



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Da Marconi allo smartphone

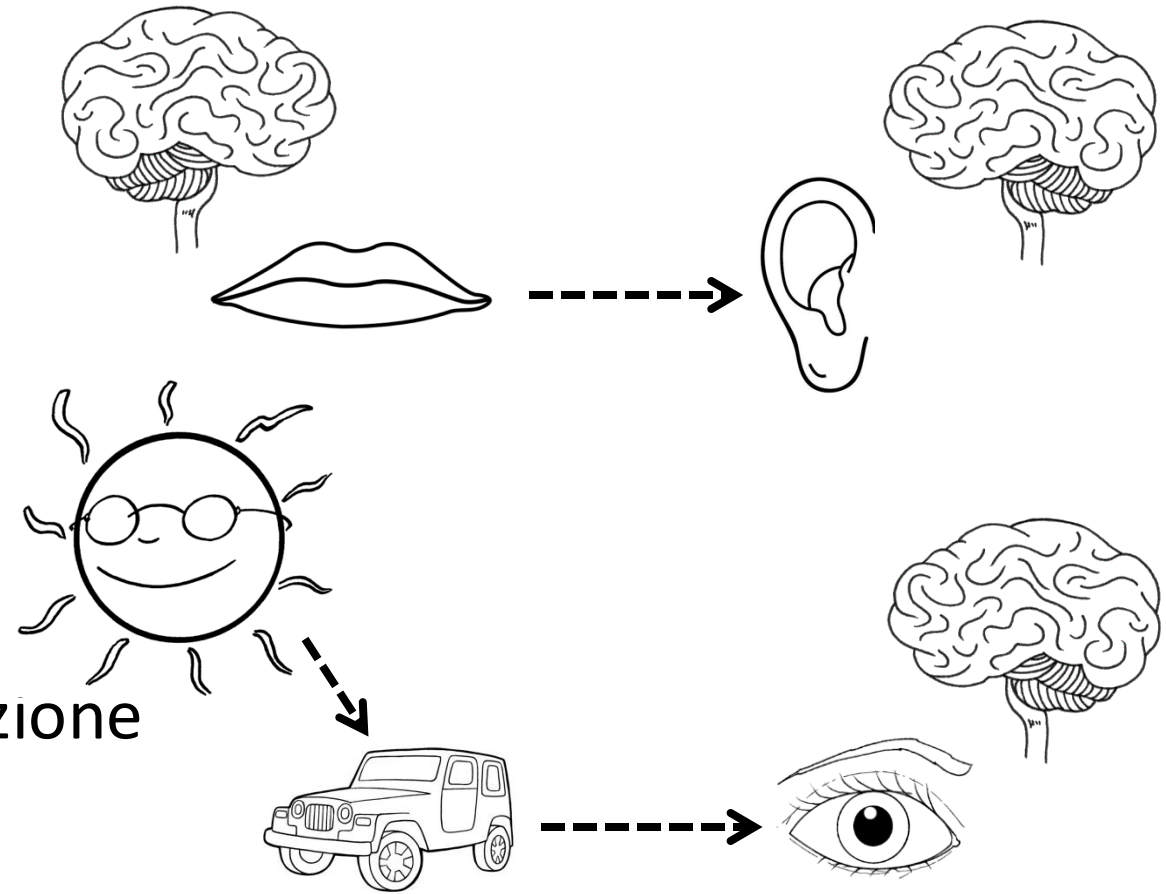
Franco Callegati

con contributi della Dott.sa Barbara Valotti

Alma Mater Studiorum - University of Bologna, Bologna, Italy

Comunicazione

- Dal latino : cum-munis
 - Cum = insieme
 - Munis = compito, dovere
- Significato prevalente oggi
 - Condivisione e scambio di informazione
- Cosa serve per comunicare?



Codificatore/
Trasmittitore

Trasporto

Ricevitore/
decodificatore

Limiti delle comunicazioni naturali

- Le comunicazioni umane naturali richiedono prossimità e immediatezza
- I nostri sensi hanno limiti nel tempo e nello spazio che gli uomini hanno sempre cercato di superare
 - Tempo
 - Registrare l'informazione per un uso successivo
 - Trasmissione orale
 - Scrittura, pittura, fotografia
 - Memorizzazione elettronica
 - Spazio
 - Portare lontano dalla sorgente l'informazione il più velocemente possibile

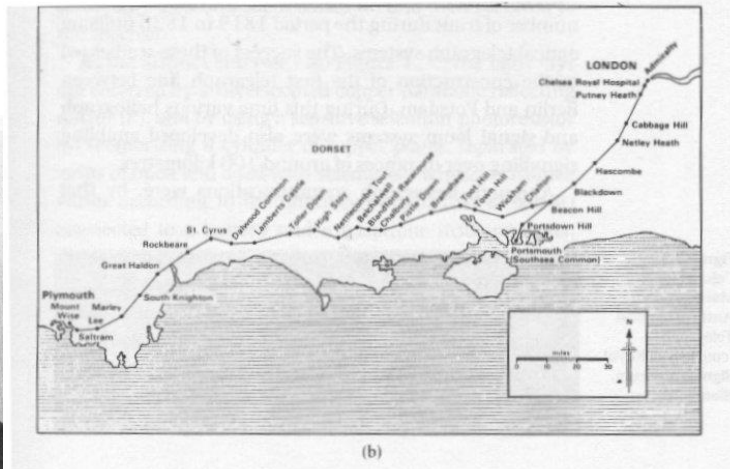
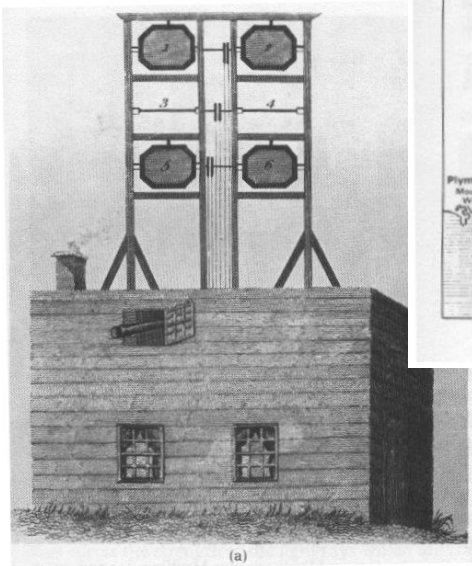


La tecnologia delle telecomunicazioni

- Tele (Τελε)
 - Greco antico : tele = lontano
- **Tele comunicazione** = comunicare lontano
- Il problema tecnico
 - Trasportare l'informazione nello spazio
 - Velocità
 - Quantità
 - Qualità

