

# **Estudi socialment constructivista del naixement de les Xarxes GSM**

Pedro Hernández Pena  
[phernape7@uoc.edu](mailto:phernape7@uoc.edu)

*Tecnologia, Economia i Societat. Treball Final.*

## **Abstract**

*Les xarxes de telefonia GSM s'han convertit en part física de la societat mundial, unificant tecnològicament territoris molt diversos. Al present treball a partir d'un breu repàs a la història de la creació de les xarxes GSM es tracta d'identificar els actors rellevants del seu naixement i la relació que van tenir sobre aspectes del disseny, mostrant com aquestes relacions no només es queden en una interpretació d'unes condicions estàtiques del sistema sinó que influeixen decisivament en el producte final.*

## **1. Introducció**

Al present treball es tracta la creació de les xarxes de telefonia mòbil GSM a Europa des de la metodologia de la Construcció Social de la Tecnologia (SCOT). En primer lloc s'analitza la situació prèvia al desenvolupament de l'estàndard amb les seves solucions tecnològiques concretes i s'identifiquen els esculls més importants a sobrepassar per part de la tecnologia. De la mateixa manera s'identifiquen els actors i grups socials rellevants més importants. Al següent punt s'estudia l'establiment de la voluntat d'engegar el desenvolupament de l'estàndard, el posicionament dels diferents grups socials i la flexibilitat interpretativa del disseny. Al quart punt es mostrarà com es va resoldre aquesta flexibilitat i l'estabilització de la tecnologia al voltant de la Fase 1 de les especificacions. Finalment s'exposen les conclusions del present estudi.

Es pot avançar que el fet que aquesta tecnologia hagi estat desenvolupada amb la voluntat que sigués un estàndard obert i assumible per tots, o la major part, dels actors implicats va fer que s'explicités el model de desenvolupament socialment constructivista de la tecnologia en qüestió. A les referències es poden trobar moltes de les actes de les diferents reunions dels grups d'estandardització.

## **2. Antecedents Històrics**

Les xarxes de telefonia mòbil actual van evolucionar a partir de les antigues xarxes de radiotelefonía analògica. En aquest sentit la tecnologia es caracteritzava per ser voraç consumidora d'un recurs escàs que era regulat per les administracions de Correus i Telègrafs dels països on estaven instal·lades les estacions base: L'espectre radioelèctric.

L'espectre radioelèctric es caracteritza per ser un recurs limitat tant en volum com en abast. Les freqüències en les que es distribueix tenen cada una aplicació concreta, en funció de la seva longitud d'ona degut principalment a dues causes. Em primer lloc els dispositius poden tractar senyals d'una mida de l'ordre de la seva antena. Això implica que si es té un dispositiu d'uns centímetres d'alçada és complicat rebre senyals amb longituds d'ona de l'ordre de metres. Així mateix l'abast depèn de la potència d'emissió, a més de la freqüència, però quan les emissions són molt potents els canals, és a dir els intervals discrets en els que es divideix l'espectre de freqüències, han d'estar molt separats per obtenir una qualitat moderada, el que augmenta l'ample de banda a utilitzar i provoca que els usos simultanis es vegin reduïts considerablement. Altres limitacions com les interferències d'harmònics, introdueixen encara més limitacions al seu aprofitament. Per aquest motiu els organismes reguladors disposen uns usos concrets per determinats rangs de freqüències obrint així camí per les diverses aplicacions: Des de la transmissió a llarga distància d'ona curta de començaments del segle passat, a les transmissions de Televisió Digital Terrestre actual.

Per aquest motiu les xarxes instal·lades a començaments i mitjans dels anys vuitanta no podien adequar-se als creixements en el nombre d'usuaris, especialment en zones urbanes, que es preveïen en funció de l'èxit que havia tingut la telefonia cel·lular analògica als països nòrdics.

Aquest fet va provocar que els diferents països Europeus es plantejessin un canvi en les tecnologies que utilitzaven les corresponents xarxes nacionals. La dependència d'aquestes xarxes en la majoria de països era de les Administracions de Correus i Telègrafs (ACT) de cada país. L'única excepció en aquest sentit era el mercat del Regne Unit, que va ser liberalitzat al 1985 després de la privatització per part de Margaret Thatcher de l'antiga empresa estatal British Telecom (BT).

