



Àngel Paíno i García

5e

## Cablatge estructurat en un centre d'ensenyament

© Àngel Paíno ([apaino@pie.xtec.es](mailto:apaino@pie.xtec.es))

Juny 2004

# Contingut

<b>CONTINGUT.....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>9</b>
<b>EL CABLATGE ESTRUCTURAT.....</b>	<b>13</b>
DEFINICIÓ .....	13
DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA SEGONS LA NORMA AMERICANA EIA/TIA-568.....	15
<i>Instal·lacions d'escomesa (EF: Entrance Facility).....</i>	16
<i>Sala d'equipament (ER: Equipment Room) .....</i>	16
<i>Cablatge vertical (Backbone) .....</i>	17
<i>Sales o armaris de telecomunicacions (TR: Telecommunications Room) .....</i>	18
<i>El cablatge horitzontal.....</i>	18
<i>Àrea de treball (WA).....</i>	19
DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA SEGONS LA NORMA INTERNACIONAL ISO/IEC 11801.....	20
<b>DESCRIPCIÓ D'UN SISTEMA DE CABLATGE ESTRUCTURAT.....</b>	<b>21</b>
ORGANITZACIÓ.....	22
ELEMENTS FUNCIONALS .....	22
SUBSISTEMES DE CABLATGE.....	24
<i>Subsistema de campus .....</i>	24
<i>Subsistema de cablatge vertical.....</i>	24
Cablatge vertical per a dades .....	25
Cablatge vertical per a telefonia .....	25
<i>Subsistema de cablatge horitzontal.....</i>	25
<i>Cablatge del lloc de treball.....</i>	26
<i>Interfícies d'un sistema de cablatge.....</i>	26
CATEGORIES I CLASSES.....	27
<i>Categories: definició i característiques .....</i>	27
<i>Classes d'enllaços i canals: definició i característiques .....</i>	27
<i>Classificació dels enllaços i els canals .....</i>	28
<i>Llargades màximes de canals i enllaços permanents .....</i>	29
RECOMANACIONS GENERALS SOBRE ELS SUBSISTEMES .....	29
<i>Distàncies màximes de cada subsistema.....</i>	30
<i>Tipus de cables i usos recomanats .....</i>	30
<i>Taulers distribuïdors de planta.....</i>	35
<i>Preses d'usuari a l'àrea de treball .....</i>	36
Connector femella 110 RJ45 ( <i>keystone jack</i> ).....	41
Eina de connexió i tall tipus 110 (eina d'impacte) .....	42
Connector mascle RJ45 ( <i>plug 8P8C</i> ).....	42
Codis de connexió per als jacks RJ45 .....	43
Eina de pressió RJ45 .....	44
Tirantet de connexió cat. 5.....	45
<i>Cablatge troncal de campus i edificis.....</i>	46
<i>Armaris i sales d'equipaments.....</i>	46
<i>Conducció del cables .....</i>	53
<i>Escomeses de xarxes públiques i privades als edificis.....</i>	55
<i>Compatibilitat electromagnètica.....</i>	55
<b>APLICACIONS SOBRE UN SISTEMA DE CABLATGE ESTRUCTURAT.....</b>	<b>57</b>

## Cablatge estructurat

---

INTRODUCCIÓ .....	57
TECNOLOGIA DE XARXES D'ÀREA LOCAL.....	58
Concepte de xarxa.....	58
Elements components d'una xarxa.....	59
Classificació de les xarxes .....	61
El model OSI .....	63
Arquitectura de les xarxes.....	64
Xarxes d'àrea local més habituals.....	64
Xarxes Ethernet .....	64
Xarxa Token-Ring .....	66
Xarxes FDDI .....	67
Xarxes d'àrea local de tecnologia actual .....	68
100VG-Any-LAN.....	68
ATM .....	69
Comutació LAN ( <i>Switched LAN</i> ) de nivell 2.....	69
Comutació LAN de nivell 3 (nivell de xarxa).....	69
Comutació LAN de nivell 4 (nivell de transport) i superiors.....	69
WLAN .....	70
<b>XARXES SENSE FIL.....</b>	<b>71</b>
INTRODUCCIÓ .....	71
QUÈ ÉS UNA XARXA LOCAL SENSE FIL? .....	71
ÀMBIT D'APLICACIÓ .....	72
ASPECTES TECNOLÒGICS .....	73
Els camps electromagnètics .....	73
L'espectre electromagnètic .....	73
Modulació .....	74
TOPOLOGIES I CONFIGURACIONS .....	75
Mode ad hoc o peer-to-peer ( <i>d'igual a igual</i> ).....	75
Mode d'infraestructura .....	75
Altres configuracions: interconnexió de xarxes .....	77
ESTÀNDARDS SENSE FIL .....	77
HomeRF .....	77
Bluetooth .....	79
IEEE802.11 .....	81
Ratificació .....	81
L'Aliança WiFi .....	83
El grup 54g.....	84
IEEE802.11b.....	85
Maquinari sense fil.....	87
Punt d'accés.....	87
Adaptador o targeta de xarxa sense fil .....	89
Antenes .....	90
Seguretat .....	93
Robatori .....	93
Control d'accisos .....	94
Autenticació .....	94
Encriptació .....	94
Tanques .....	95
XARXES I SALUT .....	96
Informe del MSiC. Comitè d'Experts Independents (CEIN). Camps electromagnètics i salut pública .....	98
Conclusions .....	99
Recomanacions .....	100
Informe del MSiC. Comitè d'Experts Independents (CEIN). Avaluació actualitzada dels camps electromagnètics en relació amb la salut pública .....	101
Conclusions .....	102
<b>EL PROJECTE D'UN SISTEMA DE CABLATGE ESTRUCTURAT .....</b>	<b>105</b>
PROJECTE .....	105
EXECUCIÓ I DIRECCIÓ DE L'OBRA .....	105
CERTIFICACIÓ .....	105
Analitzador de cablatge .....	107

<i>Programari d'elaboració de l'informe de certificació .....</i>	108
<b>COMPOSICIÓ DEL PROJECTE TÈCNIC.....</b>	<b>110</b>
<i>Memòria.....</i>	110
<i>Plànols .....</i>	110
<i>Plec de condicions .....</i>	110
<i>Pressupost.....</i>	112
<b>EL PROJECTE DE CABLATGE ESTRUCTURAT D'UN CENTRE D'ENSENYAMENT .....</b>	<b>113</b>
<b>EL PROJECTE TÈCNIC .....</b>	<b>113</b>
<i>Memòria.....</i>	114
Antecedents .....	114
Informe de diagnòstic.....	114
Abast i objecte del projecte .....	118
Caracterització física de l'immoble.....	118
Estudi d'alternatives i justificació de la solució adoptada .....	118
Annexos a la memòria .....	118
<i>Plànols .....</i>	118
<i>Plec de condicions .....</i>	119
<i>Pressupost.....</i>	121
<b>EXEMPLE PRÀCTIC D'INSTAL·LACIÓ DE CABLATGE.....</b>	<b>121</b>
<i>Característiques generals .....</i>	121
<i>Fases de la instal·lació .....</i>	127
Preses d'usuari i endolls .....	127
Canals perimetral .....	128
Cable.....	131
Punts de connexió .....	132
Safates portacables .....	132
Conducció dels cables entre plantes .....	133
Conducció del cablatge fins al bastidor amb guies .....	134
Armari principal de comunicacions .....	134
Components .....	134
Conducció del cablatge i connexions .....	140
Connexions entre els components .....	140
Armari secundari de comunicacions .....	142
Components .....	142
Esquema de la instal·lació .....	143
Connexió elèctrica i comprovacions del cablatge .....	146
Retolament.....	146
Xarxa sense fil .....	149
<b>ADDICIÓ D'EQUIPAMENTS I RESPOSTA A NOVES NECESSITATS.....</b>	<b>150</b>
<i>Nous espais sense cablar .....</i>	150
<i>Noves dotacions/adquisicions .....</i>	150
<b>ANNEXOS.....</b>	<b>151</b>
<b>ANNEX 1. ORGANISMES NORMALITZADORS .....</b>	<b>151</b>
<b>ANNEX 2. NORMATIVA D'ÚS GENERAL .....</b>	<b>152</b>
<i>EPHOS, fase 2 (EPHOS-2).....</i>	152
<i>SÍLICE .....</i>	153
<b>ANNEX 3. NORMATIVA SOBRE CABLATGE ESTRUCTURAT.....</b>	<b>154</b>
<i>Estàndard EIA/TIA568.....</i>	154
Història de l'estàndard EIA / TIA 568.....	155
Propòsit de l'estàndard EIA/TIA 568 .....	155
Subsistemes del cablatge estructurat.....	156
Instal·lacions d'escomesa (EF) .....	157
Sala d'equipament (ER).....	157
Cablatge vertical ( <i>Backbone</i> ).....	158
Sala, <i>closet</i> o armari de telecomunicacions (TR).....	159
Cablatge horitzontal.....	160
Àrea de treball (WA) .....	161
<i>Norma ISO/IEC 11801.....</i>	161
<i>Norma europea CEN/CENELEC EN50173.....</i>	163
Subsistema horitzontal: cables recomanats .....	164
Subsistema vertical: cables recomanats .....	164
Requeriments tècnics de cables i maquinari de connexió .....	165

Requeriments tècnics per als cables de coure dels subsistemes de cablatge vertical i horitzontal .....	165
Requeriments tècnics del maquinari de connexió .....	166
Paràmetres de transmissió en els enllaços permanents i canals de cables balancejats .....	168
ANNEX 4. NORMATIVA SOBRE COMPATIBILITAT ELECTROMAGNÈTICA (EMC) .....	169
ANNEX 5. NORMATIVA SOBRE PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS .....	170
ANNEX 6. XARXES, MODEL OSI I MODEL IEEE 802 .....	171
ANNEX 7. LES XARXES ETHERNET .....	173
<i>Introducció</i> .....	173
<i>Els precursors</i> .....	173
<i>Eficiència</i> .....	174
<i>Naixement d'Ethernet</i> .....	174
<i>L'aliança DIX</i> .....	176
<i>Les relacions amb IEEE i l'estandardització</i> .....	177
<i>El preu importa: nous mitjans físics</i> .....	179
<i>Cap al cablatge estructurat</i> .....	180
<i>Punts i commutadors</i> .....	181
<i>Més ràpid, si us plau</i> .....	182
<i>Cronologia d'Ethernet</i> .....	184
ANNEX 8. XARXES SENSE FIL: UNA MICA D'HISTÒRIA .....	186
<i>Inici de les telecomunicacions</i> .....	186
<i>La telefonia mòbil</i> .....	187
<i>L'accés sense fil</i> .....	188
Sistemes cel·lulars .....	188
Sistemes sense fil o <i>cordless</i> .....	188
Sistemes WLAN .....	189
ANNEX 9. L'ESTÀNDAR IEEE 802.11 .....	190
<i>Introducció</i> .....	190
<i>Observacions de WLAN</i> .....	190
<i>L'economia per a les solucions basades en els estàndards</i> .....	190
<i>Com s'utilitzarà a les aplicacions finals?</i> .....	190
<i>El Comitè d'Estàndards</i> .....	191
<i>Opcions d'implementació de les capes físiques</i> .....	191
<i>Capa física infraroja</i> .....	192
<i>La capa física DSSS</i> .....	192
<i>La capa física FHSS</i> .....	192
<i>La capa MAC</i> .....	192
<i>Què ens prepara el futur?</i> .....	194
<i>Apèndix A: conformitat internacional EMC</i> .....	194
<i>Taules</i> .....	195
ANNEX 10. PROJECTE CEM (EMF) .....	200
<i>Origen</i> .....	200
<i>Objectius</i> .....	200
<i>Descripció del projecte</i> .....	200
<i>El Projecte internacional CEM a l'OMS</i> .....	201
<i>Finançament</i> .....	201
<i>Activitats del projecte</i> .....	201
<i>Percepció, comunicació i gestió dels riscos associats als CEM</i> .....	202
ANNEX 11. CAMPS ELECTROMAGNÈTICS I SALUT PÚBLICA. CEIN (MAIG 2001) .....	203
<i>Efectes biològics i efectes sobre la salut dels camps electromagnètics</i> .....	204
<i>Resum de l'evidència sobre efectes biològics dels camps electromagnètics</i> .....	205
Efectes biològics sobre el sistema nerviós .....	206
Exposició a CEM i canvis en els ritmes biològics .....	207
Exposició a CEM i càncer .....	207
Genotoxicitat i CEM de freqüències baixes .....	207
Genotoxicitat i promoció tumoral de radiofreqüències (telefonia mòbil) .....	207
Resum d'efectes sobre la salut derivats de l'exposició a CEM .....	208
Camps de freqüències inferiors a 100 kHz .....	208
CEM de freqüències entre 100 kHz i 10 GHz .....	208
CEM de freqüències superiors a 10 GHz .....	209
Percepció social dels riscos associats als CEM .....	209
Avaluació i gestió de riscos derivats de l'exposició a CEM ambientals .....	211
Mesures adoptades per la Unió Europea .....	212

<i>Aplicació a Espanya de la Recomanació 1999/519/CE.....</i>	216
<i>Fonts comunes d'exposició del públic a CEM.....</i>	216
Camps de freqüències baixes de les línies de conducció d'energia elèctrica .....	216
Els camps produïts per electrodomèstics .....	216
Les radiofreqüències de telefonia mòbil .....	217
Altres fonts CEM d'especial interès .....	217
<i>Mesures de protecció i compatibilitat electromagnètica .....</i>	217
Mesures generals .....	218
En el treball.....	218
Les línies de transport i distribució d'energia elèctrica.....	218
Les antenes de les estacions base per a telefonia mòbil .....	218
Els telèfons mòbils.....	218
Compatibilitat electromagnètica .....	218
<b>ANNEX 12. AVALUACIÓ ACTUALITZADA DELS CAMPS ELECTROMAGNÈTICS EN RELACIÓ AMB LA SALUT PÚBLICA. CEIN (SETEMBRE 2003).....</b>	<b>221</b>
<i>Impacte de l'informe CEM i salut pública .....</i>	<i>222</i>
<i>CEM de baixes freqüències.....</i>	<i>222</i>
<i>Radiofreqüències .....</i>	<i>223</i>
<b>ANNEX 13. EINES BÀSIQUES PER AL MANTENIMENT DEL CABLATGE D'UNA XARXA .....</b>	<b>225</b>
<i>Eina pelacables.....</i>	<i>225</i>
<i>Eina de pressió.....</i>	<i>226</i>
<i>Eina d'impacte.....</i>	<i>227</i>
<i>Comprovador bàsic de xarxes .....</i>	<i>228</i>
<b>GLOSSARI.....</b>	<b>231</b>
<b>BIBLIOGRAFIA I RECURSOS .....</b>	<b>257</b>



# Introducció

Al començament de la dècada dels vuitanta, quan els ordinadors es van començar a enllaçar per intercanviar informació, es van fer servir models molt diversos de cablatge. Cada companyia decidia quin sistema fer servir i no hi havia una necessitat immediata de crear un model comú per millorar i rendibilitzar les instal·lacions.

Cada fabricant “tancava” els seus consumidors dins sistemes que eren propietat privada i no hi havia un estàndard. El sistema d'un fabricant no era compatible amb el d'un altre, no feia servir el mateix tipus de cable, de connector... Si un consumidor decidia canviar el sistema de xarxa, no només necessitava canviar electrònica i programació, sinó que també havia de canviar l'estructura de cablatge.

Localitzar avaries en sistemes privats era molt difícil i costós. Un problema en una estació de treball podia suposar la caiguda de tot el sistema, sense deixar cap indici a l'administrador/a de quin havia estat el problema. Aixecar un sistema podia suposar moltes hores de treball. El procés podia durar hores i fins i tot dies, i suposava la paralització dels usuaris. A més a més, qualsevol canvi o trasllat era d'una complexitat enorme. Cada cop que s'afegia una nova estació de treball suposava instal·lar nou cablatge i afegir-lo a l'estructura preexistent; de vegades, fins i tot s'havia d'aturar tot el sistema per poder afegir un nou usuari/ària.

Aquests factors van contribuir a augmentar la frustració entre els administradors de sistemes que constantment cercaven estratègies i alternatives per agilitar i facilitar l'administració dels seus sistemes, reduir els temps fora de servei i baixar els costos. De fet, alguns estudis referits a rendiment de xarxes parlaven del fet que “el 70 % de les caigudes de xarxa en un sistema privat no estructurat eren atribuïbles al cablatge” (*LAN Times*, 1991).

El sistema de cablatge telefònic va agreujar el problema dels sistemes privats. Com a part del seu acord operatiu per a 1984, AT&T ja no es va responsabilitzar del cablatge de les instal·lacions interiors dels seus clients i des de llavors el proveïdor del servei manté el sistema fins al punt d'escomesa. Més enllà d'aquest punt, el manteniment i l'actualització del sistema telefònic va passar a ser responsabilitat del client.

Com a resultat, els administradors de xarxes tenien molts problemes que van anar creixent de manera exponencial fins a reconèixer la necessitat de cercar una estratègia comuna: el cablatge estructurat.

## Cablatge estructurat

Per donar resposta a aquesta necessitat del mercat, l'EIA va crear un grup de treball encarregat de desenvolupar un estàndard. El 1991 apareix aquest estàndard conegut com a EIA/TIA 568,<sup>1</sup> que amb els seus documents addicionals TSB-36, TSB-40 i TSB-53 definia un conjunt de sistemes, cables i connectors d'alta qualitat –en coure o en fibra òptica– que permetien crear un sistema de cablatge estructurat en edificis d'oficines.

	
 American National Standards Institute	 Federal Communications Commission
	 Computer & Communications Industry Association OPEN MARKETS, OPEN SYSTEMS, OPEN NETWORKS, AND FULL, FAIR AND OPEN COMPETITION
 <p>----- Connecting the Industries That Define the Digital Age -----</p>	
	

Organismes dels Estats Units relacionats amb la norma EIA/TIA 568

Aquesta norma vigent als Estats Units, des del moment de la seva publicació es va convertir en un estàndard mundial, fins que l'any 1994, la ISO i l'IEC van aprovar l'estàndard ISO/IEC 11801 “General Cabling for Costumers Premises”,<sup>2</sup> que es va configurar com la norma internacional. Aquesta norma té un *Amendment* de l'any 1999. Se n'està elaborant la 2a edició, de propera publicació.

L'estiu del 1995, el CEN i el CENELEC van aprovar la norma CEN/CENELEC EN50173 sobre cablatge estructurat (“Performance requirements of generic cabling schemes”), prenent com a base la norma internacional ISO 11801. El

<sup>1</sup> Vegeu els annexos.

<sup>2</sup> Vegeu els annexos.

resultat d'aquesta redacció europea de la norma internacional constitueix un document molt més elaborat i d'una sistematització més clara.

La norma europea CEN/CENELEC EN50173 està traduïda a l'espanyol com a norma UNE per l'AENOR, tant la primera edició com l'*Amendment*, amb les denominacions UNE-EN50173 i UNE-EN50173/A1.



Organismes internacionals i europeus relacionats amb la norma CEN/CENELEC EN50173

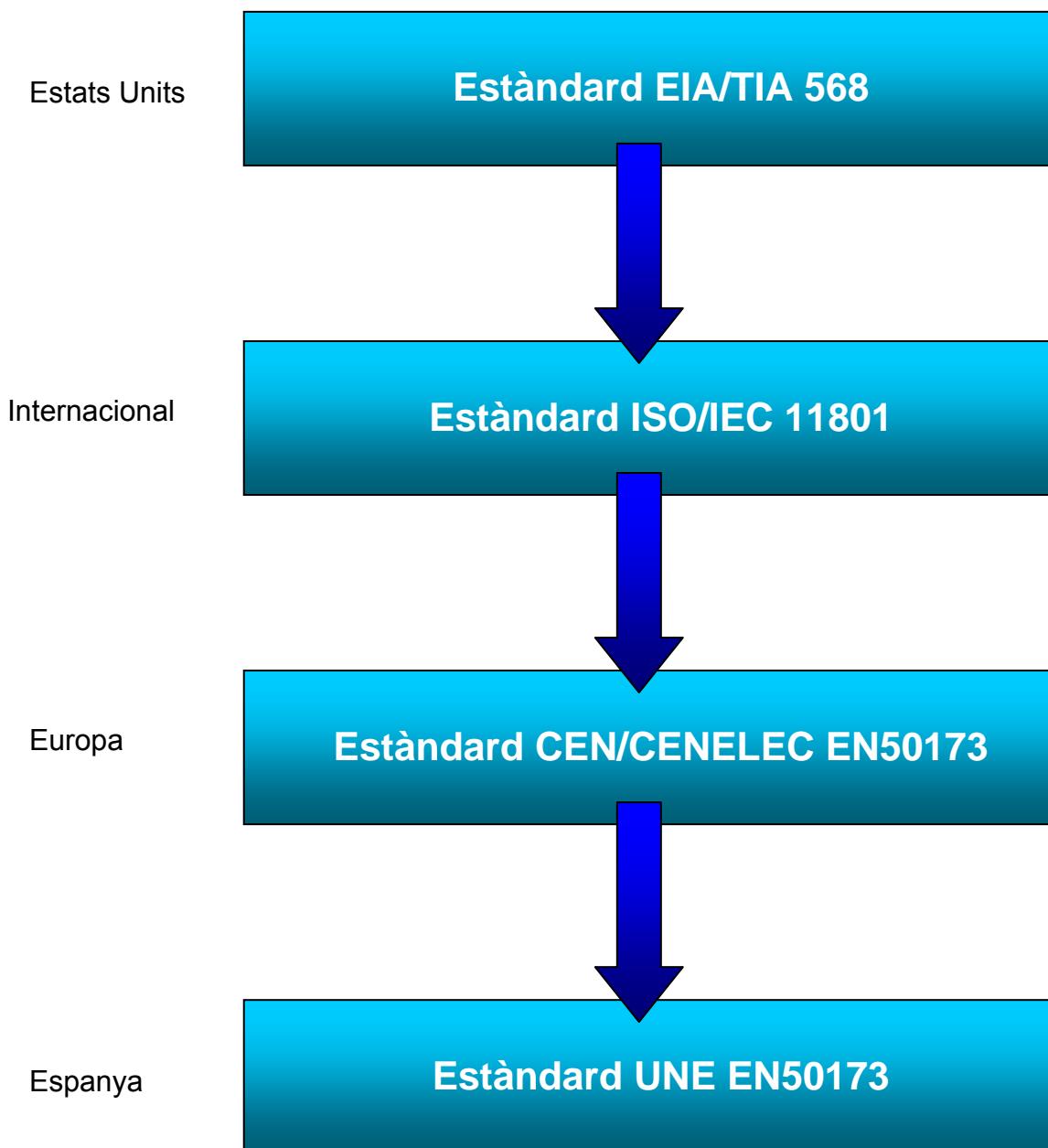
Independentment de la conveniència tecnològica d'ajustar-se a una normativa eficient, es dóna també l'obligació formal de fer-ho, almenys en contractacions públiques, segons les darreres directives i recomanacions europees. El *Manual europeo para las compras públicas de sistemas abiertos – Fase 2 (European Procurement Handbook for Open Systems – Phase 2)*, EPHOS 2,<sup>3</sup> diu de manera textual:

*“El Consejo de Ministros de la Unión Europea adoptó en 1986 una decisión (87/95/CEE) que obliga a todos los responsables de contrataciones públicas al nivel de la Unión Europea, y dentro de sus estados miembros, a hacer referencia a estándares o pre-estándares europeos o internacionales (siempre y cuando éstos últimos hayan sido adoptados en el ámbito nacional) como la base para el intercambio de información y datos y para la interoperabilidad de sistemas en las adquisiciones de sistemas y componentes de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.”*

Una “decisión” de la Unió Europea és d’aplicació directa, obliga al seu compliment i té prioritat, en la seva aplicació, sobre les normatives nacionals.

<sup>3</sup> Vegeu els annexos

Així doncs, la normativa aplicable, en el nostre cas, respon a l'estàndard CEN/CENELEC EN50173 transcrit a l'espagnol com a norma UNE-EN50173.

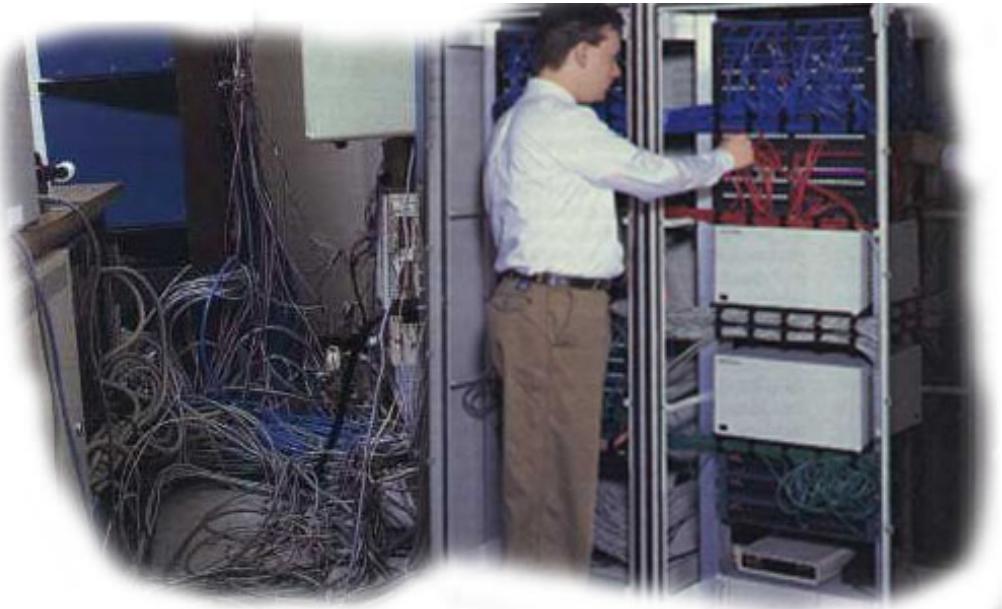


# El cablatge estructurat

## Definició

És un sistema de cablatge dissenyat amb una jerarquia lògica que adapta tot el cablatge existent i el futur en un únic sistema, de manera que, correctament dissenyat i instal·lat en edificis, cubreix totes les necessitats de connectivitat dels seus usuaris durant un llarg període de temps.

El cablatge estructurat està format per un conjunt d'elements i procediments per a la distribució integral de les comunicacions d'empresa, sigui de veu, dades o



L'ordre aportat per un sistema de cablatge estructurat ens farà aprofitar molt més les possibilitats de la nostra xarxa.

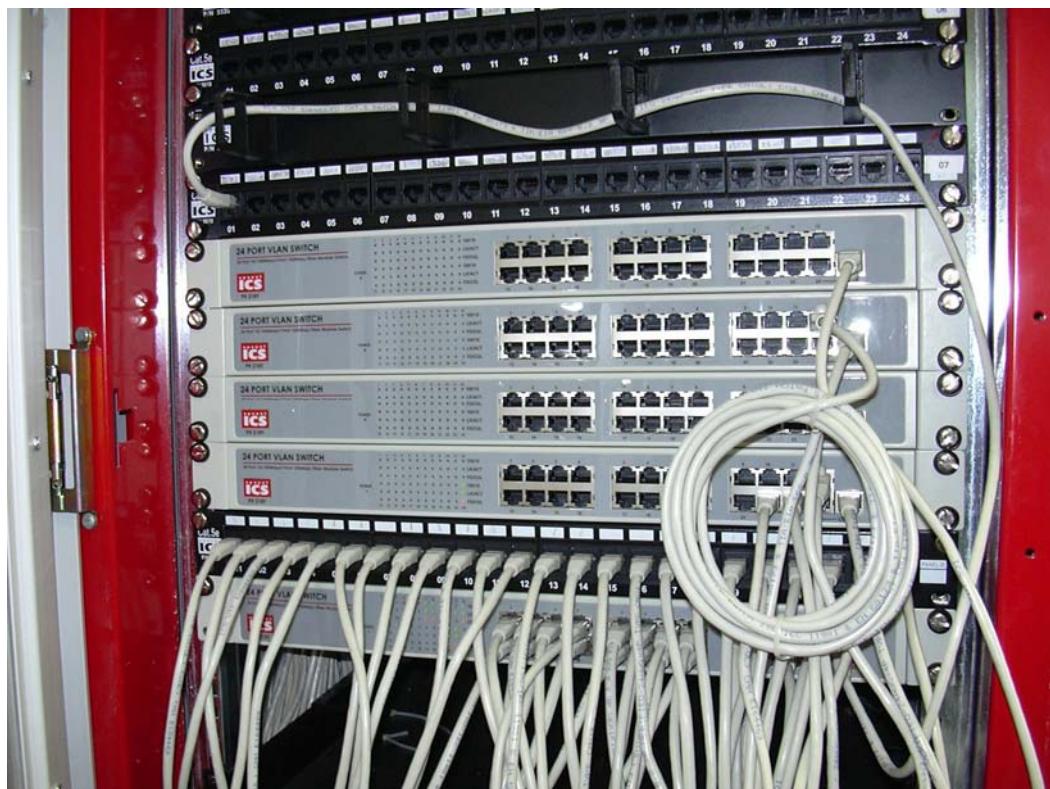
imatges, basat en la normalització i organització de tots els components de la instal·lació. Fins l'any de publicació de la primera normativa americana, les instal·lacions de veu (telefonia), dades (xarxes d'ordinadors) i imatge (TV, seguretat, etc.) estaven separades, i ara s'integren en un mateix sistema multimèdia.

El sistema de cablatge estructurat (SCE) és independent de les aplicacions de comunicacions que s'hagin de transmetre a través de la xarxa, i és absolutament transparent als protocols.

És un sistema obert i evolutiu que es pot aplicar a qualsevol necessitat de comunicacions actuals o futures.

Entre les característiques generals d'un sistema de cablatge estructurat destaquen les següents:

- *Flexibilitat.* La possibilitat d'ubicar serveis futurs. La configuració de nous llocs de treball es fa cap a l'exterior des d'un node central, sense necessitat de variar la resta dels llocs. Només es configuren les connexions de l'enllaç particular. Per aconseguir-ho cal:
  - Preveure més punts de treball dels necessaris per a l'activitat planificada.
  - Preveure la utilització indistinta dels punts de treball: "Puc connectar-me en qualsevol punt de l'estructura de cablatge estructurat per poder dur a terme la mateixa feina... el resultat és indiferent al punt de connexió".
  - Dissenyar l'estructura de manera que pugui suportar fàcilment noves tecnologies.
- *Modularitat.* Disseny independent en allò que sigui possible de la naturalesa i la tecnologia dels sistemes que es volen connectar, així com de la topologia utilitzada en l'estructura: tecnologia de xarxa jerarquitzada. Mitjançant la topologia en estrella, es fa possible la configuració de diferents topologies lògiques, sigui en bus o en anell, simplement reconfigurant centralitzadament les connexions.
- *Cost.* No instal·lar cablatge estructurat fa que els costos augmentin constantment en el moment de fer actualitzacions:
  - Ampliació del cablatge per suportar nous serveis.
  - Canvis en l'estructuració existent.
  - La localització i correcció d'avaries se simplifica, ja que els problemes es poden detectar de manera centralitzada.
  - Temps i recursos humans utilitzats.



## Descripció del sistema segons la norma americana EIA/TIA-568

L'origen i l'evolució d'aquest estàndard, així com totes les addendes i modificacions, es poden consultar als annexos d'aquest document.

Per a l'estudi del cablatge estructurat,<sup>4</sup> la norma EIA/TIA-568 descriu els sis subsistemes següents:

- Instal·lacions d'escomesa (EF)
- Sala d'equipament (ER)
- Cablatge vertical (*Backbone*)
- Sales o armaris de telecomunicacions (TR)
- Cablatge horitzontal
- Àrea de treball (WA)

---

<sup>4</sup> Vegeu els annexos.

### Instal·lacions d'escomesa (*EF: Entrance Facility*)

Es defineix com l'espai per on “entren” els serveis de telecomunicacions a l'edifici.

Pot contenir les instal·lacions d'escomesa de la xarxa pública, així com equipaments de telecomunicacions.

Hauria d'ubicar-se a prop de les instal·lacions del cablatge vertical.

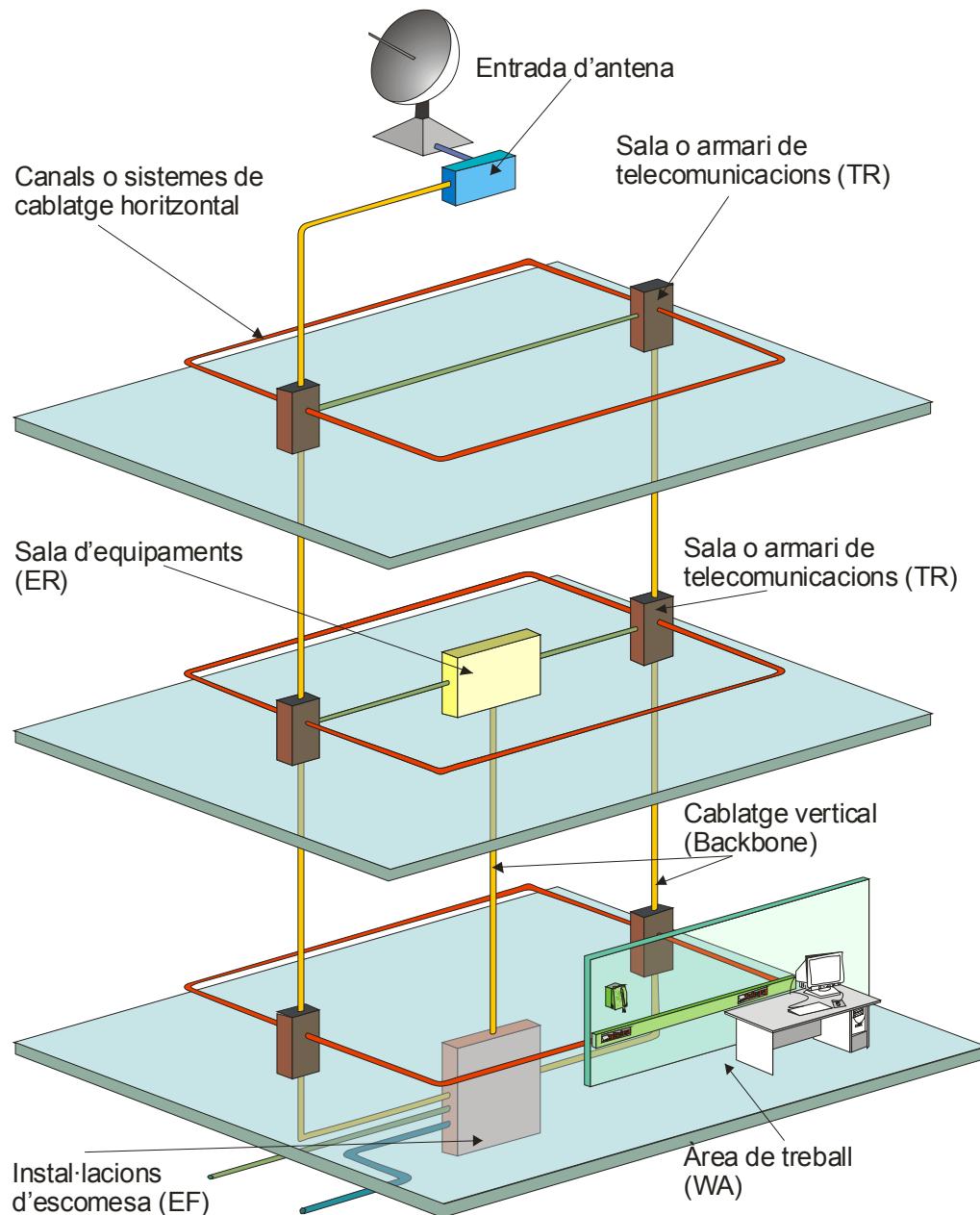
Si hi ha enllaços entre diferents edificis, els extrems d'aquests enllaços haurien d'acabar en aquesta sala.

### Sala d'equipament (*ER: Equipment Room*)

Es defineix com l'espai on resideixen els equipaments de telecomunicacions comuns a tot l'edifici (servidors centrals, centrals de vídeo, etc.).

Només s'admeten equipaments relacionats directament amb els sistemes de comunicacions.





En el seu disseny s'ha de preveure espai suficient per als equipaments actuals i per a futures ampliacions.

## Cablaje vertical (**Backbone**)

El cablaje vertical proporciona la interconnexió entre les sales o armaris de telecomunicacions, sala d'equipamiento i instal·lacions d'escomesa. Consisteix en les canalitzacions, els cables verticals, interconnexions intermèdies i principals, terminacions mecàniques i cables de *patch* o ponts, utilitzats per a interconnexions de vertical a vertical.

Es divideixen en:

- Canalitzacions entre edificis.

- Vinculen les sales d'escomesa dels diferents edificis.
- Aquestes canalitzacions poden ser:
  - Subterrànies
    - Han de tenir un mínim de 100 mm de diàmetre.
    - No poden tenir més de dos angles de 90 graus.
  - Directament soterrades
  - Aèries
  - Dins de túnels
- Canalitzacions dins l'edifici:
  - Vinculen la sala d'escomesa amb la sala d'equipaments i aquesta amb els armaris de telecomunicacions.
  - Canalitzacions verticals i horizontals:
    - Vinculen sales del mateix pis o de diferents plantes.
    - No es poden fer servir conductes d'ascensors.
  - Les canalitzacions o canals poden ser:
    - Ductes
    - Safates

### Sales o armaris de telecomunicacions (TR: *Telecommunications Room*)

És l'espai que actua com a punt de transició entre el cablatge vertical i les canalitzacions horizontals.

Aquests armaris poden contenir equipaments de comunicacions, de control i terminacions de cables per poder fer interconnexions.

La seva ubicació ha de ser tan propera com sigui possible a l'àrea que atén.

Es recomana un mínim d'un armari de telecomunicacions per pis.

### El cablatge horitzontal

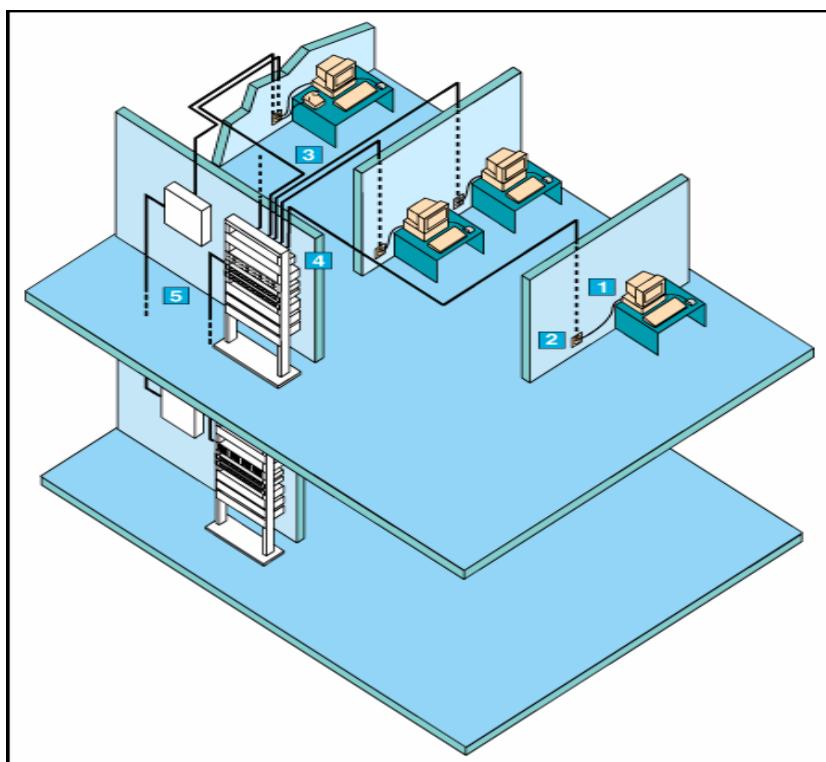
El sistema de cablatge horitzontal comprèn des de la presa de corrent de telecomunicacions (informació) de l'àrea de treball fins al *closet* de telecomunicacions i consisteix en el següent:

- Cablatge horitzontal
- Sortida de telecomunicacions
- Terminacions de cable
- Interconnexions

S'han de fer les consideracions següents:

- El cablatge horitzontal ha de tenir una topologia d'estrella.
- No podrà contenir més d'un punt de transició.
- No s'han de permetre derivacions i empalmaments.
- Quan es requereixin components elèctrics d'aplicació específica, no s'integraran dins la instal·lació del cablatge horitzontal.

A més dels 90 metres de cable horitzontal, es permeten un total de 10 metres per a l'àrea de treball i la sala de telecomunicacions provisional i ponts.



1. Àrea de treball. 2. Connexions de telecomunicacions. 3. Cablatge horitzontal. 4. Sala de telecomunicacions (TR).  
5. Cablatge vertical (*Backbone*)

### Àrea de treball (WA)

Els components de l'àrea de treball abasten des de la sortida d'informació fins a l'equipament d'estació. El cablatge de l'àrea de treball està dissenyat de manera que sigui senzilla la interconnexió, i que els canvis, augmentos i moviments es puguin dur a terme de manera còmoda.

Components de l'àrea de treball:

- Cables de *patch*
- Cables provisionals
- Adaptadors

## Descripció del sistema segons la norma internacional ISO/IEC 11801

En aquest cas, la redacció feta de l'estàndard internacional ISO/IEC 11801, basada en l'estàndard americà, a més de les indicacions donades respecte als components, inclou recomanacions respecte a l'execució material de la instal·lació i defineix el concepte d'enllaç. És a dir, en aquest cas no només els components han de tenir una qualitat determinada, sinó que com que s'han d'instal·lar per fer enllaços, també han de tenir la qualitat adient, i s'han d'assegurar un seguit de paràmetres en tots i cadascun d'ells. La categoria de la instal·lació (per exemple, categoria 5) està determinada pels components, mentre que la classe (en aquest cas classe D, 100 MHz) està determinada pel resultat de la instal·lació, i es mesura d'extrem a extrem de cada enllaç.

Aquesta norma té un *Amendment* del 1999 en el qual es revisen els valors dels paràmetres dels enllaços i s'afegeixen els paràmetres de canal. Així mateix, hi ha una posterior segona edició, aprovada l'any 2002.

Com que aquesta norma va ser adaptada a Europa per la CEN/CENELEC, al capítol següent es farà una exposició més exhaustiva de totes les seves característiques.

# Descripció d'un sistema de cablatge estructurat

La descripció que es fa en aquest capítol té el seu origen en la norma europea CEN/CENELEC EN50173, transcrita com a norma UNE EN50173.



Aquesta norma es va publicar per primera vegada el 1995. A Espanya es va publicar el 1997, transcrita per l'AENOR com a norma UNE-EN50173.

Aquesta norma especifica un sistema de cablatge estructurat per al seu ús en un entorn general d'oficina, que pot incloure un o més edificis en un campus. Abasta sistemes de cablatge de parells de coure balancejats, així com de fibra òptica. La norma està optimitzada per una llargada màxima de tram de 3.000 metres, amb una superfície de fins a 1.000.000 de metres quadrats d'espai d'oficines i una població de 50 a 50.000 persones.

Perquè un sistema de cablatge sigui conforme a aquesta normativa, ha de contemplar els aspectes següents:

- La configuració del sistema, respectant la jerarquia i els subsistemes definits a la norma.
- Les característiques físiques i elèctriques dels connectors i els cables.
- Les característiques de transmissió dels enllaços sencers. Les prestacions de l'enllaç es deriven de la utilització dels materials adients i de l'aplicació d'uns procediments d'instal·lació correctes.
- L'administració del sistema (organització i nomenclatura retolada).
- El compliment de les normatives de seguretat i compatibilitat electromagnètica.

## Organització

L'organització d'un sistema de cablatge estructurat respon a un conjunt d'elements funcionals bàsics, que a la vegada s'agrupen en una sèrie de subsistemes de cablatge estructurat. Aquest subsistemes responden a una estructura jerarquizada en estrella i són tres:

- Subsistema de campus
- Subsistema vertical o troncal
- Subsistema horitzontal

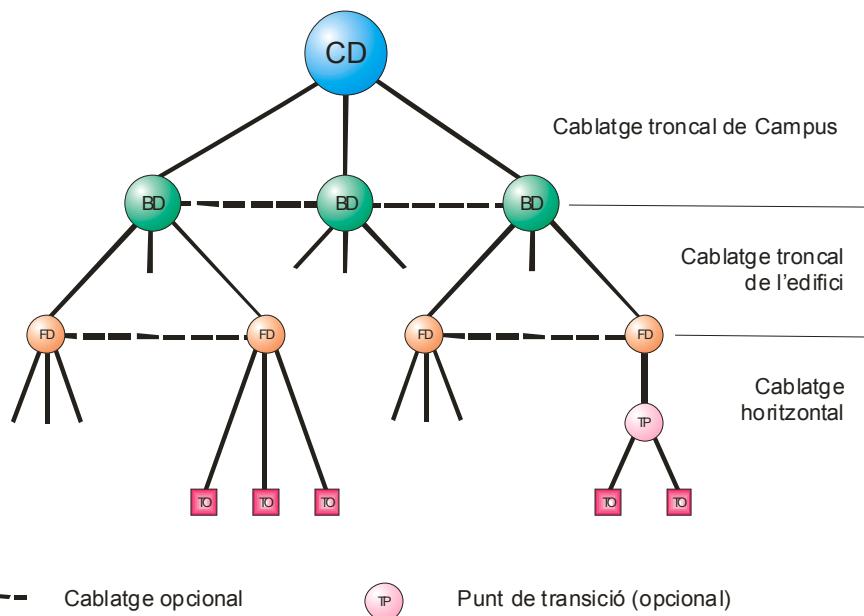


Diagrama jerarquitzat d'un sistema de cablatge estructurat (Font: Norma CEN/CENELEC EN 50173)

CD (Campus Distributor): distribuïdor de campus  
 BD (Building Distributor): distribuïdor d'edifici

FD (Floor Distributor): distribuïdor de planta  
 TP (Transition Point): punt de transició  
 TO (Telecommunications Outlet): punt de connexió d'usuari

## Elements funcionals

Els elements bàsics d'un sistema de cablatge estructurat, sota el punt de vista funcional, són els següents:

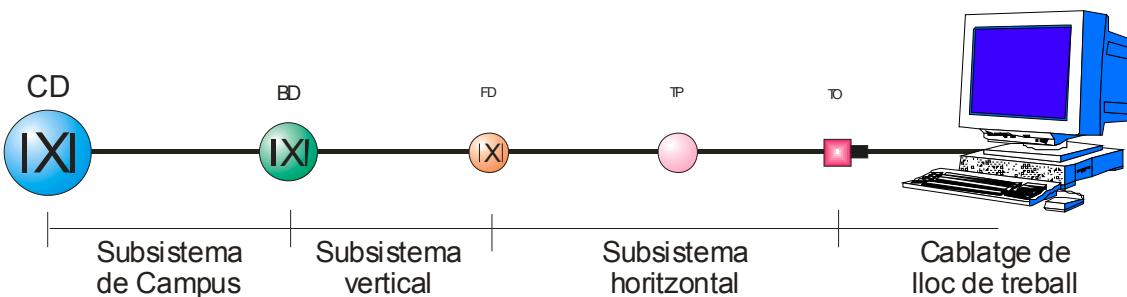
- *Distribuïdor de campus (CD)*. Element del qual surten els diferents cables que conformen el cablatge del campus.
- *Cable(s) troncal(s) de campus, troncal de campus o backbone de campus*. Conjunt de cables que connecten el distribuïdor de campus i els diferents distribuïdors d'edificis. També pot interconnectar distribuïdors d'edifici.

- *Distribuïdor d'edifici (BD) o repartidor principal.* Element que serveix per interconnectar el cablatge troncal de campus amb el cablatge troncal d'edifici.
- *Cable(s) troncal(s) de l'edifici, troncal d'edifici o backbone d'edifici.* És el conjunt de cables que es fan servir per efectuar la interconnexió entre el distribuïdor d'edifici i els distribuïdors de planta.
- *Distribuïdor de planta (FD) o repartidor secundari.* Element que efectua la interconnexió entre el cablatge horitzontal i el cablatge vertical.
- *Cablatge de planta o cable(s) horitzontal(s).* Conjunt de cables utilitzats per proporcionar l'enllaç entre els distribuïdors de planta i les preses d'usuari a cada planta.
- *Punt de transició (opcional) (TP).* Aquest punt, opcional, té la funció d'adaptar diferents tipus de cable horitzontal en aquelles instal·lacions on calgui fer servir diferents suports físics.
- *Punt de connexió d'usuari o roseta (TO).* Dispositiu fix de connexió que serveix per interconnectar la terminació del cable horitzontal amb l'equipament d'usuari (PC, terminal de dades, terminal telefònic, etc.).

Els distribuïdors de campus, d'edifici o de planta estan constituïts per un conjunt de repartidors o taulers de distribució o de connexió, també anomenats *patch panels*. Hi ha dos tipus de taulers de distribució:

- *Taulers de cables balancejats.* Formats per un conjunt de connectors de cables balancejats.
- *Taulers de fibra òptica.* Formats per un conjunt de connectors de fibra òptica.

Les agrupacions d'aquests elements mitjançant la seva connexió formen els subsistemes de cablatge.



*Subsistemes d'un sistema de cablatge estructurat genèric (Font: Norma CEN/CENELEC EN 50173)*

CD (Campus Distributor): distribuïdor de campus

FD (Floor Distributor): distribuïdor de planta

BD (Building Distributor): distribuïdor d'edifici

TP (Transition Point): punt de transició

TO (Telecommunications Outlet): punt de connexió d'usuari

## Subsistemes de cablatge

Com ja s'ha dit, un sistema de cablatge estructurat es compon de tres subsistemes normalitzats. El nombre i la quantitat de subsistemes depenen de la naturalesa i dimensions del conjunt del sistema.

Els subsistemes de cablatge són:

- Subsistema de campus o *backbone* de campus
- Subsistema de cablatge vertical o *backbone* d'edifici
- Subsistema de cablatge horitzontal

Dins la norma, el cablatge de l'àrea de treball no és considerat com un subsistema, tot i que se'n detallen algunes característiques.

Tots els subsistemes es connecten entre si per crear un sistema de cablatge estructurat genèric.

### Subsistema de campus

El subsistema de campus s'estén des del distribuïdor de campus fins al distribuïdor o distribuïdors d'edifici. Aquest subsistema pot existir o no, dependent de la naturalesa i dimensions del sistema de cablatge que es vulgui instal·lar.

Quan existeix, consta de:

- *Cables de campus.*
- *Taulers de connexions o patch panels* (instal·lats al distribuïdor de campus, com als distribuïdors d'edifici), incloent les terminacions mecàniques (connectors) dels cables.
- *Tirantet d'interconnexió* en el distribuïdor de campus.
- *Batidor amb guies o rack*, on s'instal·len els taulers de connexions i equipaments actius (element independent o compartit amb el subsistema vertical).

Com que, en aquest cas, els requeriments de distàncies són determinants, el mitjà físic preferent és la fibra òptica i tota la tecnologia que porta en paral·lel.

### Subsistema de cablatge vertical

El subsistema troncal o vertical està format per tots els elements necessaris per enllaçar els distribuïdors de planta d'un edifici. Està format per:

- *Cablatge vertical*, de parells balancejats o fibra òptica.

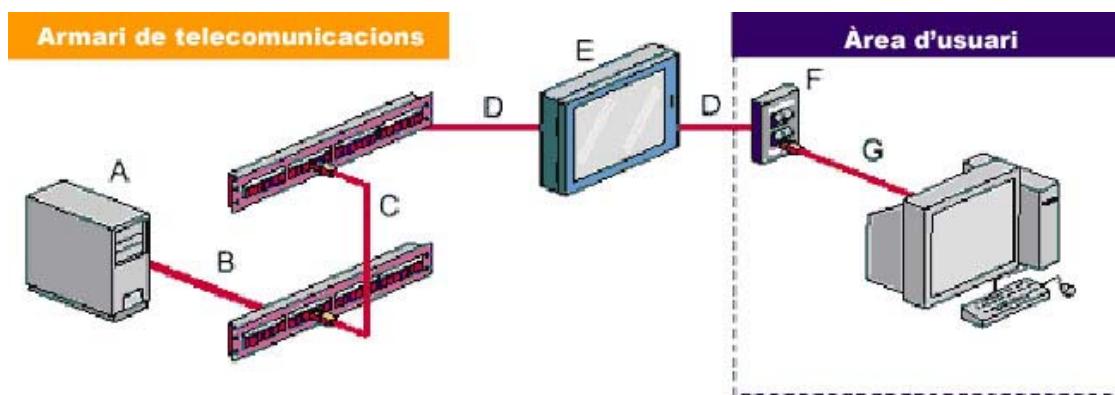
- *Taulers de connexions o patch panels.* Taulers on es connecten tots els cables i fibres òptiques que arriben des dels distribuïdors de planta.
- *Tirantets d'interconnexió.* Connecten cada sortida dels taulers de connexions als taulers del subsistema horitzontal o bé a altres equipaments actius.
- *Bastidor amb guies o rack.* On s'instal·len els taulers de connexions i equipaments actius (element compartit amb el subsistema horitzontal).

### **Cablatge vertical per a dades**

Com que aquest subsistema és el *backbone* del sistema, es recomana utilitzar un mitjà de transmissió de característiques especials; és necessària la fibra òptica quan les distàncies siguin considerables o les condicions electromagnètiques així ho aconsellin.

### **Cablatge vertical per a telefonia**

Normalment hi ha una diferenciació en el cablatge vertical per a dades i telefonia.



*Subsistema típic de cablatge horitzontal. A) Equipament informàtic (per exemple, el servidor). B) Tirantet de cablatge horitzontal (màxim 5 m o 16 ft). C) Interconnexions, blocs de connexions, taulers de connexions i cables de connexions. D) Cablatge horitzontal (màxim 90 m o 295 ft). E) Punt de transició o punt de consolidació (opcional). F) Connector de sortida de telecomunicacions. G) Tirantet de connexió de l'àrea de treball (WA).*

### **Subsistema de cablatge horitzontal**

El subsistema horitzontal està format per tots els elements que permeten la connexió dels llocs de treball al distribuïdor de planta. Així, seran:

- *Rosetes o punts de servei*, també conegudes com a preses d'usuari i preses de telecomunicacions.
- *Cablatge de distribució* des del distribuïdor de planta fins a cadascuna de les rosetes o punts de servei.

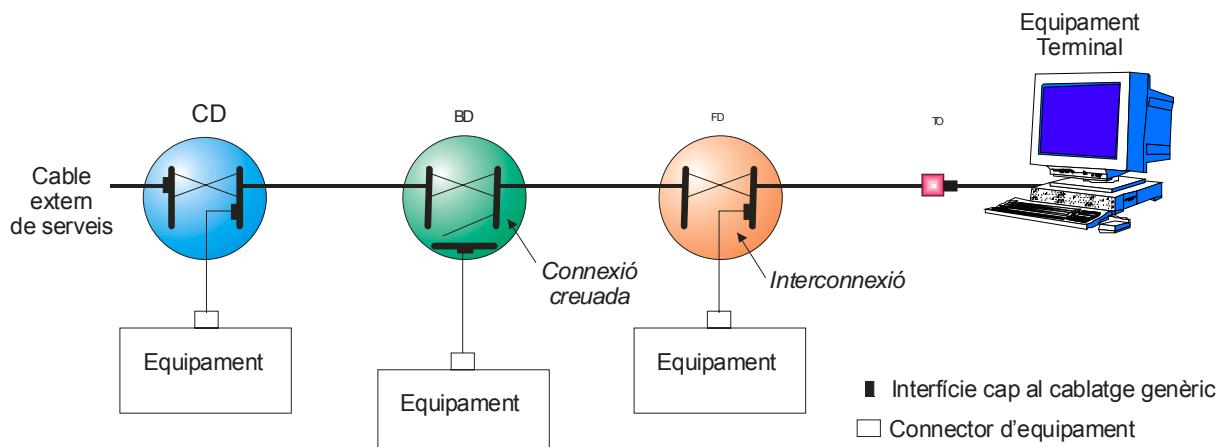
- *Taulers de connexions.* Taulers on es connecten tots els cables que arriben des dels punts d'usuari amb els seus connectors o des d'altres punts d'administració.

Els productes per a la interconnexió donen terminació al cablatge i al mateix temps són la base per administrar els trasllats, addicions i canvis. Hi ha dos tipus d'equipaments per interconnectar:

- Els taulers distribuïdors, taulers de connexions o *patch panels*.
- Els blocs de perforacions o blocs tipus *punch-down*.
- *Tirantets d'interconnexió.* Connecten cada sortida dels taulers de connexions entre si o als equipaments actius.
- *Bastidor amb guies o rack.* On s'instal·len els taulers de connexions i equipaments actius (element compartit amb el subsistema troncal o vertical).

## Cablatge del lloc de treball

Inclou tots els elements necessaris per a la connexió d'un equipament terminal al lloc de treball amb la roseta de servei (punt d'accés a la xarxa): tirantets de lloc de treball, filtres d'adaptació d'impedàncies, altres adaptadors, etc.



## Interfícies d'un sistema de cablatge

Les interfícies d'un sistema de cablatge estan situades als extrems de cadascun dels subsistemes. Els equipaments actius específics (electrònica de xarxa) que implementen les topologies lògiques de xarxa (Ethernet, Token Ring, etc.) es connecten en aquests punts. Dit d'una altra manera, aquestes interfícies són els punts de connexió dels tirantets que uneixen els equipaments actius als taulers de distribució o taulers de distribució entre si.

Quan els equipaments actius es cablen directament a taulers d'algún subsistema de cablatge, es denomina **interconnexió** (*interconnect*), i quan ho fan a taulers independents, es denomina **connexió creuada** (*cross connect*).

## Categories i classes

### Categories: definició i característiques

Una categoria és el grau de qualitat, en relació amb les seves prestacions per a la transmissió, que presenten de manera independent els cables balancejats, els taulers i els connectors utilitzats en un sistema de cablatge estructurat.<sup>5</sup>

La norma EN50173 classifica els cables balancejats de 100 i 120 ohms d'impedància característica i els elements de maquinari d'interconnexió en dues categories segons la bondat de les seves característiques de transmissió. Altres cables, com els de 150 ohms, no apareixen adscrits a cap de les categories.

Aquestes dues categories són:

- *Categoría 3.*<sup>6</sup> S'aplica als cables balancejats de 100 i 120 ohms i als elements de maquinari de connexió (connectors) associats, amb característiques de transmissió de fins a 16 MHz.<sup>7</sup>
- *Categoría 5.* S'aplica als cables balancejats de 100 i 120 ohms i als elements de maquinari de connexió (connectors) associats, amb característiques de transmissió de fins a 100 MHz.<sup>8</sup>

Les característiques d'aquestes dues categories es poden consultar als annexos.

### Classes d'enllaços i canals: definició i característiques

Un *enllaç permanent*<sup>9</sup> és el conjunt format per cada segment instal·lat de cable amb les seves terminacions o connectors als seus dos extrems, i que pertany a un subsistema de cablatge (horizontal, vertical o de campus).

Un *enllaç*<sup>10</sup> és el conjunt format per un enllaç permanent més els tirantets d'interconnexió cap a altres subsistemes.

Un *canal*<sup>11</sup> és el conjunt format per un enllaç més els tirantets d'interconnexió cap als equipaments actius o terminals d'usuari.

---

<sup>5</sup> Per als cables de fibra òptica no es defineixen categories.

<sup>6</sup> Aquesta categoria desapareix a la norma EN50173Draft. També desapareix la referència als cables de 150 ohms d'impedància característica.

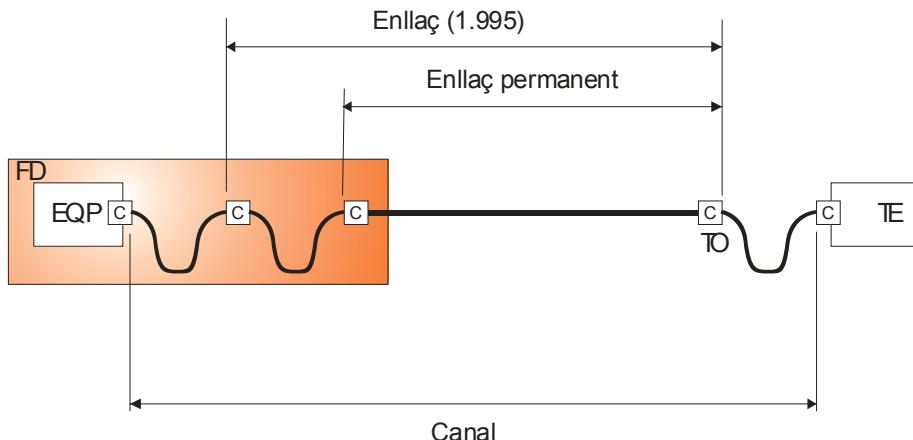
<sup>7</sup> A la norma internacional ISO/IEC 11801 apareix especificada una altra categoria que no apareix a la norma europea: la categoria 4. S'aplicava als cables balancejats de 100 i 120 ohms fins als 20 MHz.

<sup>8</sup> La norma EN50173-Draft defineix dues noves categories: 6 i 7, especificades fins a 250 MHz i 600 MHz, respectivament.

<sup>9</sup> Permanent link.

<sup>10</sup> Link.

## Cablatge estructurat



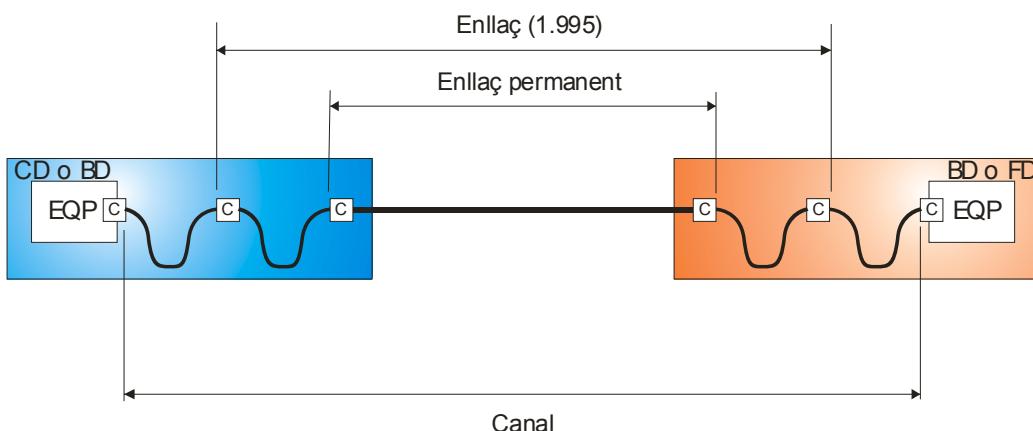
Enllaços i canals del subsistema horitzontal (Font: Norma CEN/CENELEC EN 50173)

FD (Floor Distributor): distribuïdor de planta

C: connector

TO (Telecommunications Outlet): punt de connexió d'usuari  
TE (Terminal Equipment): equipament Terminal

EQP: equipament actiu



Enllaços i canals del subsistema vertical (Font: Norma CEN/CENELEC EN 50173)

CD (Campus Distributor): distribuïdor de campus

FD (Floor Distributor): distribuïdor de planta

BD (Building Distributor): distribuïdor d'edifici

TO (Telecommunications Outlet): punt de connexió d'usuari

C: connector

EQP: equipament actiu

Com a conseqüència dels conceptes anteriors, es fa la definició de classe: és el grau de bondat que, una vegada constituït, té un determinat enllaç o canal segons les característiques de transmissió. Així, en la classe d'un enllaç o canal hi influeixen dos factors:

- La *qualitat dels materials* empleats (la categoria dels cables balancejats especificada i certificada pel fabricant).
- El *compliment d'uns procediments d'instal·lació* adients.

## Classificació dels enllaços i els canals

Es diferencien classes per a dos tipus de cablatge: cables balancejats i cables de fibra òptica.

<sup>11</sup> Channel.

Per als cables de parells balancejats es distingeixen quatre classes fonamentals d'enllaços permanents i canals:

Classe	Aplicació	Amplada de banda
Classe A	Aplicacions de veu i dades de baixa velocitat	100 kHz
Classe B	Aplicacions de velocitats mitjanes	1 MHz
Classe C	Aplicacions d'alta velocitat	16 MHz
Classe D	Aplicacions de molt alta velocitat	100 MHz

Els enllaços i canals d'una classe determinada han de poder donar suport a totes les aplicacions de la classe immediatament inferior. Les classes C i D es corresponen amb la utilització de materials de les categories 3 i 5 respectivament.<sup>12</sup>

Per als enllaços i canals realitzats amb fibra òptica només hi ha una única classe, anomenada classe d'enllaç/canal òptic.

## Llargades màximes de canals i enllaços permanents

A més de l'amplada de banda que proporcionen, s'ha de considerar que hi ha altres factors que condicionen la utilització dels enllaços permanents i dels canals, especialment en allò que fa referència a la llargada màxima permesa en cada cas.

Els principals factors que condicionen la llargada màxima són: l'atenuació, la diafonia (per a cables balancejats) i l'amplada de banda (per a fibra òptica). Altres paràmetres també tenen la seva importància, com el retard de propagació.<sup>13</sup>

Mitjà	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Òptica
Cable balancejat categoria 3	2 km	200 m	100 m <sup>14</sup>	-	-
Cable balancejat categoria 5	3 km	260 m	150 m	100 m	-
Cable balancejat de 150 Ω	3 km	400 m	250 m	150 m	-
Fibra òptica monomode	-	.	-	-	3 km
Fibra òptica multimode	-	.	-	-	2 km

## Recomanacions generals sobre els subsistemes

En els sistemes de cablatge estructurat apareixen, en general, diverses classes d'enllaços/canals, per configurar cada subsistema segons les necessitats.

Igual que la norma estableix les distàncies màximes que s'admeten en els canals, també estableix el límit de distància per als diferents subsistemes. Totes dues distàncies, de canal i de subsistema, han de ser considerades en el moment de dissenyar un sistema.

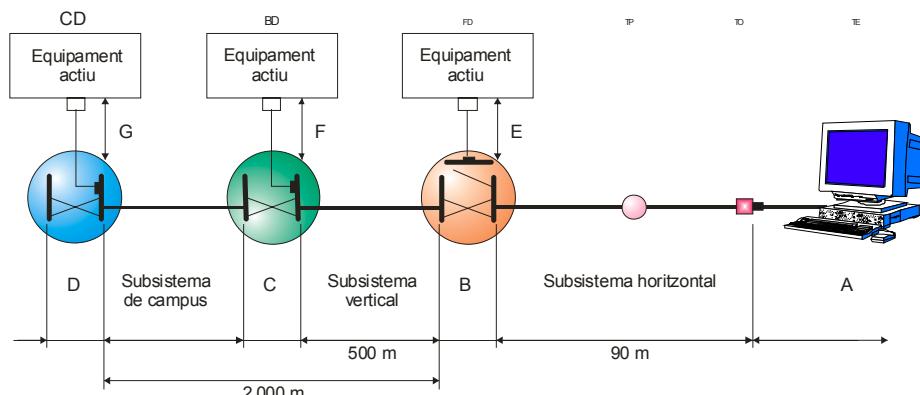
<sup>12</sup> Vegeu els annexos.

<sup>13</sup> Vegeu als annexos: "Paràmetres de transmissió en els enllaços permanents i canals de cables balancejats".

<sup>14</sup> Els 100 m inclouen els 10 m de marge dels tirantets de connexió a l'equipament. Les especificacions del canal parlen d'un enllaç permanent d'una llargada de 90 m.

