

## EVOLUZIONE DELLA COMUNICAZIONE A DISTANZA

DAL TAM-TAM AL TOM TOM

### PRIMORDI DELLE TELECOMUNICAZIONI

- Alcune forme hanno fatto la loro comparsa sin da epoche remote e nell'ambito di civiltà non sviluppate
- Esempio:
  - Sistema di segnalazione basato sulle torri da fuoco dei romani
  - Segnali di fumo
  - Tamtam

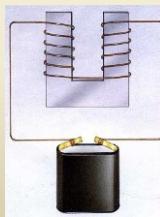


## UNA LENTA EVOLUZIONE

- *Tutte queste tecniche avevano in comune la capacità di far vibrare l'aria con la voce o con uno strumento a percussione come il Tam Tam*
- *Oppure l'uso della luce come mezzo di comunicazione a distanza (a condizione che non ci fossero ostacoli naturali che si frapponevano fra i 2 punti da collegare)*

## UNA LENTA EVOLUZIONE

*A partire dalla fine '700 gli uomini delle scienze capiscono che c'è una forza in natura che non si vede ma che si avverte nei fatti e che potrà cambiare il mondo: l'elettromagnetismo*



## GIOVANNI BATTISTA BECCARIA

- ☒ **Fisico dell'Università di Torino (1716 – 1781)**
- ☒ **Principale fautore del rinnovamento scientifico dell'Ateneo torinese nel XVIII secolo**
- ☒ **Classificò i corpi in base alle loro proprietà elettriche e ne illustrò le proprietà magnetiche**
- ☒ **Dedusse che la resistenza elettrica in un conduttore è proporzionale alla lunghezza dello stesso**
- ☒ **Classificò le scariche elettriche e studiò l'elettricità atmosferica**
- ☒ **Il parafulmine si diffuse in Piemonte poi in tutta Italia**

## MOLTI SCIENZIATI HANNO CONTRIBUITO

- ☒ **Michael Faraday (1791-1867)**
  - ☒ Legge di Faraday
  - ☒ A lui dedicata la misura della capacità (Farad)
- ☒ **Luigi Galvani (1737 – 1798)**
  - ☒ Esperimenti sugli stimoli elettrici (rane)
  - ☒ Strumento di misura piccole correnti (galvanometro)
- ☒ **Alessandro Volta**
  - ☒ Nel 1799 realizza la Pila Elettrica
  - ☒ E' a lui dedicata l'unità di misura della tensione elettrica, il Volt

## MOLTI SCIENZIATI HANNO CONTRIBUITO

### Andrè Marie Ampere

- ▣ Nel 1832 realizza la prima “macchina magnetoelettrica” (precursore dell’alternatore)
- ▣ E’ a lui dedicata l’unità di misura della corrente



### George Simon Ohm (1789 – 1854)

- ▣ La legge che porta il suo nome stabilisce la proporzione tra tensione e corrente elettrica
- ▣ E’ a lui dedicata l’unità di misura della resistenza elettrica denominata Ohm (simbolo  $\Omega$ )



## IL TELEGRAFO

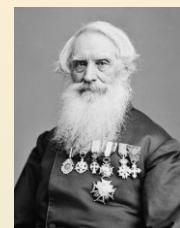
## IL TELEGRAFO

- ☒ Si dovette aspettare il 1844 perché ai segnali sonori o ottici si sostituissero i **segnali elettrici**
- ☒ **Telegrafo elettrico perfezionato da Samuel Morse**
- ☒ Morse sviluppò anche un codice, che prese il suo nome
  - ☒ Caratteri alfanumerici descritti mediante due simboli (punti e linee)
  - ☒ Simboli corrispondenti alla lunghezza degli impulsi di corrente trasmessi



## SAMUEL MORSE

- ☒ Pittore, inventore e storico USA (1791-1872)
- ☒ 1832-1836: mise a punto un telegrafo elettrico
- ☒ Nel 1843 costruisce una linea telegrafica che congiunge Washington a Baltimora
- ☒ Compì anche esperimenti di telegrafia sottomarina via cavo



## IL TELEGRAFO

- ▣ Utilizzato in moltissimi settori (ad esempio nelle comunicazioni marittime)
- ▣ Rimasto in uso **fino al 1999**, quando è stato definitivamente sostituito dalla comunicazione di **segnali digitali**



