




 innovating communications

Telecomunicacions: Reptes de Futur en Recerca i Transferència de Tecnologia

Carles Antón Haro
 Dir. Relacions Internacionals, Investigador Sènior

Aula d'Extensió Universitària dels Enginyers Industrials de Catalunya
 Barcelona, 20 de Gener de 2010

© Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya. 2010. All rights reserved

2

COMUNICAR-SE, UNA NECESSITAT...

Una necessitat de tot el Regne Animal:






© CTTC 2010.
All rights reserved.



3

...I A DISTÀNCIA, UN REpte!

Quelcom exclusiu de l'ésser humà:



Correu



Senyals de fum



Telègraf Òptic (SXVII)



CTTC
Centre
Tecnològic
de Telecomunicacions
de Catalunya

© CTTC 2010.
All rights reserved.

4

ABANS DE COMENÇAR

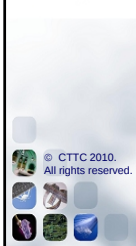
En aquesta presentació...

- Telecomunicacions amb mitjans elèctrics o electrònics.
- Parlarem de xarxes, no de serveis ni aplicacions.
...sense xarxes, no pot haver-hi serveis!!
- Tecnologies de comunicacions, no sistemes d'informació.
➤ Més important estar ben comunicat que ben informat.
- Constant evolució tecnològica (cada 10 anys): propers reptes?

CTTC
Centre
Tecnològic
de Telecomunicacions
de Catalunya

© CTTC 2010.
All rights reserved.

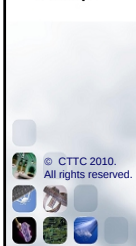
5



AGENDA

- **Les telecomunicacions: 1800-2010.**
- **La recerca al CTTC, *els reptes*:**
 - Xarxes de comunicacions sense fils i fixes.
 - Xarxes de Comunicacions Òptiques
 - Xarxes de Satèl·lits
- **Preguntes i respostes.**

6



AGENDA

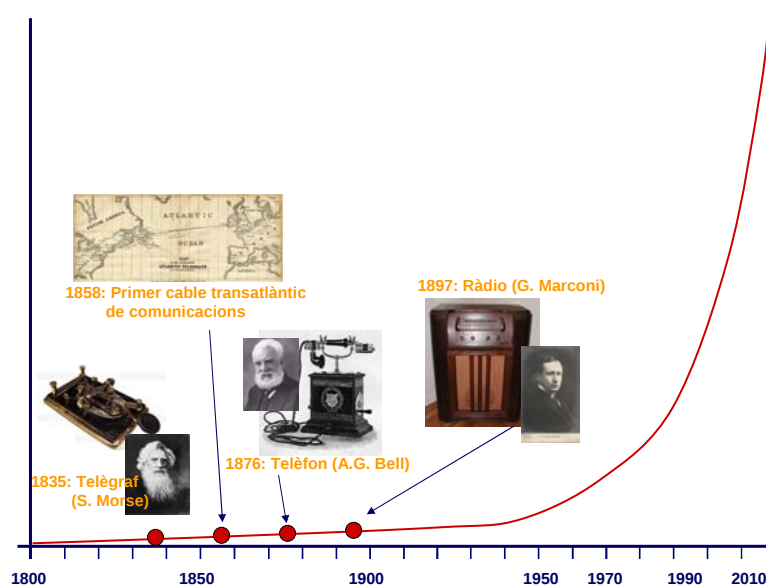
- **Les telecomunicacions: 1800-2010.**
- **La recerca al CTTC, *els reptes*:**
 - Xarxes de comunicacions sense fils i fixes.
 - Xarxes de Comunicacions Òptiques
 - Xarxes de Satèl·lits
- **Preguntes i respostes.**

7

Les telecomunicacions: 1800-1899

CTTC
Centre
Tecnològic
de Telecomunicacions
de Catalunya

© CTTC 2010.
All rights reserved.