## Distàncies màximes de cada subsistema

Es defineixen les distàncies màximes per als diferents subssistemes: horitzontal, vertical i de campus.<sup>15</sup>



Màximes llargades de cable en cada subssistema (Font: Norma CEN/CENELEC EN 50173)

CD (Campus Distributor): distribuïdor de campus

TP (Transition Point): punt de transició

BD (Building Distributor): distribuïdor d'edifici

TO (Telecommunications Outlet): punt de connexió d'usuari

FD (Floor Distributor): distribuïdor de Planta

TE (Terminal Equipment): equipament terminal

En el diagrama anterior *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F* i *G* representen les distàncies de la taula següent:

Distàncies de cables flexibles o d'altres equipaments <sup>16</sup>		
<i>A + B + E</i>	$\leq 9\text{ m}$	Suma de les llargades del tirantet de l'àrea de treball, els tirantets de connexió d'equipaments i els tirantets de configuració del subssistema horitzontal (mode de connexió creuada)
<i>A + E</i>	$\leq 10\text{ m}$	Suma de les llargades del tirantet de l'àrea de treball, i els tirantets de connexió d'equipament terminal (mode interconnexió: no apareix el tirantet B)
<i>C i D</i>	$\leq 20\text{ m}$	Tirantets de connexió al distribuïdor d'edifici (BD) o de campus (CD)
<i>F i G</i>	$\leq 30\text{ m}$	Cables de connexió d'equipaments de telecomunicació al distribuïdor d'edifici (BD) o de campus (CD)

## Tipus de cables i usos recomanats

Les especificacions generals sobre quin tipus de suport físic s'ha de fer servir per a cada subssistema apareixen a la taula següent:

Cables recomanats per als subssistemes		
Horitzontal	Cables balancejats	Per a la majoria de les aplicacions
	Fibra òptica	Quan calgui <sup>17</sup>
Troncal o Backbone d'edifici	Cables balancejats	Veu i dades a baixa o mitjana velocitat
	Fibra òptica	Dades a mitjana o alta velocitat
Troncal o Backbone de campus	Fibra òptica	Per a la majoria de les aplicacions; amb l'ús de fibra òptica s'eviten les diferències de potencial de les preses de terra i altres fonts d'interferències
	Cables balancejats	Quan calgui <sup>18</sup>

<sup>15</sup> Aquestes distàncies són vàlides tant per a cables balancejats com per a fibra òptica.

<sup>16</sup> Es poden aconseguir distàncies de canal més llargues fent servir cable flexible amb un rendiment d'atenuació inferior.

<sup>17</sup> Sota determinades condicions (condicions de soroll ambiental, per raons de seguretat, etc.), es pot considerar la instal·lació de fibra òptica en el subssistema horitzontal.

<sup>18</sup> S'han de fer servir cables balancejats en el sistema troncal o *backbone* de campus quan no es necessita l'amplada de banda de la fibra òptica (p. e.: línies de centraletes telefòniques).

Els cables proporcionen els mitjans per transportar senyals de telecomunicacions entre els diferents subsistemes. Aquests components són els continguts de les rutes i espais horitzontals (canalitzacions, canals pels quals condirerem els cables).

Els més coneguts són:

- **Coaxial.** Aquest tipus de cable està format per un fil conductor central, de coure, envoltat per una malla de fils de coure. L'espai entre el fil i la malla està ocupat per un conducte de plàstic que separa els dos conductors i manté les propietats elèctriques. Tot el cable està cobert per un aïllament de protecció per reduir les emissions elèctriques. L'exemple més comú d'aquest tipus de cable és el coaxial de televisió.



Originalment va ser el cable que més es va fer servir a les xarxes locals, per la seva alta capacitat i resistència a les interferències, però, en l'actualitat, el seu ús ha baixat molt. El seu defecte més important és el gruix, fet que limita la seva utilització a petits conductes elèctrics i angles molt tancats.

Els tipus de cable coaxial són:

*Cable estàndard Ethernet*, de tipus especial conforme a les normes IEEE 802.3 10 BASE 5. Es coneix també com a cable coaxial "gruixut",<sup>19</sup> i té una impedància de 50 ohms. La seva capacitat en termes de velocitat i distància és gran, però el seu cost i gruix suposen una greu limitació. El connector que utilitza és del tipus N.

*Cable coaxial Ethernet prim*,<sup>20</sup> conegut també com a RG 58. Aquest tipus de cable es va començar a fer servir per reduir el cost del cablatge de les xarxes. La seva limitació més important radica en la distància màxima que pot arribar a tenir un tram de xarxa sense regeneració de senyal. Tot i així, el cable és molt més barat i prim i, per tant, soluciona els desavantatges del coaxial gruixut. Té una impedància de 50 ohms. El connector utilitzat és del tipus BNC.

*Cable coaxial del tipus RG 62*, amb una impedància de 93 ohms. És el cable estàndard utilitzat en la gamma d'equipaments 3270 d'IBM, i també en la xarxa ARCNET. Fa servir un connector BNC.

*Cable coaxial del tipus RG 59*, amb una impedància de 75 ohms. Fa servir connectors DNC i TNC.

També estan els anomenats *twinaxial* que en realitat són 2 fils de coure per un únic conducte.

---

<sup>19</sup> Thick.

<sup>20</sup> Thin.

- **Cable UTP o cable de parell trenat no apantallat.** Està format per quatre parells trenats individualment i entre si de cable de coure de galga AWG<sup>21</sup> 24 de 100 ohms d'impedància i aïllament de pvc.

Els avantatges d'aquest tipus de cable són el seu cost, que és prou baix, i la seva facilitat per instal·lar-lo. Els desavantatges més grans es xifren en la major taxa d'errada respecte a altres tipus de cable, així com les seves limitacions per treballar a distàncies elevades sense regeneració.

És recomanat per a la major part de les instal·lacions en què les interferències magnètiques de l'entorn no són importants.



Cable UTP 350 Mhz Cat. 5e, gris, rígid



Cable UTP 350 Mhz Cat. 5e, blau, flexible



L'estàndard EIA-568 en la seva addenda TSB-36 diferencia tres categories per a aquest tipus de cable:

- *Categoría 3*: admet freqüències de fins a 16 Mhz i es fa servir en xarxes IEEE 802.3 10BASE-T i 802.5 a 4 Mbps.
- *Categoría 4*: admet freqüències de fins a 20 Mhz i es fa servir en xarxes IEEE 802.5 Token Ring i Ethernet 10BASE-T per a llargues distàncies.
- *Categoría 5*: admet freqüències de fins a 100 Mhz i es fa servir per a aplicacions TPDDI i FDDI entre d'altres.

Especificacions posteriors han conduït a la definició de dos estàndards més: la categoria 5e i la categoria 6.

*Categoría 5e*: garanteix el suport d'aplicacions amb una amplada de banda de 100 Mhz.

*Categoría 6*: la seva aparició és deguda als requeriments tècnics de les futures aplicacions informàtiques. Garanteix el transport amb una

---

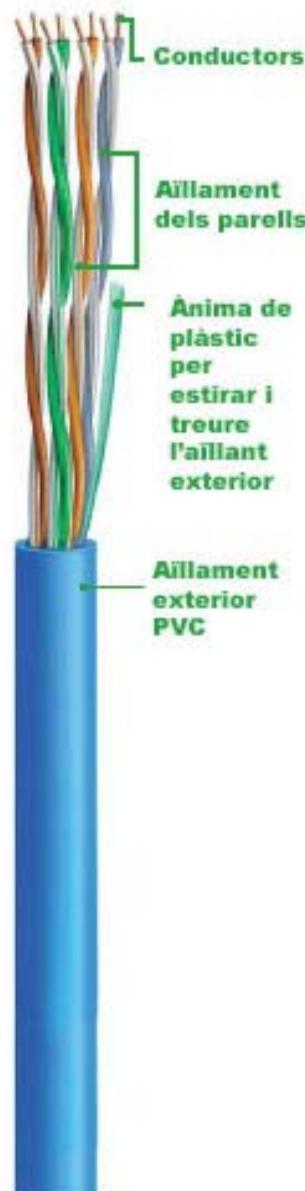
<sup>21</sup> American Wire Gauge (AWG), galga americana del cable.

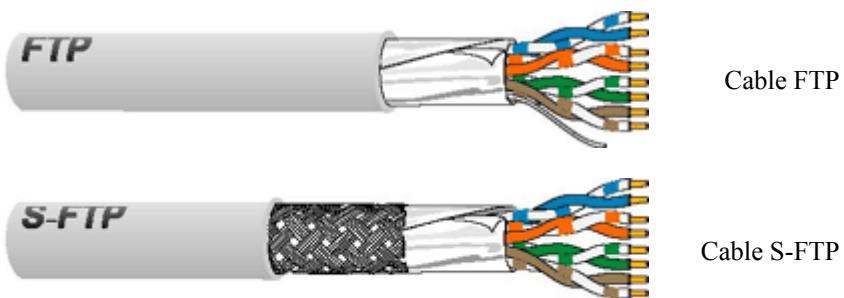
amplada de banda de fins a 250 Mhz (la imatge del costat il·lustra un cable UTP cat. 6).

Les característiques generals del cable UTP són:

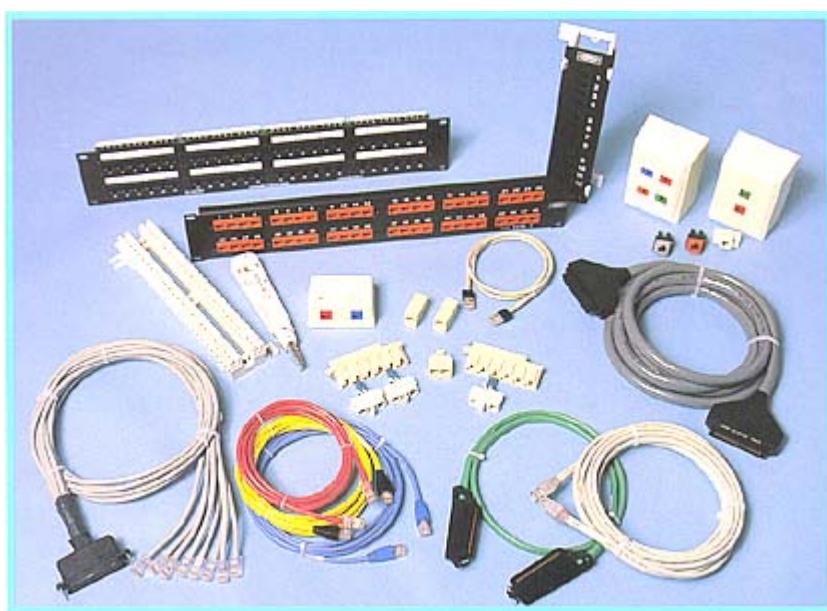
- *Secció.* El diàmetre més petit dels cables de parell trenat no apantallats permet aprofitar més eficientment les canalitzacions i els armaris de distribució. El diàmetre típic és de 0,52 mm.
- *Pes.* El seu poc pes en relació amb altres tipus de cable en facilita l'estesa.
- *Tensió.* Ha d'admetre una tensió de 400 N.
- *Flexibilitat.* La facilitat per corbar i doblegar aquest tipus de cables permet una estesa més ràpida, així com la connexió entre les rosetes i les regletes. Ha de permetre un radi de curvatura mínim de 25,4 mm.
- *Instal·lació.* Atesa la seva àmplia difusió, hi ha una gran quantitat de subministradors, instal·ladors i eines que n'abarcen considerablement la instal·lació i posada en marxa.
- *Integració.* Els serveis suportats per aquest tipus de cable inclouen:
  - Xarxa d'àrea local ISO 8802.3 (Ethernet) i ISO 8802.5 (Token Ring).
  - Telefonia analògica.
  - Telefonia digital.
  - Terminals síncrones.
  - Terminals asíncrones.
  - Línies de control i alarmes.

Per a les diferents tecnologies de xarxa local, el cable UTP s'ha convertit en el sistema que més àmpliament es fa servir.





- **Cable FTP<sup>22</sup>** o **cable de parell trenat apantallat** mitjançant una làmina d'alumini/mylar i fil de coure per a drenatge. Està format per quatre parells trenats individualment i entre si de cable de coure de galga AWG 24 de 100 ohms d'impedància, sense aïllament de pvc. Aquest tipus de cable no s'ha fet servir gaire, tot i que les noves exigències de la normativa europea sobre emissions radioelèctriques n'estan imposant l'ús de manera progressiva. Representa una major protecció contra interferències electromagnètiques del medi, com motors elèctrics o altres fonts de pertorbació. També són indicats en aquelles instal·lacions on les perturbacions que pugui originar el cablatge afectin altres equipaments o aparells sensibles, com ara laboratoris o quiròfans. La tècnica d'instal·lació dels sistemes FTP ha de fer-se amb més cura, ja que s'ha d'assegurar la continuïtat de massa fins al final.
- **Cable SFTP.**<sup>23</sup> Idèntic a l'anterior, però amb una apantallament superior en afegir una trena de cable de coure sobre la pantalla d'alumini del cable FTP. El seu ús està restringit a entorns molt contaminats electromagnèticament (ambients industrials agressius).



<sup>22</sup> Foiled Twisted Pair.

<sup>23</sup> Shielded + Foiled Twisted Pair.

- **Cable de fibra òptica.** Format per fibres òptiques multimode de 62,5/125 um (micres). És absolutament insensible a qualsevol pertorbació de tipus electromagnètic, raó per la qual només es fa servir en entorns en què el cable de coure no es pot utilitzar, on es requereix una gran amplada de banda –aplicacions de vídeo, per exemple– o quan s'excedeix la distància màxima permesa per la norma (90 metres).



### Taulers distribuïdors de planta

Un tauler distribuïdor<sup>24</sup> està format per un conjunt de connectors en els quals finalitzen els cables estesos, siguin de fibra òptica o cables balancejats. Són els taulers on es tallen en estrella els cables fins als llocs de treball.

Es fan servir normalment per a la connexió entre l'electrònica de xarxa (*hubs* i *switches*) i les terminals o estacions de treball. Solucionen en gran mesura els problemes de les xarxes i faciliten el manteniment i la reorganització de la seva topologia.

Segons la norma europea, hi ha d'haver un mínim d'un distribuïdor per planta –i, per tant, un armari que contingui els taulers distribuïdors de planta–, per cada 1.000 metres quadrats de terra destinat a oficines.

Si en una planta hi ha pocs llocs de treball, s'accepta l'alternativa de fer el cablatge des de plantes adjacents, sempre que es respectin les distàncies màximes de canal.

També la norma aclareix la possibilitat de fer subzones dins una mateixa planta amb la intenció de:

- Presentar de manera lògica les rosetes en el distribuïdor.
- Ajudar a la posterior gestió del cablatge.
- Facilitar les tasques d'accés i reparació.

<sup>24</sup> Patch tauler.

Hi ha diferents tipus de taulers:

- *Taulers buits*, amb capacitat per allotjar fins a 16, 32 o 48 connectors de qualsevol tipus (UTP, FTP o SSTP). Estan formats per un suport, normalment metàl·lic, de mesures compatibles amb un *rack* de 19". Disposen de mecanismes de subjecció mecànica per als connectors i els cables.
- *Taulers modulars*, formats per mòduls de 24 o 48 connectors muntats sobre circuit imprès. Hi ha taulers en les tres versions (UTP, FTP o SSTP), amb les corresponents subjeccions. Estan formats per un suport, normalment metàl·lic, de mesures compatibles amb un *rack* de 19", que conté plaques de circuit imprès a sobre de les quals es munten, d'un costat, els connectors RJ45 (en el cas de cable UTP), i de l'altre, els connectors IDC per a *block* tipus 110. Disposen d'un sistema de connexió ràpid i segur, per desplaçament de l'aïllant tipus 110 que es fa sense pelar ni tallar els fils mitjançant una eina de connexió 110 d'alt rendiment que en una sola operació insereix, pela i talla el cable sobrant.
- Taulers per a fibra òptica. Permeten la protecció, connectorització i subjecció mecànica de les fibres òptiques al *rack* de 19".

Vista general d'un tauler de distribució (*patch tauler*) modular, de 24 ports, Cat. 5e



Part exterior d'un tauler de distribució (*patch tauler*) de 24 ports, Cat. 5e



Part interior d'un tauler de distribució (*patch tauler*) de 24 ports, cat. 5e

## Preses d'usuari a l'àrea de treball

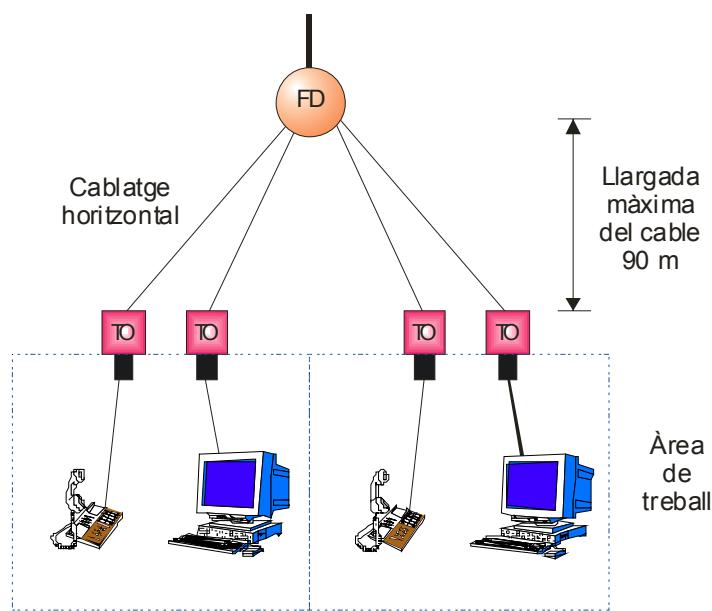
Les preses de dades a l'àrea de treball poden estar situades, segons el disseny de l'edifici:

- A la paret
- Al terra
- En un altre punt dins la zona accessible de l'àrea de treball

La densitat adient de les preses afavoreix la flexibilitat i capacitat d'adaptació del sistema de cablatge per adaptar-se als possibles canvis.

Les preses d'usuari o rosetes poden estar presents individualment o en grups, però dins de l'àrea del lloc de treball hi ha d'haver, com a mínim, dues preses o rosetes, tal com s'indica a continuació:

- Una primera roseta amb cable balancejat (recomanable la categoria 5 i 5e).
- Una segona roseta amb cable balancejat de categoria 5 (recomanable que sigui de 100 ohms) o amb cable de fibra òptica,<sup>25</sup> segons les necessitats



*Configuració de les preses d'usuari (Font: Norma CEN/CENELEC EN 50173)*

FD (Floor Distributor): distribuïdor de planta

TO (Telecommunications Outlet): punt de connexió d'usuari

Cal que totes les preses d'usuari estiguin identificades de manera unívoca i etiquetades de forma permanent i visible. La documentació de la correspondència entre la numeració de la roseta i la del tauler de distribució és d'una importància elevada, perquè simplifica molt les tasques de gestió del sistema de cablatge estructurat.

Alguns equipaments requereixen components addicionals (baluns o adaptadors) a les preses d'usuari. Aquests components no s'han d'instal·lar com a part del cablatge, sinó externs a les rosetes. Així es garanteix la utilització dels sistema de cablatge estructurat per a altres usos. Els baluns acoblen les característiques d'impedància dels cables utilitzats pels equipaments actius al tipus de cable empleat en el cablatge horitzontal, en el cas que no siguin del mateix tipus. Exemple de balun és un convertidor de cable coaxial a parell trenat.

<sup>25</sup> La norma, de fet, no especifica la categoria, si bé la mínima és la cat. 5, ja que la cat. 3 desapareix.

També especifica que per a categories superiors hi ha d'haver compatibilitat cap enrere per a les aplicacions.

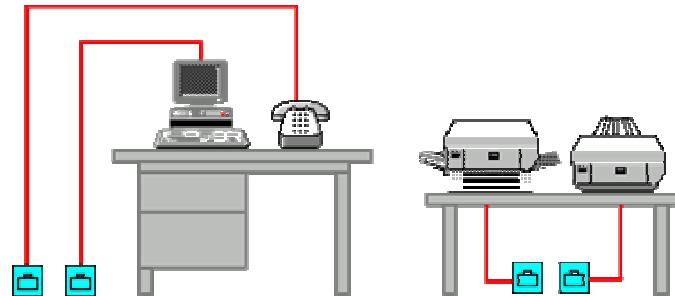
## Cablatge estructurat

Dins l'àmbit de l'àrea de treball hi ha diferents equipaments actius de l'usuari com ara telèfons, ordinadors, impressores, telefax, terminals, etc. La naturalesa dels equipaments actius existents condiciona el tipus dels connectors de les rosetes, i el seu nombre determina si la roseta és simple, doble, triple, etc.

Els tirantets de connexió o cablatge entre la roseta i els equipaments actius depèn de les particularitats de cadascun, raó per la qual s'ha de contemplar en el moment de la instal·lació. Normalment es fan servir tirantets –*patch cords*– de cable UTP cat. 5 –com a mínim–, flexibles, amb una llargada no superior als 5 metres. Es poden adquirir fàcilment, ja que hi ha una àmplia oferta comercial i és recomanable fer-ho per poder assegurar posteriorment la certificació corresponent.

Cada punt de connexió d'usuari ha d'estar format, com ja s'ha dit, per un mínim de dos connectors RJ45, certificats com a categoria 5.

Els cables SSTP fan servir connectors superblindats RJ-49 SSTO.



Els usuaris que precisen connexió de fibra òptica han de tenir a la seva caixa terminal un parell de passamurs ST/ST on s'acaba el cablatge horitzontal i es connecta el cable d'usuari.

Hi ha una gran quantitat d'accessoris per fer aquesta instal·lació. Són modulars, i es poden instal·lar en qualsevol mitjà, ja sigui damunt d'una superfície, encastats, en canaletes, a sota del terra o amb adaptadors per permetre la seva integració en les diferents sèries d'aparellament elèctric de la majoria dels diferents fabricants.



Placa de paret per a connexió de xarxa, inclinada 45° i amb persiana de protecció per a la pols. Es pot observar la numeració de cada punt de xarxa, per a la posterior identificació al rack.

Els components per instal·lar en *superficie* poden ser universals –normalment en tres acabaments: blanc, ivori i metàl·lic– o bé amb una pestanya per inserir el rètol corresponent especificant la connexió. En qualsevol cas, entre la placa de paret (*wallplate* o *faceplate*) i el terminal femella 110 RJ45 (*keystone*), normalment es col·loca un suport intermedi en acabament blanc, ivori o de color que proporciona una idea del tipus de connexió segons la organització planejada prèviament (*insert*).

## Descripció d'un sistema de cablatge estructurat

Components de cablatge estructurat de categoria 5/5e de l'àrea de treball



Placa mural d'1 connector



Placa mural de 2 connectors



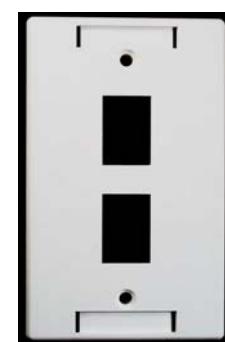
Placa mural de 6 connectors



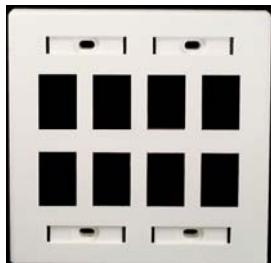
110 RJ 45 keystone jack 45 graus; connexió per impacte



Placa mural d'1 connector amb ràtol



Placa mural de 2 connectors amb ràtol



Placa mural de 8 connectors amb ràtol



Insertaments tapaforats



Insertaments de colors (faciliten la identificació segons el tipus de dispositiu)



110RJ45 keystone jack; impacte posterior



110RJ45 keystone jack; impacte superior



110 RJ45 keystone jack; impacte superior de colors

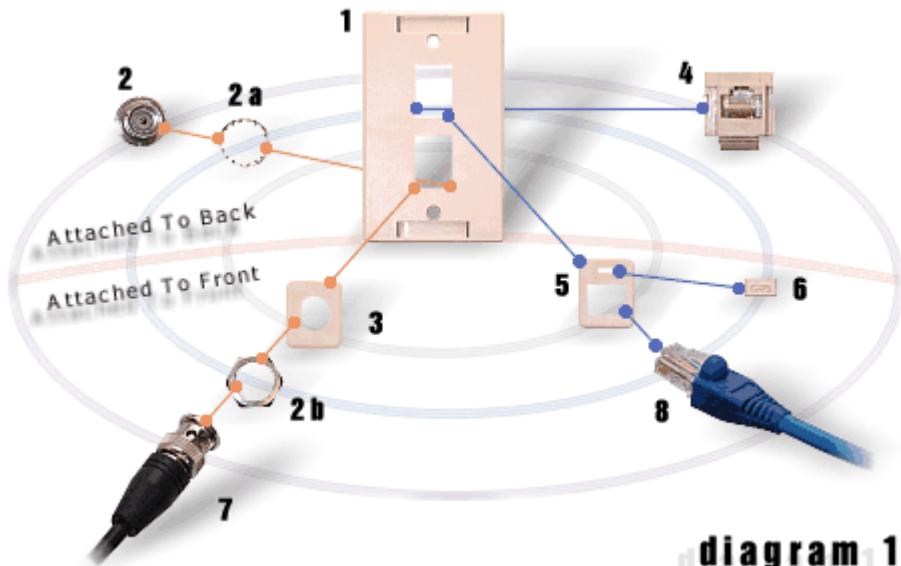


110 RJ45 keystone jack; sense eines



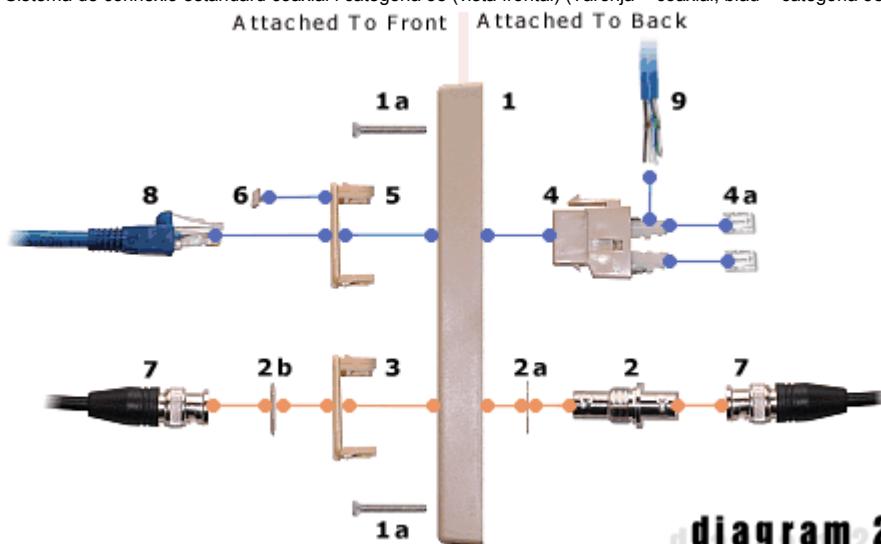
110 RJ45 keystone jack; impacte posterior, acabament metàl·lic

### PLAQUES DE PARET (WALLPLATES) (Font: StarTech)



**diagram 1**

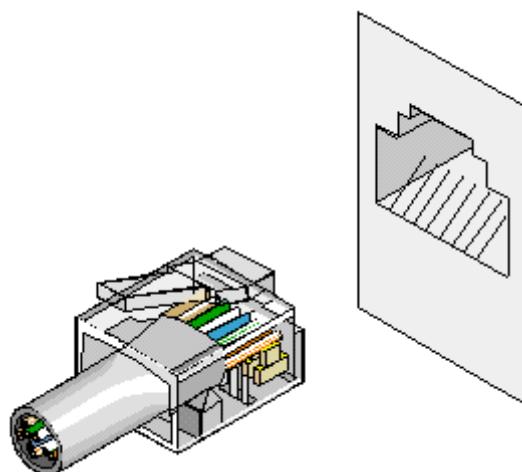
Sistema de connexió estàndard coaxial i categoria 5e (vista frontal) (Taronja = coaxial; blau = categoria 5e)



**diagram 2**

Sistema de connexió estàndard coaxial i categoria 5e (vista lateral) (Taronja = coaxial; blau = categoria 5e)

Número	Descripció del component
1	Ivory Wallplate (placa de paret, roseta, color ivori)
1a	Screw Component (cargol de subjecció)
2	BNC (female to female) Bulkhead for Wallplates
2a	Washer component (volandera)
2b	Nut component (femella)
3	Ivory BNC Insert for Wallplates (insert per a plaques de paret)
4	110 Type Category 5 Keystone Jack (RJ45) (connector femella RJ45)
4a	Connector Clamp Cap Component (coberta del connector)
5	Ivory Keystone Jack Insert for Wallplate (insert)
6	12 Ivory Icons for Keystone Jack Inserts (etiqueta de l'insert)
7	Cable coaxial Ethernet
8	Tirantet de tauler de distribució de categoria 5 350 MHz RH45 UTP
9	Cable UTP de tauler de distribució



### **Connector femella 110 RJ45 (keystone jack)**

Les seves característiques són:

- Connector femella, sense apantallar, per instal·lar en taulers de distribució, rosetes o caixes de superfície.
- Cos en plàstic tèrmic d'alt impacte que no propaga la flama (UL 94V-0).
- Vies de contacte, produïdes en níquel de 2,54 µm amb capa d'1,27 µm d'or.
- Apte per a eines de connexió i tall tipus 110 i Krone. El connector porta al darrere, a sobre o a la part posterior, dependent del model, unes obertures IDC, a sobre de les quals es posa l'eina d'impacte, i fent pressió s'assegura la connexió i es talla el sobrant del fil.
- Muntat en targeta de circuit imprès a doble cara.
- Terminals de connexió de bronze fosforós estanyat, estàndard 110 IDC, per a conductors de 22 a 26 AWG.



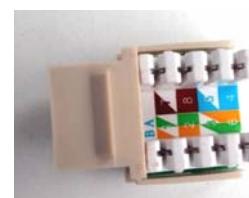
Presentació comercial d'un connector femella RJ45 professional, Cat. 5e, de connexió per impacte superior.



Document inclòs al paquet comercial que explica les característiques de cablatge, amb l'especificació com van connectats els parells.



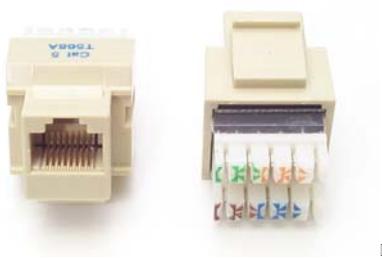
Elements del connector femella RJ45: el connector femella i les dues tapes.



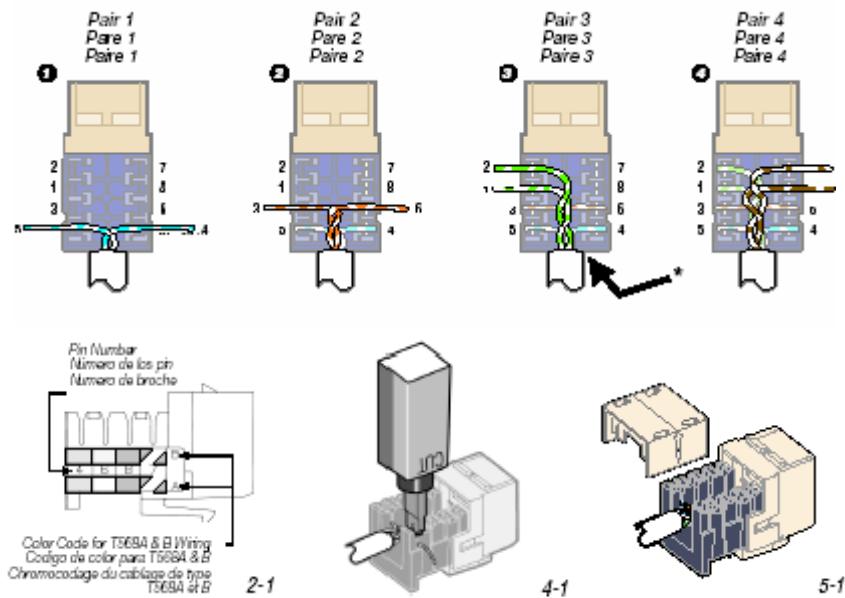
Vista superior que mostra el codi de colors per a les dues connexions possibles: T568A o T568B. Els quadrats d'un sol color indiquen cable d'aquest color, i els dividits indiquen cable blanc/color.

### Eina de connexió i tall tipus 110 (eina d'impacte)<sup>26</sup>

- Permet la connexió i el tall simultani del cable a sobre de connectors, taules i rosetes tipus 110.
- Permet utilitzar cables de 22 a 26 AWG.
- Té fulles bescanviables i aptes per a diferents tipus de connexions. Aquestes fulles es poden guardar en un estoig o bé a l'eina, perquè hi ha un receptacle on resten guardades i bloquejades.
- Té un mecanisme amb una rodeta que permet regular la intensitat de l'impacte. Si la es gira en el sentit de les agulles del rellotge, l'impacte és fort, mentre que si es fa en sentit contrari, l'impacte és més suau.



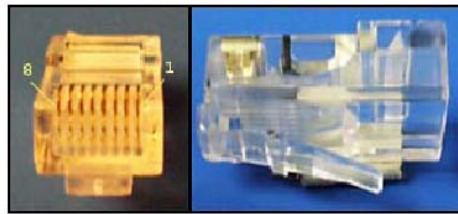
Connector femella 110 RJ45 cat. 5e, d'impacte posterior i eina d'impacte (connexió i tall) tipus 110, amb ganiveta de recanvi



### Connector mascle RJ45 (plug 8P8C)

Aquest connector ha donat una gran empenta a les xarxes, ja que és molt senzill connectar-lo a les targetes i als *hubs* o *switches*, a més de la seguretat gràcies a un mecanisme d'anclatge que el manté fermament ajustat a altres dispositius, no com en el cas del cable coaxial, que contínuament presentava problemes. És una mica més gran que el connector per a la connexió d'aparells telefònics, anomenat RJ-11.

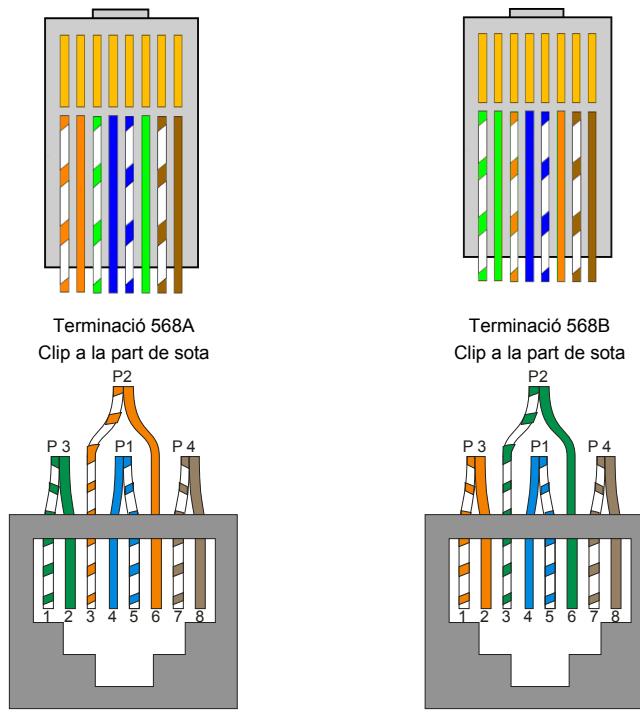
<sup>26</sup> Punch-down.



Connector RJ45, amb 8 contactes per als 8 fils del cable UTP, tant de perfil com una vista superior

### Codis de connexió per als jacks RJ45

La norma EIA/TIA 568 especifica dues configuracions de connexió per al cable UTP de 4 parells: els codis de connexió 568A i 568B. Les diferències bàsiques entre l'un i l'altre radiquen en el fet que en el 568A el parell #2 del cable (taronja) acaba en els contactes 3 i 6, i el parell #3 del cable (verd) en els contactes 1 i 2; en canvi, el 568B només intercanvia aquests dos parells. Els parells #1 i #4 no varien d'una configuració a l'altra.



### T568A

- 1- Blanc / Verd (recepció de dades +)
- 2- Verd (recepció de dades -)
- 3- Blanc / Taronja (transmissió de dades +)
- 4- Blau
- 5- Blanc / Blau
- 6- Taronja (transmissió de dades -)
- 7- Blanc / Marró
- 8- Marró

### T568B

- 1- Blanc / Taronja (transmissió de dades +)
- 2- Taronja (transmissió de dades -)
- 3- Blanc / Verd (recepció de dades +)
- 4- Blau
- 5- Blanc / Blau
- 6- Verd (recepció de dades -)
- 7- Blanc / Marró
- 8- Marró

### Eina de pressió RJ45

Coneguda també com a eina de *crimpatge* (arrissada)<sup>27</sup> o alicates de *crimpatge*, permet tallar i pelar el cable, a més de prémer el connector per fixar els fils del cable UTP als contactes.

Cal treure el folre exterior del cable UTP. Es pot fer amb un cùter o bé hi ha una eina específica que, amb un o més girs de 360°, treu perfectament el folre sense mossegar els fils trenats de l'interior. Per desomptat, no cal pelar els cables un cop destrenats. El connector s'introdueix en una ranura especial que té aquesta eina. A continuació, es fa pressió i les alicates mecànicament fan que els contactes del connector RJ45 s'assegurin fermament contra cadascun dels cables al seu interior.

#### Eina pelacables

Facilita i agilita la preparació dels cables.  
Útil per treure la coberta exterior dels cables sense fer malbé l'aïllament dels conductors interiors.  
Apta per a diferents tipus de cables, tant plans com rodons.  
Fabricat en ABS, 112 mm de llargada, lleugera i compacta.



Vista general i vista de detall de dos models diferents d'eina de pressió per a RJ45. Tots dos models incorporen ganivetes bescanviables per treure el folre exterior del cable UTP i tallar els fils destrenats fins a la llargada correcta, així com el mecanisme per inserir el jack (idèntic al connector femella RJ45) i assegurar les connexions.

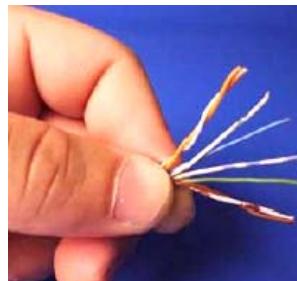
---

<sup>27</sup> Ve de l'anglès *crimp* (literalment, *arrissar*).

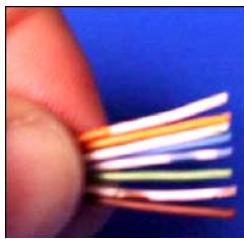
### **Tirantet de connexió cat. 5**

El trenat del cable té la missió de reduir al màxim les perturbacions que es produeixen en la transmissió. Per això, si s'ha de fer un cable de connexió i col·locar el connector RJ45, per reduir les perturbacions i mantenir el cable dins de la categoria 5, cal seguir el procés següent:<sup>28</sup>

1. Tallar la funda del cable aproximadament uns 20 mm.



2. Desfer el trenat i col·locar els cables plans per poder-los introduir dins del connector RJ45. L'ordre de col·locació aconsellat per a la reducció de les perturbacions al mínim en els cables d'UTP (568B) i de STP (568A), ja l'hem comentat anteriorment i hi ha informació ampliada als annexos.



3. Tallar els fils perquè tinguin tots la mateixa longitud i el cable no quedi sense trenar més de 12 mm.



4. Col·locar els fils dins del connector, de manera que frontalment vegi la combinació detallada anteriorment; convé assegurar-se que una petita part de la funda del cable queda dins del connector.



5. Utilitzar l'eina especial de connexió de connectors RJ45 per atrapar els cables dins del connector; convé comprovar que quedin ben atrapats.



6. Verificar la continuïtat i transmissió del cable amb alguna eina de test o certificador. El *tester* (verificador) de la figura consta d'un aparell local i un de remot que verifiquen la continuïtat parell a parell, comprovant-ne l'ordre seqüencial (connexió normal) o altern (connexió creuada).

---

<sup>28</sup> Vegeu l'annex 8.

## Cablatge estructurat

---

La combinació de fils indicada anteriorment s'ha de col·locar en els dos extrems del connector, si s'estan fent cables de connexió entre equips i concentradors.

Per a la connexió directa de dos ordinadors o si es vol fer un cable de connexió entre boques normals (no preparades per a la connexió directa de concentradors), s'ha de fer un cable creuat. És un cable que duu, en un dels extrems, la combinació 568A i a l'altre, la combinació 568B.

La normativa recomana fer servir tirantets comercials certificats, dels quals trobareu una oferta molt àmplia.



## Cablatge troncal de campus i edificis

No hi podenhaver més de dos nivells jeràrquics de taulers de distribució en el cablatge troncal, per poder limitar així la degradació del senyal en els elements passius i simplificar també l'administració del sistema de cablatge.

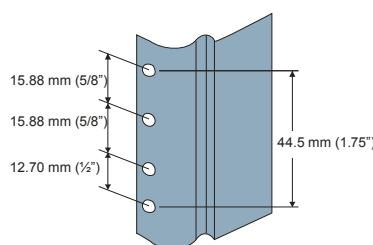
En la majoria dels casos, és suficient amb un únic tauler de distribució per cablar i administrar tot el subsistema troncal de cablatge. Els taulers de distribució del subsistema troncal han d'estar situats dins dels mateixos armaris que contenen l'electrònica que han de suportar o dins la sala d'equipaments, si és que n'hi ha.

## Armaris i sales d'equipaments

La millor manera de muntar els taulers de distribució, concentradors, centrals telefòniques, encaminadors, etc., és fer-ho a sobre d'un bastidor o *rack*.

El bastidor o *rack* consisteix bàsicament en un seguit de perfils metàl·lics en angle: dos muntats en vertical –columnes–, dos formant una base de suport per fixar-lo a terra, i un per a la part superior, per aguantar el conjunt (configura una armadura que suportarà tot un seguit d'elements del cablatge, així com equipament electrònic). Les barres verticals porten un sistema per collar els diferents components, a base de forats, seguint un model altern (aprovat per l'EIA) de 31,75 a 12,7 (1 ¼" a ½").

Com a referència habitual es pot dir que els bastidors tenen una amplada estàndard de 19''. L'altura del bastidor es mesura en unitats d'altura útil, HU<sup>29</sup> o RMS,<sup>30</sup> equivalent a 4,45 cm (15,88 + 15,88 + 12,70 mm).

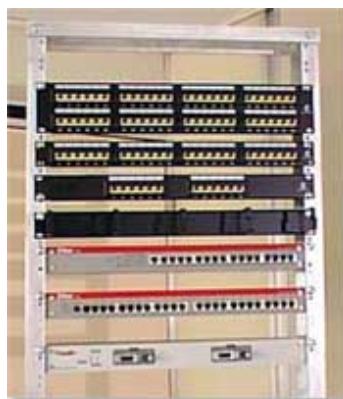


Estructura foradada en la qual es fixen els diferents components de cablatge i electrònica del sistema, a l'estructura vertical típica d'un bastidor o *rack*. (Font: EIA)

Hi ha diferents tipus de bastidors:

- Oberts o *open frame*. Poden ser:
  - De peu
  - Murals (normalment collats a la paret)

Són estructures molt estables i sòlides. A més dels bastidors, hi ha tot un assortiment comercial de safates simples i dobles per a la col·locació d'elements que no estan pensats, en principi, per ser col·locats en un bastidor (teclat, monitor, encaminador, etc.).



Bastidor de peu en acabament alumini *heavy duty*

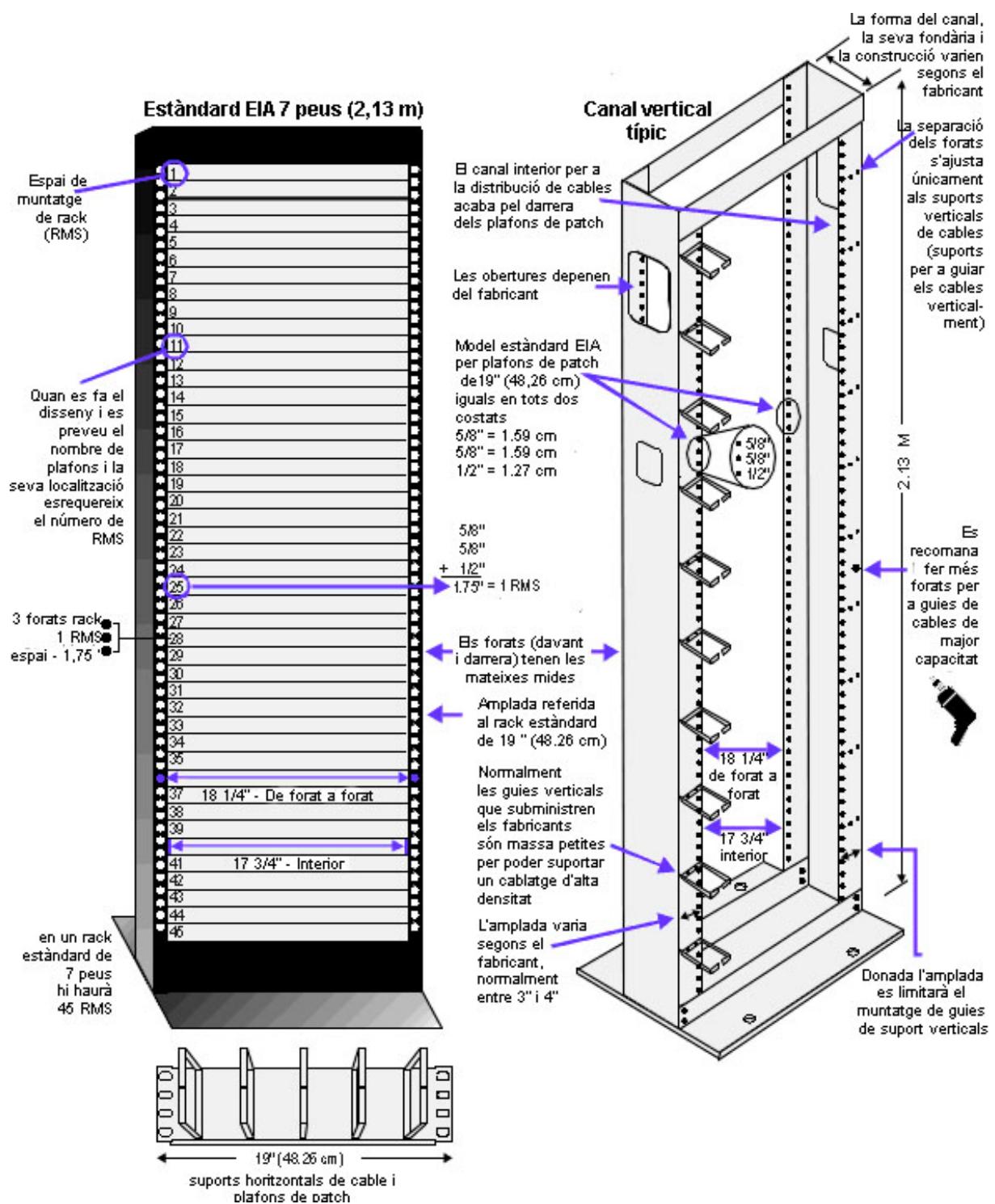


Bastidor mural en acabament negre metàl·lic

<sup>29</sup> Useful Height o altura útil.

<sup>30</sup> Rack Mount Space: espai de muntatge del bastidor.

## Cablatge estructurat



- Tancats dins una estructura, formant un armari.<sup>31</sup> Poden ser:

- De peu, i les característiques generals d'aquests armaris són:
  - Accés fàcil al cablatge.
  - Entrada del cable superior, inferior i/o posterior.

<sup>31</sup> Cabinet.

## Descripció d'un sistema de cablatge estructurat

- Taulers laterals desmuntables sense eines.
- Accessibilitat pels quatre costats.
- Perfs regulables en fondària.
- Possibilitat de muntatge en bateria.
- Porta transparent de vidre, o de metall, reversible i fàcilment extraïble.
- Pany amb clau.
- Porta del darrere reversible d'acer , amb pany i clau.
- Normalment fan una alçada que va de 24 U fins a 46 U.



Estructura d'un armari. No és l'armari típic, ja que aquí es representa un armari dels que s'utilitza per a servidors –no tenen una amplada de 19", com és típic, sinó de 25". (Font: StarTech)



Armari mural de 12 U  
S'hi poden observar els taulers distribuïdors (dos taulers de connexions, un amb tots els ports plens i l'altre buit), els suports guiadors horizontals de cables, el switch (a la part inferior, de color gris), les preses de corrent normalitzades i els elements de ventilació (al fons, a la part superior).

- Murals (normalment collats a la paret)

Cada model es fa servir, en casos específics, segons la disponibilitat d'espai, seguretat, capacitat per instal·lar, etc.

Els fronts vénen preparats per suportar equipaments de 19" i la seva fondària depèn del tipus d'equipaments que es vulgui instal·lar. El cas més crític és el dels de tipus mural, que són de mida reduïda (fins a 18 HU).

Una sala d'equipament és una zona dins l'edifici que conté equipaments de telecomunicacions i que pot contenir o no distribuïdors de planta (taulers i cables de configuració). En una sala d'equipaments hi pot haver més d'un armari distribuïdor.

Es recomana especificar l'alimentació dels elements actius, així com utilitzar un sistema d'alimentació ininterromput (SAI).

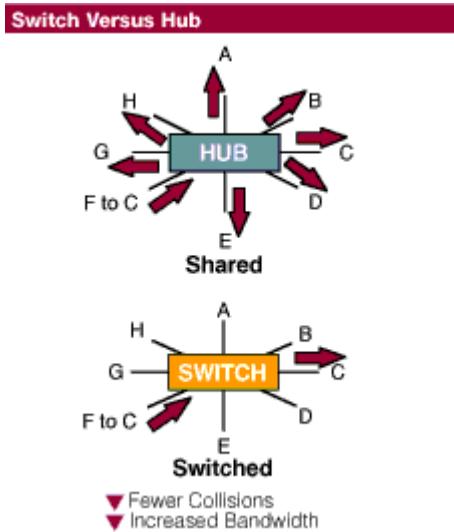
Els principals elements actius que es poden trobar dins els bastidors, els armaris i les sales d'equipaments són:

- Concentrador actiu: sistema que realitza la implementació lògica de la xarxa (Token-Ring, Ethernet, FDDI, Apple-Talk, etc.), a partir de la configuració física en estrella del cablatge estructurat.

Els més comuns són:

- *Concentrador ARCnet*. Element que realitza la concentració de cablatge a la xarxa ARCnet. N'hi ha de tres tipus: el passiu, l'actiu i l'intel·ligent.
- *Concentrador FDDI*. Element que realitza la concentració del cablatge en aquest tipus de xarxa i que pot implementar un cablatge en forma d'estrella entre els concentradors i les estacions de treball. A cada estació arriba un cable d'anada i un de tornada des del concentrador, i és aquest el que configura el format d'anell redundant.

- *Concentrador hub.* Repetidor<sup>32</sup> de senyals de port múltiple utilitzat en les xarxes Ethernet. Amplifica i reenvia a tots els ports els paquets de dades que arriben per un dels ports.
- *Concentrador switch.* Pont de port múltiple utilitzat en les xarxes Ethernet. Té la mateixa funció que el concentrador *hub* però a l'hora de reenviar les dades decideix per quina porta han de ser enviades, de manera que es redueix el trànsit d'informació i els dominis de col·lisió.



Els commutadors LAN tenen bàsicament dues arquitectures: *store and forward* (emmagatzemar i remetre) i *cut through* (tallar i travessar). Inicialment, els models *cut through* tenien un avantatge de velocitat, perquè quan entra un paquet en el commutador, només s'examina l'adreça de destinació abans de remetre'l al seu segment de destinació. Un commutador *store and forward*, en canvi, accepta i analitza el paquet complet abans de remetre'l a la seva destinació. Això comporta més temps per examinar el paquet sencer, però permet al commutador detectar determinades errades del paquet i evitar-ne la propagació a través de la xarxa. Actualment, la velocitat dels commutadors *store and forward* ha arribat a la dels *cut through* fins al punt que la diferència entre tots dos és mínima. Hi ha alguns models de commutadors que barrejen les dues arquitectures.

- *Concentrador MAU (Multistation Acces Unit).* Unitat d'accés d'estació múltiple utilitzada en xarxes en anell de testimoni, que assegura que els paquets de dades subministrats pels equips informàtics siguin transmesos a l'anell de concentradors. Habitualment, una unitat MAU té deu ports, vuit per a la connexió dels equips informàtics i dos per a l'entrada i la sortida de l'anell.
- *Concentrador hub FDDI.* Fa la funció del concentrador *hub* amb la particularitat que permet la connexió dels dos anells de connexió i commuta una connexió entre els dos anells en cas d'avaria.

<sup>32</sup> Hi ha sensibles diferències entre els repetidors i els ponts. *Repetidors:* elements encarregats d'augmentar les distàncies de transmissió. Això s'aconsegueix gràcies a la funció d'amplificació del senyal d'entrada, de resincronització i de reproducció. *Punts:* funcionen en la subcapa d'accés al mitjà (MAC) de la capa d'enllaç de dades del model OSI. Un pont revisa els paquets de dades que rep i llegeix l'adreça de MAC de destinació. Si coincideix amb alguna adreça d'equip o de xarxa d'algún dels ports, envia el paquet pel port corresponent; en cas contrari, l'elimina.



Hub de 24 ports



Switch de 24 ports

- Elements de control i connectivitat centrals: s'inclouen tant els elements d'administració i gestió de xarxa com l'equipament necessari per garantir la connectivitat, tenint en compte tots els protocols utilitzats, segons la topologia lògica triada.

Dins els equipaments d'administració i gestió de la xarxa:

- *Encaminador* (router). S'utilitza per unir xarxes diferents i transferir la informació pel camí adequat. En les xarxes d'àrea local (LAN) connecta diverses xarxes i subxarxes. En les xarxes d'àrea estesa (WAN), com ara Internet, connecta les diverses xarxes que formen aquesta xarxa i és un element que decideix quin és el camí òptim per dirigir la informació i limita l'accés de determinats protocols mitjançant la configuració de l'equip.
- *Encaminador pont* (brouter). Combina les característiques del pont i l'encaminador.



Routers de diferents tecnologies de xarxa integrats en l'estructura d'un rack.

- *Passarel·la* (gateway). Dispositiu que uneix diferents xarxes mitjançant diversos dispositius físics o mitjançant el programari instal·lat en un ordinador. Hi ha diversos tipus de passarel·la, com ara:

- Un encaminador que fa aquesta funció i connecta una xarxa d'àrea local amb adreces fictícies i Internet, que utilitza adreces administrades per l'INTERNIC. És una de les funcions més habituals d'aquest equip.
- Un equip informàtic que connecta una xarxa Ethernet amb una xarxa en anell de testimoni. Això s'aconsegueix mitjançant un ordinador amb dues targetes de xarxa configurades en xarxes diferents, lògiques o físiques, i un programa que permet la comunicació entre les dues xarxes.

Dins els equipaments necessaris per garantir la connectivitat dels elements de la xarxa:

- Tauler de connexions (*patch panel*)
- Altres equipaments generals de telecomunicació, com ara centrals telefòniques (PBX).<sup>33</sup> Al bastidor s'integrarà el tauler distribuïdor telefònic d'alta densitat, extraïble. De la centraleta telefònica sortirà un cable multiparell que comunicarà les diverses extensions telefòniques disponibles amb els taulers de preses RJ45 ubicats a l'armari.



Part exterior dels taulers distribuïdors telefònics d'alta densitat, amb 50 ports de connexió RJ45 cat. 3 instal·lats en un armari de telecomunicacions. Enmig dels dos taulers de distribució hi ha un suport horitzontal guiator de cables d'1 U d'alçada.



Part interior dels taulers distribuïdors telefònics d'alta densitat, instal·lats en un armari de telecomunicacions. Es veu perfectament l'arribada del cable multiparell procedent de la centraleta telefònica.

## Conducció del cables

Les rutes i els espais horitzontals es fan servir per distribuir i suportar cable horitzontal i connectar maquinari entre la sortida de l'àrea de treball i la sala de telecomunicacions.

Per evitar interferències electromagnètiques cal evitar el pas del cable per sobre dels dispositius següents:

- Motors elèctrics grans o transformadors (mínim 1,2 m)
- Cables de corrent altern

<sup>33</sup> La normativa estableix que aquests elements s'han de connectar al sistema de cablatge mitjançant cables d'una llargada no superior a 30 m.

## Cablatge estructurat

---

- Mínim 13 cm per a cables amb 2 KVA o menys
- Mínim 30 cm per a cables de 2 KVA a 5 KVA
- Mínim 91cm per a cables amb més de 5 KVA
- Llums fluorescents d'un mínim de 12 cm (el ducte ha d'anar perpendicular als llums fluorescents i cables o ductes elèctrics)
- Intercomunicadors (mínim 12 cm)
- Equipaments de soldadura
- Aires condicionats, ventiladors, escalfadors (mínim 1,2 m)
- Altres fonts d'interferència electromagnètica i de radiofreqüència



Safates portacables tabicades. Porten una separació que permet disposar els cables elèctrics i els de dades per dos espais independents.



Canaletes perimetrals tabicades. Els cables negres són cables d'alimentació elèctrica, mentre que els grisos són els de la xarxa. En aquest cas són cables que surten de l'aula, travessen la paret i van a la safata portacables principal que hi ha al corredor exterior.

Aquestes canalitzacions poden ser:

- Canals a sota del pis
- Canals a sota del pis elevat
- Canals aparents
- Safates
- Canals a sobre d'un sostre fals
- Canals perimetrals

## **Escomeses de xarxes públiques i privades als edificis**

Les escomeses de xarxes són necessàries tant per als cables que constitueixen el subsistema troncal o *backbone* de campus, com per als cables de xarxes públiques i privades que entren a l'edifici i amb els que es realitza una transició per distribuir-los després a través del sistema intern del cablatge. Abasta des del punt d'entrada a la paret de l'edifici fins a l'estesa de cable que el fa arribar a l'armari distribuïdor de planta o de campus.



La línia d'escomesa s'interpreta com el punt de lliurament de l'energia elèctrica per part de la companyia subministradora a l'edifici receptor. Les línies d'escomesa poden ser aèries o subterrànies, d'acord amb la xarxa de distribució a la qual es connectin.

La complexitat i importància de les instal·lacions elèctriques, referida aquesta darrera sobretot al fet de la rellevància i perillositat del mal ús o una deficient instal·ació, han estat la causa de l'elaboració d'un seguit de normes d'obligat compliment a fi de garantir el bon funcionament de la instal·ació, prevenir les pertorbacions en altres instal·lacions i serveis, contribuir a la fiabilitat tècnica i a l'eficiència econòmica de les instal·lacions, i la seguretat de les persones i els seus béns. Aquestes normes estan recollides en el *Reglament electrotècnic de baixa tensió (REBT)* i les seves *Instruccions complementàries (MIE-BT)*.

## **Compatibilitat electromagnètica**

La compatibilitat electromagnètica cerca un doble objectiu:

- Reduir la pertorbació que genera un equip: *emissió electromagnètica*.
- Augmentar la protecció davant altres pertorbacions presents al medi ambient: *immunitat electromagnètica*.

S'han de considerar els estàndards europeus d'emissió i immunitat electromagnètica.

L'ús de freqüències cada cop més elevades fa que la radiació dels cables, i per tant la seva sensibilitat al soroll electromagnètic, sigui cada cop més gran, però en cap cas la normativa estableix l'obligatorietat d'apantallament en el sistema de cablatge estructurat, que seria una solució de futur.



# Aplicacions sobre un sistema de cablatge estructurat

## Introducció

La instal·lació de sistemes de cablatge estructurat ha estat motivada per la implantació progressiva en les organitzacions de nous sistemes telemàtics, concretament xarxes d'àrea local (LAN)<sup>34</sup>. Però no només es persegueix la implantació de xarxes d'àrea local, ja que l'objectiu fonamental és implementar, a sobre d'una mateixa suport –el cablatge estructurat–, la major quantitat possible de serveis de telecomunicació.

La tendència actual en la implantació de xarxes d'àrea local s'orienta cap a la utilització de sistemes de cablatge estructurat basats en parells trenats, per a l'accés des del repartidor de planta fins al punt de connexió, i l'ús de fibra òptica, per a la distribució en edificis i/o campus.

Protocol	Normativa	Nom	Nre. de parells
Classe A (fins a 100 kHz)			
PBX	Normatives nacionals	Telefonia bàsica	d'1 a 2
X.21	ITU-T Rec. X.21:1.984	Transmissió de dades	2
V.11	ITU-T Rec. V.11:1.984	Transmissió de dades	2
Classe B (fins a 1 MHz)			
S <sub>0</sub> -Bus (estès)	ITU-T Rec. 1.430:1.988	RDSI, accés bàsic, nivell físic	de 2 a 4
S <sub>0</sub> punt a punt	ITU-T Rec. 1.430:1.988	RDSI, accés bàsic, nivell físic	de 2 a 4
S <sub>1</sub> /S <sub>2</sub>	ITU-T Rec. 1.431:1.988	RDSI, accés bàsic, nivell físic	2
CSMA/CD 1Base5	ISO/IEC 8802-3:1.996		2
Classe C (fins a 16 MHz)			
CSMA/CD 10BaseT	ISO/IEC 8802-3:1.996	Ethernet a sobre de parell trenat	2
Token Ring 4 Mbps	ISO/IEC 8802-5:1.998		2
Token Ring 16 Mbps	ISO/IEC 8802-5:1.998		2
Classe D (fins a 100 MHz)			
Token Ring 16 Mbps	ISO/IEC 8802-5:1.998		2
ATM (TP)	ITU-T i ATM Forum	RDSI Banda Amplia	2
TP-PMD	ISO/IEC FCD 9314-10: 2.000	RDSI a sobre de parell trenat	2

*Aplicacions sobre cable de parells (Norma UNE EN50173)*

<sup>34</sup> Local Area Network.

# Tecnologia de xarxes d'àrea local

## Concepte de xarxa

És un sistema de comunicacions que permet que dos o més equipaments informàtics connectats per algun *mitjà* comparteixin recursos i es comuniquin. L'objectiu principal de tota comunicació és el trasllat de la informació (*font* o *missatge*) d'un element que actua com a *emissor* cap a un altre que fa la funció de *receptor*.

**Font o missatge.** És la informació que es vol transmetre. Pot ser analògica o digital. El més important és que aquesta informació arribi íntegra i amb fidelitat.

**Emissor.** Element que transmet el missatge.

Prepara la informació perquè pugui ser enviada pel canal, tant en qualitat (adequació a la naturalesa del canal) com en quantitat (amplificant el senyal).

La transmissió pot fer-se de dues formes bàsiques:

- Banda de base: la mateixa freqüència que té el senyal original.
- Modulada: canviant la freqüència del missatge original a un altre interval de freqüències. Aquesta modulació permet adequar el senyal a la naturalesa del canal i a més possibilita multiplexar el canal –diversos usuaris el poden fer servir de manera simultània.

**Mitjà.** Element que permet la connexió de l'emissor i el receptor. Dos característiques importants que defineixen qualsevol transmissió són la velocitat<sup>35</sup> i l'amplada de banda, que és l'interval de freqüències en què treballa el senyal<sup>36</sup>.

Malauradament el mitjà pot introduir en la comunicació:

- Distorsions
- Atenuacions: pèrdues de senyal
- Soroll: interferències



---

<sup>35</sup> Es mesura en bits per segon, també anomenat baud.

<sup>36</sup> Per exemple, la xarxa telefònica opera entre 300 i 3.400 Hz, i la televisió té una amplada de banda de 5,5 MHz.

**Receptor.** Element que rep la informació i, si està modulada, en fa la demodulació i recupera la informació original.

## Elements components d'una xarxa

Tipus de component	Concepte	Elements
FÍSIC (maquinari)	UNITATS FÍSIQUES que formen la xarxa	Ordinadors Unitats d'emmagatzematge Dispositius d'impressió Targetes de xarxa Electrònica de xarxa Cables d'interconnexió
LÒGIC (programari)	PROTOCOLS que utilitzen en comú tots els equipaments informàtics, que permeten l'entesa entre l'equip emissor i el receptor i les APLICACIONS suportades pels protocols.	DLC Apple Talk IPX/SPX NetBIOS/NetBEUI TCP/IP

Per establir una comunicació calen una sèrie d'elements dels components físics (maquinari) de connexió dels equips informàtics de la xarxa.

Entre els elements més habituals hi ha:

**Ordinador.** Element que es vol connectar. No cal que els ordinadors que comparteixen una mateixa xarxa siguin iguals (PC, MAC, macroordinador, etc.) ni que operin amb el mateix sistema operatiu (Windows, Linux, Unix, etc.), l'únic que han de compartir és la utilització dels mateixos protocols de comunicació i d'aplicacions.

**Targeta de xarxa (Network Interface Card, NIC).** Dispositiu instal·lat habitualment dins de l'ordinador que fa possible la connexió a la xarxa. Realitza la unió física dels ordinadors mitjançant un sistema de cablatge o amb senyals sense fil. La targeta adequa i processa la informació en format binari perquè es pugui transportar per la xarxa en forma de senyals elèctrics de característiques determinades, segons la tecnologia utilitzada en la connexió dels equips.

**Mitjans físics de transmissió.** Utilitzats per connectar els equips informàtics. En aquest apartat es defineixen els sistemes de cablatge i els elements de transmissió física. Les opcions de cable més comunes són:

- Cable coaxial
  - RG-62
  - 10Base2 o RG-58
  - 10Base5 o RG-8 i RG-11
- Cable de parells trenats
  - Categoría 1
  - Categoría 2
  - Categoría 3

- Categoria 4
- Categoria 5
- Categoria 5e (millorada)
- Categoria 6
- Categoria 7
- Fibra òptica
  - Monomode
  - Multimode
- Infrarojos
- Ràdio
- Microones

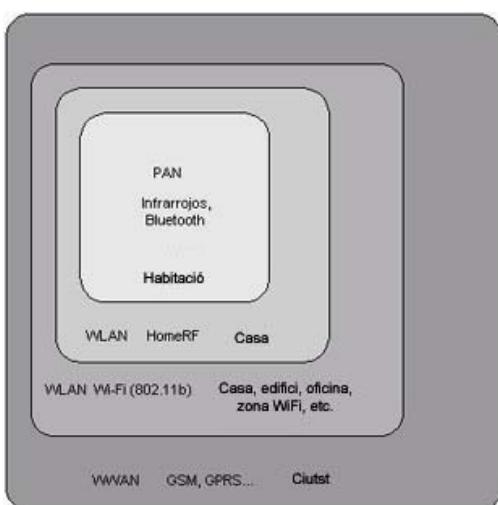
Els equips més comuns que gestionen i amplien les capacitats de la xarxa són:

- Repetidors
- Ponts
- Concentradors
  - Concentrador ARCnet
  - Concentrador FDDI
  - Concentrador *hub*
  - Concentrador *switch*
  - Concentrador MAU
- Encaminador (*router*)
- Encaminador pont (*brouter*)
- Passarel·la (*gateway*)
- Mòdem

## Classificació de les xarxes

La classificació de les xarxes es fa atenent dos criteris: cobertura i topologia. A més, actualment s'afegeix un tercer criteri: si és o no una xarxa amb fils. Atenent aquest criteri, les xarxes convencionals les anomenarem amb fil (*wired structure*), mentre que les que no en porten seran les sense fil (*wireless structure*).

Classificació de les xarxes segons la cobertura			
Tipus		Cobertura	Observacions
Convencional	Sense fil		
Xarxa d'àrea estesa XAE (WAN, Wide Area Network)	Xarxa d'àrea estesa sense fil (WWAN, Wireless Wide Area Network)	Xarxes d'una cobertura geogràfica molt àmplia, sigui nacional o internacional.	Si aquesta cobertura es limita a un nucli urbà, es parla de xarxa d'àrea metropolitana XAM (MAN, Metropolitan Area Network). Les xarxes sense fil d'aquest tipus són explotades per les grans empreses nacionals i internacionals de telefonia mòbil.
Xarxa d'àrea local XAL (LAN, Local Area Network)	Xarxa d'àrea local sense fil (WLAN, Wireless Local Area Network)	La seva cobertura està limitada a un edifici o conjunt d'edificis, dins d'una àrea restringida, i dóna servei a un àrea de treball o departament concret.	L'IEEE defineix una XAL com un "sistema de comunicació de dades que permet a un cert nombre de dispositius independents comunicar-se directament entre ells dins un àrea geogràfica reduïda i fent servir canals físics de comunicació de velocitats moderada o alta".
	Xarxa d'àrea personal sense fil (WPAN, Wireless Personal Area Network)	La tecnologia clàssica per a aquest tipus de xarxes són els infrarojos, però darrerament tota la tecnologia Bluetooth està guanyant un lloc important al mercat. La seva cobertura es limita a uns centímetres i la seva taxa de transferència és baixa.	De fet, el concepte de xarxa personal ha aparegut de manera insistent des que els dispositius sense fil han començat a alçar-se com una alternativa real i competitiva en tots els dispositius convencionals. Formen aquestes xarxes ordinadors portàtils, PDA...



