



## **Evoluzione delle reti telefoniche**

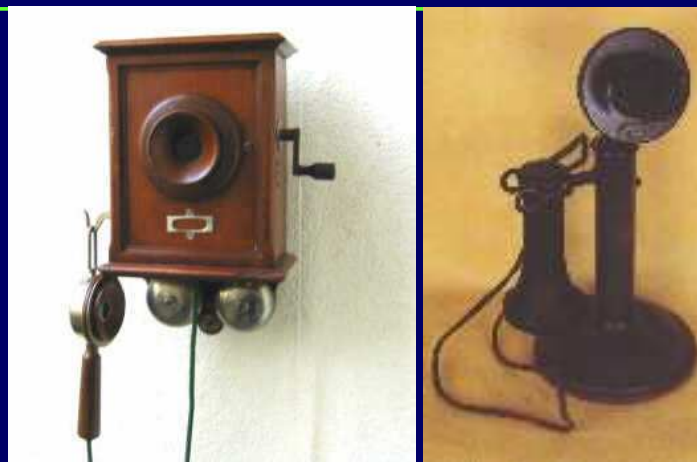
**Fine '800 – inizio '900:**

- **1876: brevetto del telefono di Bell**
- **Trasmissione analogica e commutazione manuale**
- **Architettura di rete non gerarchica**

## **Evoluzione delle reti telefoniche**

**Fine '800 – inizio '900:**

- **1891: brevetto del selettore Strowger**
- **1894: prima centrale elettromeccanica**
- **1895: esperimenti di Marconi**



**Telefoni inizio '900**



Telefoni inizio '900



Posto operatore

**Centrale telefonica;  
New York 1910**



**Cablaggi su pali**



## Selettore Strowger



## Evoluzione delle reti telefoniche

**Anni '40 e '50:**

- Autocommutatori elettromeccanici (1938: relè)
- Prima "teleselezione" (coinvolge più centrali)

## **Evoluzione delle reti telefoniche**

**Anni '60:**

- **Introduzione della trasmissione e della commutazione numerica PCM (Pulse Code Modulation)**