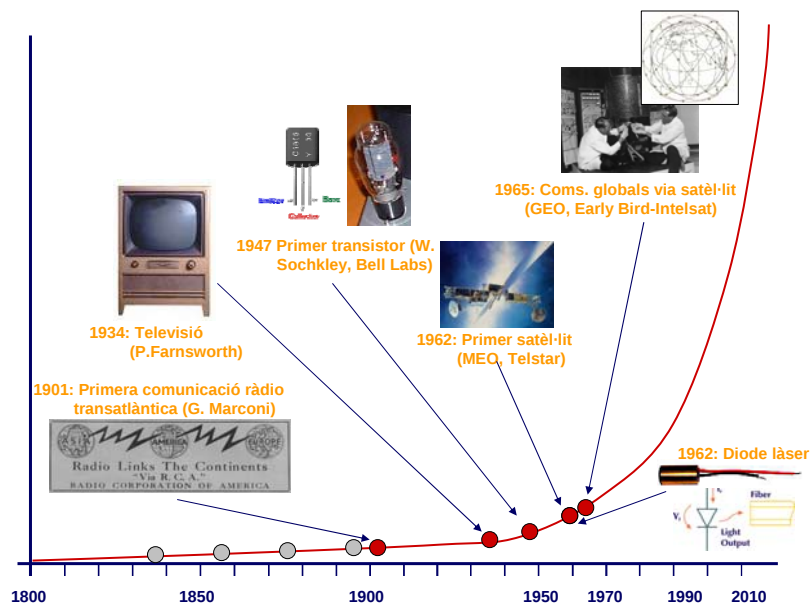


8

Les telecomunicacions: 1900-1969

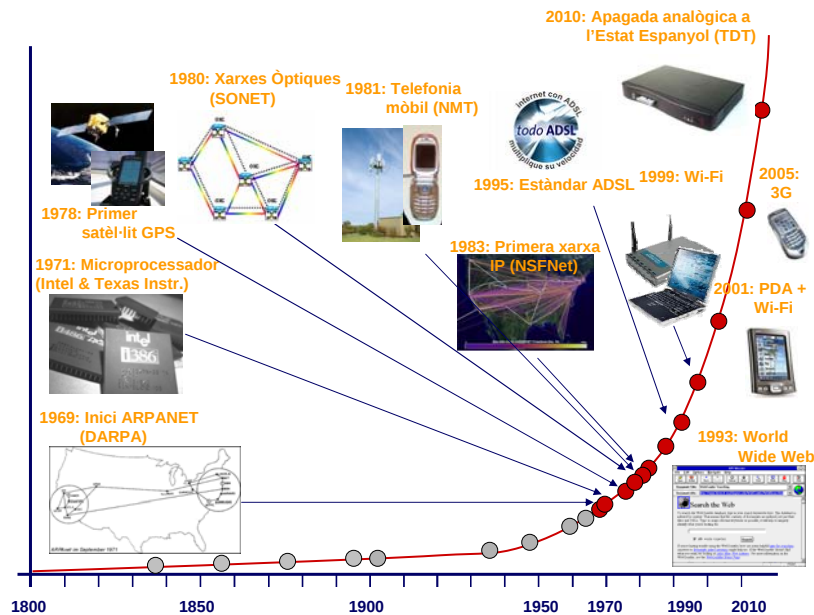
CTTC
Centre
Tecnològic
de Telecomunicacions
de Catalunya

© CTTC 2010.
All rights reserved.



9

Les telecomunicacions: 1969-2010



10

Les telecomunicacions: 1969-2010

Un exemple: els telèfons mòbils



1969

Proves de sistemes cel·lulars



1979

Terminals mòbils portables



1983

Primers telèfons mòbils (Motorola)



1990-1995

Els telèfons mòbils més compactes (Motorola, Nokia, Ericsson,...)