## IL TELEFONO

## IL TELEFONO

Per la prima volta lo scambio a distanza di  
conversazioni vocali in tempo reale,  
Avveniva senza la mediazione  
di codici artificiali o telegrafisti

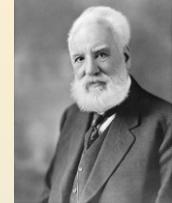
### ANTONIO MEUCCI

- ☒ Inventore italiano (1808-1889)
- ☒ Nel 1854 costruì il «teletrofono» per mettere in comunicazione il suo ufficio con la camera da letto dove si trovava sua moglie malata
- ☒ L'apparecchio da lui ideato fu il primo a trasmettere la voce su una linea elettrica
- ☒ Per motivi economici riuscì ad ottenerne solo un brevetto temporaneo rinnovabile (rinnovato al prezzo di 10 dollari all'anno fino al 1873)
- ☒ Per un brevetto standard erano necessari 287 dollari (circa 4500 euro di oggi)



## ALEXANDER GRAHM BELL

- Inventore e scienziato scozzese (1847–1922)
- Il 17 marzo 1876 depositò il brevetto relativo al «*metodo e apparato per trasmettere la voce od altri suoni telegraficamente ... per mezzo di ondulazioni elettriche, simili, in forma, a quelle che accompagnano l'emissione della voce e dei suoni nell'aria*»
- Dispositivo migliorato dell'analogo di Meucci
- Diede l'impulso decisivo alla nascita della **telefonia**
- *Nel giugno 2002 il parlamento statunitense approvò un documento (risoluzione 269) che attribuiva ufficialmente a Meucci i meriti per l'invenzione del telefono*



## ALEXANDER GRAHM BELL



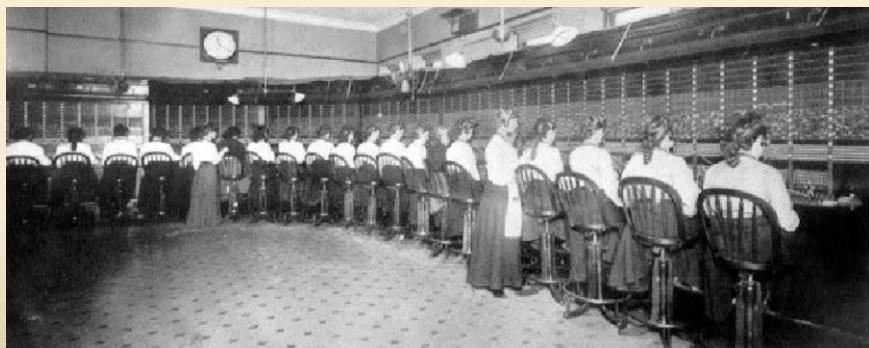
- *Nel giugno 2002 il parlamento statunitense approvò un documento (risoluzione 269) che attribuiva ufficialmente a Meucci i meriti per l'invenzione del telefono*

## IL TELEFONO

- La fortuna di questa tecnologia è subito immensa
- Nel 1881, a cinque anni dalle prime dimostrazioni, negli Stati Uniti si contano già 123 mila apparecchi
- Oggi il sistema telefonico mondiale consta di cavi per milioni di chilometri che raggiungono in ogni lato del pianeta oltre 600 milioni di utenti
- Il telefono è stato il primo, e ancora oggi per molti è l'unico strumento di telecomunicazione personale

## IL TELEFONO

Sala di commutazione manuale del 1910



## IL TELEFONO

- Il chiamante è connesso con il chiamato, mediante commutatori posti in varie centrali telefoniche
- Questi commutatori stabiliscono la connessione tra due utenti su comando del chiamante (selezione)
- Una volta creata la connessione, la voce (trasformata in un segnale elettrico) viene trasferita fino all'utente posto all'altro capo dove viene ritrasformata in onde sonore
- Questa connessione elettrica funziona in entrambe le direzioni, consentendo ai due interlocutori di comunicare