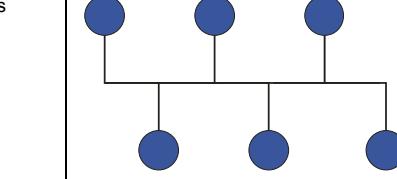
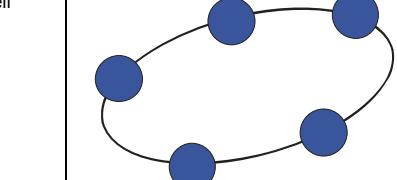
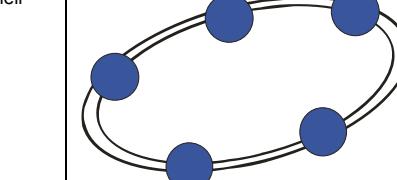
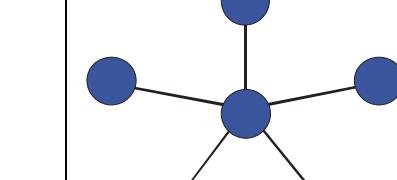
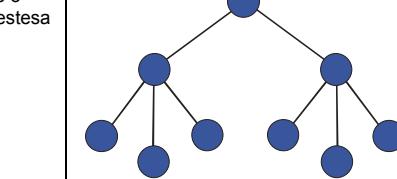
Quan es parla de topologia s'ha de distingir entre la topologia física i la lògica.

La topologia física d'una xarxa determina com estan connectats els equips informàtics, és a dir, la disposició geomètrica de la xarxa.

La topologia lògica, també anomenada *arquitectura de la xarxa*, defineix com es distribueixen els paquets d'informació per la xarxa, és a dir, com circula la informació.

Habitualment les xarxes utilitzen la mateixa estructura en l'àmbit físic i el lògic, però també hi poden haver combinacions de topologies en cadascun d'ells.

## Cablatge estructurat

Topologia	Representació	Avantatges	Inconvenients
Bus		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Va molt bé en xarxes petites.</li> <li>- És la més fàcil d'instal·lar i per aquest motiu la més barata.</li> <li>- Utilitza poc cable en relació amb les altres topologies.</li> <li>- És molt fàcil d'ampliar.</li> <li>- No requereix un armari de cablatge.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'avaría d'un node, punt de connexió d'un equip informàtic, pot afectar tota la xarxa.</li> <li>- La detecció i el diagnòstic d'avaries és difícil.</li> <li>- El trànsit intens en el segment central pot arribar a col·lapsar la xarxa.</li> <li>- Quan s'afegeix una estació i s'obre la xarxa, s'anula el funcionament.</li> </ul>
Anell		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es pot implementar per a distàncies i volums d'informació grans.</li> <li>- És fàcil trobar avaries al cable i als equips, ja que la informació arriba fins al lloc de l'avaría.</li> <li>- L'administració és més senzilla que en la topologia en bus.</li> <li>- No requereix un armari de cablatge.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expandir aquest tipus de xarxa resulta més complicat que en altres tipus d'estructures.</li> <li>- Són xarxes més cares perquè cal connectar totes les estacions a un mateix cable en forma d'anell.</li> </ul>
Doble anell		<ul style="list-style-type: none"> <li>- S'utilitza amb cable de fibra òptica per a velocitats de transmissió elevades.</li> <li>- És molt fàcil localitzar avaries.</li> <li>- És molt fiable perquè la informació circula de forma redundant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- És la més cara d'instal·lació.</li> <li>- Cal instal·lar una gran quantitat de cable.</li> <li>- L'expansió de la xarxa és més complicada que en les altres topologies.</li> </ul>
Estrella		<ul style="list-style-type: none"> <li>- És la topologia que permet trobar les avaries amb més facilitat.</li> <li>- Si l'avaría s'ha produït únicament en un equip, només afecta el funcionament de l'equip.</li> <li>- Les ampliacions són més senzilles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cal la col·locació d'armaris de cablatge i concentradors.</li> <li>- Si l'avaría es produeix en un concentrador, afecta tot el segment de la xarxa que en depén.</li> <li>- Si el concentrador té ocupats tots els ports de connexió i es vol afegir un nou equip informàtic, cal substituir-lo o connectar-ne un altre en cascada. Es pot arribar fins a quatre nivells.</li> <li>- La implementació d'aquest tipus de xarxa és cara, perquè cal col·locar un cable des de cada equip a un element costós, com és el concentrador.</li> </ul>
Arbre o estrella estesa		<ul style="list-style-type: none"> <li>- És la topologia més senzilla d'implementar.</li> <li>- La detecció d'avaries és molt senzilla.</li> <li>- L'ampliació de nodes és molt fàcil de fer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si falla l'estructura troncal de la xarxa, pot fallar tota la xarxa.</li> <li>- Cal la col·locació d'armaris de cablatge.</li> <li>- Si l'avaría es produeix en un concentrador, afecta tot el segment de la xarxa que en depén.</li> <li>- Si el concentrador té ocupats tots els ports de connexió i es vol afegir un nou equip informàtic, cal substituir-lo o connectar-ne un altre en cascada. Es pot arribar fins a quatre nivells.</li> </ul>

## El model OSI

L'ISO, el 1978 va generar la norma ISO-7494, que defineix el model OSI,<sup>37</sup> per respondre a la necessitat de crear i establir normes de comunicacions entre els equipaments d'una xarxa.

Aquest model estableix l'estàndard de comunicació de dades i serveix per a la interoperativitat entre fabricants. Estableix set nivells i especifica els protocols que s'han d'establir a cada nivell.

	Nivell	Característiques	Exemple
7	APLICACIÓ Application Layer	És la finestra que veuen els usuaris i els processos d'aplicacions per accedir als serveis de xarxa. Entre aquestes aplicacions hi ha el programari per a la transferència d'arxius ( <i>file transfer</i> ), accessos a bases de dades i correu electrònic.	Exchange, Outlook Lotus Notes
6	PRESENTACIÓ Presentation Layer	Tradueix les dades rebudes en el format del nivell d'aplicació a un format comú reconegut. En l'equipament receptor la informació es tradueix o transfereix del format comú al format usat en el seu propi nivell d'aplicació.  Administra la seguretat: codificació, descodificació, encriptament, compressió i descompressió, xifratge i desxifratge.	La contrasenya LOGON
5	SESSIÓ Session Layer	Fa que dues aplicacions de dos equipaments diferents estableixin, facin i finalitzin la connexió anomenada sessió.  Estableix regles per poder iniciar i finalitzar la comunicació entre dispositius i pot proporcionar el servei de recuperació d'errors; és a dir, si la comunicació falla i això és detectat, el nivell de sessió pot retransmetre la informació per completar el procés de la comunicació.  En aquest nivell s'executen funcions de reconeixement de noms per al cas de seguretat lligat amb aplicacions que requereixen comunicar-se a través de la xarxa.	SQL Schedule Servei WINS FAT/NTFS
4	TRANSPORT Transport Layer	Assegura la distribució dels missatges en l'ordre que es van emetre, sense pèrdues ni duplicacions. Aquest nivell s'anomena nivell de <i>host-to-host</i> o nivell d' <i>end-to-end</i> .  Pot incloure especificacions dels missatges de <i>broadcast</i> (difusió), els tipus de datagrames, els serveis de correu electrònic, les prioritats dels missatges, la recollida de la informació i la seva administració, la seguretat, el temps de resposta, les estratègies de recuperació en cas d'errada i la segmentació quan el paquet excedeix la capacitat màxima segons el protocol.  Quan rep informació de la capa de xarxa, el nivell de transport verifica que la informació està en l'ordre adient i revisa si hi ha informació duplicada o extraïda. Si la informació rebuda està desordenada, corregeix el problema i transfereix la informació al nivell de sessió, on es donarà un procés addicional.	TCP/UDP, SPX, NetBEUI, SNAP Servei DNS
3	XARXA Network Layer	Determina la ruta del missatge des de l'equipament emissor fins a l'equipament receptor, dependent de les condicions de la xarxa.  Proporciona el direccionalment de missatges i la conversió de les adreces i dels noms lògics (IP) a físics (MAC). Avalua quin és el millor camí que ha de seguir el paquet dependent de les condicions de trànsit de la xarxa, el nivell de serveis, etc. Els problemes de trànsit que controla tenen a veure amb l'encaminament ( <i>routing</i> ), l'intercanvi ( <i>switching</i> ) i el congestionament de paquets a la xarxa.  A la informació procedent de la capa de transport ( <i>Transport Layer</i> ) s'afegeixen components per al seu encaminament a la xarxa i per mantenir un cert nivell en el control d'errors.	IP, IPX, NetBEUI, SNAP
2	ENLLAÇ o dades Data Link Layer	Proporciona la transferència de trames sense errors d'un PC fins a un altre a través del nivell físic.  Agafa els paquets d'informació que rep del nivell de xarxa ( <i>Network Layer</i> ) i els prepara en la forma correcta (trames) per poder enviar-los (transmetre'ls) pel nivell físic.  Passa el mateix quan rep paquets del nivell físic i els ha de posar correctament (trames) per verificar si la informació que està rebent està lliure d'errors, si els paquets vénen en ordre, si no en falta cap..., per poder trametre'ls al nivell de xarxa ( <i>Network Layer</i> ) sense cap errada.	Ethernet (IEEE 802.3) Fast Ethernet ATM RDSI, Frame Relay
1	FÍSIC Physical Layer	Verifica i comprova el camí per on s'envia i es rep la informació no estructurada (zeros i uns). Descriu els volts, factors de temps (per exemple, transmetre 1.200 bits per segon és igual a 833 mseg per bit, s/1.200 bps = 833 ms), definir si la comunicació és en sèrie o en paral·lel, full duplex o half duplex, regles per iniciar i establir la comunicació, així com acabar-la, les interfícies elèctriques, mecàniques, etc.	Cable trenal TP Fibra òptica

<sup>37</sup> Open System Interconnectivity: "interconnexió de sistemes oberts".

## Arquitectura de les xarxes

L'arquitectura de les xarxes fa referència a la forma en què la informació es transfereix i defineix el sistema: com els equips informàtics i els dispositius de la xarxa traslladen la informació pels mitjans de transmissió.

Tots els components d'una xarxa estan dissenyats per treballar amb un tipus específic d'arquitectura, per això totes les arquitectures estan estandarditzades per l'IEEE dins del projecte 802<sup>38</sup> a fi d'assegurar la comunicació entre tots els equips dels diversos fabricants.

El projecte 802 va definir els estàndards de les xarxes per als nivells físic i de dades del model OSI.

## Xarxes d'àrea local més habituals

### Xarxes Ethernet<sup>39</sup>

És la tecnologia que més es fa servir en l'actualitat. És ideal per a indústries i oficines on no és obligatori un temps de resposta determinant.

	Ethernet					Fast Ethernet			Gigabit Ethernet
Especificacions IEEE	IEEE 802.3					IEEE 802.3u			IEEE 802.3ab <sup>40</sup> IEEE 802.3z <sup>41</sup>
Nomenclatura industrial	10Base-5	10Base-2 Thin-Net	10Base-T	10Base -F	10Broad3 6	100Base-T	100Base-F		1000Base-T
Capa MAC									
Capa física	10Base-5	10Base-2 Thin-Net	10Base-T	10Base -F	10Broad3 6	100Base T4	100Base-TX	100Base FX	1000BaseT
Suport o mitjà físic	Coaxial gruixut	Coaxial prim RG-58 A/U	Cable UTP (Cat. 3) Cable STP (Cat. 5)	Fibra òptica		Cable de parells Classes C i D	Cable de parells Classe C	Fibra òptica multimode	Cable de parells Fibra òptica monomode Fibra òptica multimode
Nombre de parells	-	-	4	-		4	2	2 fibres	
Mode de transmissió						Half duplex	Full duplex	Full duplex	Half duplex Full duplex
Velocitat màxima de transmissió	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	1 Gbps
Distància màxima	500 m (1.640 ft)	185 m (607 ft)	100 m (328 ft)	2.000 m	3.600 m	100 m (328 ft)	100 m (328 ft)	412 m (1.351 ft)	100 m 5 km 550 m
Nombre màxim d'estacions de treball	100	30							

Xarxes de tecnologia Ethernet<sup>42</sup>

<sup>38</sup> Denominat 802, atès l'any i el mes en què es va posar en funcionament (febrer de 1980). Vegeu els annexos.

<sup>39</sup> Vegeu els annexos.

<sup>40</sup> Estàndard per a cables de coure de parells trenats balancejats.

<sup>41</sup> Estàndard per a fibra òptica en mode monomode i multimode.

<sup>42</sup> De les xarxes sense fil se'n parla més endavant.

Aquest tipus de xarxes respon a una topologia lògica en bus, i es pot implementar també en topologies físiques en bus i en estrella, gràcies a l'electrònica de xarxa disponible.

El mètode d'accés a la xarxa és el CSMA/CD.

La forma en què les xarxes Ethernet transmeten la informació s'anomena datagrama o trama.

Els components necessaris per a la implementació de l'Ethernet són:

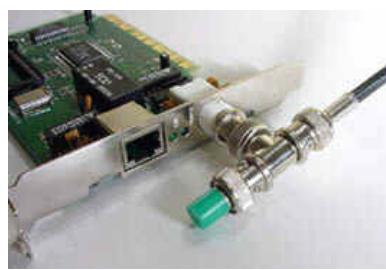
- **Targeta de xarxa.** Adaptador encarregat de fer possible la connexió de l'ordinador a la xarxa del tipus Ethernet. Actualment es poden adquirir targetes de 10 Mbps o bé de 10/100 Mbps. En ambdós casos l'adaptador funciona de dues maneres:

- Espera: tots els nodes llegeixen els paquets de dades que circulen per la xarxa. Si l'adreça física (MAC) del paquet de dades no coincideix amb l'adreça física del node que llegeix el paquet, ignora el paquet, que continua viatjant per la xarxa.

Si contràriament es produeix una concordança, la targeta copia el paquet de dades a l'equip. En el mateix moment que la targeta fa la còpia, el paquet de dades segueix circulant per la xarxa, i altres targetes verifiquen concordancess possibles amb el paquet.

- Transmissió: quan un node vol enviar un paquet, fa una comprovació per determinar si hi ha alguna estació que està transmetent; si no és així, l'executa, i el paquet s'envia a tots els dispositius de la xarxa. En el cas que es produeixi una col·lisió, l'equip genera un temps de postergació aleatori i torna a enviar el paquet.

Això pot produir uns volums de trànsit considerables, per la qual cosa convé col·locar elements, com ara els ponts o els concentradors *switch*, que filtren els paquets i redueixen, així, els segments de transmissió de dades.



Targeta de xarxa connectada a cable coaxial prim amb els connectors i terminador típics BNC.

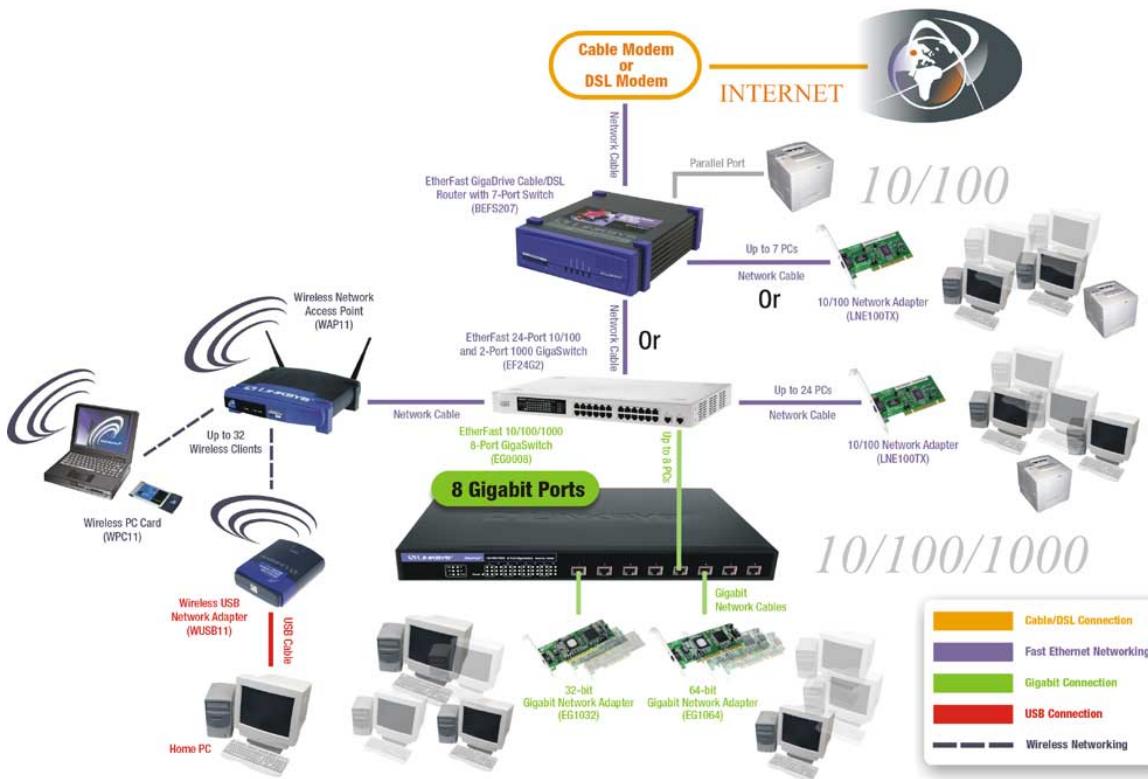


Targeta de xarxa connectada a cable UTP amb el connector típic RJ45.

- **Concentradors.** Els més utilitzats són:

- **Concentrador hub:** també s'anomena repetidor de port múltiple i és l'element que, de forma passiva, duu a terme la repetició del senyal i així fa possible incrementar les distàncies de transmissió.

- **Concentrador switch:** pont de port múltiple. Aquest element fa el mateix que el concentrador *hub*, però a l'hora de reenviar les dades decideix per quina porta s'han d'enviar i així es redueix el trànsit d'informació i, per tant, els dominis de col·lisió.
- **Cablatge:** el tipus de cable més utilitzat en aquestes instal·lacions és el de parells trenats de categoria 5. En aquest tipus de xarxa es poden arribar a formar fins a quatre segments de xarxa que, amb un cable de parells trenats de categoria 5, poden cobrir distàncies de transmissió d'un radi de quatre-cents metres.
- **Connectors:** el tipus de connector utilitzat en aquestes instal·lacions està condicionat pel tipus de cable utilitzat. El més habitual és l'RJ45.



Broadband/Wireless/Fast Ethernet/Gigabit Networking Diagram

### Xarxa Token-Ring

Va ser desenvolupada per IBM cap a l'any 1984. El mètode de transport de la xarxa en anell de testimoni està definit per l'estàndard IEEE 802.5 i fa servir com a codi de transmissió la codificació Manchester. És una tecnologia de transport que utilitza la topologia en estrella però amb la lògica de transmissió de la topologia en anell, de manera que tots els concentradors de la xarxa es connecten formant un anell i l'estrella està formada pels equips connectats als concentradors.

Les xarxes Token-Ring són determinants, no probables.

La transmissió de dades es duu a terme amb l'ús d'un testimoni (token), que és una formació predeterminada de bits que qualsevol equip de la xarxa ha de

recollir per a la transmissió, de manera que únicament un equip pot utilitzar la xarxa en un mateix moment.

Els components necessaris per a la implementació d'una xarxa en anell de testimoni són:

- **Targeta de xarxa:** adaptador encarregat de fer possible la connexió de l'ordinador a la xarxa en anell de testimoni. Té tres formes de funcionament en relació amb el pas del testimoni per la xarxa:
  - Repetició: quan arriba el testimoni, el llegeix i el passa al node següent.
  - Transmissió: quan l'equip vol transmetre informació, llegeix el testimoni que circula per la xarxa fins que està lliure i, quan recupera el testimoni lliure, col·loca el senyal d'ocupat i envia les dades.
  - Còpia: quan arriba un testimoni dirigit a un node, el node receptor el copia i envia el testimoni a la xarxa amb la indicació que la informació ha arribat a la destinació i s'ha llegit de forma correcta. El node que ha originat la transmissió ho llegeix i, si no ha d'enviar més informació, deixa anar el testimoni amb el senyal de testimoni buit.
- **Concentradors:** el més utilitzat és l'anomenat **concentrador MAU**, unitat d'accés d'estació múltiple (*Multistation Acces Unit*). És un tipus de concentrador especial per a aquesta mena de xarxes, que assegura que els paquets de dades subministrats pels equips informàtics siguin transmesos a l'anell de concentradors. Habitualment una unitat MAU té deu ports: vuit per a la connexió dels equips informàtics i dos per a la connexió de l'entrada i la sortida de l'anell.
- **Cablatge:** el tipus de cable que utilitzen aquestes xarxes és de la casa IBM, de la categoria 1 a la 9. Per exemple, el tipus 1 és cable de STP, el tipus 3 és el cable d'UTP i el tipus 9 és un parell de fils apantallats.
- **Connectors:** s'utilitzen diversos tipus de connectors que estan relacionats amb el tipus de cable de la instal·lació. Hi ha connectors de dades per als cables 1 i 2, passant per l'ús d'un connector RJ-11 o RJ45 per al cable d'UTP de tipus 3.

La velocitat de transmissió d'aquesta arquitectura és des de 4 Mbps per a cables sense apantallament fins als 16 Mbps amb cable apantallat.

Dotze és el nombre màxim de concentradors MAU que es poden connectar i podeu tenir segments de xarxa des de cent fins a tres-cents metres.

### **Xarxes FDDI**

L'FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) o interfície de dades distribuïda per fibra, va ser dissenyada per a xarxes d'alta velocitat de fibra òptica cap a la meitat

dels anys vuitanta. Aquest estàndard va ser definit pel comitè X3T9.5, que està reconegut per l'Institut Nacional Americà d'Estàndards (ANSI). Les velocitats de transmissió arriben fins a 100 Mbps i utilitz a el mètode de pas de testimoni temporalitzat en anell. Els avantatges principals de l'FDDI són la distància, la seguretat i la velocitat.

La transmissió de dades es duu a terme amb l'ús d'un testimoni, anàlogament a la tecnologia de xarxa en anell de testimoni 802.5 IEEE, la diferència és l'ús d'un testimoni temporalitzat. És a dir, que quan una estació vol transmetre un paquet de dades ha de recollir el testimoni; llavors l'estació pot enviar tants paquets com vulgui fins que consumeixi el temps predeterminat d'utilització del testimoni. Quan no s'han de transmetre més dades o s'ha acabat el temps d'ús del testimoni, l'estació deixa el testimoni.

La transmissió de dades és redundant per l'ús d'un anell doble. Un dels anells és el cable principal i s'utilitza per transmetre les dades, mentre que l'altre anell proporciona un camí de reserva per a la transmissió de les dades en cas d'avaría en l'anell principal. Això es produeix automàticament i gràcies a la circulació de les dades en el segon anell en direcció contrària a la del primer anell. Si l'avaría és en l'anell principal, l'arquitectura lògica del doble anell els uneix per la zona de ruptura, fet que tanca el circuit i forma un anell simple.

Els components necessaris per a la implementació d'una xarxa FDDI són:

- **Targeta de xarxa:** targeta especial per a xarxes d'FDDI amb la possibilitat de connexió del cable de fibra òptica.
- **Concentradors:** tecnologia que utilitza uns concentradors que són els equips que formen la xarxa en doble anell i tanquen una connexió lògica en cas d'avaría. Els equips informàtics de la xarxa estan connectats a aquests concentradors mitjançant dos cables per fer possible l'entrada i la sortida de les dades des de l'equip. Els elements de connexió de la xarxa són especials pel cable de fibra òptica que sol incorporar aquesta tecnologia.
- **Cablatge:** el cable utilitzat en aquest tipus d'instal·lacions és la fibra òptica multimode, d'ús habitual en petites distàncies de transmissió.
- **Connectors:** el connector utilitzat en aquesta xarxa és el connector de fibra òptica.

Per les característiques de velocitat de transmissió i de fiabilitat altes, s'utilitza aquest tipus de xarxa en els llocs que es requereixen aquests aspectes; d'altra banda, és una xarxa cara d'instal·lar.

## Xarxes d'àrea local de tecnologia actual

### 100VG-Any-LAN

Aquesta tecnologia està definida per l'estàndard IEEE 802.12.

Les seves característiques són:

- Gestió de trames Ethernet
- Velocitat de 100 Mbps
- Diàmetre màxim de la xarxa: 2.000 m
- Suport: parell trenat balancejat (apantallat i sense apantallar) en enllaços de classes C i D

### **ATM<sup>43</sup>**

Les seves característiques són:

- Tecnologia que admet veu i dades en un format de paquets. Aquests paquets són d'una llargada fixa i reduïda i s'anomenen cel·les.
- Velocitat de transmissió: 155 Mbps. També hi ha un estàndard ATM a 622 Mbps.
- Facilitat d'integració d'aplicacions a sobre d'un únic protocol que permet les que requereixen sincronisme (veu i imatge).

### **Commutació LAN (*Switched LAN*) de nivell 2**

Un equipament commutador o *switch* estableix una discriminació per adreces MAC dins d'una mateixa LAN. Així es pot segmentar la xarxa de manera que uns segments no “veuen” els altres.

Les LAN commutades estan tenint un gran èxit gràcies a aquestes característiques, i compten amb implementacions disponibles per a Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, FDDI i Token Ring (sobretot les tres primeres).

### **Commutació LAN de nivell 3 (nivell de xarxa)**

Té tots els avantatges de la commutació de nivell 2 i addicionalment realitza funcions d'encaminament de paquets.

### **Commutació LAN de nivell 4 (nivell de transport) i superiors**

Aquest commutador inspecciona el segment a nivell 4 per cercar informació de l'aplicació que va crear el paquet per permetre el filtratge i la priorització de paquets segons les polítiques establertes per l'usuari.

---

<sup>43</sup> *Asynchronous Transfer Mode*: “mode de transferència asíncrona”.

### WLAN<sup>44</sup>

L'estàndard IEEE 802.11 especifica la capa física, la capa de control d'accés al mitjà (MAC) i l'arquitectura bàsica de les xarxes sense fil.

---

<sup>44</sup> *Wireless LAN*: xarxes sense fil.

# Xarxes sense fil

## Introducció

La idea de mobilitat que va començar a popularitzar l'ús de la telefonia mòbil ha calat tant en la nostra manera de viure que estar sempre comunicables en temps i espai ha esdevingut una necessitat. Des de fa un temps relativament proper, s'està vivint una situació que pot significar una autèntica revolució en l'ús de les tecnologies de la informació: el disseny de noves tecnologies sense fil i les xarxes sense fil. Es comença a pensar que arribaran a tenir un impacte tan gran com el que va suposar la popularització de l'ús d'Internet.

Aquesta tecnologia canviarà la manera de fer servir les TIC i generarà costums nous en l'ús de la informació, ja que estarà a l'abast de tothom, en qualsevol lloc. A més dels avantatges infraestructurals, es guanyarà en la circulació de la informació, ja que qualsevol de nosaltres es pot convertir, en incorporar-se a aquestes xarxes sense fil, en un nus d'una possible xarxa paral·lela a Internet, en la qual de manera gratuïta, sense dependre d'un proveïdor de servei, ens convertirem en punt d'origen i punt de destinació de la informació, independentment del lloc en el qual ens trobem.

## Què és una xarxa local sense fil?

Una xarxa local sense fil (WLAN) és un sistema de comunicació de dades *flexible, sense fils*, implementat com una extensió o una alternativa d'una xarxa cablada estàndard dins un edifici. Les LAN cablades –de les quals s'ha parlat fins ara– i les WLAN són productes complementaris més que productes que competeixen.



Les WLAN es pot dir que són una extensió de les LAN, ja que permeten l'intercanvi d'informació entre els diferents mitjans d'una manera transparent a l'usuari/ària. Així, l'objectiu fonamental de les xarxes sense fil és el de proporcionar les facilitats no disponibles en un sistema de cablatge convencional i formar una xarxa total on coexisteixin dos tipus de sistemes.

Aquest fet proporciona a l'usuari/ària una gran *mobilitat sense perdre connectivitat*.

L'atractiu fonamental d'aquest tipus de xarxa és la seva *facilitat d'instal·lació* i l'*estalvi* que suposa la supressió del mitjà de transmissió: el cable.

Les xarxes sense fil són la solució per arribar a llocs on no podrien accedir amb una instal·lació estàndard de cable convencional.

El progressiu *abaratiment* del material sense fil també és ara ja una realitat i suposa un factor molt important en el creixement de vendes i la implantació d'aquesta tecnologia. Fa uns anys suposava una dificultat important en el moment de fer una planificació i un estudi econòmic total de la instal·lació; avui, amb uns coneixements tècnics bàsics i una inversió econòmica no gaire elevada, es pot muntar una instal·lació bàsica, funcional i útil.

## Àmbit d'aplicació

Normalment avui les aplicacions més típiques de les xarxes d'àrea local sense fil que es poden trobar són les següents:

- Implementació de xarxes d'àrea local en edificis històrics, on les condicions de l'edifici, la seva estructura, l'accés, la conservació, etc., fan inviable una instal·lació amb cablatge convencional. Per exemple, un institut d'ensenyament secundari que ocupa un edifici històric.
- Reconfiguració d'una xarxa sense afegir costos addicionals, fent realitat la flexibilitat característica de qualsevol entorn de xarxa. Seguint amb l'exemple de l'IES, es vol arribar a poder connectar-se des del laboratori de biologia que no s'havia cablat prèviament i no es volen fer obres.
- Xarxes locals congestionades per una estructura de cablatge preexistent saturada.
- Xarxes en les quals la mobilitat és un factor molt important: hospitals, fàbriques, magatzems...
- Generació de grups de treball eventuals i reunions en línia d'igual a igual, *peer to peer*. Per exemple, els professors de diferents instituts que han anat a una sessió de formació i volen compartir informació.
- En ambient industrials amb condicions ambientals severes es poden interconnectar màquines o dispositius: observar, per exemple, en vídeo, en

temps real, situats a l'edifici administratiu, a centenars de metres del moll, com atraca un petrolíer, seguint les indicacions del pràctic de port.

- Interconnexió de xarxes situades en llocs separats. Per exemple, la connexió entre dues xarxes situades en edificis diferents. Dos edificis del mateix IES separats pel pati.

## Aspectes tecnològics

Ja s'ha dit que la ràdio va ser l'avenç tecnològic bàsic per a la concepció de les xarxes sense fil. Així, cal aclarir conceptes bàsics quan es parla de ràdio, com ara: camp electromagnètic, espectre electromagnètic, modulació...

### Els camps electromagnètics

Els camps elèctrics i magnètics es generen quan es transfereix energia elèctrica d'un punt a un altre.

James Clerk Maxwell va descobrir que quan un camp elèctric experimenta un canvi ràpid, s'emeten ones magnètiques a través de l'espai de forma semblant a com es generen onades quan es llança una pedra a l'aigua. A més, també va calcular que aquestes ones es movien a la velocitat de la llum.

Així, és el canvi d'energia el que permet el fenomen del magnetisme i, com a conseqüència, la propagació de freqüències de radiodifusió. Per tant, per transmetre informació d'un punt a un altre, l'energia ha de canviar, ja sigui en amplitud o en freqüència. L'amplitud és la magnitud de la força d'una ona, mentre que la freqüència és el ritme en què una ona sencera traspassa un punt determinat a l'espai.

### L'espectre electromagnètic

L'espectre electromagnètic té un abast considerable i la porció que se'n fa servir per als sistemes sense fil comercials és un subconjunt petit.

Classificació de les diferents franges de l'espectre electromagnètic:

Regió de l'espectre	Interval de freqüències (Hz)
Radiomicroones	$0 \cdot 3 \cdot 10^{12}$
Infraroig	$3 \cdot 0 \cdot 10^{12} \text{--} 4 \cdot 6 \cdot 10^{14}$
Llum visible	$4 \cdot 6 \cdot 10^{14} \text{--} 7 \cdot 5 \cdot 10^{14}$
Ultravioleta	$7 \cdot 5 \cdot 10^{14} \text{--} 6 \cdot 0 \cdot 10^{16}$
Raigs X	$6 \cdot 0 \cdot 10^{16} \text{--} 1 \cdot 0 \cdot 10^{20}$
Radiació gamma	$1 \cdot 0 \cdot 10^{20} \text{--} \dots$

Font: Leonberger. *Revealing the small range of radio-microwave frequencies*. Phys. Educ. Vol. 37. Setembre 2002, p. 425-427.

- *Les ones de radiofreqüència RF.* Van de 0 a  $10^9$  Hz. Es fan servir en els sistemes de ràdio i TV. Es generen mitjançant circuits oscil·lants. Les ones

RF són especialment útils, ja que penetren els núvols, la boira i les parets. Les RF es divideixen normalment en dues regions: la regió denominada AM comprèn l'interval de 530 kHz a 1.600 kHz, i la regió denominada FM, de 88 MHz a 108 MHz.

- *Les microones.* Es fan servir en el radar i altres sistemes de comunicació, així com en l'anàlisi de detalls molt precisos de l'estructura atòmica i molecular. Es generen mitjançant dispositius electrònics.
- *La radiació infraroja.* Se subdivideix en tres regions: infraroig llunyà, mitjà i proper. Els cossos calents produueixen radiació infraroja i tenen moltes aplicacions en la indústria, medicina, astronomia, etc.
- *La llum visible.* És una regió molt estreta, però la més important, ja que la nostra retina és sensible a les radiacions d'aquestes freqüències. Se subdivideix en sis intervals que defineixen els colors bàsics: vermell, taronja, groc, verd, blau i violeta.
- *Radiació ultravioleta.* Els àtoms i molècules sotmesos a descàrregues elèctriques produueixen aquest tipus de radiació. És el component fonamental de la radiació solar i és absorbida en gran part per la capa d'ozó.
- *Raigs X.* Si s'acceleren electrons i després es fan topar contra una placa metàl·lica la radiació de frenada produeix raigs X. Es fan servir en medicina.
- *Raigs gamma.* Es produueixen en els processos nuclears.

## Modulació

És la tècnica de convertir els bits en quelcom que es transmet a través de la freqüència portadora de l'ona i a través de l'aire. L'objectiu final dels sistemes RF és transportar informació –ones d'energia modulada.

La tecnologia emprada es fonamenta en mecanismes desenvolupats per l'exèrcit, per assolir comunicacions fiables, tot relegant amplada de banda a favor d'aquesta fiabilitat. Aquesta tecnologia és coneguda com a SS o *espectre estès* i es pot portar a terme seguint dos mecanismes diferents:

- *FHSS (espectre estès de salt de freqüències):* en aquest sistema l'emissor va saltant de freqüència en un patró que el receptor coneix. Amb una correcta sincronització, es pot mantenir un sol canal lògic.
- *DSSS (espectre estès de seqüència directa):* es genera un patró redundant per cada bit que s'ha de transmetre, anomenat *xip*, de manera que en cas de pèrdua d'informació aquesta pugui ser recuperada; amb això s'aconsegueix que sigui més resistent a qualsevol interferència.

Aquestes dues tecnologies no són compatibles i, per tant, cal estudiar per a cada cas concret quin emissor/receptor és més convenient. En termes generals, els

aparells basats en l'FHSS són més barats i consumeixen menys, però també tenen una zona d'abast menor que els de DSSS i estan més limitats en l'amplada de banda que poden oferir.

## Topologies i configuracions

Bàsicament es poden estructurar seguint dos modes: *ad hoc* i infraestructura.

### Mode *ad hoc* o *peer-to-peer* (d'igual a igual)



També conegut com a *Independent Basic Service Set* (IBSS). Cada màquina o dispositiu es pot comunicar directament amb la resta, però només amb les que estiguin dins la seva zona d'abast i tinguin el mateix identificador de servei bàsic (BSSID, *Basic Service Set Identifier*). El requisit fonamental és el rang de cobertura del senyal.

Igual que en les xarxes Ethernet amb fil o convencionals, en les quals es comparteix el mitjà –el cable–, es poden fer diferents “converses” simultàniament entre diferents *hosts*, en el cas de les WLAN, el mitjà –l'aire– disposa d'un únic identificador per a cadascuna d'aquestes “converses”: és una adreça MAC. Aquesta adreça MAC és generada per la targeta de xarxa sense fil que “crea la conversa” i és un identificador MAC generat de manera aleatòria.

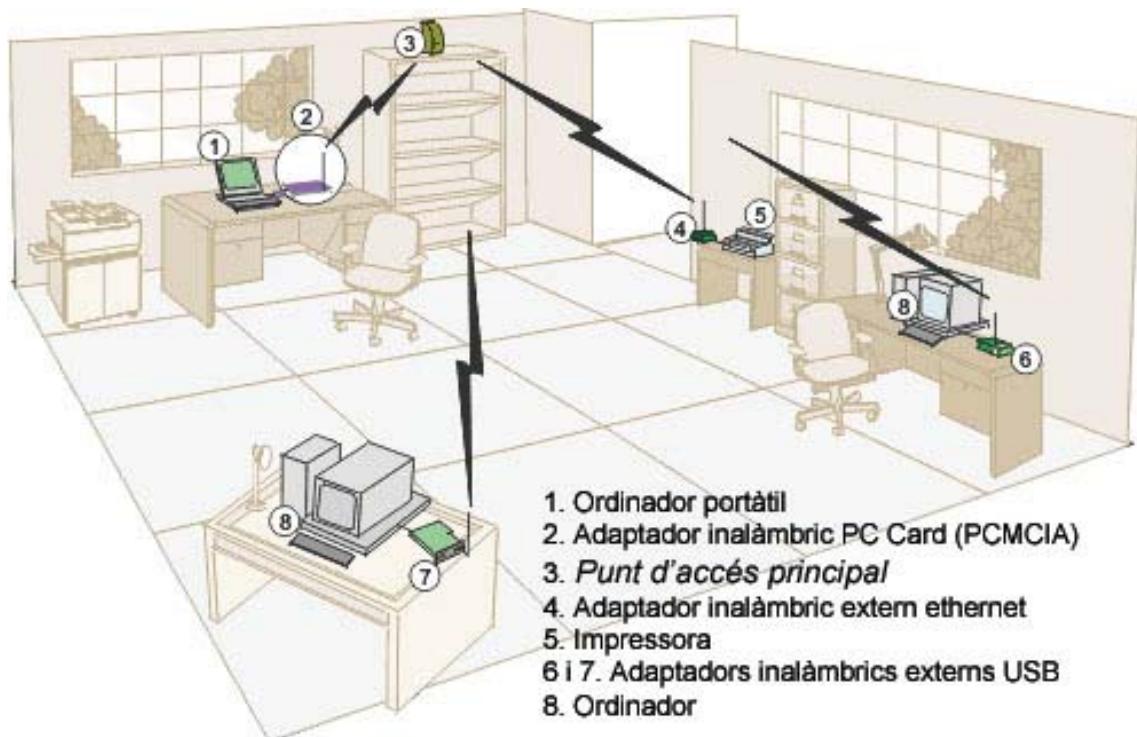
Quan un adaptador sense fil entra en activitat, primer entra en un estat “d'escolta”, i cerca en tots els canals alguna conversa activa. Si troba alguna conversa, ho indica a l'usuari al qual es vol connectar. Si, per contra, no es pot connectar perquè no troba “conversa”, aleshores passa a “crear la conversa”, perquè altres equipaments s'hi puguin connectar.

Aquestes configuracions són molt senzilles d'implementar i no cal cap tipus de gestió administrativa de la xarxa. El símil que es podria posar comparant aquesta estructura amb una xarxa amb fil és que seria similar a dos ordinadors connectats amb un cable creuat RJ45.

### Mode d'infraestructura



També conegut com a *Basic Service Set* (BSS). Aquesta configuració fa servir el concepte de *cel·la*. Una cel·la és l'àrea en què un senyal radioelèctric és efectiu. Així, amb la combinació de més d'una cel·la es poden cobrir àrees extenses. L'estrategia per poder cobrir més àrea, amb l'establiment de més cel·les, és instal·lar AP o punts d'accés als quals cada component de la xarxa sense fil envia la informació que vol transmetre, i aquest s'encarrega de distribuir-la a tots els components de la xarxa.

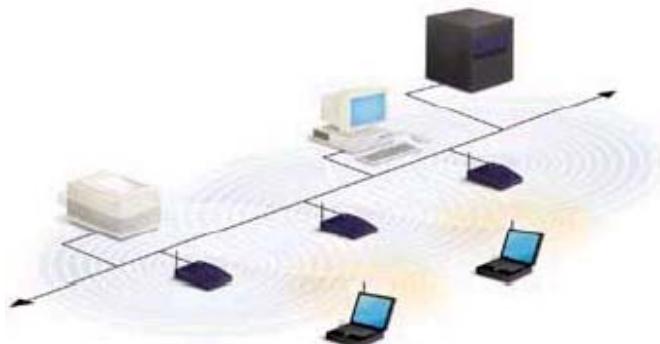


Posant el símil de les xarxes amb fil en les quals es disposa d'un *hub* o *switch* que posa en contacte els diferents *hosts*, ara, en les xarxes sense fil en mode d'infraestructura, els punts d'accés són els responsables de "crear la conversa", a fi que tothom que es troba dins l'àrea de cobertura es pugui connectar. La MAC que identifica la conversa és ara la del punt d'accés i és una adreça real i fixa, no generada aleatoriament, com en el cas del mode *ad hoc*.

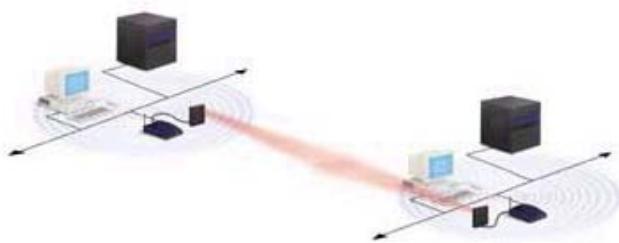
Els punts d'accés actuen com a repetidors i, per tant, són capaços de doblar l'abast d'una xarxa sense fil, ja que ara la distància màxima permesa ja no és entre estacions, sinó entre una estació i un punt d'accés.

L'estructura bàsica consisteix en un punt d'accés connectat a la xarxa amb fil i una o diverses estacions sense fil. Un *Extended Service Set* (ESS) és una configuració de dos o més BSS formant una subxarxa.

Aquesta tècnica augmenta les possibilitats de la xarxa, ja que l'ús de diferents cel·les permet fer possible que els terminals es belluguin sense perdre cobertura ni tenir talls en la seva connexió (*roaming*).



## Altres configuracions: interconnexió de xarxes



Casos i tot és possible configurar el sistema de manera que un punt d'accés *B* pugui fer de repetidor o mitjancer del senyal, i possiblitz la connexió d'una cel·la *A* amb una cel·la *C*.

Les possibilitats de les xarxes sense fil augmenten gràcies a la connexió amb altres xarxes cablades. Amb l'ús d'antenes és possible connectar dues xarxes separades per centenars de metres, com ara dues xarxes de dos edificis diferents, en què els punts d'accés actuen com a pont. En alguns

## Estàndards sense fil

Com en el cas de les xarxes amb cables, els estàndards per a tecnologies de xarxes sense fil han estat especificats per l'IEEE.<sup>45</sup>

Actualment hi ha tres estàndards al mercat que han creat una mica de confusió pel que fa als estàndards de les WLAN. Aquests tres estàndards són:

- HomeRF
- Bluetooth
- 802.11

	HomeRF	Bluetooth	802.11
Capa física	FHSS	FHSS	FHSS, DSSS
Salts de freqüència	50 salts s	1.600 salts/s	2,5 salts/s
Potència de transmissió màxima	100 mW	100 mW	800 mW
Velocitat de dades	1 Mbps	1 Mbps	1 Mbps
Nombre màxim de dispositius	Fins a 127	Fins a 26	Fins a 256
Rang	150 peus (45 m)	30 peus (10 m)	400 peus en exteriors (122 m), 1.000 peus (305 m)
Cost	Cost intermit	El menys costós	El més costós
Mida física	Mida intermèdia	El més petit	El més gros
Abast exterior a la llar	No	No	Sí



### HomeRF

L'estàndard HomeRF té el seu origen en el telèfon sense fill digital millorat.<sup>46</sup>

<sup>45</sup> L'any 1991, un seguit d'empreses del sector, fabricants i competidors, com Telson, NCR, Proxim Technology i Symbol Technologies, van fer la demanda a l'IEEE perquè definís un estàndard interoperable per a les xarxes sense fil.

<sup>46</sup> Digital Enhanced Cordless Telephone, DECT.

La tecnologia HomeRF, basada en el protocol d'accés compartit (*Shared Wireless Access Protocol*, SWAP), encamina els seus passos cap a la connectivitat sense cables dins de la llar i el mercat residencial. Els principals promotores d'aquests sistemes s'agrupen entorn del consorci que porta el seu mateix nom, HomeRF, tenint Proxim, una filial d'Intel, com el membre que més esforços està fent per a la seva implantació.

Igual que WECA o Bluetooth SIG, el grup de treball HomeRF<sup>47</sup> és un grup de companyies encarregades de proporcionar i establir un cert ordre en aquest oceà tecnològic, i obliguen a fer que els productes fabricats per les empreses integrants d'aquest grup tinguin una plena interoperativitat.

L'especificació SWAP defineix una interfície sense fil nova i comuna que està dissenyada per poder suportar tant el trànsit de veu com els serveis de dades en xarxes LAN dins dels entorns domèstics, i interoperar amb les xarxes públiques de telefonia i Internet. Aquesta nova normativa ha estat definida per assegurar la interoperativitat d'una nombrosa quantitat de productes amb capacitats de comunicació sense fil que es desenvolupen per a ordinadors de mercat domèstic. Aquesta especificació permet que els ordinadors, perifèrics, telèfons i electrodomèstics puguin comunicar-se amb altres dispositius semblants sense l'obligada presència dels molests cables d'interconnexió.



La base radioelèctrica d'aquest protocol opera en la banda ICM dels 2,4 GHz, però combina elements dels estàndards DECT i IEEE 802.11.

Així mateix, l'arquitectura del protocol s'assembla prou a les especificacions que per a les xarxes sense fil tenen el protocol IEEE 802.11 en la seva capa física i, a més, estén la capa MAC (Mèdium Access Control) amb l'addició d'un subconjunt d'estàndards DECT per proporcionar els serveis de veu. Com a resultat, la capa MAC pot suportar indistintament serveis orientats a dades tals com TCP/IP, i protocols de veu com DECT/GAP.

L'especificació SWAP proporciona les bases per a un extens camp de noves aplicacions de xarxes domèstiques. Principalment, la implantació d'una xarxa sense fil dins de cada llar particular farà possible que els diferents usuaris puguin compartir veu i dades entre ordinadors, perifèrics, telèfons sense fil, i els nous dispositius portàtils com PDA. Igualment, l'accés centralitzat del qual es disposa actualment passarà a ser sense fils i des de qualsevol part de la casa i els seus voltants per mitjà de l'ús de qualsevol dels dispositius que suporten aquesta capacitat. Finsi totes podrà implementar una gestió automàtica de desviació de les trucades entrants cap als diferents dispositius com telèfons sense fil, faxos, o contestadors automàtics segons les necessitats de cada membre de la unitat familiar.

---

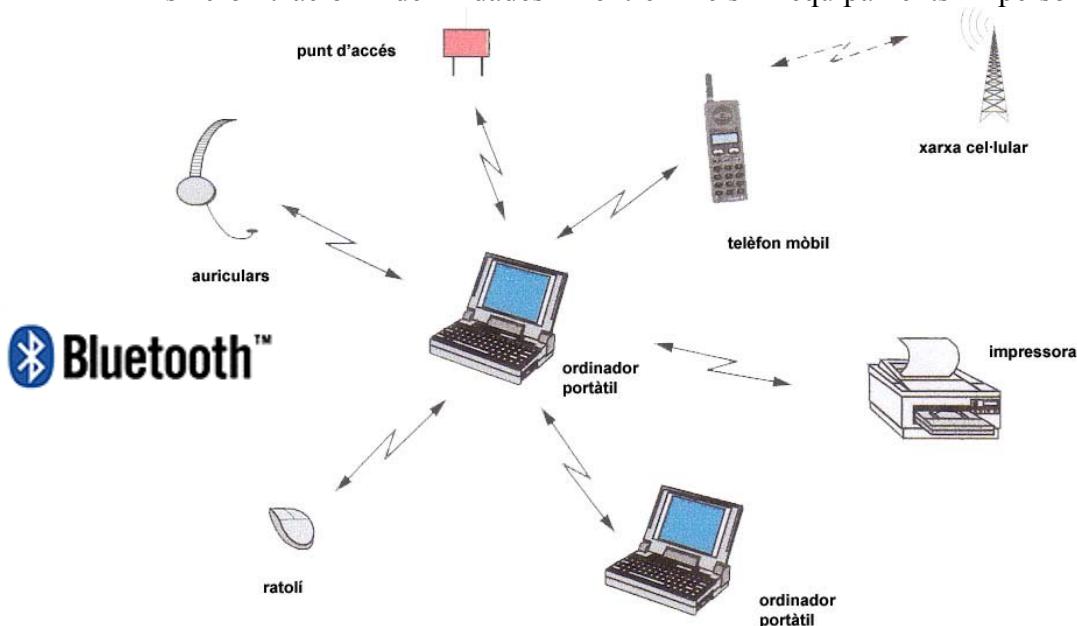
<sup>47</sup> HomeRF Working Group (HRFWG).

## Bluetooth

Aquesta tecnologia inclou maquinari, programari i requeriments d'interoperabilitat, raons per les quals en el seu desenvolupament van participar empreses líders en el sector de les telecomunicacions i la informàtica, com ara 3Com, Ericsson,<sup>48</sup> IBM, Intel, Lucent, Microsoft, Motorola, Nokia, Toshiba i d'altres.<sup>49</sup> Es preveu que aquest nombrós grup de fabricants sigui incrementat per la participació de sectors tan importants com l'automatització industrial, maquinària, oci i entreteniment, fabricants de joguines, electrodomèstics, etc.

Aquest estàndard vol aconseguir bàsicament tres objectius:

1. Facilitar les comunicacions entre equipaments mòbils i fixos: ordinadors portàtils amb telèfons cel·lulars, PDA amb ordinadors portàtils i telèfons cel·lulars, a més d'altres dispositius similars.
2. Eliminar cables i connectors entre aquests equipaments.
3. Oferir la possibilitat de crear petites xarxes sense fil i facilitar la sincronització de dades entre els equipaments personals.



Bluetooth no competeix directament amb l'estàndard 802.11 i d'una manera superficial amb HomeRF. Hi ha dues raons fonamentals que ho justifiquen:

<sup>48</sup> Bluetooth, traduït literalment per “dent blava”, fa referència a un rei viking, Harald II de Dinamarca i després de Noruega, conegut amb aquest sobrenom. La semblança es deriva del fet que, igual que el rei va ser capaç d'unificar diferents regnes nòrdics, aquesta tecnologia pot establir la convergència de dispositius diferents a sota d'una especificació global. La companyia promotora d'aquesta tecnologia, Ericsson, és una empresa líder en el mercat de les telecomunicacions als països nòrdics.

<sup>49</sup> Totes aquestes empreses integren el grup d'interès especial o Bluetooth SIG –Special Interest Group. Actualment, aquest grup està integrat per més de 2.000 fabricants de tot el món.

- Bluetooth té com a objectiu ser un estàndard amb un rang nominal d'aproximadament 1 i 3 metres. Està orientada a allò que és coneix com a POS o espai de funcionament personal.<sup>50</sup>
- Està relativament limitat en la seva velocitat. Només aconsegueix una velocitat d'1,5 Mbps –aproximadament una dècima part de l'aconseguida amb l'estàndard 8092.11b, i només una petita part de les que ofereixen els estàndards 802.11a i 802.11g.

Tot i així, l'estàndard Bluetooth té dos punts importants que s'han de considerar:

- *Mida.* El factor de la mida que ofereix Bluetooth el permet connectar-se en rellotges de mà, PDA i altres dispositius electrònics petits en els quals la mida és un criteri de disseny fonamental.
- *Estalvi d'energia.* Utilitza un corrent de 30 mA. És una quantitat d'energia molt petita, una fracció de l'energia que fa servir un rellotge de mà. Aquest factor és molt important en la indústria que crea dispositius, com ara auriculars sense fil, i es basa en la quantitat d'energia requerida per al seu funcionament en un cicle de treball significatiu.



Dispositius Bluetooth. Els dos primers són dos adaptadors sense fil USB, tipus *pend-drive*, i el tercer és un punt d'accés.

Les característiques de Bluetooth són les següents:

- Utilitza la banda de freqüència de 2,4 GHz –sense llicència.
- El rang de transmissió de dades és de fins a 1 Mbps.
- Fa servir un salt de freqüència molt ràpid. Això redueix de manera considerable les interferències amb d'altres dispositius i millora la transmissió en entorns sorollosos.
- Potència de transmissió de fins a 100 mW.
- Distància nominal d'enllaç: des de 10 cm fins a 10 metres. Es pot arribar als 100 metres si s'augmenta suficientment la potència.
- Omnidireccional i capaç de travessar parets –no cal una visió directa entre dispositius.

---

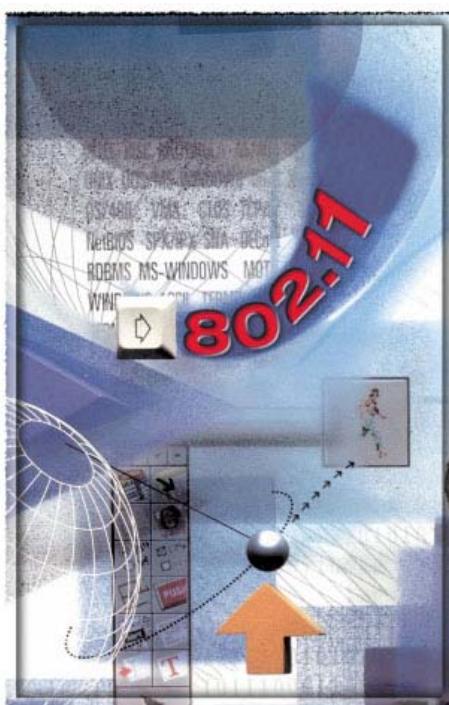
<sup>50</sup> Personal Operating Space, POS.

- Incorpora mecanismes de seguretat.

Dins Bluetooth es parla de dos nivells de funcionament:

- La *picoxarxa*,<sup>51</sup> que es forma quan un grup de fins a vuit dispositius, que es poden anar afegint de manera aleatòria, es connecten entre ells. Aquestes connexions poden ser d'entitat *-peer to peer-* o bé establir-ne un que funciona com a mestre i la resta com a esclaus. D'aquesta manera, en una *piconet* hi pot arribar a haver un màxim d'1 mestre i 7 esclaus.
- La *xarxa dispersa*,<sup>52</sup> que es forma quan diferents picoxarxes, independents, es connecten entre elles establint uns criteris de connexió semblants a la picoxarxa.

Exemples d'aplicació de tecnologia Bluetooth			
A casa	En moviment	Oci	Treball
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sincronització de les dades del PDA amb l'ordinador de casa</li> <li>- Telefonia mòbil Bluetooth que permet fer altres feines mentre s'està connectat via sense fil</li> <li>- Teclat i ratolí sense fil</li> <li>- Fotografia digital, vídeo digital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De camí a casa, a la feina, o bé en un aeroport, estació de tren, etc.</li> <li>- Automòbil (mans lliures facilita la conducció)</li> <li>- Accés immediat a Internet des de qualsevol lloc. N'hi ha prou amb connectar un GPS al PDA, ordinador portàtil, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jocs</li> <li>- Música (auriculars sense fil)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sincronització de les dades del PDA amb l'ordinador de la feina</li> <li>- Teclat i ratolí senes fil</li> <li>- Impressores que permeten imprimir en qualsevol lloc</li> <li>- Accés immediat a Internet des de qualsevol lloc. N'hi ha prou amb connectar un GPS al PDA, ordinador portàtil, etc.</li> </ul>



## IEEE802.11

### Ratificació

El mes de juny de 1997, l'IEEE va ratificar l'estàndard 802.11, en el qual s'especificava tota la tecnologia sense fil emergent que consistia en la transmissió de dades per ones de ràdio, en la banda de freqüència de 2,4 GHz, i ones infraroques.

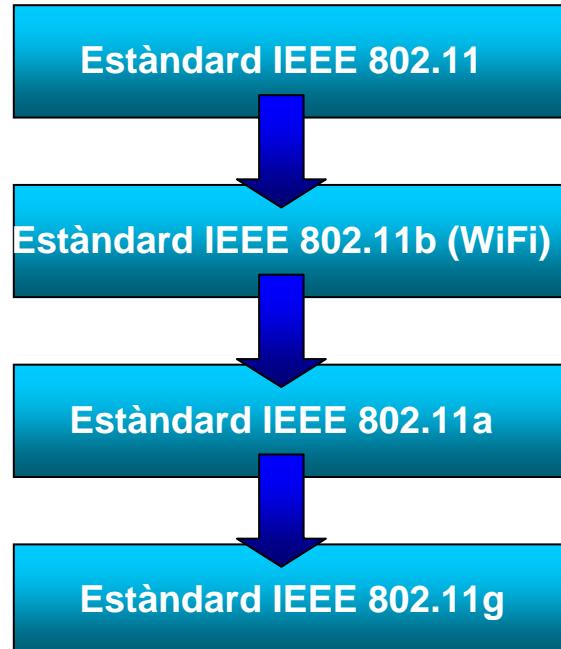
En l'actualitat, hi ha tres tipus de productes RF d'alta velocitat que cobreixen les especificacions 802.11, d'acord amb la ratificació de l'IEEE. Aquests són 802.11b, 802.11a i 802.11g.<sup>53</sup> Les

<sup>51</sup> Originàriament, seguint la terminologia del Bluetooth SIG, seria una *piconet*.

<sup>52</sup> Scatternet.

<sup>53</sup> El pas de l'especificació b a la g, no vol dir que no s'hagin creat els grups de treball corresponents a les especificacions c, d i e. El que passa és que els resultats dels seus treballs senzillament no s'han publicat i han servit de transició de l'estàndard 802.11b a l'estàndard 802.11g.

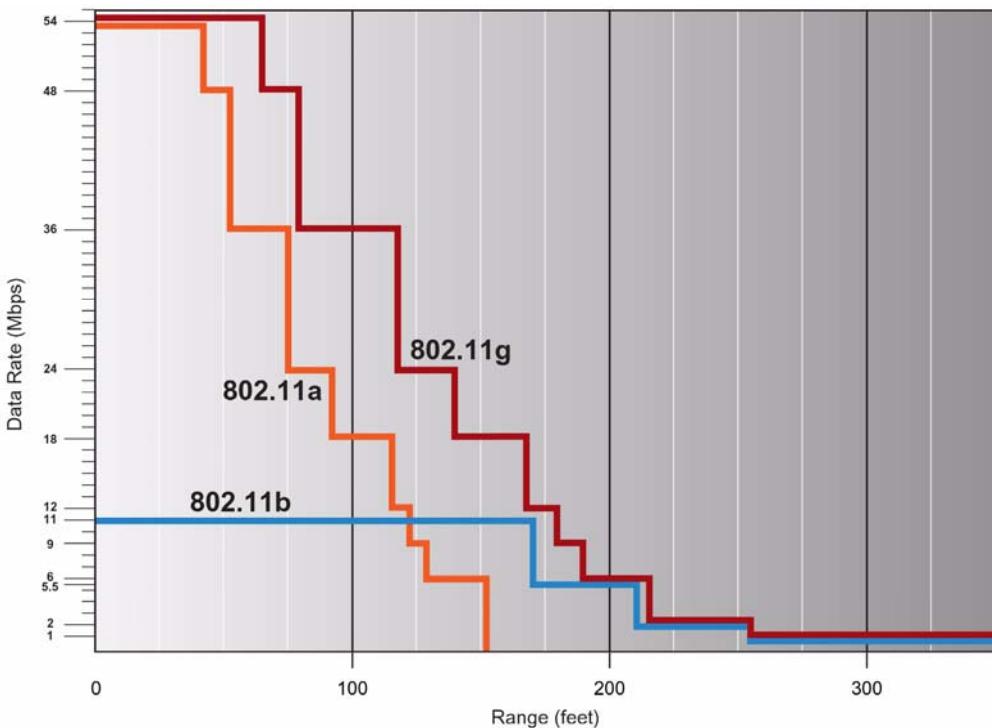
especificacions 802.11a i 802.11b van ser ratificades el mateix dia, al setembre de 1999, i els productes que fan servir la tecnologia 802.11b van aparèixer al mercat molts anys abans de les especificacions 802.11a. La tecnologia 802.11g va ser aprovada al mes de juny del 2003 i ara està en fase d'expansió.



	802.11b (WiFi)	802.11a	802.11g
Aprovat IEEE	Juliol 1999	Juliol 1999	Juny 2003
Popularitat	Adoptat massivament	Nova tecnologia, amb creixement baix	Nova tecnologia, amb creixement ràpid
Velocitat	Fins a 11 Mbps	Fins a 54 Mbps	
Cost	Barat	Relativament car	Relativament barat
Freqüència	2,4 – 2,497 GHz	5,15 – 5,35 GHz 5,425 – 5,675 GHz 5,725 – 5,875 GHz	2,4 – 2,497 GHz
Cobertura	Bona cobertura; uns 300 - 400 metres amb bona connectivitat amb determinats obstacles	Cobertura baixa; uns 150 metres amb connectivitat deficient amb obstacles	Bona cobertura; uns 300 - 400 metres amb bona connectivitat amb determinats obstacles
Accés públic	El nombre de hotspots (zones sensibles) creix exponencialment	Comencen a aparèixer	Compatible amb els hotspots (zones sensibles) actuals de 802.11b. El pas a 802.11g no és traumàtic per als usuaris
Compatibilitat	Compatible amb 802.11g; no és compatible amb 802.11a	Incompatible amb 802.11b i 802.11g	Compatible amb 802.11b; no és compatible amb 802.11a
Rang de transmissió de dades	1/2/5,5/11 Mbps	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	1/2/5,5/11 Mbps 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
Propagació	CCK <sup>54</sup>	OFDM <sup>55</sup>	OFDM i CCK

<sup>54</sup> Modulació per codificació complementària.

<sup>55</sup> Multiplexió per divisió ortogonal de freqüència (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).



Comparació gràfica dels tres estàndards 802.11. En horitzontal, l'àbat en peus (1 feet = 1 peu = 12 polzades = 304,8 mm; 10 peus seran aproximadament 30,5 metres), i en vertical, la velocitat de transmissió de dades (expressada en Mbps). (Font: **WHITE PAPER IEEE 802.11g** 802.11g-WP104-R -www.54g.org-)



**The Standard for  
Wireless Fidelity.**

### L'Aliança WiFi

L'aprovació de l'estàndard 802.11b, el 1999, va suposar el recolzament definitiu a les xarxes sense fil, ja que molts fabricants es van decidir a implantar-les al mercat d'una manera definitiva, i van formar una associació internacional no lucrativa que des de llavors certifica els productes compatibles entre si i n'assegura la interoperabilitat dins la norma 802.11. Aquest grup es va anomenar Aliança WiFi,<sup>56</sup> conegut popularment com a WiFi (*Wireless Fidelity*). Va ser fundada per les companyies 3Com, Aironet Wireless Communications –actualment part integrant de Cisco Systems–, Harris Semiconductor –actualment Intersil–, Lucent Technologies –anomenada més tard Agere i actualment part de Proxim Technologies–, Nokia i Symbol Technologies.

Aquesta organització, en un laboratori independent de certificació d'Agilent Technologies, fa tota una bateria de proves que mesuren si milers de característiques individuals funcionen correctament en el material verificat; un cop passades aquestes proves i satisfets els requeriments normatius de l'estàndard, WiFi certifica el material i estampa el seu segell, i incorpora la compatibilitat a l'estàndard *a*, *b* o *g*, com a garantia d'interoperabilitat.

<sup>56</sup> WiFi Group. Abans d'instituir-se l'Aliança WiFi, hi havia l'Aliança de Compatibilitat de l'Ethernet Sense Fil, WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), que es considera la seva antecessora.



Logotip de l'Aliança WiFi



Logotips de certificació WiFi amb especificació de la compatibilitat als tres estàndards: *a, b i g*



Actualment, fent un ús abusiu del llenguatge, s'ha estès el terme WiFi a qualsevol dels estàndards 802.11, si bé, com ja s'ha explicat, es va originar a partir del 802.11b. Ha estat tal l'èxit d'aquest estàndard que ja es parla de WiFi com a indicatiu de xarxes sense fil de llarg abast.

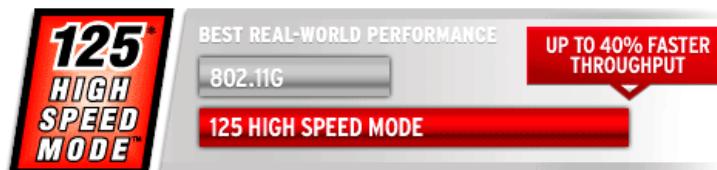
### El grup 54g

Abans de l'aprovació i ratificació de l'estàndard 802.11g, diferents fabricants es van unir formant una associació, liderada per l'empresa BroadCOM, que va crear el grup anomenat 54g, que proposava la fabricació i comercialització de materials de xarxes sense fil, basat en l'estàndard 802.11g, però de prestacions superiors en velocitat, fiabilitat en la transmissió, abast i seguretat.



Velocitat. Asseguren prestacions de fins i tot un 40 % més de velocitat que a l'estàndard de l'IEEE 802.11g

THE FASTEST 54G™ TECHNOLOGY FOR HOME WIRELESS NETWORKS:



Abast i fiabilitat en la transmissió de dades

54g™ Power Amplifier Module  
SmartRadio™

Facilitat d'instal·lació i reconfiguració dels punts d'accés



SecureEZSetup™

Seguretat

Sistema d'encriptació accelerada (AES)

## IEEE802.11b

Les característiques més importants de l'estàndard 802.11b conegut com a WiFi són:

- *Freqüències de transmissió.* Banda de freqüència lliure, ISM, específicament, una porció de quasi 80 MHz d'amplitud de l'espectre de freqüència de ràdio, iniciat en 2,400 GHz, que després es divideix entre 11 i 14 canals, depenent de la quantitat exacta de l'espectre assignat per les diferents agències de govern internacionals.

Si es considera el rang de freqüències de 2,400 a 2,4835 GHz i es fa la diferència:

$$2,4835 \text{ GHz} - 2,400 \text{ GHz} = 0,0835 \text{ GHz} = 83,5 \text{ MHz}$$

I si ara considereu que cada canal abasta 5 MHz, tindreu un total de:

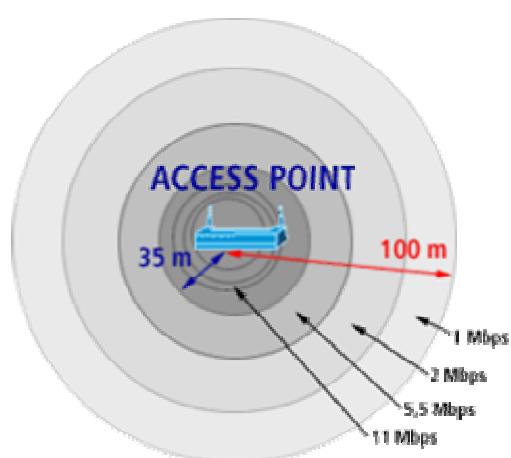
$$83,5 \text{ MHz} / 5 \text{ MHz} (\text{canal}) = 16 \text{ canals}$$

Dels 16 canals previstos als EUA la normativa a Espanya estableix que se n'han de fer servir dos:

- *Canal 10* - 2,457 Gb
- *Canal 11* - 2,462 Gb
- *Velocitat de transmissió de dades.* Suporta una velocitat màxima d'11 Mbps, però l'estàndard estableix que les diferents velocitats possibles són: 1, 2, 5,5 i 11 Mbps. Les bases per poder aconseguir les quatre velocitats esmentades són una conseqüència de fer servir diferents tipus de tècniques de modulació.