Un problema strategico

1795
Telegrafo Shutter



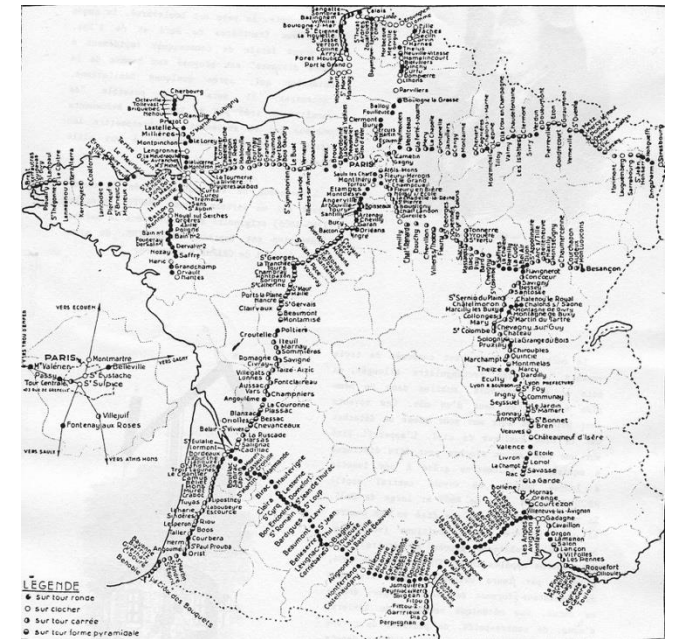
15 min da Plymouth a Londra

From Tricker R.L., "Optoelectronic Line Transmission",
Heinemann Newnes, 1989

1792
Telegrafo Claude Chappe



500 km/h



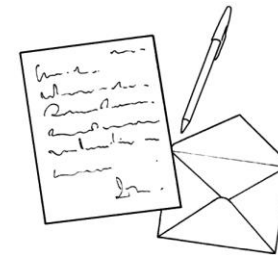
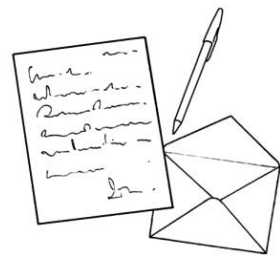
http://www.ieee.org/organizations/history_center/cht_papers/dilhac.pdf



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

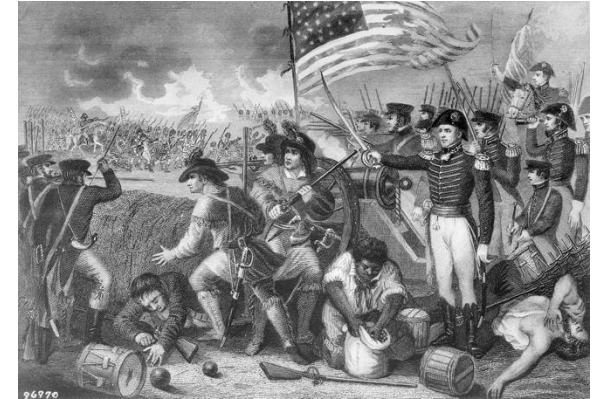
Un piccolo esempio reale

- Nel 1850 la Regina Vittoria vuole comunicare con Franklin Pierce presidente degli USA
 - Liverpool – New York in circa 10 giorni
 - Round Trip Time circa 1 mese



Nel frattempo

- Battaglia di New Orleans : 8/1/1815 al 18/1/1815
 - Inghilterra contro USA
 - Circa 2000 caduti prevalentemente inglesi

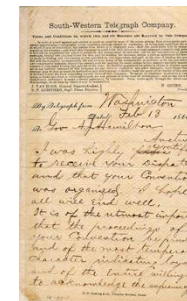
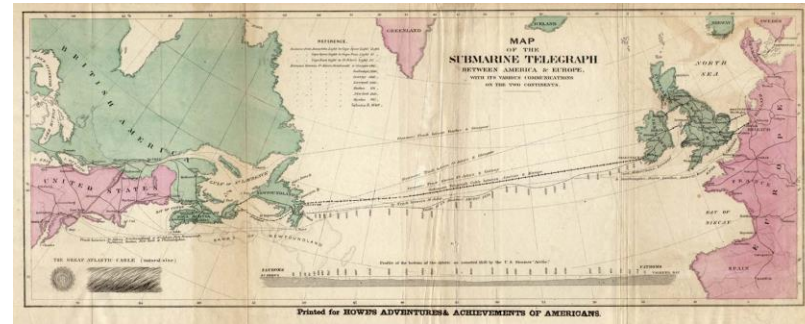
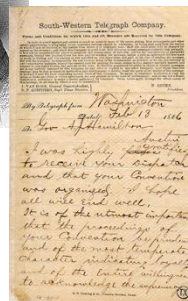
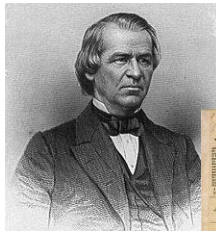


- Ma ... c'era già la pace
 - Trattato di Ghent firmato il 24/12/1814
 - Ratificato dal governo americano in Febbraio

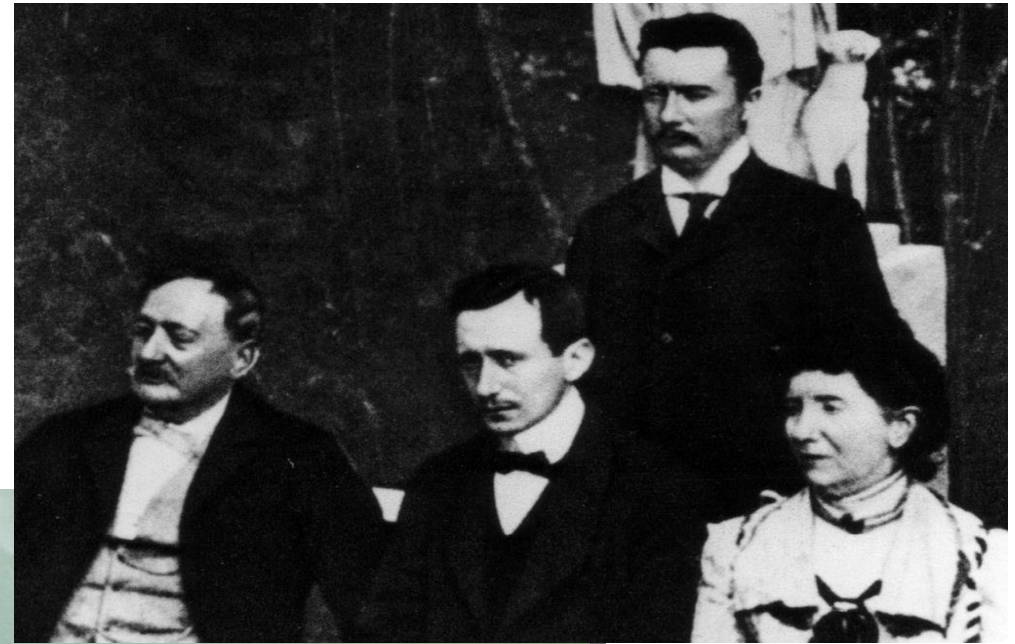


Pochi anni dopo

- Nel 1865 la Regina Vittoria vuole comunicare con Andrew Johnson presidente degli USA
 - Invia un telegramma sul cavo transatlantico
 - Round Trip Time poche ore



In quegli anni a Pontecchio ...



