

# Introducció a la senyalització

Ferran Adelantado i Freixer

PID\_00201817

---

Temps de lectura i comprensió: **4 hores**



Universitat Oberta  
de Catalunya

*Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>.*

# Índex

<b>Introducció</b> .....	5
<b>Objectius</b> .....	6
<b>1. Què és la senyalització?</b> .....	7
<b>2. Evolució històrica de la senyalització</b> .....	12
<b>3. Consideracions sobre la nomenclatura emprada</b> .....	16
<b>4. Classificació de les tècniques de senyalització</b> .....	18
4.1. Diferències entre senyalització <i>inchannel</i> i <i>common channel</i> ...	20
4.1.1. <i>Channel Associated Signalling</i> (CAS) .....	20
4.1.2. <i>Common Channel Signalling</i> (CCS) .....	24
4.2. La metasenyalització ( <i>metasignalling</i> ) .....	28
<b>5. Models de senyalització</b> .....	30
5.1. Senyalització punt a punt .....	30
5.2. Senyalització punt a multipunt .....	30
5.3. Senyalització multipunt a multipunt .....	32
<b>6. Classificació de la senyalització segons l'enllaç</b> .....	33
6.1. Senyalització de xarxa .....	33
6.2. Senyalització de subscriptor .....	34
<b>7. Organitzacions estandarditzadores</b> .....	36
7.1. International Telecommunications Union (ITU) .....	36
7.2. European Telecommunications Standards Institute (ETSI) ....	37
7.3. Third Generation Partnership Project (3GPP) i Third Generation Partnership Project 2 (3GPP2) .....	37
7.4. Internet Engineering Task Force (IETF) .....	38
7.5. Altres organismes .....	39
<b>8. Annex. Plans de numeració</b> .....	40
8.1. Números per a àrees geogràfiques .....	40
8.2. Número per a serveis globals .....	41
8.3. Número per a xarxes .....	41
8.4. Número per a grups de països .....	42
8.5. Número per a proves .....	42
8.6. Pla nacional de numeració .....	42

---

<b>Resum</b> .....	44
<b>Exercicis d'autoavaluació</b> .....	45
<b>Glossari</b> .....	46
<b>Bibliografia</b> .....	49

## Introducció

La senyalització sovint és un dels aspectes més oblidats de les xarxes de telecomunicació. Aquest mòdul, i també els següents de l'assignatura, miren de posar remei a aquest oblit tot introduint la senyalització, la seva classificació i, finalment, l'estàndard de senyalització més estès mundialment: el *Signalling System No. 7* (SS7).

Les xarxes de comunicació no podrien desenvolupar la seva funció principal (permetre la comunicació) si no fos per la transmissió/recepció d'informació de senyalització (també anomenada informació de control). És la senyalització la que permet que el conjunt de nodes i enllaços que formen la xarxa duguin a terme les funcions que els són pròpies.

Aquest primer mòdul té l'objectiu de presentar la senyalització d'una manera conceptual. Per tal de fer-ho, el mòdul dóna una visió general de l'evolució històrica de les xarxes de telecomunicació (telègraf i telefonia) que permet entendre l'origen de la situació actual. Des dels primers telègrafs lumínics desenvolupats al segle XVIII fins al canvi conceptual en l'àmbit de la senyalització (l'aparició de la senyalització per canal comú l'any 1976), tots els esdeveniments i canvis en les xarxes de telecomunicació que han anat apareixent han tingut un enorme impacte en la seva senyalització (inexistent al principi i fonamentalment a les xarxes d'avui en dia).

La senyalització no és una temàtica homogènia. Totes les xarxes de telecomunicació requereixen la transmissió/recepció d'informació de control, i és aquest fet –l'existència de senyalització a totes les xarxes– la causa de la seva heterogeneïtat. Malgrat tot, els sistemes de senyalització, tot i presentar diferències en funció de la xarxa, tenen punts en comú. Són aquests punts en comú (o característiques compartides) els que ens permeten establir els criteris de classificació que es presenten en aquest mòdul.

## **Objectius**

Els objectius que ha d'assolir l'estudiant un cop estudiats els materials didàctics d'aquest mòdul són:

- 1.** Saber què s'entén per senyalització.
- 2.** Conèixer l'evolució històrica de la senyalització en les xarxes de telecomunicació.
- 3.** Poder classificar la senyalització en funció dels diferents criteris.
- 4.** Conèixer els organismes normalitzadors de la senyalització.

## 1. Què és la senyalització?

Abans d'endinsar-nos en el temari de l'assignatura, pot ser interessant remetre'ns a la definició que l'Institut d'Estudis Catalans fa del concepte *senyalitzar*:

**Senyalitzar.** Proveir (una pista, un camí, etc.), d'un conjunt de senyals o indicacions per a orientació de les persones que hi transiten.

També en aquest sentit, l'Enciclopèdia Catalana defineix *senyalització* com a:

**Senyalització.** Utilització de senyals per a donar determinats avisos, dades, etc, eventualment a distància.

Malgrat que totes dues definicions permeten una primera idea sobre la definició de *senyalització* que cerquem, també és obvi que cap no s'ajusta exactament al món de la telecomunicació. En el cas de la definició proporcionada per l'Enciclopèdia Catalana, és prou general per a poder-hi fer encabir la definició de *senyalització* en termes de xarxes de comunicació. Mirant de centrar-nos en el terreny que ens ocupa, podríem definir senyalització com a:

La senyalització és el conjunt de senyals transmesos i rebuts en una xarxa de comunicacions que tenen com a objectiu l'intercanvi d'informació que garanteixi aspectes com la correcta configuració de la xarxa i l'encaminament apropiat de les dades.

En general les xarxes de comunicacions poden dividir-se en tres plans diferents: el pla de dades (també anomenat pla d'usuari), el pla de control (o altrament dit senyalització) i el pla de gestió (observeu la figura 1).

- El pla de dades o d'usuari comprèn tota la informació útil (a més de redundància, etc.) transmesa des d'un usuari a un altre.
- El pla de control o senyalització inclou el conjunt de senyals (i protocols) que, malgrat no ser estrictament informació útil d'usuari, permeten funci-

### Nota

Aquesta definició mira de ser tan genèrica com és possible; malgrat tot, cal tenir present que les xarxes de telecomunicacions són molt diverses i, probablement, seria possible trobar-ne de més exactes per a cadascuna de les xarxes. Per tant, aquesta ha de ser presa com una definició molt general.

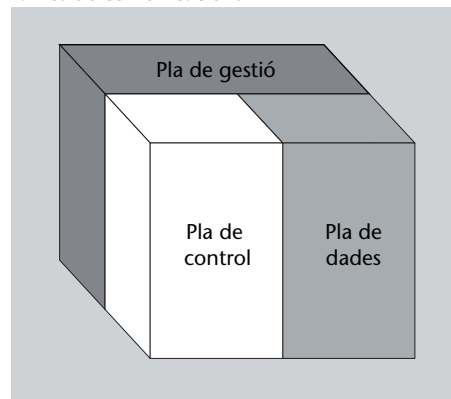
### Terminologia

D'ara endavant, els termes **pla de control** i **senyalització** seran emprats indistintament per a designar un mateix concepte, tot i que hi haurà una especial preferència per **senyalització**. El mateix succeirà amb els termes **pla de dades** i **pla d'usuari**.

ons bàsiques per al funcionament de la xarxa, com el control de congestió i errors, l'encaminament, l'inici i final de sessions, etc.

- El pla de gestió comprèn tots aquells protocols que fan possible la interconnexió i el correcte funcionament d'equips de xarxa de diferents fabricants, xarxes de diferents tecnologies, etc.

Figura 1. Representació dels tres plans de les xarxes de comunicacions



Tots tres són fonamentals en el funcionament de les xarxes. Malgrat la importància de cadascun dels plans, sovint l'estudi que se'n fa (en l'àmbit docent) no és equilibrat; mentre el pla de dades o d'usuari mereix l'atenció de moltes assignatures, els altres dos plans, tant el de control com el de gestió, tenen un tractament menys profund en els plans d'estudi.

La importància del pla d'usuari és evident: es tracta de la informació que ha de ser transmesa entre dos usuaris finals (en anglès *end-users*). Com que la gestió de xarxes la tractarem en el darrer mòdul de l'assignatura, ara no en farem esment i ens centrarem en el pla de control. Pel que fa a la importància de la senyalització, però, és fàcil que la puguem entreveure si posem alguns exemples.

### Exemple 1

Imaginem un usuari connectat a un servidor mitjançant una connexió TCP/IP. Tal com sabem d'altres assignatures, l'establiment d'una connexió TCP es fa amb el procés conegut com a *Three-way handshake*\*. Aquest procés, tal com mostra la figura 2, consisteix en el següent:

- 1) L'usuari que vol establir la connexió transmet un paquet SYN. Aquest paquet té la intenció d'informar el servidor que es vol establir una connexió.
- 2) Un cop rebut el paquet SYN, el servidor respon informant de la correcta recepció del paquet mitjançant un paquet que anomenem SYN-ACK.
- 3) Finalment, l'usuari envia una reconeixement de recepció (ACK) i, a partir d'aquest moment, la connexió es considera establerta.

En aquest exemple cal adonar-se que tota la informació transmesa durant el procés (és a dir, els paquets SYN, ACK i SYN-ACK) és de senyalització. Sense aquesta senyalització no seria possible establir aquesta connexió. De la mateixa manera que succeeix normalment, la transmissió/recepció de la senyalització és transparent per a l'usuari final.

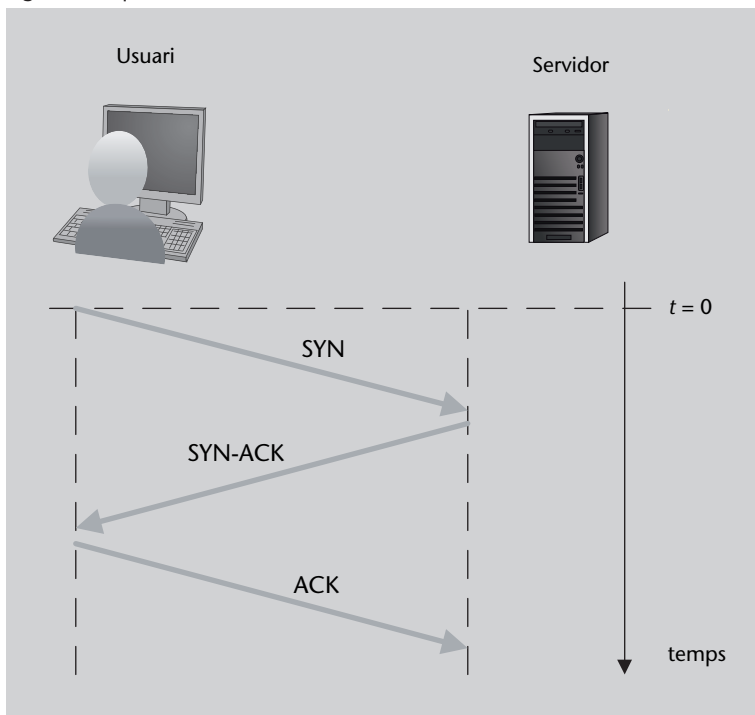
### TCP/IP

TCP/IP és el conjunt de protocols compost pel protocol de xarxa IP (*Internet Protocol*) i el protocol de transport TCP (*Transmission Control Protocol*), segons el model OSI, i va ser estandarditzat l'any 1982.

\*El nom del procés (*Three-way handshake*) es deu al fet que l'establiment d'una connexió TCP consta de 3 parts, com es mostra a l'exemple.



Figura 2. Esquema de l'establiment d'una connexió TCP



**Exemple 2**

Aquest exemple està relacionat amb la telefonia fixa, ja sigui amb un bucle d'abonat analògic o bé digitalitzat. Suposem un usari que des de casa seva marca un número de telèfon per a comunicar-se amb un altre usuari a una certa distància. Sembla clar que les dades són el senyal de veu (o els paquets de veu en cas de tractar-se de la XDSI), però com és possible que la veu arribi a l'usuari final? Com es configura la xarxa per tal que, tan sols marcant un número de telèfon en un dels extrems, es pugui establir una connexió entre dos usuaris distants? Tot això, malgrat que sigui transparent als usuaris, i tal com probablement havieu intuït, es deu a la senyalització.

**Exemple 3**

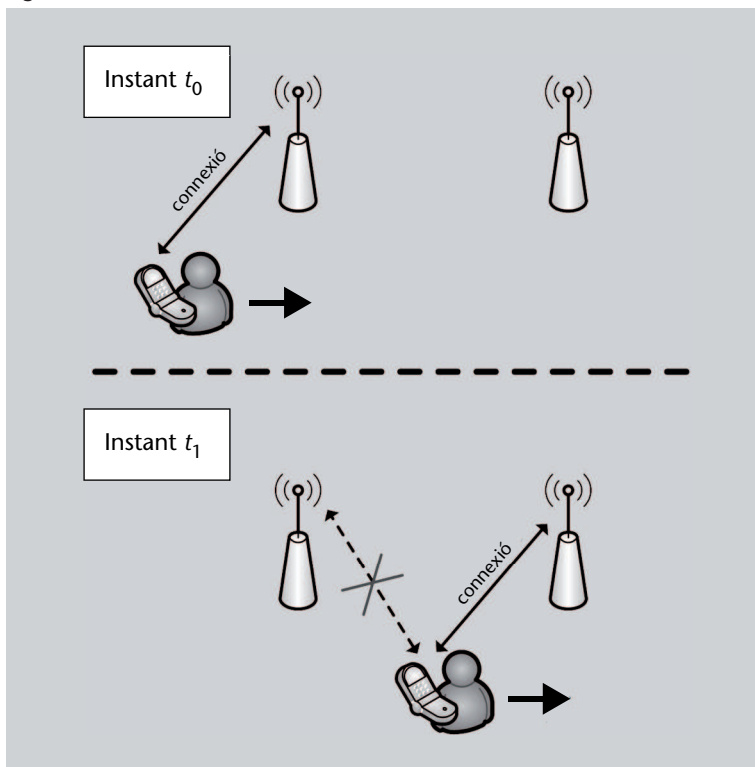
Les comunicacions mòbils han esdevingut una tecnologia amb uns índex de penetració enormes, particularment en els països més desenvolupats. Avui en dia és gairebé impensable considerar sistemes que permetin accés de banda ampla sense mobilitat. La gestió d'aquesta mobilitat duu associada, inevitablement, senyalització. Suposem l'escenari de la figura 3.

