

Una prima classificazione sulle tipologie di comunicazione adottate nelle reti di calcolatori riguarda il tipo di occupazione del canale che hanno a disposizione mittente e destinatario. Si parla cioè di comunicazioni:

- **simplex**: quando l'informazione si veicola sempre in una sola direzione del canale (per esempio, reti televisive);
- **half duplex**: quando l'informazione si veicola in entrambe le direzioni del canale, ma non simultaneamente (per esempio, walkie talkie);
- **full duplex**: quando l'informazione si veicola in entrambe le direzioni anche simultaneamente (per esempio, autostrada).

Un'altra classe di modalità di comunicazione riguarda il tipo di inoltro delle informazioni sulla rete. In questi casi si parla di comunicazioni:

- **broadcast**, quando l'informazione viene inviata a tutti (o a molti) destinatari contemporaneamente e solo i destinatari interessati la trattengono;
- **punto-punto** (*point-to-point*) quando l'informazione è inviata all'unico destinatario connesso direttamente al mittente.

Quando invece si ha a che fare con mittenti e destinatari non direttamente connessi sulla rete (per esempio, reti WAN), subentrano due modi di comunicare molto importanti che determinano le due modalità tipiche con cui mittente e destinatario realizzano la loro interconnessione.

In questi casi si parla di comunicazione basata sui modelli:

- **orientato alla connessione**: mittente e destinatario suddividono il processo di comunicazione in tre fasi. Stabilire una connessione, comunicare attraverso quella connessione, rilasciare la connessione. È il modello usato, per esempio, quando si effettua una telefonata;
- **non orientato alla connessione**: in questo caso la comunicazione viene scomposta dal mittente in varie unità dotate ognuna delle informazioni necessarie per raggiungere il destinatario; una volta giunte a destinazione il ricevente dovrà ricostruirne il flusso ordinato e completo. Il modello è simile a quello usato dal servizio postale.

Dal punto di vista dell'infrastruttura utilizzata sulle reti geografiche, si possono adottare alcune modalità tipiche con cui realizzare la comunicazione, denominate **commutazioni**.

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.

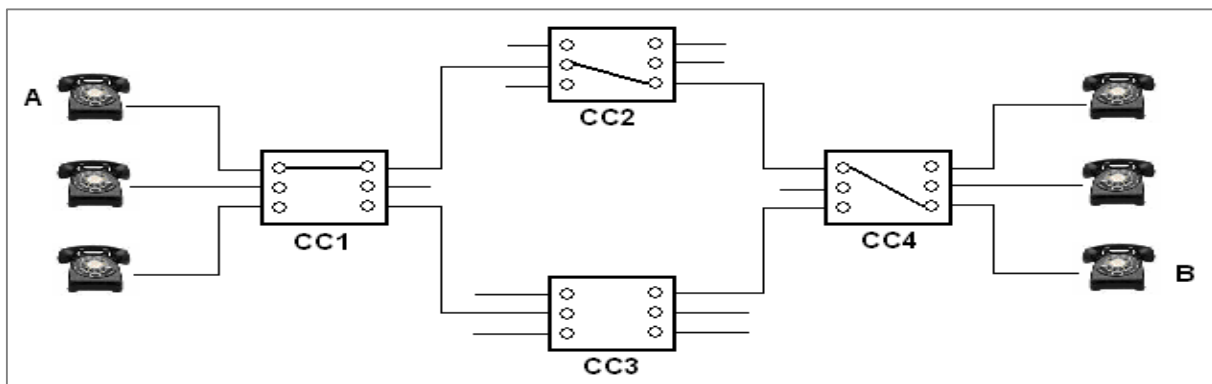
La tecnica di commutazione adottata nella sottorete può essere di due tipi:

- **COMMUTAZIONE DI CIRCUITO**
- **COMMUTAZIONE DI PACCHETTO**
- **COMMUTAZIONE DI PACCHETTO A CIRCUITO VIRTUALE**

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.

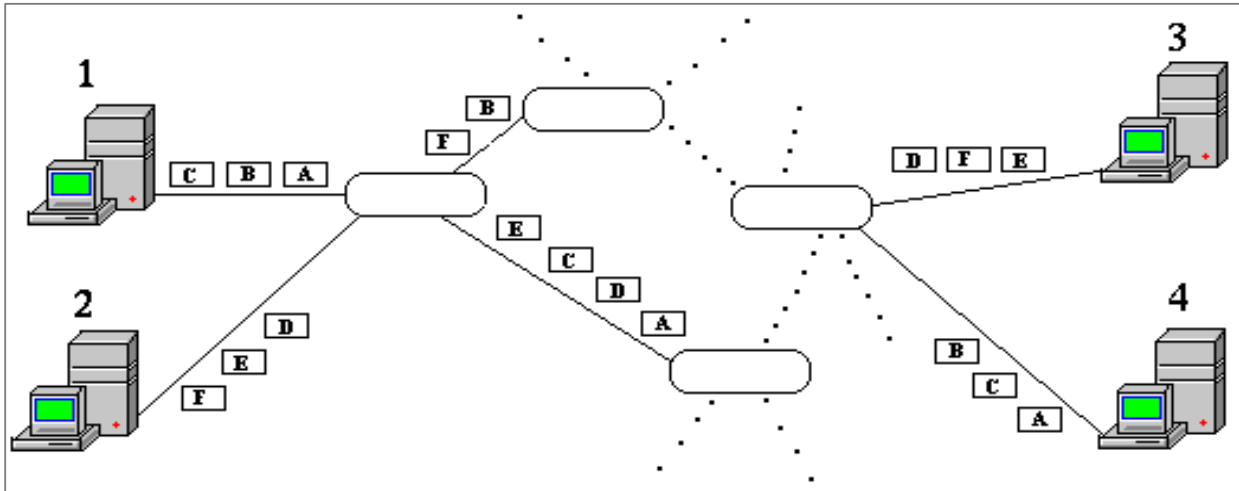
Si determina in tal modo una **connessione fisica** che simula un unico cavo tra le due stazioni. Questa connessione viene **assegnata permanentemente e unicamente** alla coppia di utenti A e B, ed è **mantenuta fino al termine della comunicazione**.