1996

Telèfons mòbils i ordinador de mà (Nokia 9000 communicator)



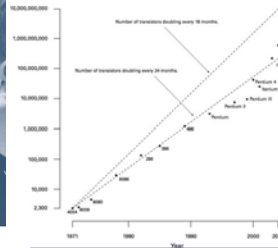
Avui

Telèfons mòbils amb e-mail, pantalla tàctil, càmera, navegador, PDA,... (Samsung)

11

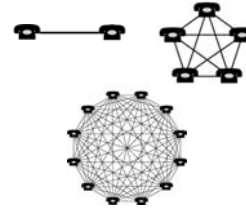
Factors de creixement

Llei de Moore



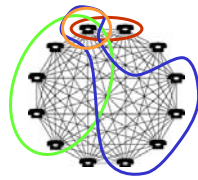
La capacitat dels processadors es duplica cada 18-24 mesos

Llei de Metcalfe



El valor de la xarxa creix amb el quadrat del nombre de terminals (N^2)

Llei de Reed



El valor de la xarxa creix exponencialment amb el nombre de terminals (2^N)

"Llei d'Antón-Haro"



La recerca en telecomunicacions és crucial per la millora dels sistemes

factors
clau

CTTC
Centre
Tecnològic
de Telecomunicacions
de Catalunya

© CTTC 2010.
All rights reserved.

12

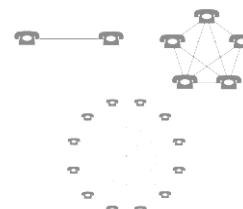
Factors de creixement

Llei de Moore



La capacitat dels processadors es duplica cada 18 mesos

Llei de Metcalfe



El valor de la xarxa creix amb el quadrat del nombre de terminals (N^2)

Llei de Reed



El valor de la xarxa creix exponencialment amb el nombre de terminals (2^N)

"Llei d'Antón-Haro"



La recerca en telecomunicacions és crucial per la millora dels sistemes

**Recerca en
Telecomunicacions**

CTTC
Centre
Tecnològic
de Telecomunicacions
de Catalunya

CTTC
Centre
Tecnològic
de Telecomunicacions
de Catalunya

© CTTC 2010.
All rights reserved.

QUI SOM? QUÈ FEM?

Centre R+D en tecnologies de les **telecomunicacions**, fundat l'any 2001 com una **fundació privada** i **sense ànim de lucre** per iniciativa del Dept. d'Innovació Universitats i Empresa (DIUE) de la **Generalitat de Catalunya**.

- Centre d'excel·lència en projectes de **recerca a llarg termini** i d'enginyeria.
- **Formació en R+D**: Pre- i post-doctoral.
- **Complementari** a l'infraestructura d'R+D existent.
- **Nexe d'unió entre universitat i empresa**:
 - Soci per a **R+D precompetitiva**.
 - Augment del **nombre d'investigadors**.
- Contribució a **fixar teixit R+D** industrial.



AGENDA

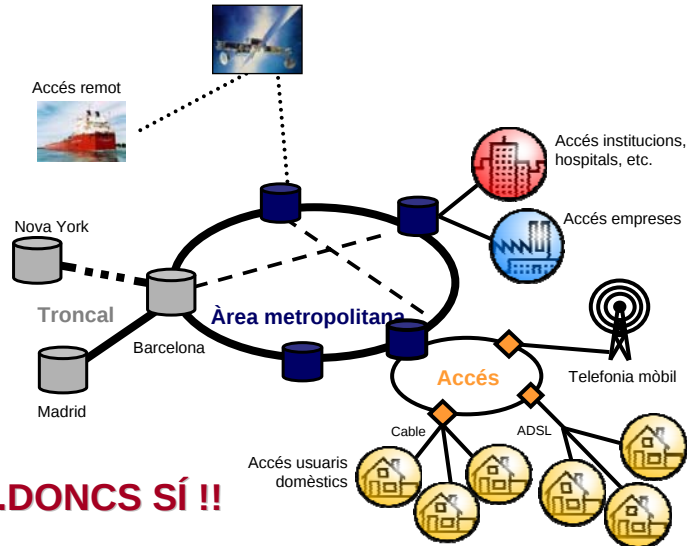
- **Les telecomunicacions: 1800-2010.**
- **La recerca al CTTC, els reptes:**
 - Xarxes de Comunicacions sense fils i fixes.
 - Xarxes de Comunicacions Òptiques
 - Xarxes de Satèl·lits
- **Preguntes i respostes.**



15

COMUNICACIONS EXTREM A EXTREM

I tantes xarxes diferents ens calen...??



