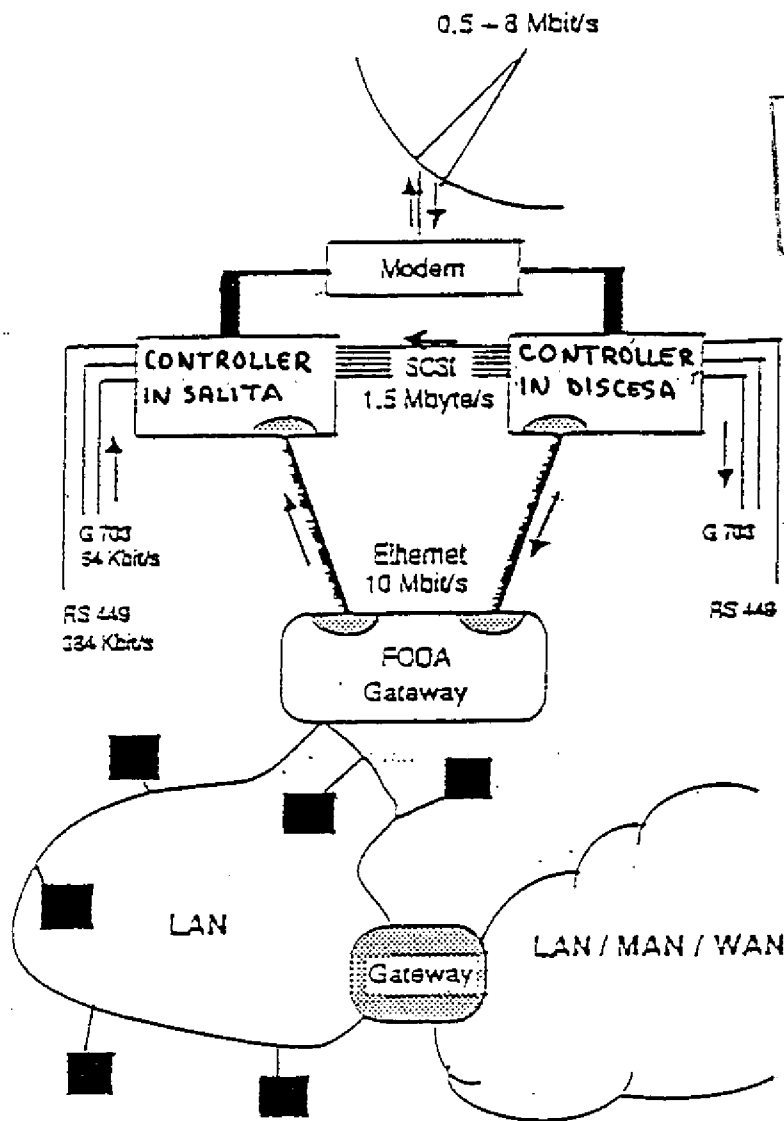
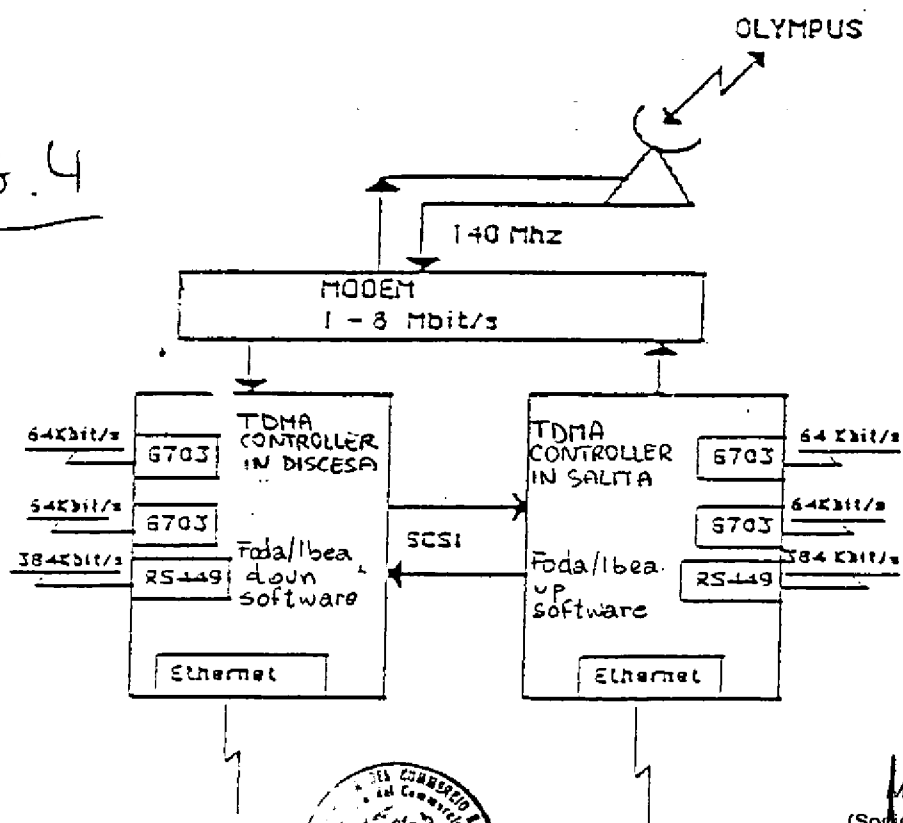


FIG. 3

FIG. 4



Marco Luigi Bordini
(Società Italiana Brevetti S.p.A.)
iscritto all'Albo con il n. 223