Així doncs el primer grup rellevant que es troba en el desenvolupament de la nova tecnologia són les ACT. Aquestes estaven íntimament relacionades amb els corresponents Ministeris i per tant amb els Governos de torn. Així mateix, les operadores que depenien d'elles, es poden considerar en un primer moment part d'aquestes administracions. Per altra banda al Regne Unit s'han de considerar separatament operadores i Govern, pel comentat anteriorment. A començaments dels anys 80 la majoria de països, com ja s'ha introduït a l'inici del treball, havien instal·lat, o estaven desplegant, xarxes incompatibles entre sí que no només no permetien la itinerància entre països (roaming) en la seva majoria [1](pg. 12), malgrat tot una cosa que no es plantejaven els usuaris en aquell moment, sinó que la fragmentació de mercats també suposaven un problema a l'hora de fer rentables els projectes de desenvolupament de noves tecnologies pels fabricants de sistemes de cada país. En aquest sentit el comportament de les operadores, en la seva gran majoria dependents del govern com s'ha comentat, era d'escollir la tecnologia que el fabricant del país corresponent desenvolupada. Així es va aplicar una estratègia d'escollir "campions nacionals" en tots els països que provocava que cada país tingués un sistema de comunicacions mòbil diferent. Als Països nòrdics es trobava el sistema NMT a 450Mhz, un dels més avançats i que després va convertir-se en NMT900, a Alemanya la B-Netz i posteriorment la C-Netz, a Regne Unit el TACS, una adaptació del AMPS dels Estats Units i a França el Radiocom 2000 [1](pg. 18). Per aquest motiu els fabricants d'equips de xarxa, així com els de terminals mòbils, també van representar un grup rellevant en el disseny i la construcció final de l'estàndard GSM.

També a finals dels anys 70, a la World Administrative Radio Conference de 1979, es va produir un fet important ja que es va reservar per a la zona 1 (Europa) un bloc de espectre radioelèctric en el rang dels 900 Mhz per sistemes de comunicació terrestre públics. Aquesta reserva permetria, 10 anys més tard, donar cabuda al sistema Pan-Europeu de radiotelefonía.

En aquest moment la CEPT (Conférence Européene des Postes et Télécommunications) era un cos tècnic que pretenia l'harmonització tècnica de les 26 AACT de l'Europa Occidental. Així es va obrir l'oportunitat d'anar una mica més enllà en l'objectiu d'aconseguir una solució a l'amalgama de solucions tècniques independents en una Europa que volia integrar-se cada cop més i més.

A la conferència de 1982 a Viena, la comissió de telecomunicacions de la CEPT va establir que es podia perdre aquesta oportunitat d'unificar una tecnologia essencial pel futur per a tota Europa. Així es va decidir a estudiar la qüestió de l'harmonització i es va crear el "Groupe Spécial Mobile" (GSM)[2]. Per tant també es pot considerar aquesta conferència, la

CEPT, un grup rellevant.

### 3. Creació d'una voluntat

Els països nòrdics, que van ser els més interessats en definir les línies bàsiques de la tecnologia perquè hi existia un mercat potencial molt gran de telefonia mòbil, es van reunir el mateix 1982 per establir un pla d'acció que va ser seguit principalment fins el 1985 i en el que s'establí que s'havia de fer una especificació "no detallada" [3] sinó simplement de contorn dels diferents aspectes i sistemes del marc global tecnològic i que hauria d'estar finalitzat pel 1986. En aquest document una de les característiques de la nova xarxa ja es va definir i era la compatibilitat de la xarxa Pan-Europea amb l'ús per part de les xarxes analògiques nòrdiques de parts de la banda de 900Mhz, que ja estaven previst implantar. En aquest sentit el lideratge que va prendre aquest grup els hi va permetre aquest fet. Una altra característica inicial del sistema era que la tecnologia havia de ser susceptible de ser usada a tots els països de la CEPT, fossin o no participants en la seva definició.