La xarxa ha de ser capaç d'adaptar la potència transmesa (en funció de la distància entre l'usuari i l'estació base) així com de gestionar la mobilitat: detectar les estacions base que li poden donar servei, determinar en cada moment la més adequada i, finalment, en cas de ser necessari, desconnectar-se de l'estació base que el serveix i connectar-se a l'altra. Tots aquests processos, a més, han de ser duts a terme sense que l'usuari ho percebi. La senyalització, per tant, és essencial en aquest cas (com de fet ho és en tants altres). També en aquest darrer escenari, la localització d'un usuari que té una trucada entrant (és a dir, algú li està trucant) s'ha de realitzar mitjançant senyalització, i més concretament a través d'un canal anomenat de *paging*.

**Índex de penetració**

L'índex de penetració (o en anglès *penetration rate*) es defineix com el nombre de subscriptors dividit entre la població global, tot i que habitualment s'expressa com un percentatge.

Figura 3. Gestió de la mobilitat a les comunicacions mòbils



Els tres exemples presentats no són en cap cas una definició formal de la senyalització, però ens han de permetre intuir-ne l’abast. Així, deixant de banda els exemples, la definició més formal de la senyalització seria la que proposa la ITU-T en la seva recomanació Q.9 (11/88) *Vocabulary of switching and signalling terms*:

La senyalització és l’intercanvi d’informació (diferent de la informació de veu) expressament dedicada a l’establiment, alliberament i altres funcions de control de les trucades, i gestió de la xarxa, en el funcionament automàtic de les telecomunicacions.

Segons R. Manterfield:

“La senyalització és la sang de la vida, la influència vitalitzadora de la xarxa. La senyalització converteix un grup d’elements passius d’una xarxa inerta en una entitat viva. Esdevé el vincle que uneix una multitud d’enllaços i nodes d’una xarxa amb l’objectiu d’aconseguir una entitat cohesionada. Mitjançant el flux d’informació de senyalització la xarxa esdevé un mitjà tremendament potent per a oferir als usuaris una capacitat de comunicació.”

R.J. Manterfield (1999). *Telecommunications signalling* (pàg. 7). Londres: Institution of Electrical Engineers.

D’una manera més prosaica de com ho feia Manterfield, les funcions bàsiques de la senyalització són tres:

**Enllaç**

Podeu trobar la Recomanació Q.9 (11/88) a: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.9-198811-I/en>

**ITU-T**

Òrgan permanent de la International Telecommunications Union (ITU) que estudia els aspectes tècnics, d’exploració i tarifaris i en publica normativa, amb l’objectiu de normalitzar les telecomunicacions a escala mundial. Sovint la ITU és també coneguda al nostre país com a UIT (Unió Internacional de les Telecomunicacions).

- Establir una connexió/trucada/circuit.
- Finalitzar la connexió/trucada/circuit i alliberar els recursos.
- Supervisar el circuit entre l'establiment i la finalització.

La senyalització, doncs, és inherent a les xarxes. Aquesta assignatura s'enfoca, principalment, a la senyalització de les xarxes de transport de veu. La comunicació de senyals de veu (tant analògics com digitals) ha estat en bona part el motor de molts dels canvis que han experimentat les telecomunicacions, i avui en dia, encara que sigui mitjançant la veu sobre IP (*Voice over IP*, VoIP), ho continua essent.

## 2. Evolució històrica de la senyalització

La necessitat de comunicar dos punts distants ha estat, des de fa segles, un dels anhels dels humans. En un primer moment el repte d'aconseguir establir una comunicació entre punts distants ha estat l'objectiu de nombrosos científics, però un cop assolit aquest repte, aconseguir sistemes més robustos, més escalables i amb més capacitat ha fet créixer la complexitat de les xarxes.

Aquesta complexitat ha dut inevitablement a la necessitat d'establir sistemes de senyalització prou eficients i flexibles per a gestionar els missatges de control de les xarxes. És precisament aquest punt –l'eficiència–, el que ha fet evolucionar la senyalització des de les primeres tècniques implementades fins a les més actuals.

A continuació es presenta un breu repàs dels fets històrics que han tingut un impacte en el desenvolupament de les xarxes de telecomunicacions actuals i, en conseqüència, en la senyalització necessària per al seu correcte funcionament.

La primera comunicació a distància que es va realitzar cal situar-la al segle XVIII, a França, durant els convulsos temps de la Revolució francesa (1789-1799). De la mà de l'inventor Claude Chappe es desplegaron un conjunt de transmissors i receptors telegràfics de llum, situats en posicions elevades, que permetien la transmissió de senyals lumínics a distàncies d'entre 12 i 25 km. Es tractava d'un sistema rudimentari, anomenat Semaphore, que, malgrat tot, va arribar a constar de 500 transmissors/receptors al llarg de 5.000 km. Aquest sistema francès fou el causant que George Murray, britànic, desenvolupés un sistema similar a la Gran Bretanya, bressol del telègraf elèctric que s'inventaria un temps més tard.

Gràcies als progressos en el camp de l'electromagnetisme, al voltant de l'any 1837 es presentà el telègraf elèctric. Es tractava d'un sistema que, seguint els principis del Semaphore de Chappe, permetia la transmissió a llargues distàncies de senyals elèctrics (polsos) a través d'un fil conductor. Cal dir que el sistema fou desenvolupat en paral·lel i de manera aïllada per Charles Wheatstone i William Fothergill Cooke a la Gran Bretanya, i per Samuel Morse als Estats Units. Malgrat que mundialment s'acostuma a atribuir el telègraf elèctric exclusivament a Samuel Morse i s'obvien els treballs de Wheatstone i Cooke, tots tres científics van contribuir amb els seus estudis i les seves propostes a desenvolupar les comunicacions telegràfiques elèctriques.

### Claude Chappe

Claude Chappe (Brúlon 1763 – París 1805) fou un inventor i enginyer francès responsable de la creació del sistema Semaphore, un sistema de comunicacions mitjançant senyals òptics.

### Charles Wheatstone i William Fothergill Cooke

Charles Wheatstone (Gloucester 1802 – París 1875) fou un físic i inventor anglès autor de diversos treballs sobre acústica i electricitat. Juntament amb William Fothergill Cooke (Ealing 1806 – Farnham 1879), inventor escocès, desenvolupà el telègraf elèctric al Regne Unit.

El sistema desenvolupat pels dos científics britànics fou utilitzat per a la comunicació del ferrocarril primer i per a les comunicacions en general posteriorment. Pel que fa al sistema de Morse, prengué més rellevància a escala mundial, però particularment féu fortuna el codi utilitzat per a codificar els caràcters alfabètics: el codi Morse. Es tracta d'un codi binari que permet codificar de manera eficient tots els caràcters alfabètics mitjançant punts i ratlles (codificació binària, al capdavant). La importància d'aquest codi, particularment per la seva eficiència (codifica amb codis més curts els caràcters més freqüents), ha fet que hagi estat utilitzat durant un període llarguíssim. De fet, fins l'any 1993 va ser utilitzat en les comunicacions marítimes.

### Comunicacions marítimes

D'ençà de l'1 d'agost de 1993 tots els vaixells subjectes a la Convenció Safety of Life at Sea (SOLAS) estan obligats a abandonar els sistemes Morse i utilitzar equips que compleixin el Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS). Aquesta obligació respon a una esmena que el 1988 aprovà la International Maritime Organization (IMO).

Aquests primers sistemes, que el 1854 foren millorats pel telègraf d'impressió (*printing telegraph*), no requerien senyalització. Es tractava de sistemes "molt simples" de comunicació punt a punt.

Tal com ha succeït sempre, la necessitat de fer front a noves necessitats impulsà nous sistemes telegràfics que utilitzaven la multiplexació per divisió temporal (en anglès *time-division multiplex*, TDM). D'aquesta manera era possible enviar senyals en ambdues direccions a través d'un únic fil i es podien realitzar transmissions simultànies també mitjançant un sol fil conductor. En general s'atribueix la invenció de la multiplexació per divisió temporal a Émile Baudot.

Arribats a aquest punt és important adonar-se que, per definició, els sistemes amb multiplexació per divisió temporal requereixen sincronització. Els senyals de sincronització, tal com ja s'ha explicat en aquest mòdul, són part del control o senyalització. Per tant, l'invent de Baudot no només incrementava la capacitat dels sistemes telegràfics existents fins al moment (i, per descomptat, iniciava l'estudi d'una tècnica de multiplexació en la qual es basen molts dels sistemes actuals), sinó que suposava l'aparició de la senyalització primerenca. Després d'això, vingueren els sistemes telegràfics submarins, entre d'altres, i la complexitat de les comunicacions creixia de la mateixa manera que ho feien les seves possibilitats.

El desenvolupament del telègraf va suposar, més enllà de la importància que tingué per ell mateix, l'inici del camí cap a la telefonia, un invent que va revolucionar el món. Podem considerar que el telèfon apareix als Estats Units l'any 1876 de la mà d'Alexander Graham Bell, el seu inventor. Aquest estudiós de fisiologia vocal de la Universitat de Boston féu dues patents, l'any 1876 la primera i l'any 1877 la segona, que esdevingueren la base de la telefonia tal com l'entenem avui. És cert que molts altres científics van contribuir a la invenció del telèfon, però fou Bell qui passà a la posteritat com el seu inventor.



Samuel F. B. Morse. París, 1840.  
Font: Archives of American Art.  
Autor desconegut.

#### Samuel Finley Breese Morse

Samuel Finley Breese Morse (Charleston 1791 – Nova York 1872) fou un inventor nord-americà que l'any 1843 presentà el seu telègraf. El fet que el seu invent requerís un únic fil conductor (i la consegüent reducció del cost) li donà la fama que no han tingut Wheatstone i Cooke.

#### Émile Baudot

Émile Baudot (Magneux 1845 - Sceaux 1903) fou l'enginyer francès que inventà el telègraf múltiple, patentat per primera vegada l'any 1872. El seu sistema fou aplicat el 1879 a la línia París-Lió, i el 1887 a la línia París-Roma.

#### Alexander Graham Bell

Alexander Graham Bell (Edimburg 1847 - Cape Breton Island 1922) fou un físic i inventor nord-americà d'origen escocès que desenvolupà la seva carrera de professor de fisiologia vocal a la Universitat de Boston. És reconegut com l'inventor del telèfon l'any 1876.

La invenció del telèfon dugué nous reptes, el més important dels quals fou la connexió de les trucades entrants i el seu destinatari. Cal adonar-se que la idea més simple és la d'una xarxa completament mallada; és a dir, hi ha una connexió física entre cada usuari final i la resta d'usuaris de la xarxa. Com és obvi aquesta solució no és escalable, i no cal un número massa elevat d'usuaris per a poder-ho constatar. Fixem-nos que una xarxa on tots els usuaris estan connectats entre ells esdevé un graf complet.

En aquest tipus de grafs, si tenim  $n$  usuaris (vèrtex) el nombre d'enllaços (arestes) necessaris per a connectar-los tots entre ells és

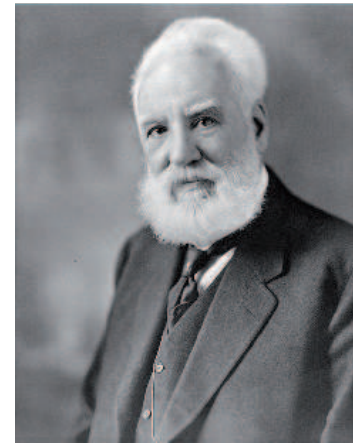
$$\text{Nombre d'enllaços} = \frac{n(n-1)}{2}$$

Aquest fet, que resulta obvi, fou superat mitjançant l'aparició d'una centralleta que, bàsicament, constava d'un commutador. La primera d'aquestes centralletes era manual i fou inventada el 1878 als Estats Units. Aquestes centrals permetien que, gràcies a la intervenció d'un operador humà, es poguessin connectar usuaris d'una manera fàcil i eficient. Tot i així, les centrals manuals posaven a sobre la taula dos problemes principals:

- **Escalabilitat.** Mentre el nombre de línies que arriben a una central manual és relativament reduïda, la central manual no presenta problemes importants. Quan aquest nombre creix, la dificultat per a un operador humà també creix.
- **Privacitat.** Les centrals manuals presenten problemes evidents de privacitat, ja que el fet que l'operador pugui escoltar les converses fa que aquests sistemes no la garanteixin.

Aquests problemes van impulsar l'any 1892 l'aparició de la primera central electromecànica que oferia commutació automàtica, anomenada central de Strowger en honor al seu inventor. El commutador utilitzat es coneix amb el nom de *commutador pas a pas* (en anglès *step-by-step switch*). Aquest invent va permetre, entre altres factors, la gran implantació de la telefonia i suposà l'aparició de la senyalització tal com l'entenem avui en dia.

La central de Strowger requeria senyalització per a permetre la commutació automàtica a la central. Es tractava, doncs, d'enviar l'adreça de destinació des de l'usuari d'origen fins a la central. Inicialment es realitzava mitjançant la transmissió de polsos generats per tres botons situats a l'aparell de l'usuari, però posteriorment foren substituïts per un dial rotatori que exercia la mateixa funció que els tres botons.



Alexander Graham Bell.  
Retrat datat entre 1914 i 1919.  
Font: Library and Archives Canada /C-017335.