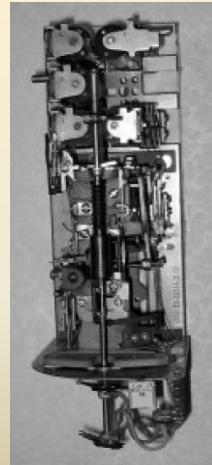
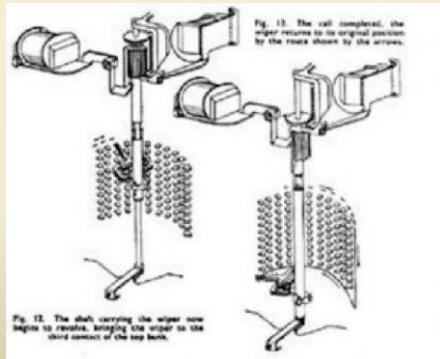
## EVOLUZIONE DEL TELEFONO

Fine '800 le centrali elettromeccaniche:

- 1889: primo commutatore elettromeccanico brevettato da Almon B. Strowger
- Il selettori Strowger permetteva la commutazione grazie ad una parte mobile, che si muove per effetto degli impulsi forniti dal disco di commutazione dell'apparecchio del chiamante, e che si posizionava in corrispondenza dei contatti del numero desiderato
- 1894 viene realizzata la prima centrale elettromeccanica

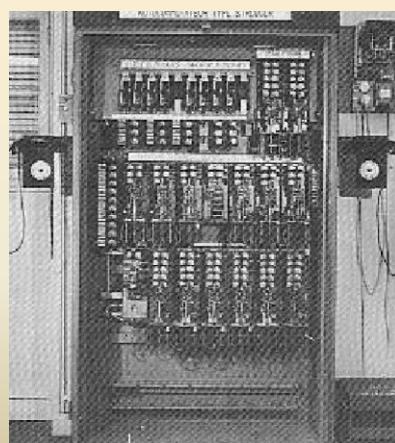
## EVOZIONE DEL TELEFONO

Commutatore Strowger



## EVOZIONE DEL TELEFONO

Centrale Strowger



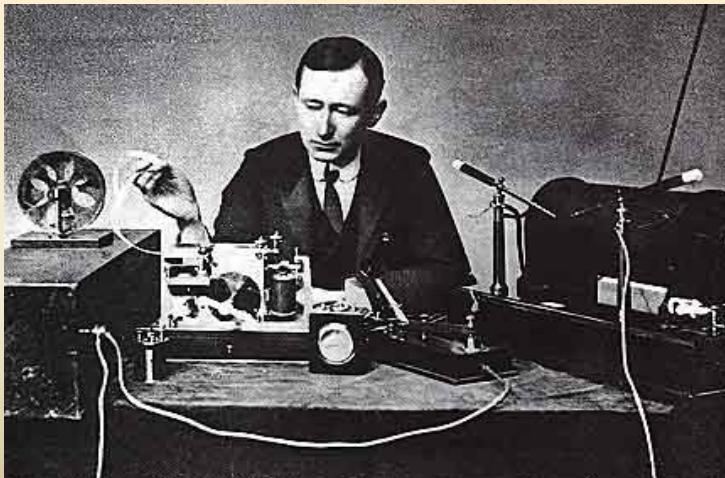
## LE TRASMISSIONI RADIO E TELEVISIVE

### HEINRICH RUDOLF HETZ

- Tra il 1886 e il 1888 studia la teoria di Maxwell sulla propagazione delle onde elettro-magnetiche nello spazio
- Ne rileva a pochi metri di distanza dal generatore la lunghezza d'onda e la corrispondente **frequenza** di oscillazione
- E' a lui dedicata l'unità di misura della frequenza

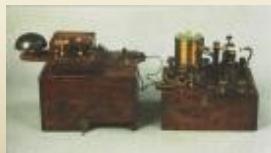


## GUGLIELMO MARCONI



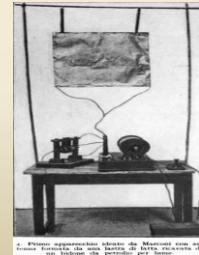
## GUGLIELMO MARCONI

- ☒ Tra il 1894 e il 1895 effettua esperimenti di trasmissione e ricezione di segnali a distanza sempre maggiore e non sempre in vista ottica
- ☒ Marconi impara dalle pubblicazioni del prof. Righi i concetti e le esperienze di Hertz