A partir d'aquest document de treball el GSM es va posar a treballar sota el lideratge de la CEPT. En aquest sentit la CEPT no tenia cap directiva política per sobre seu. Això implicà que una de les decisions més transcendents en el disseny de la tecnologia, si havia de ser digital o analògica, quedés en les seves mans. En qualsevol cas la relació entre la Comissió Europea i la CEPT no era molt directa en aquest sentit, però la primera va prendre una decisió molt important quan va crear la Directiva Europea de Reserva de Freqüència (Directive 87/372/EEC) que va impedir que en els països membres i per extensió en la majoria dels límits, s'emprés la banda dels 900Mhz per a usos que no fossin els de la xarxa pan-europea de telefonia.

Les iniciatives per part d'aquests grups, tant la CEPT com la Comissió, van ser decisives per l'inici dels contactes en aquest sentit, però un dels moments més transcendents d'aquest desenvolupament va arribar amb un compromís de les operadores. A la majoria dels països els responsables d'apostar per un estàndard o un altra a l'hora de desplegar les xarxes eren les operadores, i excepte en el Regne Unit, per tant, els ministeris, però eren els fabricants tant de xarxes com de terminals els que invertien en una o una altra tecnologia. Era evident que el suport que s'havia donat per desenvolupar el nou estàndard va ser molt important, però si els fabricants no veien futur a desenvolupar productes basats en una tecnologia determinada, per molts documents que hi hagués i moltes possibilitats que se li veiessin no hagués anat endavant[1](pàg. 51). Així, al setembre de 1987 es va presentar un document, signat per 13 operadores de 14 països diferents. En ell es comprometien a, segons l'article més important, "We the undersigned cellular radio operators agree to purchase our next generation of cellular radio network to a common agreed technical standard. Furthermore we agree to open service in 1991" [4]. Com es pot comprovar aquest "Memorandum of Understanding" (MoU) implicava que aproximadament un mercat de 200 milions de persones es comprometia per un estàndard obert i accessible per a tots els fabricants que volguessin implicar-se i en només 4 anys. La reacció dels fabricants va fer que en aquest 4 anys els quatre fabricants més importants de sistemes per telefonia mòbil tinguessin el 85% de les patents GSM [5].

Per acomplir la data de posada en marxa de les primeres xarxes de proves en el 1991 el grup GSM va establir una sèrie de etapes en les que diferents requeriments van ser establerts per aconseguir una fita inicial en aquella data. A aquestes fites se li van anomenar fases. El gener del 1992 va entrar en funcionament comercial a Finlàndia *Oy Radiolinja Ab* la primera xarxa GSM. Al desembre de 1992 ja hi havia 13 xarxes a 7 països diferents.

En aquest moment es va començar a treballar en la Fase 2 de les especificacions, en el que serien els nous serveis afegits, com els SMS, i conservant la compatibilitat amb els sistemes de la fase 1. Poc després de l'inici comercial al 1992 de les xarxes GSM Austràlia i Sud-àfrica van mostrar interès en desplegar xarxes als seus respectius territoris. A partir d'aquí, tot i que molta feina es va fer per desenvolupar les fases 2 i 2+, el gran pas per a l'èxit del sistema GSM de telefonia Mòbil ja estava fet. Un bon exemple de l'èxit del sistema GSM l'expressa Stephen Temple, responsable del Department of Trade & Industry (DTI - UK) i de la redacció del MoU, "If today the CEO of any of the largest US technology companies were to be asked - in which area of technology is Europe ahead of the US they would immediately say "mobile radio" and then hesitate to think of another example." [1] (pàg. 51).

#### **4. Decisions Clau**

A la història del desenvolupament de l'estàndard GSM es van produir decisions tecnològiques que no van tenir només un motiu exclusivament tècnic. De la mateixa manera el sistema GSM ha canviat la societat en la que vivim, creant unes necessitats i donant cabuda a noves situacions socials abans desconegudes que han fet canviar certs comportaments i han creat nous reptes pels ciutadans.

Es podria argüir que qualsevol sistema de radiotelefonía cel·lular podria haver canviat la societat de la mateixa manera però és clar que serveis com el SMS ho han fet de forma molt particular.

Anant més al detall ara s'analitzaran certes decisions tècniques que van veure's influenciades pels grups socials rellevants analitzats en el segon punt del present treball.