## **Evoluzione delle reti telefoniche**

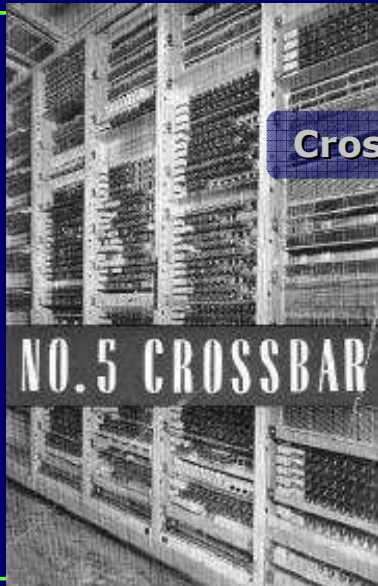
**Anni '60:**

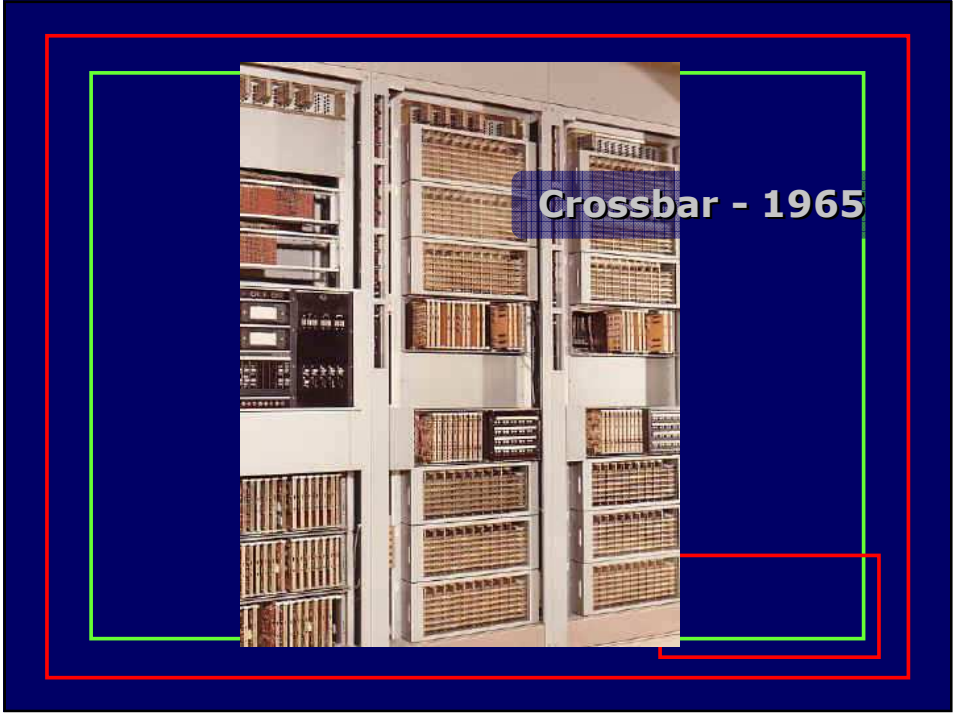
- **Elaboratori elettronici per il controllo delle centrali (programma registrato)**
- **1965: prima centrale elettronica (Saccasunna - USA - ESS1)**

## Operatrici telefoniche



## Crossbar - 1952





## **Evoluzione delle reti telefoniche**

**Anni '70:**

- **Diffusione delle reti PCM**
- **Introduzione dei sistemi di segnalazione a canale comune (SS7)**

## **Evoluzione delle reti telefoniche**

**Anni '70:**

- **1975: prima centrale interamente elettronica (Chicago - ESS4)**

## **Evoluzione delle reti telefoniche**

**Anni '80:**

- **Completamento (??) della IDN (Integrated Digital Network)**
- **Definizione e prime installazioni di ISDN (Integrated Services Digital Network)**

## **Evoluzione delle reti telefoniche**

**Anni '80:**

- **Diffusione delle reti cellulari analogiche**

## **Evoluzione delle reti telefoniche**

**Anni '90:**

- **Diffusione (??) di ISDN**
- **Introduzione delle reti intelligenti**

## **Evoluzione delle reti telefoniche**

**Anni '90:**

- **Definizione della Broadband-ISDN (ATM)**
- **Diffusione delle reti cellulari numeriche**

## **Evoluzione delle reti telefoniche**

**2000:**

- **Trasporto della voce su reti a pacchetto (Internet telephony)**
- **Reti cellulari a commutazione di pacchetto (GPRS) e a larga banda (UMTS)**

**Centrale ISDN - 1997**





## **Il telefono di Bell**

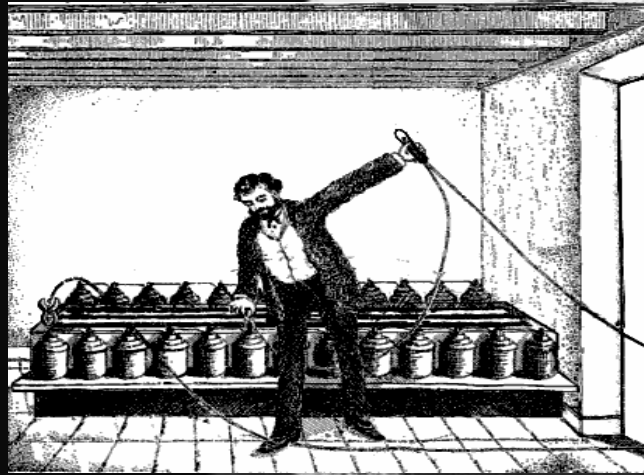
**Fino alla metà degli anni '60  
il "telefono" è rimasto  
sostanzialmente uguale  
al brevetto di Bell;  
ancora oggi i telefoni  
analogici sono molto simili**