#### Almon Brown Strowger

Almon Brown Strowger (Nova York 1839 - Florida 1902) fou un emprenedor que, per tal de garantir la privacitat amb els seus clients, inventà una central electromecànica que dugué el seu nom.

El sistema de senyalització emprat fou, amb poques variacions, el que perdurà durant dècades, fins a l'aparició de la senyalització *Dual Tone Multifrequency* (DTMF). Excepte en el cas de l'aparició del *Direct Distance Dialing* (DDD) durant la dècada dels cinquanta, que permetia les trucades nacionals de llarga distància sense la intervenció d'un operador humà, els conceptes que definien la senyalització variaren poc fins l'any 1976. Fins aquell moment, la senyalització era associada al canal de veu (l'anomenat *Channel Associated Signalling*, CAS). Aquell any, el 1976, aparegué el primer sistema amb senyalització en canal comú (*Common Channel Signalling*, CCS), que suposà una ruptura en el concepte de senyalització i que ha arribat fins als nostres dies. Aquests dos conceptes seran explicats més endavant en aquest mateix mòdul, però cal tenir en compte que l'estàndard de senyalització que actualment regeix les xarxes de telecomunicació (l'estàndard SS7) es basa en aquest nou paradigma.

És per aquest motiu que durant els propers mòduls s'explicarà en detall l'estàndard *Signalling System No. 7* (SS7), la comprensió del qual és un dels objectius principals d'aquesta assignatura.



Anunci del telèfon automàtic.  
Illinois Tunnel Company, Chicago, 1910.

### 3. Consideracions sobre la nomenclatura emprada

La senyalització no és pròpia d'una única xarxa de comunicacions, com tampoc no és un estàndard definit d'una manera integral d'inici a final. Malgrat que, tal com veurem en mòduls posteriors, s'han creat estàndards estesos arreu del món (tot i que a vegades amb certes diferències en funció de l'àrea geogràfica), es tracta del conjunt de protocols que formen part del pla de control de totes les xarxes de comunicacions.

En aquesta assignatura mirem de donar una visió holística (fins allà on és possible) de la senyalització, però és impossible que ens puguem abstreure de l'heterogeneïtat existent en les xarxes de comunicacions i, en conseqüència, en la seva senyalització. Aquesta dificultat es fa palesa també en la nomenclatura emprada. Com que la nomenclatura és estandarditzada sempre en llengua anglesa, a continuació detallarem la traducció al català que hem considerat per als termes anglesos i les maneres sinònimes d'anomenar-ho en anglès:

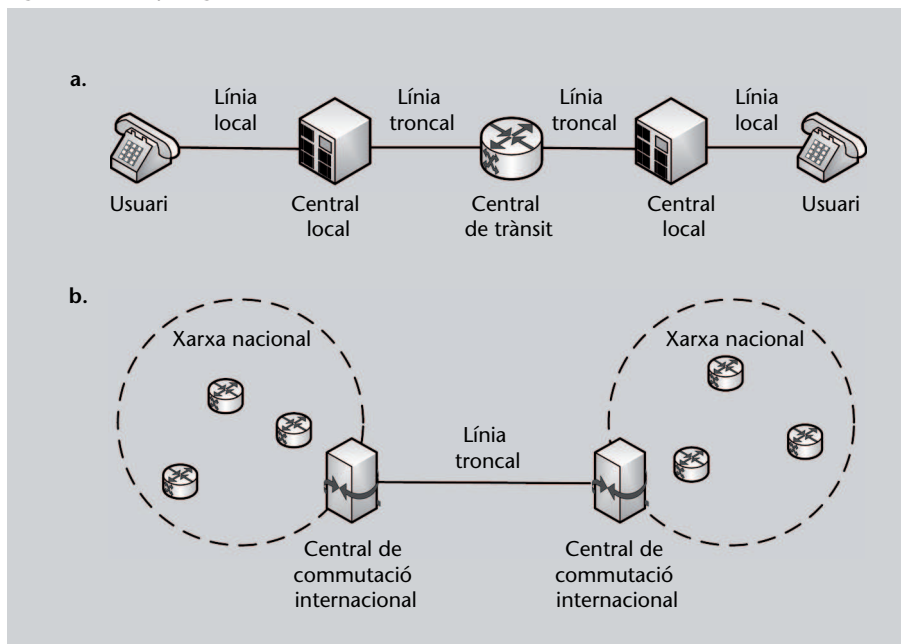
- **Usuari.** Es tracta de cadascun dels dos extrems de la xarxa de telecomunicació. Col·loquialment entenem que és aquell que utilitza l'aparell de telefonia. La denominació original en anglès pot ser diversa, com per exemple *user*, *subscriber* i *customer*.
- **Línia d'abonat.** La línia d'abonat és l'enllaç entre l'usuari i la centraleta local. També podem trobar-ho com a línia local, bucle local o d'abonat. En anglès la literatura ho denomina com a *subscriber line* i *local loop*.
- **Central local.** És el node que separa la xarxa troncal i la línia d'abonat. En la xarxa telefònica commutada (XTC) és, entre altres coses, el punt que separa la xarxa analògica i la digital. En anglès es pot anomenar *local office*, *local exchange*, *central office* i *end office*. De totes aquestes denominacions, la més habitual és *local exchange*.
- **Central de trànsit.** També pot ser denominada *central interurbana*. Es tracta dels nodes que estan connectats a altres centrals de trànsit i/o a centrals locals. En anglès seria *intermediate exchange*, *tandem exchange*, *toll exchange* i *transit exchange*.
- **Central de commutació internacional.** Es tracta del node que té com a objectiu connectar dues xarxes de països diferents. En anglès pot ser anomenat com a *international switching centre*, *gateway* o *international exchange*.



- **Línia troncal.** És qualsevol dels enllaços que no pertanyen a la línia d'abonat. La traducció pot ser *trunk*, *junction* o *circuit*.
- **Commutador.** És la traducció que utilitzarem per a *exchange* i *switch*.

Tots aquests conceptes seran necessaris per a aprofundir en la senyalització de les xarxes de comunicació. Gràcies a aquesta llista, adoptem una denominació comuna per a cadascun dels conceptes d'ara endavant. Esquemàticament podem situar els elements descrits com ho hem fet a la figura 4.

Figura 4. Conceptes generals de les xarxes de telecomunicació



### 4. Classificació de les tècniques de senyalització

Tal com hem pogut veure a la introducció mitjançant exemples, la **senyalització** en xarxes de comunicació fa referència a un ventall enorme de possibilitats. En aquest apartat es dóna una classificació genèrica de cadascuna\*.

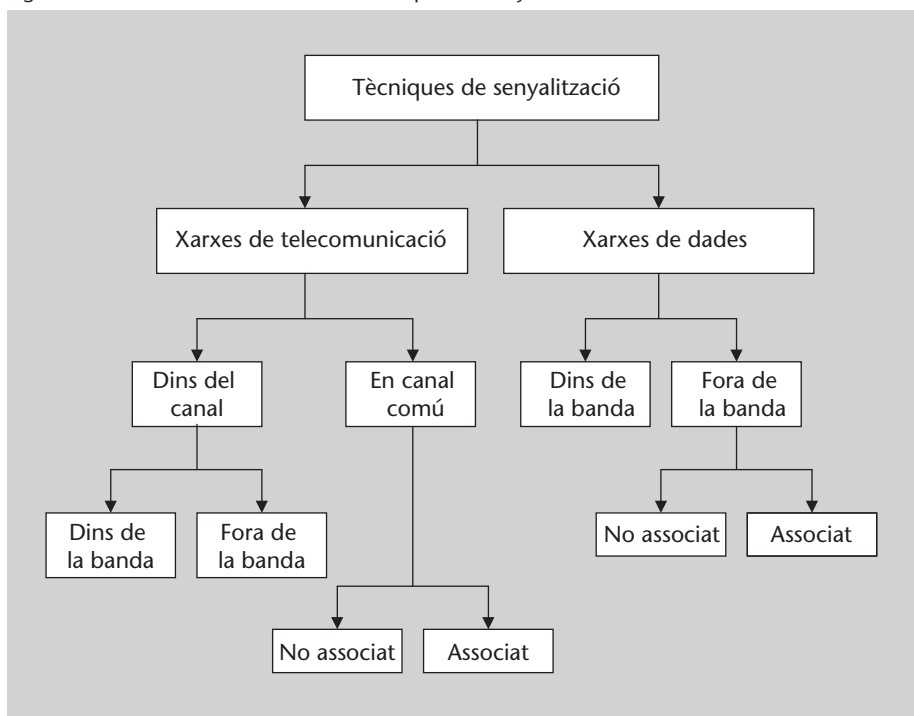
\* Aquesta classificació respon a la classificació feta per S. Kasera. Malgrat que pot no ser l'única, és, a parer de l'autor, la més encertada que hi ha a la literatura existent.

Avui en dia les xarxes de comunicació, tant aquelles dissenyades per a suportar serveis de veu com aquelles que foren pensades per al transport de dades, tendeixen a convergir. Les xarxes de nova generació (NGN) tracten de la mateixa manera les dades i la veu (digitalitzada), i per tant va perdent sentit distingir entre xarxes de veu i xarxes de dades. Malgrat tot, l'existència de diferents tipus de xarxes desplegades arreu del món i la tradició en l'ús de la nomenclatura emprada fins al moment fan que aquesta distinció encara es mantingui en molts casos.

Seguint aquesta lògica, i per tal de ser fidels a la nomenclatura emprada per S. Kasera, distingirem d'ara endavant entre les **xarxes de telecomunicació** (per a servei de veu) i les **xarxes de dades**.

Així doncs, i fent ús d'aquesta nomenclatura, la figura 5 representa de forma gràfica la classificació de les tècniques de senyalització.

Figura 5. Classificació de les diferents tècniques de senyalització



Font: S. Kasera, *Communication networks*, McGraw-Hill, 2005

Per entendre la classificació cal, en primer lloc, definir alguns conceptes clau relacionats amb les tècniques de senyalització:

- **Dins del canal** (en anglès *inchannel*). Aquest concepte, més conegut per la denominació anglesa *inchannel*, fa referència a la tècnica mitjançant la qual la informació de senyalització és transmesa a través del mateix canal físic.

Tant en xarxes digitals com analògiques, és necessari que la informació de senyalització i les dades estiguin multiplexades d'alguna manera. El més habitual és que es multiplexin o bé en el temps (TDM, *Time Division Multiplexing*) o bé en freqüència (FDM, *Frequency Division Multiplexing*), però sempre dins del mateix canal. En el cas de TDM, és obvi que la senyalització pot romandre dins el mateix canal físic malgrat la multiplexació. En el cas d'FDM, cal fer notar que perquè la senyalització pugui ser considerada *inchannel*, cal que el senyal que transporta la informació de senyalització es trobi dins l'amplada de banda de canalització. Si no fos així, no podria ser considerat com a *inchannel* per motius evidents.

- **En canal comú** (en anglès *Common Channel Signalling*). Tal com indica el seu nom, la senyalització per canal comú és aquella que utilitza un o més canals dedicats exclusivament a l'intercanvi d'informació de control i separats dels canals de dades. Aquesta informació, però, pot fer referència no només a un únic canal de dades/veu sinó a un grup de canals. Així doncs, en aquest cas, mentre que les dades utilitzen canals exclusivament dedicats a aquest propòsit, la senyalització d'un grup de canals de dades es transmet per un canal exclusivament dedicat a aquesta finalitat.
- **Dins de la banda** (en anglès *inband*). Tant la senyalització *inband* com la que explicarem més endavant, la senyalització *outband*, són tècniques de senyalització pròpies de la senyalització *inchannel*. Així, assumint que la informació de senyalització és transmesa mitjançant el mateix canal físic que les dades, la senyalització *inband* suposa utilitzar el mateix circuit virtual o freqüència per al pla de control i d'usuari. Tal com es pot observar a la figura 5, la diferenciació entre senyalització *inband* i *outband* apareix tant per a xarxes de dades com per a xarxes de veu. Particularitzant l'explicació que s'ha fet abans a cada tipus de xarxa, en les xarxes de dades la senyalització *inband* seria aquella que utilitza el mateix canal virtual (VC, *Virtual Channel*) que les dades, mentre que en el cas de les xarxes de veu, la senyalització seria transmesa dins l'amplada de banda de la veu.
- **Fora de la banda** (en anglès *outband*). En contraposició amb la senyalització *inband*, aquesta tècnica emprà el mateix canal físic però diferent canal virtual o freqüència (sempre dins l'amplada de banda de canalització). Més endavant en veurem alguns exemples que permetran aclarir els conceptes.
- **Associada** (en anglès *associated*). En general, la diferència entre un canal de senyalització associat i un canal no associat és de caràcter lògic. És a dir,

el canal de senyalització és associat si la informació (del pla de control) que transporta és exclusivament relativa a un canal de dades (ja sigui virtual o físic, en funció de la tecnologia).

- **No associada** (en anglès *non-associated*). Aquest tipus de canal de senyalització fa referència al concepte contraposat a canal associat. Per tant, quan el canal és *non-associated*, la informació de control que transporta fa referència a diversos canals de dades (virtuals o físics). Tal com es veurà més endavant, entre la senyalització associada i la no associada hi ha un punt intermedi, anomenat senyalització quasi associada.

A continuació, per a cada parella de tècniques de senyalització, s'exposen els principals avantatges i desavantatges, així com alguns exemples il·lustratius que permeten entendre millor les categories mostrades a la figura 5.

#### 4.1. Diferències entre senyalització *inchannel* i *common channel*

Aquestes dues tècniques de senyalització són, d'acord amb la divisió feta fins ara, pròpies de les xarxes de telecomunicació. La senyalització *inchannel* sovint és anomenada senyalització en canal associat (CAS, *Channel Associated Signalling*). Pel que fa a la senyalització en canal comú, en anglès es coneix com a *Common Channel Signalling* (CCS).

