

# Appunti di Reti di computer

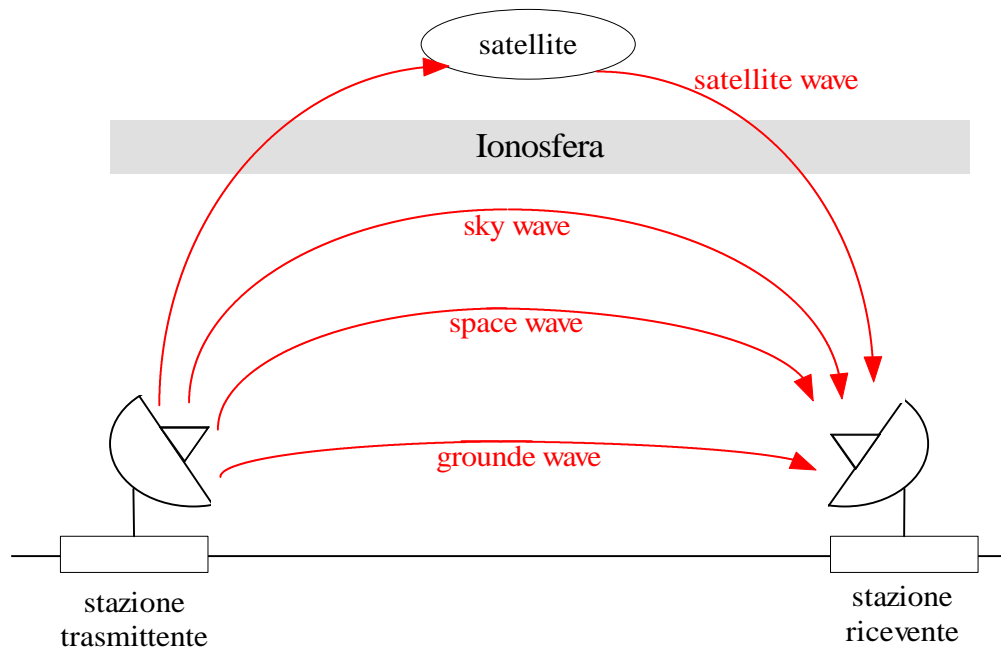
## Trasmissione via satellite

Aspetti generali delle trasmissioni via satellite.....	1
Tecniche di multiplazione nella trasmissione via satellite.....	5
Tecniche di trasmissione dati via satellite.....	6
Satellite delay unit.....	9
La tecnica TDMA.....	10

### ASPETTI GENERALI DELLE TRASMISSIONI VIA SATELLITE

La **trasmissione via satellite** ha rivoluzionato il mondo delle comunicazioni in quanto ha permesso la trasmissione dei dati, dei programmi radio-televisivi e delle comunicazioni vocali in modo istantaneo su scala mondiale.

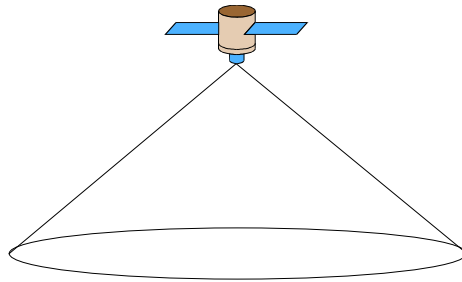
Uno schema sintetizzato di apparato per la **trasmissione-ricezione via satellite** è quello indicato nella figura seguente:



Le comunicazioni via satellite impiegano delle **antenne ricetrasmittenti** che lavorano alla frequenza delle **microonde**: una stazione situata a terra trasmette il segnale al satellite su una certa frequenza; il satellite, una volta ricevuto tale segnale, lo trasla su un'altra frequenza e lo ritrasmette verso altre stazioni situate sempre a terra.

Il motivo per cui vengono usate frequenze diverse per le trasmissioni da e verso il satellite sta nella necessità di evitare le "interferenze reciproche" tra i segnali.

Il segnale che il satellite ritrasmette verso terra può essere ricevuto da ogni stazione che si trovi all'interno del cosiddetto **cono d'azione** del satellite e che, ovviamente, sia sintonizzata sulla frequenza usata:



Il segnale trasmesso può contenere voci, immagini, dati o segnali TV.