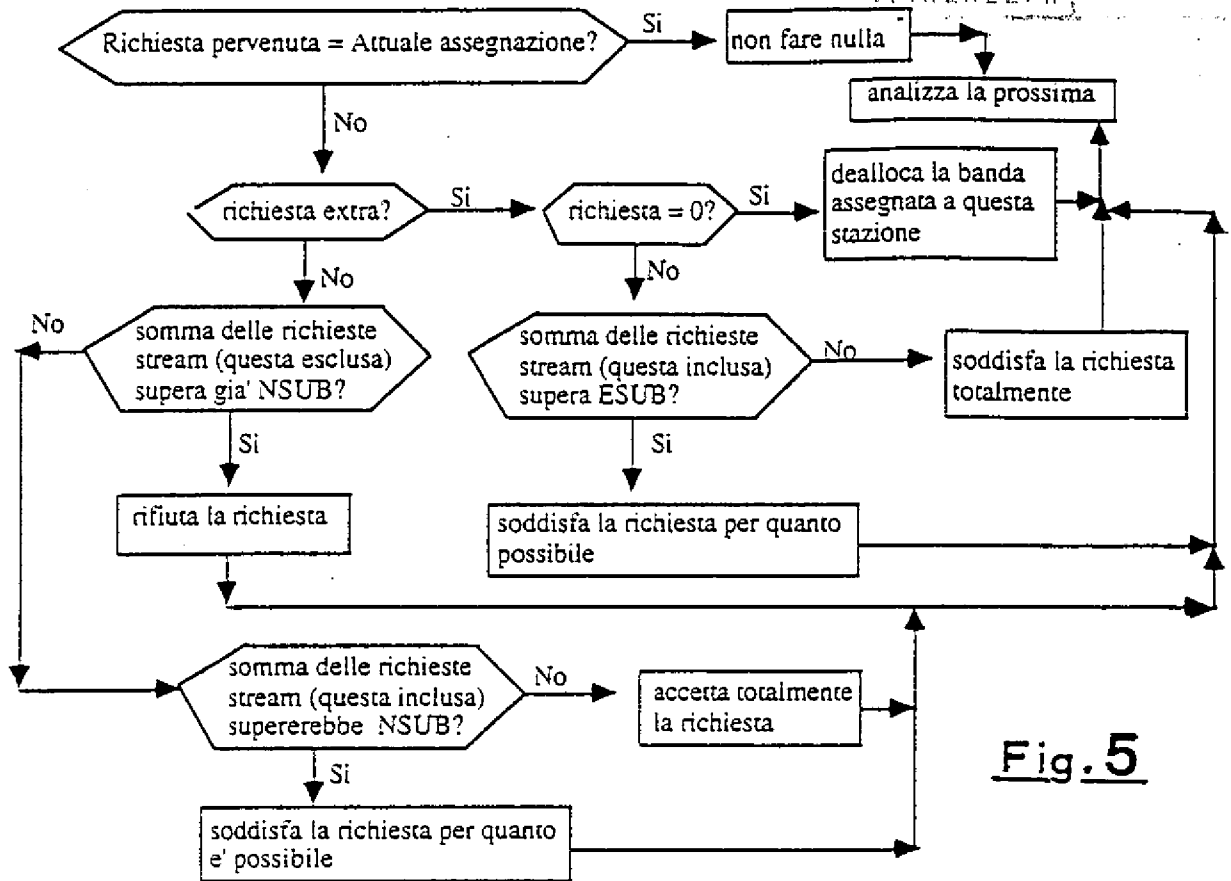
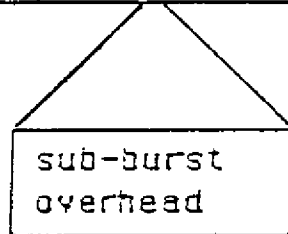
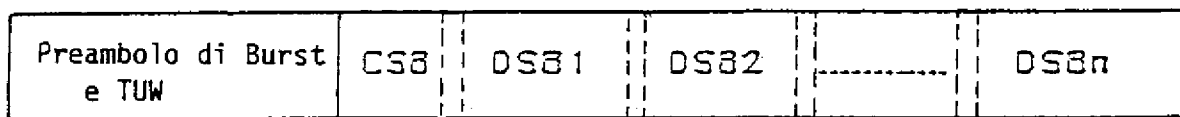
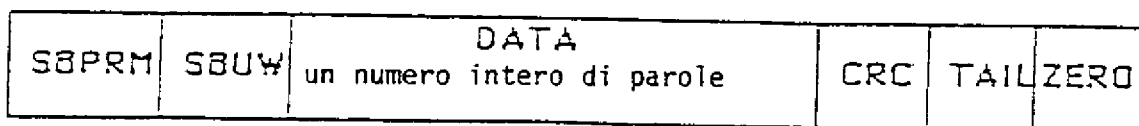