La tecnologia GSM, pel fet que donava suport a tot un sistema vast i complex, donava lloc a un gran nombre d'utilitzacions i per tanta a una interpretació molt flexible. En els inicis els usuaris finals no eren un grup gaire rellevant. La majoria pertanyien a grups de condicions socials minoritàries i no es plantejaven l'ús dels sistemes de radiotelefonía fora del cotxe, que era on estaven instal·lats la majoria de terminals. De fet quan es va començar el treball del grup GSM la majoria tenien en ment que el terminal aniria instal·lat en un vehicle i no els hi preocupaven tant els terminals portàtils [1] (pg. 344).

En aquest sentit la Comissió Europea (CCE) entenia la xarxa GSM com una extensió de la recentment creada RDSI (ISDN), és a dir com una xarxa de serveis harmonitzada de connexió entre els països, mentre que la CEPT la entenia com una xarxa autònoma que estaria interconnectada amb la de telefonia [1] (pg. 52). En aquest punt finalment la CEPT, degut a que tenia un àmbit geogràfic més extens, es va acabar imposant, malgrat que una gran part del disseny tècnic de la xarxa ISDN es va conservar, com reflexa l'acrònim MSISDN (Mobile Subscriber ISDN Number).

Un dels aspectes més importants a l'hora de dissenyar el sistema GSM va ser si la xarxa havia de ser un sistema analògic o al contrari digital. Com s'ha comentat aquesta decisió quedà a l'àmbit del GSM i va ser interessant el procés de decisió. Per part de França i Alemanya als anys 83-85 s'estaven estudiant diverses solucions interines conjuntes per superar el model de xarxes analògiques de 400 Mhz abans de disposar de la xarxa pan-europea. De les cinc propostes de les que disposaven quatre eren analògiques i una era digital, concretament de la companyia SEL alemanya. Això va obrir l'interés de la DGT Francesa i el Bundespost pels sistemes digitals. De fet un projecte de R&D de la DGT i CNET va començar a donar molts bons resultats pel que la possible solució digital va guanyar moment. En aquest moment els Alemanys van repensar-ho i van proposar de fer-se enrere de fer un sistema interí i de centrar-se en el sistema pan-europeu. El francesos, però, tenien un problema major que els alemanys. Les seves xarxes aviat serien al límit de la seva capacitat, sobretot en la conurbació de París, el que va fer que pressionessin per continuar endavant amb el projecte interí. Així Alemanya i França van establir un protocol pel que farien una pilot de xarxa cel·lular digital amb la intenció de potenciar el treball del grup GSM. Aviat Itàlia es va adherir a l'acord i poc després ho va fer Regne Unit. Aquests quatre països van formar el Nucli Permanent (PN) del GSM.

Un altra aspecte molt interessant va aflorar al 1987 quan definint el protocol de comunicacions va aparèixer una disputa entre França i Alemanya i la resta de països europeus. Els dos primers defensaven un protocol TDMA de banda ampla i els segons de banda estreta [1] (pàg. 30). Això va portar grans problemes ja que ambdós eren incompatibles i per tant es trobaven davant d'una decisió que podia comportar la existència o no d'una sola xarxa compatible, pel que es van tenir llargues reunions entre els delegats dels respectius països [1] (pàg. 22).

Finalment a la reunió de Madeira [6] el grup va decidir-se pel protocol digital TDMA de banda estreta i Alemanya i França van ser convidats a incorporar-se a la decisió. La posició d'Alemanya i França, malgrat que reconeixen la superioritat de la banda estreta sobre l'ampla, venia donada perquè les empreses implicades en els pilots previs de telefonia digital disposaven de patents i know-how molt important sobre el sistema de banda ampla i tot aquest valor es perdria si els sistema finalment fos de banda estreta [1] (pàg. 32). Alemanya va cedir poc després però França va lluitar sola per la seva posició encara una mica més. Finalment Alcatel, després de comprovar que la vasta majoria d'actors europeus continuarien amb la solució escollida pel grup GSM, va informar a la DGT Francesa que abandonava la solució de banda ampla. Com es pot comprovar per aquest exemple una solució inferior tècnicament, i econòmicament en quant a ús d'espectre, com reconeixien Alemanys i Francesos hagués pogut anar endavant i ser la solució escollida si la posició de poder d'aquests dos països hagués estat més important.