Nasceva Guglielmo Marconi

Guglielmo Marconi

- Bologna 25 Aprile 1874 – Roma, 20 Luglio 1937
- Figlio di Giuseppe Marconi e Annie Jameson (irlandese)
- Hanno due figli: Alfonso e Guglielmo
- Annie è cittadina britannica e Giuseppe lo diventa
- Giuseppe è proprietario terriero e vive nelle campagne di Pontecchio a sud di Bologna

La stanza dei bachi

- In gran parte autodidatta Guglielmo è affascinato dalla nascente scienza che indaga l'elettricità e i fenomeni elettromagnetici
- Chiede alla madre di poter sviluppare i propri esperimenti e gli viene concesso di farlo in una stanza della villa *dove venivano allevati i bachi da seta*



Il giovane Guglielmo

- È affascinato dagli esperimenti sulle «vibrazioni e sui raggi elettrici» già svolte da Hertz
- Studia questi esperimenti e quelli di altri scienziati dell'epoca e li riproduce affinandoli
- Vuole superare gli ostacoli per trasportare informazioni a maggiore distanza
- Ma quale tipo di informazioni?
 - Impulsi elettrici, per far suonare un campanello all'inizio

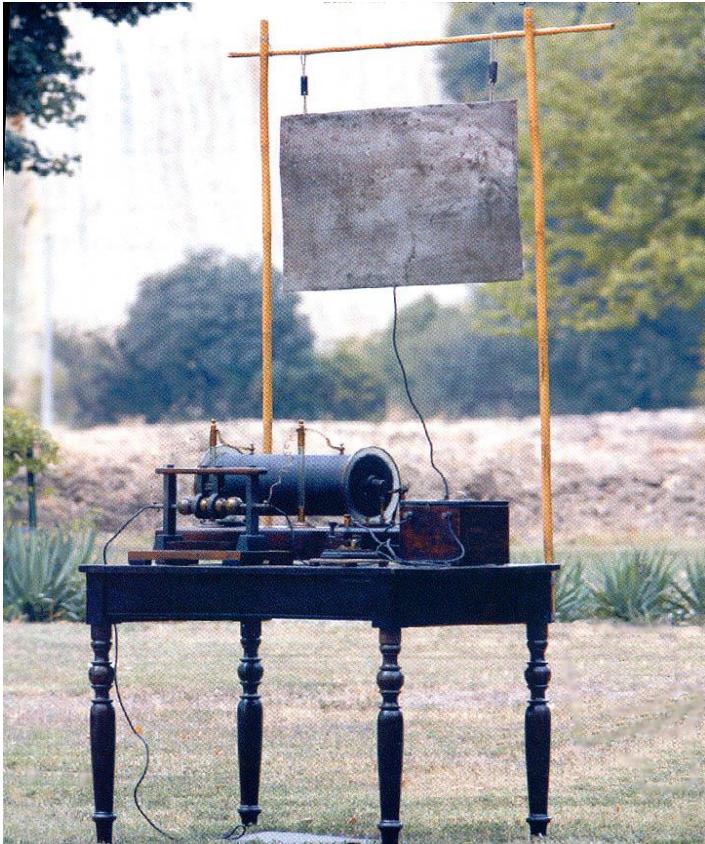
Guglielmo al lavoro

- Approfondisce conoscenze di Chimica per preparare da solo batterie per i suoi esperimenti
- Affina il Coherer inventato da Calzecchi Onesti
- Prepara lastre e scatole di metallo per potenziare l'emissione dei segnali e la loro rivelazione (antenne)
- Aiutato e seguito dal fedele *Antonio Marchi*, custode e tuttofare del padre, sviluppa sempre nuovi esperimenti
- Il padre, a seguito dell'interessamento della madre, lo finanzia
- E finalmente ...



1894: La collina dei Celestini

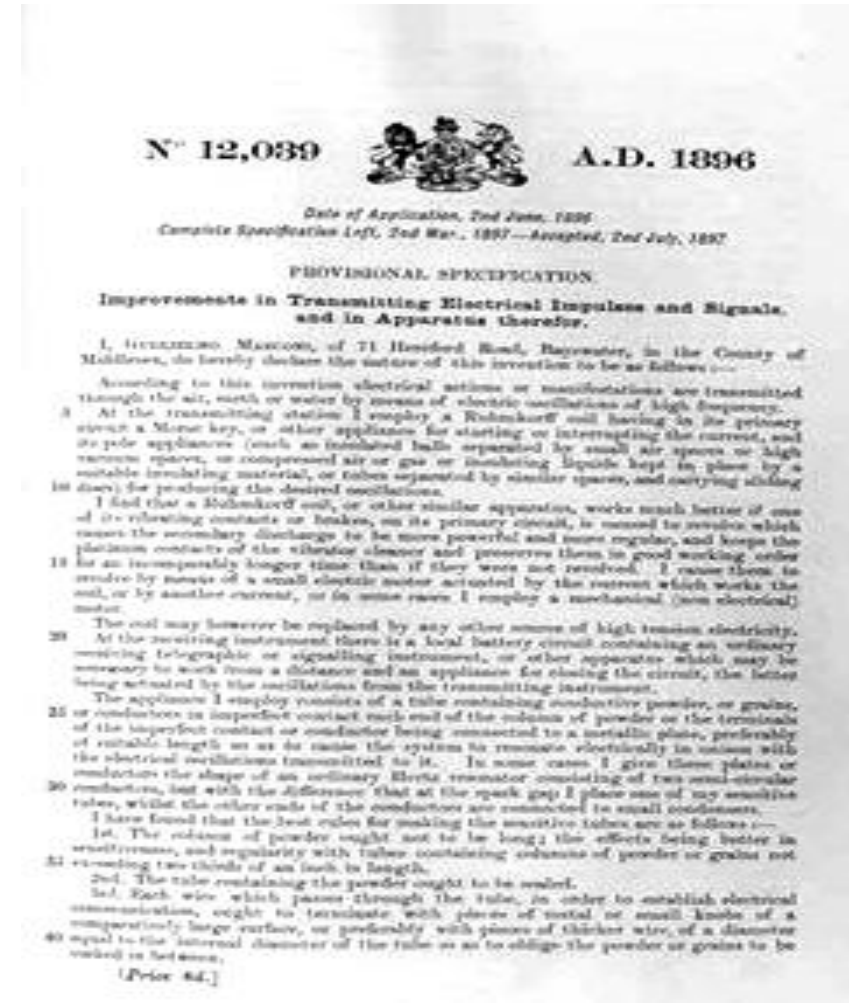
Antonio Marchi si reca oltre la collina e deve attendere di ricevere 5 segnali in modo chiaro



Un colpo di fucile annuncia il **successo** dell'esperimento

Consapevolezza e genio

- Guglielmo Marconi sviluppa la sua invenzione con molta segretezza e si affretta a sottomettere brevetti per asserirne la proprietà
- A Bologna e in Italia in generale non c'è consapevolezza di quello che egli sta sviluppando