Tal com ja s'ha esmentat anteriorment, en els sistemes de transport de veu que volem estudiar pren especial rellevància la distinció entre CAS i CCS. L'una, la primera, representa els primers sistemes de senyalització, mentre que la segona representa la senyalització del present i del futur.

A continuació se'n presenten les característiques principals.

##### 4.1.1. *Channel Associated Signalling* (CAS)

El CAS fou el primer sistema de senyalització utilitzat en les xarxes de telecomunicació. Aquesta tècnica utilitza el mateix canal de comunicació per a transmetre les dades i la senyalització, i també es coneix com a *Per Trunk Channel* (PTC), tot i que el més habitual és denominar-lo amb l'acrònim CAS.

La més important de les xarxes de veu és la Xarxa Telefònica Commutada\* (XTC). En aquest subapartat centrem l'estudi en el CAS implementat a la xarxa telefònica. Cal destacar que aquesta tècnica només s'utilitza al bucle o línia d'abonat, mentre que el CCS s'utilitza principalment a la xarxa troncal.

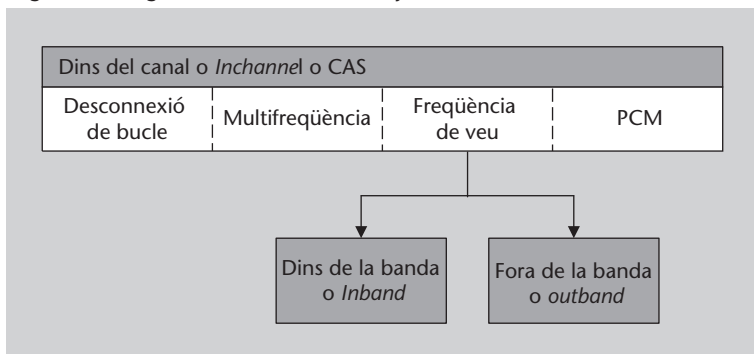
La CAS pot ser subdividida, dins d'aquest àmbit, en quatre categories: desconexió de bucle, multifreqüència, freqüència de veu, i la senyalització pròpia dels sistemes *Pulse Coded Modulation*(PCM). La figura 6 en mostra el detall.

#### CAS i CCS

No s'ha de confondre la senyalització *Channel Associated Signalling* (CAS), també coneguda com a senyalització *inchannel*, amb un dels modes de la tècnica de senyalització *Common Channel Signalling* (CCS), el mode *associat*.

\*La denominació anglesa és *Public Switching Telephone Network* (PSTN).

Figura 6. Categories dels sistemes de senyalització CAS



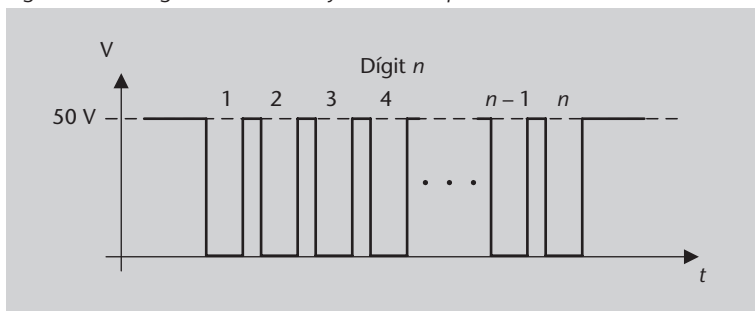
Font: Figura inspirada en P. Gnanasivan, *Telecommunication switching and network*, New Age International Publishers, 2006

S'observa a la figura 6 que la senyalització *inchannel* presenta les quatre categories esmentades; alhora, en el cas de la senyalització *inchannel* a la freqüència de veu, aquesta pot ser *inband* o *outband*. També a la figura, i amb la intenció de fer-la més entenedora, s'han enfosquit les parts de l'esquema que també formen part de la figura 5. A continuació s'explica cadascuna de les quatre categories de la senyalització CAS.

### Desconnexió de bucle (*loop disconnect*)

La senyalització per desconnexió de bucle, també coneguda com a *DC signaling*, es basa en un concepte molt simple: la interrupció del senyal continu del bucle d'abonat (entre l'usuari final i la centraleta). Al bucle d'abonat hi ha una tensió contínua de 50 V, i aquest tipus de senyalització es duu a terme mitjançant la generació de polsos. Aquesta senyalització s'utilitzava, per exemple, per a la marcadó del número de destinació en els telèfons antics. Així, en aquest cas, el nombre de polsos generats era igual al dígit que es volia marcar. Per exemple, a la figura 7, quan l'usuari marca el dígit *n*, es generen *n* polsos al bucle d'abonat. La detecció del dígit es basa en el recompte a la central local dels polsos generats.

Figura 7. Polsos generats en la senyalització *loop disconnect*



Aquest és el sistema emprat en els aparells antics de telefonia, aquells que funcionaven mitjançant un dial accionat manualment. El gran problema d'aquest sistema, més enllà de la poca robustesa, és la seva escassa velocitat.

## Freqüència múltiple (*multifrequency*)

Aquest tipus de senyalització va sorgir amb l'objectiu d'aconseguir una senyalització més robusta al bucle d'abonat i, en paral·lel, més velocitat. La categoria *multifrequency*, també anomenada *AC signalling*\* o *Dual Tone Multifrequency* (DTMF), codifica cada dígit mitjançant dos tons (dues freqüències diferents). En concret, es codifiquen 16 dígits amb 8 tons diferents. Els dígits són del 0 al 9, \*, #, A, B, C i D.

\*La denominació *AC signalling* sorgí com a oposició al *DC signalling* i al fet de realitzar la senyalització mitjançant senyals alterns.

Taula 1. Codificació dels dígits en DTMF a partir de dos tons,  $f_1$  i  $f_2$

$f_1 \backslash f_2$	1.209 Hz	1.336 Hz	1.477 Hz	1.633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Per a transmetre cada dígit, es transmet simultàniament la dupla  $f_1$  i  $f_2$ . Les combinacions de les tres primeres columnes de la taula 1 són aquelles que l'usuari pot observar al teclat, però no la darrera columna (A, B, C i D). Aquests dígits especials (o combinacions de tons) poden ser utilitzats per al mode de manteniment o per a altres funcions (enviament d'informació addicional). La detecció dels dígits a la central implica determinar la parella de tons/freqüències rebuts a través del bucle local.

## Freqüència de veu (*voice frequency*)

El senyal de veu s'ubica, bàsicament, entre 300 Hz i 3.400 Hz. Malgrat que la veu humana té components freqüencials que poden ser fora d'aquesta banda, l'aparell fonador de la majoria de les persones hi concentra gairebé tota l'energia. En els sistemes de telecomunicació analògics, les components freqüencials fora d'aquesta banda són filtrades\* per tal de delimitar el senyal transmès a l'amplada de banda esmentada.

\*Aquest és el motiu pel qual notem diferències entre la veu que sentim per telèfon o enregistrada i la nostra veu.

Tal com mostra la figura 6, la senyalització a freqüències de veu pot ser *inband* o *outband*. Com molt bé diu el seu nom, la senyalització *inband* és aquella que es transmet dins el rang de freqüències de 300-3.400 Hz. En canvi, tenint en compte que l'amplada de banda del canal telefònic és d'uns 4.000 Hz, la senyalització *outband* és aquella que es transmet dins d'aquesta amplada de banda però fora del rang 300-3.400 Hz.

Pel que fa a la senyalització dins la banda de veu, habitualment se situa en la banda 2.280-2.600 Hz. Un dels aspectes clau és, per a aquest tipus de senyalització, la possibilitat de discernir entre el senyal de veu i la senyalització. Existeixen diferents possibilitats per a fer-ho: la freqüència de la senyalització, la durada del senyal i les característiques del senyal.

- Pel que fa a les freqüències de la senyalització, tal com s'ha comentat anteriorment, se situen a la banda dels 2.280-2.600 Hz.

- Els senyals de veu tenen un patró temporal que permet, aproximadament, determinar si un senyal rebut és de veu o no.
- El senyal de veu té unes característiques particulars que poden ser aprofitades per a la seva detecció.

La senyalització *inband* en la banda de veu presenta els següents **avantatges**:

- La utilització del mateix rang de freqüències del senyal de veu permet que pugui ser utilitzat en qualsevol canal de comunicacions. No cal que el canal tingui una amplada de banda superior a la utilitzada pel senyal de veu.
- La gran extensió de la xarxa de veu permet que la senyalització pugui arribar allà on arriba la veu (fins al subscriptor o usuari final).
- Es tracta del mètode més utilitzat en les transmissions de llarga distància.
- El funcionament d'aquest tipus de senyalització és simple.

Pel que fa als **desavantatges**:

- Existeix el perill real que es cometin errors en la detecció de la senyalització/veu.
- Si la senyalització i la veu no són separades correctament, la senyalització emprada en un enllaç es pot propagar cap a enllaços subsegüents i afectar-ne el funcionament.

### PCM (*Pulse Coded Modulation*)

PCM són simplement les sigles del mecanisme que permet, a partir d'un senyal analògic, la digitalització dels senyals transmesos mitjançant una operació de mostreig i posterior codificació (cada mostra és codificada amb 8 bits). Per tant, la senyalització en els sistemes PCM és digital (no analògica com succeïa en les tres categories anteriors de senyalització CAS), de la mateixa manera que el senyal de veu. En els senyals de veu la freqüència de mostreig és de 8 kHz, i per tant cada canal de veu transmet a una velocitat de 64 kbps. En aquests sistemes els canals de veu (digitalitzats) són multiplexats en temps amb altres canals de veu i es defineix la ranura temporal (en anglès *timeslot*) com el temps necessari per a transmetre 8 bits. D'acord amb els càlculs fets fins ara, això equival a ranures de 125 µs. Pel que fa a la senyalització, hi ha dues possibilitats: *outslot* i *inslot*.

- *Outslot*. En aquest tipus de senyalització PCM la senyalització es transmet en determinades ranures (o *slots*) dins la trama. Per exemple, a l'estàndard CEPT 30/32, els *slots* 0 i 16 es dediquen exclusivament a informació de senyalització i de sincronisme (els 8 bits de cada ranura, mentre que la resta de *slots*, 30, es dediquen a senyals de veu).

- *Inslot*. En la senyalització *inslot*, a cada ranura temporal 7 bits són utilitzats habitualment per a la veu i 1 per a la senyalització. Tenint en compte això, la velocitat de transmissió de la veu és de 56 kbps (7 bits/mostra per 8.000 mostres per segon).

La CAS, malgrat que és molt útil en determinats trams de la xarxa, presenta les següents limitacions:

- **Susceptible al frau.** Els sistemes CAS que utilitzen senyalització *in-band* són extremadament susceptibles al frau. El subscriptor és capaç de generar tons per tal de generar informació fraudulenta de senyalització.
- **Informació de senyalització limitada.** Els canals de veu tenen una capacitat màxima determinada. Aquesta limitació suposa un llindar màxim per a la informació de senyalització que pot ser transportada. Per tant, aquesta tècnica imposa límits en la senyalització.
- **Ús ineficient de recursos.** La CAS, per definició, dedica recursos de senyalització (un canal) a cadascun dels canals de trànsit/dades. Així, malgrat que no calgui enviar senyalització per a un canal de trànsit determinat, els recursos de senyalització romanen reservats. En el cas dels sistemes analògics, això es tradueix en l'existència d'un senyal continu, mentre que en el cas dels sistemes digitals es tradueix en la reserva de determinats intervals de temps.
- **La senyalització està limitada.** La senyalització que emprava CAS només pot ser utilitzada durant les fases corresponents a l'establiment i finalització de la trucada. Mentre la connexió de veu es manté, aquest tipus de senyalització no és possible.

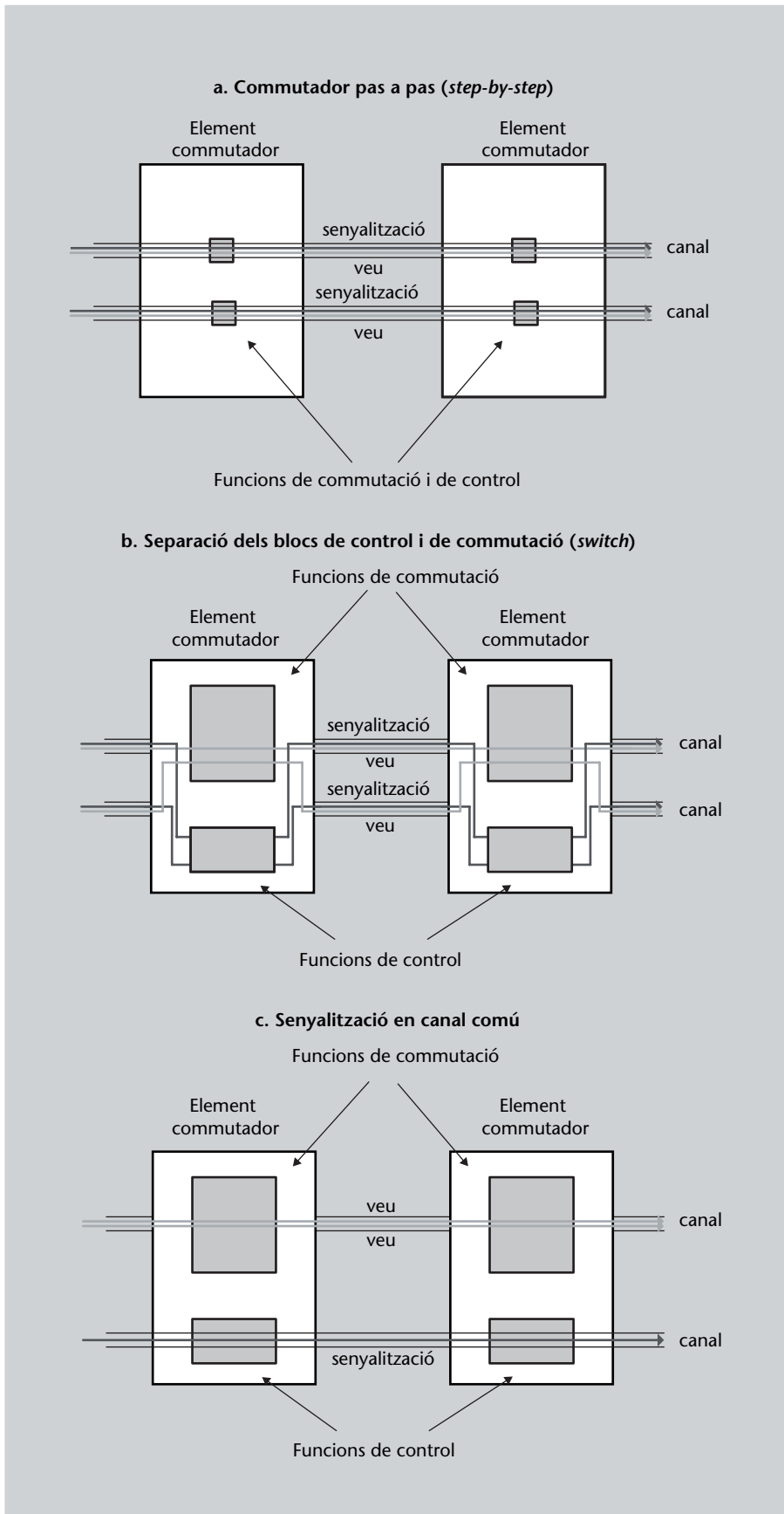
#### 4.1.2. *Common Channel Signalling (CCS)*

Tal com s'ha explicat, els sistemes de senyalització que empren la CCS han de disposar d'un canal dedicat exclusivament a la informació de control. La informació de senyalització que s'hi transporta pot ser, en aquest cas, destinada a tots els usuaris o, per contra, a usuaris específics (però la senyalització per als diferents usuaris utilitza el mateix canal).