Fig. 5



TUV = TRAFFIC UNIQUE WORD
= Preambolo - UW

Fig. 6



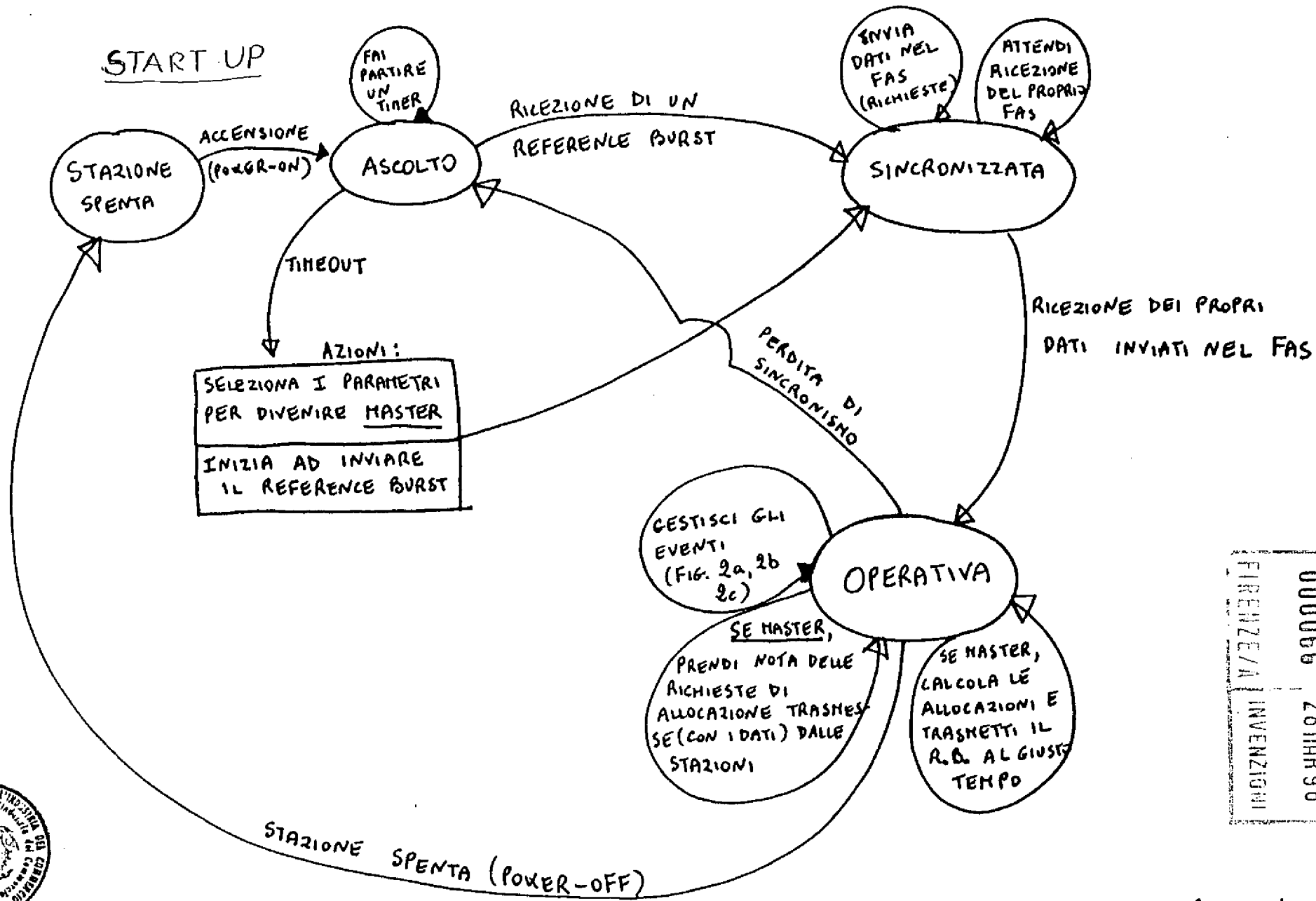
Tail overhead

Fig. 7



Marco Luigi Bardini
(Società Italiana Brevetti s.p.a.)
Iscritto all'Albo con il n. 223

START UP



000066 28 MAR 96
FIRENZE/VA INVENZIONI

FIG 8

L'UFFICIALE NOCANTE



Marco Luigi Bardini
(Società Tech. Progetti S.p.A.)
iscritto all'Albo con il n. 223

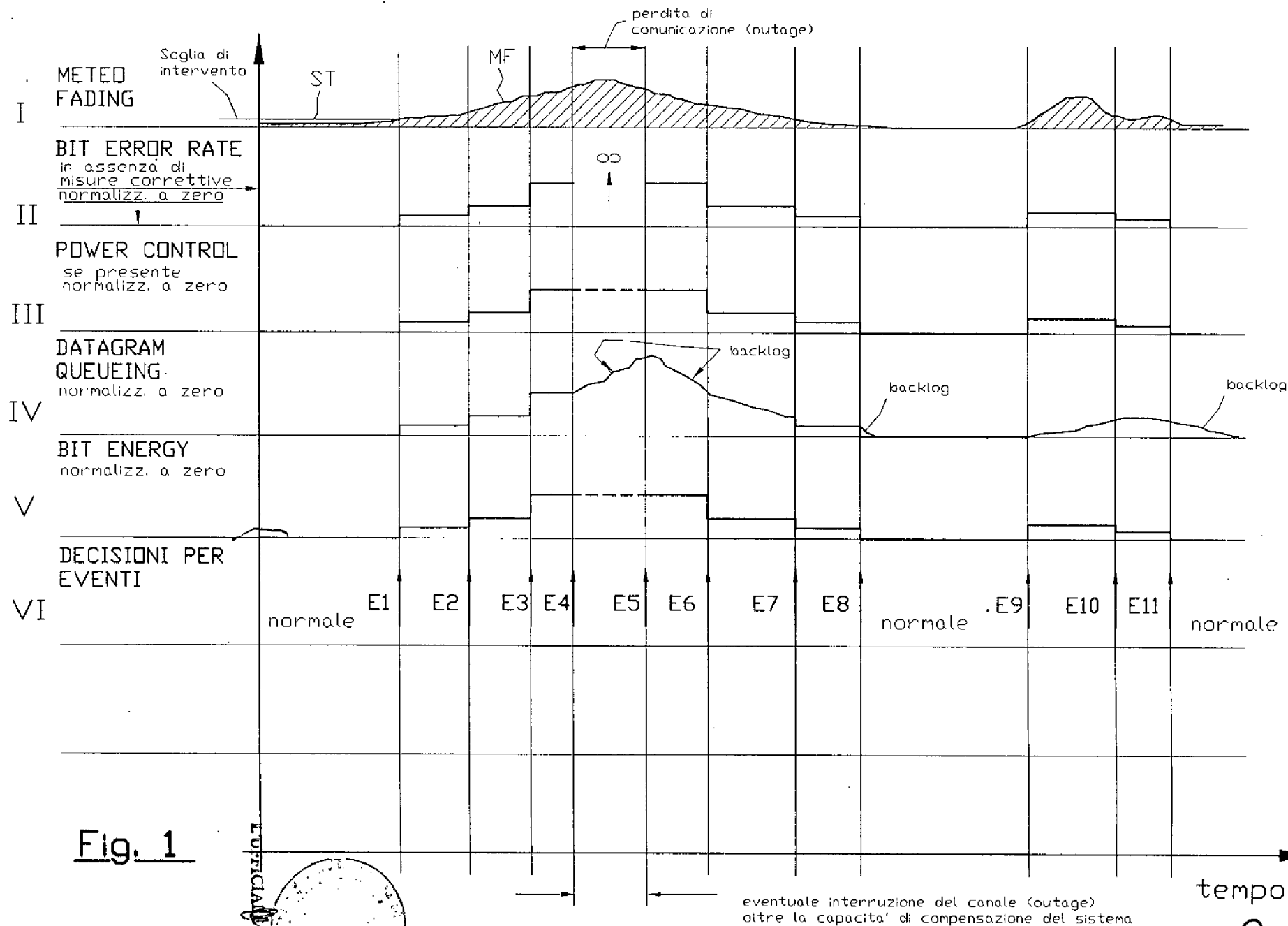
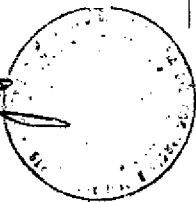