Gli apparecchi che, sui satelliti, effettuano la ricezione e la trasmissione dei segnali sono chiamati **transponder**; questi apparecchi operano solitamente in tre diverse **gamme di frequenza**: la maggior parte degli attuali transponder opera nell'intervallo tra 4 e 6 GHz, ma ci sono anche transponder che lavorano nell'intervallo [12,14]GHz e nell'intervallo [21,30]GHz.

Per avere una idea della capacità trasmissiva dei satelliti attuali, si consideri quanto segue: un tipico satellite commerciale è dotato di circa 10 transponder e ciascuno di essi ha una capacità di 48 Mbps; in tal modo, il satellite ha una capacità complessiva di 480Gps. In termini ancora più concreti, il satellite *Intelsat VI*, lanciato nel lontano 1988, è in grado di supportare, contemporaneamente, 4 canali TV e più di 40.000 canali telefonici.

Oltre alla banda trasmissiva molto ampia, il satellite presenta anche altre caratteristiche vantaggiose:

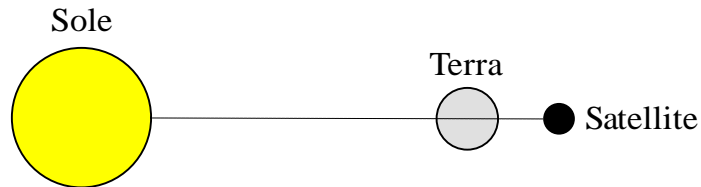
- esso garantisce un'ampia *copertura geografica*, dato che può servire regioni estese quanto, per esempio, gli Stati Uniti;
- permette di *raggiungere luoghi isolati o comunque difficilmente raggiungibili con altri mezzi*;
- *il costo della comunicazione via satellite è indipendente dalla distanza tra le stazioni terrestri*;
- infine, grazie alla capacità di diffusione (**broadcasting**), *lo switching della comunicazione verso diversi destinatari si realizza facilmente e senza unità specificamente dedicate a questa funzione.*

Il satellite presenta, d'altra parte, anche degli svantaggi:

- in primo luogo, proprio il fatto di avere una copertura geografica molto ampia comporta che tutte le stazioni di terra, situate nell'area coperta dal satellite, possano ricevere i segnali trasmessi, con conseguente *grave rischio di intercettazione di informazioni*

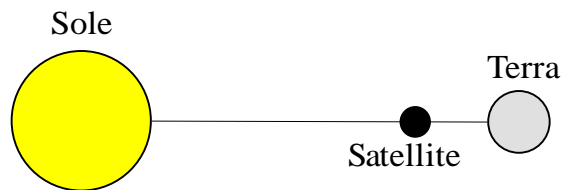
*riservate*; questo è il motivo per cui, anche e soprattutto nella trasmissione via satellite, si ricorre alla **crittografia**;

- inoltre, un problema rilevante è costituito dalle cosiddette **eclissi del satellite**, che si verificano quando la Terra viene a trovarsi sulla congiungente il satellite con il sole, in autunno e in primavera (cioè succede per un periodo di pochi minuti ogni 25 giorni):



Il problema, in questo caso, è che l'energia delle batterie solari del satellite diminuisce, a causa della interrotta alimentazione da parte dei raggi solari; questo può causare una perdita di potenza nei componenti elettronici del satellite, il che comporta un deterioramento della qualità del segnale;

- un altro tipo di eclissi, sempre relativamente al satellite, è la cosiddetta **eclisse di sole**, che si verifica quando il satellite si trova sulla congiungente tra la terra ed il sole:



In questo caso, si possono avere dei disturbi o dei rumori termici sul segnale ricevuto dal satellite;