## **Il telefono di Bell**

**Alexander Graham Bell depositò  
il brevetto il 14 febbraio 1876  
...qualche ora prima di Elisha Gray  
...mentre Meucci sperimentava  
un sistema analogo**

## Il telefono di Meucci



## Il telefono di Bell

**Il 10 marzo 1876 Bell  
presenta il primo  
telefono funzionante**



## Il telefono di Meucci



## Il telefono di Bell

Comprende

un microfono (trasmettitore)

un altoparlante (ricevitore)

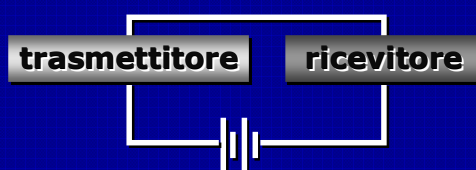


## Il telefono di Bell

Collegati da un circuito elettrico con una batteria in serie

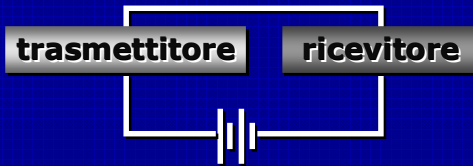


## Il telefono di Bell



**Il trasmettitore è una resistenza variabile che trasforma le onde di pressione sonore in un segnale elettrico**

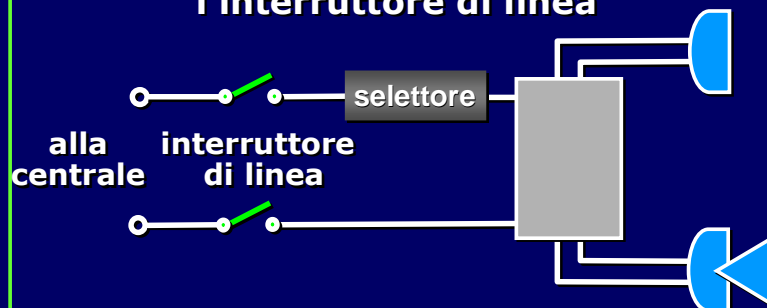
## Il telefono di Bell



**Il ricevitore opera la trasformazione inversa, vibrando al variare della corrente**

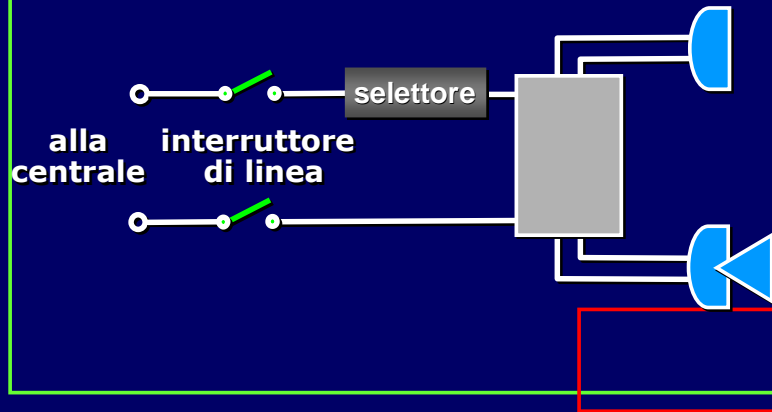
## Attivazione e selezione

**La linea viene attivata sganciando il micro-telefono, che chiude l'interruttore di linea**

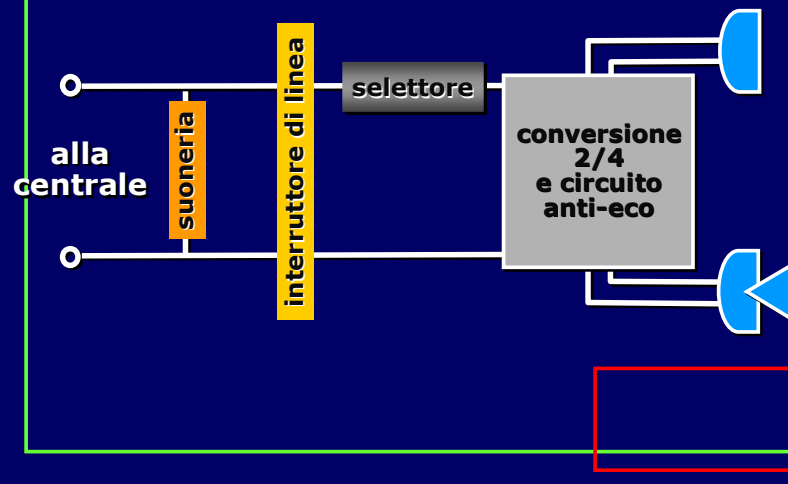