...DONCS SÍ !!

16

GRANS LÍNIES DE RECERCA

Comunicacions sense fils i fixes:

- Mòbils: 3G, GPRS, 4G, ...
- Xarxes d'accés: Wi-Fi (àrea local), WiMAX, ...
- Comunicacions curt abast: UWB, Bluetooth, Zigbee, 60 GHz, ...
- ADSL
- Xarxes de sensors
- Accés open spectrum
- Construcció equipament experimental.

Xarxes Comunicacions Òptiques

- Enllaços troncal d'alta capacitat per Internet (40 Gb/s)
- Gestió i control de xarxes de comunicacions.

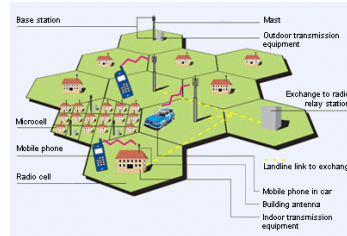
Xarxes de satèl·lits:

- Comunicacions: televisió, Internet, ...
- Posicionament: GPS, Galileo, ...

COMUNICACIONS MÒBILS 3G

Què és? Com funciona?

- Cel·les, Estacions Base, Radioenllaços,...
- 3G és successor de GSM i GPRS (2 i 2.5G)
- Serveis veu i dades fins 2 Mbit/s (HSDPA: 7.2 Mbit/s)
(tarificació per volum de dades)
- Convivència/competència amb 2G, Wi-Fi,...



Reptes en R+D:

Mobilitat entre xarxes 3G/2G/Wi-Fi/...

Augment velocitat dades:
56 Mbit/s (HSDPA+, 3.75G)



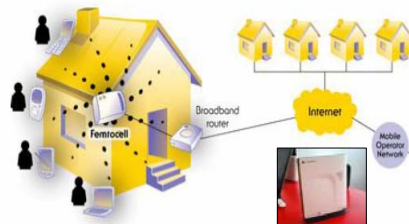
Disseny sistemes 4G (LTE-A):
Successor 3.75 G (~2015)

- Actualment en fase de disseny:
Projecte  (Comissió Europea)
- Velocitat: 1 Gb/s (vs. 2 Mb/s 3G)
- Major eficiència espectral
 - 4G: 10 bits/s/Hz - 3G: 0,5 bits/s/Hz
 - Espectre escàs i car (ex: subhastes de llicències 3G).

FEMTOCEL·LES

Què és? Com funciona?

- Miniestació base per la llar (~router wi-fi)
 - 60-70% trucades des d'interiors.
 - Millorar cobertura/velocitat dades.
- Pocs usuaris/femto (5-6), connexió ADSL.
- Descarrega tràfic de xarxa exterior (macro).
- Reducció de costos de desplegament.
- Desplegament massiu imminent (2010).



Aplicacions:



Entorns domèstics. Entorns d'oficina: xarxes Grans events, espais públics. Presència/serveis basats en localització. Transport

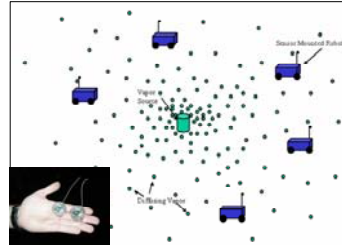
Reptes en R+D:

- Gestió d'interferències amb xarxa exterior/entre femtos (mateixes freqüències): cobertura.
- Extensió a xarxes de femtocel·les: arquitectures, protocols, balanceig de càrrega, etc.
- Equipament: +usuaris/femtocel·la, -cost, nous sistemes (LTE, LTE-A).
- Continuitat de trucades entre xarxa interior/exterior.

XARXES DE SENSORS RADIO

Què és? Com funciona?