Un aspecte més que es mostra com a exemple va ser la una decisió que va tenir unes conseqüències molt importants en la història posterior de les xarxes GSM. Aquesta decisió va ser la diferenciació entre el Terminal Mòbil (ME) i el Modul Identificador del Subscriptor (SIM). En la telefonia mòbil no existeix la possibilitat d'identificar un abonat pel cable pel que es

connecta a la xarxa. En aquest cas l'usuari pot emprar qualsevol centraleta de les que té instal·lades l'operadora o inclús una altra d'un país diferent. Per aquest motiu s'havia de dissenyar un procediment d'identificació dels usuaris que accedien a la xarxa. En les xarxes primigènies la identificació es feia mitjançant un codi identificador que tenia cada terminal. Això presentava grans problemes de seguretat i el frau va arribar a cotes molt importants. Al sistema GSM es va decidir fer-ho amb un identificador que no residia en el terminal mòbil sinó en un dispositiu segur: La targeta SIM [7]. La tasca d'aquest dispositiu és, mitjançant una clau que té emmagatzemada i un algorisme criptogràfic, autenticar-se amb l'estació base per la qual es vol accedir a la xarxa de telefonia.

Aquesta divisió pot semblar una mica artificial quan es podria disposar de la mateixa funció amb un xip que en comptes que estigués diferenciat es trobés en el terminal mòbil integrat amb la resta de la circuiteria. En qualsevol cas això no va ser així perquè en un primer moment, com ja s'ha comentat, la idea amb la que va començar el disseny del sistema GSM no va ser la de fer ús de dispositius portàtils sinó d'instal·lats en vehicles. De fet la precursora de la targeta SIM va ser la targeta telefònica del Bundespost que s'emprava també en la xarxa de primera generació de telefonia cel·lular d'Alemanya, la C-Netz. Aquesta targeta es podia usar en els terminals mòbils però també com una targeta telefònica [8]. Així la idea era aproximadament la mateixa, disposar d'una targeta que es podés usar en el telèfon del cotxe però també en possibles telèfons públics [1](pàg. 346). Per aquest motiu la mida inicial dels SIM era el d'una targeta de crèdit.

Malgrat que la intenció inicial era aquesta, el grup encarregat de la integració entre el ME i la targeta SIM, el SIMEG (SIM Experts Group) va tractar en la reunió que van tenir el 1988 [9] una possible solució fixa pel SIM, és a dir que el dispositiu mòbil incorporés en el seu interior un xip amb la informació adient per fer l'autenticació amb la xarxa. Això genera problemes de seguretat ja que l'algorisme d'autenticació i la clau secreta del subscriptor donada per l'operador han de ser protegits, i logístics, ja que s'ha de disposar del terminal mòbil físicament per poder, per exemple, canviar una clau compromesa o canviar l'algorisme usat per l'autenticació a la xarxa. Aquests problemes van ser exposats al SIMEG per part del MoU, ja constituït com associació d'operadores, però és interessant com un cop exposats presenta un motiu més controvertit "Although not related to the work of SIMEG, MoU BARG [El grup de facturació del MoU] would like to point out the commercial impact of the fixed SIM solution with respect to the possibility of free trade with mobile equipment." i una mica més abaix afegeix "The MoU BARG understands the complex nature of the work being undertaken by the GSM/SIMEG group and respectfully requests that the SIMEG should include the commercial concerns of the MOU BARG in its considerations" [10]. Aquesta carta expressa clarament com la possibilitat del SIM "fixe" s'havia d'abandonar per part del grup SIMEG. El grup GSM-WP1 va acceptar les conclusions del SIMEG i per tant es va evitar explícitament la integració de la SIM a dins del terminal.