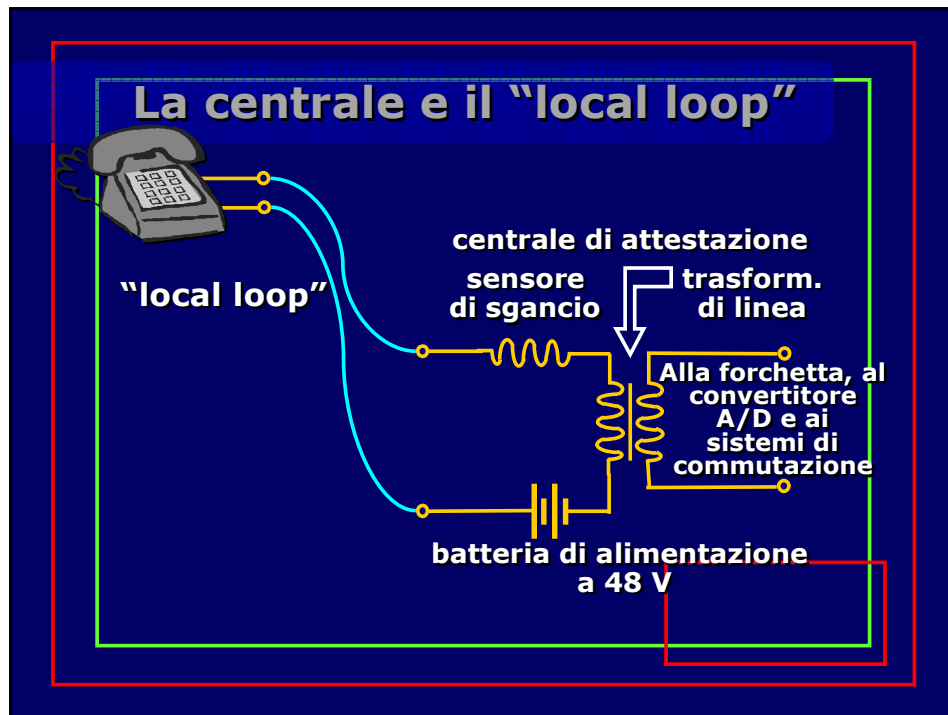
## Attivazione e selezione

Il selettore (disco o tastiera)  
è inserito in serie al circuito del telefono



## Schema a blocchi complessivo





### La centrale e il "local loop"

**Il sensore di sgancio è un relè a induttanza che sente il passaggio della corrente di alimentazione e abilita la porta di ingresso in centrale dedicando un convertitore A/D e una posizione di commutazione alla linea "attiva"**

## Toni di centrale

La centrale invia diversi segnali all'utente:

### Squillo:

→ Sinusoide a 20Hz, 75V rms, duty cycle [On/Off s - D.C.]  $\sim 1/1$

## Toni di centrale

La centrale invia diversi segnali all'utente:

### Selezione:

→ (350)+(440)Hz, tono continuo (USA)  
(440)+(480)Hz, D.C. complesso tu ..  
tuu ..... (EU)

## Toni di centrale

La centrale invia diversi segnali all'utente:

Linea disponibile:

→ (440)+(480)Hz, D.C. 2/4

## Toni di centrale

La centrale invia diversi segnali all'utente:

Linea occupata:

→ (480)+(620)Hz, D.C. 0.5/0.5

## Toni di centrale

**La centrale invia diversi segnali all'utente:**

**Fascio occupato:**

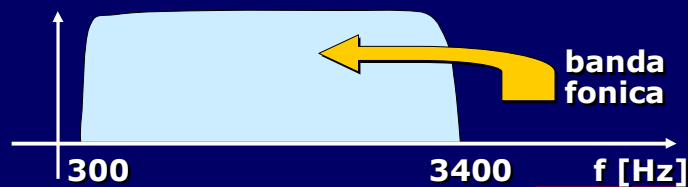
→ (480)+(620)Hz, D.C. 0.25/0.25

## Filtri e banda fonica

**Il segnale analogico tra telefono e centrale locale viene filtrato tra 300 e 3400 Hz per consentire il passaggio della continua di alimentazione e limitare la banda passante del sistema**

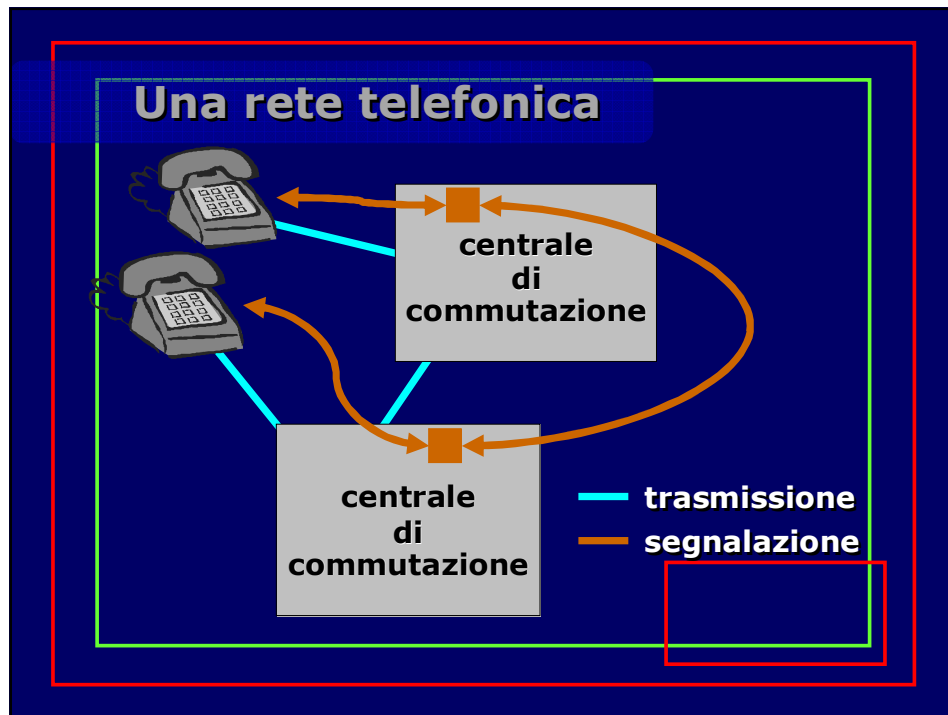
## Filtri e banda fonica

**Le centrali moderne  
convertono immediatamente  
il segnale in PCM**



## Il servizio base POTS (Plain Old Telephony Service)

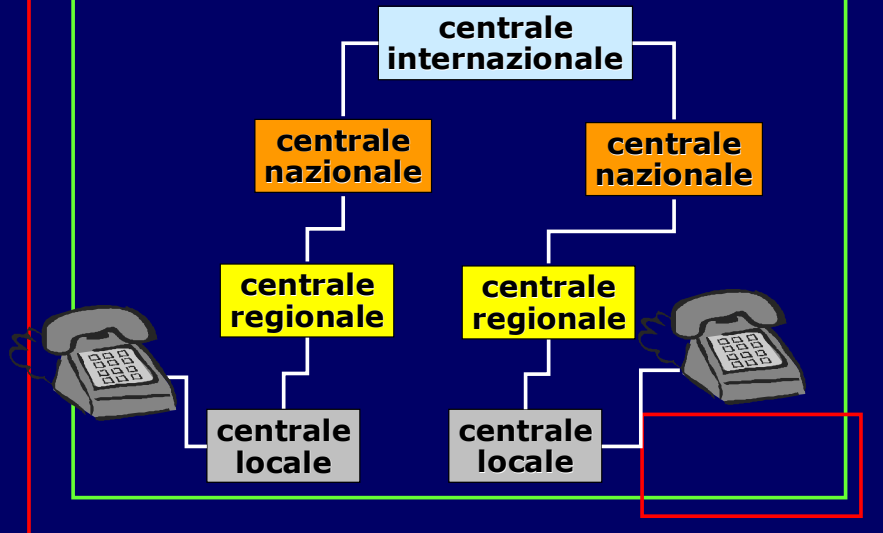
- La rete telefonica fornisce connessioni bidirezionali e simmetriche tra coppie di utenti