## GUGLIELMO MARCONI

- Prime radiotrasmittenti rudimentali
- Nel gennaio del 1896 dalla sua villa di Pontecchio riesce a mantenere stabili collegamenti a ben **3 Km** di distanza con apparati di sua costruzione



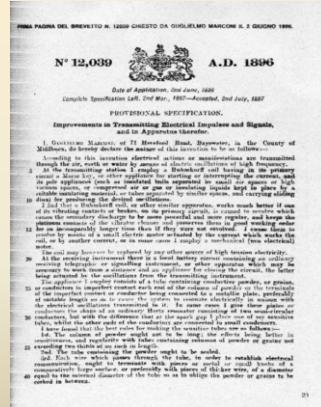
## GUGLIELMO MARCONI

- Marconi è convinto della bontà delle sue scoperte e delle sue realizzazioni
- Soprattutto è convinto delle potenzialità di sviluppo delle sue imprese
- Presenta al Ministero delle Poste italiano la sua scoperta per farla brevettare
- Ovviamente la richiesta non viene accolta...

# IL BREVETTO MARCONI

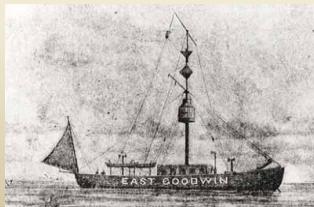
- Il 2 giugno del 1896 Marconi presenta all’Ufficio brevetti di Londra la domanda per il riconoscimento del brevetto denominato “telegrafo senza fili con l’uso di onde elettriche”

*Il brevetto gli sarà riconosciuto  
con il N. 12039 il 7 luglio 1897*



# GUGLIELMO MARCONI IN INGHILTERRA

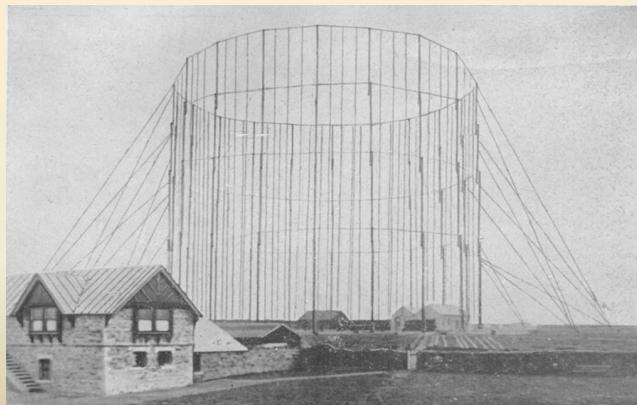
- Nel 1897 il «servizio governativo dei fari inglesi» fa costruire alla “compagnia Marconi” un impianto tra il faro di South Foreland e il battello Fanale East Goodwin distante 20 Km
  - Sarà la prima rete radio a dimostrarsi valida
    - Dovette essere usata per soccorrere la stessa nave faro che, a causa della nebbia, era stata speronata da un mercantile



## GUGLIELMO MARCONI IN INGHILTERRA

- *Nel 1899 realizza apparati sintonizzati riuscendo a realizzare collegamenti radio fino a 280 Km*
- *Il 6 giugno delle stesso anno dall'isola di Wight, Marconi effettua i primi Marconigrammi commerciali*
  - *Trasmissioni a pagamento*
  - *Per il servizio fornito a lord Kelvin riceverà 2 scellini che conserverà per tutta la vita*
- *Marconi sta lavorando al suo grande sogno di collegare con le onde radio le sponde europee e americane dell'atlantico (antenna di Poldhu in Cornovaglia)*

## SISTEMA DI ANTENNE A POLDHU

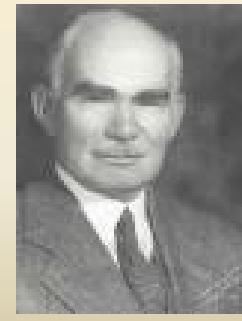
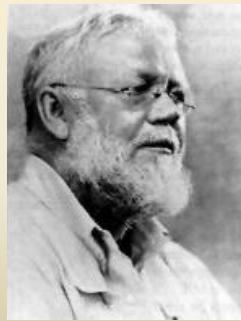