Velocitat (en Mbps)	Modulació
1	BPSK Modulació de fase per desplaçament binari
2	UPSK Modulació de fase per desplaçament en quadratura
5,5 i 11	CCK Modulació de codi complementari

El canvi de velocitat es fa de manera automàtica, sempre considerant que la relació entre velocitat de dades i rang és inversament proporcional.



- Rang de cobertura: 30 m en interior, 150 m en ambients semiooberts i 450 m en ambients oberts
- *Mètode de transmissió.* El més eficient per transmetre en una xarxa és un sistema on tots els dispositius tenen la capacitat d'accésser al medi (transmetre) quan necessiten fer-ho, suposant que en un principi han escoltat el medi abans de parlar ("enviar"). En termes de xarxes, això

es coneix com a CSMA, accés múltiple de sensor de portadora, mètode popularitzat per les xarxes ethernet. A més, a les xarxes Ethernet amb fil s'afegeix un procediment per detectar col·lisions o transmissions incompltes, originant el protocol conegut com a CSMA/CD (detecció de col·lisions), estàndard IEEE 802.3.

L'estàndard 802.11b fa servir l'estàndard 802.3. Ateses les diferències fonamentals entre el cable de coure i les ones de ràdio, la detecció de col·lisions basada en Ethernet no és possible. En comptes d'això, s'afegeix un protocol específic per a entorns sense fil, l'elusió de col·lisions (CA), que origina el CSMA/CA i consisteix en el següent:

- Primerament s'ha d'escoltar el medi per després transmetre.
- Si el troba lliure, transmet fins a rebre un paquet de reconeixement, o ACK, des de l'estació de destinació indicant l'èxit de la recepció.
- Si el troba ocupat, aleshores torna enrere per provar-ho de nou, i estableix una seqüència d'accés amb un temps aleatori per a cada dispositiu. Es continuarà aquest procés fins a aconseguir trobar lliure el medi.

Si la xarxa sense fil opera en mode d'infraestructura, no es pot assumir que cada dispositiu escolta la resta, com passa a les xarxes convencionals Ethernet, ja que l'únic que es pot assegurar és que tots els dispositius clients poden escoltar el punt d'accés, i llavors apareix el problema dels nodes ocults o amagats. Per evitar-ho, les xarxes sense fil fan servir una característica pròpia, coneguda com a RTS/CTS, sol·licitud per enviar / lliure per enviar (Request To Send / Clear To Send), però té l'inconvenient que introduceix sobrecàrregues en els paquets, que fan més feixuga la seva transmissió. Normalment RTS només estarà habilitat en les situacions següents:

- Instal·lacions en les quals els dispositius dels clients es troben a la distància de transmissió màxima absoluta. En desplegaments on hi ha una gran densitat de punts d'accés no cal tenir activada aquesta opció.
- En entorns amb un nombre relativament gran de barreres físiques que no poden penetrar les ones de ràdio.
- *Modes d'actuació.* Ad hoc i infraestructura. Al mode *ad hoc* només cal un adaptador sense fil en cada estació o dispositiu. Al mode d'infraestructura es necessiten dos components bàsics: punt d'accés i adaptador sense fil.
- *Seguretat WEP (Wired Equivalent Privacy).* Encriptació 40/128/256 bits. L'estàndard ha volgut oferir, com el seu nom indica, una privacitat equivalent a la d'una xarxa de cable convencional.

## Maquinari sense fil

### Punt d'accés



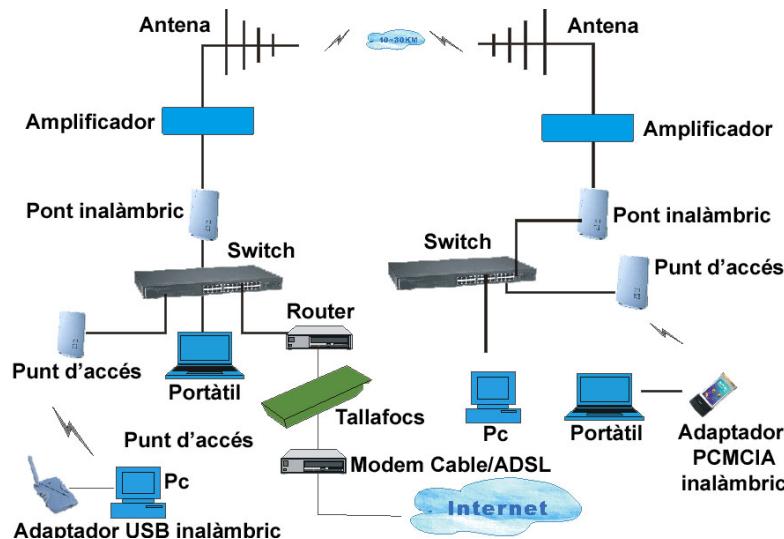
També conegut com a porta d'enllaç sense fil, és el veritable cervell d'una xarxa sense fil. Porta incorporada una o més antenes, dependent del fabricants i les seves especificacions. S'encarrega de:

- Enviar i rebre dades d'ordinadors amb equipament sense fil i altres dispositius. El que fa és la conversió del senyal de dades de xarxa Ethernet en senyal de ràdio. Per poder fer-ho disposa d'un o més transceptors<sup>57</sup>.

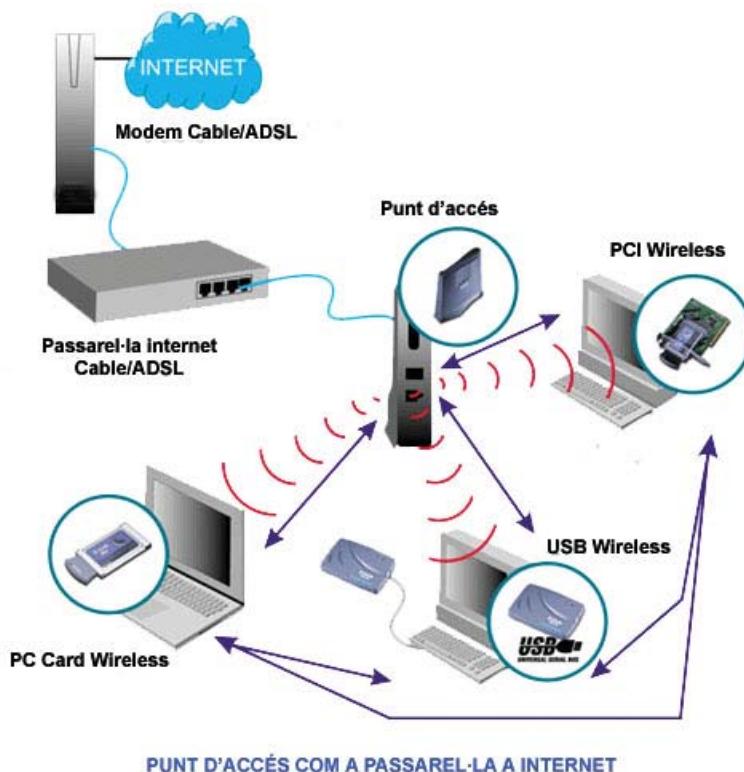


- Actuar de pont de xarxa que connecta els ordinadors d'una xarxa sense fil amb una altra amb fil convencional. Básicament només cal connectar un cable Ethernet (RJ45) d'una xarxa convencional amb el punt d'accés per enllaçar dues xarxes d'àrea local.

<sup>57</sup> Receptor més emissor.



- Oferir un port Ethernet o un mòdem intern estàndard per facilitar la connexió de la xarxa sense fil a una connexió d'Internet per cable o d'accés telefònic. En aquest cas, actua com a porta d'enllaç.



- Gestionar seguretat. Poden restringir l'accés basant-se en un identificador integrat al client sense fil.
- Funcions avançades com l'encaminament, el clonatge d'adreses i el suport a xifratge avançat en xarxes virtuals (VPN) –en les xarxes virtuals es creen túnels de seguretat pels quals la informació circula amb una seguretat més estricta que fent servir el protocol WEP.



Diferents models de punt d'accés (AP)

### Adaptador o targeta de xarxa sense fil

Coneguda com a *wireless NIC* o targeta de xarxa sense fil, segona peça fonamental en una estructura de xarxa sense fil. Poden ser internes o externes.

- *Targetes de xarxes sense fil internes.* Són l'opció més adient si el que es busca és relació qualitat/preu, però presenten l'inconvenient que són més difícils d'instal·lar, i segons com sigui el seu disseny, la carcassa de l'ordinador pot bloquejar la transmissió del senyal i reduir-ne l'abast.

**PC Cards** són les abans conegeudes com a targetes PCMCIA. Porten incorporada l'antena i en alguns models és exterior i es pot desplegar.



**Targetes PCI** El model de l'esquerra incorpora l'antena que quedarà a l'exterior de la carcassa del PC. El model de la dreta és en realitat un adaptador que permet aprofitar una targeta PCMCIA i convertir-la en una targeta sense fil PCI.



**Targetes mini PCI.** Alguns models d'ordinador portàtils utilitzen unes targetes més petites que les PCI. Porten una connexió d'antena interna.



**Slots multiport.** Alguns models de portàtils incorporen ranures o *slots* multiport que admeten adaptadors de xarxa sense fil. Els Apple Macintosh incorporen connectors interns que accepten una PC card modificada anomenada targeta AirPort.



## Cablatge estructurat

---

Targetes CompactFlash



Targetes Secure Digital IO (SDIO)



- *Adaptadors sense fil externs.* Alguns portàtils no poden fer servir un adaptador sense fil intern perquè no hi ha lloc on col·locar-lo, o en el cas de tenir-lo, tots els *slots* estan ocupats, i aleshores es fan servir els adaptadors externs.

**Adaptadors USB.** El port USB també pot admetre adaptadors sense fil externs. El primer dispositiu USB és del tipus *pen-drive*.



**Adaptadors Ethernet.** Permeten transformar en sense fil qualsevol dispositiu que tingui un port Ethernet. Per exemple, d'aquesta manera es pot transformar una impressora d'una xarxa convencional en una impressora sense fil.



### Antenes

Tots els dispositius sene fil tenen antenes que bé hi estan connectades amb ells o integrades. Tot i així, atès el condicionament de la mida que imposa el disseny de les petites targetes sense fil, les antenes que incorporen tenen un límit en el seu abast. Per poder aconseguir un major abast es necessita una antena externa.

L'antena, bàsicament, el que fa és augmentar la potència del transceptor: augmenta la força del senyal transmès així com la sensibilitat de la recepció. D'aquesta manera, en comptes de donar cobertura només a uns quants metres, es pot arribar a centenars de metres sense problemes.

La potència d'una antena s'expressa en decibels, dB, o en mil·liwatts, mW, i cada antena té un rang de potència conegut com a guany. El dBm és la potència de ràdio expressada en dB referida a 1 mW. A Espanya, la potència màxima d'emissió per la banda ISM és de 100 mW. Per convertir mW en dBm, s'han de fer els càlculs següents:

$$\text{Potència en dBm} = 10 \times \log \text{Potència en mW}$$

Així:

$$\text{Potència en dBm} = 10 \times \log 100 \text{ mW} = 10 \times 2 \text{ dBm} = 20 \text{ dBm}$$

*A Espanya, la potència legal d'emissió és de 100 mW o 20 dBm.*

La majoria dels dispositius sense fil emeten en un rang de 20 a 50 mW. D'aquesta manera, fent els càlculs

$$10 \times \log 50 \text{ mW} = 17 \text{ dBm}$$

es pot fer servir una antena de fins a 3 dBm, per estar dins la legalitat.

La potència d'emissió és el resultat de sumar la potència de sortida de la targeta WiFi, el guany de l'antena i tenir en compte les pèrdues dels cables i els connectors. A Espanya no es pot transmetre a més 100 mW.

Per exemple, si s'ha adquirit un adaptador WiFi PCI que emet a 13 dBm (20 mW), se suposa que es farà servir una antena amb un guany de 8 dBm i es consideraran unes pèrdues de -3 dBm, s'estarà emetent:

$$13 \text{ dBm} + 8 \text{ dBm} - 3 \text{ dBm} = 18 \text{ dBm} = 63 \text{ mW}$$

El resultat és inferior al màxim establert legalment.

Bàsicament es disposa de dos tipus d'antenes:

- *Omnidireccionals*. Donen cobertura amb un diagrama de radiació circular, en totes direccions.
- *Direccionals*. Són directives i només emeten/reben en la direcció que estan orientades.

## Cablatge estructurat

### Omnidireccional d'interior i omnidireccional d'exterior

Guany: 2,2 dBi  
Cobertura amplada x altura (graus): 180 x 75  
Rang o abast: 130 peus (40 m)  
Ús principal: interiors, normalment des del sostre



### Omnidireccional d'interior i omnidireccional d'exterior

Guany: 2,2 dBi  
Cobertura amplada x altura (graus): 180 x 75  
Rang o abast: 130 peus (40 m)  
Ús principal: interiors, normalment des del sostre



### Yagi

Guany: 13,5 dBi  
Cobertura amplada x altura (graus): 30 x 25  
Rang o abast: 2 milles (3,2 km)  
Ús principal: connexions direccionals de rang mitjà per a interiors i exteriors



### De bastidor

Guany: 6,5 dBi  
Cobertura amplada x altura (graus): 85 x 55  
Rang o abast: 165 peus (50 m)  
Ús principal: antenes de rang mitjà sense obstacles per a interiors/exterioris  
Les dues primeres són d'interior.



Diferents tipus d'antenes per wifi

Els cables i connectors de les antenes són molt importants, ja que la seva qualitat depèn de la potència del senyal emès/rebut. Aquests cables, anomenats *pigtails* (fibres de connexió),<sup>58</sup> normalment són coaxial gruixut, de baixa pèrdua, i tenen una llargada de mig metre.

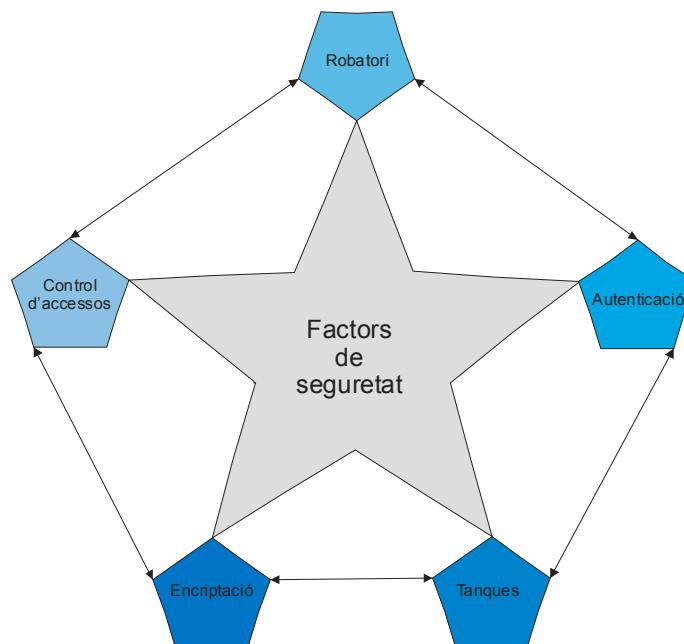


Pig tail –cable de connexió del punt d'enllaç a l'antena– i els seus connectors típics

## Seguretat

Una de les preocupacions fonamentals en el moment de dissenyar una xarxa sense fil és el tema de la seguretat. La idea inicial és la dificultat d'assegurar que donant servei a un seguit de terminals mòbils, dins un àmbit espacial determinat, un edifici, per exemple, aquesta cobertura no “s'escapi” fora de l'edifici i que qualsevol “intrús” exterior a l'edifici pugui accedir-hi.

Els factors primaris que defineixen la seguretat en un entorn sense fil poden reduir-se a cinc elements bàsics: robatori, control d'accisos, autenticació, encriptació i tanques.



### Robatori

Sovint, usuaris no autoritzats volen entrar en una xarxa per robar dades corporatives en el seu benefici –de vegades antics empleats que senten rancúnia

<sup>58</sup> Cua de porc. Se li dóna aquest nom perquè sempre es ven enrotllat, com la cua d'un porc.

cap a la seva empresa anterior. Així, la mesura més lògica és desactivar el seu compte d'usuari en el moment de finalització de la seva prestació laboral i evitar el possible ús fraudulent de la informació.

### Control d'accisos

Cal que es dissenyi una bona política de contrasenyes per compartir la xarxa. Posar a disposició de tots els companys d'un centre educatiu una informació d'interès general fa que es comparteixi, sense pensar en les conseqüències, tota la unitat C i després no es recordi de desfer el comportiment de la unitat, amb la qual cosa qualsevol dins el segment educatiu del professorat té permís absolut per escriure i esborrar a la unitat.

### Autenticació

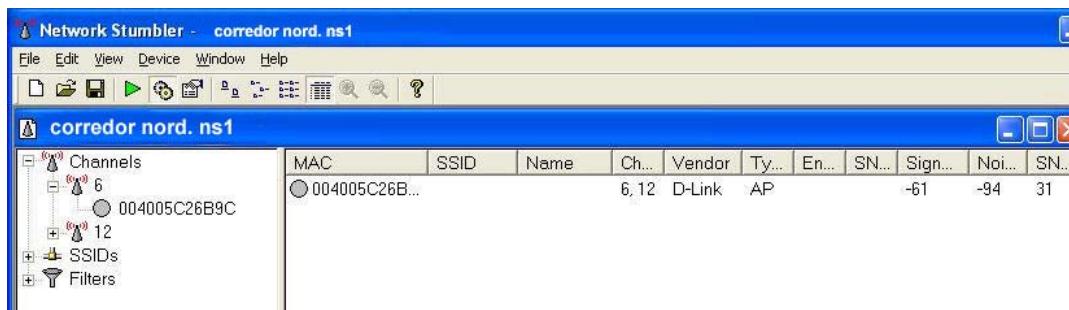
Com es pot saber si l'usuari/ària que accedeix a la xarxa és, en realitat, la persona que siu ser? És pràctica corrent que es creï un usuari genèric amb nom "Usuari sense fil" que pot ser utilitzat per diferents dispositius. El problema és que qualsevol *hacker* (pirata informàtic) pot incorporar-se a la xarxa amb aquest nom d'usuari i tenir-hi accés.

Per evitar-ho, es poden configurar els punts d'accés de manera que permetin únicament l'accés a les targetes de xarxa que prèviament hagin estat autoritzades amb la seva adreça MAC.



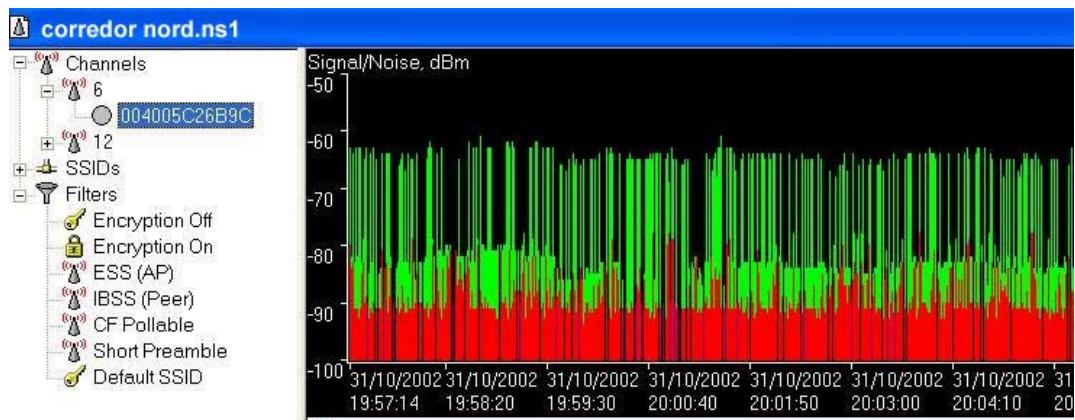
### Encriptació

Si un usuari no pot aconseguir entrar en una xarxa pot fer servir un *sniffer* (escandallador d'espectre, detector) de paquets per intentar espiar el trànsit de la xarxa. A Internet hi ha nombrosos programes que permeten detectar les xarxes que es troben operatives i que informen sobre els AP que donen cobertura a la zona en què ens trobem.



Un exemple podria ser el NetStumbler, que permet obtenir dades com: MAC d'AP, canals pels quals està emetent, marca comercial, potència d'emissió, tipus

d'encriptació, si es connecta un GPS al portàtil localitza la xarxa espiada en un mapa es pot fer un gràfic representant el senyal...



## Tanques

Les millors tanques de què es pot disposar consisteixen a familiaritzar-se amb la WLAN i els punts d'accés.

Algunes tècniques possibles per establir tanques i evitar aquestes intrusions poden ser:

- *Filtratge per MAC.* Permetre només l'accés a usuaris autoritzats. S'han de configurar tots els AP amb un llistat de MAC determinat. Si el nombre possible d'usuaris és gran, el procés és lent.
- *Nom de xarxa SSID (Service Set Identifier).* És propi de cada punt d'accés i es pot canviar de manera aleatòria. No és operatiu, ja que qualsevol adaptador de xarxa sense fil pot trobar els SSID disponibles que apareixeran amb el nom de Default.
- *WEP.* Algoritme de codificació basat en l'existència d'una clau compartida entre els nodes i el punts d'accés, a partir de la qual s'encrypta tot el trànsit. És possible esbrinar la clau d'encriptació si es rastreja el trànsit el temps suficient, ja que una errada en l'algorisme generador de números aleatoris de l'estàndard redueix les longituds efectives de les claus a tan sols 22 bits en comptes dels 64 o 128 que defineix l'estàndard. Fins i tot hi ha eines gratuïtes que permeten trencar la clau de WEP i així poder “veure” el trànsit d'una xarxa sense fil.
- *Crear una VPN.* Crear una xarxa virtual o túnel de protecció entre el punt d'accés i els punts clients. Ja hi ha maquinari al mercat que suporta aquesta tecnologia.
- *Utilitzar l'estàndard 802.1x.* És un nou estàndard de seguretat que permet autentificar l'usuari entrant a la WLAN. No s'ha de confondre amb l'estàndard 802.11.

- *Funcions de firewall (tallafoç).* Si l'AP disposa d'aquesta opció, tanca tots els ports pels quals es pot iniciar l'atac.
- *Instal·lació de programari de control de trànsit de la xarxa.* Hi ha programes gratuïts a Internet que mostren el flux del trànsit de la xarxa, cap on va i el rendiment de cada connexió –velocitat de descàrrega de fitxers. Si el pilot d'activitat del punt o punts d'accés està en plena activitat, per una enorme quantitat de trànsit, estudia d'on pot venir aquesta congestió i s'alaria quan l'activitat és molt llarga, ja que normalment indica la introducció d'un hacker.
- *Utilització de sistemes de detecció d'intrusions.* Un sistema de detecció d'intrusions, IDS,<sup>59</sup> comprova tota l'activitat entrant i sortint de la xarxa i identifica qualsevol tipus d'activitat sospitosa que indica un atac a la xarxa o al sistema per part d'un hacker. Els tipus bàsics d'IDS són:
  - *Detecció de pautes.* L'IDS analitza la informació adquirida i la compara amb una base de dades de signatures o pautes específiques d'atacs. Aquest sistema depèn de com estigui informada la base de dades i com es mantingui.
  - *NIDS i HIDS.* Els sistemes de detecció d'intrusions basats en xarxa (NIDS) i en servidor (HIDS) analitzen paquets individuals que viatgen per la xarxa. Els NIDS poden detectar paquets que violen les normes de filtratge dels tallafocs. Els sistemes basats en servidor analitzen l'activitat de cada un dels ordinadors o servidors.
  - *Sistemes passius i reactius.* Els sistemes IDS passius detecten una bretxa de seguretat i disparen una alarma. Els sistemes IDS reactius responen a una activitat sospitosa expulsant l'usuari de la xarxa o reprogramant el tallafoc per bloquejar l'accés del hacker a la xarxa.



## Xarxes i salut

Com a part de l'ordre de protegir la salut pública, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) va crear en 1996 el Projecte internacional “CEM”<sup>60</sup> per avaluar les proves científiques dels possibles efectes sobre la salut dels camps electromagnètics, CEM, en l'interval de freqüència de 0 a 300 GHz. El Projecte “CEM” fomenta les investigacions dirigides a reomplir importants llacunes de

---

<sup>59</sup> IDS, Intrusion Detection System.

<sup>60</sup> EMF, segons els seu acrònim anglès: *ElectroMagnetic Field*.

coneixement i a facilitar el desenvolupament de normes acceptables internacionalment que limitin l'exposició a CEM (vegeu els annexos). Aquest projecte internacional compta per portar a terme el seu treball amb la col·laboració de diferents organismes internacionals:



**ICNIRP**  
Comissió Internacional de Protecció contra la  
Radiació no Ionitzant



**CIIC**  
Centre Internacional d'Investigacions sobre el  
Càncer



**PNUMA**  
Programa de les Nacions Unides per al Medi  
Ambient



**OIT**  
Organització Internacional del Treball



**UIT**  
Unió Internacional de Telecomunicacions



**CE**  
Comissió Europea



**CEI**  
Comissió Electrotècnica Internacional



**OTAN**  
Organització del Tractat de l'Atlàctic Nord

El Projecte Internacional CEM de l'OMS manté un conjunt actualitzat defullsinformatius que donen informació sobre totes les fonts importants d'exposició a camps electromagnètics. Els fullsinformatius referits a temes importants s'han traduït a molts idiomes i estan a disposició a la pàgina web de l'OMS o a la web del projecte, <http://www.who.int/peh-emf/es/index.html>.

La legislació que regula l'àmbit dels camps electromagnètics a Espanya consisteix actualment en:

Reial Decret 1066/2001, de 28 de setembre, pel qual s'aprova el Reglament que estableix condicions de protecció del domini públic radioelèctric, restriccions a les emissions radioelèctriques i mesures de protecció sanitària al davant d'emissions radioelèctriques.

Correcció d'errades del Reial Decret 1066/2001, de 28 de setembre, pel qual s'aprova el Reglament que estableix condicions de protecció del domini públic radioelèctric, restriccions a les emissions radioelèctriques i mesures de protecció sanitària al davant d'emissions radioelèctriques.

Però, a més de tota la documentació legislativa que regula els CEM, farem referència a dos informes del Ministeri de Sanitat i Consum sobre camps electromagnètics i salut pública.

### **Informe del MSiC. Comitè d'Experts Independents (CEIN). Camps electromagnètics i salut pública**

Igual que a la resta dels països europeus, a Espanya s'ha registrat en els últims anys un increment en la preocupació dels ciutadans cap a qüestions relacionades amb eventuals efectes nocius derivats de l'exposició involuntària o inconscient a camps electromagnètics, CEM. Aquesta sensibilitat ha estat alimentada per informacions alarmants procedents de fonts no degudament acreditades i no sempre exemptes d'interessos particulars. El Ministeri de Sanitat i Consum, MSiC, té la responsabilitat de vetllar per la salut pública, identificant riscos potencials i desenvolupant estratègies coordinades per protegir la salut de la població. En matèria de CEM ambientals és necessari determinar quines condicions d'exposició podrien comprometre la salut o el benestar de la població, i en quin grau ho farien.



Així, les autoritats sanitàries internacionals coincideixen a identificar com a fonamental la necessitat de demanar a experts independents informació completa i fidedigna sobre els eventuals efectes nocius dels CEM ambientals i posar-la a disposició del públic. Seguint aquesta filosofia, el subdirector general de Sanitat Ambiental i Salut Laboral (Direcció General de Salut Pública i Consum, Ministeri de Sanitat i Consum) va convocar un comitè pluridisciplinar d'experts independents coordinat per Francisco Vargas i Alejandro Úbeda. Els objectius del Comitè d'Experts Independents (CEIN) van ser els següents:

- Dur a terme una evaluació de l'evidència científica sobre els potencials efectes dels CEM sobre la salut.
- Valorar si la Recomanació del Consell de Ministres de Sanitat de la Unió Europea, RCMSUE, era suficient per garantir la salut de la població.
- Elaborar les recomanacions necessàries perquè el Ministeri de Sanitat i Consum adopti les mesures més eficaces de protecció sanitària.



El resultat de l'esmentada evaluació s'ha reflectit en el document titulat *Camps electromagnètics i salut pública*, publicat al mes de maig de 2001 i consensuat per tots els membres del Comitè.



Els criteris tecnicosanitaris que es presenten en l'informe són coherents amb la Recomanació del Consell de Ministres de Sanitat de la Unió Europea (RCMSUE), de 12 de juliol de 1999, relativa a l'exposició del públic en general a camps electromagnètics de 0 Hz a 300 GHz. A més, l'esmentada Recomanació es basa en les directrius de la Comissió Internacional de Protecció contra les Radiacions no Ionitzants, ICNIRP, en l'evidència científica disponible i en el dictamen del Comitè Director Científic de la Unió Europea.

A continuació, s'exposen les conclusions i recomanacions d'aquest document:

## Conclusions

- Una vegada revisada l'abundant informació científica publicada, aquest comitè d'experts considera que no pot afirmar-se que l'exposició a CEM (camps electromagnètics) dins dels límits establerts en la Recomanació del Consell de Ministres de Sanitat de la Unió Europea relativa a l'exposició del públic en general a CEM de 0 Hz a 300 GHz produueix efectes adversos per a la salut humana. Per tant, el Comitè conclou que el compliment de la citada Recomanació és suficient per garantir la protecció de la població.
- L'exposició a CEM per sota dels nivells de la Recomanació del CMSUE, encara que pogués incloure alguna resposta biològica en condicions experimentals, no està demostrat que puguin implicar efectes nocius per a la salut. No obstant, no disposem d'estudis epidemiològics que avaluen els efectes nocius a llarg termini derivats de l'exposició a radiofreqüències.
- Fins al present no s'ha arribat a determinar un mecanisme biològic que expliqui una possible relació causal entre exposició a CEM i un risc incrementat de patir alguna malaltia.
- A pesar que la majoria dels estudis indiquen l'absència d'efectes nocius per a la salut, per un principi de precaució convé fomentar el control

sanitari i la vigilància epidemiològica de l'exposició a fi d'avaluar possibles efectes a mitjà i llarg termini dels CEM.

- D'acord amb les conclusions anteriors, aquest Comitè considera que als valors de potències d'emissió actuals, a les distàncies calculades segons els criteris de la RCMSUE i sobre la base de les evidències científiques disponibles, les antenes de telefonia mòbil no semblen representar un perill per a la salut pública. Igualment, les evidències actuals no indiquen associació entre l'ús dels telèfons mòbils i efectes nocius per a la salut.

## Recomanacions

1. Per un principi de precaució convé que el Ministeri de Sanitat i Consum estableixi una normativa que reguli l'aplicació dels principis continguts en la Recomanació del Consell de Ministres de Sanitat de la Unió Europea, incloent els aspectes relacionats amb productes sanitaris tals com pròtesi metàl·lica, marcapassos, desfibril·ladors cardíacs i implants coclears.
2. Hi ha una evident preocupació social pels efectes dels CEM sobre la salut pública. Això es deu al ràpid creixement de les tecnologies, la falta d'informació rigorosa i una percepció del risc distorsionada. Per evitar aquests problemes, el Ministeri de Sanitat i Consum hauria d'elaborar i difondre informació, en un format fàcilment comprensible, destinada a explicar als ciutadans els coneixements actuals sobre els efectes dels CEM sobre la salut pública
3. Les autoritats sanitàries de l'Administració central i autonòmica haurien de fomentar la investigació clínica, experimental i epidemiològica sobre els efectes de l'exposició a CEM procedents de qualsevol font emissora. En aquest sentit, es recomana que el Fons d'Investigacions Sanitàries (FIS) i altres programes d'investigació estableixin línies prioritàries de finançament per a l'estudi dels esmentats efectes.
4. En relació amb els CEM de FEB (freqüència extremadament baixa), han de fomentar-se estudis epidemiològics en poblacions exposades per damunt de 0,4 µT. No es recomanen estudis sobre població general, perquè no aportarien nova informació rellevant, com s'ha demostrat en estudis epidemiològics previs.
5. L'avaluació, gestió i comunicació del risc derivats de les exposicions als CEM exigeix una dotació adequada de mitjans tècnics i professionals de l'administració sanitària de l'Estat i de les Conselleries de Sanitat de les comunitats autònomes. Les Unitats de Sanitat Ambiental ubicades en les Direccions Generals de Salut Pública han d'abordar la gestió de nous riscos ambientals que tenen una repercussió directa en la salut pública. Per afrontar amb eficàcia aquests riscos és necessària la reorganització i l'enfortiment d'aquestes unitats.
6. Les autoritats sanitàries haurien de dur a terme campanyes informatives entre els ciutadans per promoure un ús racional del telèfon mòbil, a fi de reduir exposicions excessives i innecessàries, especialment en nois,

adolescents, dones gestants, portadors d'implants actius, etc. Així mateix, s'ha de posar especial interès en la realització de campanyes contra l'ús de telèfons mòbils mentre es condueix, o en àrees particularment sensibles a l'interior d'hospitals.

7. El procediment per a la sol·licitud, autorització, instal·lació i inspecció d'antenes de telefonia hauria d'aclarir-se per garantir que els ciutadans estiguin correctament informats a l'hora d'adoptar decisions sobre la instal·lació d'aquests equips en les seves propietats.
8. Les companyies fabricants de telèfons mòbils haurien de classificar i etiquetar els seus productes d'acord amb les seves potències d'emissió. L'etiquetatge ha de ser fàcilment comprensible per a l'usuari/ària.
9. Per un principi de precaució hauria d'evitar-se que el feix d'emissió directa de les antenes de telefonia afecti espais sensibles com escoles, centres de salut, hospitals o parcs públics. En zones on sigui possible, s'han d'arbitrar mesures més eficaces per promoure entre les companyies operadores l'ús compartit de les estacions base per minimitzar o reduir l'impacte visual de les antenes.



10. Com estableix la Recomanació del Consell de Ministres de la Unió Europea, haurien de realitzar-se estudis d'avaluació del risc que permetin identificar les fonts o pràctiques que donin lloc a exposició electromagnètica dels individus, per adoptar mesures adequades de protecció sanitària.

11. Per un principi de precaució, el Comitè recomana regular la instal·lació de noves línies d'alta tensió amb l'objectiu d'evitar percepcions del risc no justificades i exposicions innecessàries.
12. El Comitè proposa que s'actualitzi l'article 25 del Reglament de línies d'alta tensió amb l'objecte de redefinir unes distàncies mínimes de seguretat des de les línies d'alta tensió fins a edificis, habitatges o instal·lacions d'ús públic o privat.

## **Informe del MSiC. Comitè d'Experts Independents (CEIN). Avaluació actualitzada dels camps electromagnètics en relació amb la salut pública**

Des de la publicació de l'informe tècnic titulat *Camps electromagnètics i salut pública*, al maig de 2001, elaborat pel Comitè d'Experts Independent (CEIN), s'han produït diversos pronunciaments d'institucions de reconegut prestigi sobre els camps electromagnètics (CEM). També s'ha ampliat l'evidència científica sobre la resposta biològica a CEM ambientals. Al mateix temps, s'han desenvolupat campanyes dirigides al mesurament de límits d'emissió d'emissores

de ràdio, televisió i d'estacions base de telefonia que han tingut un indubtable impacte social.

Davant d'aquestes noves iniciatives i la contínua publicació de notícies en els mitjans de comunicació social, el CEIN ha considerat que podia ser útil l'elaboració d'un document que reculli la seva opinió sobre les novetats que s'estan produint respecte a aquest tema.

Amb aquest objectiu, el CEIN –ara integrat per nous membres–, coordinat per la Subdirecció General de Sanitat Ambiental i Salut Laboral de la Direcció General de Salut Pública del Ministeri de Sanitat i Consum, s'ha reunit en diverses ocasions i ha elaborat el present document, sota la coordinació de Francisco Marqués i Alejandro Úbeda. Igual que a l'informe anterior, el CEIN dedica aquest text fonamentalment a la valoració dels possibles efectes dels camps electromagnètics a què es pugui veure exposada la població en general. No obstant, atès l'interès creixent sobre la resposta humana a senyals electromagnètics específics que no són típics d'entorns públics o residencials, el present document inclou un apartat que descriu l'estat actual d'una proposta de directiva del Parlament Europeu i del Consell relativa a l'exposició dels treballadors als CEM.

Bàsicament, el nou informe reprèn alguns punts incomplets de l'anterior i ofereix un seguit de conclusions.



## Conclusions

1. L'informe *CEM i salut pública* (MSiC) ha tingut un impacte molt positiu en tots els àmbits de la nostra societat. Les seves conclusions i recomanacions tenen plena vigència a la llum de les noves dades aparegudes des de la seva publicació.
2. Actualment, no hi ha raons científiques o sanitàries suficients que justifiquen una modificació dels límits d'exposició als CEM, establerts al Reial Decret 1066/2001.
3. Ha d'actualitzar-se la fórmula de referència per a la distància de seguretat en línies d'alta tensió, contemplades en l'article 25 del Reglament de línies d'alta tensió.
4. Considerats els interrogants encara existents i d'acord amb les conclusions dels principals organismes nacionals i internacionals competents, el CEIN considera que s'han de mantenir obertes les línies d'investigació sobre aquesta matèria.
5. Les autoritats competents de les comunitats autònombes i el Ministeri de Sanitat i Consum, han de realitzar campanyes informatives sobre les evidències científiques en un format intel·ligible per la població respecte als CEM i els seus efectes sobre la salut humana.

6. El principi de precaució ha d'aplicar-se sota els criteris i les condicions establerts per la Comissió Europea i prenen en consideració el cost benefici de l'actuació.

7. La protecció dels treballadors enfront dels riscos associats als CEM justifica l'adopció d'una directiva europea que harmonitzi una base mínima comuna de protecció de la seva salut i seguretat.





# El projecte d'un sistema de cablatge estructurat

## Projecte

L'elaboració d'un projecte tècnic previ a la implementació d'un sistema de cablatge estructurat es justifica atenent als arguments següents:

- Analitzar a fons la situació real de l'organització – informe de diagnòstic.
- Identificar les veritables necessitats actuals i futures dels usuaris.
- Analitzar les alternatives tecnològiques que s'han d'utilitzar per fer front a les necessitats anteriors.
- Estimar el cost final, tractant de buscar una relació equilibrada qualitat/preu.
- Preveure les dificultats abans d'endegar qualsevol actuació.

## Execució i direcció de l'obra

La direcció de l'obra s'encarregarà de controlar i supervisar tota l'execució material de la instal·lació del sistema de cablatge segons el que s'hagi previst al *Plec de condicions tècniques* i als plànols.

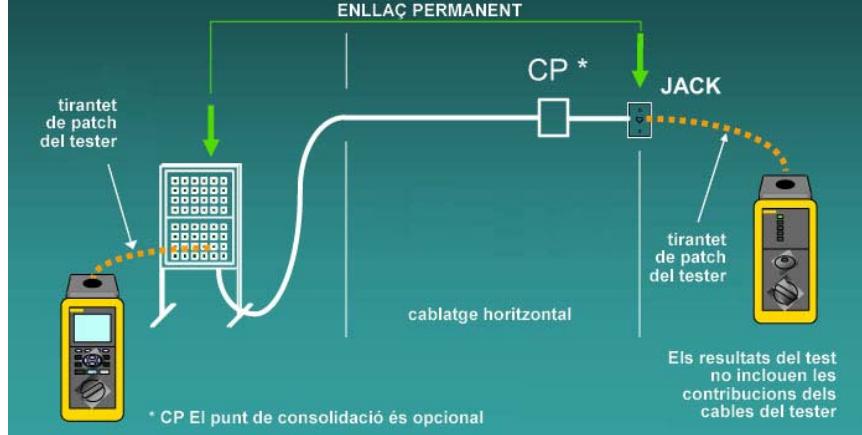
## Certificació

Segons preveu la norma EN 50173, un cop finalitzada la instal·lació o execució material del projecte, s'haurà de comprovar que els materials, equipaments, cables, rosetes, armaris, etc., corresponen als especificats al Projecte del sistema de cablatge estructurat, i s'hauran de mesurar tots els paràmetres necessaris per comprovar la classe dels enllaços i canals.

Però, per què és necessari verificar una xarxa? Podem respondre tenint en compte dos moments diferents: després de la seva instal·lació i quan la xarxa ja està en funcionament.

- Després de la seva instal·lació:
  - Perquè els estàndards així ho requereixen.
  - Perquè els clients així ho demanen.
  - Perquè hi ha errades en la instal·lació i és important la seva detecció.
  - Perquè s'ha de demostrar al client que la instal·lació és operativa.
- Quan la xarxa ja està funcionant:
  - Per restaurar el servei ràpidament, en cas de caiguda del sistema, i minimitzar el temps de parada.
  - Per tenir control sobre la restauració del sistema de xarxa.
  - Per eliminar possibles fonts d'errades.

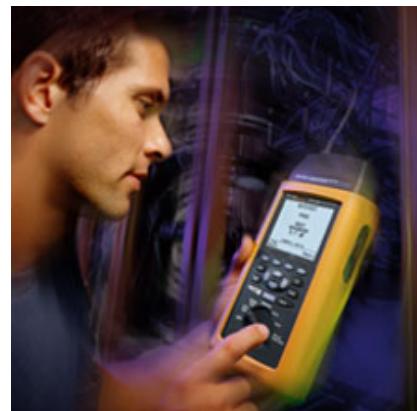
Test de l'enllaç permanent



Segons la normativa, actualment s'ha de verificar l'enllaç permanent i el canal.

Respecte als testos de l'enllaç permanent:

- Se certifica el cablatge que és permanent i forma part de la infraestructura de l'edifici.
- Els equipaments de xarxa, així com els cables de *patch* –tirantets de *patch*–, es canvién moltes vegades durant la vida de la infraestructura.
- Proporciona la garantia que el canal (enllaç permanent més tirantets de connexió) dificulten els requeriments de xarxa.



- Els límits de l'enllaç permanent estan dissenyats per encabir tres connectors: una connexió a la sala de l'equipament, un punt de consolidació (opcional) i una sortida al bastidor amb guies. Si no hi ha tres connexions en un enllaç permanent, s'obtindrà un marge més gran de funcionament.

Respecte als testos del canal:

- Indica el funcionament real del cablatge que es farà servir a les aplicacions de xarxa.
- Inclou el funcionament dels cables de connexió, tirantets de connexió, que normalment són la part més delicada de l'enllaç.
- És essencial quan es desitja solucionar un problema de xarxa.



Les companyies dedicades a la instal·lació de xarxes disposen d'un gabinet tècnic encarregat de fer la certificació conforme a la normativa. El personal tècnic encarregat de la certificació disposa de tot un seguit de recursos tècnics que permeten l'elaboració d'un informe o document de certificació. Entre aquest material destaca:

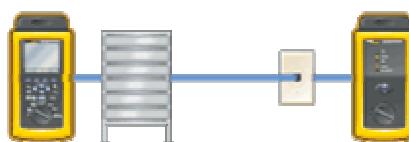
- Equipament de certificació o analitzador d'instal·lació de cablatge.
- Programari d'elaboració de l'informe de certificació.

## Analitzador de cablatge



Normalment és un equipament portàtil que consta de dos mòduls bàsics: el *master* o mòdul mestre i el mòdul remot. El mòdul mestre presenta tot un tauler de botonatge per a la configuració de l'operació que s'ha de realitzar i una pantalla de cristall líquid on es va mostrant el procés de l'operació, així com el resultat. L'equipament remot només consta d'un interruptor i un seguit de

LED que mostren l'estat de l'operació. Tots dos equipaments es connecten seguint l'esquema de la figura.



L'equipament mestre es connecta a la boca del rack, i a l'altre extrem de la connexió –roseta– es connecta el remot

La connexió a la boca del *rack* i a la roseta es fa mitjançant un adaptador universal que disposa al seu extrem d'un terminador o connexió intercanviable i que, segons orientacions normatives, s'ha de canviar en cada certificació per evitar possibles errades.

L'adaptador universal consta d'un capçal –adaptable a la part superior dels dos mòduls de l'analitzador– i un cable d'alt rendiment –normalment, d'una llargada d'1 metre– que acaba en el terminador que s'ha de canviar cada cop que es fa una nova certificació d'instal·lació.



Master de l'analitzador de cablatge

Remot de l'analitzador de cablatge

Dos models diferents d'analitzador de cablatge amb els corresponents adaptadors universals d'enllaç permanent

Terminadors bescanviables amb connexió típica RJ45 blindada

L'analitzador de cablatge combina velocitat, exactitud i facilitat d'ús, i assegura el màxim rendiment de la xarxa, un cop certificada la instal·lació.

El procés de certificació consisteix a:

- Configurar l'analitzador per fer una certificació d'una categoria concreta. Hi ha models al mercat que poden certificar fins a cat. 6.
- Informar a l'analitzador del nombre de *racks*, així com del nombre de ports per a cadascun.
- Començar el procés de verificació de tots els paràmetres segons la categoria especificada, punt a punt de la xarxa. Per exemple, el punt 04-15 serà el corresponent al port 15 del *rack* número 4.
- Totes les informacions i els resultats del test es van guardant a la memòria de l'analitzador.

## Programari d'elaboració de l'informe de certificació

Un cop verificada tota la instal·lació de cablatge mitjançant l'analitzador de cablatge, cal passar tots els resultats del test a un PC per poder elaborar un informe. L'analitzador disposa d'un port sèrie a través del qual es connecta al PC. Al PC hi ha instal·lat un programari que permet emetre un informe amb tots els resultats; aquest programari integra una interfície gràfica de gestió del cablatge

CMS,<sup>61</sup> que permet editar un mapa de la xarxa, amb un informe exhaustiu –amb tots els testos que han donat resultat positiu, PASS, o bé hi ha hagut alguna errada, FAIL– i un sistema d'etiquetatge compatible amb els que fan servir les grans empreses d'etiquetatge del sector elèctric –aquest sistema d'etiquetatge permet un rotolament de tota la xarxa conforme a la norma corresponent.



Programari	Casa comercial	Especificacions
PAN-MARK™ for Windows® Labeling Software	 	Importa dades des de fulls de càlcul i bases de dades en format Excel™ i Access™. Suporta tots els formats d'etiquetes propis de la casa Panduit: de transferència tèrmica, ink jet (injecció), làser i matricials. 21 codis de barres Data, hora, sèries, gràfics i dades
LabelMark		Segueix la norma ANSI/TIA/EIA 606A Standard. És un programari dissenyat per a aplicacions de telecomunicacions i inclou plantilles per al format dels blocs 110 així com l'etiquetatge dels patch panels.
Labacus 4300		Programari molt intuitiu. La seva versió freeware normalment forma part de l'equip de subministrament de molts analitzadors de cablatge (els analitzadors de Fluke Electric el porten de sèrie).

<sup>61</sup> CMS: Cable Management Software.

## Composició del projecte tècnic

Un projecte d'un sistema de cablatge estructurat està format de les parts següents:

- Memòria
- Plànols
- Plec de condicions
- Pressupost

### Memòria

Antecedents

- Informe de diagnòstic
- Abast i objecte del projecte
- Caracterització física de l'immoble
- Introducció als sistemes de cablatge estructurat (opcional)

Estudi d'alternatives i justificació de la solució adoptada

- Àrea del lloc de treball
- Subsistema horitzontal
- Subsistema troncal o vertical
- Subsistema de campus

Annexos a la memòria

- Punts crítics i càlculs específics
- Preses de terra per a dades
- Normativa referenciada

### Plànols

Plànols generals del sistema de cablatge

Plànols de detall de taulets distribuïdors de cada subsistema

Plànols de detall dels enllaços i esteses de cable, incloent la seva nomenclatura

Plànols de les canalitzacions

Altres esquemes funcionals i d'instal·lació

Presa de terra de dades i la seva estesa, si cal

### Plec de condicions

Condicions generals

Prescripcions tècniques

- Requeriments tècnics dels cables
  - Característiques físiques
  - Característiques elèctriques generals
  - Resistència del conductor
  - Mínima velocitat de fase de propagació
  - Diafonia
  - Màxima resistència no balancejada
  - Rigidesa dielèctrica
  - Resistència d'aïllament
  - Impedància característica

- Atenuació
- Requeriments tècnics dels connectors o maquinari de connexió
  - Característiques físiques
  - Característiques elèctriques generals
  - Atenuació màxima
  - Atenuació de diafonia mínima
  - Pèrdues de retorn mínimes
- Requeriments tècnics dels enllaços
  - Impedàncies característiques
  - Pèrdues de retorn
  - Atenuació
  - Paradiafonia (NEXT)
  - Paradiafonia en mode de suma de potències (PSNEXT)
  - Relacions atenuació/diafonia corresponents (ACR i PS-ACR)
  - Relació telediafonia/atenuació (ELFEXT)
  - Relació telediafonia/atenuació en mode de suma de potències (PSELFEXT)
  - Resistència òhmica en contínua de l'enllaç
  - Retard de propagació
  - Diferència de retard
  - Pèrdues de conversió de mode comú a mode diferencial
- Configuració dels pins en connectors i preses
- Armaris
- Prescripcions tècniques de l'electrònica de xarxa

#### Condicions d'execució

- Diagrama de tasques i fases d'execució
- Direcció d'obra i execució material
- Condicions d'obra civil per al sistema de cablatge estructurat
  - Fals sostre
  - Distribució de canalitzacions per a sistemes de cablatge estructurat
  - Caixes de distribució/registre
  - Caixes de mecanismes en parets
  - Canaletes
  - Tubos corrugats
  - Regates en parets
- Procediments d'execució
  - Instal·lació del cablatge
  - Connexió de les rosetes
  - Connexió dels taulers distribuïdors
  - Instal·lació de l'electrònica de la xarxa
- Nomenclatura i normes de retolament
  - Normes de retolament de les rosetes
  - Normes de retolament dels taulers
  - Normes de retolament de les canalitzacions

#### Condicions de certificació

- Generalitats
- Paràmetres i mesures que s'han de realitzar
- Format de la certificació

#### Condicions economicoadministratives

## **Cablatge estructurat**

---

- Objecte
- Descripció i abast del projecte
- Trameses i terminis
- Període de garantia
- Forma de contractació
- Proposicions
- Condicions econòmiques
- Altres apartats

## **Pressupost.**

Generalitats

Resum final de costos i honoraris

# **El projecte de cablatge estructurat d'un centre d'ensenyament**

## **El projecte tècnic**



Com ja s'ha esmentat al capítol anterior, el projecte d'un sistema de cablatge estructurat està format de les parts següents:

- Memòria
- Plànols
- Plec de condicions
- Pressupost

En el cas concret d'un centre d'ensenyament de titularitat pública totes aquestes tasques d'elaboració del projecte tècnic són adjudicades a empreses del sector d'instal·lacions elèctriques i de suport a les telecomunicacions, per part de la Subdirecció General de Supervisió de Construccions Escolars i Equipaments Educatius, que depèn de la Direcció General de Centres Docents, de la Secretaria General del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya.

L'equip directiu ha de fer la planificació de la instal·lació (dates, disponibilitat d'hores, infraestructura, etc.) amb el representant de la Secció d'Obres i Manteniment<sup>62</sup> de la Delegació Territorial corresponent, coordinats amb l'empresa adjudicatària de l'obra.

## Memòria

### Antecedents

- Informe de diagnòstic
- Abast i objecte del projecte
- Caracterització física de l'immoble
- Introducció als sistemes de cablatge estructurat (opcional)

### Informe de diagnòstic

Com ja s'ha dit, abans de fer la implementació d'un sistema de cablatge estructurat s'hauria de seguir un protocol d'actuacions consistent en:

- Analitzar a fons la situació real de l'organització, en el vostre cas el centre educatiu en qüestió (informe de diagnòstic).
- Identificar les veritables necessitats actuals dels usuaris i encertar en la identificació de les futures. És a dir, tenir clares quines són i preveure quines seran les necessitats de tots els membres de la comunitat educativa: alumnes, professorat, equip directiu del centre, personal administratiu, AMPA, Consell Escolar, pares, etc.
- Analitzar les alternatives tecnològiques que s'han d'utilitzar per afrontar les necessitats anteriors.
- Estimar el cost final i tractar de buscar una relació equilibrada qualitat/preu.
- Preveure les dificultats abans d'enregar qualsevol actuació.

### Diagnòstic

Per començar tot el procés, s'ha d'analitzar a fons la situació real de l'organització del centre educatiu.

---

<sup>62</sup> Les funcions de la Secció d'Obres i Manteniment de qualsevol Delegació Territorial del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya són: “Supervisió de projectes d'arquitectura i enginyeria, de reforma, adequació i millora en centres del Departament en l'àmbit territorial corresponent. Elaboració d'informes referents als projectes d'obres relatius a modificació de l'autorització de centres privats que li delegui la Direcció General de Centres Docents. Planificació en la matèria de construcció de nous centres educatius i remodelació dels ja existents.”

L'informe de diagnòstic ha de deixar palesa la necessitat d'una infraestructura de cablatge així com el seu aprofitament. Aquesta necessitat queda justificada suficientment, en general, considerant la perspectiva històrica de l'evolució de les telecomunicacions i les xarxes, i, en el cas concret d'un centre educatiu genèric també serviria, sobretot si es considera que la realitat educativa s'ha d'adaptar a la societat.

Ja és una realitat la influència de la tecnologia informàtica sobre l'ensenyament, i el moment en què encara no es tenia clar com afectarien les noves tecnologies al món educatiu<sup>63</sup> ja forma part de la història.

Així, doncs, sota aquest punt de vista, queda prou justificada la necessitat, pel que fa a l'educació, de fer servir els recursos de les noves tecnologies –una xarxa– i, com a conseqüència, de fer una instal·lació de cablatge, per cobrir totes les necessitats de connectivitat de tots els membres de la comunitat educativa.

### **Identificació de les necessitats**

Aquesta fase passarà per dues etapes: identificació de les necessitats actuals i identificació de les necessitats futures.

La Secció d'Obres i Manteniment s'informa de tota l'estructura organitzativa de cada centre educatiu, sobre la inspecció d'ensenyament i el mateix centre. S'ha de considerar que hi ha tot un seguit de condicionaments normatius sobre instal·lacions elèctriques i de telecomunicacions que s'han de respectar i que traspassen l'àmbit educatiu i les consideracions que hi pugui fer un equip directiu.

#### *Necessitats actuals*

Són les derivades del pes específic de les noves tecnologies dins l'ensenyament i la seva adequació a la realitat de cada centre educatiu.

Cal contestar la pregunta següent: *Quines necessitats tenim actualment?* La resposta s'ha de donar considerant els equipaments presents i tots els sectors implicats: alumnes, professorat, equip directiu, personal administratiu, AMPA, Consell Escolar, pares, etc.

- *Equipaments presents.* El nombre d'equipaments actuals implica una estructura de connectivitat concreta i determinada, amb un nombre determinat de punts de xarxa i una distribució d'estructura de cablatge derivada de la localització física dels equipaments.
- *Alumnes.* S'ha de considerar el volum d'alumnes –usuaris potencials–, la seva distribució, l'organització i les dinàmiques de treball derivades de la línia educativa del centre.

---

<sup>63</sup> “Els ordinadors estan presents i encara ho estaran més en el futur, en tots els àmbits de la societat; la tecnologia informàtica és viva, està en constant evolució, i les possibilitats, la capacitat i la rapidesa de càlcul de l'ordinador creixen dia rere dia. Tot fa esperar que provoquin, tal com ho va fer en el seu moment la revolució industrial, un canvi en l'essència mateixa de la societat que, tard o d'hora, afectarà l'escola. La qüestió rau, si de cas, en la lentitud o en la rapidesa del canvi, i en aquest punt sí que tindrà un paper protagonista l'ús que dels ordinadors es faci a l'escola en els pròxims anys, la forma com els ensenyants es decideixin a utilitzar-los.” Baldrich i Ferrés. *Informàtica i vídeo: dues eines per a l'ensenyament*. Barcelona: Eumo Editorial. 1990.

- *Professorat.* El professorat, en general, així com les característiques intrínseqües de cada tipus d'ensenyament, cicle i departament, provoquen unes necessitats diferents en cada cas. Per exemple, les necessitats del professorat en educació infantil no són les mateixes que en el cicle superior de l'ensenyament primari, i encara més diverses si es considera l'ESO o el batxillerat. També els diferents departaments originen necessitats diverses: el canó de vídeo s'ha convertit en un equipament molt important en la dinàmica de classe de determinades matèries que necessiten de suport gràfic i així de vegades es vol fer servir en zones del centre educatiu no cablades o de difícil accés, amb la qual cosa cal preveure la instal·lació de punts d'accés sense fil.
- *Equip directiu.* Les seves necessitats reals deriven dels àmbits de l'organització i la gestió dels recursos de què disposa el centre, així com de l'atenció a les demandes de la comunitat educativa. Aquí tenen un pes específic important les esferes de la gestió acadèmica i la gestió administrativa, ja que al darrere hi ha l'estructura pròpia de la secretaria de qualsevol centre educatiu, cada cop més tecnificada. Segons l'estructura física de la secretaria, i per donar possibilitat a l'itinerància de l'equip directiu, es preveurà la instal·lació de punts d'accés sense fil.
- *Personal administratiu.* La complexitat d'una secretaria d'un centre educatiu, amb el personal administratiu que hi treballa, provoca unes necessitats diferents en cada cas. Normalment aquesta complexitat deriva també del tipus d'ensenyament i la tipologia de cada centre.
- *AMPA.* La dinàmica de les associacions de pares i mares d'alumnes origina unes necessitats concretes, derivades del seu grau de dinamisme i implicació en les activitats educatives escolars i extraescolars.
- *Consell escolar.* En les seves reunions periòdiques origina unes necessitats concretes.
- *Pares.* Cal considerar les seves inquietuds, pel que fa a la connectivitat i l'aprofitament dels recursos informàtics, tot i que normalment es canalitzen mitjançant la seva representació dins el Consell Escolar. Aquestes inquietuds potser no tindran una influència immediata en el tema de la xarxa del centre, ja que potser el seu interès se centrarà a aconseguir una connectivitat des de l'exterior per poder fer gestions com ara: ingressos d'excursions, baixar llistats de llibres de text, concertar entrevistes amb els tutors, etc., situacions que quedaran cobertes amb la creació i manteniment d'un portal web (tipus PhP, per exemple).

### Necessitats futures

Són les derivades del futur pes específic de les noves tecnologies dins l'ensenyament i la seva adequació a la realitat futura de cada centre educatiu.

Cal contestar la pregunta següent: *En un futur, quines necessitats tindrem?* La resposta s'ha de donar considerant els equipaments presents, els equipaments de què periòdicament dota l'administració, les tendències de les noves tecnologies i tots els sectors implicats: alumnes, professorat, equip directiu, personal

administratiu, AMPA, Consell Escolar, pares, etc., i és aquí, en aquest punt, quan les orientacions i la normativa referents al cablatge estructurat tenen el seu pes, ja que estableixen les condicions per configurar un sistema obert, evolutiu, flexible i modular.

### *Alternatives tecnològiques*

S'ha de fer una consideració racional de quina tecnologia, de tot el ventall possible d'alternatives existent al mercat, és la més adient en cada cas. Novament, la consideració de les orientacions normatives és fonamental. La distribució física de l'edifici o edificis condiciona la tecnologia a utilitzar, ja que potser, en molts casos, si és un edifici de nova construcció, no tindreu problemes, però en canvi, sí que n'apareixeran si les instal·lacions escolars ocupen un edifici històric (una antiga casa senyorial, fàbrica, museu, local social, etc.), ja que trobareu la impossibilitat de tiratge del cable i haureu de recórrer a les tecnologies sense fil (sempre com a complement de la xarxa convencional).



Cal determinar quina tecnologia serà la predominant. Normalment s'optarà per una tecnologia amb fil, de cable, o convencional, i, en casos particulars, segons les necessitats, es complementarà amb tecnologia sense fil.

### *Cost final*

Cal buscar l'equilibri entre la tecnologia triada i un cost coherent, assumible per les entitats oficials encarregades. Per sobre de tot ha de ser una estructura tecnològica útil i pràctica, i ha d'evitar complicacions i complexitats innecessàries.

### *Previsió de dificultats*

Un cop concretada la tecnologia que es vol fer servir i el seu cost, s'ha de fer una mínima previsió de dificultats.

Aquestes dificultats es poden derivar de l'adequació dels equipaments als espais i de les característiques físiques de les instal·lacions escolars. Per exemple, si les instal·lacions escolars es troben en un edifici històric, apareixen tot un seguit de dificultats d'instal·lació derivades del gruix de les parets quan s'ha de canalitzar tot el conjunt del cablatge, a més de la pugna que s'estableix entre el respecte a l'estil arquitectònic existent i l'impacte de la nova instal·lació;<sup>64</sup> en aquest sentit, si l'edifici és de nova creació, les directrius arquitectòniques modernes ja segueixen una sèrie de paràmetres que faciliten la instal·lació del cablatge, així com el futur manteniment.

---

<sup>64</sup> En aquesta situació, hi hauria altres alternatives (ductes sota el terra, per exemple) que farien possible el respecte a l'estil propi de l'edifici, però que segurament tindrien una redundància econòmica important, i encaririen molt la instal·lació.

### Abast i objecte del projecte

Respondrà a un seguit de directrius normatives pròpies del Departament d'Educació.

### Caracterització física de l'immoble

Novament, la Secció d'Obres i Manteniment de cada Delegació Territorial disposarà d'una informació actualitzada i real de les característiques físiques de l'edifici escolar, i més encara si l'edifici és de nova creació i no és un edifici adequat, transformat o traspassat per una altra entitat oficial o departament de la Generalitat de Catalunya, casos en els quals aquesta informació potser no serà tan exhaustiva.



Les característiques físiques de l'immoble que dóna cabuda al centre educatiu imposen un seguit de condicionaments i reflexions sobre el projecte de cablatge estructurat

### Estudi d'alternatives i justificació de la solució adoptada

Aquesta part de l'informe és diferent en cada cas, però la realitat és que hi ha uns models estàndards, tipificats, que responen a les característiques prèvies de cada edifici –comunes a les construccions de cada any o període d'anys.

- Àrea del lloc de treball
- Subsistema horitzontal
- Subsistema troncal o vertical
- Subsistema de campus

### Annexos a la memòria

Informació tècnica referida a diferents aspectes

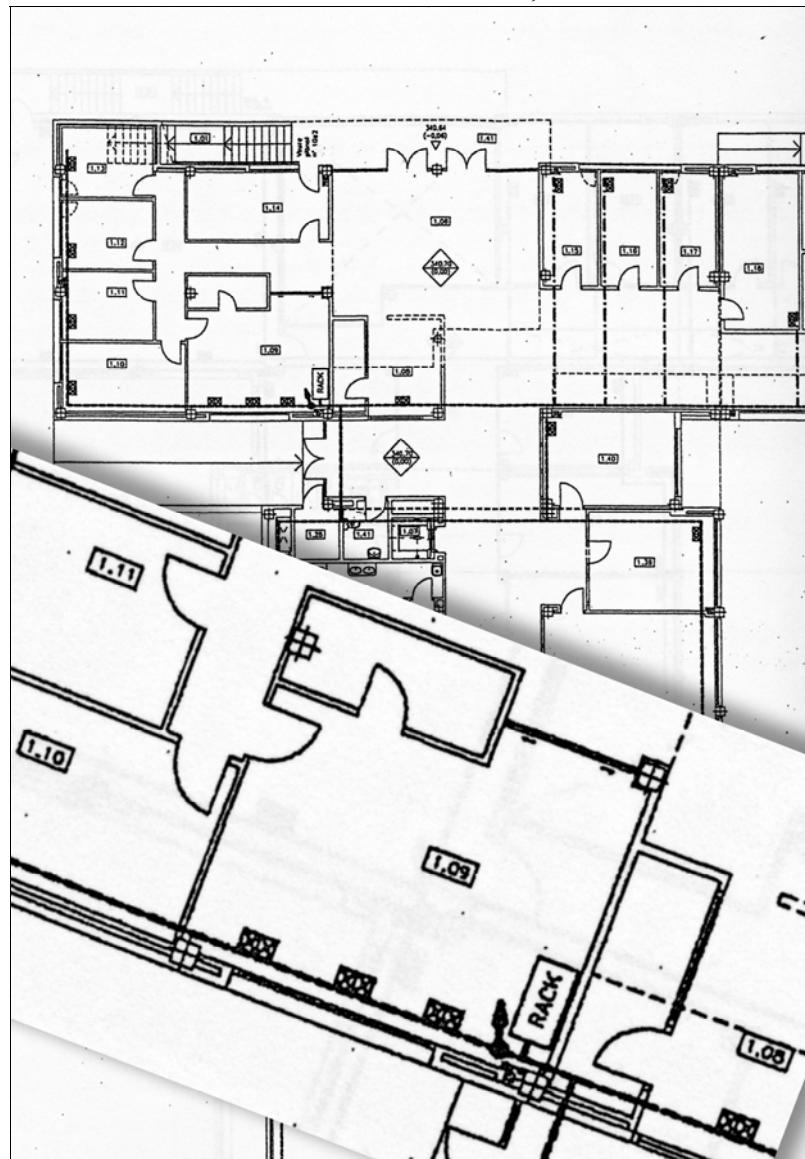
- Punts crítics i càlculs específics
- Preses de terra per a dades
- Normativa referenciada

### Plànols

Hi ha tota una informació, específica en cada cas, referida a:

- Plànols generals del sistema de cablatge
- Plànols de detall de taulets distribuïdors de cada subsistema
- Plànols de detall dels enllaços i esteses de cable, incloent la seva nomenclatura
- Plànols de les canalitzacions

- Plànols de distribució dels punts d'accés sense fil
- Altres esquemes funcionals i d'instal·lació
- Presa de terra de dades i la seva estesa, si cal



Plànol de la primera planta: s'hi veu especificada la posició que han d'ocupar el rack i els punts de xarxa de la Secretaria.

## Plec de condicions

Inclou:

Condicions generals

Prescripcions tècniques

- Requeriments tècnics dels cables
  - Característiques físiques
  - Característiques elèctriques generals
  - Resistència del conductor
  - Mínima velocitat de fase de propagació
  - Diafonia
  - Màxima resistència no balancejada

- Rigidesa dielèctrica
- Resistència d'aïllament
- Impedància característica
- Atenuació
- Requeriments tècnics dels connectors o maquinari de connexió
  - Característiques físiques
  - Característiques elèctriques generals
  - Atenuació màxima
  - Atenuació de diafonia mínima
  - Pèrdues de retorn mínimes
- Requeriments tècnics dels enllaços
  - Impedàncies característiques
  - Pèrdues de retorn
  - Atenuació
  - Paradiafonia (NEXT)
  - Paradiafonia en mode suma de potències (PSNEXT)
  - Relacions atenuació/diafonia corresponents (ACR i PS-ACR)
  - Relació telediafonia/atenuació (ELFEXT)
  - Relació telediafonia/atenuació en mode suma de potències (PSELFEXT)
  - Resistència òhmica en contínua de l'enllaç
  - Retard de propagació
  - Diferència de retard
  - Pèrdues de conversió de mode comú a mode diferencial
- Configuració dels pins en connectors i preses
- Armaris
- Prescripcions tècniques de l'electrònica de xarxa

### Condicions d'execució

- Diagrama de tasques i fases d'execució
- Direcció d'obra i execució material
- Condicions d'obra civil per al sistema de cablatge estructurat
  - Fals sostre
  - Distribució de canalitzacions per a sistemes de cablatge estructurat
  - Caixes de distribució/registre
  - Caixes de mecanismes en parets
  - Canaletes
  - Tubos corrugats
  - Regates en parets
- Procediments d'execució
  - Instal·lació del cablatge
  - Connexió de les rosetes
  - Connexió dels taulers distribuïdors
  - Instal·lació de l'electrònica de la xarxa
- Nomenclatura i normes de retolament
  - Normes de retolament de les rosetes
  - Normes de retolament dels taulers
  - Normes de retolament de les canalitzacions

### Condicions de certificació

- Generalitats

- Paràmetres i mesures per realitzar
- Format de la certificació

Condicions economicoadministratives

- Objecte
- Descripció i abast del projecte
- Trameses i terminis
- Període de garantia
- Forma de contractació
- Proposicions
- Condicions econòmiques
- Altres apartats

### **Pressupost**

Generalitats

## **Exemple pràctic d'instal·lació de cablatge**

Després que l'empresa adjudicataria de l'obra ha presentat tot el projecte tècnic i aquest ha estat supervisat per la Secció d'Obres i Manteniment corresponent, arriba el moment d'enegregar la instal·lació a l'edifici escolar.