- Xarxa de dispositius de mesura enllaçats via radio
 - Mesura de paràmetres
 - Detecció d'esdeveniments.
 - Localització
- Sensor + microprocessador + transmissor + bateria
- Petits, barats, fàcils de desplegar (i autònoms!)
- Distribuïts en zona geogràfica (~1000s)



Aplicacions:



Monitorització habitats/mediambiental
(salinitat, temperatura, vent...)



Detecció sísmica



Lectura de comptadors



Estat d'edificis



Monitorització mèdica

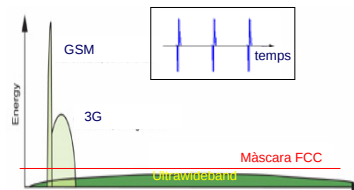
Reptes en R+D:

- Eficiència energètica: transmissió, *sleep mode* (max. temps de vida).
- Escalabilitat de la xarxa: 10...10000 sensors.
- Interconnexió amb xarxes mòbils 3G/4G (Machine-to-Machine): volum de dades vs. volum de dispositius, connexió directa o agregació de dades, cost dispositius, etc.
- Funcionament distribuït i robust: fallada sensors, bateries, capacitat de càlcul limitada,...

COMUNICACIONS ULTRA WIDEBAND

Què és? Com funciona?

- Enllaç radio punt-punt curt d'alta velocitat (~Gb/s)
- Mateixes freqüències d'altres sistemes llicenciats
 - Potència escampada en moltes freqüències (3-10 GHz)
 - Poques interferències a d'altres (màscara FCC)
- Informació en polsos molt curts (ns.)
- Possibilitat mesurar distàncies: localització.
- Intercanvi velocitat – abast (1-200 m)



Aplicacions:



Enllaç dades alta velocitat per disp. electrònics



Magatzems intel·ligents:
Localització de palets.



Teleassistència domèstic: localització

Reptes en R+D:

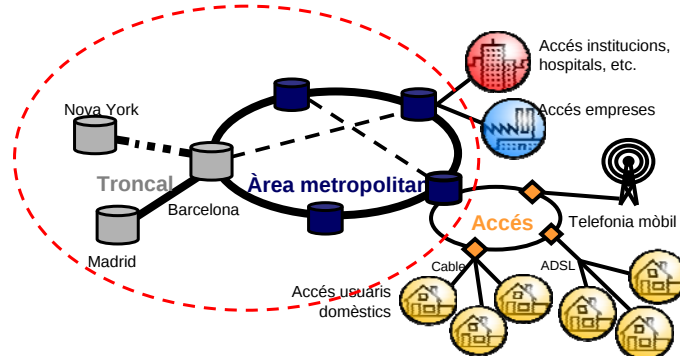
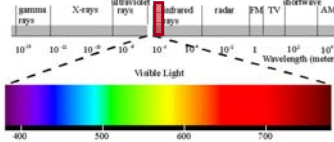
- Generació de polsos de curta durada – més velocitat dades.
- Algorismes de localització robustos.
- Reducció cost.
- Aspectes regulatoris: FCC (US) vs. EU
- Proves en testbed CTTC QUETZAL.



XARXES ÒPTIQUES

Què és? Com funciona?

- Freqüències infrarojos (més enllà de la llum visible)
- Dades = polsos de "llum" en fibra òptica.
- Gran velocitat transmissió per canal: ~40 Gb/s (comercial), 140 Gb/s (lab)...
 - Rècord absolut: 14 Tb/s = 14.000.000.000.000 bits/s
- Altíssima capacitat: per a xarxes metropolitanes i troncal, per a transportar tot el tràfic de xarxes d'accés



XARXES ÒPTIQUES

Si les telecomunicacions són joves... les comunicacions òptiques van al parvulari

Reptes en R+D a mig-curt termini:

Connexions (circuitos òptics)

- Commutació tot òptica (sense O/E)
- Enginyeria de tràfic: canvi velocitat sota demanda
- Agrupació eficient de tràfic xarxes d'accés
- Robustesa (restauració en temps real)



- Projecte Integrat finançat per la Comissió Europea.
- Disseny xarxes òptiques regionals/metropolitanes 2012.