## 1902 - FLEMING

**1902 – Fleming sperimenta il «Diodo Terмоionico» nei ricevitori**



**1906 - Armstrong, De Forest e Fessenden, esperimentano ricetrasmissioni in fonia**

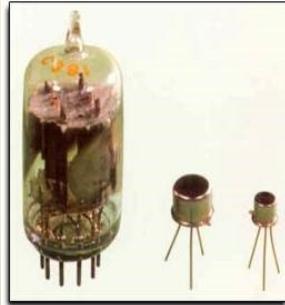


## LA TELEVISIONE

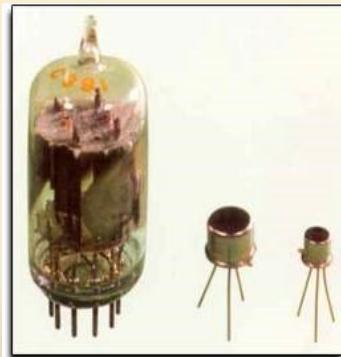
- Agli inizi degli anni '30 ricercatori negli Stati Uniti e in Inghilterra (indipendentemente gli uni dagli altri) adattarono il tubo catodico ad un sistema di trasmissione di onde elettromagnetiche, dando origine alla televisione
- Nel 1936 la BBC inaugura in Inghilterra il primo servizio di trasmissioni televisive pubbliche

## L'ERA DELL'ELETTRONICA

**1948 – J. Bardeen, W. Brattain e W. Shockley  
realizzano il primo Transistor della storia**



## **LA MICROELETTRONICA**



- *Nel secondo dopoguerra inizia la corsa alla miniaturizzazione dei componenti elettronici*
- *Sulla spinta della ricerca spaziale:*
  - *Dimensioni sempre più piccole*
  - *Consumi sempre più ridotti*
  - *Velocità sempre più elevate*

## LA TRASMISSIONE DATI

- L'11 settembre 1940, George Stibitz riuscì ad inviare da una telescrittiva nel New Hampshire un problema ad un Calcolatore a New York e ricevere indietro il risultato
- La configurazione prevedeva un computer centrale (mainframe) e terminali remoti privi di capacità di calcolo

## I SATELLITI

- Il 12 agosto 1959 gli USA lanciano in orbita il primo satellite per telecomunicazioni (Echo 1A)
- Bell Laboratories sperimentano la trasmissione radio intercontinentale mediante riflessione satellitare
- 2 anni dopo viene messo in orbita il Telstar 1
  - Primo satellite per telecomunicazioni commerciali, in grado di trasmettere 560 conversazioni telefoniche o un canale televisivo



## RETE INTERNET

- Il 5 dicembre 1969 venne realizzata per la prima volta una rete di 4 nodi (rete ARPANET)
  - Nel 1981 arrivò a mettere in comunicazione 213 nodi
- Lo sviluppo di ARPANET si basò sul meccanismo delle RFC (Request For Comments, Richiesta di commenti)
  - Il 7 aprile 1969, fu pubblicata la RFC 1
- Questo processo è importante poiché ARPANET in seguito si fuse con altre reti per dare vita ad Internet

## LE TRASMISSIONI NUMERICHE

Gli anni '60 vedono l'avvento delle comunicazioni numeriche:

- Introduzione della trasmissione numerica PCM (Pulse Code Modulation)
- Elaboratori elettronici per il controllo delle centrali (incontro tra informatica e tlc)
  - Nel 1965 viene inaugurata la prima centrale elettronica a Saccasunna-USA
- Negli anni '70 si affermano le trasmissioni numeriche e l'uso dell'elettronica nelle telecomunicazioni