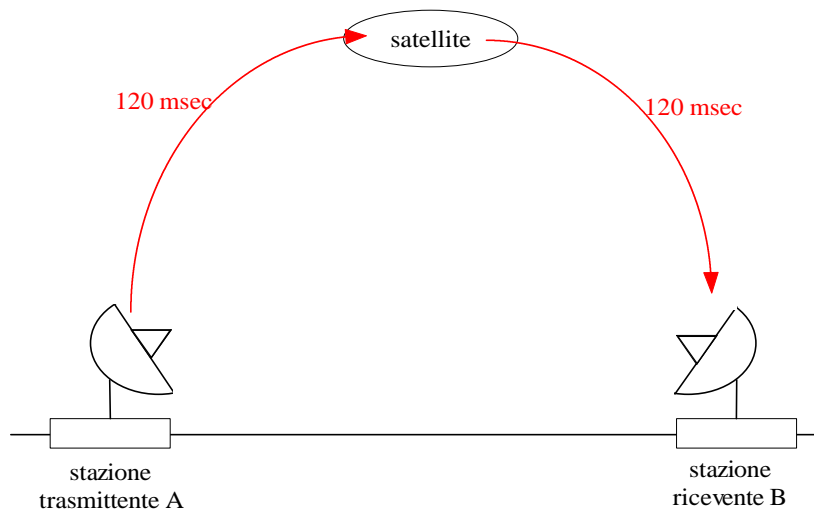
- ci sono poi problemi legati alle *interferenze sul segnale in viaggio per e da il satellite*: tali interferenze possono essere dovute sia ad altre trasmissioni via radio sia semplicemente all'azione dell'atmosfera terrestre, la quale, se soggetta a violenti temporali, può in effetti disturbare il segnale; in particolare, si verifica che le perturbazioni atmosferiche hanno ripercussioni tanto maggiori quanto maggiore è la gamma di frequenze utilizzata dal satellite: questo fa sì che si tratti di un problema rilevante soprattutto per quei satelliti (lanciati recentemente) che trasmettono sulla cosiddetta **banda KA**, cioè nell'intervallo [21,30]GHz. Si tratta di un inconveniente particolarmente deprecabile, dato che la banda KA, che ormai può essere tranquillamente utilizzata con le nuove tecnologie, ha diversi vantaggi: intanto, essa offre una banda di frequenze utili davvero molto ampia; in secondo luogo, essa non interferisce con nessun altro canale informativo (cosa che invece è possibile alle frequenze tra 4 GHz e 6 GHz); infine, essa necessita di antenne rice-trasmettenti di diametro più piccolo rispetto alle altre;
- un'altro limite è nel fatto che *è comunque limitato lo spazio disponibile per i satelliti sull' orbita geostazionaria* (cioè un'orbita circolare, sul piano equatoriale, a circa **36000 km** dalla Terra): quest'orbita è ora abbastanza affollata di satelliti, soprattutto sull'America e sull'Europa, e questo ostacola il lancio e l'utilizzo di altri satelliti. Per ovviare al problema, si sta pensando di ridurre le distanze minime tra satelliti vicini (distanze che

si misurano in gradi): si vorrebbe portare a **2°** la distanza per i satelliti che operano nelle bande [4,6]GHz e [12,14]GHz, mentre si vorrebbe arrivare addirittura ad **1°** per i satelliti che operano nella banda KA;

- un'altra cosa importante da osservare è la seguente: *i satelliti, essendo su un'orbita equatoriale, possono servire stazioni terrestri solo fino ad una determinata latitudine*. A questo fatto è legato il **tasso di errore** nella trasmissione via satellite: infatti, minore è l'angolo di inclinazione dell'antenna usata per puntare il satellite, maggiore è lo strato di atmosfera che il segnale deve attraversare e quindi maggiore è la probabilità di errore per la trasmissione dati.

Nel campo della trasmissione via satellite, l'errore di trasmissione ha degli effetti particolarmente deleteri, dati i lunghi tempi di propagazione del segnale: questo impone l'utilizzo, quando si usa il satellite per trasmettere dati, di sofisticate **tecniche di codifica** che permettano la ricostruzione esatta dei segnali senza necessità di ritrasmissione (si tratta di tecniche cosiddette di "forward error correction");

- infine, l'ultimo problema rilevante legato alla trasmissione via satellite (rilevante specialmente nella trasmissione dati) è legato al **tempo di propagazione del segnale**: si è stimato che *un messaggio scambiato tra due stazioni terrestri A e B, attraverso il satellite, impiega 120 msec per andare da A al satellite ed altrettanti per andare dal satellite a B, per un totale di **240 msec***:



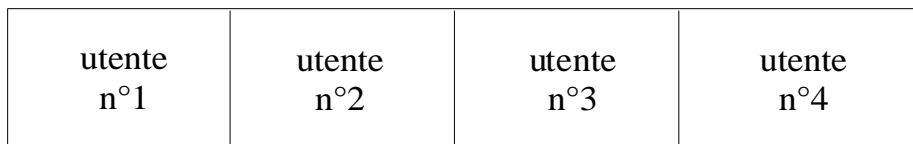
Anzi, questa stima vale solo se entrambe le stazioni sono all'equatore e "sotto" il satellite; se entrambe queste condizioni non sono verificate, il tempo impiegato può anche superare i 270 msec totali.