Cal adonar-se que l'evolució que suposa passar de senyalització CAS a senyalització CCS no és de poca importància, ja que es tracta d'un canvi de paradigma que té conseqüències en l'estructura dels elements de les xarxes de telecomunicació. Fixem-nos en la figura 8. En aquesta figura hi mostrem l'evolució dels elements commutadors d'una xarxa de telecomunicació (en anglès anomenats *exchange*).



Figura 8. Evolució dels elements de commutació en passar de senyalització CAS a CCS



Font: Figura inspirada en R. J. Manterfield, *Common-Channel Signalling*, IEE, 1991

Els commutadors pas a pas (en anglès anomenats *step-by-step*) són propis de la senyalització CAS. En aquest tipus de senyalització, veu i control són transmesos pel mateix canal i, dins els commutadors, han de ser processats tal com mostra la figura 8 (a). Aquest és el primer paradigma en termes de senyalització que fou utilitzat a les xarxes de telecomunicació. Posteriorment, tal com s'ha explicat, la tendència féu que les xarxes anessin optant pel nou paradigma: la senyalització CCS.

#### Element commutador

En general, a la figura 8, el bloc que duu a terme les funcions de commutació s'anomena *switch*, mentre que el bloc que realitza les funcions de control es diu *Stored-Program Controlled (SPC)*.

Malgrat tot, els processos de transició no són immediats i entre la senyalització CAS i la senyalització CCS els commutadors esdevingueren com el que es mostra a la figura 8 (b). Cal notar que en aquest moment encara estem parlant de senyalització CAS, ja que, com mostra la figura, veu i senyalització són transmesos pel mateix canal.

Finalment, en la senyalització CCS, veu i senyalització són transmesos per canals diferents i aquest fet es reflecteix en l'estructura dels elements commutadors (figura 8 (c)), que adquireixen una forma molt més senzilla (un dels avantatges de CCS sobre CAS).

Els **avantatges** més immediats de la senyalització CCS són els següents:

- Permet una reducció en els costos. Els elements commutadors són molt més simples (menor cost) i, malgrat la necessitat de canals de senyalització, el cost és menor.
- Permet senyalització en tot moment, fins i tot durant el transcurs de la trucada (cosa que no succeïa en el CAS).
- La velocitat de transmissió de la senyalització és molt més alta.
- S'eradica la possibilitat d'error resultat d'interferències entre senyalització i veu.
- Ofereix més serveis als usuaris, ja que l'alta velocitat de transmissió de senyalització així ho permet.

Pel que fa als **desavantatges**:

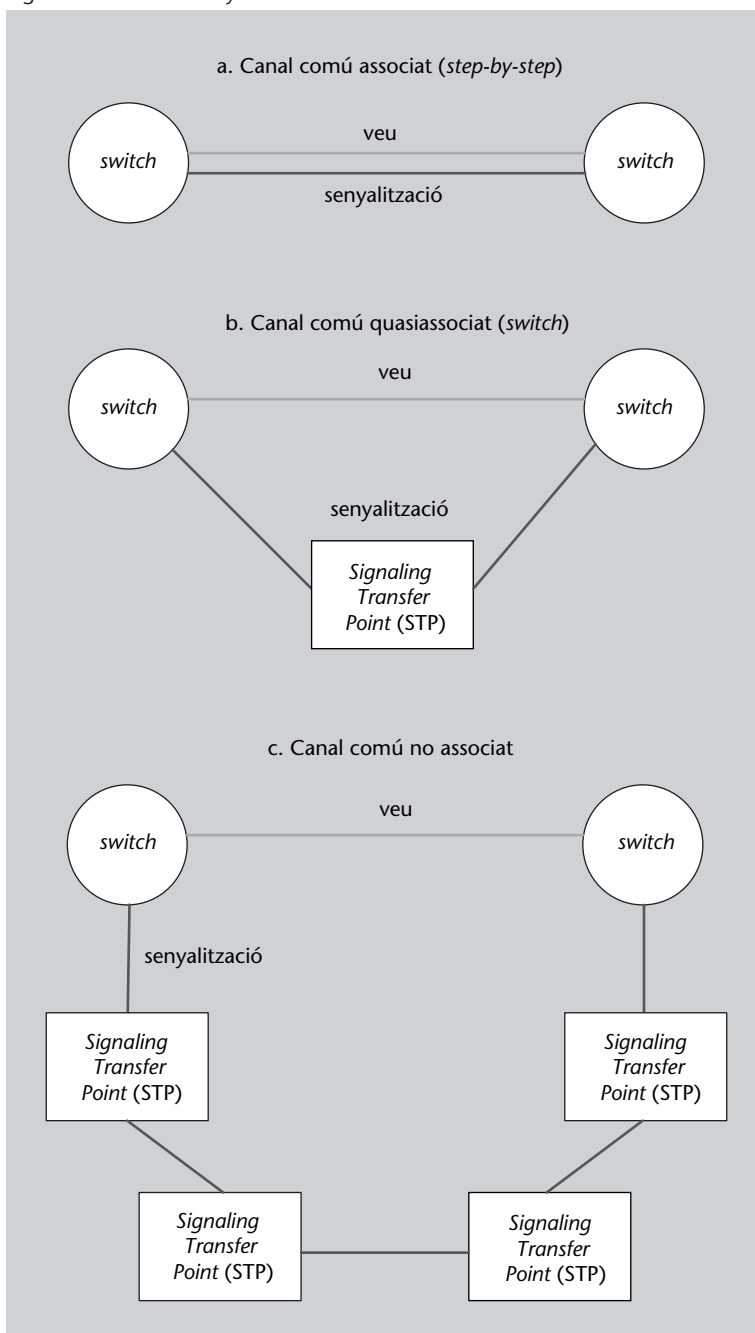
- Gran impacte dels problemes en els canals de senyalització. Com que els canals de senyalització transporten informació de molts canals de veu, els errors o problemes en aquests canals (o en algun dels nodes) té un impacte molt més gran que en el cas del CAS, on només en quedava afectat el canal associat.
- La senyalització no és transmesa pel mateix canal que la veu, per tant, no és possible assegurar la integritat de la veu. Per tal de garantir-la és necessari realitzar tests d'encaminament.

La implementació de la senyalització CCS pot ser feta de dues maneres o modes: canal comú associat i canal comú no associat. Tot i així, un tercer mode,

el canal comú quasiassociat, va aparèixer com un pas intermediari entre els dos modes extrems. A la figura 5 només hi hem posat l'associat i el no associat perquè es tracta dels dos extrems, però el quasiassociat sorgí com una alternativa a mig camí entre totes dues opcions.

La implementació de canal comú associat és la més immediata, i de fet es correspon amb la figura 8(c). Es tracta d'una implementació en què senyalització i veu, malgrat ser transmesos per canals diferents, fan servir el mateix enllaç. Dit d'una altra manera, hi ha un enllaç directe entre els dos commutadors tant per a veu com per a senyalització (figura 9 (a)).

Figura 9. Modes de senyalització CCS



En el cas del canal comú no associat, la situació és antagònica. L'encaminament de la senyalització és independent de l'encaminament de la veu. Així, tal com mostra la figura 9 (c), l'existència d'una xarxa de senyalització permet l'encaminament de la informació de control.

El canal comú quasiassociat és una solució intermèdia. Aquesta solució es basa en el fet que, tot i que senyalització i veu recorren diferents camins, aquests camins es diferencien només en l'existència d'un node intermedi (figura 9 (b)).

## 4.2. La metasenyalització (*metasignalling*)

La metasenyalització pot ser definida com l'ús de la senyalització amb l'objectiu d'establir canals de senyalització. Aquest tipus de senyalització és possible, per exemple, en les xarxes XDSI (Xarxa Digital de Serveis Integrats).

Malgrat que la intenció d'aquest subapartat és només la d'explicar el concepte de metasenyalització, és interessant repassar breument un exemple per a entendre'n millor el funcionament: el protocol de metaseyalització de la XDSI. L'estàndard per a aquest protocol es pot trobar a la Recomanació Q.2120 de la ITU-T *B-ISDN metasignalling protocol*.

Les diferents possibilitats que implementa aquest protocol són les següents:

- Assignar un canal virtual de senyalització punt a punt i un canal virtual de senyalització de difusió associat.
- Assignar un canal virtual de senyalització punt a punt.
- Verificar l'estat dels canals virtuals de senyalització.
- Suprimir els canals virtuals de senyalització.

Per tal d'aconseguir dur a terme aquestes funcions, es descriuen els missatges que es detallen a continuació:

- **Petició d'assignació.** Quan l'usuari necessita disposar de recursos de senyalització, envia aquest missatge cap a la xarxa per tal de demanar que n'hi assignin.
- **Assignat.** Aquesta és una de les dues respostes possibles que la xarxa, després de rebre un missatge de petició d'assignació, pot transmetre cap a l'usuari. Com bé indica aquest nom, el transmet quan és possible satisfer l'assignació de recursos sol·licitada.
- **Denegat.** Quan la xarxa, havent rebut una petició d'assignació per part de l'usuari, no pot satisfer la petició, transmet aquest missatge cap a la xarxa. En el cos del missatge de denegació la xarxa n'explicita el motiu.

### Terminologia

En anglès la XDSI és coneguda com a ISDN (Integrated Services Digital Network), mentre que en espanyol es coneix com a RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).

### Enllaç

Podeu trobar la Recomanació Q.2120 a: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.2120-199502-I/en>

- **Petició de verificació.** Es tracta, tal com indica la seva denominació, d'un missatge per a verificar l'existència i integritat del canal de senyalització establert després d'un procés de petició d'assignació positiu. Aquest missatge s'envia des de la xarxa cap a l'usuari.
- **Resposta de verificació.** L'usuari, després de rebre un missatge de petició de verificació, respon amb aquest missatge.
- **Suprimir.** Quan un dels dos punts de la comunicació, tant l'usuari com la xarxa, desitja suprimir el canal de senyalització establert, envia aquest missatge a l'altre punt.

El cas de la XDSI és il·lustratiu per a entendre el concepte de metasenyalització. Si voleu aprofundir en el funcionament concret d'aquest protocol (Q.2120), podeu accedir-hi gratuïtament a través de la pàgina web de la ITU.

## 5. Models de senyalització

Tal com ja hem anat veient als apartats precedents, la senyalització pot ser classificada segons un ampli ventall de característiques. En aquest apartat en presentem una que, malgrat ser òbvia, suposa una classificació important. Cal fer notar que aquesta denominació és emprada tant per a la senyalització com per a les dades.

La classificació de la senyalització en funció del nombre d'actors que hi participen pot ser de tres tipus: punt a punt, punt a multipunt i multipunt a multipunt.

### 5.1. Senyalització punt a punt

Es tracta de la senyalització que té un únic node d'origen i un únic node de destinació. En anglès s'anomena *point-to-point*. Aquest tipus de senyalització seria aquell en què s'estableix una connexió entre dos nodes: l'un seria el node origen i l'altre seria el node destinació.

Tal com es veu a la figura 10, independentment dels nodes de la xarxa, la comunicació (en aquest cas la senyalització) es fa per parelles de nodes. A la xarxa simple de la figura, per exemple, es pot establir senyalització punt a punt entre cadascuna de les parelles (a la figura només se'n mostren tres exemples).

L'establiment i l'alliberament d'una connexió TCP és un exemple clar d'aquest tipus de senyalització.

