

## Commutazione: di circuito e di pacchetto

La **commutazione** è quell'operazione che predispose il percorso che le informazioni emesse dal mittente devono seguire per raggiungere il destinatario.



La sottorete di comunicazione rappresenta il mezzo attraverso cui i vari terminali dialogano tra loro. In generale essa assicura il trasferimento corretto delle unità informative con ritardo contenuto e svolge funzioni di instradamento ed eventualmente di controllo e protezione dell'informazione in transito.

I componenti fondamentali della sottorete di comunicazione sono:

- **nodi di commutazione**: svolgono funzioni di instradamento, controllo degli errori e controllo di flusso e sono caratterizzati da una loro capacità elaborativa;
- **canali trasmissivi**: attuano la trasmissione fisica dei dati e sono caratterizzati da una specifica velocità trasmissiva.

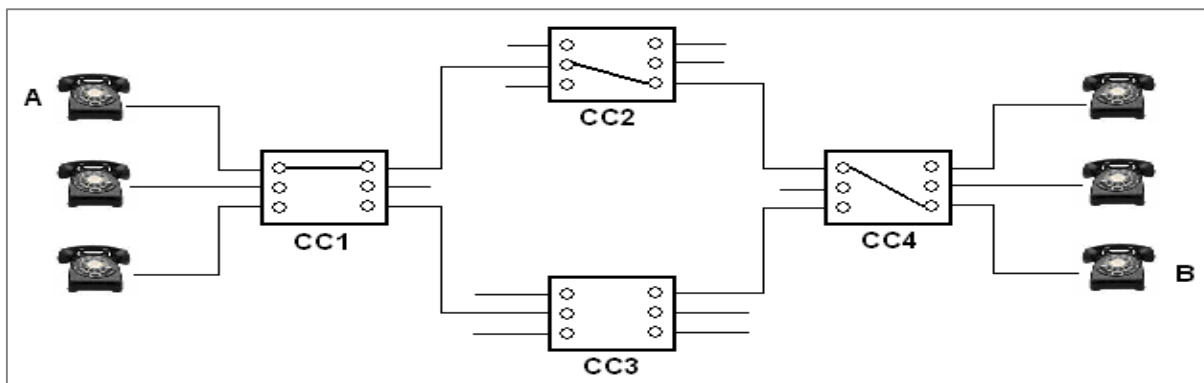
La tecnica di commutazione adottata nella sottorete può essere di due tipi:

- **COMMUTAZIONE DI CIRCUITO**
- **COMMUTAZIONE DI PACCHETTO**

### COMMUTAZIONE DI CIRCUITO

La **commutazione di circuito (circuit switching)** è utilizzata nelle linee telefoniche di natura analogica e prevede una connessione tra due nodi della sottorete realizzata attraverso un cammino fisico scelto, nodo per nodo, con assegnate modalità di instradamento. Il **messaggio** rimane **compatto** e gli viene assegnato un **percorso riservato** unicamente ad esso fino al termine della trasmissione. Il vantaggio è di avere la garanzia che, una volta stabilita la chiamata, questa **godrà per tutta la sua durata delle prestazioni richieste** (banda passante, ritardo costante). L'eventuale frazione di **capacità trasmissiva non utilizzata** (ad esempio, le pause di una conversazione telefonica) è **persa**, e questo è uno dei grossi limiti della commutazione di circuito.

Si può dire che la commutazione di circuito rappresenta la versione automatizzata dell'operazione che doveva fare manualmente la **centralinista telefonica di antica data**, armata di spinotti di fronte a un grande pannello di interconnessione.



Dal disegno, una volta che A ha composto il numero, la centrale di comunicazione più vicina (CC1), instrada la chiamata verso la centrale successiva del percorso desiderato (CC2) instaurando gli opportuni collegamenti e così via, fino ad arrivare a B.

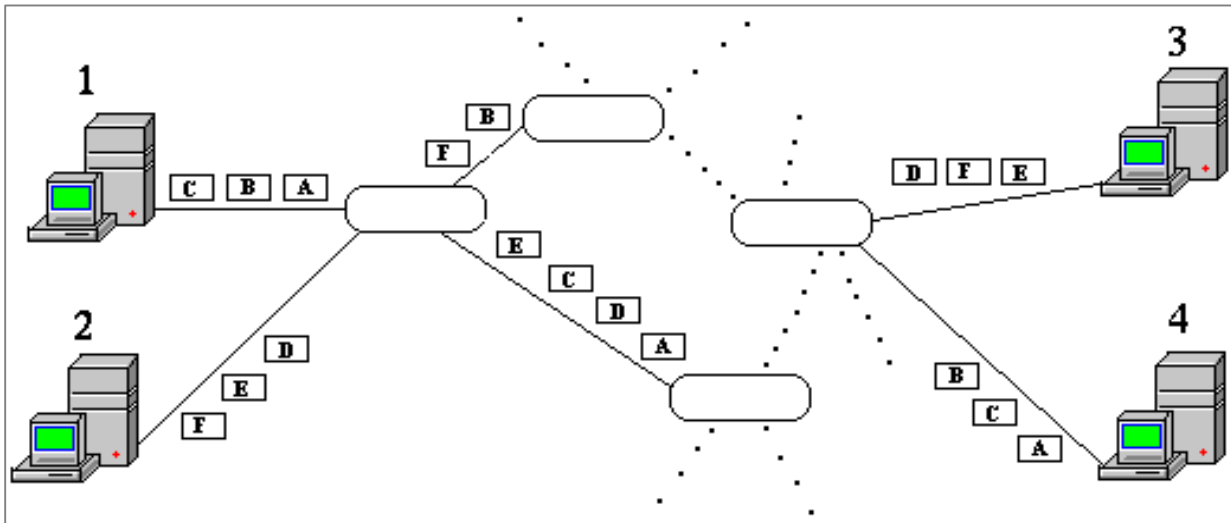
Si determina in tal modo una **connessione fisica** che simula un unico cavo tra le due stazioni. Questa connessione viene **assegnata permanentemente e unicamente** alla coppia di utenti A e B, ed è **mantenuta fino al termine della comunicazione**.