Com ja s'ha dit anteriorment, cal coordinar la instal·lació perquè, si es fa en època escolar, tingui una mínima incidència en les activitats educatives del centre.

Si l'edifici és de construcció nova i relativament recent, i conseqüentment tota la instal·lació elèctrica i de xarxa està feta o prevista en safates portacables penjades del sostre, no hi ha d'haver complicacions significatives que impliquin activitats molt sorolloses o fins i tot perilloses per al desenvolupament normal de les activitats escolars, llevat d'aquelles derivades d'haver d'instal·lar o afegir més ductes, espais horitzontals o safates, atès el volum de cables.

El personal instal·rador ha de prendre consciència que no és una instal·lació feta en una empresa qualsevol i que les seves activitats laborals poden incidir en la vida educativa. En casos que s'hagi de fer la instal·lació amb conduccions de cables a sobre de sostre artificial o fins i tot sota el terra, s'ha de preveure, ja que els espais implicats no es poden fer servir.

### **Característiques generals**

Per poder exemplificar la instal·lació de cablatge estructurat en un centre d'ensenyament concretarem la situació següent:

- Institut d'ensenyament secundari, amb ESO i batxillerat.
- Edifici de nova construcció. El cablatge es fa *a posteriori* de l'entrega de l'edifici, quan les instal·lacions escolars ja funcionen de fa mesos.
- Tres plantes: planta de semisoterrani, planta baixa i primera planta.

- La instal·lació s'ha projectat de manera que permet fer arribar a tots els espais del centre una xarxa de cablatge estructurat, de forma radial, amb un armari principal de comunicacions, del qual partiran tots els cables de connexió cap a les rosetes dobles RJ45 que hi haurà situades als diversos espais del centre, i que constituiran la xarxa informàtica i de comunicacions. A les zones d'alta densitat d'ordinadors (aules d'informàtica, aula-taller de tecnologia) s'instal·larà un armari secundari de comunicacions.
- Estructura general del cablatge:
  - El cablatge complirà amb l'estàndard cat. 5 millorada (Cat5e).
  - Els cables finalitzaran en rosetes dobles amb connexions RJ45 per un extrem, i en taulers de preses RJ45 (*patch* tauler) per l'altre.
  - Als passadissons els cables circularan per safates portacables.
  - A l'aula els cables circularan per canaleta plàstica o tub de PVC rígid.
  - Les canaletes i safates es dimensionaran de manera que permetin un futur increment de fins un 50 % del nombre de cables per transportar. Les canaletes i safates, i en general tota la instal·lació, es farà de forma que resulti viable i fàcil la inclusió futura de nous cables de connexió.
  - Punts de connexió en espais específics.
- Estructura general de la xarxa sense fil:
  - La instal·lació complirà amb l'estàndard 802.11b o superior.
  - Els punts d'accés s'instal·laran als llocs i les alçades adients per assegurar-ne la cobertura i evitar-ne el deteriorament.

**XARXA CONVENCIONAL**

**Planta baixa**

Consergeria	1	Espai de treball del personal de serveis	Aula ESO	1
Secretaria	3	Espai de treball del personal administratiu	Aula ESO	1
Direcció	1	Despatx director/a	Sala professorat	1
Prefectura d'Estudis	1	Despatx cap d'estudis	Aula especial	1
Secretaria	1	Despatx secretariària	Tutoria 1	1
Coordinació Pedagògica	1	Despatx coordinador/a pedagògic/a	Tutoria 2	1
AMPA	1	Sala de reunions AMPA	Magatzem 1	1
Aula especial	1		Magatzem 2	1
Aula ESO	1		Coordinació	1
Aula ESO	1		Aula dibuix	6
Aula ESO	1		Taller 1	6
Aula ESO	1		Taller 2	6
<b>Total .....</b>	<b>41</b>			

**Planta semisoterrani**

Aula batxillerat	1		Aula d'informàtica	15
Aula batxillerat	1		Aula especial	1
Aula batxillerat	1		Magatzem	1
Aula batxillerat	1		Aula especial	1
Aula batxillerat	1		Gimnàs	1
Aula batxillerat	1	Aula d'usos múltiples de batxillerat		
<b>Total .....</b>	<b>26</b>			

**Primera planta**

Aula ESO	1		Departament	1	Dep. Humanístic
Aula ESO	1		Departament	1	Dep. de Llengües
Aula ESO	1		Departament	1	Seminari de Llengües Estrangeres
Aula ESO	1		Departament	1	Dep. d'Expressió
Aula ESO	1		Departament	1	Dep. de Matemàtiques i Tecnologia
Aula ESO	1		Departament	1	Departament de Biologia, Geologia, Física i Química
Aula ESO	1		Laboratori 1	6	Laboratori de Física
Aula ESO	1		Laboratori 2	6	Laboratori de Química
Biblioteca	5		Laboratori 3	6	Laboratori de Biologia
Departament	1	Dep. d'Orientació			
<b>Total .....</b>	<b>38</b>				

**Total punts....105**

**XARXA SENSE FIL**

**Planta baixa**

Corredor oest	1	Punt d'accés	
		<b>Total .....</b>	<b>1</b>

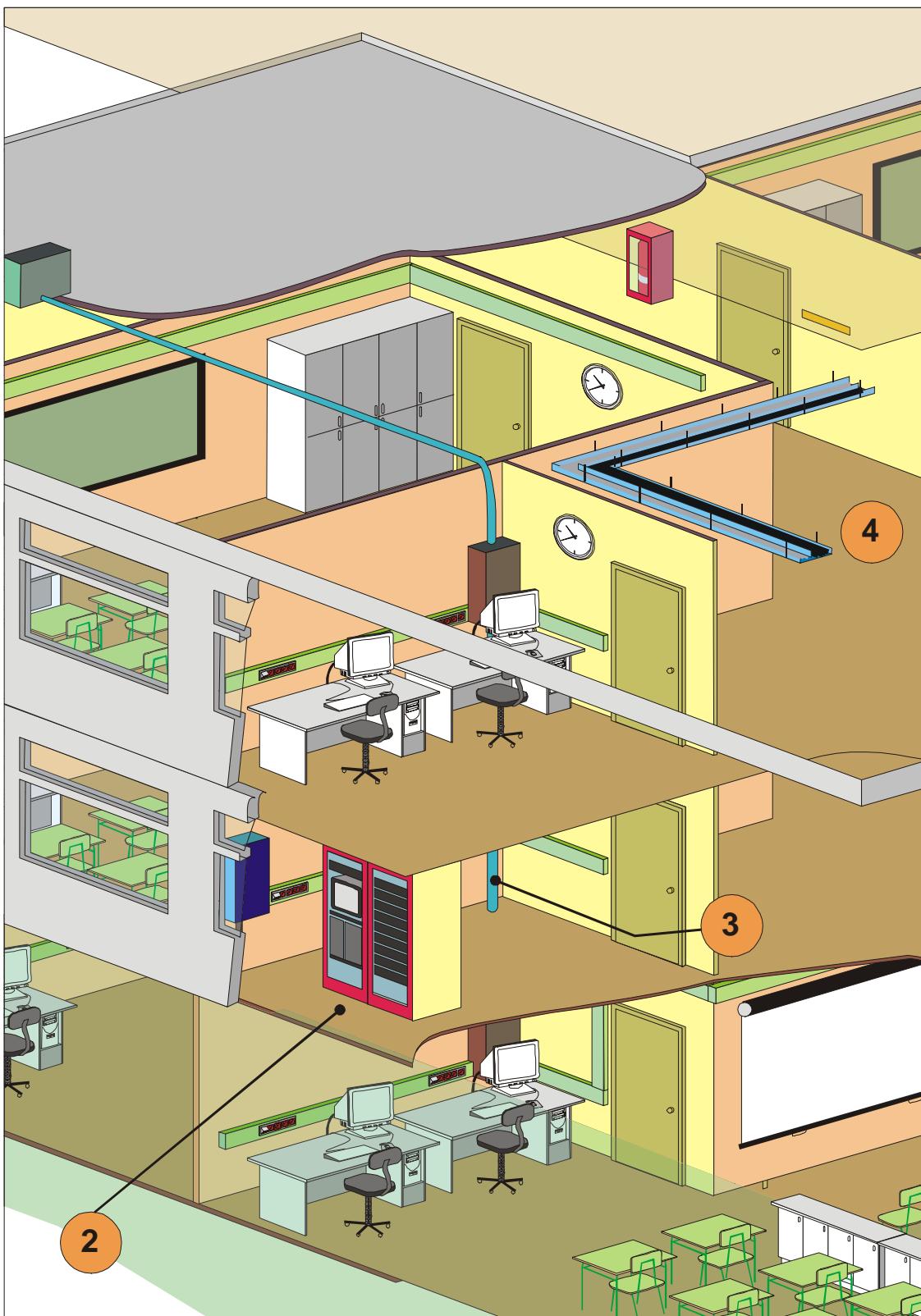
**Planta semisoterrani**

Corredor est	1	Punt d'accés	Corredor dels despatxos de Direcció/Secretaria	1	Punt d'accés
			<b>Total .....</b>	<b>2</b>	

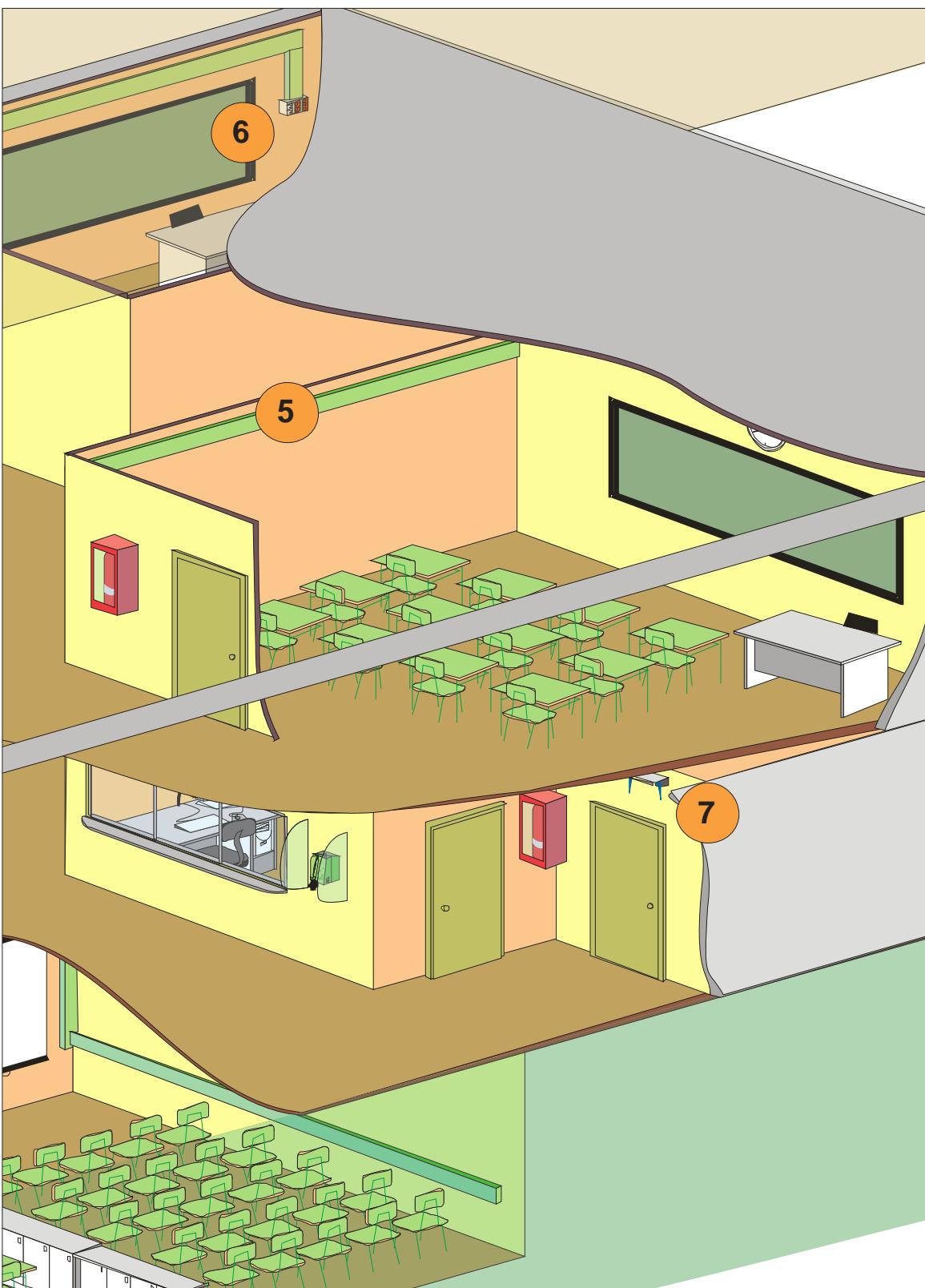
**Primera planta**

Corredor est/oest	1	Punt d'accés	
		<b>Total .....</b>	<b>1</b>

**Total punts d'accés 4**



Tall esquemàtic d'un edifici escolar típic. A la planta semisoterrani, en primer plà, s'observa una aula d'usos múltiples - sala de reunions, coordinacions, estudi, consulta - en la qual es pot observar que hi ha instal·lats dos terminals; l'ordinador que controla el canó de vídeo per a projeccions - a la part dreta-, no es veu. A la planta baixa, en primer plà, hi ha la sala de telecomunicacions (2), a la qual hi ha l'armari principal de comunicacions; es pot veure la canalització del cablatge vertical (3). A la primera planta s'observa un departament que té dos terminals; fora, al corredor, es poden observar les safates portacables (4) i els mecanismes de prevenció d'incendis -extintor.



Tall esquemàtic d'un edifici escolar típic (continuació). A la planta semisoterrani, en primer plà, s'observa la continuació de l'aula d'usos múltiples. A la planta baixa, en primer plà, hi ha la Secretaria/Administració del centre educatiu, amb un telèfon dús públic al costat. A la segona porta de la dreta que dona accés als despatxos de Direcció, Prefectura d'Estudis, Secretaria i Coordinació Pedagògica, es pot observar a sobre de la porta un punt d'accés sense fil (7). A la primera planta s'observen les aules normals, amb les canalitzacions del cablatge horitzontal (5) i els seus punts d'accés convencional o punts d'usuari (6).

- Armari principal de comunicacions. Es tracta d'un *rack* de comunicacions amb bastidors de 19" al qual arribaran tots els cables provinents de cadascuna de les rosetes dobles que hi haurà al centre. En aquest armari hi haurà una sèrie de taulers de preses RJ45 i guiadors de fils que permetran la interconnexió de cada una de les rosetes dobles amb els diversos serveis que es distribuiran per aquesta xarxa. En aquest armari hi haurà un tauler d'endolls tipus *schuko* i també es deixarà espai per col·locar els següents elements de la xarxa informàtica:
  - Encaminador que suportarà la connexió a Internet.
  - Servidor *proxy* i web del centre.
  - *Switch* d'altres prestacions que farà possible la interconnexió de la xarxa informàtica del centre.

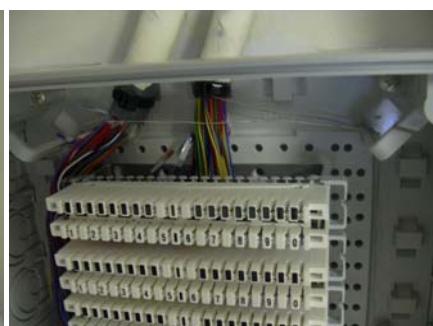
Aquest armari s'ubicarà a Secretaria, a la planta baixa.

- Armari secundari de comunicacions. S'instal·laran a les zones d'alta densitat d'ordinadors.
- Instal·lació elèctrica:
  - Es realitzarà una instal·lació elèctrica associada als equipaments informàtics. Aquesta instal·lació disposarà de protecció específica.
  - Els cables de dades i els cables elèctrics es disposaran a través de canalitzacions independents, i en el cas d'utilització de canaletes, aquestes seran tabicades.
  - Cada roseta doble instal·lada portarà associat un conjunt de 4 endolls de connexió elèctrica.
- Integració dels punts de telefonia:

De la centraleta telefònica sortirà un cable multiparell que comunicarà les diverses extensions telefòniques disponibles amb un dels taulers de preses RJ45 ubicats a l'armari principal.



Caixa de connexions, annexa a la centraleta, per a les diverses extensions telefòniques



Detail de la caixa de connexions, annexa a la centraleta, per a les diverses extensions telefòniques

## Fases de la instal·lació

Les fases que s'expliquen a continuació són una possible orientació en el moment de fer la instal·lació.

### Preses d'usuari i endolls

Seguint les directrius i els llocs especificats al projecte, es procedeix a la instal·lació dels punts de xarxa. Cada punt de connexió o presa d'usuari estarà formada per:

- 1 roseta doble (2 punts de xarxa, RJ45)
- 4 endolls

S'ha triat un model comercial que inclou una caixa de superfície tapiada que permet separar les connexions de dades (xarxa) de les connexions elèctriques. Els punts de xarxa disposen d'una finestra lliscant, de protecció, antipols, i les bases dels endolls s'han triat de color vermell per indicar que la seva alimentació es podrà fer a través d'un SAI<sup>65</sup> (opcional).



Equip comercial de caixa de superfície per a instal·lació de cablatge de dades i cablatge elèctric.

Caixa de superfície muntada que mostra el cablatge (dades de color gris i elèctric de color negre) i els forats de comunicació amb l'espai de l'altra banda de la paret.

Caixa de superfície muntada que mostra els endolls instal·lats i el cablatge de dades a punt de ser connectat. S'observa la separació entre els cables de dades i la part elèctrica de la caixa.

Placa amb dos connectors RJ45 amb finestreta lliscant de protecció antipols.

En el cas d'aprofitar alguna instal·lació prèvia que s'havia fet concretament a l'aula d'informàtica, un dels laboratoris i els despatxos de direcció i secretaria, es tria l'opció d'aprofitar els canals existents i, com a conseqüència, s'opta per unes rosetes dobles, inclinades 45°, amb persiana abatible, protectora i antipols, que s'inclouran dins els marcs subministrats per la mateixa casa comercial fabricant dels canals.

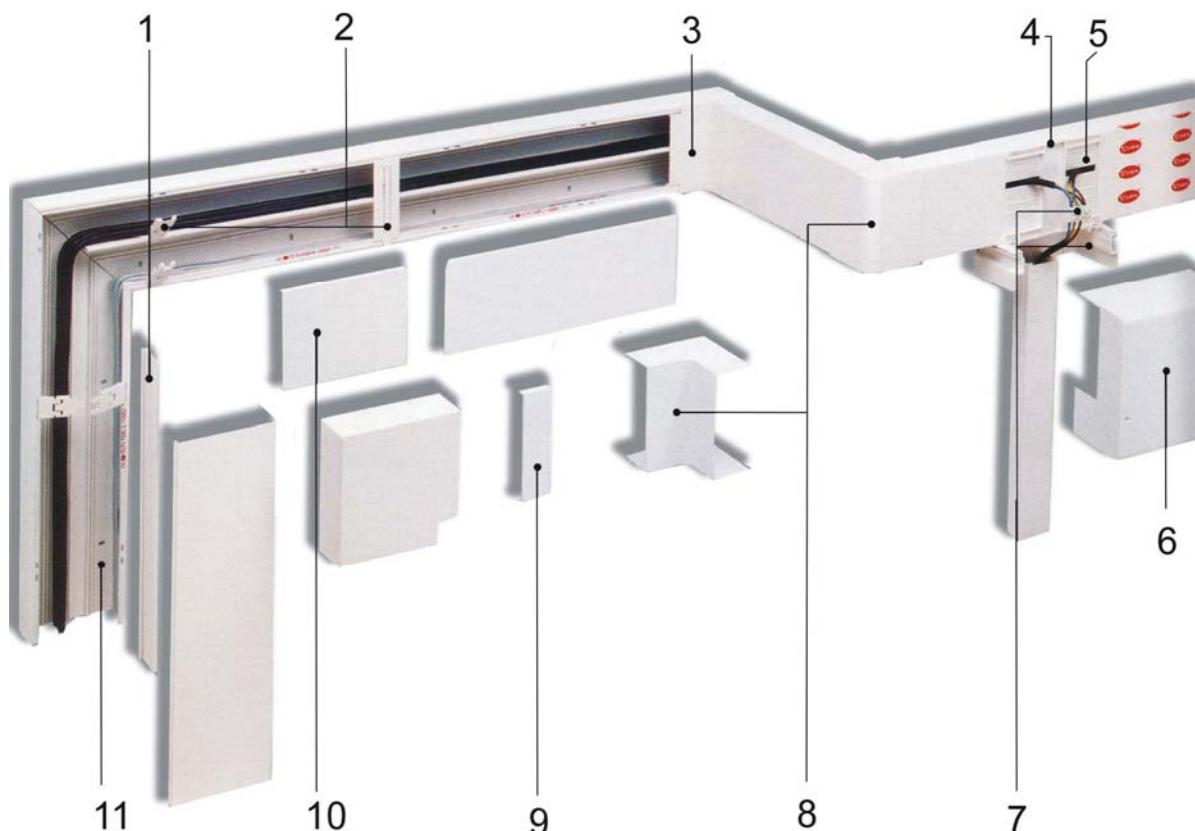
<sup>65</sup> Sistema d'Alimentació Ininterromput. Assegura que, en cas d'una apagada elèctrica de tota la instal·lació de l'edifici escolar, es pugui guardar la feina que s'estigui fent en aquells moments i fins i tot continuar treballant una estona més, sempre segons la capacitat i l'estat de càrrega del dispositiu.



Roseta doble, inclinada 45°, amb persiana abatible, de protecció i antipols, que s'instal·larà en aquells punts on es vulgui aprofitar una instal·lació prèvia.

### Canals perimetrals

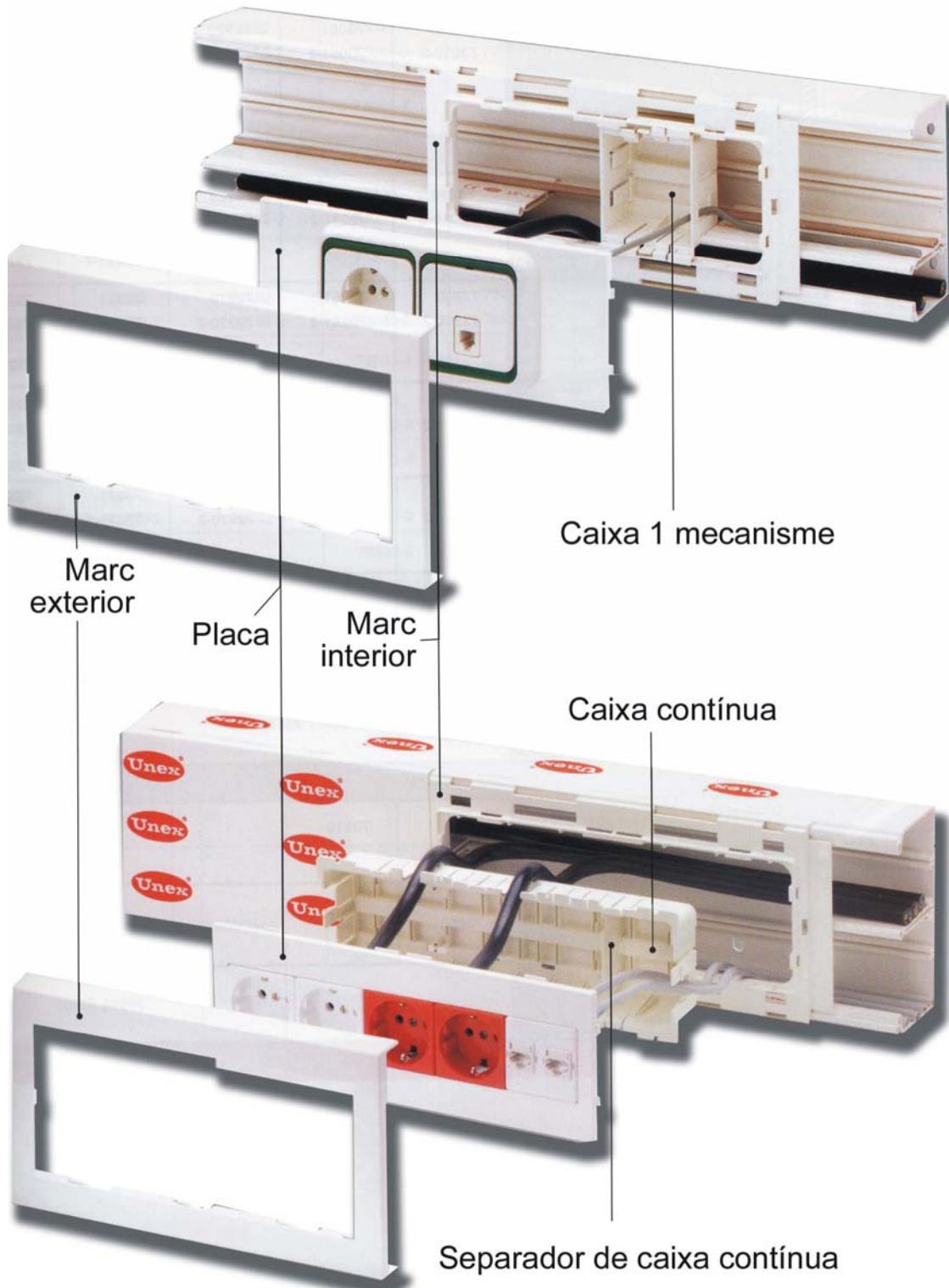
Referent als canals tapiats que conduiran tot el cablatge des de les caixes de superfície fins a les safates portacables, s'ha optat per la solució de canaletes de PVC sobreposades, d'una marca comercial molt estesa al sector.



**Característiques d'un canal perimetral en PVC:** 1. Tabicació muntable; 2. Pont: aguanta els cables i permet accés diferenciat a cada circuit; 3. La peça interior de l'angle interior permet la medició de la tapadora i aguanta els cables; 4. Permet no haver de tallar el canal principal; 5. La peça interior manté la separació dels circuits; 6. La peça exterior amaga les imprecisions dels talls de la tapadora i de les connexions; 7. Espai molt ampli per a la connexió; 8. La peça exterior amaga les imprecisions dels talls de la tapadora i de les connexions; 9. Cobreix les unions de la tapadora; 10. No cal fer lliscar la tapadora per al seu muntatge; 11. Base perforada per a la seva fixació. (Font de la

## **El projecte de cablatge estructurat d'un centre d'ensenyament**

Il·lustració: UNEX Aparellaje eléctrico, SL)



Adaptació de mecanismes al canal 73 en PC + ABS sense halògens (Font de la il·lustració: UNEX Aparellaje eléctrico, SL)

## Cablatge estructurat

---



Adaptació de mecanismes per poder aprofitar una instal·lació preexistente. Falta el marc exterior per al recobriment de tots els mecanismes i les tapes exteriors dels canals de PVC. La numeració que s'observa a les "portetes" de les connexions RJ45 -20 i 21- no és la correcta, i en acabar s'haurà de substituir per una altra que faci referència al punt de xarxa i al switch al qual va connectat dins l'armari principal de comunicacions.



Des de la presa d'usuari els cables es condueixen per canal de PVC tapiada.

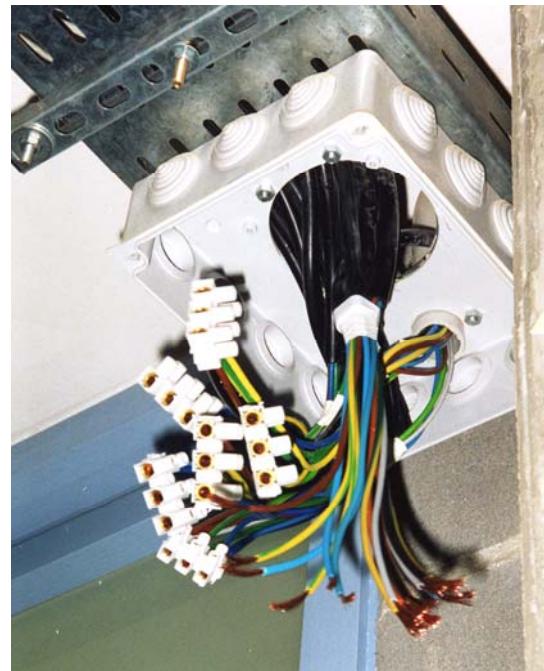
La conducció per canal de PVC va sobreposada a les instal·lacions preexistents, ja que ha d'anar completament independent, i arriba fins a la sortida de l'espai específic, en aquest cas una aula.



Aspecte general de la instal·lació i conducció del cablatge dins una aula.



Els cables, un cop fora de l'espai específic, són conduïts per una safata portacables lateral, penjada del sostre, fins a la safata portacables principal o troncal que els conduirà a l'armari principal de comunicacions. La caixa suspesa a la part inferior de la safata portacables conté les connexions del sistema d'alimentació elèctrica que dóna tensió als terminals Schuko, de color vermell, dins l'aula.



Detall de totes les connexions elèctriques contingudes dins la caixa de connexions penjada a la part inferior de la safata portacables.

## Cable

El cable serà UTP, de cat. 5e, flexible i comercialitzat en caixes de 305 metres (1.000 peus).

Es començarà l'extensió del cablatge numerant la caixa de la qual surt el cable, controlant el metratge i tornant a marcar el cable en l'extrem d'arribada al punt de connexió. Es numeraran seguint un ordre preestablert i especificat al projecte tècnic. Així, els dos primers cables pels quals es comença podrien seguir la numeració 01-01 i 01-02, que significarà:

- Punt 01-01 – Port 01 del tauler de connexions 01
- Punt 01-02 – Port 02 del tauler de connexions 01



Cable UTP cat. 5millorada



El cable es traurà de tantes caixes com línia es vulguin instal·lar en una zona de la planta, i es prendrà nota acurada dels metres que tirem per cadascuna.



Safata portacables penjada del sostre

Per controlar els metres de cablatge que es van tirant entre el punt o la presa d'usuari i el bastidor amb guies, només cal mirar l'etiqueta que porta impresa la funda de PVC del cable UTP, metre a metre. En aquesta etiqueta trobareu:

- El tipus de cable: UTP
  - La Categoria: Cat5e
  - La normativa o normatives de les quals compleix les especificacions.
- La distància expressada en metres –cada caixa ja hem dit que conté 5 metres de cable. En aquesta imatge es veu un cable UTP que mostra el metre 201, del total dels 305 metres

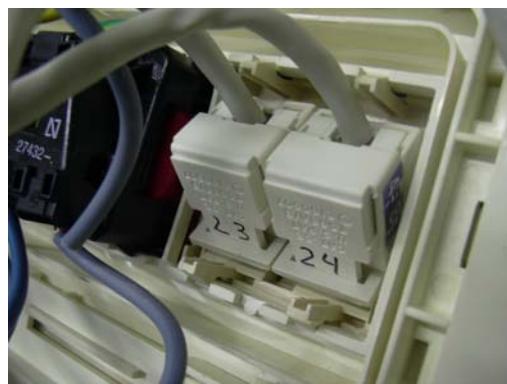


### Punts de connexió

Un cop estès el cable, es pot acabar de fer el seu tiratge fins al bastidor amb guies o bé començar a fer les connexions elèctriques i de xarxa en els punts d'usuari.



Vista exterior de la roseta doble que es farà servir als espais que es vulgi aprofitar la instal·lació preexistente.



Vista interior d'una connexió a sobre d'un canal perimetral, a la qual es veu el número posat per l'instal·lador a l'interior del *jack*.

Les connexions dels *jacks* femelles es faran amb l'eina d'impacte posada en posició d'impacte fort. Un cop fetes les connexions dels vuit fils, es pot repetir la numeració inclosa al cable, dins la roseta i fins i tot a la part exterior, al lloc reservat per posar posteriorment l'etiqueta, quan es faci el retolament definitiu. Així, el conjunt connectat quedarà tancat i a l'espera de l'alimentació elèctrica i la posterior comprovació de la continuïtat dels punts de xarxa –no la seva certificació.

### Safates portacables

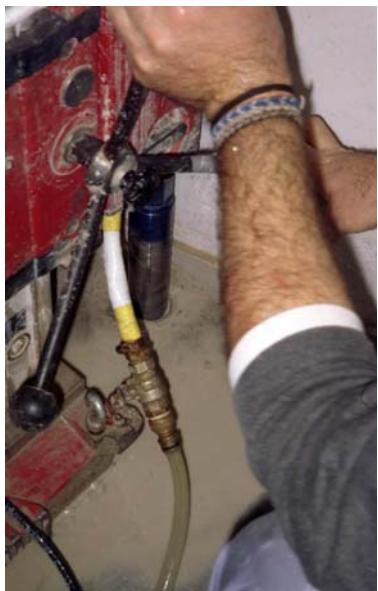
Es faran servir les safates preexistents (penjades del sostre) que servien per portar cables d'electricitat i telefònics. Atesa la normativa, ja hi havia una tabicació que separava els cables de xarxa elèctrica dels de telefonia. S'aprofitarà aquesta tabicació i es farà circular els cables de dades pel mateix lloc que els de telefonia.



Les safates portacables aniran penjades del sostre. S'observa, d'esquerra a dreta, la safata principal que porta tot el cablatge principal i que es va distribuint per safates laterals fins a entrar en els espais específics.

### **Conducció dels cables entre plantes**

Cal foradar el terra de la primera planta i de la planta baixa per fer passar tot el gruix de cables de dades i conduir-los cap a l'armari central de comunicacions. Es farà servir un equipament especial, refrigerat per aigua, amb gran capacitat de penetració.



Operari perforant el terra de la planta baixa per Guiatge dels cables de la planta baixa i els procedents de la primera planta, que formen ja un únic paquet.

### Conducció del cablatge fins al bastidor amb guies

Els diferents feixos de cables, convenientment agrupats mitjançant brides, es fan arribar, seguint les safates i ductes existents, a l'armari central de comunicacions situat a la Secretaria.



Arribada a l'armari central de comunicacions de tot el gruix del cablatge (la porta del darrere de l'armari és oberta).



Detall de l'arribada a l'armari central de comunicacions de tot el gruix del cablatge (la porta del darrere de l'armari és tancada).

### Armari principal de comunicacions

L'armari principal de comunicacions s'ha de col·locar al lloc especificat al projecte, i un cop situat se n'ha de comprovar la correcta ubicació i si l'espai que el circumda permet obrir les portes d'accés laterals, davantera i del darrere. Aquesta comprovació és important de cara a fer primer la instal·lació del cablatge i després assegurar l'accés per al seu manteniment.

### Components

En el vostre cas, instal·lareu un armari amb les característiques següents:

- Armari de peu de 42U, de 2.000 x 800 x 600<sup>66</sup>
- Porta frontal de vidre fumat i posterior d'acer, ambdues reversibles i amb pany i clau
- Taulers desmontables amb accés pels dos costats, pany i clau
- Dues safates interiors per a suport d'elements informàtics
- Tauler superior de ventilació de 19" amb dos ventiladors d'alt volum i interruptor independent

---

<sup>66</sup> Dins les actuacions de l'Entitat Pública Empresarial Red.es, adscrita al Ministeri de Ciència i Tecnologia a través de la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació, i en compliment de la seva missió de contribuir al foment i desenvolupament de les intercomunicacions i la societat de la informació al nostre país, es va redactar el *Plec de clàsusules tècniques*, que regeix la realització dels termes del contracte de “Subministrament, instal·lació i manteniment de xarxes d'àrea local en centres educatius de Catalunya”, exp: 300/04-DP (publicat a <http://www.red.es>), en el qual, a l'apartat 3.1, sobre Requisits tècnics, s'especifica en allò que fa referència als bastidors amb guies: “...es podran instal·lar tant armaris murals de 3 cossos com armaris de peu. Aquests armaris seran metàl·lics, per a equipaments de 19”, i fons de 90 cm, amb porta frontal de metacrilat i pany...”.

- Regleta electrificada de connexió, de 19", amb 6 bases schuko amb interruptor, d'1,5 U d'altura.

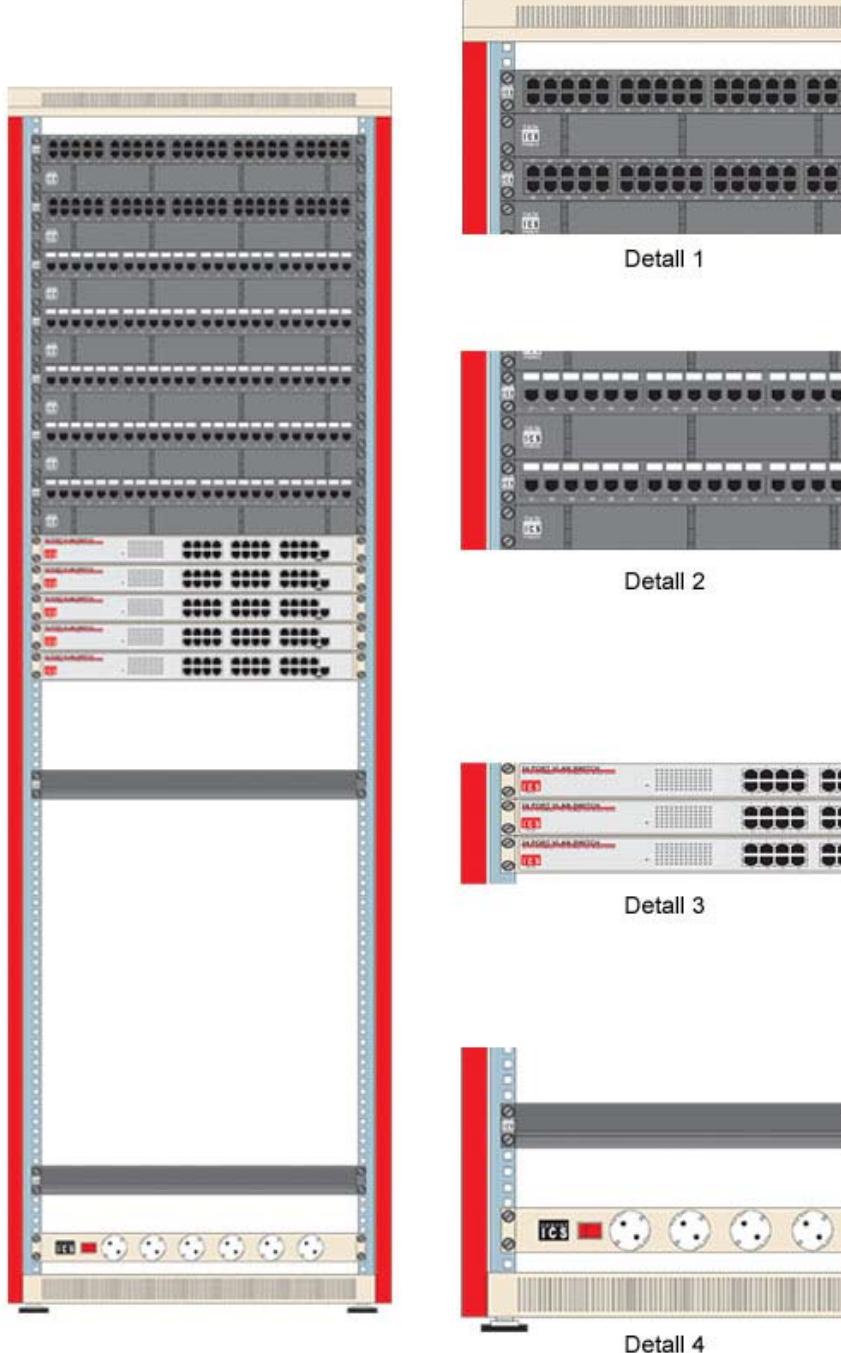
Abans de fer el cablatge dels diferents components d'electrònica i les connexions de la xarxa, cal instal·lar-los dins l'armari.



Sòcol amb reixeta frontal de ventilació i forats laterals per poder passar cables.



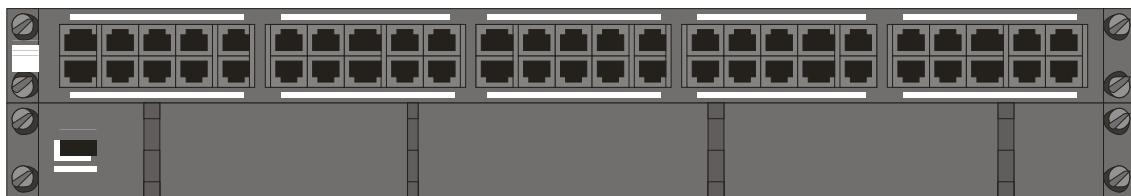
Conjunt de ventiladors d'alt volum d'evacuació. Porten un interruptor independent i es localitzen a la part superior del bastidor amb guies.



Armari central de comunicacions. **Detall 1-** Tauler de connexions UTP d'alta capacitat ( 50 ports) i el tauler horitzontal guiador de cables corresponent; s'observa també la coberta superior de l'armari, amb les ranures de refrigeració, que amaga el bloc de refrigeració format per dos ventiladors d'alta capacitat. **Detall 2-** Tauler de connexions UTP de 24 ports amb espai per al seu etiquetatge i el tauler horitzontal guiador de cables corresponent. **Detall 3-** Switch de 24 ports VLAN més 1 port d'expansió. **Detall 4-** Safata extraïble, releta elèctrica de connexions i sòcol del bastidor amb guies; la safata pot servir per col·locar el servidor de la xarxa escolar i l'encaminador que faciliti la connexió a Internet; la releta de connexions té interruptor i el sòcol presenta les ranures que serveixen per a la refrigeració. Al detall 4 es poden observar, a més a més, les potes que poden servir per regular la verticalitat de tot el conjunt.

Quantitat	Equipament	Característiques
<b>Accessoris de telefonia</b>		
2	Tauler distribuïdor telefònic d'alta densitat	Extraïble, amb 50 ports de connexió RJ45 de cat. 3
2	Tauler UTP ( <i>patch panel</i> ) de 24 ports	Per a <i>rack</i> de 19", amb 24 ports RJ45 Cat. 5 millorada
4	Tauler guiator horitzontal de cables	1 U d'altura
<b>Accessoris de dades</b>		
3	Tauler UTP ( <i>patch panel</i> ) de 24 ports	24 ports cat. 5e, amb codi de colors posterior per afavorir el cablatge
3	Tauler guiator horitzontal de cables	1 U d'altura
<b>Electrònica de xarxa</b>		
1	Encaminador IP/IPX per a ADSL	
5	Switch VLAN 24 ports	24 ports Autosensing, 10/100 Mbps, base TX RJ45, més 1 slot d'expansió

### Tauler distribuïdor telefònic d'alta densitat



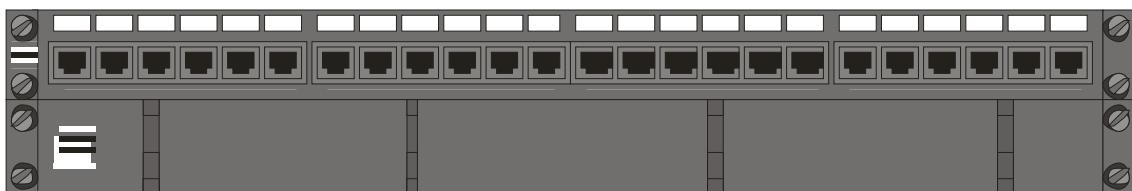
Tauler de connexions d'alt rendiment –en el vostre cas es farà servir per a les connexions de totes les terminals de les línies telefòniques–, i tauler horizontal guiator de cables.



Connexió del cablatge multiparell del tauler de connexions telefòniques (part interior del bastidor amb guies)

És un tauler de connexions que consta de 50 ports RJ45, numerats i cablats per la seva part posterior amb un cable multiparell que ve de la caixa de connexions que prèviament s'ha instal·lat entre el bastidor amb guies i la contraleta telefònica.

### Tauler de connexions cat. 5e UTP



Tauler de connexions cat. 5e de 24 ports i tauler horitzontal guidor de cables

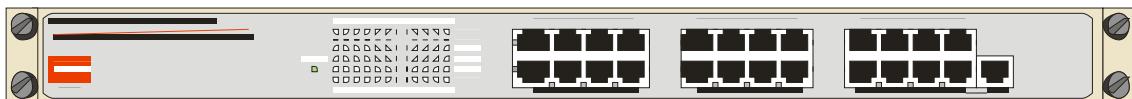
Aspecte anterior del tauler de connexions (patch panel) i a la fotografia del costat, el cablatge de la part posterior



És un tauler de connexions cat. 5e per a terminals RJ45 que consta de 24 ports. El cablatge posterior es fa atenent l'estàndard T568A o T568B i la connexió es fa mitjançant l'eina d'impacte.

### Switch VLAN 10/100

Switch de 24 ports Ethernet, 10/100 Base - TX RJ45. Suporta la tecnologia VLAN segons la qual es poden segmentar i separar dues subxarxes virtuals dins el mateix switch; així, una xarxa real LAN1 es pot segmentar en dues subxarxes virtuals VLAN11 i VLAN12 –aquesta segmentació s'ha de configurar via programari, per una connexió Hyper Terminal o bé un programa d'emulació de terminal, a través del port sèrie que duu el switch a la part posterior.



Switch VLAN 10/100 de 24 ports i 1 port d'expansió (per connectar amb altres elements d'electrònica de la xarxa)

#### Descripció dels LED indicadors de l'estat

**dels diferents ports del switch:** *Power*- Si el switch està connectat, el LED estarà en verd. *100/10-* Si el port està transmetent a 100 Mbps, el LED estarà en verd; si no presenta llum, pot significar que transmet a 10 Mbps de velocitat o bé que el port està desconectat. *LK/ACT*- Indica si el dispositiu connectat al port està en ON; si està intermitent, vol dir que el port està en plena activitat: rebent o transmetent dades, i si no presenta llum, el dispositiu està en OFF. *FD/COL*- Indica si el port està operant en mode *full duplex* –rebent i transmetent alhora–; si és groc, *full duplex*; si és intermitent, hi ha una col·lisió de paquets i problemes en la gestió de rebudes i transmissions, i si està apagat, vol dir que no opera en *full duplex*.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
POWER	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100/10
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	LK/ACT
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	FD/COL
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100/10
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	LK/ACT
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	FD/COL
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

### Safata extraïble

Safata fabricada en acer, extraïble i que pot servir de suport per al servidor, el teclat, el ratolí, l'encaminador...



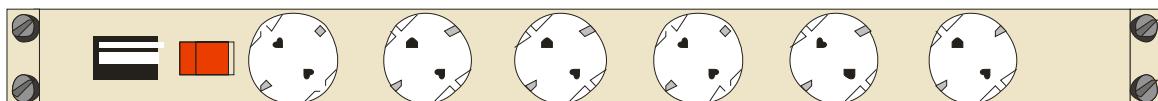
Safata extraïble per suportar elements informàtics de la xarxa: servidor, router o encaminador, teclat, ratolí...



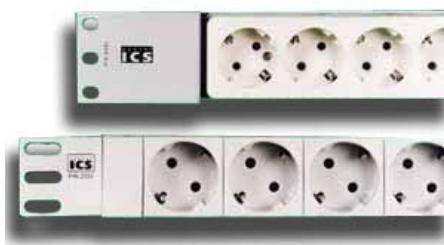
Safata extraïble que, en aquest cas, serveix per posar l'encaminador de la línia ADSL.

### Regleta elèctrica

Regleta multibase que, en aquest cas, porta 6 endolls tipus *schuko*, amb interruptor lluminós. Aquesta regleta ha d'anar connectada a un sistema d'alimentació ininterromput (SAI) –aquesta possibilitat s'ha contemplat com a opcional, tot i que es pot disposar la instal·lació adient.



Regleta elèctrica



Connexió prevista per al SAI que donarà alimentació a tot el sistema elèctric de la xarxa de veu i dades del centre educatiu.

Regleta elèctrica comercial per a rack de 19". Aquest model no porta interruptor independent.

### Conducció del cablatge i connexions

Un cop el cablatge ha arribat a la part posterior de l'armari central de comunicacions, cal conduir els diferents paquets o grups de cables fins a l'altura concreta a la qual es troba el dispositiu al qual anirà connectat. Així, cada grup de cables es conduirà pels bastidors verticals del *rack*, en un primer moment, i els horitzontals després, i es posaran brides de tant en tant. Un cop a prop del dispositiu, cal considerar les indicacions següents:

- Treure la coberta externa de PVC, aproximadament uns 50 mm, tenint cura de no fer malbé els cables.
- Destrenar els parells i disposar-los segons l'esquema T568B.
- Connectar individualment els conductors fent servir l'eina d'impacte 110 Punch Down Tool en la posició d'impacte baix.
- Els cables s'han d'instal·lar a partir del centre del tauler i cada meitat s'ha de distribuir a un dels laterals.
- Els cables quedarán agrupats ordenadament i fixats mitjançant brides en excés.



Conducció del cables i la seva organització dins l'armari central de comunicacions

### Connexions entre els components

Totes les connexions de l'electrònica de la xarxa es faran per la part davantera del bastidor amb guies, amb tirantets certificats cat. 5e normals, per evitar problemes derivats de connexions incorrectes o incomplites.

Es diferencien dos tipus de connexió:

- connexió entre *switches*
- connexió tauler de connexió - *switch*

#### Entre *switches*: connexió en cascada

Aquesta connexió s'ha de fer en cascada, és a dir, es connectarà cada *switch* amb el següent mitjançant el port retolat Update en un, i el port 24 en l'altre. D'aquesta manera, els cinc *switches* de 24 ports funcionaran com si tinguéssiu un únic *switch* de 120 ports (5 *switches* de 24 ports cadascun).

El port Uplink també es coneぐut com a port MDI<sup>67</sup> (*Medium Dependent Interface* o “interfície dependent del medi”) i permet connectar dos dispositius (commutadors, concentradors) amb un cable normal. Si fos el mateix per poder connectar dos dispositius amb un cable creuat parlaríem de l’MDI-X.<sup>68</sup>



Connexió en cascada de dos switches

### Tauler de connexió - switch

Es connecta el port retolat del tauler de connexió amb el corresponent del *switch*. S’ha de ser molt curós en aquesta operació, perquè si bé en un primer moment el volum de cables no és important, arribarà un moment en què la confusió serà molt fàcil.

Es recomana fer servir tirantets d’1 m de llargada, ja que normalment arriben entre els dos punts més allunyats de la part frontal de l’armari. La conducció dels tirantets es fa a través dels guiadors de cables, tant els horitzontals com els verticals –no s’han contemplat en el disseny– que, si fos necessari, es poden afegir.



Connexió al tauler de connexió



Connexió al switch

Es pot fer la connexió dels tirantets de manera gradual i estudiar la millor alternativa per a una bona gestió dels cables a la part frontal de l’armari.

---

<sup>67</sup> *Medium Dependent Interface*: interfície dependent del medi.

<sup>68</sup> Medium Dependent Interface X: interfície dependent del medi - creuat. La X vol dir *crossover*, creuat.

## Cablatge estructurat

Un cop acabada la connexió dels ports necessaris dels taulers de connexió i els ports necessaris dels *switches*, qualsevol equipament nou que s'afegeixi a l'estructura de comunicació de la xarxa implicarà l'extensió, conducció i connexió de tants tirantets com calgui.



Una bona gestió del cables a la part frontal de l'armari és fonamental per evitar complicacions quan es vagi eixamplant el conjunt.

## Armari secundari de comunicacions

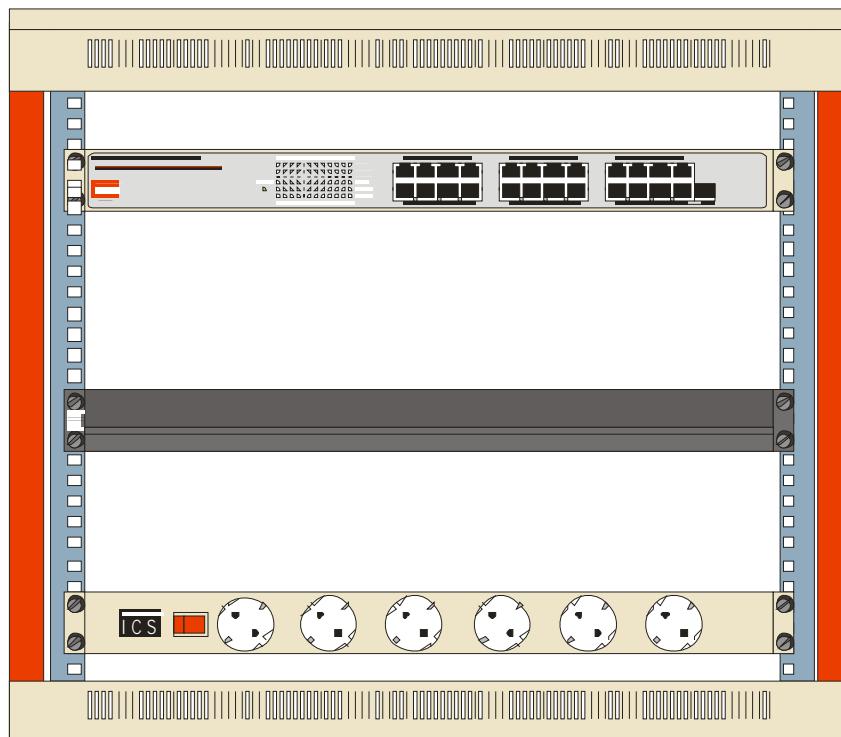
A les zones d'alta densitat d'ordinadors (aules d'informàtica, per exemple) s'ha de col·locar un armari secundari de comunicacions que contingui un commutador secundari (*switch*) per connectar amb un dels commutadors principals, a l'armari principal de comunicacions.

### Components

En el vostre cas, instal·lareu un armari amb les característiques següents:

- Armari mural de 12U, de 600 x 600 x 400
- Porta frontal de vidre fumat amb pany i clau
- Racks interiors de 19"
- Tauler superior de ventilació de 19"
- Regleta electrificada de connexió, de 19", amb 6 bases *schuko* amb interruptor, d'1,5U d'altura
- Safata interior per a suport d'elements (opcional)

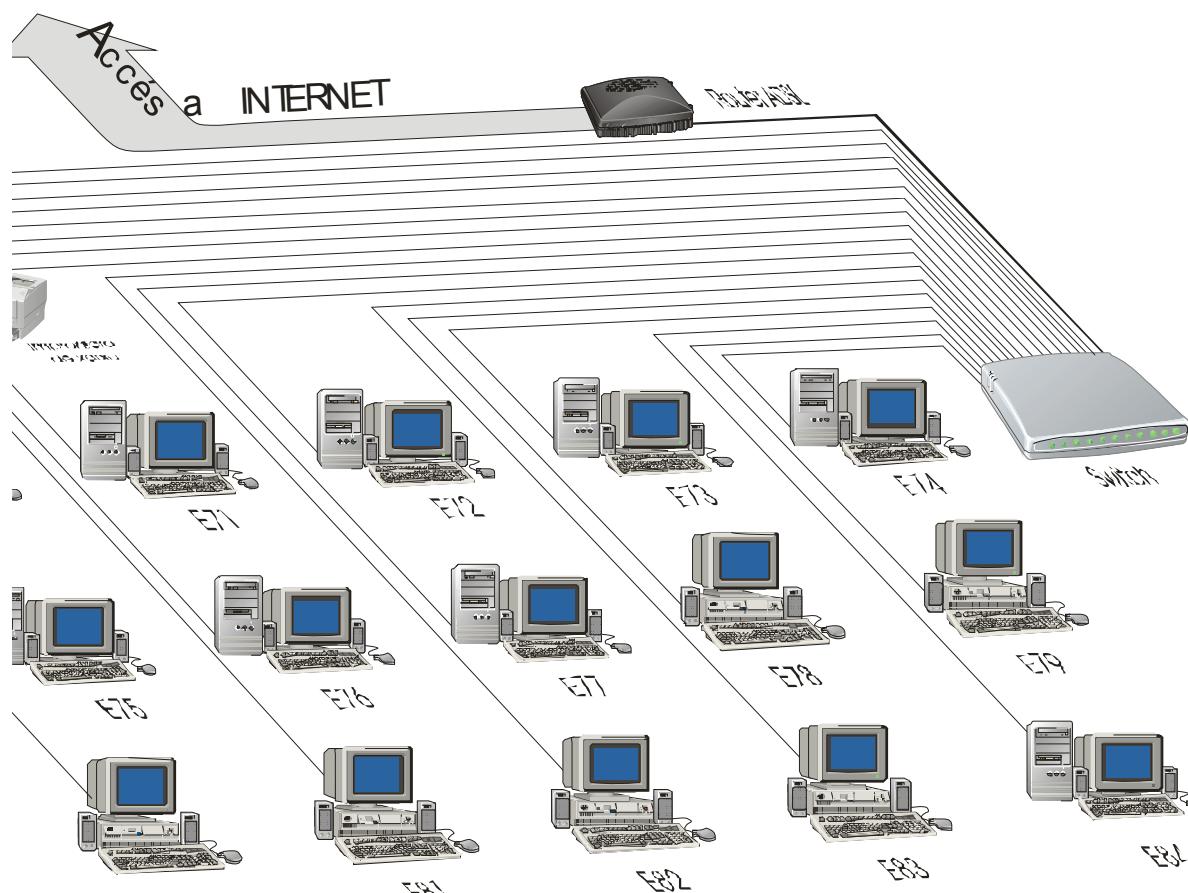
Quantitat	Equipament	Característiques
<b>Electrònica de xarxa</b>		
1	Switch VLAN 24 ports	24 ports Autosensing, 10/100 Mbps, base TX RJ45, més 1 slot d'expansió



Estructura típica d'un bastidor amb guies mural de 12 U. De dalt a baix inclou: mòdul de ventiladors d'alt volum d'evaquació d'aire (opcional), sòcol superior amb reixa de ventilació, commutador de 24 ports, safata (opcional), regleta de connexió elèctrica amb interruptor –es pot substituir per la instal·lació d'una caixa modular de connexions, dins l'armari– i sòcol inferior de ventilació. Aniria penjat per la part posterior. La porta davantera permet posar les frontisses a la dreta o l'esquerra de l'armari, segons les necessitats.

### **Esquema de la instal·lació**

Suposeu que hi havia una instal·lació preexistente a l'aula, amb les rosetes –punts d'usuari– instal·lades directament a sobre d'una canal de PVC per a la conducció del cablatge, i que totes les estacions estaven integrades formant una xarxa local en una estructura bàsica client-servidor, a la qual el servidor feia funcions d'identificació d'usuaris i accés a un seguit d'unitats compartides per emmagatzemar informació. Aquesta estructura prèvia comptava amb un commutador al qual estaven connectades totes les estacions, una impressora de xarxa i l'encaminador que servia de passarel·la d'accés a Internet.



Aula d'informàtica típica integrada per equipaments de diferents característiques tècniques, amb SO W9X, servidor amb w2000 –no es veu aquest equipament– i impressora de xarxa. Tots els equipaments estan connectats a un commutador al qual també està connectat l'encaminador que proporciona l'accés a Internet a tota l'aula.

La remodelació és la següent:

- L'encaminador d'accés a Internet es col·locarà a l'armari principal de comunicacions, a sobre d'una safata extraïble.
- La impressora de xarxa es deixarà a l'aula d'informàtica.
- El commutador es col·locarà dins l'armari secundari de comunicacions.



Rosetes de la instal·lació preexistente a la qual només les estacions de treball de l'aula d'informàtica formaven una petita xarxa. Es pot observar la numeració dels punts de xarxa.



Els suports iniciais dels punts de xarxa són substituïts per un altre equipament amb les connexions femelles RJ45 connexionades en un suport amb angle de 45° i una persiana antipols. Si observeu la numeració dels dos punts de xarxa, veureu que ja està referida a l'armari principal de comunicacions, al qual estan connectats a través de l'armari secundari.



Totes les rosetes instal·lades encastrades en canals de PVC estaven directament connectades a un commutador –sense connexions intermitges a un tauler de connexions o *patch panel*. A la imatge es veu, col·locat a sobre d'un armari, el commutador (*switch*), amb la pràctica totalitat dels ports ocupats –numerats consecutivament de l'1 en endavant–, i a sobre hi ha l'encaminador RDSL que després es substituirà per un altre d'ADSL i es col·locarà a l'armari principal de comunicacions.

El mateix commutador de la instal·lació inicial ara es troba instal·lat en un armari mural –en aquest cas, de 24 U en comptes de 12 U, com s'ha previst. A més a més, dins l'armari s'observa encara l'encaminador, a sobre d'una safata, la caixa elèctrica de connexions, una canal de PVC, per a la conducció dels cables, i un magnetotèrmic propi.



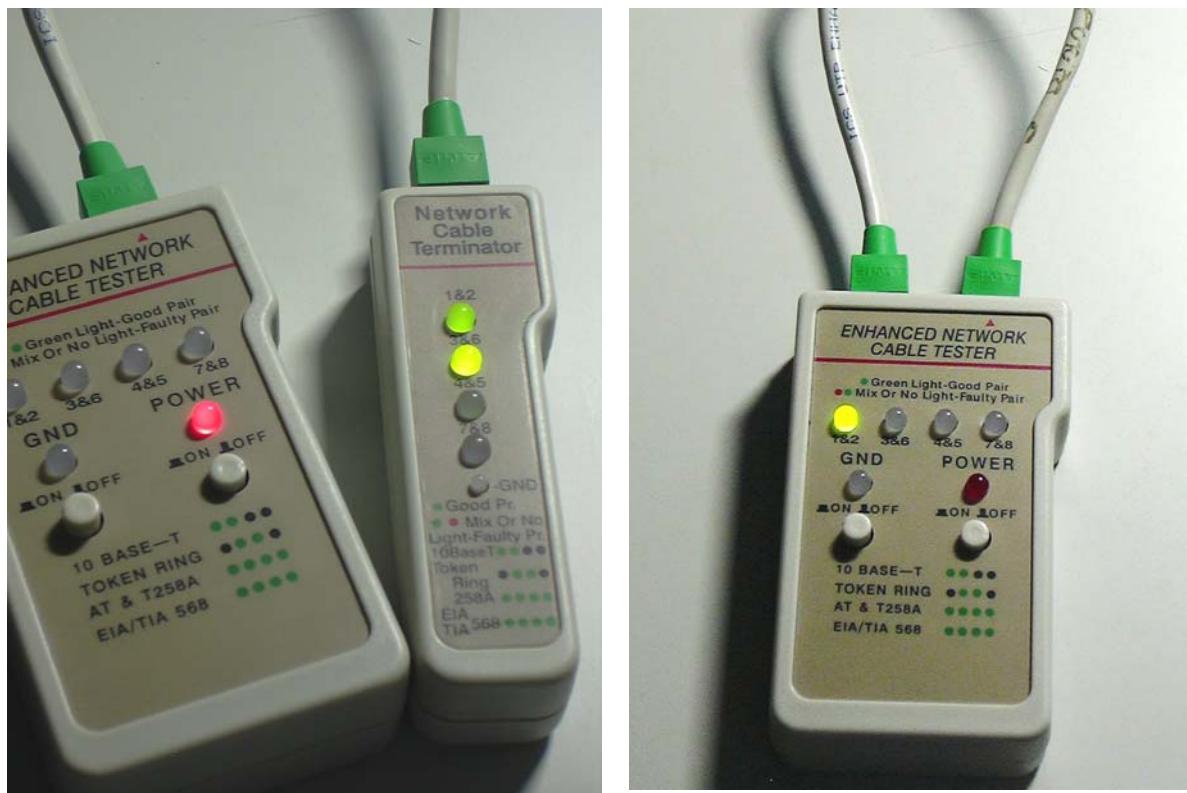
Armari secundari de comunicacions de 12U. El commutador del seu interior no és de 19", és del tipus de sobretaula i està col·locat a sobre d'una safata. Se'n poden veure la porta, el pany i les claus per poder tancar-lo.

Aquest commutador secundari estarà unit al commutador primari amb un cable normal. No cal que sigui creuat, ja que actualment la totalitat dels commutadors existents al mercat són *autosensing* (compleixen amb MDI/MDI-X), és a dir, que detecten si la connexió de l'altre costat és un equipament terminal d'usuari (PC, impressora, encaminador, etc.) o bé és un altre commutador. D'aquesta manera, d'un punt de connexió al commutador principal penjarà un altre commutador que donarà servei a tots els terminals de la zona d'alta densitat d'ordinadors –aquesta estructura de cascada es pot repetir fins a un màxim de tres commutadors.

## Connexió elèctrica i comprovacions del cablatge

Un cop finalitzada la instal·lació del cablatge, cal fer les comprovacions necessàries abans de connectar l'alimentació elèctrica, i aleshores ja es poden fer les proves de continuïtat necessàries per poder detectar possibles errades en el connexió o *crimpatge* dels cables. Aquestes comprovacions en les connexions de xarxa no són més que una manera d'evitar problemes en el moment de la certificació, i asseguren únicament que les possibles dificultats es deriven d'errades en els paràmetres mesurats i no pas en problemes de continuïtat.

Les proves de continuïtat, en aquesta fase de la instal·lació, es fan de manera extraordinària, ja que l'experiència i professionalitat del personal instal·rador és una garantia de la qualitat de la instal·lació.



Continuitat correcta en el segon parell (fils 3 i 6). A la unitat remota, la de la dreta, es veuen dos LED amb llum, però en realitat la fotografia ha captat el moment en el qual s'apaga el primer LED, corresponent al primer parell de fils, i s'engega el segon. Al diagrama marcat al peu de la unitat mestra –la de l'esquerra– es veu quina seqüència d'enllumenat han de seguir els LED dels quatre parells de fils.

Aquest model de comprovador de xarxes permet verificar la continuïtat directament a la unitat mestra, sense haver de fer servir la unitat remota, ja que porta una altra boca de connexió RJ45 (la de l'esquerra). Es pot veure com la continuïtat del primer parell és correcta.

## Retolament

És el moment de retolar, mitjançant etiquetes, tot el conjunt format per:

- Rosetes dobles. Les etiquetes es posen als llocs reservats a la part frontal de les rosetes.
- Elements del bastidor amb guies. Només cal numerar els taulers de connexió i els *switches*, ja que cadascun d'ells porta perfectament numerats els seus ports corresponents.

El procediment que s'ha de seguir per al retolament passa necessàriament per comprovar la coincidència del número retolat provisionalment al cable, a la presa d'usuari, i al plànol d'instal·lació, amb el punt del tauler de connexions corresponent. Amb la unitat mestra del comprovador bàsic de xarxes connectada al punt d'usuari i la remota al tauler de comunicacions, es comprova la continuïtat parell a parell; el personal instal·rador està en comunicació contínua a través d'un telèfon cel·lular o una unitat de ràdio portàtil, i pren nota de les incidències i refà, si cal, alguna connexió incorrecta.



Retolament d'una presa d'usuari, formada pels punts de xarxa 01-04 i 04-02, és a dir: el punt corresponent al port 04 del tauler de connexió 01 i el punt corresponent al port 02 del tauler de connexió 04.

Tauler de connexions 02 de l'armari central de comunicacions. Es veuen els ports 22, 23 i 24.

És de gran utilitat dissenyar documents en els quals aparegui la identificació dels punts de xarxa instal·lats a cada espai. Exemples possibles són els que hi ha a continuació:

## XARXA CONVENCIONAL

### Planta baixa

Codi	Espai	Punts de xarxa					
Cons	Consergeria	01-01	01-02				
Adm	Administració/Secretaria	01-03	01-04	01-05	01-06	01-07	01-08
Dir	Direcció	01-09	01-10				
PrEst	Pref. d'Estudis	01-11	01-12				
Secr	Secretaria	01-13	01-14				
Cped	Coordinació Pedagògica	01-15	01-16				
AMPA	AMPA	01-17	01-18				
0.1	Aula	01-19	01-20				
0.2	Aula	01-21	01-22				
0.3	Aula	01-23	01-24				
0.4	Aula	02-01	02-02				
0.5	Aula	02-03	02-04				
0.6	Aula	02-05	02-06				
0.7	Aula	02-07	02-08				
0.8	Sala del Professorat	02-09	02-10				
0.9	Aula	02-11	02-12				

O bé dissenyar el document a partir de la identificació del punt de xarxa.