Fig. 1

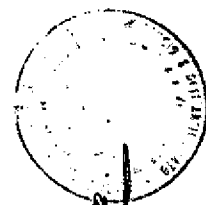
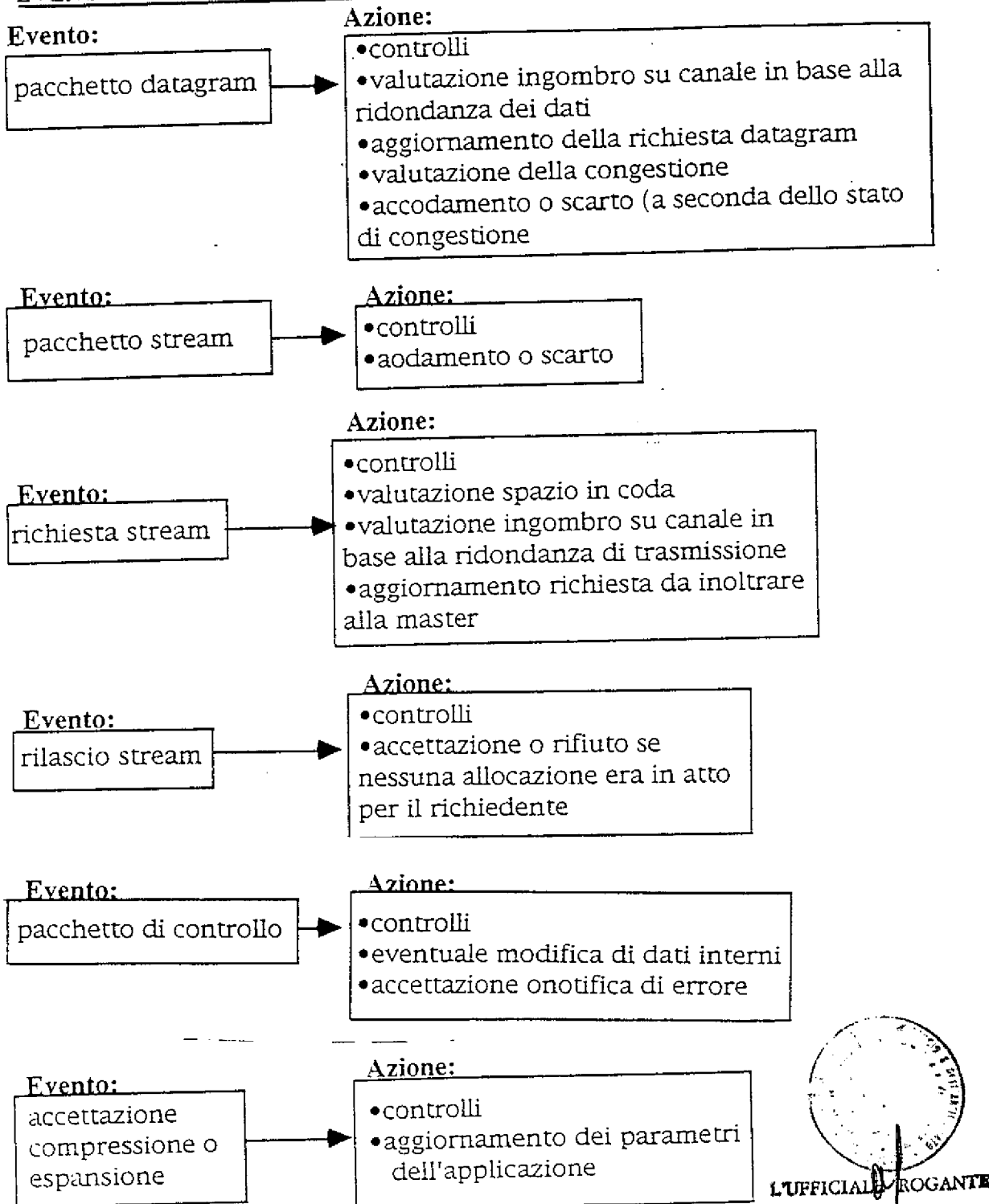
UFFICIO INCOGNITO



Marco Luigi Bardini
(Società Italiana Elettrotecnica s.p.a.)
iscritto all'Albo con il n. 23