- Il servizio base funziona secondo un modello di chiamata in 3 fasi:
  - Fase di formazione (call setup)
  - Fase di conversazione
  - Fase di abbattimento



### Organizzazione gerarchica

**Il numero di livelli,  
la nomenclatura delle centrali  
e degli apparati variano  
da nazione a nazione.  
Riflettono sia le dimensioni  
del paese sia la "storia"  
della telefonia nella nazione**

## Organizzazione gerarchica



## La rete PSTN (Public Switched Telephone Network)

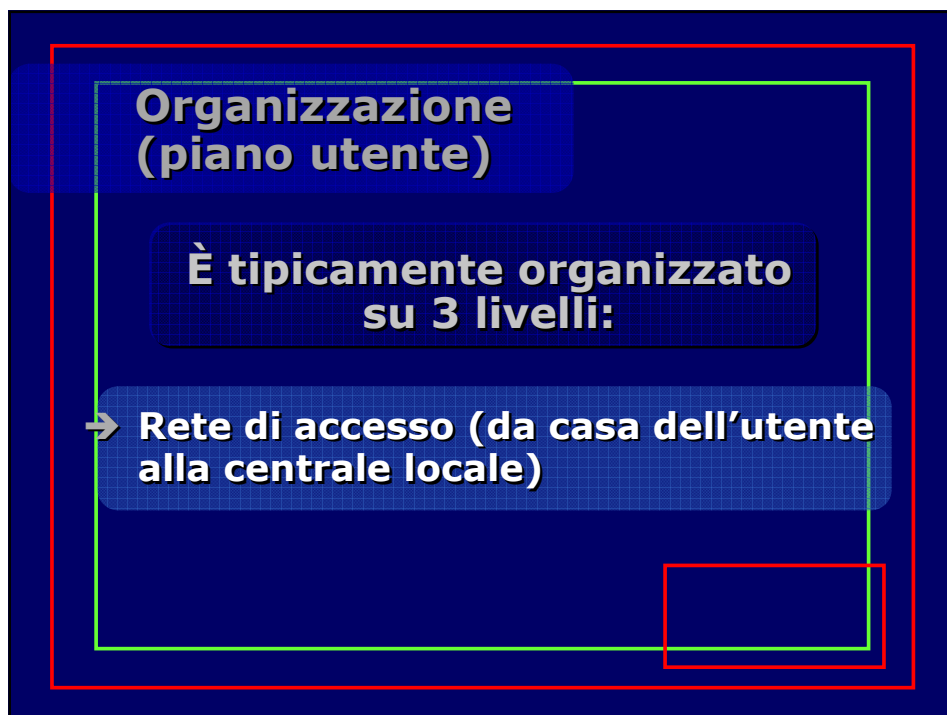
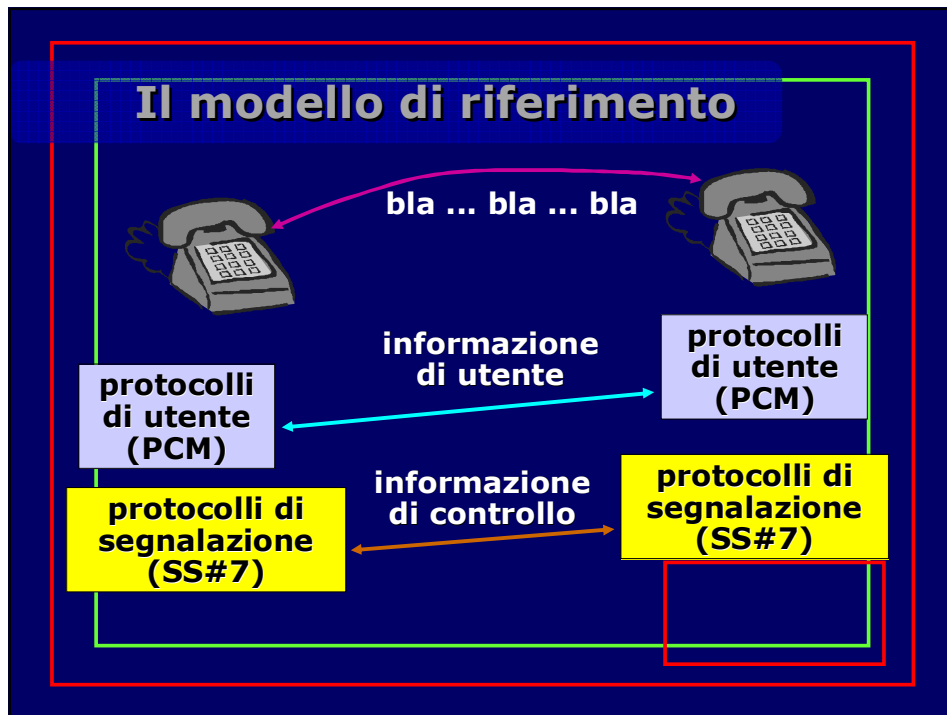
- L'attuale rete telefonica oggi è sostanzialmente una IDN (Integrated Digital Network)
- Commutazione a circuito