### Tauler de comunicacions 01

01	01	Consergeria
01	02	Consergeria
01	03	Administració/Secretaria
01	04	Administració/Secretaria
01	05	Administració/Secretaria
01	06	Administració/Secretaria
01	07	Administració/Secretaria
01	08	Administració/Secretaria
01	09	Direcció
01	10	Direcció
01	11	Pref. d'Estudis
01	12	Pref. d'Estudis
01	13	Secretaria
01	14	Secretaria
01	15	Coordinació Pedagògica
01	16	Coordinació Pedagògica
01	17	AMPA
01	18	AMPA
01	19	Aula 0.1
01	20	Aula 0.1
01	21	Aula 0.2
01	22	Aula 0.2
01	23	Aula 0.3
01	24	Aula 0.3

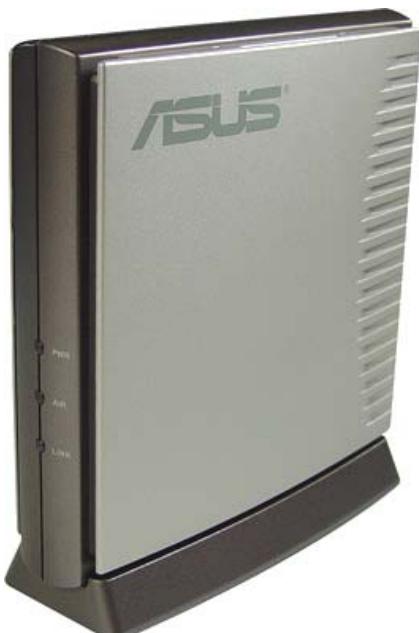
### Tauler de comunicacions 02

02	01	Aula 0.4
02	02	Aula 0.4
02	03	Aula 0.5
02	04	Aula 0.5
02	05	Aula 0.6
02	06	Aula 0.6
02	07	Aula 0.7
02	08	Aula 0.7
02	09	Sala del Professorat
02	10	Sala del Professorat
02	11	Aula 0.9
02	12	Aula 0.9
02	13	Aula 0.10
02	14	Aula 0.10
02	15	Tutoria 1
02	16	Tutoria 1
02	17	Tutoria 2
02	18	Tutoria 2
02	19	Magatzem 1
02	20	Magatzem 1
02	21	Magatzem 2
02	22	Magatzem 2
02	23	Sala de Coordinació
02	24	Sala de Coordinació

### Xarxa sense fil

Els punts d'accés s'instal·laran als llocs previstos, basant-se en estudis publicats i característiques tècniques del material adquirit, per assegurar-ne la cobertura i fiabilitat. Cal fer les consideracions següents:

- El punt d'accés que dóna cobertura als despatxos de Direcció pot ser de tipus sobretaule. El podeu localitzar a sobre d'un armari, en un dels despatxos que quedi equidistant de la resta i connectar-lo directament a una presa d'usuari del mateix despatx.
- Els punts d'accés dels corredors es penjaran del sostre i la seva connexió es podrà fer:
  - Directament: amb un cable de parell trenat conduït directament des de l'armari principal de comunicacions, seguint el trajecte de tota la resta del cablatge de la zona.
  - A una presa d'usuari instal·lada a prop del punt d'accés.
  - A una presa d'usuari d'un espai proper, per exemple, una aula.
- En qualsevol cas, s'ha de preveure que els punts d'accés necessiten alimentació elèctrica i localitzar a prop sistemes d'alimentació.



Punt d'accés de sobretaule



Punt d'accés instal·lat penjat del fals sostre

## Addició d'equipaments i resposta a noves necessitats

Un cop acabada la instal·lació i començada la seva explotació, es poden donar diferents situacions, no immediates, referents a ampliació d'equipaments i resposta a noves necessitats:

- Ateses les necessitats, es construeix una altra planta i per conseqüència teniu espais sense cablar.
- El centre educatiu anirà rebent de manera periòdica dotacions amb nous equipaments informàtics que, juntament amb els adquirits per l'AMPA, originaran noves zones d'alta densitat d'ordinadors.

### Nous espais sense cablar

Al davant de la construcció de nous espais se n'ha d'estudiar la infraestructura i escometre la feina del cablatge amb fil –aprofitant que hi haurà noves safates per guiar cables–, sempre atenent a la normativa, o bé realitzar un projecte per poder donar cobertura a la nova planta mitjançant dispositius sense fil.

### Noves dotacions/adquisicions

L'entrada al parc de maquinari del centre educatiu de nous equipaments suposa la seva ubicació en un espai definitiu i la seva incorporació a la xarxa.

Normalment tindreu un seguit d'equipaments que aniran connectats a un commutador secundari, dins un armari secundari de comunicacions, i aquest a un commutador de l'armari principal de comunicacions.

Per integrar-los a la xarxa del centre, a més cal fer totes les operacions de programari convenient, sempre segons el disseny de la xarxa: servidor únic, servidors independents per a dominis diferents, funcions del servidor o servidors (identificació d'usuaris, servidor d'impressió, etc.).

# Annexos

## Annex 1. Organismes normalitzadors

El procés de producció de normes s'ha de fer mitjançant mecanismes de cooperació en dos àmbits diferents: nacional i internacional.

Així, dins el nostre entorn, es poden classificar els *organismes de normalització en internacionals, regionals europeus i nacionals espanyols*.<sup>69</sup>

### Àmbit internacional

<b>ISO</b>	International Organisation for Standardisation
<b>IEC</b>	International Electrotheenic Comission
<b>UIT-T</b>	Union International of Communications
<b>EIA</b>	Electronics Industries Association
<b>IEEE</b>	Institute of Elechtrical and Electronic Engineers
<b>NIST</b>	US National Institute of Standards and Technology

### Àmbit regional europeu

<b>CEN</b>	Comité Européen de Normalisation
<b>CENELEC</b>	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
<b>ETSI</b> <b>(CEPT)</b>	European Telecommunications Standards Intitute / Conference of Postal and Telecommunications Administrations
<b>JPG</b>	Joint Presidents Group

### Àmbit espanyol

<b>AENOR</b>	Asociación Española de Normalización y Certificación
--------------	--

<sup>69</sup> Vegeu el glossari.

## Annex 2. Normativa d'ús general

Entre les normes europees utilitzareu:

- L'EPHOS, fase 2
- El SÍLICE

### EPHOS, fase 2 (EPHOS-2)

L'EPHOS (*European Procurement Handbook for Open Systems*) és el manual europeu per a les compres públiques de sistemes oberts, publicat el 1997 per la Unió Europea. Entre les propostes que s'han de considerar hi ha les següents:

Clàusula 1: El cablatge ha de ser conforme a la norma EN50173 (ISO11801).

Clàusula 2: Els cables s'ha d'instal·lar seguint els recorreguts i les instruccions donades als plànols.

Clàusula 3: Els requisits del cablatge horitzontal són els següents:

- Localització de l'àrea que s'ha de cobrir a l'edifici
- Mida de l'àrea
- Nombre de sòcols o rosetes
- Nombre de connexions en cada sòcol o roseta
- Situació de cada quadre de distribució de planta
- Mida de les àrees destinades als quadres de distribució, incloent capacitat d'accés i manteniment
- Aplicacions del cablatge a què es destina cada connexió

Clàusula 4: Els requisits del cablatge per al Backbone són els següents:

- Aplicacions que seran suportades
- Ubicació dels equipaments actius
- Camins de pas existents (canalitzacions, túnels, passos aeris, etc.) que indiquin l'ocupació actual
- Localització d'altres serveis (aigua, gas, electricitat)
- Localització dels centres de distribució del campus
- Mida de les àrees destinades als centres de distribució, incloent capacitat d'accés i manteniment

- Punts d'accés del cablatge exterior als edificis

Clàusula 5: El cablatge ha d'estar d'acord amb els requisits del nivell físic especificat a la norma ISO8802.X.

## **SÍLICE**

El Consell Superior d'Informàtica, dins el marc d'actuació obert per la Llei de Règim Jurídic de les Administracions Pùbliques i del Procediment Administratiu Comú, ha abordat l'execució, dins l'àmbit de la contractació pública, del Projecte SÍLICE o “Sistema d'informació per a la licitació i contractació electrònica”.

## **Annex 3. Normativa sobre cablatge estructurat**

Les normes i els estàndards referents a cablatge estructurat són els següents:

- EIA/TIA-568
- ISO/IEC 11801
- CEN/CENELEC EN50173

### **Estàndard EIA/TIA568**

BiCSi és una entitat que compila i harmonitza diversos estàndards de telecomunicacions. El TDMM, de BiCSi, estableix guies detallades que s'han de considerar per al disseny correcte d'un sistema de cablatge estructurat. El TCIM estableix les guies tècniques, d'acord a estàndards, per a la instal·lació física d'un sistema de cablatge estructurat.



*Telecommunications Distribution  
Methods Manual (TDMM)*



*Telecommunications Cabling  
Installation Manual (TCIM)*

Els estàndards principals d'ANSI/TIA/EIA que regulen el cablatge de telecomunicacions en edificis són:

- Estàndard ANSI/TIA/EIA-568-A
  - ANSI/TIA/EIA-568-A, addenda 1
  - ANSI/TIA/EIA-568-A, addenda 2
  - ANSI/TIA/EIA-568-A, addenda 3
  - ANSI/TIA/EIA-568-A, addenda 4
  - ANSI/TIA/EIA-568-A, addenda 5
- Estàndard ANSI/TIA/EIA-569-A
- Estàndard ANSI/TIA/EIA-598-A
- Estàndard ANSI/TIA/EIA-606

- Estàndard ANSI/TIA/EIA-607
- Estàndard ANSI/TIA/EIA-758
  - ANSI/TIA/EIA-758-1, addenda 1
- Butlletí de Sistemes Tècnics ANSI/TIA/EIA TSB-67
- Butlletí ANSI/TIA/EIA TSB-72
- Butlletí ANSI/TIA/EIA TSB-75
- ANSI/TIA/EIA-TSB-95
- El NEC 1996(NEC), ANSI/NFPA-70 publicat per la NFPA, proporciona els estàndards de seguretat elèctrica que protegeixen persones, propietats de foc i riscos elèctrics.

Hi ha estàndards addicionals que també s'han de considerar en el moment de definir o dissenyar un sistema de telecomunicacions:

- Codi NFPA-70, Associació Nacional dels Estats Units per a la Protecció Contra Incendis, Codi Elèctric Nacional (National Fire Protection Association, National Electrical Code, NEC 1999)
- NEMA Standards Publication VE-1 1998
- Codi NFPA-70B

### **Història de l'estàndard EIA / TIA 568**

A principis de 1985, les companyies representants de les indústries de telecomunicacions i computació es preocupaven per la manca d'un estàndard per a sistemes de cablatge d'edifici de telecomunicacions. La CCIA va sol·licitar que l'EIA desenvolupés aquest model. Al juliol de 1991, es va publicar la primera versió estàndard com a EIA/TIA-568. A l'agost del mateix any, es va publicar un *Butlletí de sistemes tècnics*, TSB-36, amb especificacions per a escales més grans (CAT4, CAT5) d'UTP.

A l'agost de 1992, el TSB-40 va ser publicat orientant-se cap a graus més grans d'equip connector d'UTP. Al gener de 1994, el TSB-40 va ser corregit per un nou TSB-40 que tractava, amb més detall, sobre els cables de connexió provisional UTP i aclaria els requeriments de prova dels conductors femella modulars UTP. El model 568 va ser corregit per l'EIA/TIA-568-A. El TSB-36 i el TSB-40A van ser absorbits en el contingut d'aquest model revisat, juntament amb d'altres modificacions.

### **Propòsit de l'estàndard EIA/TIA 568**

Els propòsits de l'estàndard eren principalment els següents:

- Establir un cablatge estàndard genèric de telecomunicacions que donés suport a un entorn multiproveïdor.
- Permetre el plantejament i la instal·lació d'un sistema de cablatge estructurat per a construccions comercials.
- Establir un criteri d'execució i tècnic per a diferents configuracions de sistemes de cablatge.

L'EIA/TIA ha definit l'estàndard EIA/TIA 568 integrat d'informes tècnics que defineixen els components que s'han d'utilitzar.

- TSB36A: cables amb parells trenats 100 W UTP i ftp
- TSB40A: connector RJ45, unions per contactes CAD
- TSB 53: cables blindats 150 W i connector hermafrodita

Els principals paràmetres considerats són: impedància, paradiafonia, atenuació i ACR (ràtio senyal/soroll).

- Categoria 3: utilització fins a 16 MHz, Ethernet 10 Mbps, Token Ring 4 Mbps, Localtalk, telefonia, etc.
- Categoria 4: utilització fins a 20 MHz, Ethernet 10 Mbps, Token Ring 4 i 16 Mbps, Localtalk, telefonia
- Categoria 5: utilització fins a 100 MHz, Ethernet 10 i 100 Mbps, Token Ring 4/16 Mbps, ATM 155 Mbps

Les consideracions de l'estàndard especificuen:

- Requeriments mínims per a cablatge de telecomunicacions dins un entorn d'oficina.
- Topologia i distàncies recomanables.
- Paràmetres de mitjans de comunicació que determinen el seu rendiment.
- La vida productiva dels sistemes de telecomunicacions per cable per a un període de temps de més de 10 anys (15 actualment).

## Subsistemes del cablatge estructurat

Els sis subsistemes de cablatge estructurat són els següents:

- Instal·lacions d'escomesa (EF)
- Sala d'equipament (ER)
- Cablatge vertical (*Backbone*)

- Sales o armaris de telecomunicacions (TR)
- Cablatge horitzontal
- Àrea de treball (WA)

### **Instal·lacions d'escomesa (EF)**

La instal·lació d'escomesa de l'edifici dóna el punt en què el cablatge exterior entra en contacte amb el cablatge central interior de l'edifici. Els requeriments físics del contacte de la xarxa són definits a l'estàndard EIA/TIA-569.

### **Sala d'equipament (ER)**

Els aspectes de disseny de la sala d'equipament s'especifiquen a l'estàndard EIA/TIA-569. Les sales d'equipament generalment allotgen components de major complexitat que els *closets* o armaris de telecomunicació.

Recomanacions referides a la seva localització:

- Ha de permetre expansió.
- Ha de ser accessible a equipament gran.
- No s'ha de localitzar per sota del nivell de les aigües.
- Ha d'estar lluny de fonts d'interferències.
- Cal salvaguardar-lo de vibracions excessives.
- Les dimensions han de poder incloure una expansió futura.

Recomanacions referides al seu disseny:

- Ha de tenir una altura mínima de 2,4 m (8ft), sense obstruccions.
- Ha d'estar protegit de substàncies contaminants.
- Ha de tenir accés al cablatge *backbone*.
- Ha de tenir una temperatura constant d'entre 18°C (64°F) i 24 °C (75°F).
- Ha de tenir una humitat relativa entre el 30 i el 55 %, mesurada a 1,5 m (5ft) sobre el nivell del terra.
- Ha de disposar d'un circuit de subministrament elèctric, separat i amb el seu propi tauler.
- Ha de tenir una il·luminació mínima de 500 lux i un interruptor a l'abast de la porta d'accés.

- Ha de tenir derivació a terra, seguit la norma ANSI-J-STD-607-A.

### Cablatge vertical (**Backbone**)

El cablatge vertical proporciona la interconnexió entre els *closets* de telecomunicacions, la sala d'equipament i les instal·lacions d'escomesa. Consisteix en els cables verticals, les interconnexions intermitges i principals, les terminacions mecàniques i cables de connexions o ponts, utilitzats per a interconnexions de vertical a vertical.

Això inclou:

- Canalitzacions dins l'edifici
  - Vinculen les instal·lacions d'escomesa del cablatge de l'edifici amb la sala d'equipaments i aquesta amb els *closets* o armaris de telecomunicacions.
  - Canalitzacions verticals i horizontals que vinculen sales del mateix o diferent pis i no es poden fer servir els ductes dels ascensors.
  - Les canalitzacions poden ser ductes o safates.
- Cablatge entre edificis
  - Vincula les sales d'escomesa dels diferents edificis.
  - Les canalitzacions poden ser: soterràries (hauran de tenir un mínim de 100 mm de diàmetre i no poden incloure més de dues desviacions angulars de 90°), directament soterrades, aèries o dins de túnels.

Tipus de cablatge reconeguts i màximes distàncies centrals:

100 ohms UTP (24 ó 22 AWG)	800 metres (2625 ft) veu <sup>70</sup>
150 ohms STP	90 metres (295.2 ft) Dades
Fibra òptica 62.5/125 um multimode	2,000 metres (6560 ft)
Fibra òptica 8.3/125 um unimode	3,000 metres (9840 ft)

Sistemes de dades de menor velocitat com el sistema IBM36, 38, AS400 i asíncrones (RS232, 422, 423, etc.) poden operar en UTP (o STP) per a distàncies molt més grans –generalment, des de centenars de peus fins a més de 1.000 peus. Les distàncies reals depenen del tipus de sistema, la velocitat de dades i les especificacions del fabricant per al sistema electrònic i els components associats utilitzats (és a dir, baluns, adaptadors, conductors de cable, etc.). L'estat actual de

---

<sup>70</sup> Les distàncies centrals estan lligades a l'aplicació. Les distàncies màximes especificades a dalt estan basades en transmissió de veu per a UTP i transmissió de dades per a STP i fibra. La distància de 90 metres per a STP correspon a aplicacions amb una amplada de banda espectral de 20 Mhz a 300 Mhz. Una distància de 90 metres també s'aplica a UTP a amplades de banda de 5 MHz – 16 MHz per a cat. 3, 10 Mhz – 20 Mhz per a cat. 4 i 20 Mhz – 100 Mhz per a cat. 5.

les instal·lacions de distribució normalment inclou una combinació de cables de coure i fibra òptica en la vertical.

Altres requeriments de disseny:

- Topologia en estrella.
- No més de dos nivells jeràrquics d'interconnexions.
- No es permeten derivacions de pont.
- Distància màxima permesa de l'equipament a un MDF o IDF de 30 m.
- Els ponts d'interconnexió principals o intermitjos o cables de connexions no han d'excedir els 20 metres (66 peus).
- Evitar la seva instal·lació en àrees on hi puguin haver fonts d'alts nivells d'EMI/RFI.
- Els cables han d'ésser rematats en els accessoris de connexió, i no s'han de fer servir per administrar moviments, addicions o canvis en el sistema de cablatge.
- La connexió a terra ha d'acomplir els requeriments tècnics necessaris tal com s'estableix a l'EIA/TIA 607.

NOTA: Es recomana que l'usuari/ària consulti els fabricants de l'equipament, les normes d'aplicació i els proveïdors del sistema per obtenir informació addicional quan es planegin aplicacions cobertes compartides amb cables centrals UTP.

### **Sala, closet o armari de telecomunicacions (TR)**

Un *closet* de telecomunicacions es l'àrea d'un edifici que allotja l'equipament del sistema de cablatge de telecomunicacions. Proporciona un entorn controlat per hostatjar l'equipament de telecomunicacions i cambres d'empalmament que donen servei a una porció de l'edifici. Aquest inclou les terminacions mecàniques i/o interconnexions per al sistema de cablatge vertical i horitzontal, i actua com a punt de transició entre tots dos.

Es considera normalment que és l'estructura que facilita la distribució horitzontal del cablatge per pis.

Les recomanacions tècniques són les següents:

- Ubicació tan propera com sigui possible al centre de l'àrea que ha de ser atesa.
- Com a mínim, es recomana un armari de telecomunicacions per pis. Si hi ha més d'un armari per pis:

- Hi ha d'haver un armari per cada 1.000 m<sup>2</sup> d'àrea útil. Si no es disposa de dades fiables, s'ha d'estimar l'àrea utilitzable com el 75 % de l'àrea total.
- La distància horitzontal del cablatge des de l'armari de telecomunicacions fins a l'àrea de treball no pot sobrepassar en cap cas els 90 metres.
- Hi ha d'haver canalitzacions entre els diferents armaris d'un pis.

Àrea útil		Mesures sala o armari de telecomunicacions	
m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	m	ft
1.000	10.000	3 x 3,4	10 x 11
800	8.000	3 x 3,4	10 x 9
500	5.000	3 x 2,2	10 x 7

## Cablatge horitzontal

El sistema de cablatge horitzontal comprèn des de la presa de corrent de telecomunicacions (informació) de l'àrea de treball fins al *closet* de telecomunicacions i consisteix en el següent:

- Cablatge horitzontal
- Sortida de telecomunicacions
- Terminacions de cable
- Interconnexions

Es reconeixen tres tipus de mitjans com a opcions per al cablatge horitzontal, sempre amb una distància màxima de 90 m.

- Cable de 4 parells 100 ohms UTP (conductors sòlids 24 AWG) horitzontal
- Cables 2-parells 150 ohms

Cable de fibres òptiques 2-fibra 62.5/125 um. A més, s'han de fer les consideracions següents:

- El cablatge horitzontal ha de tenir una topologia d'estrella.
- No pot contenir més d'un punt de transició.
- No s'han de permetre derivacions i empalmaments.
- Quan es requereixin components elèctrics d'aplicació específica no s'integraran dins la instal·lació del cablatge horitzontal.
- A més dels 90 metres de cable horitzontal, es permeten un total de 10 metres per a l'àrea de treball i sala de telecomunicacions provisional i ponts.

## Àrea de treball (WA)

Els components de l'àrea de treball abasten des de la sortida d'informació fins a l'equipament d'estació. El cablatge de l'àrea de treball està dissenyat de manera que sigui senzilla la interconnexió, perquè els canvis, augmentos i moviments es puguin dur a terme de manera còmoda.

Components de l'àrea de treball

- Cables de connexions – computadors, terminals de dades, telèfons, etc.
- Cables provisionals – cables modulars, cables adaptadors de PC, ponts de fibra, etc.
- Adaptadors –baluns, etc.– fora de les sortides d'informació

La màxima distància en cables de coure ve determinada per:

$$C = (102 - H)/1,2$$

$$W = C - 5 \leq 22m(72\text{ ft})$$

Essent:

**C** llargada màxima combinada del cable de l'àrea de treball, cable d'equipament i tirantet de connexions (en metres)

**W** llargada màxima del cable de l'àrea de treball

**H** llargada del cablatge horizontal

Llargada del cablatge horizontal H m(ft)	Màxima llargada del cablatge de l'àrea de treball W m(ft)	Llargada combinada màxima del cablatge de l'àrea de treball, tirantets de connexió i cable d'equipament C M(ft)
90(295)	5(16)	10(33)
85(279)	9(30)	14(46)
80(262)	13(44)	18(59)
75(246)	17(57)	22(72)
70(230)	22(72)	27(89)

## Norma ISO/IEC 11801

Al juliol de 1994, la ISO i la IEC, utilitzant com a punt de partida l'estàndard dels Estats Units, l'EIA/TIA-568, van aprovar l'estàndard ISO/IEC 11801 *Generic Cabling for Costumers Premises*.

El grup de treball SC25/WG 3, de l'ISO, va publicar, l'any 2002, la segona edició de l'estàndard ISO/IEC 11801:2002, que és la darrera actualització de normativa.

Mentre que la norma ISO/IEC 11801 és molt similar en el seu abast i volum a la norma ANSI/TIA/EIA 568-A, algunes de les diferències més notables és que la ISO/IEC 11801 defineix diferents classes d'aplicacions per al seu ús. La taula següent les defineix:

Aplicacions suportades categoria 5e/6 (ISO/IEC 11801)	
10BaseT	ISDN
100BaseT	Token Ring
1000Base T	ATM 155 TP PDM

La norma ISO manté les distàncies basades en els requisits de la pèrdua de diafonia, *bandwidth* i l'atenuació. On es fan servir components que sobrepassien els requisits definits a la norma, es poden aconseguir distàncies més grans. La taula següent defineix les limitacions de distància segons la classe definida.

ISO/IEC - TIA/EIA categories de transmissió				
ISO/IEC 11801	ANSI/TIA/EIA-568	Freqüència (MHz)	Aplicacions	Comentaris
Classe C	Categoría 3	Tipificada fins a 16 MHz	802.5 – 4 Mbps Tokeng Ring 802.3 – 10BaseT	Utilitzada típicament per a suport de veu
	Categoría 4	Només per a TIA/EIA Tipificada fins a 20 MHz	802.5 – 16 Mbps Tokeng Ring	Categoría no recogenda per TIA/EIA
Classe D	Categoría 5	Tipificada fins a 100 MHz	155 Mbps ATM 1000BaseT	Categoría no recogenda per TIA/EIA
Classe D	Categoría 5e	Tipificada fins a 100 MHz	155 Mbps ATM 1000BaseT	Recomanat com el mínim per a les instal·lacions futures per: TIA/EIA, IEEE

ISO/IEC - TIA/EIA Categories de transmissió pendents				
Classe E	Categoría 6 <sup>71</sup>	Tipificada fins a 250 MHz	Totes les aplicacions llistades i les futures	Els organismes normalitzadors estan treballant en aquest estàndard
Classe F	Categoría 7 <sup>72</sup>	Només per a l'ISO/IEC Tipificada fins a 600 MHz	155 Mbps ATM 1000BaseT	Només per al mercat europeu

	ISO/IEC Llargades màximes del canal segons la categoria i la classe						
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Òptica
Categoría 3	2 km	200 m	100 m	-	-	-	-
Categoría 4	3 km	260 m	150 m	-	-	-	-
Categoría 5e	3 km	260 m	160 m	100 m	-	-	-
Categoría 6	-	-	-	-	100 m	100 m	-
Categoría 7	3 km	290 m	180 m	120 m	-	-	-
Cable 150	3 Km	400 m	250 m	150 m	-	-	-
62.5/125 i 50/125	-	-	-	-	-	-	2 Km
Fibra òptica	-	-	-	-	-	-	-
Fibra óptica unimode	-	-	-	-	-	-	3 Km

<sup>71</sup> TIA/EIA ratifica, de manera oficial i definitiva, el 8 de juny de 2002, la categoria 6 normal (TIA/EIA-568-B.2-1). Així s'obre la porta d'un món nou ple de possibilitats per als sistemes de cablatge de coure. Els esforços del Comitè TR-42, de la TIA, sota la direcció de Masood Shariff i Valerie Rybinski, va suposar l'estandardització d'estructures de cablatge en coure que milloraven notablement les característiques de la categoria 5e, acceptada al novembre de 1999. Es converteix en l'estructura ideal per a aplicacions que corren a 1 Gigabit per segon, i obre noves expectatives de cara al futur. Aquesta darrera normalització farà que molts usuaris i dissenyadors, encara reticents a invertir en tecnologia, facin l'esforç de fer una nova instal·lació i assegurin una actuació significativament millorada. La companyia electrònica SIEMON, el 1998, és la primera que comença a comercialitzar components per a un sistema categoria 6, i s'avança a la publicació de la norma per la TIA/EIA. Brian Cerella, enginyer elèctric de la companyia Siemon i un membre actiu del Comitè TR-42, diu: "Per una inversió addicional petita, es pot tenir una infraestructura que millorarà notablement en recursos i actuació del sistema".

<sup>72</sup> De moment la TIA no reconeix aquesta categoria. Són els organismes internacionals els que tracten de tirar endavant amb el projecte.

A més, la ISO fa servir també una terminologia diferent en algun dels subsistemes de l'estructura del cablatge estructurat. Així, per exemple, el terme distribuïdor de planta, en la norma ISO, substitueix al terme *cross-connect* horitzontal, de la TIA.

## **Norma europea CEN/CENELEC EN50173**

A l'estiu de 1995 el CENELEC va aprovar la norma europea sobre cablatge estructurat: *Performance requeriments of generic cabling schemes*. Aquesta norma es va basar en l'estàndard internacional ISO/IEC 11801, però conté una sistematització més clara en allò que fa referència a la definició i classificació dels subsistemes.

Aquesta norma europea (UN) és obligatòria per a tots els estats membres de la Unió Europea, des de la seva publicació, l'1 de març de 1996.

També hi ha una addenda de l'any 2000 en la qual s'especifiquen valors de paràmetres d'enllaç i s'afegeixen els paràmetres de canal. Actualment, està en elaboració una 2a edició, de propera publicació.

Aquesta norma europea ha estat traduïda com a norma UNE per l'AENOR, amb les denominacions (tant la primera edició com l'addenda):

- UNE-EN50173. *Tecnologies de la informació. Sistemes de cablatge genèric.* 1997.
- UNE-EN50173/A1. *Tecnologies de la informació. Sistemes de cablatge genèric.* 2000.

Altres estàndards del CEN/CENELEC relacionats:

- UNE-EN50167. *Especificació intermèdia per a cables amb pantalla comuna per a utilització de cablatges horitzontals per a transmissió digital.* 1996.
- UNE-EN50168. *Especificació intermèdia per a cables amb pantalla comuna per a utilització en cablatges d'àrees de treball per a transmissió digital.* 1996.
- UNE-EN50169. *Especificació intermèdia per a cables amb pantalla comuna per a utilització en cablatges troncals (campus i verticals) per a transmissió digital.* 1996.
- UNE-EN50174-1. *Tecnologia de la informació. Instal·lació del cablatge. Part 1: Especificació i certificació de la qualitat.* 2001.
- UNE-EN50174-2. *Tecnologia de la informació. Instal·lació del cablatge. Part 2: Mètodes i planificació de la instal·lació a l'interior dels edificis.* 2001.
- UNE-EN50098-1. *Cablatge de l'edifici del client per a l'ús d'equipaments de tecnologia de la informació. Part 1: Accés bàsic a la XDSI.* 1999.

- UNE-EN50098-2. *Cablatge de l'edifici del client per a l'ús d'equipaments de tecnologia de la informació. Part 2: Interfície de xarxa per a línies especialitzades i accés primari a la XDSI de 2.048 kbits/s.* 1997.
- UNE-EN50098-1/A1. *Cablatge de l'edifici del client per a l'ús d'equipaments de tecnologia de la informació. Part 1: Accés bàsic a la XDSI.* 2003.

D'ara endavant, s'omet tota la informació exhaustiva relacionada amb la connexió basada en suport de fibra òptica, ja que no és objectiu del vostre treball.

### **Subsistema horitzontal: cables recomanats**

Les normes recomanen per al subsistema horitzontal els següents tipus de cable:

- Cable balancejat de  $100\ \Omega$
- Fibra òptica multimode de  $62,5/125\ \mu\text{m}$

Com a cables alternatius s'estableixen:

- Cable balancejat de  $120\ \Omega$
- Cable balancejat de  $150\ \Omega$
- Fibra òptica multimode de  $50/125\ \mu\text{m}$

### **Subsistema vertical: cables recomanats**

Les normes estableix cinc tipus diferents de cables que es poden utilitzar en qualsevol subsistema:

- Cable balancejat de  $100\ \Omega$
- Cable balancejat de  $120\ \Omega$
- Cable balancejat de  $150\ \Omega$
- Fibra òptica multimode de  $62,5/125\ \mu\text{m}$
- Fibra òptica multimode de  $50/125\ \mu\text{m}$

En el subsistema de cablatge troncal pot haver-hi més d'un tipus de cable.

Els cables recomanats per precablar el subsistema troncal tant de campus com d'edifici són:

- Fibra òptica multimode de  $62,5/125\ \mu\text{m}$

- Cable balancejat de  $100\ \Omega$  (alternativament, cable de  $120\ \Omega$ )

### **Requeriments tècnics de cables i maquinari de connexió**

#### **Requeriments tècnics per als cables de coure dels subsistemes de cablatge vertical i horitzontal**

Característiques físiques: característiques mecàniques dels cables de coure balancejats de  $100\ \Omega$  o  $120\ \Omega$ .

CARACTERÍSTIQUES MECÀNIQUES	SUBSISTEMES HORITZONTAL I VERTICAL
Diàmetre conductor	0,4 – 0,6 mm
Diàmetre del conductor amb aïllant	$\leq 1,6\text{ mm}$
Diàmetre exterior del cable	S'ha de minimitzar
Rang de temperatura sense degradació mecànica	Instal·lació: $0^{\circ}\text{C}$ fins a $50^{\circ}\text{C}$ Operació: $-20^{\circ}\text{C}$ fins a $60^{\circ}\text{C}$
Radi de curvatura mínim durant la instal·lació	8 vegades el diàmetre exterior del cable

Característiques elèctriques. Segons estableix la norma EN50173 els cables de categoria 5 han de tenir les característiques elèctriques següents:

CARACTERÍSTIQUES ELÈCTRIQUES	Unitats	Freqüència en MHz	Cable categoria 5
Resistència màxima del conductor	Ω/100 m	DC	30
Atenuació de paràdiafonia (NEXT) (valors mínims)	dB/100 m	0.772 1 4 10 16 20 31.25 62.5 100	62.2 59.9 48.7 40.4 35.8 32.8 28.2 17.9 10.0
Màxima diferència de resistència no balancejada	%	DC	3
Acoblament capacitatiu màxim	pF/Km	0.001	1600
Mínima resistència d'aïllament	MΩ x Km	DC	150
Rigidesa de dielèctric		DC AC	750 V durant 1 min 500 V durant 1 min
Pèrdues de retorn mínimes	dB/100 m	1 a 100	Pendent d'estudi
Atenuació màxima	dB/100 m	0.064 0.256 0.512 0.772 1 4 10 16 20 31.25 62.5 100	0.8 1.1 1.5 1.8 2.1 4.3 6.6 8.2 9.2 11.8 17.1 22.0

### **Requeriments tècnics del maquinari de connexió**

Característiques físiques: característiques mecàniques del maquinari de connexió per a cables de coure de 100 Ω.

CARACTERÍSTIQUES MECÀNIQUES	VALOR
Dimensions de les rosetes	Segons les clàusules 3 i 5 de la norma UNE EN60603-7
Diàmetre nominal del conductor	0,5 mm – 0,5 mm
Tipus de conductor	Conductor sòlid
Diàmetre nominal del conductor amb aïllant	0,7 mm – 1,4 mm
Nre. de conductors	Rosetes 8 Altres ≥2n (n=1, 2, 3...)
Diàmetre de sortida del cable de les rosetes	≤20 mm

La norma recomana que el sistema de connexió per als connectors femella sigui per desplaçament d'aïllant.

Configuració dels pins dels connectors: el codi de colors que s'estableix per als pins dels connectors en la norma UNE EN50173 (que coincideix amb la normativa EIA/TIA 568A) és el següent:

Connexió dels cables  
en un connector  
femella RJ45  
EIA/TIA 568A



Connexió dels cables  
en un connector  
femella RJ45  
EIA/TIA 568B



Amb el clip mirant avall

**Característiques elèctriques.** Segons la categoria del maquinari de connexió considerat (categoria 5) i per a cables de coure balancejats de  $100 \Omega$  la norma UNE EN50173 (ISO/IEC 11801) estableix els següents requeriments tècnics:

CARACTERÍSTIQUES ELÈCTRIQUES DE TRANSMISIÓ	Unitats	Freqüència en MHz	Connectors de categoria 5
Atenuació màxima	dB	1.0 4.0 10.0 16.0 20.0 31.25 62.5 100.0	0.1 0.1 0.1 0.2 0.2 0.2 0.3 0.4
Atenuació de paradiafonia (NEXT) (Valors mínims)	dB	1.0 4.0 10.0 16.0 20.0 31.25 62.5 100.0	65 65 60 56 54 50 44 40
Pèrdues de retorn ( valors mínims)	dB	1 – 20 20 - 100	23 14
Resistència entre l'entrada i la sortida	mΩ	DC	300
Màxima impedància de transferència (només quan hi ha apantallament total)	mΩ	1 10D	100 200

### **Paràmetres de transmissió en els enllaços permanents i canals de cables balancejats**

Els paràmetres de transmissió que s'esmenten a continuació s'apliquen tant a cables balancejats apantallats com no apantallats.

Els principals paràmetres de transmissió que s'han de considerar són:

- Impedància característica
- Pèrdues de retorn
- Atenuació
- Diafonia
- Relacions atenuació/diafonia
- Resistència òhmica en contínua
- Retard i diferència de retard

## **Annex 4. Normativa sobre compatibilitat electromagnètica (EMC)**

El Reial decret 444/1994 de data 11 de març tradueix la Directriu del Consell de les Comunitats Europees 89/336/CEE –amb les seves modificacions introduïdes per les Directrius 92/31/CEE i 91/263/CEE– sobre compatibilitat electromagnètica.

Per aconseguir les fites proposades per aquesta normativa s'han publicat unes normes espanyoles i europees:

- UNE-EN50081. *Compatibilitat electromagnètica. Norma genèrica d'emissió.* 1994.
- UNE-EN50082-1. *Compatibilitat electromagnètica. Norma genèrica d'immunitat.* 1994.
- UNE 20-726-91 (EN55022 (1987)). *Límits i mètodes de mesura de les característiques relatives a les pertorbacions radioelèctriques dels equipaments de tecnologies de la informació.*
- EN55024. *Norma de producte sobre immunitat al davant de pertorbacions electromagnètiques d'equipaments de tecnologies de la informació.*

## **Annex 5. Normativa sobre protecció contra incendis**

- Reial decret 1942/1993, de 5 de novembre, al qual s'aprova el *Reglament d'instal·lacions de protecció contra incendis*.
- Ordre de 16 d'abril de 1998 sobre normes de procediment i desenvolupament del Reial decret 1942/1993, de 5 de novembre, pel qual s'aprova el *Reglament d'instal·lacions de protecció contra incendis* i es revisa l'annex I i els seus apèndixs.
- Reial decret 786/2001, de 6 de juliol, pel qual s'aprova el *Reglament de seguretat contra incendis als establiments industrials*. Publicat al BOE en data 30 de juliol de 2001. Anul·lat per Sentència de la Sala Tercera del Tribunal Suprem, en data 27 d'octubre de 2003.

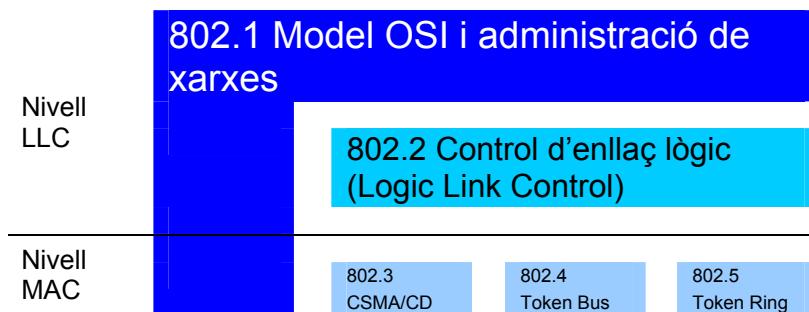
## Annex 6. Xarxes, model OSI i model IEEE 802

En el model IEEE 802 diferents mètodes d'accés estan a càrec de diferents grups de treball. Els grups de treball són identificats per un sufix numèric: 2, 3, 4, etc.

Grups de treball	Contingut
<b>802.1</b>	Nivell MAC de ponts ( <i>bridges</i> ) i la seva administració
<b>802.2</b>	Control d'enllaç lògic (LLC: Logical Link Control)
<b>802.3</b>	CSMA/CD (Ethernet) 10Base5 10Base2 10BaseT 10Broad36
<b>802.4</b>	Token Bus (MAP/TOP)
<b>802.5</b>	Token Ring (IBM 4 o 16 Mbps)
<b>802.6</b>	Xarxa d'àrea metropolitana (MAN)
<b>802.7</b>	Xarxa d'àrea local de banda ampla (Broadband Local Area Network)
<b>802.8</b>	Fibra òptica amb CSMA/CD
<b>802.9</b>	Integració de sistemes per a veu i dades
<b>802.10</b>	Seguretat
<b>802.11</b>	Xarxes sense fil
<b>802.12</b>	100VG Any LAN

El Comitè d'Estàndards del projecte 802 va estar d'acord amb el model OSI, tot i que va decidir que el nivell de dades requeria un major detall, i el va dividir en dos subnivells: el control d'accés al mitjà (MAC) i el control d'enllaç lògic (LLC).

- El MAC és el subnivell inferior i proporciona a la targeta de xarxa de l'ordinador un accés compartit cap al nivell físic. El nivell MAC es comunica directament amb la targeta de xarxa i és responsable de la tramesa de dades sense errors entre dos ordinadors de la xarxa. S'encarrega d'assignar adreces físiques a la informació que es transmet o la que es rep, de manera que si l'atribució d'adreces coincideix amb la del dispositiu, es condueix la informació a la capa superior. Totes les targetes de xarxa tenen configurada una adreça de 48 bits, que és única. Aquesta adreça s'expressa habitualment amb format hexadecimal, de manera que cada quatre bits s'expressen amb un número (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9) o una lletra (A, B, C, D i F). Per exemple, 00-0A-1F-C4-D9-EF
- El LLC s'encarrega d'iniciar les comunicacions, s'assegura que siguin fiables, estableix la comunicació entre nodes, vigila que no hi hagi errors en la connexió i defineix l'ús de punts lògics d'interfície anomenats SAP (Service Access Points) que l'ordinador remot pot referenciar i utilitzar per a la transferència d'informació des del subnivell LLC fins al nivell 7 del model OSI.



Estàndards del Comitè 802 relacionats amb els nivells LLC i MAC

## Annex 7. Les xarxes Ethernet

### Introducció

L'hegemonia de què ha gaudit Ethernet des del seu començament comercial, el 1981, no només es manté, sinó que va en augment. Tots els seus competidors han anat quedant pel camí. ATM, que durant un temps semblava el futur de les xarxes locals, no només no ha conquerit l'usuari final, sinó que ha estat desplaçada per Gigabit Ethernet; és més, les darreres tendències en xarxes d'àrea extensa d'alta velocitat basades en DWDM (*Dense Wavelenght Division Multiplexing*) estudien la possibilitat de substituir les tecnologies tradicionals ATM com a mitjà de transport de trànsit IP per una versió d'Ethernet que funcionaria a 10 Gbps.

### Els precursors

El 1970, quan l'ARPANET només feia uns mesos que funcionava, un equip de la Universitat de Hawaii dirigit per Norman Abramson volia posar en marxa una xarxa per interconnectar terminals a les illes de Kauai, Maui i Hawaii, amb un ordinador central situat a Honolulu, a l'illa d'Oahu. El més normal seria haver utilitzat enllaços telefònics, però la baixa qualitat i el cost elevat feien prohibitiva aquesta opció (AT&T encara gaudia del monopoli de la telefonia als Estats Units, fet que explicava la seva negativa a abaixar preus).

Abramson i el seu equip van decidir continuar amb el projecte. Van aconseguir transmissors de radiotaxi vells, i amb una xarxa de mòdems construïts artesanalment van posar en marxa una xarxa de radioenllaços entre les illes. En comptes d'assignar un canal diferent per a la comunicació d'Oahu cap a i des de cada illa –caldrien sis canals–, se'n van assignar únicament dos: un a 413,475 MHz per a les transmissions d'Oahu a la resta d'il·les, i un altre a 407,350 MHz per al sentit invers. D'aquesta manera, cada canal podia tenir una amplada de banda major (100 KHz) i com a conseqüència més capacitat (9,6 Kbps); si s'hagués dividit aquesta amplada de banda en sis canals, la capacitat de cadascun hauria estat proporcionalment menor. El canal d'Oahu no plantejava problemes, ja que tenia un emissor únic. De tota manera, el canal de retorn era compartit per tres emissores (Kauai, Maui i Hawaii), raó per la qual s'havien d'establir un seguit de regles per poder resoldre el conflicte que es produïa quan dues emissores transmetien de manera simultània, és a dir, si es produïa una col·lisió. Calia un protocol de control d'accés al mitjà o protocol MAC (*Media Access Control*).

Aquesta xarxa es va anomenar ALOHANET i el protocol MAC utilitzat es va anomenar ALOHA. *Aloha* és una paraula hawaiana que s'utilitza per saludar, tant en arribar com en acomiadar-se; segurament aquesta ambigüïtat va semblar adient als seus inventors per indicar el caràcter multidireccional o **broadcast** de la transmissió, per contrast amb els enllaços punt a punt, utilitzats fins aleshores, on se sap amb certesa en quin sentit viatja la informació.

El principi de funcionament d'ALOHA és molt senzill. Quan un emissor vol transmetre, senzillament ho fa, sense preocupar-se, en cap moment, si el mitjà està lliure. Un cop ha finalitzat, es posa a les escoltes esperant rebre informació conforme la informació ha estat rebuda correctament pel destinatari (ho comprova mitjançant el CRC de la trama). Si la confirmació no arriba en un temps raonable, l'emissor suposa que hi ha hagut una col·lisió, i aleshores s'espera un temps aleatori i torna a enviar la trama.

## Eficiència

L'eficiència d'un protocol com ALOHA és baixa, ja que es basa en el caos. Quan el grau d'ocupació del canal creix, les estacions comencen a entrar en col·lisió, fins al punt que la xarxa pot arribar a col·lapsar-se.<sup>73</sup> Heu de pensar que una col·lisió es pot produir tant si dos emissor coincideixen totalment en el temps, com si la coincidència es dóna només en 1 bit, i es provoquen col·lisions encadenades en les quals cada estació s'encavalca breument amb la següent.

El 1972 es va proposar una millora del protocol ALOHA que consistia a establir prèviament uns intervals de temps de durada constant per a l'emissió de les trames. Així, totes les estacions estarien sincronitzades i totes sabrien quan comença cada interval. Aquesta estratègia reduiria la probabilitat de col·lisions, ja que limitaria el seu efecte a un interval i no s'encadenarien col·lisions. A aquesta versió millorada del protocol se la va anomenar **ALOHA ranurat**, perquè feia servir temps ranurat o a intervals. Per contraposició, a l'ALOHA original, amb temps aleatori, se'l va anomenar **ALOHA pur**.

Els protocols ALOHA (i en particular ALOHA ranurat) s'utilitzen avui en dia en situacions on no és possible o pràctic detectar les col·lisions, per exemple algunes xarxes de satèl·lit o el canal d'accés aleatori que s'utilitza en GSM per accedir al canal de control.

## Naixement d'Ethernet

El 1970, mentre Abramson muntava ALOHANET, un estudiant del MIT, Robert Metcalfe, experimentava amb la nova ARPANET i connectava entre si ordinadors en un laboratori.

Metcalfe va estudiar la xarxa d'Abramson i va començar el mateix any una tesi doctoral a Harvard, que va acabar el 1973, en la qual des d'un punt de vista teòric plantejava millors que es podrien introduir al protocol ALOHA per augmentar el rendiment. La idea bàsica era que les estacions de treball, abans de transmetre, haurien de detectar si el canal estava en ús; és a dir, si hi havia portadora, i si estava ocupat, esperar que l'estació activa finalitzés abans de transmetre. A més a més, cada estació, mentre estigués transmetent, hauria de vigilar el canal per si es produïa alguna col·lisió, aturar-se si es produïa i continuar més tard. Anys després, aquest protocol MAC rebria la denominació d'**accés múltiple amb detecció de portadora i detecció de col·lisions**, o més breument **CSMA/CD** (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect*).

---

<sup>73</sup> Saturar-se sense enviar informació útil.

El 1972, Metcalfe es va traslladar a Califòrnia per treballar al Centre d'Investigació de Xerox, a Palo Alto, anomenat Xerox PARC (Palo Alto Research Center). S'estaven provant uns ordinadors denominats Alto, que disposaven de capacitats gràfiques i ratolí, i són considerats els primers ordinadors personals. Es volia connectar els ordinadors entre si per compartir fitxers i les impressores. La comunicació havia de ser d'alta velocitat, de l'ordre de megabits per segon, ja que la quantitat d'informació que s'havia d'enviar a les impressores era enorme. Aquestes idees, avui obvies, eren absolutament revolucionàries el 1973.

A Metcalfe, l'especialista en comunicacions de l'equip amb 27 anys d'edat, se li va encomanar la tasca de dissenyar i construir la xarxa. Comptava amb l'ajuda d'un estudiant de doctorat de Stanford, anomenat David Boggs. Les primeres experiències de la xarxa, que van anomenar Alto Aloha Network, les van portar a terme el 1972. Van anar millorant gradualment el prototipus fins que el 22 de maig de 1973 Metcalfe va escriure un memoràndum intern en el qual informava sobre la nova xarxa. Per evitar que es pogués pensar que només servia per connectar ordinadors, Alto va canviar el nom inicial pel d'Ethernet, que feia referència a la teoria de la física avui ja en desús, segons la qual les ones electromagnètiques viatjaven per un fluid anomenat èter que se suposava que omplia tot l'espai (Metcalfe anomenava èter el cable coaxial pel qual circulava la portadora). Els dos ordinadors Alto utilitzats per a les primeres proves van ser batejats amb els noms *Michelson* i *Morley*, en al·lusió als dos físics que demostraren el 1887 la inexistència de l'èter.

La xarxa del 1973 ja tenia totes les característiques essencials de l'Ethernet actual. Feia servir CSMA/CD per minimitzar la probabilitat de col·lisió, i en cas de produir-se, es posava en marxa el mecanisme de retrocés exponencial binari per reduir gradualment l'agressivitat de l'emissor, amb la qual cosa aquest s'autoadaptava a les situacions de nivell de trànsit diferent. Tenia topologia de bus i funcionava a 2,94 Mbps sobre un segment de cable coaxial d'1,6 km de llargada. Les adreces eren de 8 bits i el CRC de les trames, de 16 bits. El protocol utilitzat a nivell de xarxa era el PUP (*Parc Universal Packet*), que després evolucionaria fins a convertir-se en l'actual XNS (*Xerox Network System*).

En comptes d'utilitzar cable coaxial de 75□, més habitual per a xarxes de televisió per cable, es va optar per fer servir cable de 50□, que produïa menys reflexions del senyal, a les quals Ethernet era molt sensible per **transmetre el senyal en banda de base** (és a dir, sense modulació). Les reflexions es produeixen en cada unió del cable i en cada unió de transceptor (*banda de base*). A la pràctica, el nombre màxim d'unions vampir, i per tant el nombre màxim d'estacions en un segment 10BASE5, està limitats per la màxima intensitat de senyal reflectit tolerable.

El 1975 Metcalfe i Boggs van descriure Ethernet en un article que van enviar a Communications of the ACM (Association for Computing Machinery), que es va publicar el 1976. En aquest article ja descrivien l'ús de repetidors per augmentar l'abast de la xarxa. El 1977 Metcalfe, Boggs i altres dos enginyers de Xerox van rebre una patent per la tecnologia bàsica d'Ethernet, i el 1978 Metcalfe i Boggs en van rebre una altra pel repetidor. En aquesta època tot el sistema Ethernet era propietat de Xerox.

Tot i que no està relacionat directament amb Ethernet, també cal esmentar que David Boggs va construir, el 1975, en el Xerox PARC, el primer encaminador i el primer servidor de noms d'Internet.

### L'aliança DIX

El 1976 Xerox va crear una nova divisió anomenada SDD (Systems Development Division) per al desenvolupament dels ordinadors personals i de la xarxa Ethernet. Metcalfe, Boggs i alguns enginyers més van ser assignats per treballar en la millora de la xarxa. Es van introduir alguns canvis en la tecnologia i, per raons de màrqueting, es va decidir canviar el nom de la xarxa d'Ethernet a *X-wire*.

Durant aquells anys, la tendència de la majoria dels fabricants anava cap a arquitectures de xarxes fortament jerarquizades. Un exemple clar en aquest sentit el constitueix l'arquitectura SNA (Systems Network Architecture), anunciada per IBM el 1974. La filosofia de SNA es basava a donar accés a través de la xarxa a l'usuari final des d'un terminal “tonto” a un ordinador central o *mainframe*. Amb aquesta finalitat, es definien diferents tipus d'equipaments amb funcionalitat diferents i una estructura fortament jerarquizada. Una configuració típica de SNA comprenia quatre nivells diferents entre el terminal i el *mainframe*.

El plantejament de Xerox era radicalment oposat i innovador. Cada usuari disposava d'un ordinador o *host* connectat directament a la xarxa local, i s'hi integraven totes les funcions. No hi havia cap control centralitzat de la xarxa. La comunicació entre dos usuaris es donava directament, sense mitjancers i en condicions d'igual a igual (*peer-to-peer*). Lligada a aquesta arquitectura distribuïda, hi havia la necessitat –no percebuda aleshores per la majoria dels usuaris– d'una xarxa de velocitat molt alta per als estàndards de l'època (en aquells temps, el mòdem més veloç era de 1.200 bps, i l'any 1976 Intel acabava de desenvolupar el processador 8080 que funcionava a 4,77 MHz).

Avui en dia sabem que el plantejament de Xerox era correcte. Malgrat això, com en tantes altres ocasions, Xerox no va saber o no va poder aprofitar comercialment aquest encert. En el cas d'Ethernet jugava en contra seva el fet de ser una tecnologia propietària i no ser Xerox una empresa suficientment gran com per imposar els seus productes als seus competidors, aspecte fonamental tractant-se de comunicacions. Metcalfe va comprendre perfectament que Ethernet només podria avançar si es desenvolupava com un estàndard obert i en cooperació amb altres fabricants, fet que la potenciaria comercialment i tecnològicament. Metcalfe va proposar a IBM formar una aliança amb Xerox, però l'oferta no va ser acceptada, probablement perquè IBM ja estava treballant en un altre tipus de xarxa local en topologia d'anell (que més tard esdevindria l'actual Token Ring), o potser perquè el funcionament no orientat a connexió d'Ethernet no encaixava bé amb l'arquitectura SNA, jeràrquica i orientada a connexió. Metcalfe va fer llavors la mateixa proposta a Digital Equipment Corporation (DEC), que la va acceptar. A petició de Xerox, Intel es va incorporar també al grup, per assegurar que els productes es poguessin integrar en xips de baix cost.

L'acord de l'aliança DIX (DEC-Intel-Xerox) va ser satisfactori en tots els aspectes, llevat del nom X-wire. DEC i Intel no acceptaven que el nom de la xarxa

comencés per X, per la qual cosa Xerox va tornar al nom original Ethernet que semblava satisfer tothom. També es va decidir augmentar la velocitat de la xarxa a 10 Mbps, ja que es va considerar que es podia portar a terme amb la tecnologia existent a uns preus raonables. A l'Ethernet original de 2,94 Mbps se la coneix actualment com a Ethernet Experimental per diferenciar-la de 10 Mbps que va aparèixer com a producte comercial.

El setembre de 1980, DIX va publicar les especificacions d'Ethernet Versió 1.0 conegudes com a "llibre blau". Com a part de la política aperturista, Xerox va acceptar llicenciar la seva tecnologia patentada a tothom que ho volgués amb una quota reduïda, que consistia en el pagament de 1.000 dòlars per cada rang de 24 bits d'adreses MAC, que eren gestionades per Xerox. Més tard, amb l'aprovació dels estàndards 802, la gestió d'aquestes adreces va passar a l'IEEE, que va seguir, i segueix, cobrant 1.000 dòlars per rang en concepte de tasques administratives. La publicació del llibre blau va fer d'Ethernet la primera tecnologia de xarxa local oberta multivenedor, ja que a partir d'aquell moment qualsevol fabricant podia construir equipament conforme a la norma Ethernet. El 1982 es va publicar Ethernet Versión 2.0, que va ser la darrera especificació d'Ethernet publicada per DIX. En aquestes especificacions, l'únic mitjà físic que es contemplava era el cable coaxial gruixut avui conegut com a 10BASE5. Aquest mateix any 1982, Xerox va alliberar la marca registrada que ostentava sobre el nom Ethernet.

Una vegada constituïda l'aliança DIX, Metcalfe va pronosticar que es produiria una gran demanda de productes compatibles amb Ethernet, i va considerar, per tant, que era el moment idoni per a la creació d'una companyia especialitzada en aquest camp. El juny de 1979 va abandonar Xerox per crear la seva pròpia companyia especialitzada en computadors, comunicacions i compatibilitat, més coneguda com a 3Com. El 1990 Metcalfe, ja multimilionari, es va retirar de 3Com. Actualment viu a Boston, on escriu articles, dóna xerrades i organitza debats sobre el present i el futur de les tecnologies de la informació i les comunicacions.

Per la seva part, David Boggs va continuar treballant al Xerox PARC fins al 1984, en què va passar a treballar al Western Research Laboratory de DEC, també a Palo Alto. El 1988, Boggs va publicar un article sobre el rendiment d'Ethernet que avui és considerat un clàssic en la matèria.

## **Les relacions amb IEEE i l'estandardització**

A finals dels setanta, es feien paral·lelament a Ethernet altres experiències de xarxes locals en universitats i centres d'investigació utilitzant diverses tecnologies i topologies en bus, anell o estrella. Hi havia molt pocs productes comercials disponibles i cap estàndard; la majoria de les xarxes locals eren models únics construïts de manera artesanal.

Per resoldre aquesta situació, el febrer de 1980 l'IEEE va posar en funcionament el Projecte (o Comitè) 802 amb l'objectiu d'acordar la tecnologia idònia per establir l'estàndard de xarxa local del futur. D'aquesta manera, els productes de diferents fabricants podrien interoperar, hi hauria lliure competència i els preus

baixarien i beneficiarien l'usuari/ària. Inicialment, el comitè no tenia unes idees clares de com devia ser la tecnologia que s'havia d'utilitzar, però sí de com hauria de portar-se a terme el procés d'estandardització: havia de ser obert, ordenat i just. Es tenia molt clar que no es volia rebre una proposta ja terminada d'un grup reduït de fabricants. Això és el que va passar quan dos mesos més tard, a l'abril del 1980, l'aliança DIX va informar al Comitè 802 que estava acabant el disseny i l'especificació d'una tecnologia de xarxa local, que proposaria per a la seva estandardització quan l'acabés, però que mentrestant el Comitè no podria participar en la seva elaboració.

Després de la proposta de DIX per a l'adopció d'Ethernet, el Comitè 802 en va rebre una altra de General Motors, d'una xarxa denominada Token Bus, també amb topologia de bus però que utilitzava un protocol MAC basat en pas de testimoni. Més tard, IBM va presentar una altra proposta d'una xarxa amb topologia d'anell i pas de testimoni que rebia el nom de Token Ring. Finalment, veient que no seria possible satisfer tothom amb un únic estàndard, i considerant que el recolzament de la indústria a cadascuna de les tres propostes era massa important per descartar-ne alguna, el Comitè 802 en una polèmica decisió va optar, el 1982, per acceptar les tres propostes i crear un subcomitè per a cadascuna d'elles: 802.3 per a CSMA/CD (Ethernet), 802.4 per a Token Bus i 802.5 per a Token Ring.

Atès el seu començament polèmic, no és estrany que al Comitè 802 (més tard 802.3) hi hagués certa aversió cap a la proposta de l'aliança DIX. El comitè 802.3 es va passar mesos revisant l'estàndard Ethernet i va introduir diversos canvis, el més important dels quals va ser la substitució del camp *tipus* (que especifica el protocol del nivell de xarxa) per un camp *llargada*, inexistent fins aleshores. Els dissenyadors originals d'Ethernet van considerar aquest camp innecessari, perquè la majoria dels protocols de xarxa inclouen en la informació de capçalera un camp que indica la llargada, i quan això no és així, la llargada de la trama es pot esbrinar simplement comptant el nombre de bytes que conté (sempre que no hi hagi camp de farciment, és a dir, que la trama tingui almenys 64 bytes). Malgrat això, el Comitè 802.3 va creure convenient incloure el camp *llargada* en comptes del camp *tipus* per no condicionar la informació que hagués d'aparèixer al nivell de xarxa. Aquesta petita modificació tenia l'efecte col-lateral de fer incompatible l'estàndard IEEE 802.3 amb Ethernet DIX.

Xerox va resoldre en part el problema d'incompatibilitat produït per la decisió de l'IEEE en assignar a tots els protocols codis superiors a 1536, valor màxim del camp *llargada*; per exemple, el codi corresponent a IP és 2048. Així, analitzant el valor d'aquest camp, es pot saber si la trama té format DIX o 802.3. Els dos formats són incompatibles entre si, però almenys poden coexistir en una mateixa xarxa.

En el cas d'una trama 802.3, la informació sobre el protocol de xarxa apareix a la capçalera LLC (Logical Link Control). L'estructura d'aquesta capçalera, comuna a totes les xarxes locals 802, s'especifica en l'estàndard IEEE 802.2. El treball conjunt de l'IEEE i de la ISO en el disseny de la capçalera LLC va produir un disseny absurd i innecessàriament complex, que fa que en la majoria dels protocols sigui necessari analitzar els quatre camps i els 8 bytes de la capçalera LLC per esbrinar allò que Xerox obtenia fent servir només 2 bytes. Això complica

el procés dels paquets i afegeix un *overhead* innecessari, sobretot en el cas de trames petites. Per aquest motiu, fins i tot avui en dia el format DIX es el més utilitzat, i es fa servir per exemple en TCP/IP, DECNET fase 4, LAT (Local Area Transport, de DEC) i algunes implementacions d'IPX (Netware de Novell). El format 802.3/LLC és utilitzat normalment en Appletalk fase 2, NetBIOS i algunes implementacions d'IPX.

El 1997, el Subcomitè 802.3x va estandarditzar el mecanisme de control de flux per a Ethernet *full duplex*. Aleshores es van apreciar avantatges considerables en disposar de la informació sobre el tipus *protocol* a la capçalera Ethernet (per no haver d'interpretar la capçalera LLC, fet que hauria alentit molt un procés que s'havia de fer en maquinari). Finalment, el Comitè va decidir incloure dins l'estàndard com a vàlids els dos significats, *tipus* i *llargada*, per a aquest camp de 2 bytes. L'elecció de quin significat és aplicable en cada cas es faria segons el valor d'aquest camp. Dit d'una altra manera: el Comitè va estandarditzar allò que ja era una pràctica generalitzada en totes les implementacions existents. D'alguna manera, això representa una reconciliació amb DIX (i amb el món real) quinze anys més tard.

Tradicionalment, Xerox s'ocupava de l'assignació de número a cada protocol que es registrava. Des de 1997, amb la inclusió del camp *tipus* a la trama 802.3 com a part de l'estàndard 802.3x, l'IEEE va passar a ocupar-se de la tasca administrativa de registrar protocols i assignar-los número. Els valors es poden consultar en el RFC de Números Assignats vigent, que actualment és l'RFC1700.

El 24 de juny de 1983, l'IEEE va aprovar l'estàndard 802.3, i va contemplar com a mitjà físic únicament el cable coaxial gruixut, al qual va denominar 10BASE. En l'estàndard es recomana que el cable sigui de color groc perquè no es confongui en les conduccions amb els cables d'alimentació elèctrica. L'estàndard IEEE 802.3 va ser proposat a continuació a ANSI, que el va aprovar al desembre de 1994, i el va elevar a la categoria d'estàndard conjunt ANSI/IEEE 802.3. Després va ser proposat per a la seva aprovació per l'ISO, que el va acceptar com a DIS (Draft International Standard) el 1985 sota la denominació ISO/IEC 8802-3. L'especificació d'ISO és tènicament equivalent però no idèntica a la d'IEEE/ANSI. El document és diferent en les unitats (que estan basades en el sistema mètric), s'utilitza terminologia internacional, s'eliminen referències a altres estàndards nacionals d'Estats Units, i es formata el document per a paper de mida ISO A4.

## El preu importa: nous mitjans físics

Els components de les primeres xarxes Ethernet (repetidors, transceptors, targetes de xarxa, etc.) eren molt cars. El cable coaxial (10BASE5) i el cable *drop* que connectava l'equip al cable coaxial, tot i que de cost elevat, resultaven de cost molt més baix que els components electrònics. Gradualment l'electrònica va anar baixant de preu, i això va comportar que els cables i la seva instal·lació comencés a representar una part significativa del pressupost d'una xarxa. A més, l'elevat gruix i la rigidesa d'aquests cables els feia poc adients per a entorns d'oficina. Els usuaris demanaven cables més barats i més primis. En resposta a aquests requeriments, van aparèixer a partir de 1982 productes al mercat que permetien

utilitzar Ethernet sobre cable coaxial RG58, també de 50 Ω però més prim i barat. Tenia un apantallament més petit que el 10BASE5, fet que li donava una major atenuació i per conseqüència un abast més petit (185 m per segment en comptes de 500 m). Utilitzava connectors BNC en comptes dels voluminosos connectors tipus N, i no requeria cable *drop*, ja que l'equipament es podia endollar directament al cable bus mitjançant un connector en T, i en aquest cas, la funció del *banda de base* estava integrada a la targeta de xarxa. En conjunt s'aconseguia un estalvi important respecte al cable gruixut tradicional, raó per la qual aquest cable es coneixia amb el nom de *cheapernet* ("xarxa més barata"). La interconnexió de segments *cheapernet* (o *thinwire* com també se l'anomenava) amb segments de coaxial gruixut (o *thickwire*) es podia fer mitjançant repetidors. Aquest nou cable va ser incorporat a l'estàndard 802.3 amb la denominació 10BASE-2 mitjançant una addenda que l'IEEE va aprovar el 1985.

Per permetre majors distàncies i millorar la connectivitat entre edificis també es va incloure la fibra òptica com a mitjà de transmissió. El FOIRL (*Fiber Optic Inter-Repeater Link*) va ser incorporat a l'estàndard 802.3 per l'IEEE el 1989, i permetia unir repetidors a una distància màxima de 1.000 m. Més tard va aparèixer 10BASE-FL, que permet unir repetidors i equipaments amb una distància màxima de 2.000 m.

## Cap al cablatge estructurat

Les primeres xarxes locals utilitzaven cables especials, normalment coaxials, ja que presentaven menor atenuació i suportaven millor les altes freqüències. D'altra banda, els edificis tenien xarxes de telefonia que utilitzaven cable de parells trenats no apantallats o UTP (*Unshielded Twisted Pair*) i que per imperatius legals eren instal·lades i mantingudes per les companyies telefòniques, fins i tot dins dels edificis. L'1 de gener de 1984 es va produir la decisió judicial que probablement més ha influït en el món de les telecomunicacions, a partir de la qual es va trencar als Estats Units el monopoli ostentat fins aleshores per AT&T. Això va fer, entre altres conseqüències, que les empreses fossin propietàries de la seva xarxa telefònica interior i poguessin gestionar-la a partir de llavors. La xarxa telefònica estava omnipresent i el cost d'instal·lació i manteniment era inferior al de la xarxa basada en cable coaxial, fins i tot a *cheapernet*. Per exemple, un operari era capaç de posar un connector RJ45 en menys temps del que trigava a treure de la bossa els components d'un connector BNC. Després de tot, AT&T i les telefòniques de tot el món feia anys que cablaven edificis i alguna cosa havien de saber del tema. A més, la xarxa telefònica tenia una topologia en estrella organitzada jeràrquicament que la feia més versàtil, fiable i robusta que una de tipus bus. Això va provocar una demanda per part dels usuaris en el sentit d'aprofitar el cablatge telefònic per proveir l'accés a la xarxa local dels llocs de treball.

Ja l'any 1984, el Comitè 802.3 va començar a estudiar la possibilitat d'implementar Ethernet en cable telefònic. En aquell temps, molts experts asseguraven que una xarxa de 10 Mbps mai podria funcionar a sobre de cable de parells trenats, atesa sobretot la seva major atenuació a altes freqüències. Malgrat això, ja el 1985 Synoptics va treure al mercat un producte denominat LattisNet que permetia utilitzar cablatge UTP per constituir xarxes Ethernet de 10 Mbps. El 1987, el Comitè 802.3 va estandarditzar una xarxa denominada StarLAN o

1BASE5, variant d'Ethernet que funciona a 1 Mbps a sobre de cable UTP a distàncies màximes de 500 m. El 1990 es va estandarditzar 10BASE-T (*T = Twisted*). Aquesta estandardització pràcticament va marcar el final de StarLAN, ja que la majoria dels usuaris que havien optat provisionalment per StarLAN van migrar a 10BASE-T, que oferia major velocitat i evitava haver d'utilitzar ponts conversors de velocitat, d'un cost molt elevat, per connectar la xarxa d'1 Mbps amb la de 10 Mbps.