## TECNICHE DI MULTIPLAZIONE NELLA TRASMISSIONE VIA SATELLITE

Per sfruttare la grande ampiezza di banda del satellite, è necessario convogliare simultaneamente parecchie informazioni. Per fare questo, si usano due tecniche fondamentali:

- la tecnica della “**Frequency Division Multiplexing**” (brevemente **FDM**), ossia della multiplazione a divisione di frequenza;
- la tecnica della “**Time Division Multiplexing**” (brevemente **TDM**), ossia della multiplazione a divisione di tempo.

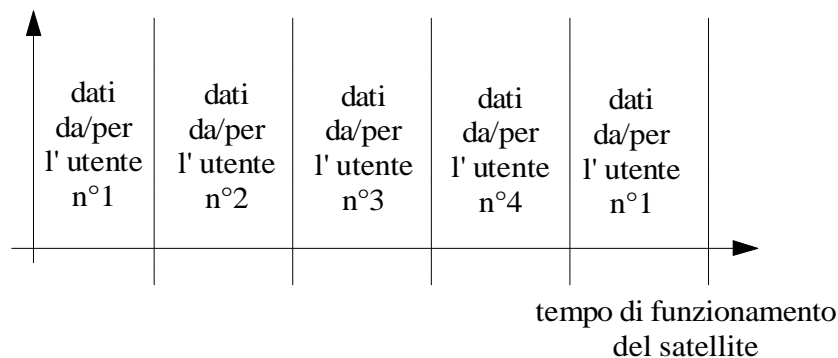
Il principio di fondo su cui si basa la tecnica FDM è illustrato nella figura seguente:



banda trasmissiva totale messa a disposizione dal satellite

Questa tecnica prevede che l’ampiezza totale della banda disponibile venga divisa in un certo numero di intervalli (nella figura sono 9, ma è solo un esempio), ciascuno dei quali viene messo a disposizione di un solo canale trasmissivo; in questo modo, ogni utente (cioè ogni canale) utilizza la propria banda trasmissiva, contemporaneamente agli altri utenti, per trasmettere dati, immagini o voce.

Nella tecnica TDM, invece, la divisione non viene più effettuata sulla banda di frequenza disponibile, bensì sul tempo di funzionamento del satellite:

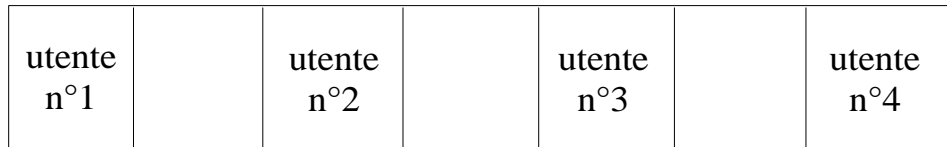


In questa tecnica, il tempo di funzionamento del satellite è suddiviso in periodi unitari, chiamati **time-slot**, fissi e ripetitivi; durante 1 intervallo, trasmette 1 solo utente, il quale ha a disposizione tutta la banda disponibile; una volta esaurito l’intervallo di tempo a propria disposizione, tale utente smette di trasmettere o ricevere e subentra l’utente successivo, il quale utilizza a sua volta l’intervallo di tempo a propria disposizione e così via.

Un inconveniente comune alle due tecniche è costituito dalla possibilità che gli utenti facciano un uso saltuario della risorsa a loro assegnata: per esempio, se viene usata la tecnica FDM, per certi periodi di tempo vi saranno alcuni canali trasmissivi (cioè alcuni intervalli di frequenza) scarsamente utilizzati; se, invece, viene usata la tecnica TDM, vi sarà un numero più o meno grande di time-slot

inutilizzati. Ci sono ulteriori tecniche, come ad esempio la **TDMA**, che pongono rimedio a questo inconveniente nel caso si utilizzi la tecnica TDM.