FI/R/0030
23 MAR. 1996

EVENTI CAUSATI DALL' ARRIVO DI UN PACCHETTO ETHERNET

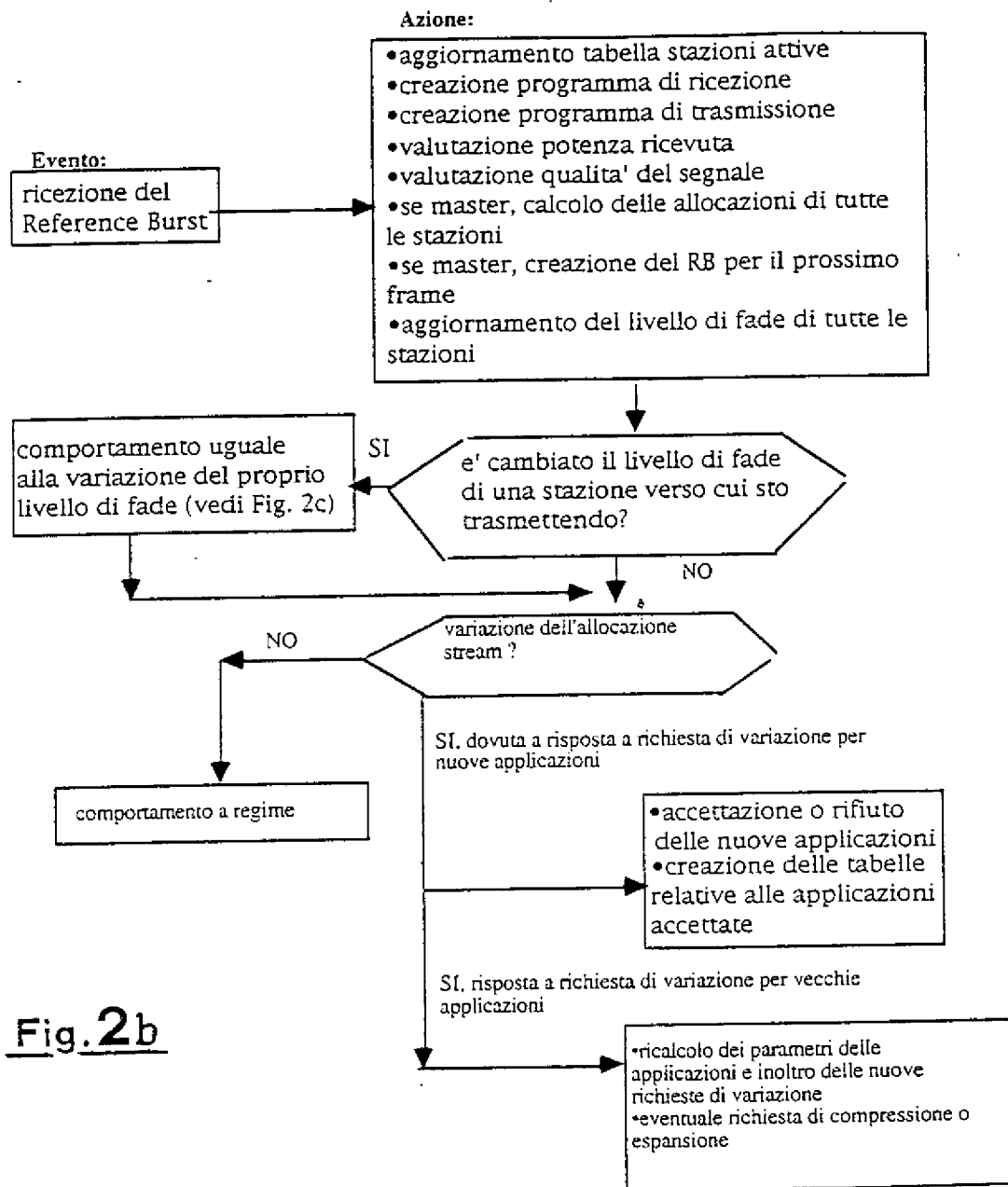
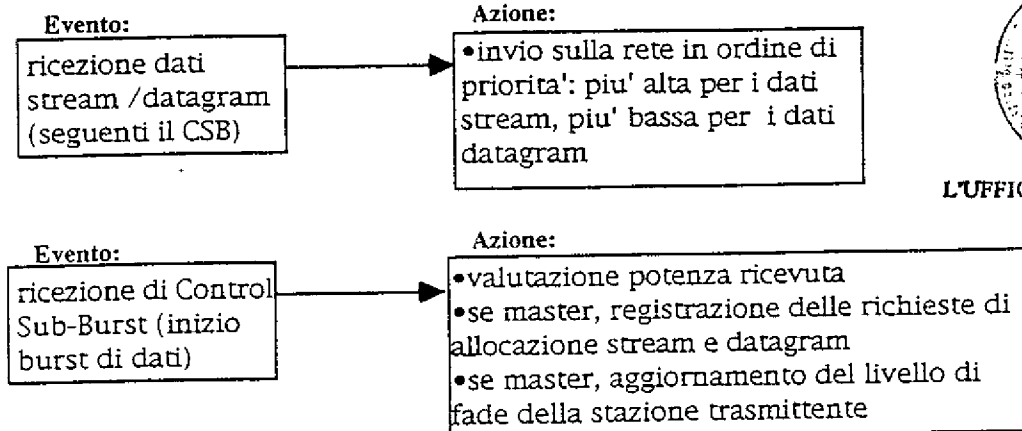


L'UFFICIALE ROGANTE

Fig. 2a

Mercato Luigi Bordini
 (Società Italiana Servizi S.p.A.)
 Iscritta all'A.R.S. con il n. 223