Aquest podria haver estat el final de la història, però poc després les operadores es van desdir. Quan es treballava sobre la fase 2 de les especificacions al 1996 la Comissió Europea va iniciar una investigació d'ofici per un comportament anti-competitiu sobre diversos fabricants, operadors, l'ETSI (European Telecommunication Specification Institute,

hereu de la part de les tasques de telecomunicacions de la CEPT) i MoU. El motiu era una detall del disseny anomenat "SIM Lock" [1] (pàg. 81). Aquesta funcionalitat permetia lligar un terminal amb una SIM i per tant que només funcionés l'un amb l'altra. L'objectiu era, segons les operadores i els fabricants, evitar la fragmentació del mercat amb solucions propietàries. La realitat, però, era que les operadores volien protegir els seus interessos davant de terminals que havien estat adquirits pels usuaris finals amb algun tipus de subsidi que aquella volia recuperar amb el consum en serveis de la xarxa.

Finalment ETSI i les operadores van arribar a un acord amb la comissió, es podria implementar la característica de "SIM Lock" però amb dues condicions: Que els fabricants haurien d'incloure un procediment per l'usuari per desbloquejar aquesta característica sense la intervenció del fabricant, i que la implementació de l'estàndard d'ETSI havia de recollir aquest fet. Així va ser el cas i ETSI va emetre una nota de premsa informant d'aquest fet [11].

Aquest fet va tancar el problema i finalment aquesta característica de les xarxes GSM, que tants avantatges ha aportat als usuaris [12], s'ha consolidat i està a altres sistemes de telefonia mòbil i d'accés inalàmbic a xarxes Wifi[13].

## **5. Conclusions**

Al present treball, com era l'objectiu, s'han tractat alguns aspectes de la creació de la tecnologia i les xarxes GSM des d'el punt de vista de la construcció social de la tecnologia. Aspectes bàsics del seu disseny, que des d'un punt de vista simplista de la tecnologia haurien d'haver estat només influenciats per aspectes científico-tècnics es mostren flexibles i susceptibles d'interpretació pels diferents actors en la seva evolució. Es veu com aquests actors, que es defineixen com grups socials rellevants, van tenir, independentment del seu grau de protagonisme tècnic, una influència sobre el decurs de la realització de la tecnologia. Així doncs, les xarxes GSM, com una tecnologia més, reflexa, no com un mirall perfecte però sí com un basal agitat, la societat en i per a la que ha estat creada.

## Referències

- [1] GSM and UMTS: The Creation of Global Mobile Communication. John Wiley & Sons. (2001)
- [2] CEPT Comission "Telecommunications" XIe Session Ordinaire, Juny 1982. (GSM Doc 1/82)
- [3] Comitee for Coordination of Harmonisation. CEPT-CCH , Novembre 1982. (GSM Doc 2/82)
- [4] Memorandum of Understanding, Copenague, 7 setembre de 1987..
- [5] Theo Dunnewijk & Staffan Hultén, A brief history of mobile telecommunication in Europe. UNU-MERIT Working Papers Series, (2006)
- [6] Techical standard for a pan European digital cellular radio system. CEPT-CCH , Febrer 1987. (GSM Doc 46/87)
- [7] Vedder, K. "Security Aspects of Mobile Communications" - Computer Security and Industrial Cryptography-State of the art. (1991)
- [8] T-Mobile: Global GSM Service - Germany <http://en.wikipedia.org/wiki/T-Mobile> (11 - gener 2007)
- [9] Report of the 2nd SIMEG meeting. CEPT-CCH-GSM-WP1, Maig 1988. (SIMEG 43/88)
- [10] Carta del MoU Billing and Accounting Rapporteur Group ("BARG") al president del SIMEG. 15 de Gener de 1988.
- [11] ETSI NEWS RELEASE: ETSI's Sim-lock Specification not in Conflict with European Competition Law, ETSI Resumes Standardization of Sim-lock for GSM Phones. 20 August 1996.
- [12] Vedder, K. Smart Card/Smart Mobile Internet The SIM - a Secure Device Really Gets Smart, Connectworld.com - [http://www.connect-world.com/Articles/old\\_articles/10SmartCard.html](http://www.connect-world.com/Articles/old_articles/10SmartCard.html) (11 gener 2007)
- [13] Smart Cards Poised To Offer Wireless Access In Korea, Fight Fraud In Qatar, And Expand In U.S. <http://www.informationweek.com/news/showArticle.jhtml?articleID=188100674&subSection=All+Stories> (11 - gener 2007)