Un inconveniente presentato solo dalla FDM è invece costituito dal fatto che sono possibili interferenze tra canali che trasmettono su intervalli di frequenza adiacenti: per evitare la presenza di queste interferenze, è necessario lasciare una banda di frequenza non allocata (denominata **guardband**) tra le frequenze assegnate ad un canale e quelle assegnate ai canali adiacenti. La situazione è dunque quella schematizzata nella figura seguente:



banda trasmissiva totale messa a disposizione dal satellite

E' chiaro che un accorgimento di questo tipo comporta la riduzione della banda di frequenza effettivamente utilizzabile.

Un altro problema presentato dalla tecnica FDM è un tasso di errore non nullo dovuto alla traslazione dei segnali da parte del transponder: si è infatti detto in precedenza che il satellite riceve un generico segnale su un certo intervallo di frequenza e poi, prima di ritrasmetterlo, lo trasla su un'altro intervallo di frequenza; questa operazione può comportare degli errori nella trasmissione.

Nonostante questi inconvenienti, la tecnica FDM è molto utilizzata per le trasmissioni analogiche (specialmente dei canali vocali o di quelli TV), mentre la tecnica TDM è sempre più utilizzata per le trasmissioni digitali come la TV ad alta definizione (**HDTV**, "High Definition TV") e le applicazioni multimediali. Esiste anche la possibilità di un uso promiscuo della FDM e della TDM:

- in primo luogo si definiscono i vari canali su base FDM, ossia si divide la banda complessiva di trasmissione dal satellite in vari intervalli unitari;
- successivamente, alcuni di questi canali (specialmente quelli usati per i dati) vengono usati con multiplazione TDM, in modo da servire utenti multipli sulla base dei vari time-slot.

## TECNICHE DI TRASMISSIONE DATI VIA SATELLITE

Nel paragrafo precedente sono stati illustrati pregi e difetti delle tecniche TDM e FDM. Si può pensare di evitare gli inconvenienti presentati da queste due tecniche tramite delle tecniche nate appositamente per assegnare alle stazioni, su base dinamica, la capacità di trasmettere dati: una di queste tecniche è quella di **poll/select**, ma essa ha il grosso inconveniente di determinare spesso rendimenti disastrosi dei canali trasmissivi. Vediamo perchè.

In primo luogo, è necessario che o il satellite o una qualsiasi delle stazioni terrestri svolga funzioni di **master**: supponiamo, ad esempio, che sia il satellite a svolgere tale funzione. Il meccanismo è il seguente:

- il satellite interpella la stazione A (cioè fa il "poll" della stazione A) per sapere se essa ha necessità di trasmettere o meno; la richiesta del satellite impiega 120 ms per giungere alla stazione A e la risposta della stazione impiega altri 120 ms per raggiungere il satellite; ci vogliono dunque 240 ms perchè il satellite sappia se A deve trasmettere o no;

- supponiamo che A non voglia trasmettere, per cui il satellite passa alla stazione B; se ci sono 100 stazioni e tutte rispondono negativamente al poll del satellite, è chiaro che il satellite impiega 24 secondi per effettuare l'intero ciclo: si tratta di un tempo che rende il **polling negativo** un evento catastrofico;
- se invece A vuole trasmettere, una volta ricevuta la richiesta da parte del satellite, essa invia i dati al satellite, per cui sono necessari 240 ms perchè il satellite riceva i dati da A;
- supponiamo allora che tali dati siano diretti alla stazione B; il satellite deve fare il "*select*" della stazione B, per verificare se è in grado di ricevere, e ciò richiede ovviamente altri 240 ms (120 ms per la richiesta e 120 ms per la risposta);
- se B risponde positivamente, occorrono poi altri 120 ms perchè essa venga raggiunta dai dati; in totale, quindi, il tempo necessario perchè i dati vadano da A a B è di 600 ms (240+240+120).