Paral·lelament al desenvolupament per part de l'IEEE dels estàndards de xarxa local per a cable UTP es van desenvolupar normatives de cablatge de telecomunicacions per a edificis comercials que permeten constituir allò que es coneix com a cablatge estructurat. Inicialment es tractava de sistemes propietaris (IBM Cabling System, DECConnect, AT&T SYSTIMAX, etc.), però després d'uns anys es van elaborar normatives independents. La primera va ser l'EIA/TIA 568, que es va publicar el 1991. Actualment, les dues més utilitzades són l'EIA/TIA 568-A i l'ISO/IEC 11801, totes dues publicades el 1995. Per assegurar la màxima compatibilitat amb qualsevol fabricant és convenient seguir de manera simultània tant l'ISO com l'EIA sempre que sigui possible.

## Ponts i commutadors

Ja a l'article de 1976, Metcalfe i Boggs esmentaven la possibilitat d'estendre la xarxa mitjançant l'ús de repetidors 'filtradors de trànsit' o de paquets. Els primers ponts transparents van ser desenvolupats per DEC a començaments dels anys vuitanta, i van aparèixer els primers productes comercials el 1984. Malgrat el preu elevat i el rendiment baix, comparats amb els actuals, suposaven una alternativa interessant als encaminadors per la seva senzillesa i relació preu/prestacions. El 1987 l'IEEE es va posar en marxa per estandarditzar el funcionament dels ponts. El resultat va ser l'estàndard 802.1D aprovat el 1990.

El 1991 una empresa molt jove denominada Kalpana va comercialitzar un nou tipus de ponts Ethernet amb un nombre elevat d'interfícies i alt rendiment (suposadament capaços de donar la màxima velocitat possible en cadascuna de les seves interfícies). Aquest equipament s'anunciava com a commutadors LAN per diferenciar-lo dels tradicionals ponts, tot i que el principi de funcionament era idèntic.

El mercat dels commutadors LAN va tenir (i té actualment) un creixement considerable, especialment perquè donava via de creixement als usuaris d'Ethernet sense necessitat de passar a fer servir altres tecnologies.

Portada al seu extrem, la filosofia dels commutadors LAN produïa xarxes en què cada port era dedicat a un ordinador. D'aquesta manera, cada usuari/ària podia gaudir de 10Mbps i el seu trànsit no era vist per cap altre ordinador llevat aquell a qui anava dirigit, i en millorava el rendiment i la seguretat de la xarxa. L'ús de xarxes commutades portava d'una situació de mitjà compartit a una altra de mitjà dedicat on ja no calia fer servir l'ús d'un protocol MAC (com CSMA/CD). Per una altra banda, els dos mitjans físics més populars d'Ethernet (10BASE-T i 10BASE-FL) ofereixen un canal físic diferent per a cada sentit de la comunicació. Aprofitant aquestes dues circumstàncies, es va implementar allò que es denomina

Ethernet full-duplex, que bàsicament consisteix aaprofitar el mitjà físic per establir dos canals dedicats de 10 Mbps, un per a cada sentit, com si es tractés d'una línia punt a punt. Malgrat que els productes comercials Ethernet full-dúplex estan al mercat des de poc després de l'aparició dels commutadors LAN, el seu funcionament no va ser estandarditzat per l'IEEE fins al 1997, dins l'especificació 802.3x, on a més s'estableix un control de flux per al seu funcionament.

### Més ràpid, si us plau

Quan Ethernet va començar la seva difusió comercial a principis dels vuitanta, molts consideraven que 10 Mbps era una velocitat excessiva i que això encaria innecessàriament la xarxa; en aquells temps, cap ordinador era capaç d'enviar a aquesta velocitat; per exemple, el 1983 un *mainframe* VAX 8600 (considerat en el seu temps una màquina potent) podia transmetre uns 6 Mbps en el millor dels casos; amb els protocols de transport habituals els rendiments eren sensiblement inferiors.

El 1988 Van Jacobson (probablement la persona que més ha contribuït a millorar el rendiment del TCP), va enviar un article a Usenet informant que havia aconseguit una velocitat de transferència de 8 Mbps sobre Ethernet entre dues estacions de treball Sun utilitzant una versió optimitzada de TCP. A partir d'aquest moment, les millores en el maquinari (CPU, discs, targetes controladores, etc.) i en el programari (sistemes operatius, protocols de transport, etc.) van començar a fer cada vegada més fàcil que un sol equipament saturés una Ethernet.

Aleshores, l'única solució estàndard per passar a velocitats superiors era FDDI (que per cert és un estàndard ANSI i ISO, però no IEEE). Malgrat això, FDDI mai es va mostrar com una alternativa interessant per als usuaris d'Ethernet. Tot i que robusta i fiable, tenia una gestió complexa i uns preus inaccessible per a la majoria de les instal·lacions, o només assumibles quan es tractava de la xarxa principal o *backbone*, però no per l'accés de l'usuari final. A més, la seva compatibilitat amb Ethernet és reduïda, ja que FDDI no és CSMA/CD i utilitzava una estructura de trama diferent. Això complicava les coses quan es volia migrar des d'Ethernet, i més encara si havien de coexistir totes dues xarxes.

En un intent per cobrir aquesta demanda, Grand Junction va treure el 1992 una versió d'Ethernet que funcionava a 100 Mbps. Va tenir un èxit considerable i va provocar la creació aquest mateix any dins de l'IEEE d'un grup d'estudi sobre xarxes d'alta velocitat, amb la missió d'estudiar la possibilitat d'ampliar l'estàndard a 100 Mbps. Es van plantejar dues propostes:

Mantenir el protocol CSMA/CD en tots els seus aspectes, però augmentant en un factor 10 la velocitat de la xarxa. En mantenir la mida de trama mínima (64 bytes) es reduïa en deu vegades la mida màxima de la xarxa, i s'originava un diàmetre màxim d'uns 400 metres. L'ús de CSMA/CD suposava la ja coneuguda pèrdua d'eficiència deguda a les col·lisions.

Aprofitar la revisió per crear un nou protocol MAC sense col·lisions, més eficient i amb més funcionalitats (més semblant en certa mesura a Token Ring), però mantenint la mateixa estructura de trama d'Ethernet.

La primera proposta tenia l'avantatge d'accelerar el procés d'estandardització i el desenvolupament de productes, mentre que la segona era tècnicament superior. El Subcomitè 802.3 va decidir finalment adoptar la primera proposta, que va seguir el seu camí fins a esdevenir allò que avui coneixem com a **Fast Ethernet**, aprovat al juny de 1995 com el suplement 802.3u a la norma ja existent. Per accelerar el procés, es van utilitzar per al nivell físic bona part de les especificacions ja desenvolupades per ANSI per a FDDI. Els mitjans físics suportats per Fast Ethernet són fibra òptica multimode, cable UTP categoria 3 i categoria 5, i cable STP (*Shielded Twisted Pair*).

Els partidaris de la segona proposta, considerant que les seves idees podien tenir cert interès, van decidir crear un altre subcomitè de l'IEEE, el 802.12, que va desenvolupar la xarxa coneguda com a 100VG-AnyLAN. Durant un cert temps hi va haver competència entre les dues xarxes per aconseguir cota de mercat; avui en dia, la balança es decanta àmpliament cap a Fast Ethernet. Alguns fabricants (notablement HP, autor de la proposta) encara mantenen un ampli catàleg de productes per a 100VG-AnyLAN. Cal recalcar que 100VG-AnyLAN, tot i poder funcionar amb estructura de trama Ethernet (i també amb Token Ring, d'aquí la seva denominació d'AnyLAN), no utilitza CSMA/CD i per tant no pot denominar-se Ethernet. Alguna literatura confon aquesta xarxa amb la Fast Ethernet.

La xarxa Fast Ethernet es va estendre de manera molt ràpida, fins i tot més que les expectatives més optimistes. Com a conseqüència, els preus van baixar i el seu ús es va popularitzar fins a l'usuari final. Això generava un requeriment de velocitats superiors en el *backbone* que no podien ser satisfetes per altres tecnologies (excepte, potser, per ATM a 622 Mbps, però a uns preus astronòmics). L'experiència positiva amb Fast Ethernet va animar el Subcomitè 802.3 a iniciar el 1995 un altre grup de treball que estudiés l'augment de velocitat de nou en un factor 10, creant allò que es denomina **Gigabit Ethernet**. Encara que el 1995, aprovat feia poc Fast Ethernet, semblaixa fora de lloc plantejar aquestes velocitats per a xarxes convencionals, les previsions d'augment en rendiment i nivell d'integració dels xips feien preveure que el 1998 seria factible construir controladors de xarxa per a aquestes velocitats amb tecnologia convencional a preus assequibles. Seguint un calendari similar a l'empleat a Fast Ethernet i amb un grup de persones molt semblant, es va iniciar un procés que va culminar el 29 de juny de 1998 amb l'aprovació del suplement 802.3z.

De manera anàloga a allò que Fast Ethernet va fer amb FDDI per al nivell físic, el grup que va elaborar les especificacions de Gigabit Ethernet es va basar en allò que va ser possible en els estàndards ANSI de Fiber Channel a 800 Mbps, augmentant de manera adient les velocitats. Es pretenia poder utilitzar els mateixos mitjans físics que a Fiber Channel: emissores làser amb fibra òptica multimode i monomode, cable de parell trenat apantallat i cable UTP categoria 5. En el cas de la fibra multimode, es volia arribar a una distància major que a Fibre Channel, fet que va plantejar alguns problemes tècnics que van retardar en uns mesos l'elaboració de l'estàndard. En el cas de Gigabit Ethernet sobre cable UTP

categoria 5, el ret tecnològic era de tal magnitud que al març de 1997 es va decidir segregar un nou grup de treball, el 802.3ab, per desenvolupar exclusivament aquest cas i no retardar l'aprovació de la resta de mitjans físics.

## Cronologia d'Ethernet

1970	Primeres experiències de xarxes broadcast a Hawaii: ALOHANET. Protocols MAC ALOHA pur i ranurat.
22/5/1973	Robert Metcalfe i David Boggs connecten dos ordinadors Alto amb cable coaxial a 2,94 Mbps en el Xerox Palo Alto Research Center mitjançant una xarxa denominada Ethernet.
Maig 1975	Metcalfe i Boggs redacten un article on descriuen Ethernet, i l'envien per a la seva publicació a <i>Communications of the ACM</i> .
1976	Xerox crea SSD, una divisió per al desenvolupament dels ordinadors personals i la xarxa X-wire (nou nom d'Ethernet).
1979	Es constitueix l'aliança DIX (DEC-Intel-Xerox) per potenciar el desenvolupament tècnic i comercial de la xarxa. Es torna al nom original d'Ethernet. Metcalfe abandona Xerox i crea 3Com.
Febrer 1980	El IEEE crea el Projecte 802.
Abril 1980	DIX anuncia a l'IEEE 802 que està desenvolupant una tecnologia de xarxa local que vol convertir en un estàndard.
Setembre 1980	DIX publica Ethernet (llibre blau) versió 1.0. Velocitat 10 Mbps.
	3Com fabrica primeres targetes Ethernet per a PC.
1982	DIX publica Ethernet (llibre blau) versió 2.0. 3Com produeix les primeres targetes 10BASE2 per a PC.
24/6/1983	IEEE aprova l'estàndard 802.3, que coincideix gairebé completament amb DIX Ethernet. L'únic mitjà físic suportat és 10BASE5.
1/1/1984	AT&T se subdivideix en AT&T Long Lines i 23 BOCs (Bell Operating Companies). Les estructures de cable telefònic internes dels edificis passen a ser gestionades pels usuaris.
1984	DEC comercialitza els primers ponts transparents.
21/12/1984	ANSI aprova l'estàndard IEEE 802.3.
1985	Es publica l'estàndard IEEE 802.3. ISO/IEC aprova l'estàndard 8802-3, versió adaptada de l'IEEE 802.3. IEEEafegeix a l'estàndard el cable 10BASE2. Primers productes 10BASE-T de Synoptics.
1987	IEEE estandarditza StarLAN (1BASE5, Ethernet a 1 Mbps amb cable UTP). Comença l'estandardització dels ponts transparents.
1989	IEEE estandarditza (FOIRL (Fiber Optic Inter-Repeater Link)).
1990	IEEE estandarditza 10BASE-T. Primers commutadors Ethernet de Kalpana. S'aprova l'estàndard 802.1d (punts transparents).
Novembre 1992	IEEE crea el grup d'estudi per a xarxes d'alta velocitat (100 Mbps).
1992	Primers productes Fast Ethernet, fabricats per Grand Junction.
1993	Primers commutadors Full Dúplex.
Juny 1995	S'estandarditza Fast Ethernet (100BASE-FX, 100BASE-TX i 100 BASE-T4).

Octubre 1995	IEEE crea el grup d'estudi per a xarxes d'1 Gbps.
Juliol 1996	S'aprova la <i>task force</i> 802.3z per a l'estandardització de Gigabit Ethernet.
Març 1997	S'escindeix de la <i>task force</i> 802.3z la 802.3ab per a l'estandardització de 1000BASE-T (Gigabit Ethernet sobre cable UTP categoria 5).
1997	S'aprova l'estàndard Ethernet full-dúplex (802.3x). Es publiquen els drafts 802.1p i 802.1Q (VLANs i prioritats). Primers productes comercials Gigabit Ethernet.
29/6/1998	S'estandarditza Gigabit Ethernet (802.3z) que comprèn els mitjans físics 1000BASE-SX, 1000BASE-LX i 1000BASE-CX.
Desembre 1998 (previst)	S'estandarditza 100BASE-SX (Fast Ethernet mitjançant emissores làser en primera finestra sobre fibra multimode).
Març 1999 (previst)	S'estandarditza 1000BASE-TX (Gigabit Ethernet sobre cable UTP-5).

## Annex 8. Xarxes sense fil: una mica d'història

### Inici de les telecomunicacions

Les telecomunicacions van consolidar un nou estil de vida per a la humanitat durant el segle XX. Malgrat això, les dues fites inicials que van establir els inicis de les telecomunicacions es localitzen temporalment al segle XIX:

- Invenció del telègraf, durant la dècada del 1830, per Samuel Finley Breese Morse
- Invenció del telèfon, l'any 1876, per Alexander Graham Bell

Després de la invenció del telèfon, malgrat la propera i pionera experiència del telègraf, l'estensió de les xarxes telefòniques va ser considerablement més gran. Tots dos serveis van créixer de manera independent i a mitjan s. XX els serveis telefònics i telegràfics s'oferien per a xarxes diferents, internacionalment regulades per diferents comitès de manera independent:

- CCIT: Comitè Consultiu Internacional de Telegrafia (1925)
- CCIF: Comitè Consultiu Internacional de Telefonía (1924)

El 1956 el CCIT i el CCIF es van unificar formant el Comitè Consultiu Internacional de Telefonía i Telegrafia, el CCITT.

També els segles XIX i XX van donar entrada als inicis i a la posterior consolidació dels serveis de radiodifusió –ràdio i televisió. Les primers idees per a la realització dels sistemes de TV daten de l'any 1870. En ràdio, el 1920 es fa la primera transmissió sonora, als estudis de l'empresa Marconi, i el 1927 es funda el Comitè Consultiu Internacional de Ràdio, el CCIR. Posteriorment, el 1941 s'inicien transmissions regulars de ràdio amb la tècnica FM, inventada per E. H. Armstrong.



El 1993 desapareixen el CCIT i el CCIR per donar pas a la Unió Internacional de Telecomunicacions, UIT. Actualment està formada per tres branques:

- UIT-T: Unió Internacional de Telecomunicacions – Telecomunicació i Normalització
- UIT-R: Unió Internacional de Telecomunicacions – Radiocomunicacions
- UIT-D: Unió Internacional de Telecomunicacions – Desenvolupaments

## La telefonia mòbil

Avui la majoria de les llars de tot el món occidental ja disposen d'un abonament telefònic. La necessitat de mobilitat de determinats grups socials va fer néixer la ràdio mòbil. Es va fer servir per primera vegada el 1921, als EUA, pel Departament de Policia de la ciutat de Detroit, que operava en una banda de freqüència al voltant dels 2 MHz. Posteriorment, la Comissió Federal de Comunicacions, FCC, va establir noves freqüències per a la ràdio mòbil a la banda de 30 a 40 MHz.

Amb el pas del temps la telefonia mòbil analògica es va popularitzar als EUA fins a arribar al primer sistema comercial, l'AMPS-900,<sup>74</sup> que va entrar en servei els primers anys de la dècada dels vuitanta.

Com que el sistema de parell de coure telefònic convencional era car i dificultós de mantenir en molts casos, com ara el dels països escandinaus,<sup>75</sup> van ser precisament aquests països els pioners en el servei de telefonia mòbil a Europa. Així apareixen a Europa l'NMT-450,<sup>76</sup> l'NMT-900, el TACS-900,<sup>77</sup> el RadioCom 200,<sup>78</sup> l'RTMI/RTMS<sup>79</sup> i el C-900.<sup>80</sup>

Aviat apareixen per primera vegada a Europa les dificultats derivades de la interoperabilitat entre sistemes de tecnologies diferents que impedeixen la itinerància, una de les idees matriu del naixement de la telefonia mòbil. El 1982, la CEPT<sup>81</sup> crea una grup de treball, el GSM,<sup>82</sup> que estudia i crea un sistema mòbil de telefonia cel·lular digital, el sistema GSM.

El sistema GSM es va estructurar cronològicament en les fases següents:

- Fase 1: va concloure el 1991, amb els serveis de veu, i les primeres xarxes es van desplegar immediatament.
- Fase 2: va concloure el 1997 i va incorporar nous serveis, com l'SMS.<sup>83</sup>
- Fase 2+: incorpora nous serveis: el GPRS<sup>84</sup> i l'HSCSD.<sup>85</sup>

L'èxit de GSM ha estat tan gran que al començament del segle XXI el nombre de terminals mòbils GSM al món suposa el 70 % del total.

<sup>74</sup> Advanced Mobile Phone Service, AMPS, desenvolupat per AT&T i Motorola.

<sup>75</sup> La població dels països escandinaus està disseminada en grans extensions i les distàncies són molt grans, d'aquí la manca d'instal·lació de línies convencionals i el seu manteniment.

<sup>76</sup> Nordic Mobile Telephony. Països nòrdics i el Benelux.

<sup>77</sup> Total Access Communications System: sistema de control d'accés total. Sistema desenvolupat per British Telecom, al Regne Unit.

<sup>78</sup> A França.

<sup>79</sup> A Itàlia.

<sup>80</sup> Sistema alemany.

<sup>81</sup> Conference Européenne des Postes et Telecommunications.

<sup>82</sup> Groupe Spécial Mobile.

<sup>83</sup> Short Message Service.

<sup>84</sup> General Packed Radio Service: mode de commutació de paquets per a transferència de dades en mode continu, com ara correu electrònic i WWW.

<sup>85</sup> High Speed Circuit Switched Data: mode de commutació de circuits per a transferència de fitxers i aplicacions de vídeo mòbil.

## L'accés sense fil

La idea de mobilitat que va començar a popularitzar l'ús de la telefonia mòbil ha calat tant en la nostra manera de viure que *estar sempre comunicables en temps i espai ha esdevingut una necessitat*. Aquest fet ha portat al disseny i desenvolupament de noves tecnologies i xarxes d'accés sense fil, les quals s'han anat classificant en famílies. Així, a més dels sistemes cel·lulars, també hi ha els sistemes *cordless*, les xarxes locals sense fil WLAN<sup>86</sup> i els sistemes via satèl·lit.

### Sistemes cel·lulars

També són coneguts com a sistemes WWAN<sup>87</sup>. El seu desenvolupament actual és impressionant, amb grans cobertures i velocitats, i ofereixen una gamma molt àmplia de serveis: conversa (telefonia, veu a sobre d'IP (VoIP)...), interactiu (navegació web, accés a bases de dades...), de flux continu (cideo, descàrregues sota demanda...) i *background* (correu electrònic...). Aquests serveis cel·lulars 3G (de tercera generació) contemplen l'anomenada solució all-IP, amb la finalitat d'ofrir els serveis avançats que avui ofereix Internet: àudio d'alta qualitat, VoIP, vídeo en moviment i serveis multimèdia en general. Alguns d'aquests serveis ja són una realitat amb les tecnologies 2,5G (superiors a la segona però no encara de la tercera generació): GSM/GPRS, I-Mode, WAP, Bluetooth, etc.

### Sistemes sense fil o *cordless*

També són coneguts com a telefonia sense fil.

Des que apareixen, el seu objectiu primordial ha estat oferir un servei telefònic de qualitat estàndard a la xarxa de telefonia bàsica, en àrees inferiors als 500 metres. La idea inicial era atendre el requeriment de mobilitat local a la llar, a l'oficina, en punts d'alta concentració (aeroports, estacions de ferrocarril...).

La primera generació (1G) de sistemes sense fil va néixer a principis del 1980, amb tecnologia analògica. La segona generació (2G) va aparèixer de seguida, amb tecnologia digital, i una mica més tard ja vanaparèixer els de la tercera generació (3G).

Àmbit geogràfic	Denominació	Organisme normalitzador
Europa	DECT Digital European Cordless Telecommunications	ETSI, 1991
Japó i països de l'est asiàtic	PHS Personal Handyphone System	RDCRC, 1995 Research and Development Center for Radio Communications
Estats Units	WACS/PACS Wide Area Communications System / Personal Access Communications System	ANSI, 1996

---

<sup>86</sup> Wireless Area Network, xarxa sense fil.

<sup>87</sup> Wireles Wide Area Network, xarxes d'àrea ampla sense fil.

Són moltes les aplicacions que ofereixen els sense fil de 3G, però el seu futur encara no està gens clar, ja que es pronostica l'absorció de les seves funcionalitats pels sistemes cel·lulars 3G.

## Sistemes WLAN

Els seus orígens es remunten a finals del 1979, com a conseqüència dels resultats de les proves fetes per enginyers d'IBM, a Suïssa, a la banda dels infrarojos, tractant de crear una xarxa local sense fil. Aquests resultats publicats al volum 67 dels *Proceeding* de l'IEEE, poden considerar-se com el punt de partida en la línia evolutiva d'aquesta tecnologia.

Posteriorment, la necessitat de suprimir el cablatge de les xarxes locals en entorns administratius i la demanda de velocitats més altes de transmissió de dades van fer continuar les investigacions tant amb infrarojos com amb microones, fins que el 1985 la FCC va assignar la banda ISM88 (Industrial, Scientific and Medicine) de 2,4 GHz (2,400-2,4835 GHz) per a l'ús de xarxes sense fil.

L'assignació d'una banda de freqüències lliure, no llicenciada o sense llicència, va provocar una major activitat al món industrial i va fer que les WLAN comencessin a abandonar el laboratori per iniciar el camí cap al mercat. Des de 1985 fins a 1990 es va continuar treballant en una fase de desenvolupament, fins que al maig de 1991 es van publicar diferents treballs referents a WLAN operatives que superaven la velocitat d'1 Mbps, el mínim establert per l'IEEE802 perquè la xarxa sigui considerada una LAN.

Avui en dia coexisteixen dos estàndards: l'IEEE 802.11 i l'HiperLAN<sup>88</sup>. Tot i que el segon, impulsat per l'ETSI, el 1996 va tenir un gran èxit i va ser recolzat per grans marques comercials com Nokia, Telia, Ericsson... Actualment el primer és la que està tenint un major èxit comercial.

Estàndards desenvolupats per l'ETSI		
	HiperLAN 1	HiperLAN 2
Data de ratificació	1996	2001
Velocitat	Fins a 24 Mbps	Fins a 54 Mbps
Característiques	Paràmetres específics de qualitat de servei (QoS) que prioritzen el trànsit de la xarxa	Per poder garantir la interoperativitat amb l'estàndard 802.1a el comitè BRAN* de l'ETSI ha estat col·laborant amb l'IEEE

\* Broadband Radio Access Networks: xarxa d'accés de ràdio de banda ampla

<sup>88</sup> IMS és una banda per a ús comercial “sense llicència”. FCC només assigna la banda i estableix les directrius d'utilització, però ni s'involucra ni decideix a sobre de qui ha de trasnmetre en aquesta banda. IMS: 902-928 MHz, 2,4-2,485 GHz i 5,725-5,850 GHz.

<sup>89</sup> High Performance Radio Local Area Network, xarxa local de ràdio d'altres prestacions.

## Annex 9. L'estàndard IEEE 802.11

### Introducció

Aquest document és una apreciació global general del Grup de Funcionament Estàndard IEEE 802.11. L'IEEE 802.11 defineix opcions de la capa física per a la transmissió sense fil i la capa de protocols MAC.

### Observacions de WLAN

L'IEEE 802.11 representa el primer estàndard per als productes WLAN d'una organització independent internacionalment coneguda. L'IEEE utilitza la majoria de les normes per a LAN cablades. Representa una fita important en sistemes WLAN des que els clients poden tenir ara múltiples fonts per als components dels seus sistemes WLAN. Hi ha encara aplicacions on les comunicacions de les dades pròpies existents són molt adequades, perquè ells poden perfeccionar algun aspecte de l'actuació de la xarxa. No obstant, els acomodables productes del 802.11 estenen les opcions dels usuaris.

### L'economia per a les solucions basades en els estàndards

La majoria dels productes WLAN disponibles avui en dia al mercat són objecte d'aplicacions verticals que utilitzen solucions de propietari, que funcionen en bandes de freqüència ISM de 900 MHz i 2,4 GHz. Aquests productes inclouen adaptadors sense fil i punts d'accés en PCMCIA, ISA i plataformes personalitzades per a PC. Les solucions de propietari ("dret de possessió") per a algunes aplicacions són beneficioses, sobretot per a aquelles que requereixen una diferenciació del mercat o l'ús habitual d'una xarxa de LAN sense fil. Típicament es personalitzen solucions de propietari i es força els usuaris finals a adquirir els productes de només un proveïdor d'equips. No obstant, com que s'introdueixen els productes adequats als estàndards, els usuaris poden triar d'entre diversos proveïdors, els quals proporcionen productes compatibles. Això augmenta la competència i manté el potencial dels productes a costos més baixos. La interoperativitat, el baix cost i l'estímul de la demanda del mercat són alguns dels avantatges que ofereixen les solucions basades en els estàndards.

### Com s'utilitzarà a les aplicacions finals?

L'estàndard IEEE 802.11 defineix el protocol per a dos tipus de xarxes:

- Xarxes *Ad hoc*
- Xarxes client/servidor

Una xarxa *Ad hoc* és una xarxa simple on s'estableixen comunicacions entre les múltiples estacions en una àrea de cobertura donada sense l'ús d'un punt d'accés o

servidor. La norma especifica l'etiqueta que cada estació ha d'observar perquè totes tinguin un accés just als mitjans de comunicació sense fil. Proporciona mètodes de petició d'arbitratge per utilitzar el mitjà per assegurar-se que el rendiment es maximitza per a tots els usuaris del conjunt de serveis base.

Les xarxes client/servidor utilitzen un punt d'accés que controla l'assignació del temps de transmissió per a totes les estacions i permet que estacions mòbils deambulin per la columna vertebral de la xarxa client/servidor. El punt d'accés s'usa per controlar el trànsit des de la ràdio mòbil fins a les xarxes client/servidor cablades o sense fil. Aquesta configuració permet una coordinació puntual de totes les estacions a l'àrea de serveis base i assegura un maneig apropiat del trànsit de dades. El punt d'accés dirigeix dades entre les estacions i altres estacions sense fil i/o el servidor de la xarxa. Típicament les WLAN controlades per un punt d'accés central proporcionen un rendiment molt més elevat.

## El Comitè d'Estàndards

El Comitè d'Estàndards IEEE 802 va formar el Grup de Treball d'Estàndards de Xarxes LAN sense fil 802.11 al 1990. El Grup de Treball 802.11 va assumir la tasca de desenvolupar una norma global per a equips de ràdio i xarxes que operaven en la banda de freqüència il·lícita de 2,4 GHz, per a taxes de dades d'1 i 2 Mbps. El Grup de Treball 802.11 ha completat l'estàndard recentment. La norma no especifica tecnologies ni aplicacions, sinó simplement les especificacions per a la capa física i la capa de control d'accés al mitjà (MAC). La norma permet als fabricants d'equips sense fil de ràdio LAN construir equips interpretables de xarxa.

Els socis del comitè són individus de diverses companyies i universitats que investiguen, fabriquen, instal·len i utilitzen productes en aplicacions de xarxes LAN sense fil. Fabricants de semiconductors, computadores, equips de ràdio, proveïdors de solucions de sistemes WLAN, laboratoris universitaris d'investigació i usuaris finals constitueixen el gruix del grup. El grup del funcionament està representat globalment per companyies dels Estats Units, Canadà, Europa, Israel i el Marge del Pacífic.

## Opcions d'implementació de les capes físiques

La capa física de qualsevol xarxa defineix la modulació i la senyalització característiques de la transmissió de dades. A la capa física es defineixen dos mètodes de transmissió RF i un infraroig. El funcionament de la WLAN en bandes RF il·lícites requereix la modulació en banda ampla per reunir els requisits del funcionament en la majoria dels països. Els estàndards de transmissió RF a l'estàndard són la freqüència de bots (FHSS: *Frecuency Hopping Spread Spectrum*) i la seqüència directa (DSSS: *Direct Sequense Spread Spectrum*). Ambdós arquitectures es defineixen per operar en la banda de freqüència de 2,4 GHz, i ocupen típicament els 83 MHz de banda des dels 2.400 GHz fins als 2.483 GHz. DBPSK (*Differential BPSK*) i DQPSK és la modulació per a la seqüència directa. La freqüència de bots utilitza els nivells 2-4 Gaussian FSK com el mètode de senyalització de modulació. La força radiada RF a l'antena es fixa per les regles controlades pel punt 15 de FCC per al funcionament als Estats Units. També es limita l'augment de l'antena a un màxim de 6 dBi. La força radiada està limitada a 1 W per als Estats Units, 10 mW per 1 MHz a Europa i 10 mW per al Japó. Hi ha diferents freqüències aprovades per a l'ús al Japó, als Estats Units i a Europa, i

qualsevol producte de WLAN ha de reunir els requisits per al país on es ven. Vegeu l'apèndix per als detalls de les assignacions de diferents freqüències per al funcionament no autoritzat als EUA, Europa i el Japó. La taxa de dades de la capa física per a sistemes FHSS és d'1 Mbps. Per a DSSS se suporten tant taxes de dades d'1 Mbps com de 2 Mbps. L'elecció entre FHSS i DSSS depèn de diversos factors relacionats amb l'aplicació dels usuaris i l'entorn en què el sistema estigui operant.

### Capa física infraroja

Se suporta un estàndard infraroig que opera en la banda 850nM a 950nM, amb un poder màxim de 2 W. La modulació per a infraroig s'aconsegueix usant 4 o 16 nivells de modulació ("posicionament per polsos"). La capa física suporta dues taxes de dades: 1 i 2 Mbps.

### La capa física DSSS

La capa física DSSS utilitza una seqüència Barker d'11 bits per estendre les dades abans que es transmetin. Cada bit transmès es modula per la seqüència d'11 bits. Aquest procés estén l'energia d'RF per una amplada de banda més extensa que la que es requeriria per transmetre les dades en brut. L'augment de procés del sistema es defineix com 10 vegades la ràtio de taxa augmentada de les dades (també coneugut com a *chip rate*). El receptor agrupa l'entrada de l'RF per recuperar les dades originals. L'avantatge d'aquesta tècnica és que redueix l'efecte de fonts d'interferència de banda estreta. Aquesta seqüència proporciona 10,4 dB d'augment del procés, el qual reuneix els requisits mínims per a les regles fixades per la FCC. L'arquitectura de propagació usada a la capa física *seqüència directa* no ha de confondre's amb CDMA. Tots els productes 802.11 adaptables utilitzen la mateixa codificació PN i conseqüentment no tenen un joc de codis disponible com es requereix per al funcionament de CDMA.

### La capa física FHSS

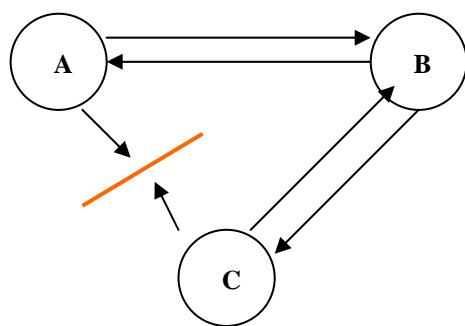
La capa física FHSS té 22 models d'espera per triar. La capa física *freqüència de bots* s'exigeix per botar per la banda ISM 2,4 GHz cobrint 79 canals. Cada canal ocupa una amplada de banda d'1 MHz i ha de botar a la taxa mínima especificada pels cossos reguladors del país pretès. Per als Estats Units es defineix una taxa de bot mínima de 2,5 bots per segon.

Cada una de les capes físiques utilitza el seu propi encapçalament únic per sincronitzar al receptor i determinar el format del senyal de modulació i la longitud del paquet de dades. Els encapçalaments de les capes físiques sempre es transmeten a 1 Mbps. Els camps predefinitos en els títols proporcionen l'opció per augmentar la taxa de dades a 2 Mbps per al paquet de les dades existents.

### La capa MAC

L'especificació de la capa MAC per a la 802.11 té similituds a la d'Ethernet cablada de línia normal 802.3. El protocol per a 802.11 utilitza un tipus de protocol coneugut com a CSMA/CA (Carrier-Sense, Multiple Access, Collision Avoidance). Aquest protocol evita collisions en comptes de descobrir-ne, com l'algoritme usat en la 802.3. És difícil

descobrir col·lisions en una xarxa de transmissió RF i és per aquesta raó que s'utilitza l'anul·lació de col·lisió. La capa MAC opera juntament amb la capa física i prova l'energia sobre el mitjà de transmissió de dades. La capa física utilitza un algoritme d'estimació de desocupació de canals (CCA) per determinar si el canal està buit. Això es compleix mesurant l'energia RF de l'antena i determinant la força del senyal rebut. Aquest senyal de mesura és normalment conegut com a RSSI. Si la força del senyal rebut està per baix d'un llindar especificat, el canal es considera buit, i a la capa MAC se li dóna l'estat del canal buit per a la transmissió de les dades. Si l'energia RF està per damunt del llindar, les transmissions de les dades es retarden d'acord amb les regles protocol·làries. L'estàndard proporciona una altra opció CCA que pot estar sola o amb la mesura RSSI. El sentit de la portadora pot usar-se per determinar si el canal està disponible. Aquesta tècnica és més selectiva, ja que verifica que el senyal és del mateix tipus de portadora que els transmissors del 802.11. El millor mètode per utilitzar depèn dels nivells d'interferència en l'entorn operatiu. El protocol CSMA/CA permet opcions que poden minimitzar col·lisions utilitzant peticions d'enviament (RTS), "llest per enviar" (CTS), dades i trames de transmissió de reconeixements (ACK) d'una forma seqüencial. Les comunicacions s'estableixen quan un dels nodes sense fil envia una trama RTS. La trama RTS inclou el destí i la longitud del missatge. La durada del missatge és coneguda com el vector d'assignació de xarxa (NAV). El NAV alerta tots els altres en el mitjà per retirar-se durant la duració de la transmissió. Les estacions receptors emeten una trama CTS, que fa eco als remitents i al vector NAV. Si no es rep la trama CTS, se suposa que hi ha hagut una col·lisió i els processos RTS comencen de nou. Després que es rep la trama de les dades, es torna una trama ACK, que verifica una transmissió de dades reeixides. Una limitació comuna dels sistemes LAN sense fil és el problema del node ocult. Això pot trencar un 40 % o més de les comunicacions en un ambient LAN molt carregat. Això passa quan hi ha una estació en un grup de servei que no pot detectar la transmissió d'una altra estació i així descobrir que el mitjà està ocupat. A la figura de sota, les estacions A i B poden comunicar. No obstant, una obstrucció impedeix a l'estació C rebre de l'estació receptora A i no pot determinar quan està ocupat el canal. Per tant, ambdues estacions, A i C, podrien intentar transmetre al mateix temps a l'estació B. L'ús de les seqüències RTS, CTS:



En l'estàndard es dirigeixen subministraments de seguretat com una característica optativa per a aquells afectats per l'escola secreta, és a dir, per la "tafaneria". La seguretat de les dades es realitza per una complexa tècnica de codificació, coneguda com a WEP (*Wired Equivalent Privacy Algorithm*). El WEP es basa a protegir les dades transmeses en el mitjà RF, usant la clau d'origen de 64 bits i l'algoritme d'encriptació RC4. El WEP, quan s'habilita, només protegeix la informació del paquet de dades i no protegeix l'encapçalament de la capa física perquè altres estacions a la xarxa puguin escoltar el control de dades necessàries per manejar la xarxa. No obstant, les altres

estacions no poden distingir les parts de dades del paquet.

La gestió de la potència es recolza en el nivell MAC per a les aplicacions que requereixen mobilitat sota el funcionament de la pila. Es fan provisions en el protocol perquè les estacions portàtils passin a *suspens mode* durant un interval de temps definit per l'estació base.

### Què ens prepara el futur?

L'estàndard WLAN IEEE 802.11 serà una de les primeres generacions de regularització per a les xarxes LAN sense fil. Aquest estàndard estableixerà la base per a la norma de la següent generació i dirigirà les demandes per a una major actuació, una major taxa de dades i majors bandes de freqüència. La interoperativitat entre els productes WLAN de fabricants diferents serà important per a l'èxit de l'estàndard. Aquests productes s'implementaran en targetes ISA o PCMCIA per a l'ús en ordinadors personals, PDA, laptops o aplicacions d'escriptori. Les aplicacions LAN sense fil estan actualment en la seva major part en mercats verticals. S'espera que algunes aplicacions horizontals continuïn com la infraestructura de la xarxa 802.11 que hi ha instal·lada. Amb el temps s'espera que l'augment de demanda per a productes 802.11 incrementi la competència i facin LAN sense fil més competitives i barates, per a quasi totes les aplicacions que requereixen connectivitat sense fil. A l'horitzó hi ha la necessitat per a taxes de dades més altes i per a aplicacions que requereixen connectivitat sense fil a 10 Mbps i més alta. Això permetrà a les WLAN emparellar la taxa de dades de la majoria de les LAN amb fil. No hi ha cap definició actual de les característiques per al senyal de taxa de dades més altes. No obstant, per a moltes de les opcions disponibles per aconseguir-ho hi ha una ampliació per mantenir la interoperativitat amb sistemes d'1 i 2 Mbps, i proporciona també les taxes de dades més altes.

### Apèndix A: conformitat internacional EMC

Els fabricants i els usuaris mundials de productes WLAN necessiten ser conscients que els requisits de la compatibilitat electromagnètica (EMC) varien d'un país a un altre. Es pretén que les regulacions minimitzin la interferència entre els nombrosos usuaris d'equips de ràdio en les bandes il·lícites. Les freqüències d'operació permeses, els nivells de potència i els falsos nivells són les principals diferències entre els estàndards. L'estàndard 802.11 defineix les especificacions per a les WLAN transmissores-receptores per a les àrees principals del mercat.

Les LAN sense fil estan subjectes al certificat d'equip i els requisits operatius establerts per les administracions reguladores regionals i nacionals. L'estàndard 802.11 identifica els mínims requisits tècnics per a la interoperativitat i conformitat basades en les regulacions establertes per a Europa, el Japó, i Amèrica del Nord. Els fabricants de WLAN necessiten ser conscients de tots els requeriments reguladors actuals per vendre un producte en un país particular.

Els documents llistats a sota especificuen els requisits reguladors actuals per a diverses àrees geogràfiques. Es ressenyen com a informació, i estan subjectes a canvis o revisions en qualsevol moment.

Domini geogràfic	Autorització dels estàndards	Documents	Control d'autorització
Japó	RDCRC	RCR STD-33A	MKK, Ministeri de Telecomunicacions
Amèrica del Nord	Industry Canada (IC), Canadà	GL36. FCC, EUA	CFR47, apartat 15, seccions 15.205, 15.209, 15.247
Europa	ETS	ETS 300-328, ETS 300-339	Autoritats d'Aprovació Nacionals
França	<i>La Reglementation en France pels Equipements fonctionnant dans la bande de fréquences 2,4 GHz "RLAN-Radio Local Area Network"</i>	SP/DGPT/LLIGUES/23, ETS 300-328, ETS 300-339	Direction General de Postes et Telecommunications
Espanya	Suplement del núm. 164 del BOE, publicat el 10/07/1991 i revisat el 25/06/1993	ETS 300-328, ETS 300-339	Taula Nacional d'Atribució de Freqüències
El funcionament en països de dins d'Europa o en altres regions de fora, com el Japó o Amèrica del Nord, pot estar subjecte a les regulacions nacionals addicionals o alternatives.			

## Taules

La taula A-0 llista els nivells de potència permesos en cadascuna de les regions.

Màxima potència de sortida	Localització geogràfica	Document de complaença
1000 mW	EUA	FCC 15.247
100 mW (EIRP)	EUROPA	ETS 300-328
10 mW/MHz	JAPÓ	MPT ordinance 79

**Taula A-0. Nivells de potència de transmissió per a diferents regions**

## Cablatge estructurat

La taula A-1 llista les freqüències centrals permeses i el número de canal corresponent per a les tres grans àrees de mercat per a l'operació d'implementació de la capa física *seqüència directa*.

Núm. de canal	Freqüències nord-americanes	Freqüències europees	Freqüències japoneses
1	2412 MHz	N/A	N/A
2	2417 MHz	N/A	N/A
3	2422 MHz	2422 MHz	N/A
4	2427 MHz	2427 MHz	N/A
5	2432 MHz	2432 MHz	N/A
6	2437 MHz	2437 MHz	N/A
7	2442 MHz	2442 MHz	N/A
8	2447 MHz	2447 MHz	N/A
9	2452 MHz	2452 MHz	N/A
10	2457 MHz	2457 MHz	N/A
11	2462 MHz	2462 MHz	N/A
12	N/A	N/A	2484 MHz

**Taula A-1. Freqüències DSSS per a diferents regions**

La taula A-2 llista el rang de freqüències centrals que han de ser utilitzades en les implementacions de la capa física FH. Dins d'aquests rangs hi ha conjunts de freqüències de bot definits per operar en xarxes FH. Depenent del país en què s'utilitzi la WLAN, hi ha un nombre de canals definits per ser utilitzats en cada tipus de bot.

Límit inferior	Límit superior	Rang regulatori	Àrea geogràfica
2.402 GHz	2.480 GHz	2.400-2.4835 GHz	Amèrica del Nord*
2.402 GHz	2.480 GHz	2.400-2.4835 GHz	Europa*
2.473 GHz	2.495 GHz	2.471-2.497 GHz	Japó*
2.447 GHz	2.473 GHz	2.445-2.475 GHz	Espanya*
2.448 GHz	2.482 GHz	2.4465-2.4835 GHz	França*

\* Els rangs de freqüències ressenyades en aquesta taula estan subjectes a les autoritats reguladores específiques de cada regió.

**Taula A-2. Rang de freqüències d'operació**

La taula A-3 llista el mínim requerit per a cada país i el nombre definit per al funcionament del 802.11:

Mínim**	Tipus de bot	Àrea geogràfica
75	79	Amèrica del Nord*
20	79	Europa*
No aplicable	23	Japó*
20	27	Espanya*
20	35	França*

\* El nombre de canals de bot està subjecte a les autoritats reguladores específiques de cada regió.

**Taula A-3. Nombre de canals operatius**

Núm. canal	Valor						
2	2.402	21	2.421	41	2.441	61	2.461
3	2.403	22	2.422	42	2.442	62	2.462
4	2.404	23	2.423	43	2.443	63	2.463
5	2.405	24	2.424	44	2.444	64	2.464
6	2.406	25	2.425	45	2.445	65	2.465
7	2.407	26	2.426	46	2.446	66	2.466
8	2.408	27	2.427	47	2.447	67	2.467
9	2.409	28	2.428	48	2.448	68	2.468
10	2.410	29	2.429	49	2.449	69	2.469
11	2.411	30	2.430	50	2.450	70	2.470
12	2.412	31	2.431	51	2.451	71	2.471
13	2.413	32	2.432	52	2.452	72	2.472
14	2.414	33	2.433	53	2.453	73	2.473
15	2.415	34	2.434	54	2.454	74	2.474
16	2.416	35	2.435	55	2.455	75	2.475
17	2.417	36	2.436	56	2.456	76	2.476
18	2.418	37	2.437	57	2.457	77	2.477
19	2.419	38	2.438	58	2.458	78	2.478
20	2.420	39	2.439	59	2.459	79	2.479
		40	2.440	60	2.460	80	2.480

**Taula A-4. Requisits nord-americans i europeus (valors especificats en GHz)**

Núm. canal	Valor	Núm. canal	Valor	Núm. canal	Valor
73	2.473	81	2.481	89	2.489
74	2.474	82	2.482	90	2.490
75	2.475	83	2.483	91	2.491
76	2.476	84	2.484	92	2.492
77	2.477	85	2.485	93	2.493
78	2.478	86	2.486	94	2.494
79	2.479	87	2.487	95	2.495
80	2.480	88	2.488	-	-

**Taula A-5. Requisits japonesos (valors específicats en GHz)**

Núm. canal	Valor	Núm. canal	Valor	Núm. canal	Valor
47	2.447	56	2.456	65	2.465
48	2.448	57	2.457	66	2.466
49	2.449	58	2.458	67	2.467
50	2.450	59	2.459	68	2.468
51	2.451	60	2.460	69	2.469
52	2.452	61	2.461	70	2.470
53	2.453	62	2.462	71	2.471
54	2.454	63	2.463	72	2.472
55	2.455	64	2.464	73	2.473

**Taula A-6. Requisits espanyols (valors específicats en GHz)**

Núm. canal	Valor	Núm. canal	Valor	Núm. canal	Valor
48	2.448	60	2.460	72	2.472
49	2.449	61	2.461	73	2.473
50	2.450	62	2.462	74	2.474
51	2.451	63	2.463	75	2.475
52	2.452	64	2.464	76	2.476
53	2.453	65	2.465	77	2.477
54	2.454	66	2.466	78	2.478
55	2.455	67	2.467	79	2.479
56	2.456	68	2.468	80	2.480
57	2.457	69	2.469	81	2.481
58	2.458	70	2.470	82	2.482
59	2.459	71	2.471	-	-

**Taula A-7. Requisits francesos (valors específicats en GHz)**

## **Annex 10. Projecte CEM (EMF)**

### **Origen**

Com a part del seu mandat de protegir la salut pública, i en resposta a la preocupació pública pels efectes sobre la salut de l'exposició a CEM, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) va crear el 1996 el Projecte internacional CEM per avaluar les proves científiques dels possibles efectes sobre la salut dels CEM en l'interval de freqüència de 0 a 300 GHz. El Projecte CEM fomenta les investigacions dirigides a reomplir importants llacunes de coneixement i a facilitar el desenvolupament de normes acceptables internacionalment que limiten l'exposició a CEM.

### **Objectius**

Els objectius del projecte consisteixen a:

1. Donar una resposta internacional i coordinada a les inquietuds que susciten els possibles efectes sanitaris de l'exposició als CEM.
2. Avaluar les publicacions científiques i elaborar informes d'actualitat sobre els efectes sanitaris.
3. Descobrir aspectes insuficientment coneguts dels quals una investigació més a fons permetria avaluar millor els riscos.
4. Encoratjar la creació de programes d'investigació especialitzats i d'alta qualitat.
5. Incorporar resultats de les investigacions en monografies de la sèrie “Criteris de Salut Ambiental de l'OMS”, en les quals s'avaluaran metòdicament els riscos sanitaris de l'exposició als CEM.
6. Facilitar el desenvolupament de normes internacionalment acceptables sobre l'exposició als CEM.
7. Facilitar a les autoritats nacionals i d'altres àmbits informació sobre la gestió dels programes de protecció contra els CEM, i en particular monografies sobre la percepció, comunicació i gestió dels riscos derivats dels CEM.
8. Assessorar les autoritats nacionals i d'altres àmbits sobre els efectes sanitaris i ambientals dels CEM, i sobre les eventuals mesures o actuacions de protecció necessàries.

### **Descripció del projecte**

El Projecte internacional CEM té previst completar l'any 2007 les evaluacions dels riscos per a la salut dels CEM, ja que es preveu que les investigacions en curs

i les propostes proporcionaran en aquest termini resultats suficients per avaluar els riscos per a la salut de forma més categòrica.

El projecte avaluarà els efectes sobre la salut i el medi ambient de l'exposició a camps elèctrics i magnètics estàtics i variables en el temps, en l'interval de freqüències de 0 a 300 GHz. Atesa la finalitat d'aquest projecte, aquest interval es divideix en: camps estàtics (0 Hz), de freqüència extremadament baixa (FEB, >0 a 300 kHz), de freqüències intermèdies (FI, >300Hz a 10MHz) i de radiofreqüència (RF, de 10 MHz a 300 GHz).

## **El Projecte internacional CEM a l'OMS**

El projecte està ubicat a la seu de l'Organització Mundial de la Salut (OMS), a Ginebra (Suïssa), ja que és l'única organització de les Nacions Unides que té un mandat clar d'investigar els efectes perjudicials per a la salut de l'exposició a radiacions no ionitzants en les persones. El Projecte CEM es gestiona des de la Unitat de Radiació i Higiene del Medi, el pla d'actuació del qual per a la protecció contra la radiació inclou activitats relatives a les radiacions ionitzants i no ionitzants. Aquesta Unitat forma part del Grup Orgànic de Desenvolupament Sostenible i el Mediambient de l'OMS.

## **Finançament**

El finançament procedeix de contribucions dels països membres de l'OMS i d'organitzacions no governamentals aprovades per l'OMS.

## **Activitats del projecte**

Presenten els camps electromagnètics un risc de tipus mediambiental? Per respondre aquesta pregunta és necessària una evaluació profunda de les investigacions científiques, és a dir, determinar si l'exposició a CEM produeix efectes que puguin tenir conseqüències per a la salut.

La realització d'aquesta evaluació de riscos permetrà a les persones responsables definir polítiques i normes, i als polítics posar en marxa programes de gestió dels riscos que protegeixin la salut pública i responguin a les preocupacions de la societat. Molts governs han arribat a la conclusió, després d'experimentar les conseqüències d'errors anteriors, que l'única manera de plantejar la consecució d'aquest objectiu amb possibilitats d'èxit és reconèixer els motius de preocupació de la societat i tenir en compte la percepció del risc del conjunt de la població. Per fer-ho, és crucial establir i mantenir la informació i la comunicació al llarg del procés iniciat per abordar aquesta qüestió.

El disseny del Projecte internacional CEM contempla la realització d'una seqüència lògica d'activitats en cadascun dels camps destacats.

## Percepció, comunicació i gestió dels riscos associats als CEM

S'han realitzat seminaris internacionals a Viena (octubre de 1997) i Ottawa (setembre de 1998) per debatre la percepció i gestió dels riscos associats als CEM. Després dels seminaris es van mantenir reunions de grups de treball per compilar un informe sobre la qüestió.

La ICNIRP (1998a) va publicar les actes del seminari de Viena i l'OMS va publicar el 1999 les de la reunió d'Ottawa (WHO, 1999). Aquestes publicacions han impulsat l'elaboració d'un manual pràctic que:

- Proporciona una font d'informació fiable sobre la qüestió a les autoritats governamentals i no governamentals, així com als particulars.
- Fomenta una millor comprensió de les qüestions relacionades amb els CEM, com millorar les comunicacions i com resoldre els desacords de forma fructífera.
- Proporciona un resum fàcil de llegir de les característiques i una hipòtesi subjacent de la percepció que tenen les persones sobre els riscos relacionats amb els CEM, les diferències entre els punts de vista de la ciència, els governs i la societat, i els motius que expliquen aquestes diferències.
- Proporciona informació pràctica perquè els organismes i les organitzacions examinin els seus enfocaments actuals relatius als CEM i dissenyin programes més eficaços de gestió de la informació i els riscos.

## **Annex 11. Camps electromagnètics i salut pública. CEIN (maig 2001)**

Font:

Informe tècnic elaborat pel Comitè d'Experts

Subdirecció General de Sanitat Ambiental i Salut Laboral. Direcció General de Salut Pública i Consum. Ministeri de Sanitat i Consum

Membres del Comitè:

- Azanza Ruiz, María Jesús  
Catedràtica de biologia i magnetobiologia. Facultat de Medicina de la Universitat de Saragossa
- Ferrero Andreu, Lluís  
Enginyer. Director del Programa d'espai públic  
Oficina Tècnica de Cooperació  
Diputació de Barcelona
- Kogevinas Manolis  
Epidemiòleg de l'Institut Municipal d'Investigació Metge (IMIM).  
Barcelona
- Martínez Búrdalo, Mercedes  
Investigadora científica del CSIC  
Cap del Departament de Radiació Electromagnètica. Institut de Física Aplicada
- Represa de la Guerra, Juan José  
Catedràtic. Facultat de Medicina de Valladolid. Investigador de l'IBGM- Consell Superior d'Investigacions Científiques
- Sebastián Franco, José Luis  
Catedràtic d'electromagnetisme. Facultat de Ciències Físiques.  
Universitat Complutense de Madrid
- Úbeda Maeso, Alejandro  
Investigador. Servei de Bioelectromagnetisme. Departament d'Investigació. Hospital Ramón y Cajal. Madrid
- Vargas Marcos, Francisco  
Metge de Sanitat Nacional. Subdirector general de Sanitat Ambiental i Salut Laboral. Director general de Salut Pública i Consum. Ministeri de Sanitat i Consum
- Zabala Lekue, Eduardo  
Doctor enginyer industrial. Cap de l'àrea de Compatibilitat Electromagnètica. Fundació LABEIN  
Parc Tecnològic de Zamudio. Bilbao

El document titulat *Camps electromagnètics i salut pública* consensuat per tots el membres del Comitè té l'estructura següent:

1. Preàmbul
2. Introducció
3. Què són els camps electromagnètics
4. Classificació dels CEM
5. Efectes biològics i efectes sobre la salut dels camps electromagnètics
6. Resum de l'evidència sobre efectes biològics dels camps electromagnètics
7. Mecanismes biofísics implicats en els efectes biològics dels CEM
8. Resum d'efectes sobre la salut derivats de l'exposició a CEM
9. Anàlisi i revisió dels estudis epidemiològics
10. Percepció social dels riscos associats als CEM
11. Mesures adoptades per la Unió Europea
12. Aplicació a Espanya de la recomanació 199/519/CE
13. El principi de precaució i la comunicació del risc
14. Fonts comunes d'exposició del públic a CEM
15. Mesures de protecció i compatibilitat electromagnètica
16. Conclusions
17. Recomanacions

A continuació es mostra una transcripció resumida de la informació continguda en els apartats de més interès, llevat de les conclusions i recomanacions de què ja s'ha parlat.

### **Efectes biològics i efectes sobre la salut dels camps electromagnètics**

La Recomanació del CMSUE dirigida a limitar l'exposició als CEM té per finalitat protegir l'organisme humà dels efectes coneguts i que podrien ser motiu de risc per a la salut dels ciutadans. Segons la definició de l'Organització Mundial de la Salut (OMS), la salut és un estat de benestar físic, mental i social, no merament l'absència de malaltia o trastorn.

Un efecte biològic es produeix quan l'exposició als CEM provoca una resposta fisiològica detestable en un sistema biològic. Un efecte biològic és nociu per a la salut quan sobrepassa les possibilitats de compensació normals de l'organisme.

Quan un sistema viu és sensible a CEM d'una determinada freqüència, l'exposició pot generar modificacions funcionals o fins i tot estructurals en el sistema. Per exemple, la pupila pot experimentar una contracció quan l'ull s'exposa a un CEM intens amb freqüències pròpies de l'espectre visible. L'organisme està biològicament preparat per a aquestes respostes com a part dels seus mecanismes d'adaptació al mig. Aquestes modificacions, en condicions normals, són reversibles en el temps, de manera que, quan desapareix l'estímul, l'organisme torna a la seva condició d'equilibri inicial. Perquè es produeixin alteracions perjudicials, les modificacions induïdes han de ser irreversibles. És a dir, una vegada eliminat l'estímul, el sistema biològic no torna a la seva situació d'equilibri inicial. En aquest cas és quan es pot esperar que el sistema entri en un procés que condueixi, amb el temps, a una situació de risc de malaltia.

En els últims vint anys, programes d'investigació en tot el món han realitzat avenços significatius en la caracterització, les interaccions possibles dels CEM i els organismes vius, i destaquen els estudis sobre els efectes biològics dels CEM i els mecanismes biofísics implicats en tals efectes. També s'ha aprofundit en la qüestió de la rellevància que els efectes biològics dels CEM detectats experimentalment tenen per a la salut; és a dir, sobre si els resultats obtinguts en laboratori són indicatius o no d'efectes potencialment nocius, i si és alta o baixa la probabilitat que tals efectes es donin en l'organisme humà sota condicions reals d'exposició. Així mateix, s'ha investigat sobre si els efectes biològics induïts en els éssers vius per la presència de CEM són transitoris o permanents i, finalment, si els dits efectes poden tenir aplicacions terapèutiques o, al contrari, conseqüències negatives per a la salut.

Les evidències científiques disponibles sobre els efectes biològics i els efectes dels CEM sobre la salut són molt nombroses. Hi ha una gran profusió d'articles en revistes científiques internacionals que al seu torn han estat objecte de més de trenta recopilacions i revisions realitzades per experts i recollides en documents monogràfics, llibres i premsa especialitzada. Per aconseguir el nivell d'informació que aquest document requereix, és necessari dur a terme un examen exhaustiu de les evidències científiques, analitzar-les en el seu conjunt considerant les troballes en un context general, valorar si les dades científiques són concloents o no i aplicar un “príncipi de precaució” quan les evidències siguin discrepants o quedin encara qüestions obertes.

## Resum de l'evidència sobre efectes biològics dels camps electromagnètics

Per investigar els efectes biològics dels CEM al laboratori, s'han utilitzat dos tipus d'estudis:

- *In vitro*, és a dir, estudis sobre cèl·lules aïllades en plaques o tubs d'assaig.

- *In vivo*, que es porten terme sobre animals o persones exposats.

Així se sap que els CEM, en alguns experiments i sota determinades condicions, indueixen determinats efectes biològics.

### Efectes biològics sobre el sistema nerviós

Segons sembla, molts dels efectes biològics que s'han presentat en animals o éssers humans exposats a CEM es relacionen amb interaccions del camp elèctric o magnètic sobre el sistema nerviós. Una interacció dels CEM amb el sistema nerviós resulta, en principi, un efecte biològic previsible, encara que no necessàriament de conseqüències nocives, ja que el sistema nerviós exerceix normalment el paper principal en les interaccions dels éssers vius amb els estímuls de l'entorn que els envolta; estímuls que en la seva majoria consisteixen en agents físics o químics. Com que determinats CEM són capaços d'actuar sobre el sistema nerviós, s'ha pensat que altres sistemes o òrgans podrien igualment veure's també afectats de forma indirecta durant una exposició a CEM a través de les coneudes relacions funcionals neuroendocrines. Aquesta hipotètica forma d'interacció ha estat utilitzada per explicar altres efectes observats experimentalment en els éssers vius exposats a CEM.

Les manifestacions biològiques detectades en el sistema nerviós en relació amb l'exposició a CEM poden originar des de respostes fisiològiques fins a efectes nocius, depenent de les característiques i intensitat del camp. Entre aquestes manifestacions destaquen els canvis següents:

- En el comportament i en les reaccions funcionals de tot o part de l'organisme.
- Bioquímics en cèl·lules nervioses.
- En la conducció de l'impuls nerviós.
- Variacions i fins i tot alteracions dels nivells de neurotransmissors i neurohormones.

Les dades més rellevants aportades per aquest tipus d'estudis posen de manifest que el sistema nerviós és sensible a exposicions relativament prolongades a CEM relativament intensos. En aquests casos, els efectes observats consisteixen en modificacions lleus en el funcionament del sistema nerviós. La rellevància que tals efectes puguin tenir en la fisiologia i salut humanes no es coneix. No obstant, és necessari puntualitzar que molts d'aquests estudis s'han dut a terme sota condicions de laboratori molt específiques (per exemple, en molts casos s'aplica un magnètic estàtic, com el terrestre, conjuntament amb el camp altern; igualment altres es basen en nivells d'exposició a CEM que són molt superiors als que poden experimentar les persones en la seva vida diària).

## Exposició a CEM i canvis en els ritmes biològics

Mereixen atenció especial dins d'aquest apartat les investigacions de laboratori relacionades amb l'hormona melatonina i el control dels ritmes biològics.

La llum visible modula la síntesi de melatonina, i per això nombrosos laboratoris han abordat la qüestió de si altres freqüències no visibles de l'espectre poden modificar també la seva producció.

En el seu conjunt, els estudis no han proporcionat evidències consistentes de canvis irreversibles o significatius en els nivells de melatonina, si bé és cert que sembla evident que sota determinades circumstàncies experimentals els CEM per damunt de determinats valors d'intensitat poden alterar el rellotge biològic en mamífers. No obstant això, és difícil extrapolar les possibles conseqüències que aquests resultats poden suposar per a la salut.

## Exposició a CEM i càncer

Tot i que encara es coneix poc sobre les causes de càncers específics, es comprenen prou bé els mecanismes de la carcinogènesis perquè els estudis cel·lulars i en animals puguin proporcionar informació rellevant per determinar si un agent, com per exemple els CEM, causa càncer o contribueix al seu desenvolupament.

### Genotoxicitat i CEM de freqüències baixes

No hi ha cap evidència replicada que els camps de freqüència industrial siguin promotores o copromotores, i els pocs estudis que han mostrat proves de promoció han utilitzat intensitats de camps molt per damunt de les que es troben en la vida real.

### Genotoxicitat i promoció tumoral de radiofreqüències (telefonia mòbil)

Les freqüències utilitzades pels telèfons mòbils no són genotòxiques: no inducteixen efectes genètics *in vitro* (en cultius cel·lulars) ni *in vivo* (en animals), almenys sota condicions no tèrmiques (condicions que no produeixen escalfament), i no semblen ser teratogèniques (causants de malformacions congènites) o induir a càncer. Podria haver-hi, únicament, subtils efectes indirectes en la replicació i/o transcripció dels gens sota condicions d'exposició relativament restringides que s'allunyen de les condicions reals.

Pot dir-se com a conclusió que, en general, els estudis de promoció del càncer a les intensitats trobades en la vida real no han demostrat que els CEM no ionitzants siguin agents o promotores del procés cancerigen.

En resum, **no s'ha pogut comprovar que en condicions d'exposició a CEM que respecten els nivells de referència de la Recomanació del CMSUE els efectes biològics observats experimentalment impliquin o signifiquin un risc per a la**

**salut.** No obstant això, l'interès dels estudis que han revelat respostes biològiques a CEM dèbils és indubtable.

### Resum d'efectes sobre la salut derivats de l'exposició a CEM

Els CEM d'alta intensitat poden provocar efectes capaços de danyar la salut a curt termini. La naturalesa d'aquests efectes depèn de la intensitat i de la freqüència del senyal electromagnètic.

En allò que es refereix a la denominada *hipersensibilitat electromagnètica*, la literatura científica menciona casos de persones que al·leguen sofrir reaccions adverses, com dolors inespecífics, fatiga, cansament, disestèsies, palpitacions, dificultat per respirar, suors, depressió, dificultats per dormir, i altres símptomes que atribueixen a l'exposició a CEM. Els resultats dels estudis que han investigat aquests símptomes són sovint inconsistents i contradictoris. Així, s'han detectat diversos factors que poden intervenir en la hipersensibilitat electromagnètica: baixa humitat, parpelleig de la llum, factors ergonòmics relacionats amb el treball amb pantalles d'ordinador, malalties prèvies i síndromes neurastèniques. Les conclusions d'un grup d'experts encarregat d'estudiar el problema (Bergqvist i Vogel Editores-DG V de la Comissió Europea) determinen que no hi ha prou evidència de l'existència d'una presunta relació causal entre exposició a CEM i la hipersensibilitat electromagnètica. De fet, s'ha pogut constatar que una adequada estratègia de comunicació del risc que tingui en compte la diferent sensibilitat, el nivell d'educació, l'exposició a contaminants, les situacions estressants, etc., pot contribuir a la prevenció, la intervenció precoç i el tractament dels símptomes de preocupació o inquietud pels efectes dels CEM.

### Camps de freqüències inferiors a 100 kHz

Poden induir sobretot a càrregues i corrents elèctrics en els teixits exposats. Quan es tracta de teixits elèctricament excitables, com el nerviós o el muscular, i de camps molt intensos, que no es donen en ambients residencials o ocupacionals normals, poden provocar efectes nocius a curt termini. Els corrents induïts en els teixits (**densitats de corrent**) es mesuren en **ampères per metre quadrat (A/m<sup>2</sup>)**. No hi ha actualment suficients coneixements sobre els possibles mecanismes d'accio biològica que puguin explicar satisfactoriament els suposats efectes nocius de CEM dèbils i freqüències baixes.

### CEM de freqüències entre 100 kHz i 10 GHz

Poden penetrar en els teixits vius i generar calor a causa de l'absorció de l'energia per part d'aquests teixits. És el que es coneix com a **efecte tèrmic**. L'energia dipositada en el teixit depèn de la potència de la radiació incident i del tipus de teixit. La profunditat de penetració d'aquests camps és major com menor és la seva freqüència. Aquesta absorció d'energia pot veure's alterada per la presència d'obstacles en l'entorn. L'absorció de l'energia d'un CEM per part d'una determinada quantitat de massa d'un teixit donat es mesura en termes de **taxa d'absorció específica (SAR, en anglès)**. La unitat de SAR és el watt per quilogram de teixit exposat (W/kg).

Les normatives internacionals de protecció radiològica consideren que només exposicions a CEM que donin lloc a valors de SAR superiors a 4 W/kg per terme mitjà en tot el cos són potencialment capaces de provocar efectes adversos en humans. Aquests efectes depenen de l'increment tèrmic, i inclouen: respostes fisiològiques tals com reducció en l'habilitat per desenvolupar algunes tasques intel·lectuals o físiques, pèrdua de fertilitat en barons, dany fetal o inducció de cataractes. Nivells SAR del citat ordre de 4 W/kg s'han mesurat a pocs metres de distància d'antenes FM emplaçades en torres elevades, que són inaccessibles al públic.

Hi ha alguns estudis experimentals que suggereixen que l'exposició crònica a aquests CEM podria tenir efectes nocius en models animals. No obstant, aquests efectes, que per les seves possibles implicacions estan essent objecte d'estudi en l'actualitat, no han estat confirmats per altres estudis de laboratori o manquen d'implicacions conegeudes sobre la salut humana. De nou, no hi ha en l'actualitat un mecanisme biofísic capaç de justificar els suposats efectes derivats de l'exposició a nivells atèrmics d'aquests CEM.

### **CEM de freqüències superiors a 10 GHz**

La profunditat a què penetren els CEM de freqüències superiors a 10 GHz és molt petita, resulten absorbits en gran manera per la superfície corporal i l'energia dipositada en els teixits subjacents és mínima. Una forma de caracteritzar aquests camps és a través de la seva **densitat de potència**, que es mesura en **watts per metre quadrat (W/m<sup>2</sup>)**. Aquesta densitat de potència és la magnitud que cal restringir per prevenir un escalfament excessiu de la superfície corporal a aquestes freqüències. Densitats de potència molt superiors a 10 W/m<sup>2</sup> poden de provocar efectes adversos a curt termini, tals com cataractes (si incideixen directament sobre l'ull) o cremades.

### **Percepció social dels riscos associats als CEM**

Hi ha una evident preocupació social pels possibles efectes sobre la salut humana associats a l'exposició a CEM. L'origen d'aquesta inquietud es troba en la publicació, fa anys, d'alguns estudis epidemiològics que van associar l'exposició a CEM de freqüències extremadament baixes, procedents de línies d'alta tensió, amb determinats tipus de leucèmia. Aquesta preocupació s'ha vist incrementada, en els últims anys, per la massiva instal·lació d'antenes de telefonia i per l'ús generalitzat de telèfons mòbils, portàtils o cel·lulars. Aquests equips han contribuït a elevar significativament l'exposició dels ciutadans a CEM en el rang de les radiofreqüències.