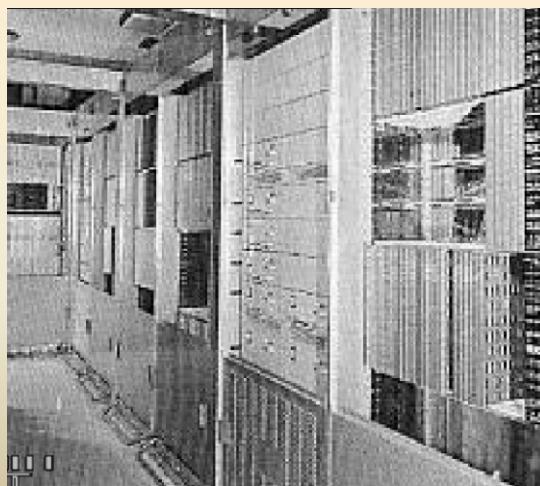
## OLTRE IL TELEFONO

Gli anni '80 vedono la nascita della cosiddetta ISDN  
**(Integrated Services Digital Network)**

- ▣ Prime installazione ISDN
- ▣ Avvento della telefonia mobile (reti analogiche)

## OLTRE IL TELEFONO

Centrale ISDN  
nel 1997



## OLTRE IL TELEFONO

Negli anni '90 si assiste alla convergenza tra telefonia tradizionale e trasmissione dati:

- Diffusione di ISDN
- Introduzione delle reti intelligenti
- Definizione della Broadband ISDN (ATM)
- Diffusione delle reti cellulari numeriche

## LE FIBRE OTTICHE

Gli anni '90 hanno visto l'adozione di sistemi di TLC basati sulle fibre ottiche:

- Sono molto più piccole del rame (125 micron)
- Non risentono di interferenze elettromagnetiche
- La sua banda di trasmissione è centinaia di volte superiore a quella del rame
  - Trasporta migliaia di canali telefonici su una singola fibra

## RETE CELLULARE

- Rete di TLC wireless che consente la comunicazione tra terminali mobili su un territorio coperto da più celle radio
  - Vantaggio per il Gestore: riduzione del cablaggio d'accesso e dei costi associati
  - Vantaggio per gli utenti: usufruire del servizio in mobilità
- Il territorio viene frazionato in tante celle ciascuna con una propria stazione radio base di potenza ridotta, ma sufficiente a ricoprire in modo uniforme l'area

## TELEFONIA SATELLITARE

- Nata negli anni '90
  - Furono fatti ingenti investimenti e messi in cantiere vari progetti
  - Si pensava che per le sue peculiarità (possibilità di coprire facilmente vastissime aree geografiche) avrebbe surclassato la telefonia cellulare
- Le previsioni però si rivelarono fallimentari.
  - Oggi resta confinata ad impieghi specifici (quello marittimo)
- Per il suo ridottissimo utilizzo, comporta attualmente costi molto più elevati rispetto a quelli della telefonia cellulare.

## POSTA ELETTRONICA

- E' un servizio Internet grazie al quale ogni utente può inviare e ricevere dei messaggi
  - È attualmente l'applicazione Internet più conosciuta e più utilizzata
  - La sua nascita risale al 1972 (Rete ARPANET)
- È la controparte elettronica della posta ordinaria cartacea
  - A differenza di quest'ultima, il ritardo con cui arriva dal mittente al destinatario è normalmente di pochi secondi/minuti
- Quando vuole, l'utente può consultare il contenuto della sua casella, organizzarlo, inviare messaggi a uno o più utenti

## CONVERGENZA FONIA-DATI

Gli anni 2000 vedono rompersi definitivamente il confine tra telefonia e trasmissione dati

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

## LA QUARTA GENERAZIONE (4G)

Negli anni 2010 la evoluzione e lo stra potere delle reti wireless sia per l'utenza consumer che per quella business

- Anche gli oggetti iniziano a comunicare (IoT)
- Reti a larghissima banda, copertura capillare e bassa latenza (4G)
- Il Digital Divide rimarrà solo un fatto culturale (non ci saranno più scuse)

## IL MUSEO DI TELECOM ITALIA

- A Torino è nato nel 1964 lo CSELT (Centro Studi e Laboratori di Telecomunicazioni), poi Telecom Italia Lab
- Uno dei principali centri di ricerca delle telecomunicazioni a livello internazionale
- Qui è nato tra l'altro il protocollo Mp3
- Il museo mostra una raccolta delle principali apparecchiatura che hanno fatto la storia delle TLC
- Inoltre il Museo dispone di una vastissima raccolta di testi e documenti sull'argomento

GRAZIE PER L'ATTENZIONE