Adesso vediamo come cambiano le cose se le funzioni di master sono svolte da una stazione a terra. In questo caso, oltre ai dati, anche le funzioni di poll e di select da parte del master devono "passare" per il satellite, con un evidente peggioramento dei tempi. Supponiamo ad esempio che sia la stazione C a fare da master:

- per fare il poll della stazione A, la stazione C invia la richiesta al satellite (120 ms), il quale la invia alla stazione A (120 ms); la stazione A risponde inviando la risposta al satellite (120 ms), il quale la invia a sua volta alla stazione C (120 ms); occorrono dunque 480 ms perchè C sappia se A deve trasmettere o meno; se le stazioni sono in totale 100 e tutte rispondono negativamente al poll, la stazione master impiega 48 secondi per effettuare l'intero ciclo, ossia un tempo doppio rispetto a quello visto prima;
- supponiamo invece che A voglia trasmettere, il che significa che la risposta di A è costituita dai dati: quindi, dopo 480 ms, la stazione C riceve i dati inviati da A; a questo punto, la stazione C deve fare il select della stazione destinataria, ad esempio la stazione B: il select necessita di altri 480 ms (120+120+120+120): nel caso che B sia pronta a ricevere, sono necessari 120 ms perchè i dati vadano da C al satellite e altri 120 ms perchè i dati vadano dal satellite a B;
- in totale, sono necessari 1200 ms (1,2 secondi) perchè i dati passino da A a B: con un tempo del genere, il rendimento complessivo di una risorsa come il satellite diventa veramente basso.

Il rendimento dei **protocolli a domanda e risposta** come quello appena descritto dipende anche da altri due fattori:

- il tempo di propagazione dei segnali;
- la lunghezza dei blocchi di dati che vengono trasmessi.

La dipendenza da entrambi questi fattori è di tipo inversamente proporzionale e i motivi sono abbastanza intuitivi:

- per quanto riguarda il primo fattore, è chiaro che, per ogni domanda e ogni risposta, le stazioni in comunicazione devono attendere che i segnali si propaghino tra mittente e destinatario e, durante questa attesa, non possono che rimanere inattive;

- in secondo luogo, quando una stazione trasmette blocchi di dati corti, essa sfrutta solo una parte del tempo o dell'intervallo di frequenza a propria disposizione, il che significa che sfrutta solo una parte della capacità trasmissiva della linea.

Facendo studi dettagliati del rendimento in funzione del tempo di propagazione e della lunghezza dei blocchi, si è trovato che *i lunghi tempi di propagazione del satellite consigliano l'utilizzo delle tecniche a domanda e risposta principalmente per il trasferimento dei dati piuttosto che per applicazioni di tipo interattivo*: infatti, per il trasferimento dei dati, è possibile scegliere la lunghezza dei blocchi in modo da minimizzare l'effetto negativo dovuto alla distanza.

Le cose potrebbero anche migliorare, nel caso del trasferimento dei dati, se fosse possibile inviare un treno di blocchi senza dover attendere la conferma per ogni blocco; si comportano in questo modo le cosiddette **tecniche a finestra** (in inglese "window"): secondo queste tecniche, una stazione, una volta autorizzata alla trasmissione, può inviare un certo numero di blocchi consecutivi, senza dover attendere alcuna risposta, fino al massimo permesso dalla *window*. In tal modo, mentre il primo blocco è ancora in viaggio, la stazione può far partire il secondo e poi il terzo e così via, minimizzando così l'effetto del ritardo di propagazione.

Ci si potrebbe chiedere, allora, quali miglioramenti si possono ottenere estendendo quanto più è possibile la dimensione della finestra:

- supponiamo che il canale via satellite in esame consenta una velocità di trasmissione di 50 kbps (ossia 50000 byte al secondo) e che la stazione trasmittente invii blocchi lunghi 1000 bit; supponiamo inoltre che la finestra sia di 8 blocchi;
- la stazione invia i suoi primi 8 blocchi (8000 bit), impiegando un tempo di 160 ms ( $8 \cdot 1/50$  s);
- poi deve aspettare la conferma della stazione ricevente; quando arriva questa conferma? Servono 160 ms perchè gli 8 blocchi vengono immessi in linea, 120 ms perchè essi arrivino al satellite, altri 120 ms perchè arrivino alla stazione ricevente, ancora 120 ms perchè tale stazione confermi la ricezione al satellite, infine 120 ms perchè la conferma della ricezione arrivi alla stazione trasmittente; in totale, il tempo che intercorre tra l'invio dei dati e la conferma della ricezione è di  $160+120+120+120+120=640$  ms;
- di questi 640 ms, la stazione trasmittente è impegnata solo per i primi 160 ms (che sono necessari per inviare i blocchi), mentre per i restanti 480 ms essa rimane inattiva; si ottiene in tal modo un rendimento del 25% (pari a  $160/640$ ).