## La rete PSTN

- **Trasmissione/commutazione numerica PCM**
- **Segnalazione a canale comune**

## Il modello di riferimento

**L'architettura è divisa  
in piano utente,  
piano di controllo  
(segnalazione)  
e piano di gestione  
(non visualizzato)**



## **Organizzazione (piano utente)**

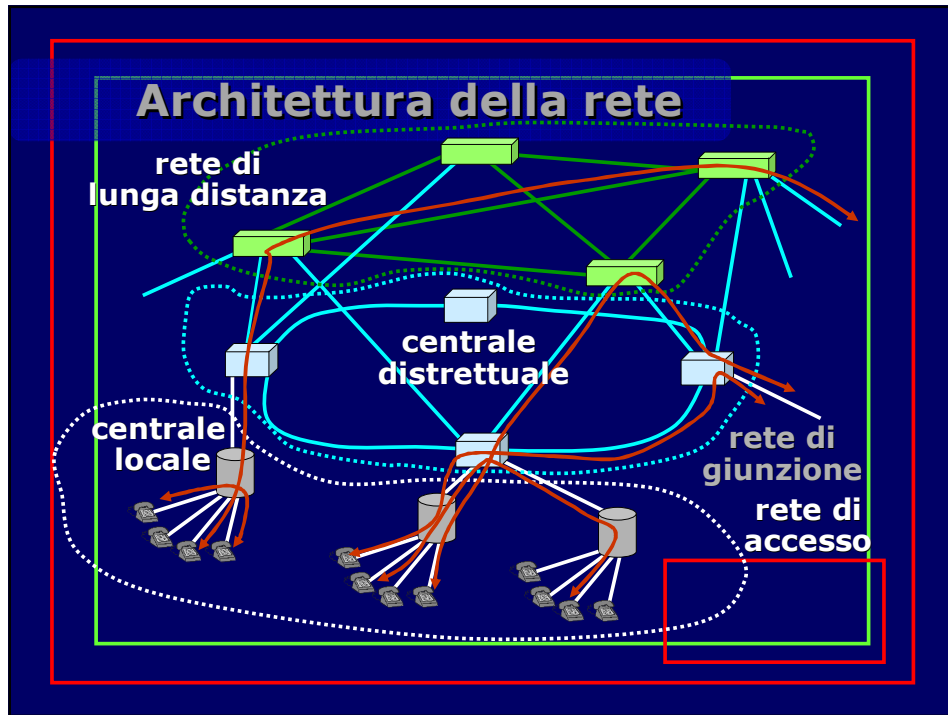
**È tipicamente organizzato  
su 3 livelli:**