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.

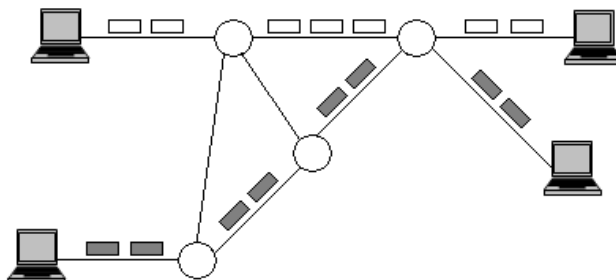
Mentre in una rete a **commutazione di circuito** la capacità del canale trasmissivo è interamente dedicata ad una specifica comunicazione.

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.

**VANTAGGI E SVANTAGGI
DELLA COMMUTAZIONE DI CIRCUITO E DI PACCHETTO**

COMMUTAZIONE DI CIRCUITO	COMMUTAZIONE DI PACCHETTO
<p>deriva da esigenze relative al traffico telefonico</p> <p>ambito analogico (utilizzata nelle vecchie linee telefoniche di natura analogica)</p> <p>uso continuo di un canale a banda stretta</p> <p>richiede per la sorgente e il destinatario la stessa velocità trasmissiva e ricettiva</p> <p>il messaggio rimane integro, non viene diviso in pacchetti</p> <p>la connessione tra due nodi viene realizzata attraverso un cammino fisico scelto nodo per nodo con assegnate modalità di instradamento</p> <p>bassa efficienza nell'uso del mezzo in quanto la connessione rimane in piedi anche quando i due utenti tacciono momentaneamente</p> <p>maggiore sicurezza dovuta all'uso in modo esclusivo del canale</p> <p>è conveniente nel caso di comunicazioni con grandi quantità di informazioni</p> <p>tempi richiesti (buona velocità):</p> <ul style="list-style-type: none"> - tempo di ricerca del percorso (rappresenta un sovraccarico di lavoro non sempre trascurabile): è il <i>tempo di attivazione</i> della connessione, consistente e variabile in funzione del traffico e della distanza tra due utenti - tempo di trasferimento fisico (non sono richiesti ulteriori tempi di instradamento) <p>il cammino rimane riservato alla connessione per tutta la sua durata</p> <p>perdita della connessione se il canale ha un guasto</p> <p>a meno che il canale non sia guasto, il messaggio godrà per tutta la trasmissione delle prestazioni richieste in quanto è l'unico a utilizzare il canale e quindi arriva facilmente a destinazione</p> <p>ordine nell'arrivo delle informazioni: viene sempre rispettata la sequenza delle informazioni trasmesse</p> <p>costo elevato a causa della allocazione privata del canale</p>	<p>è nata come esigenza di natura informatica</p> <p>ambito strettamente digitale</p> <p>uso intermittente di un canale a banda larga e ad alta affidabilità</p> <p>sorgente e destinatario possono avere velocità diverse</p> <p>l'informazione è segmentata in pacchetti (formati da un campo dati con l'informazione inviata dall'utente e da una intestazione contenente informazioni di servizio come l'indirizzo del destinatario e il num.progressivo del pacchetto)</p> <p>capacità di instradamento autonoma: ogni nodo (commutatore di pacchetto, di solito un router o uno switch) che riceve un pacchetto decide a quale nodo successivo inoltrarlo (scelta del percorso), indipendentemente dagli altri pacchetti relativi allo stesso messaggio</p> <p>efficienza nell'instradamento: condivisione di uno stesso canale trasmissivo tra più sorgenti, si ha così il massimo sfruttamento del canale</p> <p>problemi di sicurezza dovuti alla condivisione del mezzo</p> <p>è conveniente nel caso di comunicazioni di breve durata (basso numero di pacchetti)</p> <p>tempi richiesti (bassa velocità):</p> <ul style="list-style-type: none"> - il tempo di effettuazione del collegamento è nullo - tempo di instradamento è dato dalla somma dei tempi di instradamento di ogni pacchetto (dipende anche dalla velocità della linea di trasmissione) <p>i canali fisici sono utilizzati solo per il tempo strettamente necessario</p> <p>si adatta ad improvvise situazioni di congestione della rete o ai guasti: se un nodo risulta saturo, può comunicare tale situazione ai nodi adiacenti, i quali instraderanno i successivi pacchetti lungo percorsi alternativi</p> <p>se vi sono più pacchetti da trasmettere contemporaneamente vengono memorizzati in una coda, rischiando di fare ritardo o di essere scartati in caso di esaurimento della memoria disponibile per la coda → non si può garantire l'arrivo a destinazione di tutti i pacchetti</p> <p>probabile disordine nell'arrivo dei pacchetti</p> <p>costo basso grazie alla condivisione del canale</p>