Se invece la finestra fosse di 50 blocchi, la stazione trasmittente invierebbe 50 blocchi consecutivi, impiegando un tempo di 1 secondo ( $50 \cdot 1/50$  secondi), attendendo poi i soliti 480 ms. Il tempo complessivo è dunque di 1.48 secondi, il che fornisce un rendimento del 66% circa ( $1/1.48$ ). E' chiaro, quindi, che *il rendimento migliora all'aumentare della dimensione della finestra*.

E' facile verificare inoltre che *il rendimento migliora anche all'aumentare della lunghezza*. Consideriamo, per esempio, una finestra di 50 blocchi e una dimensione di 2000 bit per ciascun blocco: in questo caso, il tempo di trasmissione è doppio rispetto a quello visto prima, ossia vale 2,48 secondi; il tempo di attesa della stazione è sempre di 480 ms, per cui il rendimento è di circa l'80% ( $2 / 2.48$ ).

E' chiaro che, per aumentare sia la dimensione della finestra sia la dimensione dei blocchi, è necessario che le stazioni rice-trasmittenti terrestri abbiano una **capacità di memorizzazione** sufficientemente elevata: il motivo è che ogni stazione deve poter allocare in memoria tutti i blocchi

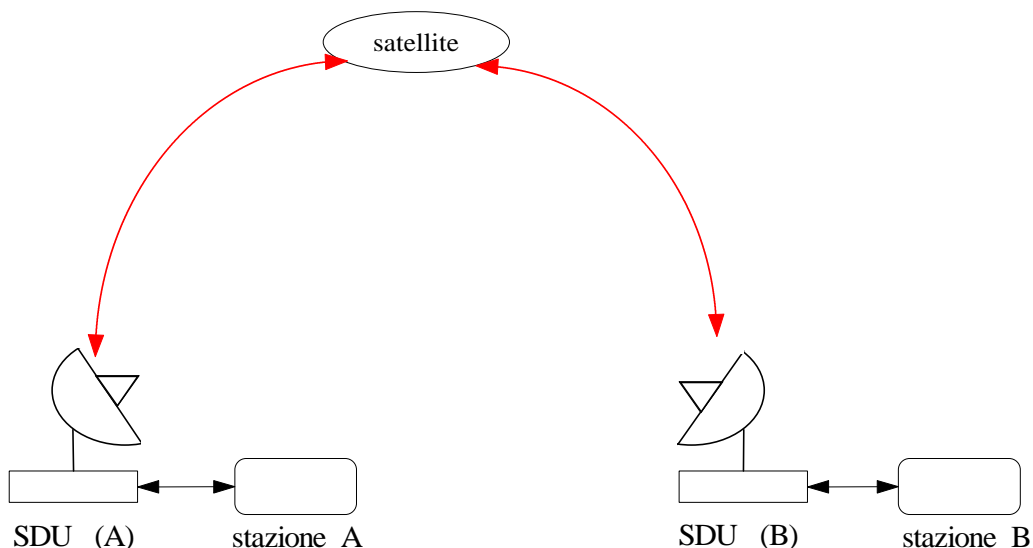


di una finestra, in modo da poter rimediare ad eventuali situazioni di errore; considerando che il costo delle memorie di massa va via via diminuendo, la rilevanza di questo limite è sempre minore.

Un limite più consistente è invece legato alla lunghezza dei blocchi di dati trasmessi: si tratta di un parametro che va impostato, di volta in volta, in modo da ottenere il desiderato tasso medio di errore. Per esempio, se non si vuole superare il limite di 1 errore ogni 1000 bit trasmessi, trasmettere blocchi da 1000 bit significa, in pratica, assicurarsi il collasso della linea; anche una lunghezza di 500 bit per blocco non sarebbe buona, in quanto servirebbe, in media, una ritrasmissione ogni due blocchi, con la stessa probabilità di errore anche per i messaggi trasmessi per la seconda volta. Per la trasmissione analogica via satellite, il **tasso medio di errore** è compreso tra  $10^{-5}$  (cioè 1 bit errato ogni centomila) e  $10^{-6}$  (cioè 1 bit errato ogni milione).