- **Rete di giunzione (tra le centrali locali e il centro distrettuale – non necessariamente coincide con un prefisso telefonico)**

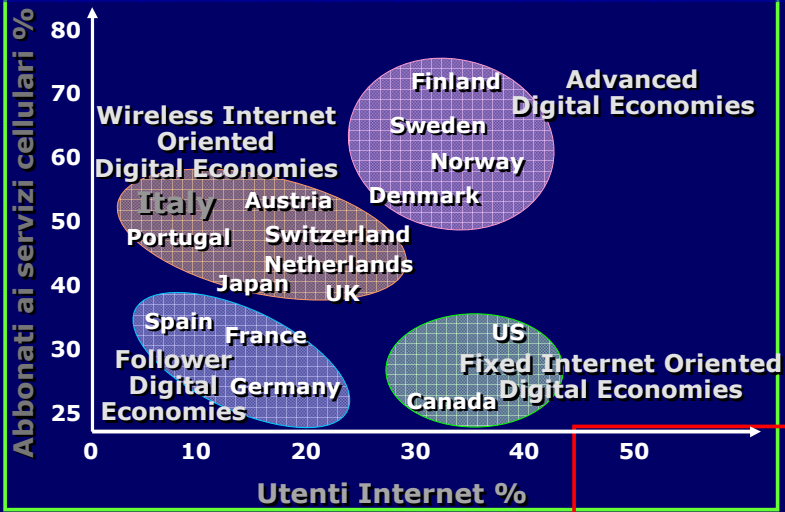
## **Organizzazione (piano utente)**

**È tipicamente organizzato  
su 3 livelli:**

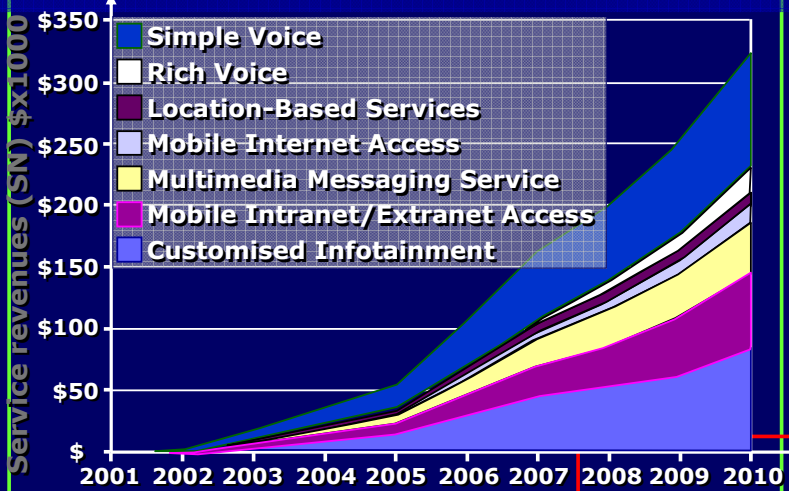
- **Rete di lunga distanza  
(connette tra loro le centrali di gerarchia più elevata)**



## Penetrazione cellulari vs. Internet



## Worldwide revenues - All services



## Wireless Penetration rates by Region, 1999-2000