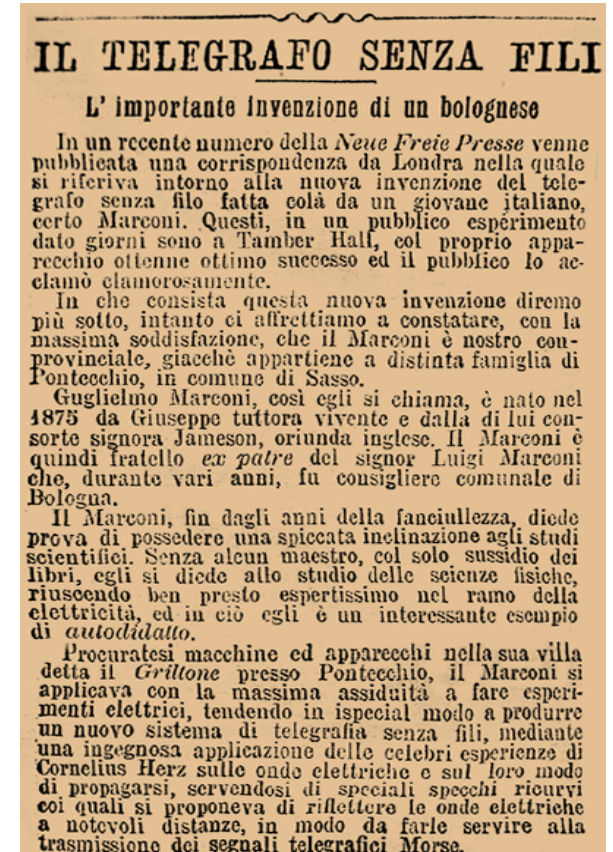


Notorietà in terra straniera

- Guglielmo Marconi viene messo in contatto con Sir William Preece direttore dei telegrafi e delle poste inglesi
- 12 dicembre 1896 alla Royal Institution William Preece annunciò la nascita di un nuovo e utilissimo mezzo di comunicazione ad opera di Marconi
- Da quel giorno la vicenda della telegrafia senza fili *si trasferì ufficialmente* dal chiuso dei laboratori ai grandi spazi pubblici

In italia

- 22 Dicembre 1896 sul Resto del Carlino viene pubblicato un editoriale dedicato a Marconi ed alla sua scoperta (cronista ignoto)
 - Due mesi prima un lungo articolo sul Times
 - The Electrician e Electrical Engineering avevano pubblicato articoli in Settembre
- Il 23 Dicembre 1896 viene pubblicata un'intervista a Guglielmo Marconi da parte del corrispondente Olindo Malagodi



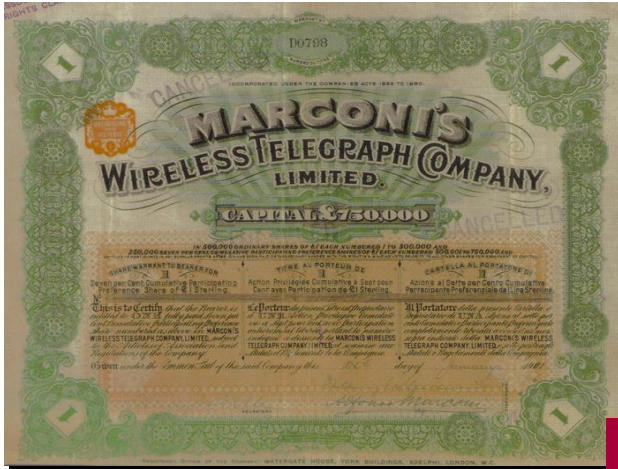
Alcuni passi dell'intervista (detto da Marconi)

- La mia scoperta non contiene *nessun principio nuovo* ma applicazioni ed estensioni di principi già conosciuti.
- L'Hertz aveva già da tempo scoperto dei raggi elettrici o vibrazioni che si estendevano in linea retta come i raggi luminosi ... ma gli effetti ottenuti dall'Hertz non superavano i 50 metri.
- ... sono riuscito a fare che queste vibrazioni elettriche *agissero ad una distanza di 3500 metri*.
- *L'idea della comunicazione telegrafica* per mezzo di questa forza e senza fili metallici *mi venne più tardi* nell'estate del 1895 ...
- Pensai che se queste vibrazioni non erano abbastanza potenti per agire esse direttamente *lo sarebbero abbastanza per mettere in azione un'altra forza elettrica*.



1897

Viene fondata la **Wireless Telegraph & Signal Company**; poi chiamata **Marconi's Wireless Co.**



The people who signed the deed of incorporation of the Company, on July 20, 1897:

James Fitzgerald Bannatyne

Henry Jameson Davis

Thomas Wiles

Henry Obré

M. T. Goodbody

Cyril F. Bennet

S. W. Ellerby

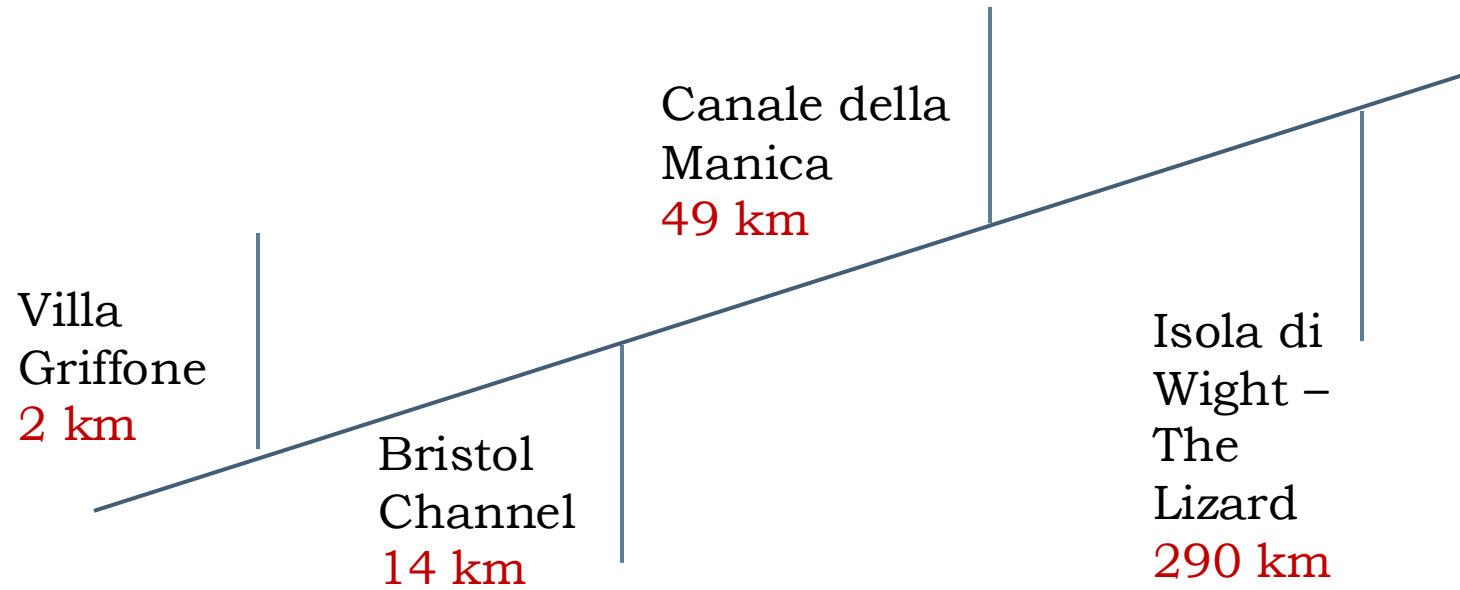
Robert A. Patterson

Frank Wilson

The venture capitalists



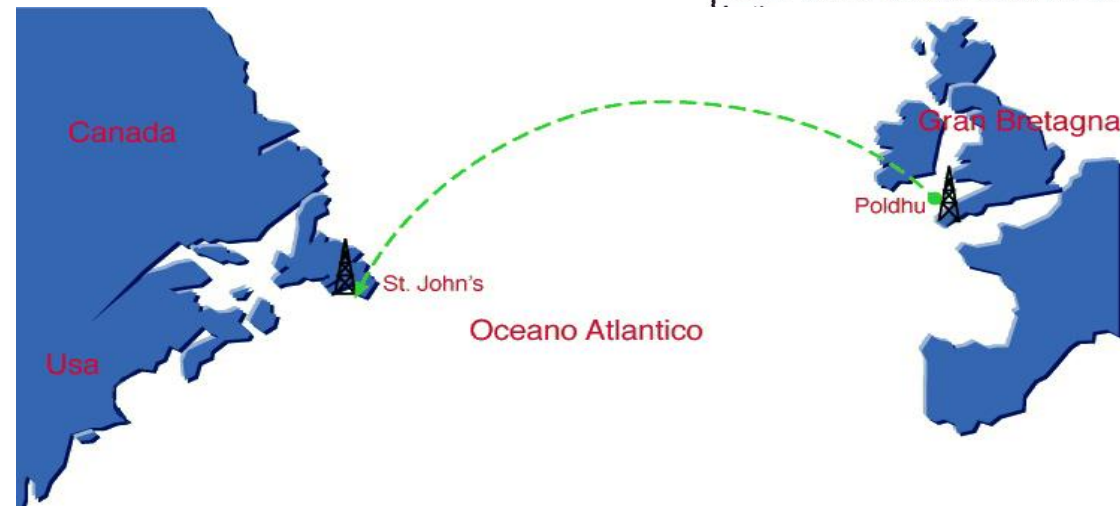
La conquista della distanza



E infine ... il grande ostacolo

Dicembre 1901:

La prima trasmissione attraverso l'Atlantico



WIRELESS SIGNALS ACROSS THE OCEAN

Marconi Says He Has Received Them From England.

Prearranged Letter Repeated at Intervals in Marconi Code.

The Italian Inventor Will Now Leave St. John's, N. F., and Will Go to Cornwall to Continue the Transatlantic Experiments from His Station There.

ST. JOHN'S, N. F., Dec. 14.—Guglielmo Marconi announced to-night the most wonderful scientific development of recent times. He stated that he had received electric signals across the Atlantic Ocean from his station in Cornwall, England. Signor Marconi explains that before leaving England he made his plans for trying to accomplish this result, for, while his primary object was to communicate with Atlantic liners in midocean, he also hoped to receive wireless messages across the At-

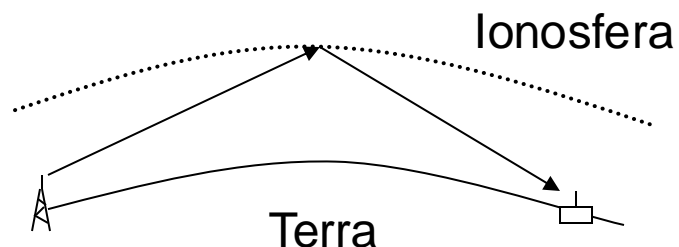


La rilevanza della radiotelegrafia

- La tecnologia radio utilizzata da Marconi ha una caratteristica fondamentale, si diffonde in un'area ampia
- ***Diffusività***
 - Tutti coloro che si trovano nell'area possono ricevere o trasmettere il segnale con i corretti apparati
- ***Mobilità***
 - La ricezione non dipende dal punto specifico dello spazio e quindi gli utenti possono muoversi

Area ampia: ma quanto?

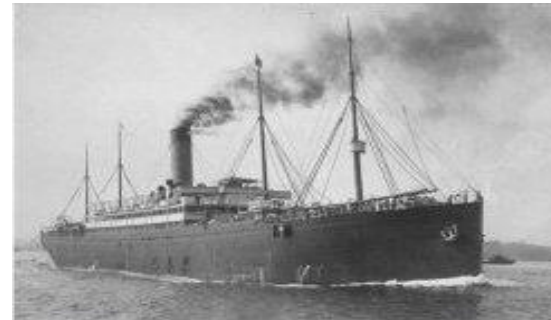
- Le onde elettromagnetiche propagandosi vengono **attenuate** (tendono a scomparire)
- La tecnologia deve combattere l'**attenuazione** (amplificazione ecc.)
- Il terreno ha una elevata attenuazione, per cui come realizzare comunicazioni a lunghissima distanza?
- Marconi sfruttò la propagazione ionosferica, di cui intuì l'esistenza senza piena consapevolezza



La ionosfera è causata dall'irraggiamento solare
È molto ampia fra 50 e 300 km di altezza
Si muove durante la giornata

Due eventi importanti

- 23-25 gennaio 1909: salvataggio dei passeggeri del *Republic* grazie ai segnali radio inviati dal marconista di bordo Jack Binns



Royal Mail Ship "Republic" of the White Star Line

- 15 Aprile 1912: Naufragio del Titanic
 - Circa 800 naufraghi salvati grazie all'SOS
 - Marconisti
 - Jack Phillips (deceduto nel naufragio)
 - Harold Bride



1909: Il premio Nobel per la fisica

- Conferito a Guglielmo Marconi e Karl Ferdinand Braun
“in recognition of their contributions to the development of wireless telegraphy”



Il premio Nobel
consegnato dal Re a Guglielmo Marconi

L'avv. cav. Leonida Carpi gentilmente ci trasmette il seguente telegramma, a lui spedito da Guglielmo Marconi:

« Premio Nobel fisica verrà oggi conferitomi da Sua Maestà il Re. Saluti. — Marconi ».

Mentre ringraziamo l'egregio avv. Carpi della cortese comunicazione, rinnoviamo all'illustre scienziato nostro i più vivi rallegramenti per l'insigne onorificenza meritamente conseguita.

In altra parte del giornale è il cenno sulla cerimonia del conferimento dei vari premi.