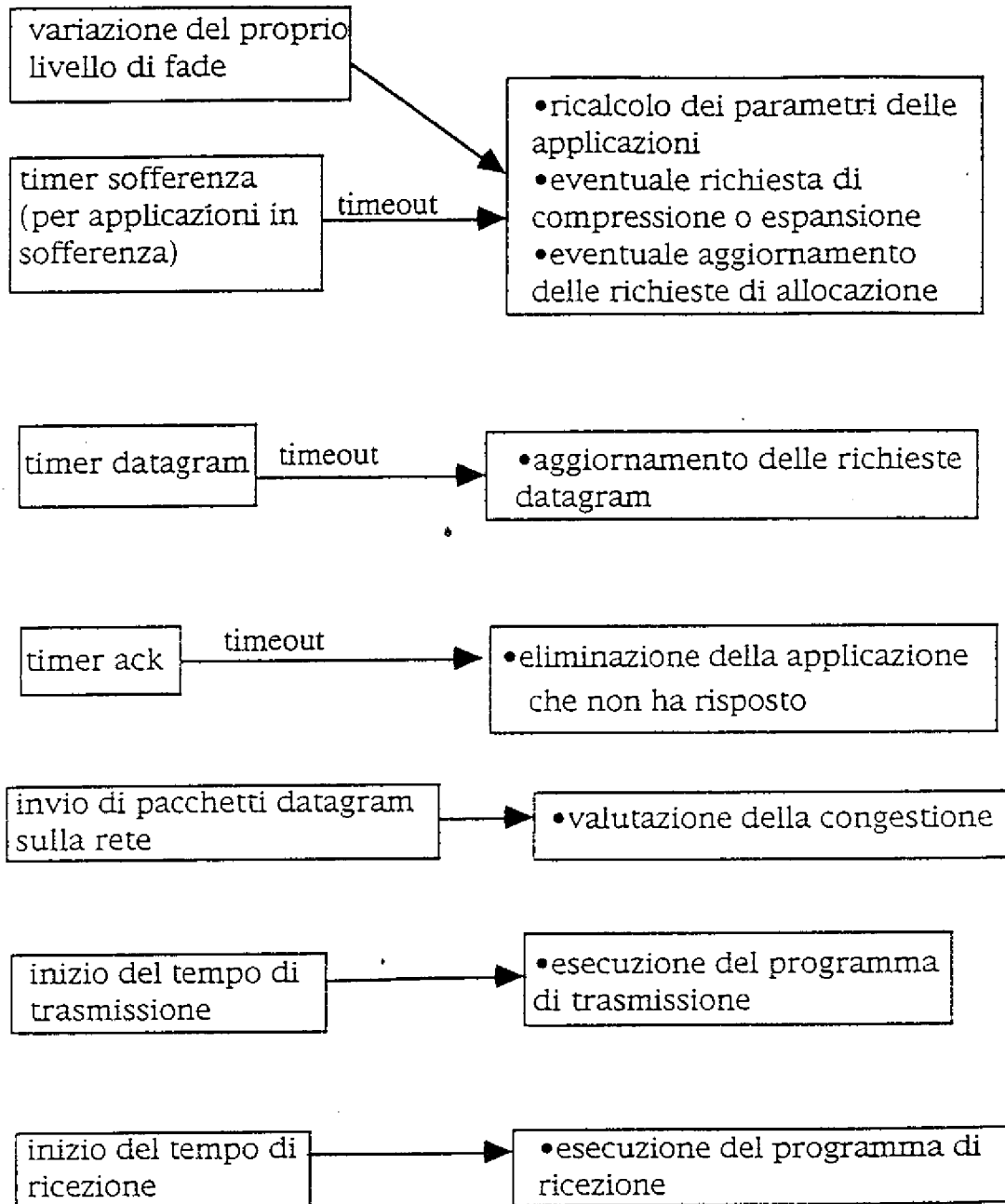
23 MAG. 1996

EVENTI CAUSATI DALL' ARRIVO DI DATI DA SATELLITEFig. 2b

L'UFFICIALE ROGANTE

Mario Luigi Bardini
(Società Italiana Telecomunicazioni)
isc. 129 all'Albo del n. 223

23 MAG. 1996

EVENTI GENERATI INTERNAMENTEFig. 2c

L'UFFICIALE ROGANTE

Marco Lulini Bardini
 (Società Individuale a Responsabilità Limitata)
 iscritto all'Albo con il n. 226