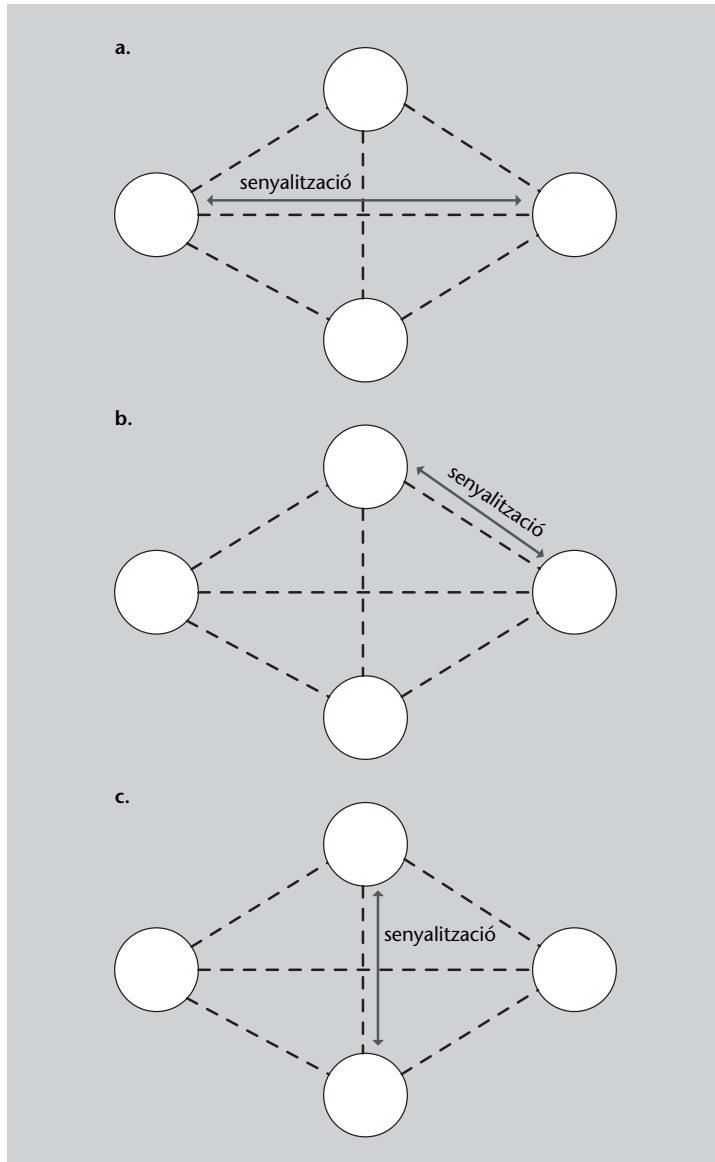
### 5.2. Senyalització punt a multipunt

Al contrari del que succeeix en el paradigma del punt a punt, en aquest cas no només hi ha una única destinació, sinó que hi ha diverses destinacions i un únic origen. Fixem-nos que, en sentit estricte, en cada senyalització punt a multipunt hi ha un altre o uns altres processos de senyalització en el sentit contrari si els nodes de destinació poden transmetre cap al node d'origen. Si aquests nodes de destinació poden enviar senyalització cap al node d'origen, s'estan establint múltiples senyalitzacions punt a punt en el sentit contrari. En canvi, si els nodes de destinació poden transmetre a qualsevol dels altres nodes (també els altres nodes de destinació), aleshores s'estan establint processos de senyalització mutlipunt a multipunt.

#### Abreviatures

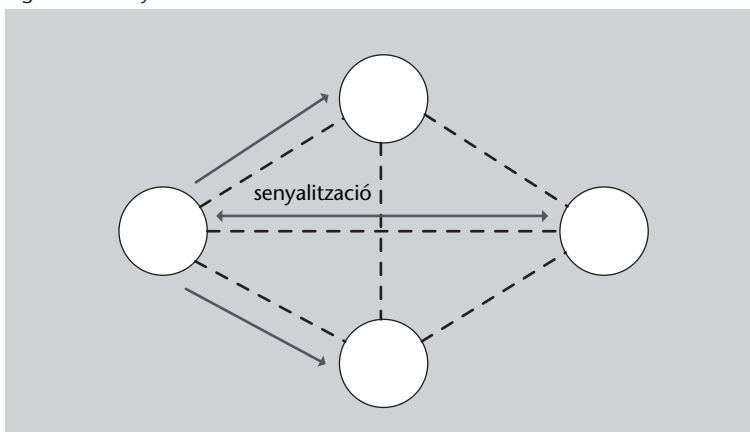
Sovint aquestes denominacions es poden trobar abreviades de la següent manera:  
*point-to-point* (**P2P**),  
*point-to-multipoint* (**P2MP**) i  
*multipoint-to-multipoint* (**MP2MP**).

Figura 10. Senyalització P2P. Alguns exemples en una xarxa simple



Imaginem un sistema de comunicacions mòbils. L'estació base envia informació de senyalització amb una determinada periodicitat cap a tots els terminals mòbils que es troben dins la seva àrea de cobertura. Aquest seria un exemple de senyalització punt a multipunt.

Figura 11. Senyalització P2MP

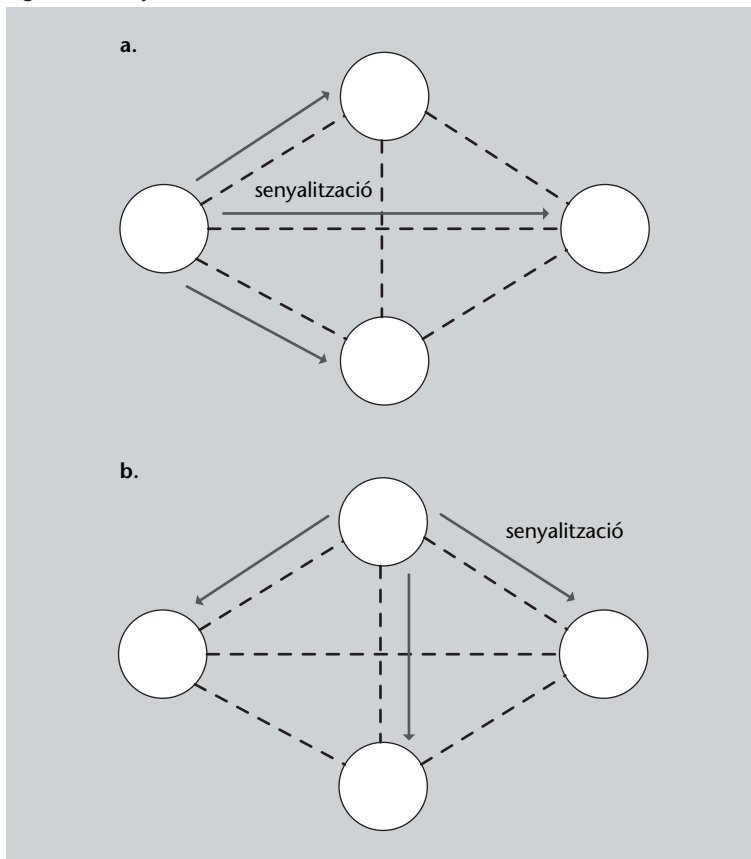


### 5.3. Senyalització multipunt a multipunt

És la darrera de les possibilitats segons aquesta classificació. En anglès és coneguda com a *multipoint-to-multipoint*. És pròpia de les xarxes mallades (*mesh networks*) en què diversos nodes poden comunicar-se i enviar senyalització cap a múltiples nodes.

Tal com es pot observar a la figura, qualsevol node pot comunicar-se amb qualsevol node.

Figura 12. Senyalització MP2MP



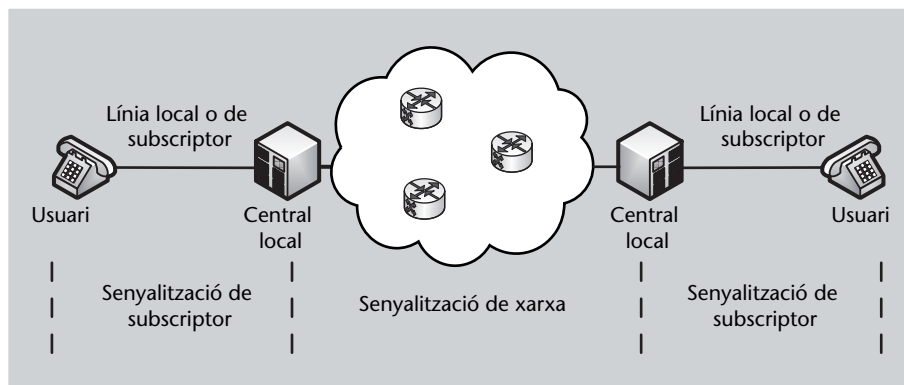


## 6. Classificació de la senyalització segons l'enllaç

Les característiques de la senyalització emprada en cadascuna de les parts d'una xarxa està estretament relacionada amb les característiques d'aquests trams de la xarxa. La quantitat de nodes, la distància, el tipus d'enllaç, la capacitat, etc., són factors que indubtablement impacten en les funcions que ha de desenvolupar la senyalització. Així, sembla lògic pensar que la senyalització pot ser classificada, també, segons la part de la xarxa en què és implementada.

Les xarxes de comunicacions tenen, principalment, dues parts molt diferenciades: la xarxa d'accés i la xarxa troncal. En el cas de les xarxes de telecomunicació, aquestes parts de la xarxa serien anomenades línia d'abonat (*subscriber line*) i xarxa troncal (figura 13). En aquest apartat descriurem quines són les particularitats principals de la senyalització en aquestes parts de la xarxa: la senyalització de subscriptor (*subscriber signalling*) i la senyalització de xarxa (*network signalling*).

Figura 13. Senyalització de subscriptor i de xarxa



### 6.1. Senyalització de xarxa

La senyalització de xarxa ha evolucionat molt en comparació amb la senyalització de subscriptor, que exposarem al subapartat 6.2. És el tema d'estudi fonamental de l'assignatura, i és per aquest motiu que hi dedicarem els següents mòduls.

L'objectiu principal dels organismes d'estandardització ha estat aconseguir un estàndard mundial que permeti la interconnexió de les xarxes de telecomunicació d'arreu del món. Fou l'any 1975 quan AT&T va desenvolupar el *Signalling System No. 7 (SS7)* que, després que l'any 1980 fou adoptat pel Comitè Consultatiu International Téléphonique et Télégraphique (CCITT), acabà es-

#### Terminologia

No resulta estrany veure la denominació *last mile* per a referir-se a la xarxa d'accés o línia d'abonat. Aquesta denominació fa referència al fet de ser el darrer tram de la xarxa (sovint menys d'una milla) abans d'arribar a l'usuari final.

#### CCITT

L'any 1925 es crearen dos comitès consultius per a gestionar les creixents complicacions que presentava el servei internacional de telefonia, el CCIF i el CCIT. L'any 1956, com a conseqüència de l'encavalcament existent entre les activitats d'ambdós comitès, es fundà el CCITT, resultat de la fusió dels dos comitès precedents. L'any 1993 el comitè fou rebatejat amb el nom d'ITU-T.

devenint un estàndard de senyalització de xarxa a escala mundial. Al llarg de l'assignatura estudiarem aquest estàndard en detall.

## 6.2. Senyalització de subscriptor

La senyalització de subscriptor és aquella que s'empra a la línia de subscriptor, entre l'usuari final i la central local. Es tracta d'una senyalització molt condicionada per les característiques de la xarxa. La línia local (o de subscriptor) és el tram més extens de la xarxa i, per tant, la gran quantitat d'enllaços que la conformen en fa difícil l'evolució.

La senyalització de subscriptor es pot dividir en dues subcategories: la senyalització bàsica i la senyalització de serveis suplementaris.

Senyalització de subscriptor:

- **Servei bàsic.** És la senyalització vinculada als serveis heretats del vell sistema telefònic\*. Inclou el senyal de supervisió, el senyal d'adreça, el senyal de trucada i els tons.
- **Serveis suplementaris.** Es tracta de la senyalització associada als serveis que han anat apareixent al llarg dels anys: la trucada en espera, la transferència de trucada, la trucada entre tres, el senyal de trucada distintiu, el rebuig de trucada selectiu i la detecció de trucada entrant.

\*En anglès es coneix com a *Plain Old Telephone Service (POTS)*.

A continuació detallem, molt breument, en què consisteixen els senyals enumerats anteriorment, tant aquells propis dels serveis bàsics com aquells propis dels serveis suplementaris.

**Senyal de supervisió (*supervision signal*).** En general, la línia de subscriptor pot tenir dos estats diferents: en ús (anomenat *off-hook*) i en desús (anomenat *on-hook*). Quan l'usuari despenja el telèfon, l'estat *off-hook* es determina gràcies a un corrent continu entre la central local i l'usuari final. Aquest senyal és el senyal de supervisió. Aquest senyal és classificat com un senyal endavant (*forward signal*), ja que es transmet des de l'usuari final cap a la central local.

**Senyal d'adreça (*address signal*).** L'usuari, per tal d'aconseguir comunicar-se, ha de transmetre la senyalització que permeti identificar l'usuari de destinació. Aquest senyal consta d'un conjunt de dígitos que conformen una adreça. Aquesta senyalització pot ser feta de dues maneres, mitjançant polsos (*Dial-Pulse*, DP, o desconexió de bucle, *loop disconnect*) o tons freqüencials (*Dual-Tone Multifrequency*, DTMF). Ambdues possibilitats han estat explicades amb més detall al subapartat 4.1.1. És, com el senyal de supervisió, un *forward signal*.

**Senyal de trucada (*ringing signal*).** Aquest senyal és transmès per la central local quan, en estat *on-hook*, es vol anunciar la recepció d'una trucada. En aquest cas, com que el senyal és transmès per la central, es classifica com a senyal enrere (*backward signal*).

**Tons.** Són tots aquells senyals que permeten que l'usuari final conegui el procés o estat de la trucada. Per definició, doncs, es tracta de senyals *backward*. Els tons habituals són el to de marcatge (*dial-tone*, que permet saber que la línia està preparada per a ser utilitzada), el to de trucada (*ringing-tone*, que permet saber que s'està connectant amb l'usuari final) i el to d'ocupat (*busy-tone*, que indica que l'usuari final està ocupat o, en altres paraules, que comunica). N'hi ha d'altres però no són tan importants.

**Trucada en espera (*call waiting service*).** Com el nom indica, permet que una trucada sigui retinguda malgrat que l'usuari final tingui una altra trucada en curs.