La lezione di Guglielmo Marconi al Nobel

Per quanto concerne l'utilità della radiotelegrafia, è fuori dubbio che la sua utilizzazione è ormai diventata indispensabile *per la sicurezza della navigazione*.

...

Per quanto grande possa essere l'importanza della telegrafia senza fili per le navi e la navigazione, io credo che essa sia destinata ad avere un'importanza per lo meno eguale *come mezzo di comunicazione efficiente ed economico* fra parti distanti del mondo

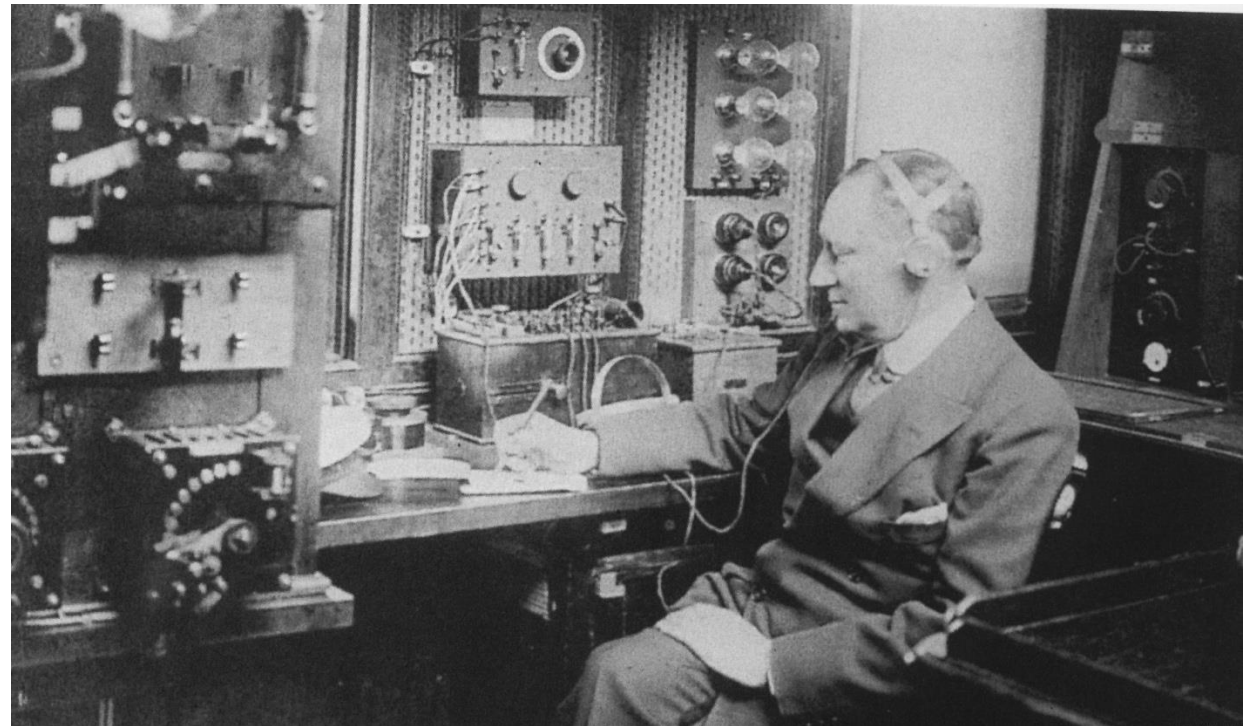
...

Quali che possano essere i suoi attuali difetti e le sue deficienze, la telegrafia senza fili, sempre per grandi distanze, è destinata ad affermarsi, e *non soltanto ad affermarsi, ma a progredire e svilupparsi*.

...

Per questa via si potrà forse trasmettere un giorno i *messaggi a paesi lontani* con minimo consumo di energia e conseguentemente, con minima spesa.

Guglielmo Marconi instancabile sperimentatore



La grande sinergia

- Agli inizi del '900 vengono sviluppati i primi *componenti elettronici attivi*: i **tubi termoionici**
 - Owen Willans Richardson li studia per primo e per questo riceve nel 1928 il Premio Nobel
 - Invenzione del diodo nel 1904 e del triodo nel 1906
- Guglielmo Marconi *fu tra i primi a riconoscere l'importanza dei tubi termoionici* e inizia a farne uso nei suoi apparati rice-trasmittenti



Radio broadcasting

- Un servizio diffusivo unidirezionale che trasmette voci e suoni tramite radiofrequenze
 - 8000 licenze per stazioni radiofoniche vengono concesse negli USA fra il 1912 e il 1916
 - Nel 1919 nasce la Radio Corporation of America (RCA)
 - Nel 1922 nasce a Roma la «Radio Araldo»
 - 1924 nasce a Roma l'Unione Radiofonica Italiana (URI)
 - Nel 1928 URI si trasforma in EIAR (Ente Italiano Audizioni Radiofoniche)
 - Nel 1933 viene istituito l'ente *Radio Rurale* per favorire la diffusione della radio nelle campagne

L'affermazione e i riconoscimenti



The image shows a timeline of Guglielmo Marconi's life and achievements. On the left, a world map highlights Italy. In the center, a black and white photograph of Marconi is shown. On the right, a vertical timeline lists years from 1874 to 1937, with the year 1927 highlighted. A small 'X' icon is visible in the top right corner of the timeline area.

Roma

1927: Marconi è nominato presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

1930: Marconi è nominato presidente della Reale Accademia d'Italia.

1931: inaugurazione della nuova stazione radio della Città del Vaticano alla presenza di Papa Pio XI.

20 luglio 1937: morte di Guglielmo Marconi.

1874
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1907
1909
1910
1912
1919
1924
1927
1930
1931
1933
1937

Radiofonia a onda corta

- Broadcasting radiofonico globale
- Un esempio: Zenith Transoceanic H500
 - Sul mercato dal 1951 al 1953
 - Costo di \$ 99.95, circa \$ 1250 oggi
 - Vendute circa 250.000

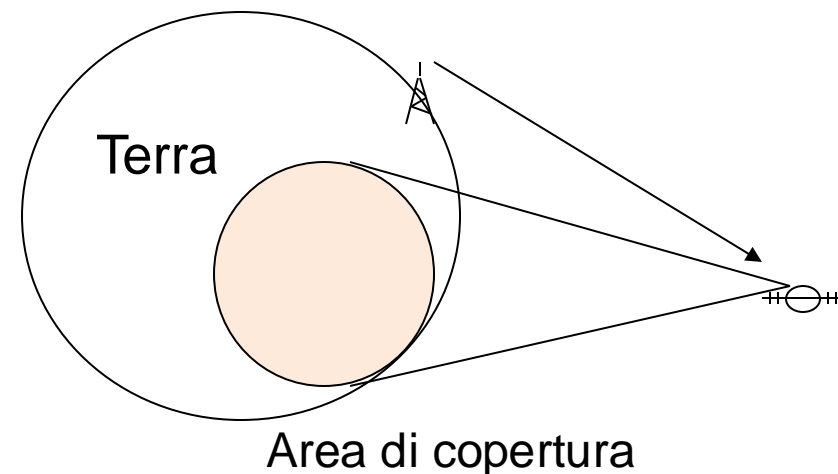
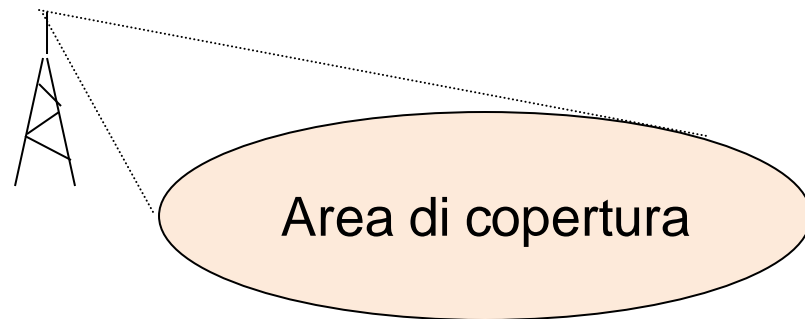