23 MAR. 1985

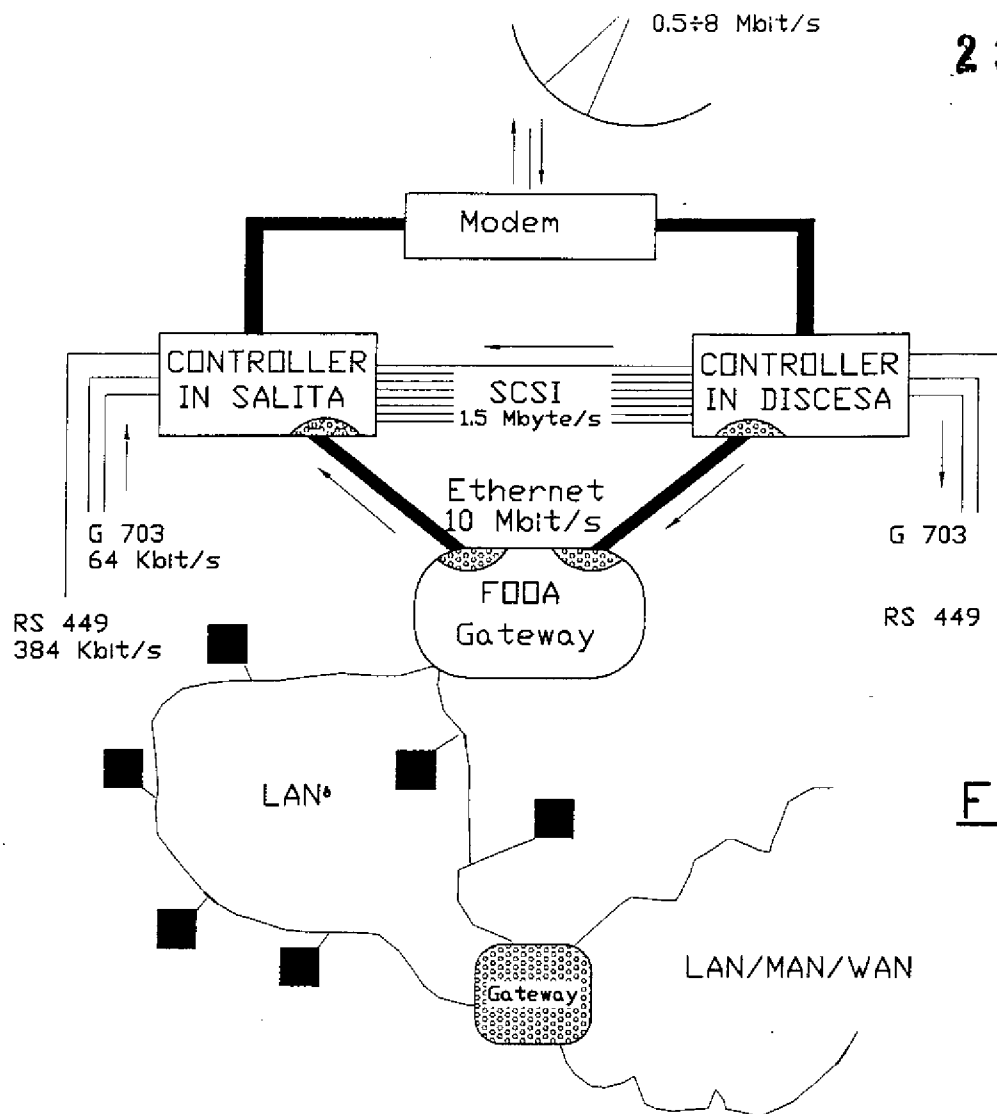


Fig. 3

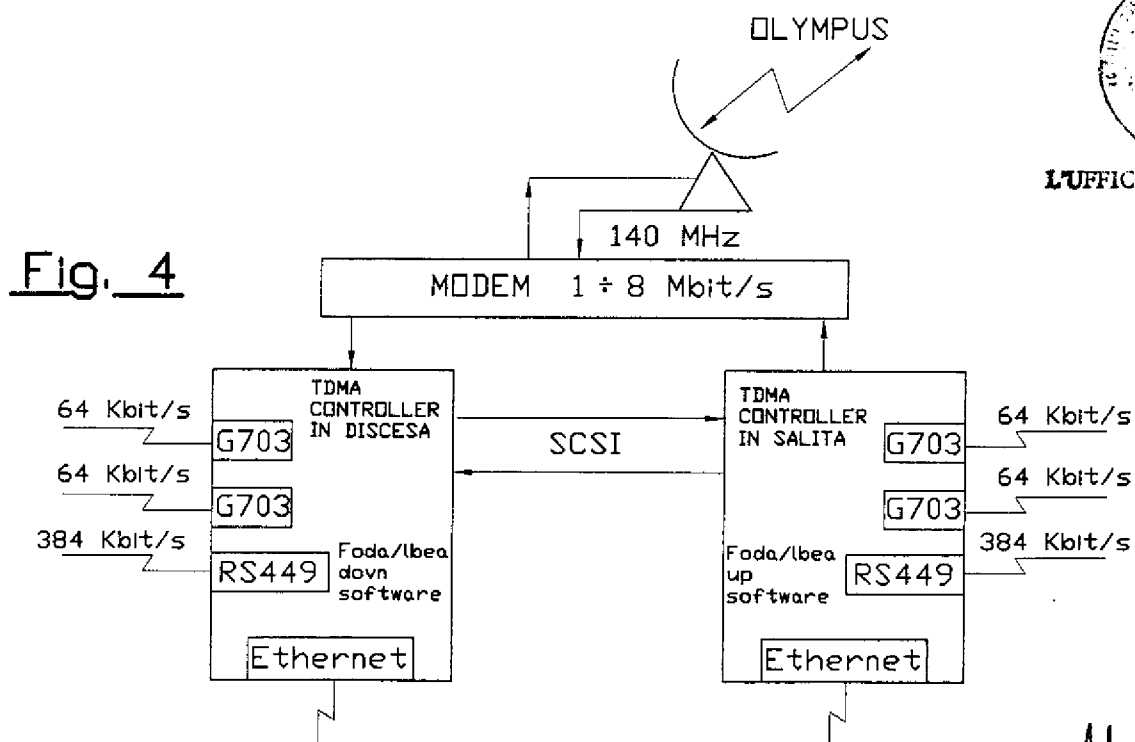
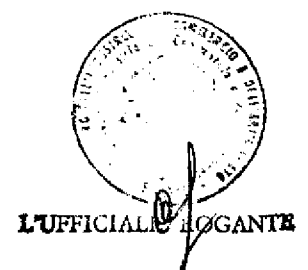


Fig. 4



Marco Luigi Bordini
(Società Italiana Brevetti s.p.a.)
iscritto al Tribunale con il n. 223

23 MAG. 1993

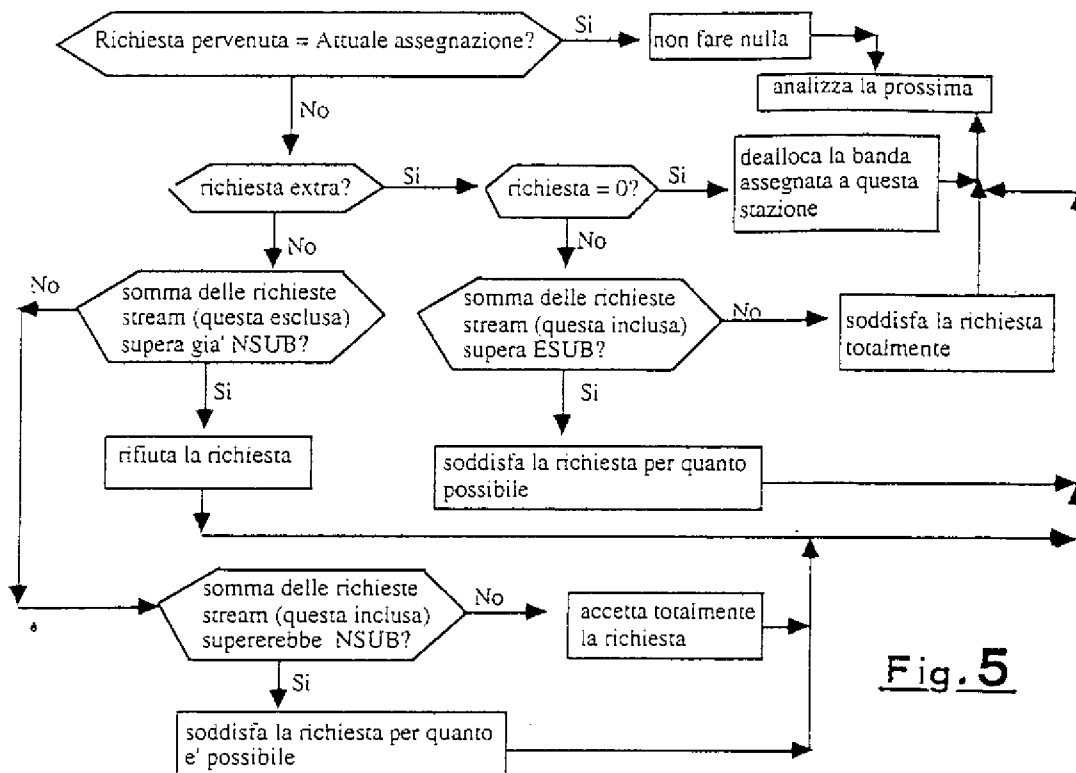
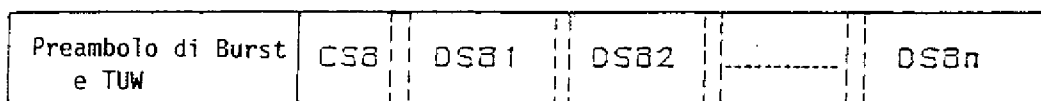
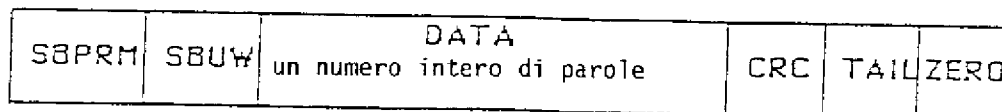