Reptes en R+D a llarg termini:

Processament de la llum (paquets òptics)

- Commutació de paquets òptics (memòries òptiques!!)
- Processament del senyal òptic

COMUNICACIONS VIA SATÈL·LIT

Què és? Com funciona?

- Un "repetidor" a l'espai
- Segment de terra vs. espacial.
- Serveis: televisió, internet, veu,...
- Tipus: GEOstacionaris, MEO, LEO.

Entorns ideals d'ús:

- Llocs remots/zones de conflicte/rurals
- Serveis Satel·litals Mòbils (MSS):



Avions comercials: Delta

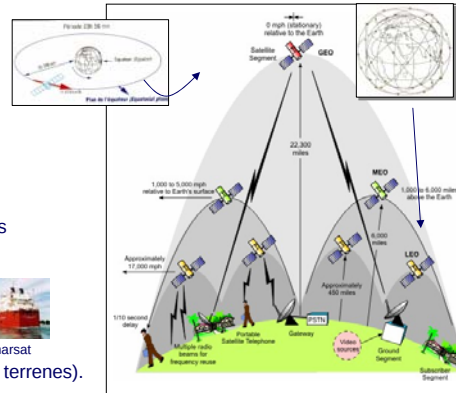


TAV



Inmarsat

- Situacions d'emergència (col·lapse x. terrenes).



Avantatges:

- Cobertura global



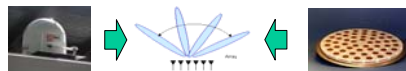
Limitacions:

- Cost (llençament, explotació, modificació, ROI)
- Mida dels equips (antenes!!)
- Retard (GSO: 250 ms a/t) ... i múltiples salts!
- Necessitat d'apuntament i seguiment.



COMUNICACIONS VIA SATÈL·LIT

Apuntament: mecànic / conjunt d'antenes (arrays).



Enllaç satèl·lit-terminal més robust: codificació (GEO)

Disminució pes satèl·lit: menys consum/més durada.



Encaminament intel·ligent entre satèl·lits: retard (LEO)

ELS REPTES EN R+D



Cobertura trens d'alta velocitat

Més càrrega de procés al satèl·lit: major rendibilitat

Antenes dels terminals: més petites, més eficients.

Amagar retard a aplicacions: protocols de transport.

25

SISTEMES DE POSICIONAMENT

Què és? Com funciona?

- Conjunt de satèl·lits MEO a l'espai
 - GPS: 6 òrbites x 4 satèl·lits = 24.
- Mesures temps propagació. trilateralització (3 o +).
- Precisió: 2 m



Aplicacions:



Navegació



Control de flotes.



Referència temporal precisa.



Militars

Reptes en R+D:

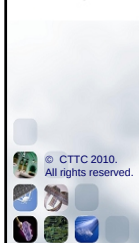
- Desenvolupament nou sistema de posicionament: Galileo (20xx).
 - Més precisió garantida a tots els usuaris.
 - Millor cobertura en latituds grans (Escandinàvia).
 - No dependència de GPS (USA).
- Millora de precisió: múltiples antenes (reflexions), EGNOS (ionosfera).
- Combinació posicionament via satèl·lit (exterior) + xarxes terrestres (interior/exterior).

26

AGENDA

- **Les telecomunicacions: 1800-2010.**
- **La recerca al CTTC, els reptes:**
 - Xarxes de comunicacions sense fils i fixes.
 - Xarxes de Comunicacions Òptiques
 - Xarxes de Satèl·lits
- **Preguntes i respostes.**





Gràcies per la vostra atenció

Preguntes? Suggestiments?



Carles Antón Haro

Director de Relacions Internacionals

Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya

Parc Mediterrani de la Tecnologia, Av. Carl Friedrich Gauss 7
08860 Castelldefels (Barcelona) - SPAIN

carles.anton@cttc.es

Tel.: +34.93.645.29.23