<http://elmphotography.com/radios/radio16.htm>



Le comunicazioni globali

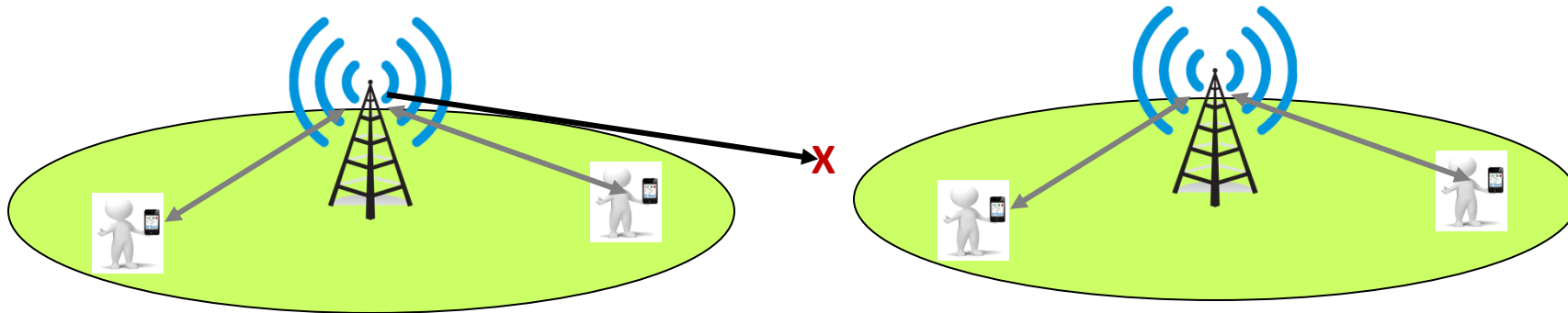
- La propagazione ionosferica cessa se si aumentano le frequenze
- L'attenuazione aumenta con la frequenza e pertanto limita le aree di copertura
- La curvatura terrestre impedisce le comunicazioni oltre l'orizzonte



Verso la telefonia radiomobile

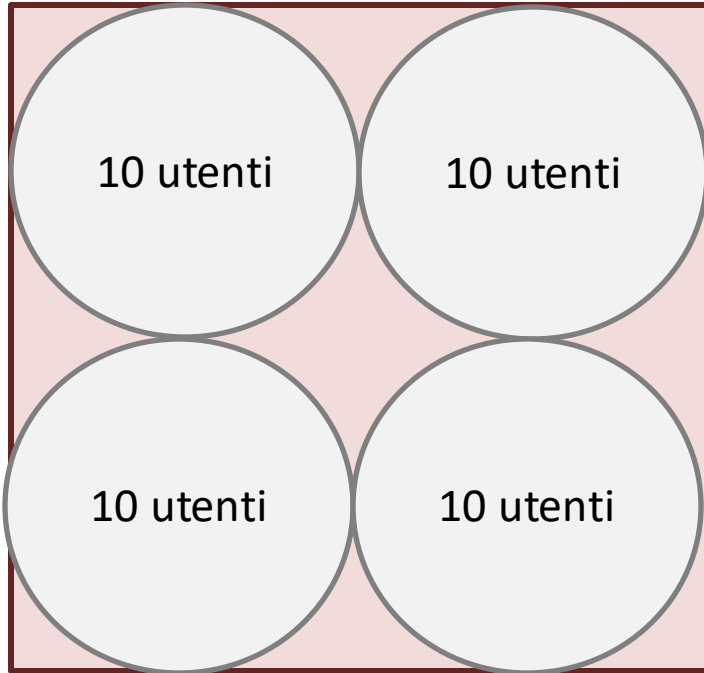
- Servizi conversazionali in tempo reale (dialogo fra persone)

L'attenuazione separa le due aree di copertura

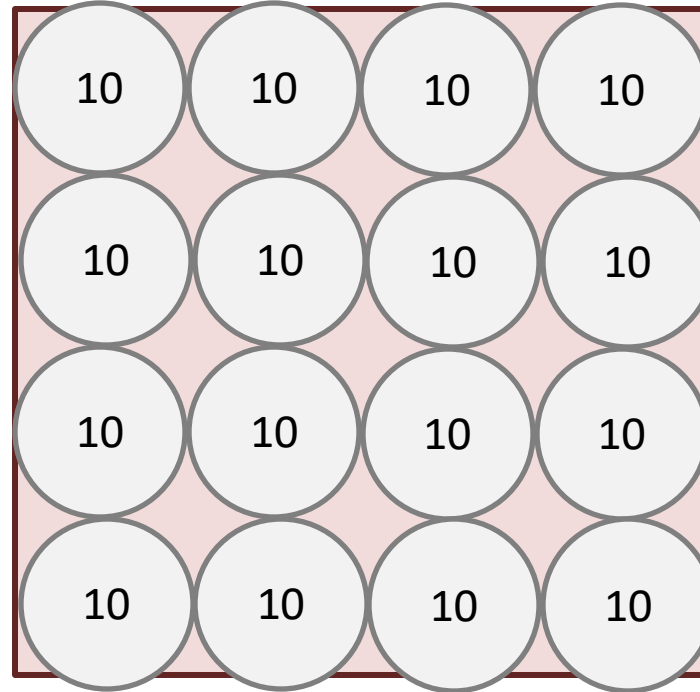


Ma se voglio aumentare la densità degli utenti
(più comunicazioni attive per unità di superficie)?