Fig. 5


sub-burst
overhead

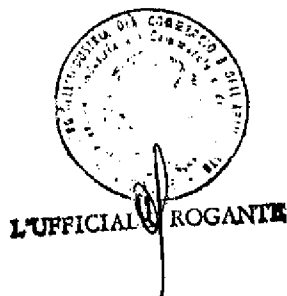
TUV = TRAFFIC UNIQUE WORD
= Preambolo + UW

Fig. 6



Tail overhead

Fig. 7


Marco Luigi Bardini
(Società Italiana Brevetti s.p.a.)
iscritto all'Albo con il n. 223

START-UP

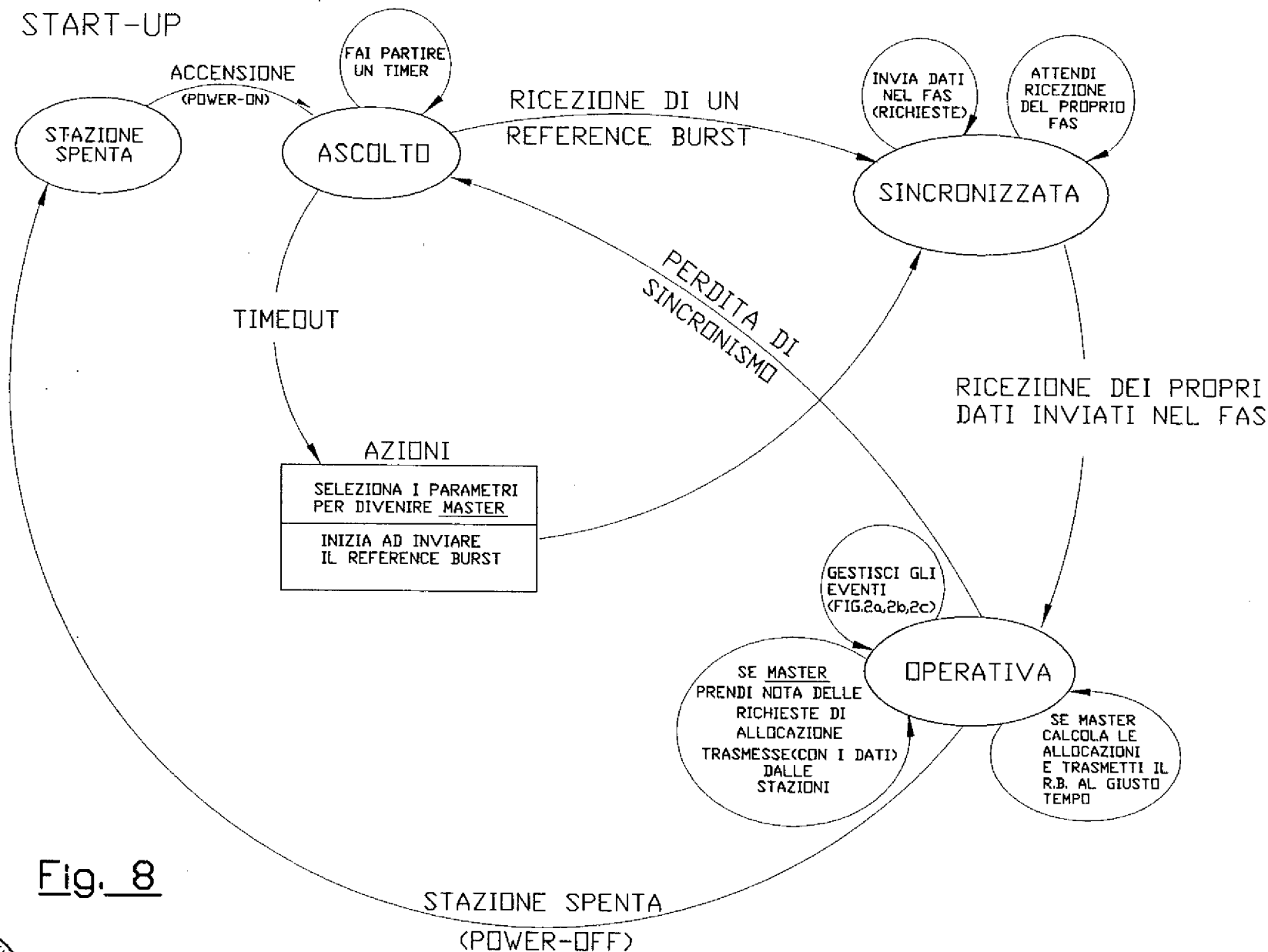
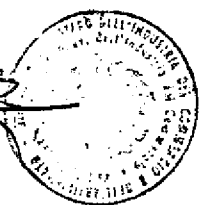


Fig. 8

FI/R/0080

23 MAR. 1996

L'UFFICIO ROGANTE



Marco Luigi Bardini
(Società Italiana Brevetti s.p.a.)
Inventore dell'Allo con il n. 223