## COMMUTAZIONE DI PACCHETTO

La **commutazione di pacchetto (packet switching)** è una tecnica che si basa sulla **suddivisione del messaggio** da trasmettere in più unità autonome, i **pacchetti**, ciascuna corredata delle opportune informazioni di controllo, ad esempio gli identificativi del *mittente* e del *destinatario* e del *numero d'ordine del pacchetto* all'interno dell'intero messaggio.

Questa tecnica è utilizzata in **ambito** strettamente **digitale** e deve esistere una **capacità di instradamento autonoma** allocata nei singoli organi di commutazione della rete detti **nodi**.

Tipico della comunicazione di pacchetto è il **disordine nell'arrivo dei pacchetti** che in genere non crea nessun problema, anzi viene usato come strumento di controllo per il corretto arrivo dei dati.



Si rappresenta il caso in cui i computer 1 e 2 raffigurati a sinistra debbano inviare un file rispettivamente ai computer 3 e 4. L'informazione quindi in questa figura transita da sinistra a destra.

In realtà la figura rappresenta i *pacchetti* anziché i files. In Internet anche i file per essere trasferiti devono essere smembrati in piccole unità che si chiamano appunto pacchetti.

Nell'esempio in figura, il computer 1 invia il proprio file suddiviso nei pacchetti A, B e C, uno dietro l'altro in questo ordine mentre il computer 2 invia il proprio file suddiviso nei pacchetti D, E e F.

All'altra estremità dei percorsi vediamo che effettivamente i pacchetti A, B e C si dirigono verso il computer 4 ed i pacchetti D, E e F verso il computer 3.

Nella parte centrale della figura sono invece rappresentati i nodi che i pacchetti devono attraversare per giungere a destinazione. Si viene a stabilire così una **connessione logica** tra il mittente e il destinatario in quanto il percorso fisico non è fisso per tutta la durata della trasmissione dati.

E qui possiamo fare la prima osservazione importante: i **pacchetti viaggiano autonomamente** quindi può succedere che pacchetti appartenenti ad uno stesso file seguano percorsi diversi.

Infatti quando un nodo intermedio riceve un pacchetto decide qual è il percorso migliore che il pacchetto può prendere per raggiungere la sua destinazione. Questa strada può cambiare da pacchetto a pacchetto dipendentemente dalle condizioni di congestione della rete. Nella figura per esempio il pacchetto B segue un percorso diverso dai pacchetti A e C.

La seconda osservazione importante è che i pacchetti, proprio in virtù dei propri diversi percorsi **possono giungere a destinazione in un ordine diverso**. Nella figura vediamo infatti che il pacchetto B arriva per ultimo al computer 4 anche se era partito in seconda posizione.

I pacchetti vengono poi riassemblati nella loro forma originale quando arrivano sul computer di destinazione.

La **commutazione di pacchetto** permette quindi a più utenti di inviare informazioni attraverso la rete in modo efficiente e simultaneo, risparmiando tempo e costi sulle linee trasmissive. Infatti una rete a commutazione di pacchetto, permettendo a più comunicazioni la condivisione di uno stesso canale trasmissivo (cavo elettrico, etere, fibra ottica, ecc.), consente a tutti i computer connessi di condividere la capacità trasmissiva della rete.

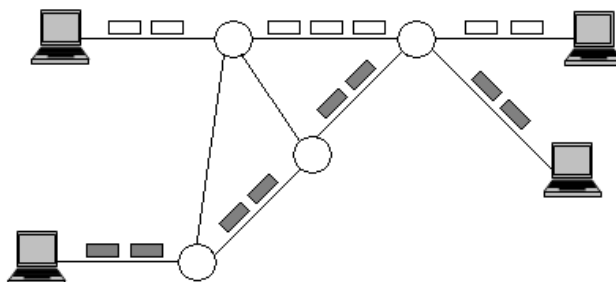
Mentre in una rete a **commutazione di circuito** la capacità del canale trasmissivo è interamente dedicata ad una specifica comunicazione.

## COMMUTAZIONE DI PACCHETTO A CIRCUITO VIRTUALE

Per **circuito virtuale** si intende un'associazione logica tra chiamante e chiamato per tutta la durata della comunicazione.

Quando due stazioni decidono di comunicare, **fissano inizialmente il percorso** (path) che i pacchetti dovranno seguire. L'intero trasferimento dei dati avverrà successivamente lungo questo **percorso** prestabilito che rimane **inalterato** e disponibile, **garantendo che tutti i pacchetti arrivino nella stessa sequenza con cui sono stati trasmessi**. La determinazione del path è di competenza dei singoli nodi interessati. **Al termine** del trasferimento si effettua l'**abbattimento del circuito virtuale**.

**Non ci sono risorse riservate al circuito virtuale.**



Caso particolare della modalità circuito virtuale è il servizio **circuito virtuale permanente**. In tal caso la rete assegna in modo permanente un circuito virtuale tra due nodi, vengono quindi a mancare le fasi di costruzione e abbattimento della connessione logica.