L'inversione di rotta

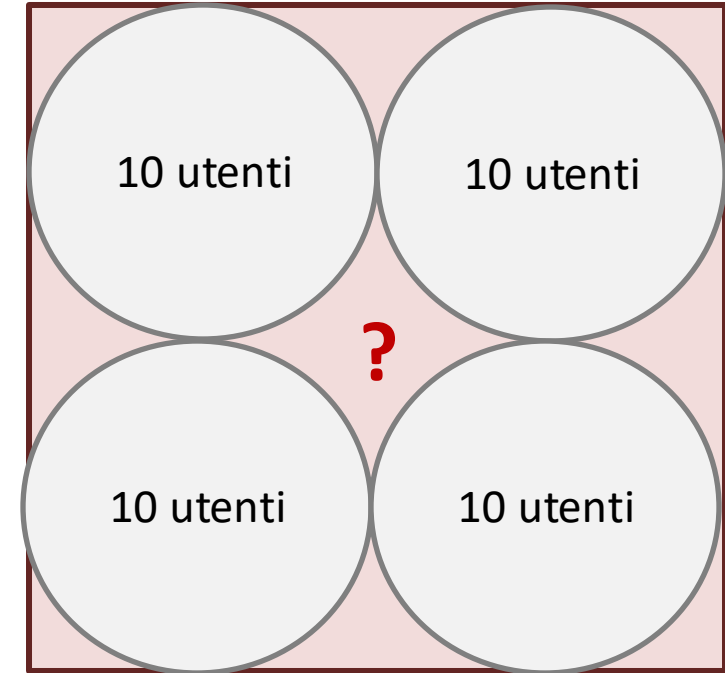


40 utenti per unità di superficie



160 utenti per unità di superficie

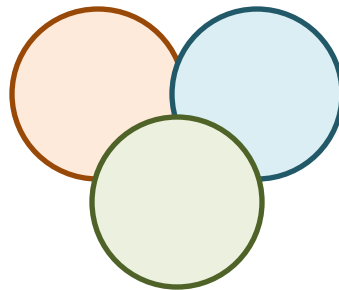
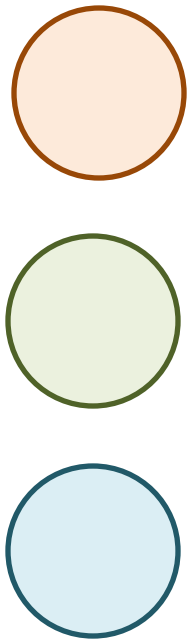
ma



40 utenti per unità di superficie

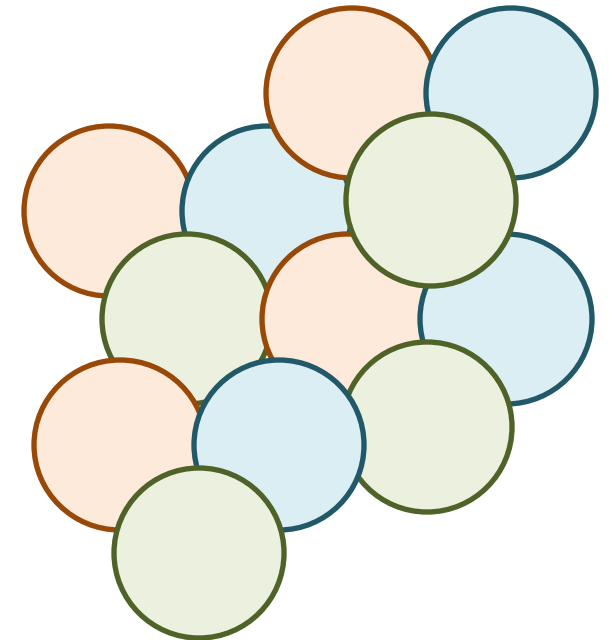
La copertura cellulare

Dividiamo le frequenze utilizzabili
in sottoinsiemi disgiunti



Costruiamo un cluster
di aree di copertura su
frequenze non interferenti

Giustapponiamo i cluster
per coprire l'area



Ubiquità e integrazione

- Servizio garantito in mobilità
 - Roaming da una cella all'altra
- Diverse tipologie di informazione
 - Audio, messaggi, immagini, video
- Una sfida enorme per la rete
 - Infrastruttura di elaborazione per il controllo delle comunicazioni molto complessa

Il grande integratore: lo smartphone

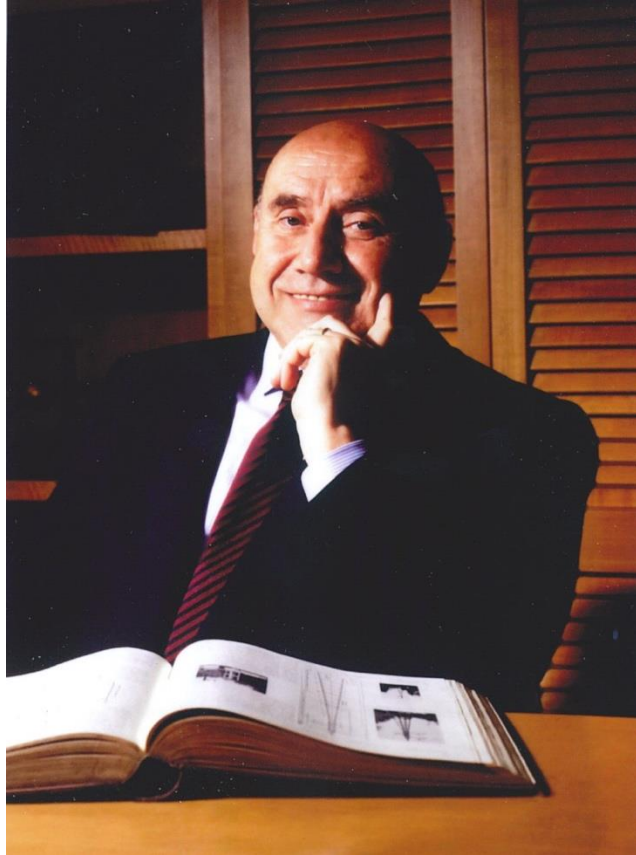
- Grande capacità di calcolo nelle mani dell'utente finale
- Possibilità di compensare molti dei comportamenti non ideali della rete
- Enfasi sempre maggiore su servizi in tempo differito



Radiomessaggio del 1937

- La radiodiffusione ... non è secondo me la parte più significativa delle moderne telecomunicazioni in quanto è solo una comunicazione a «senso unico».
- Un'importanza ben maggiore risiede, a mio parere, **nella possibilità offerta dalla radio di scambiare comunicazioni ovunque si trovino i corrispondenti**: nel mezzo dell'oceano, sulla banchisa ghiacciata del polo, nelle distese desertiche o sopra le nuvole in aeroplano!
- È solo tramite la radio che noi possiamo - per il momento - parlarci, con la nostra voce, sia attraverso gli oceani che tra gli antipodi.

Un affettuoso ricordo ed un immenso grazie



Prof. Gian Carlo Corazza
Presidente della Fondazione G. Marconi dal 1981 al 1997
Scomparso nel 2020



Prof. Gabriele Falciasecca
Presidente della Fondazione G. Marconi dal 1997 al 2019
Scomparso nel 2024



DI QVI MARCONI LANCIÒ
IL PRIMO SEGNALE RADIO
PRIMAVERA MDCCCXCV



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Franco Callegati

Department of Computer Science and Engineering

franco.callegati@unibo.it

www.unibo.it