## SATELLITE DELAY UNIT

Spesso capita che ci siano due stazioni che devono trasmettere via satellite, ma che dispongono di un protocollo poco efficiente, ossia di un protocollo che non permette di sfruttare a pieno le potenzialità del satellite. In questo caso, si può utilizzare uno schema del tipo illustrato nella figura seguente:



Supponiamo che la stazione A debba trasmettere dati, attraverso il satellite, alla stazione B:

- A trasmette i dati, in base al proprio protocollo, ad un'altra stazione terrestre, che prende il nome di “**Satellite Delay Unit**” (brevemente **SDU**); la SDU riceve tali blocchi, confermandoli ad uno ad uno;
- successivamente, la SDU converte i dati ricevuti secondo il protocollo migliore ai fini dello sfruttamento del satellite: supponiamo, ad esempio, che si tratti del protocollo a finestra;
- la SDU invia quindi il primo treno di blocchi al satellite;
- il satellite, a sua volta, trasmette il treno di blocchi ad una seconda SDU terrestre; questa seconda SDU riceve il treno, lo memorizza e invia la conferma della ricezione;
- a questo punto, ci sono due passi contemporanei: da un lato, la SDU lato B riconverte il treno di blocchi nel protocollo originale e li invia alla stazione destinataria B e, contemporaneamente, la

SDU lato A, che prima ha ricevuto la conferma della ricezione, prende a trasmettere il successivo treno di blocchi verso il satellite.

Ovviamente, a questa descrizione va aggiunta la fase di select da parte della stazione A, la quale deve assicurarsi che la stazione B sia pronta a ricevere: in questo caso, però, la risposta (positiva o negativa) al select non viene da B, bensì dalla SDU collegata a B.

Una tecnica di questo tipo elimina, solo per il trasferimento dei dati, gli inconvenienti dei protocolli che non supportano la finestra; al contrario, nel caso di applicazioni conversazionali, essa non porta vantaggi, anzi peggiora la situazione proprio a causa delle due stazioni SDU intermedie. Si può allora ricorrere ad una soluzione del tipo seguente: si sistema, tra le stazioni A e B, un **collegamento a terra**, in modo che la trasmissione avvenga via satellite nel caso di alti volumi di traffico e via terra nel caso di piccoli volumi di traffico.

## LA TECNICA TDMA

Supponiamo adesso che ci siano più di due stazioni terrestri che debbano trasmettere dati attraverso il satellite. In questo caso, si usa un unico canale, in modo digitale, sul quale è possibile moltiplicare sia voce sia dati sia immagini; il traffico su questo canale è controllato da un protocollo primario/secondario senza polling, che prende il nome di **Time Division Multiple Access** (brevemente **TDMA**).

Secondo questa tecnica, gli slot di tempo vengono assegnati sulla base di una richiesta e la responsabilità dell'assegnazione è delegata ad una stazione terrestre chiamata **Reference Station**: essa accetta le richieste del canale trasmissivo da parte delle altre stazioni e, sulla base degli slot temporali e del tipo di richieste, assegna i vari slot alle stazioni secondarie. L'assegnazione viene fatta in modo **dinamico**, nel senso che ogni N treni trasmessi (dove N viene scelto in modo opportuno), viene fatta una nuova assegnazione per i treni successivi: questo meccanismo è permesso dal fatto che il formato dei treni di dati presenta dei **campi di controllo** in cui si possono immettere *richieste di prenotazione*.

Per realizzare un meccanismo di questo tipo, ciascuna stazione deve presentare le seguenti componenti di base:

- serve intanto un **adapter**, il quale collega le linee terrestri e accetta canali vocali digitali e linee per dati ciascuno con una prefissata velocità;
- serve poi il cosiddetto **Satellite Communication Controller**, al quale spetta la funzione basilare di assegnare i time-slot alle stazioni secondarie;
- serve inoltre un **burst modem**, il quale trasmette i dati, ad una velocità generalmente molto elevata, ad uno specifico transponder del satellite;
- servono infine un **dispositivo di rice-trasmissione** e una **antenna** che consentono fisicamente la rice-trasmissione dei dati tra la stazione e il satellite.

Autore: **SANDRO PETRIZZELLI**  
e-mail: [sandry@iol.it](mailto:sandry@iol.it)  
sito personale: <http://users.iol.it/sandry>  
succursale: <http://digilander.iol.it/sandry1>