**Transferència de trucada (*call forwarding service*).** Servei que permet redirreccionar les trucades destinades a un número en concret cap a un altre número.

**Trucada entre tres (*three-way calling*).** Servei que permet establir trucades entre tres usuaris.

**Senyal de trucada distintiu (*distinctive ringing*).** En funció del número de telèfon d'origen, el to de trucada a l'usuari de destinació varia.

**Rebuig de trucada selectiu (*selective call rejection*).** Servei per a rebutjar les trucades amb un origen concret.

**Detecció de trucada entrant (*calling number delivery*).** Servei que permet conèixer el número de la trucada entrant.

En funció de la xarxa, com per exemple la XTC o la XDSI, els estàndards que defineixen la senyalització de subscriptor són diversos. En aquest mòdul no els anomenarem perquè no són l'objectiu principal de l'assignatura.

## 7. Organitzacions estandarditzadores

L'heterogeneïtat és una de les característiques de les xarxes de telecomunicació actuals. L'existència de diferents tecnologies, fabricants de dispositius, arquitectura de xarxes, etc. obliga a establir estàndards de comunicació. En el cas concret d'aquesta assignatura ens centrem en els estàndards de senyalització.

Tal com acabem de comentar, la diversitat ha obligat a crear un conjunt d'organitzacions mundials, nacionals o regionals que vetllen per l'establiment i la definició dels estàndards. En aquest apartat fem una petita descripció de les organitzacions més importants, el seu origen i els seus objectius.

### 7.1. International Telecommunications Union (ITU)

La ITU va ser fundada l'any 1865 com a acrònim d'International Telegraph Union. Inicialment, tal com mostra el seu nom primerenc, aquesta organització vetllava per l'estandardització i la regulació internacional de la telegrafia. No fou, però, fins l'any 1932 que l'organisme esdevingué una agència especialitzada de les Nacions Unides.

Malgrat que inicialment només desenvolupava les seves funcions en el sector de la telegrafia, les àrees en les quals la ITU té responsabilitats s'han estès fins a abastar tot el sector TIC (Tecnologies de la Informació i les Telecomunicacions, o en anglès *Information and Communications Technologies*, ICT).

La ITU, formada per més de 190 països i més de 700 empreses, té tres grans àrees d'activitat: les radiocomunicacions, l'estandardització i el desenvolupament. És per aquest motiu que orgànicament es divideix en tres sectors:

- **ITU-T:** ITU Telecommunications Standardization Sector.
- **ITU-R:** ITU Radiocommunication Sector.
- **ITU-D:** ITU Telecommunications Development Sector.

La ITU-R té la tasca de coordinar els serveis de radiocomunicacions a escala global, i molt particularment l'assignació freqüencial per a aquests serveis i les òrbites dels satèl·lits de comunicacions. El seu objectiu principal és assegurar la limitació de les interferències radioelèctriques, i la implementació de regulacions radioelèctriques i conferències regionals i mundials de radiocomunicacions.

Pel que fa a la ITU-T, el seu objectiu bàsic és el de desenvolupar i publicar els estàndards d'aplicació a tots els sectors de les TIC. S'organitza en un conjunt

#### Enllaç

Podeu trobar tota la informació relacionada amb la ITU a: <http://www.itu.int>

de grups específics i els estàndards desenvolupats reben la denominació de *recomanacions*.

Finalment, la ITU-D té la funció d'impulsar la cooperació i solidaritat internacional en aspectes d'assistència, creació, desenvolupament i millora d'equips i xarxes de telecomunicació.

## 7.2. European Telecommunications Standards Institute (ETSI)

L'ETSI és un organisme europeu d'estandardització fundat l'any 1988 amb l'objectiu de respondre a les creixents necessitats d'estandardització que tenia la indústria. Hi participa la indústria, les universitats, les administracions i els reguladors, i s'organitza en comitès especialitzats anomenats Technical Bodies (TB). Malgrat tot, s'organitzen grups per a qüestions urgents anomenats Specialist Task Force (STF).

L'institut té dues missions principals: una a nivell europeu i una a nivell global. Pel que fa a la vessant europea, és l'organització que ha de desenvolupar estàndards que compleixin els marcs regulatoris europeus establerts per la Unió Europea (UE) i l'European Free Trade Association (EFTA). Alguns dels èxits més importants de l'ETSI han estat estàndards com per exemple GSM, DECT, TETRA o Euro-ISDN.

Quant a la seva missió global, l'ETSI participa activament com a membre d'organitzacions d'estandardització mundials com 3GPP, EMTel, MESA, ICANN o GSC.

## 7.3. Third Generation Partnership Project (3GPP) i Third Generation Partnership Project 2 (3GPP2)

El 3GPP és l'organisme internacional encarregat dels processos d'estandardització de les comunicacions mòbils. L'organisme té membres organitzacionals i representants del mercat de les comunicacions mòbils. Pel que fa als membres organitzacionals, en són sis: ARIB (el Japó), ATIS (els Estats Units), CCSA (la Xina), ETSI (Europa), TTA (Corea) i TTC (el Japó). Els representants del mercat, per la seva banda, són l'IMS Forum, el TD-Forum, GSA, GSM Association, IPv6 Forum, UMTS Forum, 4G Americas, TD Industry Alliance, InfoCommunication Union, Small Cell Forum, CDMA development Group, Cellular Operators Association of India, i NGMN Alliance.

Internament s'estructura en quatre grups tècnics (Technical Specification Groups, TSG):

- Radio Access Networks (RAN)
- Service and Systems Aspects (SA)

### Enllaç

Podeu trobar tota la informació relacionada amb l'ETSI a: <http://www.etsi.org>

### Enllaç

Podeu trobar tota la informació relacionada amb 3GPP a: <http://www.3gpp.org> i amb 3GPP2 a: <http://www.3gpp2.org>

- Core Network and Terminals (CT)
- GSM EDGE Radio Access Networks (GERAN)

Inicialment la voluntat de totes les parts involucrades fou la de crear un únic ens normalitzador a escala mundial per al sector de les comunicacions mòbils. Malgrat tot, dues de les organitzacions normalitzadores impulsores (l'ETSI i l'ANSI-41) no van ser capaces de crear un únic organisme i, finalment, fou fundat el 3GPP2. Aquesta organització té objectius similars als de 3GPP, però només per a les àrees geogràfiques de l'Amèrica del Nord i de l'Àsia.

Com succeeix al 3GPP, es distingeixen els membres organitzacionals i els representants del mercat. Pel que fa als membres organitzacionals, es tracta d'ARIB (el Japó), CCSA (la Xina), TTA (els Estats Units), TTC (Corea) i TTC (el Japó). Quant als representants del mercat, hi ha el CDMA Development Group, IPv6 Forum, i Femto Forum.

#### 7.4. Internet Engineering Task Force (IETF)

L'IETF és una comunitat internacional de dissenyadors, operadors, fabricants i recercaires involucrats en l'àmbit d'Internet i la seva arquitectura. Es tracta d'un organitzador oberta a qualsevol membre que desitgi formar-ne part. El seu objectiu és, doncs, millorar el funcionament d'Internet.

El seu objectiu cal assolir-lo, tal com s'indica a l'RFC 3935, mantenint els següents principis:

- **Procés obert.** Qualsevol persona ha de tenir el dret a participar en el procés.
- **Competència tècnica.** La documentació elaborada per l'IETF ha de tenir una alta qualitat.
- **Voluntariat.** La participació dels seus membres ha de ser exclusivament en termes de voluntariat.
- **Rough consensus and running code.** Les decisions s'han de prendre d'acord amb els coneixements dels experts que en són membres i amb l'experiència acumulada.
- **Propietat del protocol.** La responsabilitat associada a un protocol o funció és assumit i acceptat per l'organisme.

En el context en el qual ens trobem, aquest organisme pren una importància clau per un motiu principal: la convergència de les xarxes de comunicacions (també les de transport de veu) cap a xarxes *All-IP*. És precisament aquesta tendència la que ha dut, com es veurà en aquesta assignatura, a l'aparició de la veu sobre IP (*voice over IP*, VoIP). La documentació generada per l'IETF pren la forma de *Request for Comments* (RFC).

#### Enllaç

Podeu trobar tota la informació relacionada amb l'IETF a: <http://www.ietf.org>

## 7.5. Altres organismes

Hi ha molts altres organismes d'estandardització, com per exemple l'ATIS, Telcordia, TIA o ATM Forum. Tots ells tenen responsabilitats en el camp de l'estandardització en general i de la senyalització en particular. Malgrat la seva importància, hem considerat que no és necessari aprofundir en tots i cadascun d'ells. Qui vulgui tenir-ne informació, pot consultar la informació a les seves pàgines web.

### Enllaços d'interès

ATIS: [www.atis.org](http://www.atis.org)  
TIA: [www.tiaonline.org](http://www.tiaonline.org)  
ATM Forum:  
[www.broadband-forum.org/](http://www.broadband-forum.org/)

## 8. Annex. Plans de numeració

Tal com hem vist al principi d'aquest mòdul, l'evolució de la senyalització en els sistemes de telecomunicació fou impulsada en bona part per la necessitat d'automatitzar la commutació a les centrals locals. A més, la necessitat d'una xarxa de telecomunicació global (potser és més convenient anomenar-ho un conjunt de xarxes interconnectades globalment), particularment de veu, va impulsar en el seu moment l'establiment d'unes recomanacions que disposaven unes bases comunes per a la numeració dels usuaris finals. En l'actualitat aquestes bases es poden trobar a la Recomanació E.164 de la ITU-T.

El pla de numeració no és estrictament un aspecte de la senyalització, però la importància pràctica de l'adreçament dels usuaris finals ens ha empès a incloure'l com un annex d'aquest primer mòdul introductor.

### Enllaç

Podeu trobar la Recomanació E.164 a:  
<http://www.itu.int/rec/T-REC-E.164-201011-I/en>

Aquesta Recomanació té l'objectiu de fixar una estructura internacional comuna per a la numeració de la xarxa telefònica pública. La Recomanació, desenvolupada per la ITU-T, divideix les numeracions en cinc categories diferents:

- Números per a àrees geogràfiques.
- Números per a serveis globals.
- Números per a xarxes.
- Números per a grups de països.
- Números per a proves\*.

\* En anglès *trials*.

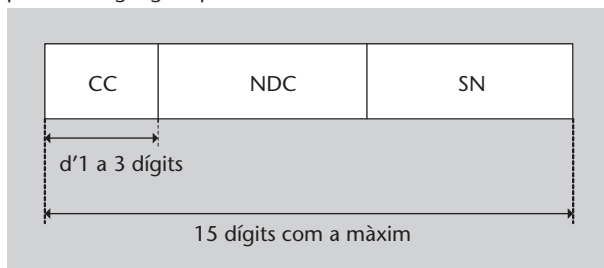
La ITU-T recomana una estructura particular a cadascuna de les cinc categories, però fa una consideració general: la longitud de qualsevol número, sigui quina sigui la categoria, pot ser variable però no hauria d'excedir els 15 dígits. A continuació es descriu breument cada categoria.

### 8.1. Números per a àrees geogràfiques

Aquesta categoria inclou els números telefònics dels subscriptors que utilitzem habitualment. Està composta de tres camps principals: el codi de país (*Country Code*, CC), el codi de destinació nacional (*National Destination Code*, NDC) i el número de subscriptor (*Subscriber Number*, SN). El codi de país, l'únic camp present a les cinc categories, té una longitud d'entre 1 i 3 dígits. Per tant, la longitud de l'NDC i l'SN no hauria d'excedir els dígits restants fins a 15 després de considerar el CC (entre 1 i 3 dígits).



Figura 14. Estructura recomanada per la ITU-T dels números per a àrees geogràfiques

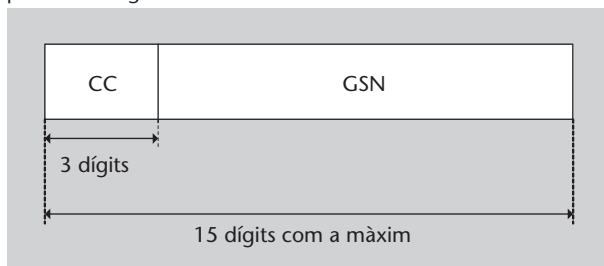


Les figures han estat adaptades directament de la Recomanació de la ITU-T E.164.

### 8.2. Número per a serveis globals

La numeració regulada segons aquesta categoria està destinada a serveis com, per exemple, serveis gratuïts de telefonia. Té una estructura sensiblement diferent de la categoria anterior. El número consta de dos camps: el codi de país (CC), com els números per a àrees geogràfiques, i el número de subscripctor global (*Global Subscriber Number, GSN*). El primer dels camps té sempre 3 dígits, mentre que el GSN ha de tenir 12 dígits com a màxim per tal de complir amb la recomanació general de la longitud màxima.

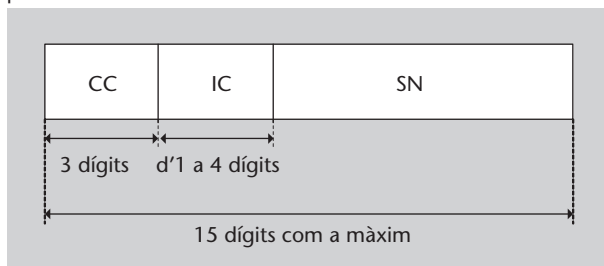
Figura 15. Estructura recomanada per la ITU-T dels números per a serveis globals



### 8.3. Número per a xarxes

Aquests números són aquells que no poden ser inclosos en les dues categories anteriors. Tal com s'observa a la figura 16, hi ha un camp no descrit fins ara: l'identificador de codi (*Identification Code, IC*).

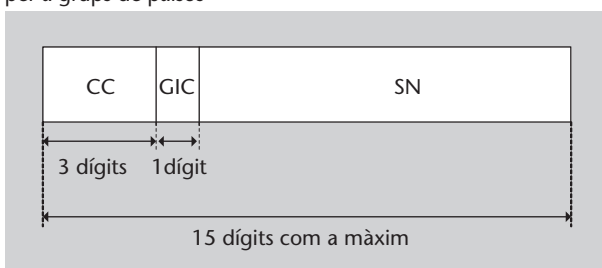
Figura 16. Estructura recomanada per la ITU-T dels números per a xarxes



## 8.4. Número per a grups de països

Es defineix una categoria per a números que no són per a un únic país (com seria el cas dels números per a àrees geogràfiques), sinó per a un grup de països. La semblança entre aquestes dues categories –per a grups de països i per a àrees geogràfiques– és evident. Aquesta categoria afegeix el camp de codi d'identificador de grup (*Group Identification Code*, GIC), d'un únic dígit. Cada grup de països és seleccionat mitjançant aquest camp.

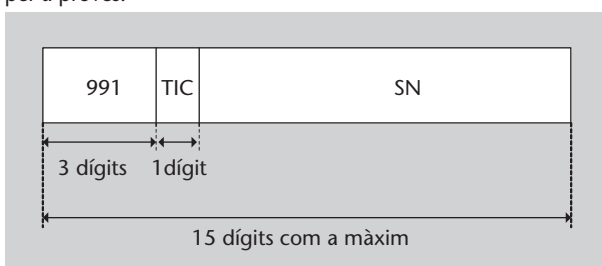
Figura 17. Estructura recomanada per la ITU-T dels números per a grups de països



## 8.5. Número per a proves

Aquesta categoria és per a casos molt particulars. Hi ha tres camps: el codi de país (CC) que, per a aquesta categoria, té una longitud fixa de tres dígits i un valor igual a 991, el codi d'identificació de prova (*Trial Identification Code*, TIC), d'un únic dígit, i el camp SN. Els dos primers camps són obligatoris, mentre que el darrer (SN) és opcional.

Figura 18. Estructura recomanada per la ITU-T dels números per a proves.



## 8.6. Pla nacional de numeració

El codi de país (CC), inclòs a l'estructura de les cinc categories exposades, determina el país de destinació. L'assignació d'aquests codis és responsabilitat de la ITU-T. La resta de camps, en canvi, és responsabilitat de l'administració nacional. Qualsevol pla nacional hauria de ser dissenyat segons els següents criteris:

### Enllaç

Podeu consultar l'assignació del codi de país (CC) a:  
[http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/opb/sp/T-SP-E.164D-11-2011-PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/sp/T-SP-E.164D-11-2011-PDF-E.pdf)

- Cal que es prengui en consideració el creixement futur del volum de subscriptors i de serveis.
- Cal tenir en compte que la xarxa serà accessible des d'altres països.
- Els subscriptors han de ser sempre trucats mitjançant el mateix número de subscriptor (SN), independentment de l'origen de la trucada.

Malgrat que la gestió dels plans nacionals de numeració no depèn de la ITU-T, els organismes administradors nacionals estan obligats a notificar-ne els canvis al Telecommunication Standardization Bureau (TSB).

#### **Enllaç**

Podeu consultar els plans de numeració dels diferents països a:  
<http://www.itu.int/oth/T0202.aspx?parent=T0202>

## **Resum**

En aquest mòdul hem pogut descobrir la importància que té la senyalització en qualsevol xarxa de telecomunicació. La senyalització, de la mateixa manera que succeeix amb les xarxes, és molt heterogènia i per tant no és senzill fer-ne una classificació definitiva. Durant el mòdul hem mirat de donar una imatge general de les diverses classificacions possibles (segons la tècnica, el mode i l'enllaç), i alhora hem presentat els principals organismes d'estandardització.

Un cop hàgiu acabat de llegir aquest mòdul, hauríeu de ser capaços de tenir una visió general del concepte de senyalització, la seva evolució conceptual, i els problemes i reptes que planteja.

## Exercicis d'autoavaluació

1. Poseu alguns exemples de procediments de control en xarxes de telecomunicació.
2. A l'apartat 4 del mòdul, es fa una classificació de les diverses tècniques de senyalització. Podríeu posar un exemple de cadascuna de les tècniques que s'hi presenten?
3. Enumereu les principals diferències entre la senyalització CAS (*Chanel Associated Signalling*) i la senyalització CCS (*Common Channel Signalling*).
  - a) Per què penseu que s'ha tendit a la CCS en comptes de continuar amb la CAS?
  - b) Penseu que la utilització de CAS està justificada en algun cas? Per què?
4. Aneu a la pàgina web de l'ETSI i expliqueu com s'estructura internament aquesta organització.
5. A l'enllaç <http://www.itu.int/oth/T0202.aspx?parent=T0202> podeu trobar els plans de numeració nacional de diversos països. Trieu el de dos països i determineu:
  - a) Quina longitud tenen els diferents camps de l'E.164 per a cadascun dels dos països?
  - b) Hi ha diferències constatables?
  - c) En el cas de, per exemple, el pla de numeració espanyol, quina altra informació es pot trobar?
  - d) Aneu a la pàgina web de la ITU i expliqueu, breument, l'organització interna del *Telecommunication Standardization Bureau* (TSB) i les seves funcions.

## Glossari

**3GPP** 3rd Generation Partnership Project. Organisme d'estandardització de les comunicacions mòbils.

**3GPP2** 3rd Generation Partnership Project 2. Organisme d'estandardització de les comunicacions mòbils per a l'Àsia i l'Amèrica del Nord.

**AC** Alternating Current.

**ACK** Acknowledgement. Paquet enviat amb l'objectiu de certificar l'arribada d'un paquet precedent.

**All-IP** Tot IP. Situació en què totes les xarxes convergeixen cap a xarxes IP (tot el trànsit és IP).

**ANSI** American National Standard Institute. Institut d'estandardització dels Estats Units d'Amèrica.

**ARIB** Association of Radio Industries and Businesses. Organització d'estandardització del Japó.

**ATIS** Alliance for Telecommunications Industry Solutions. Organització d'estandardització dels Estats Units d'Amèrica.

**ATM** Asynchronous Transfer Mode.

**CAS** Channel-Associated Signalling.

**CC** Country Code. Camp definit a la Recomanació E.164 de la ITU-T.

**CCIF** Comité Consultatif International Téléphonique. Organització que, després de fusionar-se amb la CCIT, fundà la CCITT.

**CCIT** Comité Consultatif International Télégraphique. Organització que, després de fusionar-se amb la CCIF, fundà la CCITT.

**CCITT** Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony. Organització predecessora de l'actual ITU.

**CCS** Common-Channel Signalling.

**CCSA** Communications Standards Association. Organització d'estandardització de la Xina.

**CDMA** Code Division Multiple Access.

**CT** Core Network and Terminals. Denominació d'un dels TSG de 3GPP.

**DC** Direct Current.

**DDD** Direct Distance Dialing. Servei que permet realitzar trucades fora de l'àrea local sense l'assistència d'un operador humà.

**DECT** Digital Enhanced Cordless Telecommunications. Estàndard ETSI per a telèfons digitals sense fil.

**DP** Dial-Pulse.

**DTMF** Dual-Tone Multifrequency. Tècnica de senyalització de la línia de subscriptor.

**EDGE** Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

**EMTEL** Emergency Telecommunications. Aquesta activitat pren cos a través de grups de treball d'ETSI.

**EFTA** European Free Trade Association. Tractat de lliure comerç entre països no pertanyents a la UE.

**ETSI** European Telecommunications Standards Institute. Institut d'estandardització europeu.

- Euro-ISDN** European ISDN. Variant de l'ISDN per a Europa.
- FDM** Frequency Division Multiplexing.
- GERAN** GSM EDGE Radio Access Networks. Denominació d'un dels TSGs de 3GPP.
- GIC** Group Identification Code. Camp definit a la Recomanació E.164 de la ITU-T.
- GSA** Global mobile Suppliers Association. Representant del mercat a 3GPP.
- GSC** Global Standards Collaboration. Conferència mundial per a millorar la cooperació dels organismes regionals.
- GSM** Global System for Mobile communications. Estàndard de comunicacions mòbils de segona generació.
- GSN** Global Subscriber Number. Camp definit a la Recomanació E.164 de la ITU-T.
- IC** Identification Code. Camp definit a la Recomanació E.164 de la ITU-T.
- ICANN** Internet Corporation for Assigned Names and Numbers.
- ICT** Information and Communications Technologies. En català es tradueix com a Tecnologies de la Informació i les Comunicacions (TIC).
- IETF** Internet Engineering Task Force. Organització estandarditzadora a Internet.
- IMS** IP Multimedia Subsystem. Arquitectura de xarxa per a serveis basats en IP.
- IP** Internet Protocol.
- IPv6** Internet Protocol version 6.
- ISDN** Integrated Services Digital Network. En català es tradueix com a Xarxa Digital de Serveis Integrats (XDSI). En castellà es tradueix com a Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)
- ITU** International Telecommunication Union. Organisme de les Nacions Unides encarregat de regular les telecomunicacions.
- ITU-D** ITU - Telecommunications Development Sector. Es tracta d'una de les tres divisions de la ITU.
- ITU-R** ITU - Radiocommunication Sector. Es tracta d'una de les tres divisions de la ITU.
- ITU-T** ITU - Telecommunications Standardization Sector. Es tracta d'una de les tres divisions de la ITU.
- MESA** Mobile Broadband for Public Safety. Projecte internacional de col·laboració en el sector de les tecnologies de banda ampla mòbil digital.
- NDC** National Destination Code. Camp definit a la Recomanació E.164 de la ITU-T.
- NGMN** Next Generation Mobile Networks. Aliança per a l'impuls de les futures xarxes de comunicacions mòbils.
- NGN** Next Generation Network. Arquitectura de xarxa per a les xarxes All-IP.
- OSI** Open System Interconnection. Model de xarxa dividit en set capes.
- PCM** Pulse Coded Modulation.
- POTS** Plain Old Telephone Service.
- PSTN** Public Switching Telephone Network. En català es tradueix com a Xarxa Telefònica Commutada (XTC).
- PTC** Per Trunk Channel. És més habitual denominar-ho amb l'acrònim CAS.
- RAN** Radio Access Networks. Denominació d'un dels TSG de 3GPP.
- RFC** Request For Comments. Documentació generada per la IETF.

- SA** Service and Systems Aspects. Denominació d'un dels TSG de 3GPP.
- SN** Subscriber Number. Camp definit a la recomanació E.164 de la ITU-T.
- SS7** Signalling System No. 7. Protocol de senyalització per a la xarxa troncal.
- STF** Specialist Task Force. Grup de l'ETSI per a qüestions urgents.
- SYN** Synchronization packet.
- TB** Technical Bodies. Comitès en els qual s'estructura l'ETSI.
- TCP** Transmission Control Protocol. Protocol de la capa de transport.
- TDM** Time Division Multiplexing.
- TETRA** Terrestrial Trunked Radio. Estàndard desenvolupat per l'ETSI per a comunicacions mòbils digitals de ràdio.
- TIA** Telecommunications Industry Association. Organització nord-americana que representa gran part de la indústria del sector de les TIC.
- TIC** Tecnologies de la Informació i les Comunicacions. En anglès es denomina com a Information and Communications Technologies (ICT).
- TSB** Telecommunication Standardization Bureau. Oficina de suport de la ITU-T.
- TSG** Technical Specification Group. Denominació de cadascun dels quatre grups en els quals s'estructura 3GPP.
- TTA** Telecommunication Technology Association. Associació d'estandardització no governamental i sense ànim de lucre de Corea.
- TTC** Telecommunication Technology Committee. Associació que contribueix a l'estandardització en l'àmbit de les TIC al Japó.
- UE** Unió Europea.
- UMTS** Universal Mobile Telecommunication System. Sistema de comunicacions mòbils de tercera generació.
- VoIP** Voice over IP. Conjunt de normes, dispositius i protocols per a comunicacions de veu sobre el protocol de xarxa IP.
- XDSI** Xarxa Digital de Serveis Integrats. És la denominació catalana per a l'acrònim anglès ISDN.
- XTC** Xarxa Telefònica Commutada. És la denominació catalana per a l'acrònim anglès PSTN.



## Bibliografia

**3GPP.** <http://www.3gpp.org>.

**3GPP2.** <http://www.3gpp2.org>.

**van Bosse, J. G.; F. U. Devetak** (2007). *Signalling in Telecommunication Networks (2nd Edition)*. Nova Jersey (EUA): John Wiley & Sons, Inc.

**Bray, J.** (2002). *Innovation and the Communications Revolution: From the Victorian Pioneers to Broadband Internet*. Cornwall (Regne Unit): Institution of Engineering and Technology.

**Dryburgh, L.; J. Hewett** (2004) *Signalling Systems No. 7 (SS7/C7). Protocol, Architecture and Services*. Indianapolis (EUA): Cisco Press.

**ETSI.** <http://www.etsi.org>.

**Gnanasivam, P.** (2006). *Telecommunication Switching and Networks*. Nova Delhi (Índia): New Age International Publishers.

**ITU-T** (2010). *E.164 The international public telecommunication numbering plan*. <http://www.itu.int/rec/T-REC-E.164-201011-I/en>.

**ITU.** <http://www.itu.int>.

**Kasera, S.; N. Narang; S. Narang** (2005) *Communications Networks*. Nova Delhi (Índia): McGraw-Hill.

**Manterfield, R. J.** (1991). *Common-Channel Signalling*. Stevenage (Regne Unit): Institution of Electrical Engineers.

**Manterfield, R. J.** (1999). *Telecommunications Signalling*. Londres (Regne Unit): Institution of Electrical Engineers.

**Smillie, G.** (1999). *Analogue and Digital Communication Techniques*. Oxford (Regne Unit): Newnes.

**Viswanathan, T.** (2006). *Telecommunication Switching Systems And Networks (26th Edition)*. Nova Delhi (Índia): Prentice-Hall.