Són diverses les raons que poden explicar els temors als riscos potencials per l'exposició als CEM:

- Algunes inconsistències en les dades científiques. Així, són patents les diferències entre els resultats dels estudis basats en estimacions teòriques de l'exposició a CEM i els estudis que utilitzen mesuraments directes de la intensitat de l'exposició.

- Encara que es disposa de nombroses dades experimentals que demostren la sensibilitat dels organismes vius als CEM d'RF i de FEB, és molt difícil la sistematització en un model únic dels efectes induïts. Enfront d'un CEM aplicat, cèl·lules de teixits humans diferents poden respondre de forma diferent. Com a conseqüència de l'anterior, encara no hi ha un model adequat que permeti establir la relació entre els efectes observats en condicions experimentals i els esdeveniments altament complexos que podrien conduir al desenvolupament d'una malaltia com a conseqüència de l'exposició a un CEM. En altres paraules, no es disposa de proves experimentals convincentes i no s'ha demostrat un model biològic plausible que justifiqui el desenvolupament de malalties relacionades amb l'exposició a CEM.
- Un altre factor rellevant és que els CEM, excepte en el rang de l'espectre visible, no es manifesten per als nostres sentits. No podem olorar, sentir, veure o tocar els camps electromagnètics. Els possibles riscos són intangibles, no es perceben de forma clara i directa i, amb freqüència, es refereixen a potencials conseqüències negatives a llarg termini. L'exposició a CEM es percep com un risc invisible susceptible de ser controlat per les autoritats sanitàries.

Els possibles riscos derivats d'una exposició voluntària són més acceptables pels ciutadans que els involuntaris o els que depenen de les decisions d'entitats, siguin aquestes públiques o privades. Una prova d'això és la preocupació social per les línies alta tensió o per la instal·lació d'antenes de telefonia mòbil, en el rebuig de la qual per part d'alguns ciutadans hi ha raons evidents d'impacte visual. No es percep la mateixa inquietud per l'ús del telèfon mòbil que per operar en contacte directe amb el cos, ja que diposita major quantitat d'energia en els teixits que els altres sistemes citats.

Es podria dir que la preocupació social ha sorgit com a conseqüència de l'alerta que ha suscitat la instal·lació de les estacions de base de telefonia mòbil al nucli urbà. Hi ha raons estètiques o paisatgístiques evidents en el rebuig a la instal·lació d'antenes de telefonia mòbil.

En qualsevol cas, és molt diferent prendre voluntàriament decisions sobre deixar de fumar o no, o sobre utilitzar o no el cotxe el cap de setmana, per exemple, que veure's sotmès a una radiació que el ciutadà no controla, l'origen, l'abast, la potència o els possibles efectes del qual desconeix. Molts ciutadans tampoc estan informats, per exemple, del funcionament del telèfon mòbil, ni del fet que aquest diposita en el cos de l'usuari/ària major quantitat d'energia que l'antena instal·lada en un terrat pròxim.

Les informacions alarmistes o poc rigoroses des del punt de vista científic contribueixen a generar un clima de rebuig, por i desconfiança sobre els efectes reals de l'exposició als CEM, independentment que la seva font es trobi en les línies d'alta tensió, els electrodomèstics, les antenes de ràdio i televisió o les antenes de telefonia mòbil. El ciutadà necessita saber que els possibles riscos per a la seva salut poden controlar-se, igual que les condicions per aconseguir-ho. Per poder proporcionar als ciutadans informació fidedigna sobre possibles riscos dels

CEM per a la salut i sobre com es controlen aquests riscos, és necessari portar a terme una correcta “avaluació del risc” (Vargas, 1999).

### **Avaluació i gestió de riscos derivats de l'exposició a CEM ambientals**

L'avaluació del risc (*risk assessment*) permet fonamentar les mesures de control de l'exposició a un agent perillós o perjudicial per a la salut humana. L'avaluació del risc es fa en quatre etapes:

1. Identificació dels perills inherents de l'agent estudiat: toxicologia, propietats fisicoquímiques, clínica, epidemiologia, etc.
2. Avaluació dels efectes: quantificació de dosi-resposta i de senyal-resposta.
3. Avaluació de l'exposició: estimació de la magnitud quantitativa i qualitativa, tipus, duració, distribució de l'exposició en la població, severitat, etc.
4. Caracterització del risc: la interpretació de la informació obtinguda en les etapes anteriors permet classificar i analitzar el risc (acceptabilitat i percepció pública). En la seva fase final permet establir la reducció del risc o les mesures de control, substitució, reducció de l'exposició, viabilitat, etc.

La gestió del risc (*risk management*) és un procés de decisió més subjectiu, que implica consideracions polítiques, socials, econòmiques i de gestió necessàries per desenvolupar, analitzar i comparar les opcions legislatives.

Es tracta de respondre a les preguntes següents: Quant risc hi ha? Què estem disposats a acceptar? Què hauríem de fer?

Els potencials riscos derivats de l'exposició a CEM poden avaluar-se amb les dues eines que s'acaben de descriure. El problema sorgeix quan la societat demana als investigadors *certeses científiques* que no estan disponibles en aquest moment. En ciència es treballa, en gran part, sobre models experimentals que constitueixen una simplificació de la realitat. Els resultats obtinguts es refereixen sempre a unes condicions experimentals concretes. Això implica que l'extrapolació a l'individu complet dels resultats experimentals, obtinguts en models simplificats, no és immediata. D'altra banda, poden fer-se estudis en voluntaris humans, que tenen la seva problemàtica específica d'interpretació, i estudis epidemiològics que tracten d'establir correlacions entre l'exposició d'una població de ciutadans a un CEM determinat.

La certesa científica només pot aconseguir-se després d'anys d'investigació, durant els quals la comunitat científica decideix si hi ha evidències experimentals suficients per a una correcta extrapolació dels resultats, obtinguts en models senzills o en voluntaris humans. Considerant això, s'ha d'acceptar que la informació subministrada pels estudis científics relativa a l'exposició a CEM no és, de moment, concloent o definitiva.

Una de les primeres dificultats és que l'opinió pública no accepta aquesta incertesa i no entén els resultats epidemiològics en termes de probabilitat, o no s'acontenta amb una conclusió que no és més que una absència de conclusió. Això justifica la necessitat de donar informació a la població sobre la metodologia del treball científic i la incertesa que conté, dins d'uns límits.

El ciutadà és capaç d'acceptar un risc que sap que està calculat. És més fàcil assumir una normativa oberta a nous coneixements i, per tant, canviant amb el temps. És de sobres conegut, i admès pel ciutadà, que no hi ha el risc nul associat amb el desenvolupament tecnològic, amb el desenvolupament dels tractaments farmacològics o amb el desenvolupament de les tècniques de diagnòstic clínic més modernes i sofisticades, per esmentar uns exemples. Hi ha unes condicions de risc que es poden definir com a admissible o tolerable. El balanç entre l'avaluació del risc i les mesures necessàries per a la seva prevenció ha de ser equilibrat.

Suprimir l'exposició a una font potencial de risc no és sempre factible ni desitjable. En el cas que ens ocupa de l'exposició a CEM, aquesta exposició està lligada a activitats de què se deriva un benefici important personal i fins i tot social: energia elèctrica, comunicacions, ordinadors, telefonia, etc., que, d'alguna manera, defineixen el desenvolupament dels països industrialitzats.

La supressió o disminució del risc sempre té uns costos que han de ser avaluats des del punt de vista del seu cost-benefici abans de la seva aprovació.

**L'aplicació de la metodologia d'avaluació del risc als CEM permet a aquest Comitè afirmar que, d'acord amb l'evidència científica revisada, no són necessàries mesures de protecció addicionals, extraordinàries o urgents d'àmbit col·lectiu, a banda de les dirigides a l'aplicació de la Recomanació del Consell de Ministres de Salut de la Unió Europea. Al mateix temps, el Comitè recomana fermament a les autoritats sanitàries que promoguin la investigació i vigilin l'evolució del coneixement sobre els efectes dels CEM i la salut humana. Aquest seguiment permetria l'adopció de les mesures addicionals de control i protecció sanitària, si així ho aconsellessin noves evidències obtingudes dels estudis que actualment estan en funcionament.**

## Mesures adoptades per la Unió Europea

Amb l'objectiu de respondre a la creixent inquietud social, detectada en tots els països europeus, sobre les potencials conseqüències de l'exposició a CEM, el Consell de Ministres de Sanitat de la Unió Europea (CMSUE) va aprovar la ja esmentada Recomanació (1999/519/CE) relativa a l'exposició del públic en general a CEM (de 0 Hz a 300 GHz). La Recomanació del CMSUE és el fruit del treball realitzat per experts de tots els països membres i està ratificat per l'informe del Comitè Director Científic de la Comissió Europea. Entre les conclusions d'aquest Comitè cal assenyalar les següents:

1. La bibliografia científica disponible no proporciona prou evidència per deduir que els CEM produexen efectes a llarg termini. Per això, no poden establir-se límits d'exposició crònica a la llum del coneixement científic actual.

2. Els programes d'investigació que s'estan realitzant actualment (OMS i 5t programa marc de la UE) poden proporcionar una base científica apropiada per avaluar el risc.
3. Pel que fa als efectes aguts dels CEM de 0 Hz a 300 GHz, les directrius de la Comissió Internacional de Protecció contra les Radiacions no Ionitzants (ICNIRP, 1998) constitueixen una base adequada per establir límits a l'exposició de la població.

Sobre aquesta base, la Comissió conclou que no hi ha necessitat d'adoptar mesures urgents, d'àmbit col·lectiu, per a la protecció davant de CEM, a banda d'aquelles que el coneixement científic actual justifica.

A la llum de les evidències disponibles, la Unió Europea va optar per elaborar una Recomanació per al control de l'exposició del públic a CEM ambientals. A diferència de les directives o dels reglaments, una recomanació no és de compliment obligat per als estats membres. La Recomanació es basa en les directrius d'ICNIRP i està dirigida a limitar els possibles efectes aguts derivats de l'exposició a CEM de 0 Hz a 300 GHz. La Recomanació es refereix a la limitació de l'exposició procedent de les nombroses fonts artificials de CEM, tals com:

- Sistemes de transport ferroviari, metre, tramvies
- Línies elèctriques i aparells elèctrics
- Transmissors de radiodifusió
- Sistema de telefonia mòbil
- Estacions de base de telefonia mòbil
- Enllaços microones
- Radar

En la Recomanació no es contempla l'exposició professional ni l'exposició dels pacients i voluntaris amb motiu de tractaments mèdics. Tampoc s'inclouen els problemes de compatibilitat i interferència electromagnètica per a instruments mèdics.

Entre les obligacions dels estats membres, la Recomanació inclou les següents:

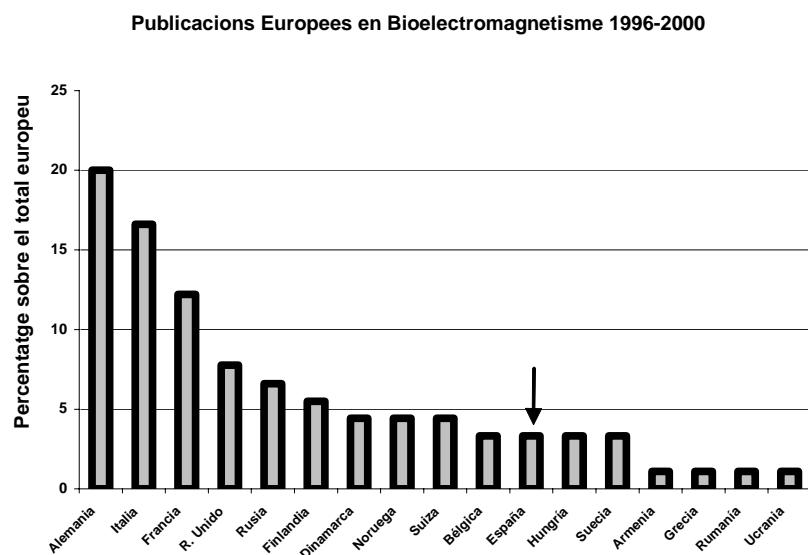
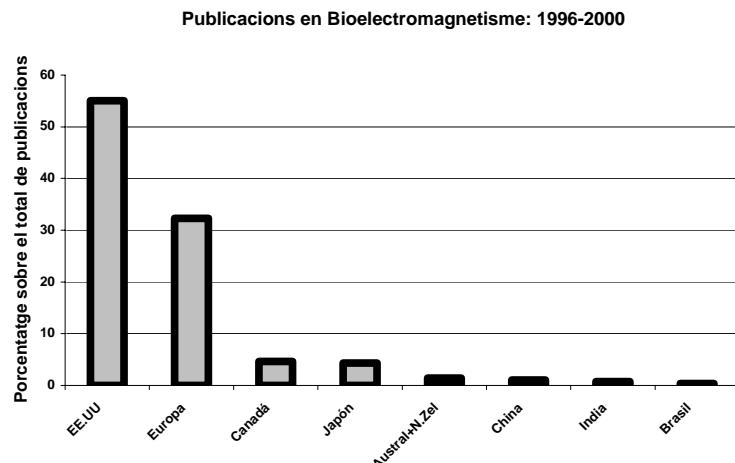
- Adoptar un marc de restriccions bàsiques i nivells de referència. Les restriccions bàsiques recomanades estan basades en aquells efectes sobre la salut que estan ben establerts. Els nivells de referència permeten fer l'avaluació pràctica de l'exposició.
- Aplicar mesures de control en relació amb les fonts específiques que donin lloc a l'exposició dels ciutadans quan el temps d'exposició sigui important.
- Fer una valoració de la relació cost-benefici de les estratègies que s'han d'adoptar per a la protecció de la salut.

- Aplicar procediments normalitzats o certificats europeus o nacionals de càlcul i mesurament per avaluar el respecte a les restriccions bàsiques.
- Proporcionar al públic informació en un format adequat sobre els efectes dels CEM i les mesures per prevenir.
- Elaborar informes sobre les mesures que s'apliquen en compliment de les recomanacions.
- Promocionar la investigació sobre CEM i salut humana.

En aquest sentit, val la pena assenyalar l'estat actual de la investigació a Europa i Espanya. En els histogrames de la figura es comparen, en termes de percentatges, els volums de producció científica en l'àrea de bioelectromagnetisme i en els últims cinc anys. Les dades revelen que el primer generador mundial d'informació científica en la matèria està representat pels Estats Units. El seu competitor immediat, a gran distància, és el conjunt dels països europeus. Aquesta diferència és un reflex del que ha succeït durant els últims vint anys.

Actualment, estan en curs diversos programes d'investigació sota la responsabilitat de l'OMS, l'IARC, l'ICNIRP i altres organitzacions internacionals i centres nacionals d'investigació de nombrosos països. El programa de l'OMS, iniciat el 1996, pretén coordinar diversos projectes d'investigació en curs, així com avaluar la bibliografia científica, identificar els problemes per fer evaluacions de risc fiables, promoure altres programes d'investigació, etc.

Fins a la data d'avui, la contribució espanyola al desenvolupament de la investigació en aquesta matèria ha estat escassa, tal com es mostra a la figura. Les autoritats sanitàries i acadèmiques espanyoles han d'arbitrar els mitjans necessaris perquè Espanya compleixi el seu compromís de posada al dia per generar informació científica en un volum que estigui d'acord amb les seves capacitats.



Estimació de l'activitat investigadora espanyola en termes de publicació científica entre 1996 i 2000, en bioelectromagnetisme. Font: *BEMS Journal*, revista de la Societat Internacional de Bioelectromagnètica, la Societat per a la Regulació Física en Biologia i Medicina, i l'Associació Europea de Bioelectromagnètica

Per la seva banda, la Comissió Europea ha de dur a terme les tasques següents:

- Promoure procediments europeus per al càlcul i mesurament dels CEM.
- Prioritzar la investigació sobre els efectes a curt i llarg termini de l'exposició a CEM i no sols en el cas de les radiofreqüències dels telèfons mòbils o les baixes freqüències.
- Continuar participant en el treball de les organitzacions internacionals amb competències en la matèria, per garantir la coherència de la Recomanació.
- Elaborar en el termini de cinc anys un nou text dirigit a revisar o actualitzar el contingut de la Recomanació. El nou document haurà de

tenir en compte els informes dels estats membres i els avenços científics registrats.

## **Aplicació a Espanya de la Recomanació 1999/519/CE**

Per valorar l'oportunitat d'aplicar a Espanya els principis establerts en la Recomanació esmentada, el Ministeri de Sanitat i Consum, per mitjà de la Subdirecció General de Sanitat Ambiental i Salut Laboral de la Direcció General de Salut Pública i Consum, va organitzar un comitè d'experts procedents de diversos àmbits relacionats amb l'avaluació del risc dels CEM sobre la salut humana.

L'objectiu d'aquest comitè ha estat elaborar un informe tecnicosanitari que permet avaluar de forma independent els riscos reals per a la salut pública. El present informe recull els punts de vista dels membres del comitè i formula un conjunt de recomanacions finals, que han de ser articulades en el termini més breu possible, per informar la població amb claredat i concisió, i emprant un format assequible al ciutadà mitjà. El contingut d'aquest informe facilitarà la redacció d'una normativa legal que permeti fixar les restriccions bàsiques oportunes i els nivells de referència que estableix la Recomanació. D'aquesta manera, es donarà satisfacció a les nombroses propostes dels grups parlamentaris del Congrés dels Diputats perquè el Ministeri de Sanitat i Consum adopti mesures eficaces en la prevenció de l'exposició als CEM i l'establiment de criteris d'ordenació i control de les instal·lacions susceptibles de generar CEM.

**A partir de les seves conclusions, agrupades en els apartats següents, aquest comitè considera que els límits establerts en la Recomanació del CMSUE són els adequats actualment per fer compatible l'ús de les tecnologies amb la protecció sanitària de la població.**

## **Fonts comunes d'exposició del públic a CEM**

### **Camps de freqüències baixes de les línies de conducció d'energia elèctrica**

#### **Els camps produïts per electrodomèstics**

- **Les mantes i els coixins elèctrics**
- **Les cuines d'inducció domèstiques**
- **Els terminals d'ordinadors** es troben entre els equips elèctrics que han estat objecte de major quantitat d'estudis. Això es deu a com s'ha generalitzat la seva utilització, a la proximitat d'ús i a la prolongació i repetició en l'exposició. El monitor d'aquests ordinadors, que funciona amb el mateix principi que els aparells de televisió, és la principal font de CEM en quests equips. Aquests camps es donen en cinc rangs de freqüència: CEM de 50/60 Hz, produïts pels sistemes d'alimentació d'energia i per les bobines de deflexió vertical; camps de 15-35 kHz, de

les bobines de deflexió horitzontal; radiofreqüències dèbils, produïdes pel circuit elèctric intern; rajos X molt dèbils, que són absorbits quasi completament pel vidre de la pantalla i, obviament, CEM de l'espectre visible que permeten la visualització de les imatges per la pantalla. Els nivells d'aquests camps registrats en la posició que ocupa l'usuari/ària són massa dèbils per provocar efectes nocius coneguts.

Entre els molts estudis realitzats sobre grups d'usuaris d'ordinadors, s'han descrit diversos efectes que inclouen mals de cap, fatiga, afeccions cutànies, cataractes, risc d'avortament precoç i altres problemes en l'embaràs. En general, aquests estudis coincideixen a assenyalar que no serien els CEM els causants dels citats problemes, sinó més aviat altres factors ergonòmics (posició inadequada, alta concentració de pols o altres materials suspesos en l'aire i atrets per l'electricitat estàtica) i d'ambient de treball (sedentarisme, ansietat).

**Aquest comitè d'experts considera innecessària l'ocupació dels sistemes d'absorció de CEM emesos per ordinadors, amb excepció dels filtres contra la brillantor excessiva de la pantalla.**

- **Els forns de microones domèstics**

### **Les radiofreqüències de telefonia mòbil**

**Els escassos estudis epidemiològics realitzats sobre usuaris de telèfons mòbils o sobre persones que habiten prop d'estacions base no han aportat evidència d'increments de riscos de malalties com el càncer entre aquests subjectes.**

### **Altres fonts CEM d'especial interès**

- **Sistemes antirobatoris**
- **Sistemes de detecció de metalls**

### **Mesures de protecció i compatibilitat electromagnètica**

Aquest comitè recomana adoptar les següents mesures de protecció:

## **Mesures generals**

### **En el treball**

#### **Les línies de transport i distribució d'energia elèctrica**

#### **Les antenes de les estacions base per a telefonia mòbil**

### **Els telèfons mòbils**

#### **Compatibilitat electromagnètica**

L'espectacular increment que ha experimentat en els últims anys l'ús d'equips elèctrics i electrònics ha fet que també hagi augmentat la possibilitat que uns equips puguin interferir en d'altres a causa de les seves propietats electromagnètiques. Sorgeix, llavors, un problema de compatibilitat electromagnètica (CEM).

Un tipus freqüent d'interferència és el produït per camps magnètics ambientals de freqüències baixes i densitats iguals o superiors a  $1 \mu\text{T}$ , que poden afectar el funcionament correcte de terminals d'ordinadors. Aquests camps, que solen provenir del cablatge elèctric o dels transformadors per al subministrament d'energia als edificis, provoquen oscil·lacions en la imatge de la pantalla que poden ocasionar serioses molèsties a l'usuari/ària. El problema sol resoldre's traslladant el lloc de treball a una zona de menor inducció magnètica. Quan això no és factible, els nivells d'exposició es poden reduir notablement per mitjà de senzilles modificacions de la instal·lació elèctrica. En alguns casos, no obstant, ha estat necessari optar per l'apantallament de les unitats per mitjà de cobertes de materials amb permeabilitat magnètica elevada.

La taula següent resumeix algunes condicions d'incompatibilitat que es poden donar amb freqüència en la vida quotidiana:

### CONDICIONS FREQUENTS D'INCOMPATIBILITAT ELECTROMAGNÈTICA

	Implants actius (marcapassos)	Pròtesi metàl·lica	Grapes o partícules metàl·liques	Altres condicions
Diagnòstic per ressonància magnètica	<b>SÍ</b>	<b>SÍ</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO 1</b>
Teràpia per microones	<b>SÍ</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>NO 1</b>
Teràpia per ona curta	<b>SÍ</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>NO 1</b>
Magnetoteràpia	<b>SÍ</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>NO 1</b>
Detectors de metalls (aeroports)	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Detectors antirobatoris (comerços)	<b>NO 2</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Exposicions ocupacionals a CEM intensos	<b>SÍ 3</b>	<b>SÍ 3</b>	<b>NO</b>	<b>SÍ 1, 3</b>
Forns microones domèstics	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Cuines d'inducció domèstiques	<b>NO 4</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Altres electrodomèstics	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Habitatges pròxims a línees alta tensió	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Habitatges pròxims a estacions base	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Usuaris de telèfon mòbil	<b>NO 5</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>SÍ 6, 7, 8</b>
Proximitat a usuaris de telèfon mòbil	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>SÍ 6, 7, 8</b>

#### Notes:

**SÍ:** convé prendre precaucions i informar-se dels possibles riscos. Això no implica que en absència de precaucions l'exposició provoqui necessàriament un dany per a la salut.

**NO:** no és necessari prendre precaucions especials.

1. Les dones gestants han d'informar de la seva condició a la persona responsable de l'equip.
2. Encara que no hi ha casuística suficient, alguns casos de disfunció en determinats models de marcapassos han estat atribuïts a interferències amb sistemes antirobatoris instal·lats a la sortida dels comerços. Els responsables d'aquestes instal·lacions han de vetllar perquè la potència dels CEM en aquests sistemes no excedeixi els nivells mínims necessaris.

3. Depenent de la naturalesa de l'exposició, els treballadors han d'informar-se sobre les característiques de l'ambient electromagnètic en què exerceixin les seves tasques.
4. No s'ha descrit cap cas de disfunció en marcapassos atribuïts a l'ús de cuines d'inducció. No obstant, estudis de laboratori indiquen que, en condicions adverses extremes i fent un ús inapropiat del sistema, alguns models de marcapassos podrien ser susceptibles als CEM. Els portadors de marcapassos que siguin usuaris d'aquestes cuines hauran de posar atenció a l'ús correcte de dit electrodomèstic.
5. Una anàlisi de riscos revela que podrien donar-se problemes de mal funcionament de l'implant en 1/100.000 portadors de marcapassos (Irnich i Col. 1996). Aquests autors recomanen l'ús de marcapassos compatibles i l'adopció de mesures de precaució tals com evitar portar el telèfon a la butxaca de la jaqueta o camisa pròxim a l'implant. Així mateix, per un principi de cautela, es recomana mantenir el telèfon a una distància superior a 20 cm del cos de les persones portadores de marcapassos.
6. El funcionament d'alguns equips mèdics que s'empren en zones hospitalàries de vigilància intensiva pot quedar afectat pels CEM emesos per un telèfon mòbil que es trobi en les seves proximitats. L'ocupació d'aquests telèfons està restringida, o completament prohibida, en els hospitals.
7. Els fabricants d'alguns models d'automòbils adverteixen que els CEM de telèfons mòbils poden afectar el funcionament de sistemes de seguretat com els *airbags*. El propietari ha de llegir amb atenció el manual d'ús de l'automòbil. En tot cas, és necessari recordar que l'ús **del telèfon mòbil per part del conductor d'un vehicle en moviment** és causa de nombrosos accidents i **està terminantment prohibit**.
8. L'ús de telèfons mòbils està prohibit en moltes estacions de benzina i prop de dipòsits de combustible. La justificació es troba en presumpcions antecedents d'incendis provocats per descàrregues la font de les quals ha estat un telèfon mòbil. L'existència d'accidents d'aquesta naturalesa és qüestionable.

## **Annex 12. Avaluació actualitzada dels camps electromagnètics en relació amb la salut pública. CEIN (setembre 2003)**

Font:

Informe tècnic elaborat pel Comitè d'Experts

Subdirecció General de Sanitat Ambiental i Salut Laboral. Direcció General de Salut Pública i Consum. Ministeri de Sanitat i Consum

Membres del Comitè:

- Ferrero Andreu, Lluís.  
Enginyer. Director del Programa d'espai públic  
Oficina Tècnica de Cooperació  
Diputació de Barcelona
- García Gómez, Montserrat  
Cap de l'àrea de Salut Laboral. Direcció General de Salut Pública  
Ministeri de Sanitat i Consum
- Kogevinas Manolis  
Epidemiòleg de l'Institut Municipal d'Investigació Metge (IMIM)  
Barcelona
- Marqués Marqués, Francisco  
Especialista en medicina del treball. Subdirector general de Sanitat Ambiental i Salut Laboral. Direcció General de Salut Pública. Ministeri de Sanitat i Consum
- Martínez Búrdalo, Mercedes  
Investigadora científica del CSIC  
Cap del Departament de Radiació Electromagnètica. Institut de Física Aplicada
- Pollán Santamaría, Marina  
Cap de Servei d'Epidemiologia del Càncer - Centre Nacional d'Epidemiologia – Institut de Salut Carles III
- Represa de la Guerra, Juan José  
Catedràtic. Facultat de Medicina de Valladolid. Investigador de l'IBGM- Consell Superior d'Investigacions Científiques
- Sebastián Franco, José Luis  
Catedràtic d'electromagnetisme. Facultat de Ciències Físiques. Universitat Complutense de Madrid
- Úbeda Maeso, Alejandro  
Investigador. Servei de bioelectromagnetisme. Departament d'Investigació. Hospital Ramón y Cajal. Madrid
- Vargas Marcos, Francisco  
Metge de Sanitat Nacional. Subdirector general de Sanitat Ambiental i Salut Laboral. Director general de Salut Pública i Consum. Ministeri de Sanitat i Consum.

El document titulat *Avaluació actualitzada dels camps electromagnètics en relació amb la salut pública* consensuat per tots el membres del Comitè té l'estructura següent:

1. Introducció
2. Impacte de l'informe *CEM i salut pública*
3. CEM de baixes freqüències
4. Radiofreqüències
5. Comunicació del risc
6. Límits d'exposició
7. Principi de precaució
8. Comitès d'experts
9. Ordenances municipals
10. Investigació
11. Exposició professional
12. Conclusions
13. Referències

A continuació, es mostra una transcripció resumida de la informació continguda en els apartats de més interès, llevat de les conclusions de què ja s'ha parlat.

### **Impacte de l'informe *CEM i salut pública***

El Comitè ha valorat l'impacte positiu que ha tingut l'elaboració i publicació de l'informe tècnic *CEM i salut pública*. Nombrosos professionals de la salut pública fan servir aquest informe tècnic per orientar les seves decisions respecte a la protecció sanitària de la població davant l'exposició a CEM.

L'informe és conegut en àmbit nacional i internacional. Figura com una referència habitual en publicacions i pàgines web relacionades amb la matèria i és sol·licitat freqüentment com a document en processos judicials.

El primer informe va servir de base per a la publicació del Reial decret 1066/2001, de 28 de setembre. Amb aquest segon informe es pretén ajudar els poders públics a prendre les mesures pertinents, i a evitar actuacions no fonamentades en bases científiques.

### **CEM de baixes freqüències**

El CEIN ha analitzat, entre altres, el segon informe emès pel Comitè Científic Director de la Unió Europea en Toxicologia, Ecotoxicologia i Medi Ambient sobre els “Possibles efectes dels CEM, radiofreqüències i cicroones sobre la salut humana”, c2/JCD/csteeop/EMF/RFF 30102001/D (Brussel·les, 30.11.2001), publicat el 2002. En les seves conclusions el Comitè Científic de la UE indica que “l'anàlisi combinada dels estudis epidemiològics sobre l'associació entre

exposició a freqüències extremadament baixes (FEB) i leucèmia en infants ha reforçat l'evidència d'una associació. No obstant, algunes inconsistències en els mesuraments de l'exposició i altres aspectes del disseny no permeten concloure amb una relació de causalitat". Respecte a altres tipus de càncer, el document afirma que "no hi ha evidència convincent de cap altre efecte cancerigen dels camps FEB en infants o en adults".

Després d'una revisió exhaustiva dels estudis científics duts a terme en els últims anys, l'Advisory Group on Non-Ionising Radiation (AGNIR) ha elaborat un nou informe (donat a conèixer el 6 de març de 2002). Aquestes conclusions poden resumir-se així:

- Els estudis epidemiològics sobre exposició residencial no han mostrat un augment d'incidència de càncer en els adults exposats.
- D'altra banda, la ICNIRP ha declarat que "els CEM de baixa freqüència, als nivells habituals que es troben en l'exposició residencial no causen càncer. No obstant, alguns estudis epidemiològics indiquen un possible lleuger increment del risc de leucèmia en els infants, associat a nivells de camps magnètics de freqüència industrial (50/60 Hz)".

El CEIN recorda la recomanació de l'informe *CEM i salut pública* destinada a regular la instal·lació de noves línies d'alta tensió per evitar percepcions del risc no justificades i exposicions innecessàries. El CEIN considera que ha d'actualitzar-se l'article 25 del Reglament de línies d'alta Tensió amb l'objecte de redefinir unes distàncies mínimes de seguretat des de les línies d'alta tensió a edificis, habitatges o instal·lacions d'ús públic o privat. En aquest sentit, s'assenyala que si es fa el soterrament de les línies, ha de ser d'una forma eficaç i tècnicament correcta, i ha d'anar acompanyat d'un sistema d'informació i senyalització adequat que eviti l'exposició inadvertida. A més, s'adoptaran les mesures adequades d'apantallament dels camps magnètics.

## **Radiofreqüències**

Respecte a CEM de freqüències superiors, l'informe del Comitè Científic Director ja esmentat estableix que "per a radiofreqüències i microones no s'ha obtingut evidència d'efectes cancerígens en infants o adults a partir dels estudis epidemiològics (alguns dels quals són molt extensos, si bé els períodes d'exposició i/o de latència poden no ser suficients per obtenir conclusions definitives)." Altres observacions, relativament àmplies, tampoc han proporcionat evidències de citotoxicitat extrapolables a la població humana. En conseqüència, el Comitè Científic de la UE conclou que no troba prou evidències per modificar els límits proposats per la Recomanació del Consell de Ministres de Sanitat relativa a l'exposició del públic en general a CEM de 0 Hz a 300 GHz. Aquesta conclusió abona les emeses per aquest CEIN i els límits establerts en el Reial decret 1066/2001.

A conclusions similars arriben els documents de l'Organització Mundial de la Salut (OMS) sobre CEM i salut pública. En el seu comunicat, de 23 de gener del 2002, *Champs électromagnétiques et santé publique – les téléphones mobiles et*

*leur stations de base*, l'OMS va declarar que “cap estudi permet conoure que l'exposició a CEM de radiofreqüències emeses pels telèfons mòbils o les seves estacions base tinguin algun perill per a la salut”.

En conseqüència, a la vista d'aquest resum, aquest Comitè d'Experts Independents coincideix amb altres comitès internacionals ja citats en conoure que el bloc d'evidència epidemiològica i experimental disponible en l'actualitat sobre els efectes dels CEM no justifica, de moment, l'adopció de límits d'exposició distints dels establerts pel Reial decret 1066/2001.

## Annex 13. Eines bàsiques per al manteniment del cablatge d'una xarxa

Un cop s'ha fet la instal·lació per part de l'empresa encarregada i la posterior certificació, ja es pot endegar l'explotació i l'aprofitament dels recursos instal·lats.

Potser en un període posterior de temps sorgiran noves necessitats derivades de la reestructuració física de distribució dels equipaments ja existents o de l'adquisició de nous equipaments.

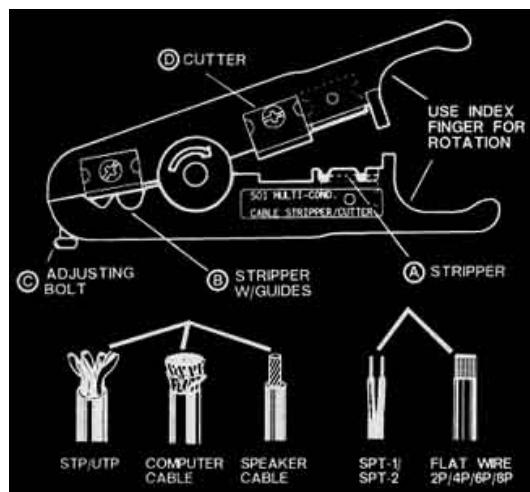


Així, doncs, ens trobarem davant la necessitat de “fabricar” algun tirantet de connexió, de solucionar una petita avaria o senzillament de fer una comprovació rutinària d'una part de la xarxa que ens dóna problemes.

Per tant, necessitem un equipament tècnic mínim. Aquest pot consistir en: eina pelacables, eina de pressió o arrissada, eina d'impacte i comprovador bàsic de xarxes.

### Eina pelacables

Per treure la coberta dels cables, sempre ho podeu fer manualment mitjançant un cùter, però podeu mossegar els conductors interiors i tenir problemes en la connexió. Per evitar-ho, es comercialitza una eina pelacables fabricada en ABS.



Esquema general d'una eina pelacables



Eina pelacables

Té les característiques següents:

- Facilita i agilita la preparació dels cables.

- És útil per treure la coberta exterior dels cables sense danyar l'aïllament dels conductors interiors.

- És apta per a diferents tipus de cables, tant plans com rodons.

- Té 112 mm de llargada, i és lleugera i compacta.

El seu ús és extremadament senzill:

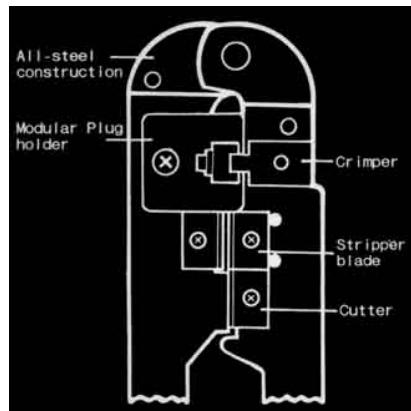
- Talla el cable de xarxa amb el cúter (D).

- Regula la fondària de tall (C).

- Treu la coberta, obre l'eina, posa el cable a l'obertura de tall (B) i gira d'una a tres vegades en el sentit de les busques d'un rellotge.

## Eina de pressió

És una eina destinada al muntatge ràpid de connectors RJ45 i RJ49, amb la qual podeu tallar, pelar i arrissar un cable. Al mercat hi ha una gran oferta d'aquest tipus d'eina, des de les versions més econòmiques per fer-les servir ocasionalment, fins a les versions més professionals per fer-les servir de manera continuada.



Esquema general d'una eina de pressió lleugera



Eina de pressió lleugera (només per a connectors de 8 contactes, RJ45 i RJ49)



Eina de pressió professional (connectors de 6 i 8 contactes, RJ11, RJ12, RJ45 i RJ49)

El seu ús (si no es disposa de l'eina pelacables) consisteix a:

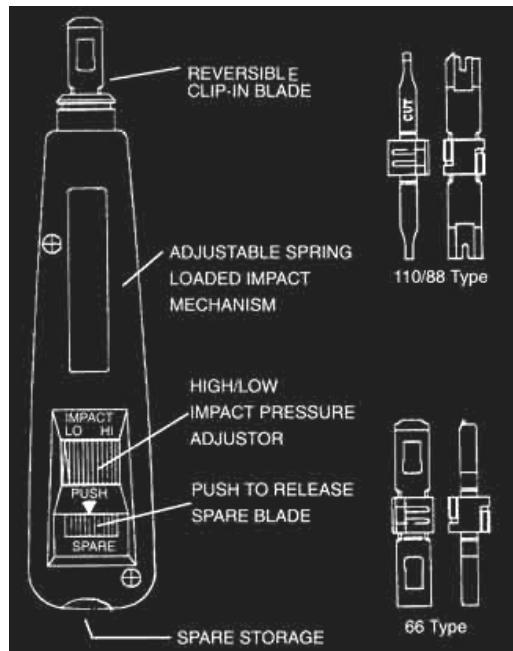
- Tallar la llargada de cable desitjada, deixant un petit marge i assegurant-se de fer el tall recte i no pas en diagonal, i aconseguir d'aquesta manera que tots els conductors tinguin la mateixa llargada.
- Introduir el cable entre les ganivetes per treure la coberta fins que arribi a tocar el topall.
- Desplaçar l'eina perpendicularment al cable per treure la coberta exterior. Si es fa correctament, els conductors interiors no han d'estar danyats.

Si ja s'ha separat la coberta, després d'haver fet servir l'eina pelacables o bé després d'haver seguit els passos anteriors, s'usa per a:

- Inserir el cable ja preparat (destrenats els quatre parells i disposats els connectors), assegurant que l'ordre sigui el correcte i fins que els conductors arribin al fons de les seves guies, dins el connector mascle.
- Col·locar el connector mascle en la seva posició fins al topall, comprovant que els connectors quedin orientats amb l'arrissador i assegurant que la coberta del cable entra dins la part més exterior del connector mascle.
- Pressionar l'eina amb força per crear els contactes i bloquejar el cable.

## Eina d'impacte

És una eina que permet el tall i la connexió simultànies del cable sobre connectors, taulers o rosetes del tipus 110.



Esquema general d'una eina d'impacte



Eina d'impacte amb un estoig de ganivetes de recanvi

El seu ús consisteix a:

- Seleccionar el tipus de ganiveta, inserir-la en el seu lloc i fer-la girar en el sentit de les busques del rellotge.
- Seleccionar la pressió d'impacte a HI o LO, alta o baixa, fent girar la rodeta cap a la dreta, en el cas d'impacte fort, o cap a l'esquerra, en cas de menys pressió en l'impacte.

Per guardar les ganivetes hi ha un receptacle a la part inferior del mànec o bé es poden guardar en un estoig.

## Comprovador bàsic de xarxes

El verificador de xarxes és un aparell portàtil molt útil per comprovar trams de cablatge o tirantets UTP i FTP.

Les característiques més importants són:

- Verificador de cablatge portàtil i de baix cost.
- Disponible per a RJ45, RJ45 apantallat, RJ12, RJ12 DEC, RJ11, RJ9 i BCN.
- Inclou dos equipaments (màster i remot) que permeten el diagnòstic de diferents tipus d'errades.
- L'usuari/ària només ha de connectar els equipaments als dos extrems del cable que s'han de comprovar.
- Cada parell és verificat i es mostra el seu estat en un dels LED, els quals poden indicar circuit obert, curtcircuit o cables creuats.
- Per separat poden comprovar tirades de cable, mentre que plegats poden servir per comprovar tirantets.
- L'equipament remot pot verificar cable fins a una llargada de 300 metres.

L'oferta d'aquest tipus d'equipament és molt àmplia, però bàsicament en podeu trobar dos tipus: els que fan les comprovacions parell a parell o els que fan les operacions de comprovació fil a fil.



Comprovador de cablatge (parell a parell). Aquest model porta la connexió per a comprovar terminals BNC i RJ45.

Comprovador de cablatge (fil a fil). Aquest model incorpora un brunzidor que assenyala continuïtat.

De vegades, depenent del model de comprovador de xarxes que es faci servir, cal comprovar la continuïtat d'un fil d'algun parell que doni problemes amb el verificador clàssic que es fa servir en electricitat i electrònica.



Verificador. Aquest model permet comprovar la continuitat a través de l'emissió d'un senyal sonor.



Comprovació de continuitat, fil a fil, mitjançant un verificador d'electrònica. En aquest cas, es comprova la continuitat verificant que el circuit –cable amb continuitat– fa una resistència ( $0,5 \Omega$ ).



# Glossari

**8P8C.** Connector de 8 posicions, 8 conductors. Connector conegut normalment com a RJ45.

**Access Control Method.** Principal característica que distingeix les diferents tecnologies LAN. Regula l'accés físic de cada terminal al cable, dirigeix el trànsit i determina l'ordre en què els nodes accedeixen de manera que l'usuari/ària rep un servei eficient. Els mètodes d'accés inclouen el pas de testimoni que és usat per Token Ring , Arcnet , FDDI, i detecció de col·lisions d'accés múltiple, empleats per Ethernet.

**ACE (Advanced Computing Environment).** Entorn de computació avançat. És un nou estàndard recolzat per un consorci de 22 venedors (incloent DEC, Microsoft, Compaq i Mips). La intenció és crear un conjunt de normes per explotar les arquitectures RISC.

**Administració de xarxa.** Terme genèric que es fa servir per descriure sistemes o accions que ajuden o donen suport per mantenir i caracteritzar una xarxa o resoldre problemes de la xarxa.

**AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).** És l'associació encarregada de la normalització a Espanya. El Comitè de Normalització 71 és l'encarregat de l'àrea de les tecnologies de la informació.

**Amplada de banda (Bandwidth).** L'amplada de banda és el rang de freqüències del senyal que suporta un canal de comunicació. La capacitat d'un canal és la diferència entre les freqüències més alta i més baixa, mesurada en cicles per segon o hertz (Hz). Quan indica la capacitat de suportar informació d'un canal, s'expressa comunament en bits per segon . L'amplada de banda varia dependent de la classe i el mètode de transmissió.

**Analògic.** Un senyal analògic és elèctric i varia constantment en voltatge, al contrari que els senyals digitals, que varien entre dos valors constants denominats usualment com a 0 i 1.

**ANSI (American National Standard Institute).** Institut Nacional Americà de Normes.

**ANSI/NFPA-70,** publicat per l'NFPA, proporciona els estàndards de seguretat elèctrica que protegeixen persones i propietats de foc i riscos elèctrics.

**ANSI/TIA/EIA-568-A, Commercial Building Telecommunications Cabling Standard.** Cablatge de telecomunicacions per a edificis comercials. Octubre de

1995. Aquest estàndard defineix un sistema genèric de cablatge de telecomunicacions per a edificis comercials que puguin suportar un ambient de productes i proveïdors múltiples. També proporciona informació que es pot usar per dissenyar productes de telecomunicacions. El propòsit d'aquest estàndard és permetre el disseny i la instal·lació del cablatge de telecomunicacions comptant amb poca informació sobre els productes de telecomunicacions que posteriorment s'instal·laran. La instal·lació dels sistemes de cablatge durant el procés d'instal·lació i/o remodelació són significativament més barats i impliquen menys interrupcions que després d'ocupat l'edifici.

- ANSI/TIA/EIA-568-A, addenda 1, setembre 1997
- ANSI/TIA/EIA-568-A, addenda 2, agost 1998
- ANSI/TIA/EIA-568-A, addenda 3, desembre 1998
- ANSI/TIA/EIA-568-A, addenda 4, novembre 1999
- ANSI/TIA/EIA-568-A, addenda 5, febrer 2000. Especificacions de rendiment de transmissió addicionals per a cablatge de 4 parells, 100 ohms, categoria 5 millorada (*Additional Transmission Performance Specifications for 4-pair 100-ohm Enhanced Category 5 Cabling*).

**ANSI/TIA/EIA-569-A, Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces.** Estàndard de canals i espais de telecomunicacions per a edificis comercials. Febrer de 1998. Estàndard que defineix les canalitzacions per les quals es pot portar el cable de telecomunicacions i les sales per a equipaments de telecomunicacions. Nou en la versió -A, s'inclou com a normativa la protecció contra incendis en el cablatge. Aquest estàndard reconeix un precepte d'importància fonamental: perquè un edifici quedi reeixidament dissenyat, construït i equipat per a telecomunicacions, és imperatiu que el disseny de les telecomunicacions s'incorpri durant la fase preliminar de disseny arquitectònic.

Aquest estàndard reconeix tres conceptes fonamentals relacionats amb telecomunicacions i edificis:

1. Els edificis són dinàmics. Durant la vida útil d'un edifici, les remodelacions són més la regla que l'excepció. Aquest estàndard reconeix, de manera positiva, que el canvi és una realitat.
2. Els sistemes de telecomunicacions i de mitjans són dinàmics. Durant la vida útil d'un edifici, els equipaments de telecomunicacions canvien dramàticament. Aquest estàndard reconeix aquest fet tan independent com sigui possible de proveïdors d'equipament.
3. Les telecomunicacions són quelcom més que dades i veu. Les telecomunicacions també incorporen altres sistemes com control ambiental, seguretat, àudio, televisió, alarmes i so. De fet, les telecomunicacions incorporen tots els sistemes de baix voltatge que transporten informació als edificis.

**ANSI/TIA/EIA-570, Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard.** Estàndard de cablatge i telecomunicacions per a residències i negocis petits.

**ANSI/TIA/EIA-598-A**, codificació de colors de cablatge de fibra òptica. Maig de 1995.

**ANSI/TIA/EIA-606, Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings.** Estàndard de l'Administració per a la infraestructura de telecomunicacions d'edificis comercials. Febrer de 1993. El propòsit d'aquest estàndard és proporcionar un esquema d'administració uniforme que sigui independent de les aplicacions que es donin al sistema de cablatge, les quals poden canviar diverses vegades durant l'existència d'un edifici. Proporciona normes per a la codificació de colors, etiquetatge i documentació d'un sistema de cablatge estructurat. El seguiment d'aquesta norma permet una millor administració de la xarxa, i crea un mètode de seguiment dels trasllats, canvis i addicions. Està orientat a propietaris, usuaris finals, consultors, contractistes, dissenyadors, instal·ladors i administradors de la infraestructura de telecomunicacions i sistemes relacionats. Facilita, a més, la localització d'avaries, i detalla cada cable per característiques com el tipus, la funció, l'aplicació, l'usuari/ària i la disposició.

**ANSI/TIA/EIA-607, Commercial Building Grounding/Bonding Requirements.** Estàndard dels requisits de derivació a terra i protecció per a telecomunicacions en edificis comercials que dicta pràctiques per instal·lar sistemes de derivació a terra que assegurin un nivell fiable de protecció elèctrica per a tots els usuaris i equipaments instal·lats. Agost de 1994.

**ANSI/TIA/EIA-758**, de cablatge de planta externa pertanyent al client. Abril de 1999.

- ANSI/TIA/EIA-758-1, addenda 1, març 1999

**ANSI/TIA/EIA TSB-67.** Butlletí de sistemes tècnics d'especificacions de rendiment de transmissió per a la prova en el camp de sistemes de cablatge de parell torçat sense blindatge. Octubre de 1995.

**ANSI/TIA/EIA TSB-72.** Butlletí sobre la guia de cablatge centralitzat de fibra òptica. Octubre de 1995.

**ANSI/TIA/EIA TSB-75.** Butlletí de pràctiques addicionals de cablatge horitzontal per a oficines obertes. Agost de 1996.

**ANSI/TIA/EIA-TSB-95, Additional Transmission Performance Guidelines for 4-pair 100-ohm Category 5 Cabling.** Guia de rendiment de transmissions addicionals per al cablatge de 4 parells, 100 ohms, categoria 5 millorada. Octubre de 1999.

**AP (Access Point).** Acrònim de *punt d'accés*. És un dispositiu que normalment connecta als dispositius client targetes PC Card (PCMCIA), per exemple, amb la porció Ethernet d'una LAN. Normalment un punt d'accés té un port Ethernet i un altre d'energia a la part del darrere, i inclou una o dues antenes que transmeten i

reben senyals RF dels dispositius de client, altres punts d'accés o ponts de grups de treball.

**API Communication.** Una API és un conjunt de llibreries que donen un seguit de funcionalitats en el moment de programar una aplicació. Si es vol fer un programa que es comuniui amb un dispositiu, aleshores el programa utilitzarà les llibreries API d'aquest dispositiu per poder comunicar-s'hi.

**Apple Talk.** Són una pila de protocols que compleixen la norma OSI, independents dels mitjans i capaços de funcionar en Ethernet, Token Ring i Local Talk. El Local Talk és el sistema de cablatge dels ordinadors Apple per connectar PC, ordinadors Macintosh i perifèrics, i usa un mètode d'accés CSMA/CA. És un protocol de connexions de punt a punt, la qual cosa permet la connexió entre estacions de treball d'aquestes xarxes i amb subxarxes, per la capacitat d'encaminament. L'Apple Talk s'utilitza, a més, en xarxes amb ordinadors i servidors del sistema operatiu Windows, per incorporar-lo al protocol i així fer possible la connexió d'aquests equips amb ordinadors Macintosh.

**Arquitectura.** Normalment usada per descriure com una part d'una peça *hard* o *soft* està construïda i quins protocols i interfícies es necessiten per comunicar-se. L'arquitectura de xarxa especifica les funcions i els formats de transmissió de dades que es necessiten per transportar una informació per la xarxa d'un usuari final a un altre.

**Asíncrona.** Es una manera de transmetre dades on cada byte s'envia per separat. Això vol dir que cadascun d'aquests bytes s'ha de marcar de manera que la màquina receptora el pugui reconèixer. Per fer-ho, s'afegeixen altres bits al començament i a l'acabament de cada caràcter. Aquests bits es coneixen com a bits d'inici i parada. Es considera generalment com un mètode barat i fiable de comunicació comunament usat per PC i computadors. El desavantatge són els bits extra necessaris perquè la informació pugui ser interpretada. Es coneix també com a transmissió inici-parada (vegeu *Síncrona*).

**Assignació manual d'adreses IP.** Procediment d'assignació manual de l'adreça IP d'un ordinador. En una xarxa local, s'assigna una IP diferent a cada ordinador i si no es canvia, sempre és la mateixa.

**Assignació dinàmica d'adreses IP (*dynamic IP address assignment*).** Un ordinador en el moment d'engegar es connecta a un servidor DHCP i demana quina és la seva adreça IP; aleshores es connecta a la xarxa amb la IP assignada pel servidor. Així, en un moment donat, podeu tenir una IP, entrar a Internet amb aquesta IP, i en un altre moment, com que el servidor assignarà una IP diferent, entrareu a Internet com si fossiu un altre equipament.

**APM (Access Point).** Element de disseny d'una xarxa sense fil que funciona en mode d'infraestructura.

**ATM (Asynchronous Transfer Mode).** El mode de transferència asíncrona és l'especificació dels estàndards ISDN per proveir els serveis de repetició de cèl·lules, d'una longitud fixa (53 bytes). La cèl·lules de longitud fixa permeten

que el processament es faci en maquinari i, per tant, redueixen els retards en el trànsit.

**Atenuació.** Quan els senyals són transmesos a través d'un cable, es tornen més dèbils o s'atenuen a mesura que viatgen des del seu punt d'origen. Es fan servir amplificadors per regenerar el senyal. Perquè un sistema de comunicacions treballi, els receptors electrònics han de ser capaços de detectar un senyal.

En un sistema de categoria 5, la norma 568-A limita l'atenuació a 24 dB per un senyal de 100 MHz. Una atenuació de només 20 dB significa que només prop d'un 1 % del senyal original és rebut. Atès que el resultat de l'atenuació representa pèrdua de senyal, xifres properes a zero indiquen una atenuació menor i un senyal més fort. Així, 5 dB representa menys atenuació que 10 dB. Llargues distàncies, altes freqüències i altes temperatures incrementen l'atenuació.

L'efecte de l'atenuació sobre les transmissions de dades implica la reducció de totes les formes de soroll en el cablatge, incloent-hi creuaments i interferències. Massa soroll fa que el receptor no pugui distingir els senyals transmesos del soroll indesitjat. El resultat es pot traduir en brossa electrònica, dades incoherents, retrasmissons i temps de resposta lent a la xarxa.

Per tant, l'atenuació és un factor important en el disseny de LAN, ja que limita la longitud dels cables a la xarxa.

**Autenticació.** En seguretat, la verificació de la identitat d'una persona o procés.

**Autenticació d'estació.** El procés d'autenticar un dispositiu 802.11, per exemple, un pont o punt d'accés, a diferència d'autenticar un client, com ara una targeta PC Card.

**Autenticació oberta.** Un tipus d'autenticació a la qual un punt d'accés concedeix l'autenticació a qualsevol client, sense considerar si pertany o no a la xarxa d'aquest punt d'accés en concret.

**Autenticació PPP.** Vegeu *PAP/CHAP*.

**Autonegociació 10/20 Mbps, 100/200 Mbps.** L'equipament és suficientment intel·ligent per saber a quina velocitat ha de comunicar-se amb cada enllaç, ja que els enllaços poden ser de diferents velocitats. ANSI/TIA/EIA-568-A. Vegeu l'estàndard ANSI/TIA/EIA-568-A.

**Backbone.** Cablatge vertical.

**Backbone d'edifici.** Cable(s) troncal(s) de l'edifici o troncal d'edifici. És el conjunt de cables que es fan servir per efectuar la interconnexió entre el distribuïdor d'edifici i els distribuïdors de planta.

**Backbone de campus.** Cable(s) troncal(s) de campus, troncal de campus o conjunt de cables que connexionen el distribuïdor de campus i els diferents distribuïdors d'edificis. També pot interconnectar distribuïdors d'edifici.

**Balun.** És un transformador o convertidor per igualar diferències d'impedància de manera que el senyal generat en un cable coaxial es pugui transmetre a un parell trenat si cal. Tenen l'inconvenient que gairebé sempre originen algun grau de degradació en el senyal.

**Banda ampla.** Vegeu *broadband*.

**Banda de base.** Vegeu *baseband*.

**Bandes ISM.** Vegeu *ISM*.

**Baseband.** Característica d'una tecnologia de xarxa a la qual només es fa servir la portadora de freqüència. Ethernet és un exemple d'una xarxa de banda de base.

**Bastidor amb guies (rack).** Estructura metàl·lica autosuportada, utilitzada per al muntatge d'equipament electrònic i tauler de connexions. Estructura de suport de taules horitzontal o vertical, oberta i collada a la paret o el pis. Sovint d'alumini (o acer) i de 48 cm (19") d'amplada per 2,10 m (7') d'alçada.

**BD (Building Distributor).** Distribuïdor d'edifici. Element que serveix per interconnectar el cablatge troncal de campus amb el cablatge troncal d'edifici.

**BER (Bit Error Rate).** La taxa d'errada és el percentatge de bits rebuts que no es poden interpretar correctament en la seva primera transmissió. Normalment s'expressa en potències de 10.

**BiCSI (Building Industry Consulting Service International).** Servei internacional de consulta per als negocis i la indústria. Associació professional internacional oberta –no dominada per una marca comercial, empresa, país o comissió d'estàndard–, sense ànimde lucre, al servei de la indústria del cablatge de telecomunicacions. Actualment té més de 20.000 membres i resideix en 85 països al voltant del món.

**Bloc de connexió (connecting block, terminal block, punch-down block).** Una peça plàstica que conté terminals metàl·lics per establir connexió entre un grup de fils i un altre. Hi ha diferents tipus de blocs de connexió, per exemple: 66, 110 i Krone. Aquests blocs tenen connexions de desplaçament d'aïllament (IDC). En el cas dels blocs 110, aquests s'han muntar sobre bases dissenyades específicament.

**bps.** Abreviatura de *bits per segon*. És una expressió de la velocitat de transmissió.

**Bridge.** Els ponts s'usen per connectar xarxes que fan servir protocols diferents i operen en el nivell d'unió de dades o nivell dos del model OSI. No fan cap interpretació de la informació que porten. Tenen la capacitat de filtrar les dades trameses per contenir el trànsit local de manera que la resta de la xarxa no hi estigui involucrada. Això incrementa l'actuació de la xarxa i també és útil per raons de seguretat. (Vegeu *Router* i *Gateway*).

**Broadband.** El terme *banda ampla* té diferents significats. En un principi, es va començar a fer servir per descriure un canal amb més amplada de banda que el canal de veu estàndard que és normalment un enllaç de 48 KHz, equivalent a 12

canals de veu i és el terme oposat a banda de base. També designa una de les dues maneres més usuals de transmetre informació en una LAN, ja que l'altra és la banda de base, molt més senzilla. La banda de base posa el senyal directament en el cable fent servir un dispositiu de comunicació de dades sense cap modulació, mentre que la banda ampla necessita modulació –mòdems. La banda de base només pot portar un senyal de dades, mentre que la banda ampla té diferents canals de freqüència que operen independentment cadascun d'ells. Aquests canals poden portar senyals de vídeo, veu i dades. Això s'aconsegueix fent servir la multiplexació per divisió de freqüència (*Frequency Division Multiplexing*), que modula cadascun dels canals en un nivell de freqüència particular.

**Búfer.** Un búfer pot ser un programa de *software*, un espai d'emmagatzematge en memòria o una caixa per compensar les diferents velocitats de transmissió de dades a la xarxa. Sigui com sigui, el búfer hi és per assegurar que les dades tenen sempre un lloc on anar, fins i tot quan s'han d'emmagatzemar durant un temps esperant el moment de ser transmeses a la seva destinació.

**Cable d'empat (*jumper*).** Cable d'un parell de fils, sense connectors, utilitzat per efectuar connexions creuades en telefonia.

**Cablatge horitzontal.** Element bàsic del cablatge estructurat. El cablatge horitzontal incorpora el sistema de cablatge que va des de l'àrea de treball de telecomunicacions fins a la sala central de telecomunicacions. Els seus elements bàsics són:

1. Cablatge horitzontal i maquinari de connexió: proporcionen els mitjans per transportar senyals de telecomunicacions entre l'àrea de treball i la sala de telecomunicacions. Aquests components són els continguts de les rutes i espais horitzontals.

2. Rutes i espais horitzontals: els canals i espais horitzontals són utilitzats per distribuir i suportar cable horitzontal i connectar maquinari entre la sortida de l'àrea de treball i la sala de telecomunicacions.

El cablatge horitzontal inclou:

1. Les sortides (caixes/plaques/connectors) de telecomunicacions en l'àrea de treball.
2. Cables i connectors de transició instal·lats entre les sortides de l'àrea de treball i la sala de telecomunicacions.
3. Taulers de connexió (*patch panels*) i tirantets de connexió utilitzats per configurar les connexions de cablatge horitzontal a la sala de telecomunicacions.
4. Els empats (múltiples aparicions del mateix parell de cables en diversos punts de distribució) no es permeten en cablatges de distribució horitzontal. Excepció: instal·lacions fetes d'acord amb el butlletí tècnic TSB-75.

**Cablatge vertical (*Backbone*).** Element bàsic del cablatge estructurat. El propòsit del cablatge vertical és proporcionar interconnexions entre sales d'entrada de serveis, sales d'equipament i sales de telecomunicacions. El cablatge vertical

inclou la connexió vertical entre pisos en edificis de més d'un pis. També inclou mitjans de transmissió (cable), punts principals i intermedis de connexió creuada i terminacions mecàniques. El cablatge vertical s'ha d'implementar en una topologia d'estrella (jerarquizada). Cada sala de telecomunicacions ha d'estar connectada a una sala de connexió principal o una sala de connexió intermèdia. No hi poden haver més de dos nivells jeràrquics d'interconnexions. Les interconnexions del cablatge vertical es poden fer en sales de telecomunicacions, sales d'equipament o sales d'entrada de serveis.

**Cable coaxial.** És un cable com el que es fa servir a les antenes de televisió i que té una llarga història d'ús en entorns IBM, especialment per connectar terminals i altres dispositius que necessiten altes velocitats de comunicació. És usat en xarxes Ethernet com un cable gruixut i barat. També es fa servir per transmetre senyals de veu, àudio i dades de manera simultània. Presenta, tot i així, algunes dificultats, la més important de les quals és la d'afegir o treure dispositius d'una LAN coaxial, ja que el cable és gruixut i difícil de manipular. En l'actualitat, està pràcticament desplaçat pel cable de parell trenat, que és més barat i pot suportar velocitats de transmissió més altes.

**Campus.** Conjunt de terrenys i edificacions pertanyents al propietari.

**Canal.** En el cablatge horitzontal, la ruta completa entre equipaments actius o entre equipaments actius i estacions de treball. El canal està format per l'enllaç bàsic més els tirantets de connexió dels dos extrems. El canal s'ha de certificar amb instruments de prova.

**Canal metà·lic quadrat (wireway).** Els canals metà·lics quadrats (també conegudes com aeroductes) són estructures rígides prefabricades, dissenyades per al transport tancat però accessible de cables. Es poden instal·lar verticalment o horitzontalment, i per regla general estan fetes d'acer i es col·len al sostre de l'edifici o a la paret. Els canals metà·lics quadrats es defineixen i regulen en la secció 4.5 de l'ANSI/TIA/EIA-569-A.

**CAPI (COMMON-ISDN-API).** És una API que permet controlar i monitoritzar una XDSI (RDSI) de forma remota des d'un ordinador. Per exemple: esteu treballant en un ordinador i sona el telèfon; amb CAPI es pot fer que a la pantalla de l'ordinador hi hagi constància de la trucada i de qui truca.

**CCIA.** Associació de la Indústria de Comunicacions Computacionals.

**CD (Campus Distributor).** Distribuïdor de campus. Element de l'estructura bàsica del cablatge estructurat del qual surten els diferents cables que conformen el cablatge del campus.

**Cèl·lula.** Unitat geogràfica bàsica d'un sistema de comunicacions sense fil.

**Cell Relay.** És un protocol basat en mides de paquet petites i fixades. Pot suportar veu, vídeo i dades a altes velocitats.

**CEN (Comité Européen de Normalisation).** Comitè Europeu de Normalització. Juntament amb el CENELEC, són les dues organitzacions encarregades de la normalització a Europa dins l'àrea de les tecnologies de la informació i formen

l'Organització Comuna Europea de Normalització CEN/CENELEC (Organisation Commune Européenne de Normalisation CEN/CENELEC). Són l'equivalent de l'ISO/IEC a Europa, i com elles, els seus membres són les organitzacions normalitzadores nacionals.

Constitueix un fòrum europeu dins el domini de la normalització no electrotècnica, i facilita i organitza la informació entre totes les parts interessades: governs, organismes d'estat, productors, usuaris, consumidors, sindicats, etc.

**CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique).** Comitè Europeu de Normalització Electrotècnica.

**CEPT (Conference of Postal and Telecommunications Administrations).** Conferència europea de correus i telecomunicacions. Es va fundar el juny del 1959 per 19 països mitjançant l'Acord de Montreux. El seu objectiu fonamental va ser introduir una major cooperació regional dins el camp postal i de les comunicacions mitjançant el desenvolupament d'activitats de caire administratiu, tècniques, normalitzadores i operacionals.

En el seu origen, els membres de CEPT, les PTT, s'encarregaven tant de l'explotació com de la regulació dels serveis, explotació que feien en règim de monopoli. Amb la liberalització del mercat, a partir dels anys vuitanta gairebé tots els països van separar les funcions d'explotació i regulació, motiu pel qual a partir del 1992 es va decidir mantenir dins l'organització només les administracions dedicades a la regulació del sector. Els operadors de telecomunicacions, per la seva part, es van veure obligats a abandonar l'organització, i van constituir altres oficines independents, com la Post Europe i l'ETNO (European Telecommunications Public Network Operator Association).

**CHAP/PAP.** Són protocols que serveixen per identificar-se en la negociació d'una connexió. Per exemple: quan us connecteu des de casa al vostre proveïdor d'Internet, abans d'obrir la connexió, el proveïdor ha d'assegurar que realment sou vosaltres els que us voleu connectar, i és per això que es fan servir CHAP o PAP. El CHAP es més avançat i segur que el PAP; en CHAP les contrasenyes van encriptades i comprova, de manera regular –cada cinc minuts, per exemple– que sou vosaltres els que esteu connectats; a més, la identificació es fa amb una tècnica de desafiament de resposta molt potent.

**Circuit commutat (Circuit Switching).** Un circuit commutat només es manté quan el que tramer la informació i el que la rep s'estan comunicant, al contrari d'un circuit dedicat, que es manté obert independentment del fet que s'estigui enviant informació o no.

**Clau de xifratge de dades.** Es fa servir per al xifratge de missatges de text i per a la computació de comprovacions d'integritat dels missatges (signatures).

**Client/Servidor (Client/Server Computing).** És la divisió d'una aplicació en dues parts, amb una part funcionant el servidor i l'altra en un PC o estació de treball. Pot ser descrita com una arquitectura LAN per a programes d'aplicació. La base de la relació client/servidor és aprofitar el poder de processament del *desk top* local i deixar el servidor per governar la informació mantinguda centralment.

Això no s'ha de confondre amb el fet que un PC mantingui els seus propis fitxers en una LAN, ja que el client o PC està portant a terme les seves pròpies tasques d'aplicació. Aquesta estructura té l'avantatge que hi ha menys trànsit a la xarxa i una major flexibilitat.

**CM.** Tipus de cable de comunicacions d'acord amb la definició de l'article 800 de NEC NFPA -70 1999. El cable tipus CM està definit per a ús general de comunicacions amb l'excepció de tiratges verticals i de *plenum*.

**CMIP (Common Management Information Protocol).** Protocol de la Informació d'Administració Comuna. És un estàndard OSI que va evolucionar de les normes OSI d'administració de xarxa que permeten a diferents sistemes d'administració intercanviar informació.

**CMOL.** És un protocol de 3COM/IBM per a l'ús del protocol d'administració de xarxa CMIP en les xarxes Token Ring i Ethernet basades en LLC.

**CMP.** Tipus de cable de comunicacions d'acord amb la definició de l'article 800 de NEC NFPA -70 1999. El cable tipus CMP està definit per a ús en canals, *plenum* i altres espais utilitzats per a aire ambiental. El cable tipus CMP acompleix les especificacions adients de resistència al foc i baixa emanació de fum. El cable tipus CMP és superior en característiques als cables tipus CM i CMR.

**CMR.** Tipus de cable de comunicacions d'acord amb la definició de l'article 800 de NEC NFPA -70 1999. El cable tipus CMR està definit per al seu ús en tiratges verticals o de pis a pis. El cable tipus CMR acompleix les especificacions adidents de resistència al foc per evitar la seva propagació d'un pis a un altre. El cable tipus CMR és superior en característiques als tipus CM.

**Codificació.** Aplicació d'un algoritme específic a les dades de manera que s'altera l'aparença de les dades, fet que les fa incomprensibles per a persones que no tenen autorització per veure la informació.

**Col·lisió (*collision*).** Una col·lisió es dóna quan dues estacions de treball estan provant de fer servir el mateix cable i els senyals elèctrics transmesos es troben. Això provoca una pèrdua d'informació i s'ha de tornar a enviar. Si l'emissor fa servir un mecanisme de retard, es redueixen dràsticament les possibilitats que hi hagi una col·lisió.

**Concentradors.** Elements encarregats de la connexió dels diversos equips d'una xarxa. En les xarxes de topologia en bus, el mateix cable connectat a les estacions serveix de concentrador. En les topologies en estrella, en estrella estesa i en anell, s'utilitzen uns equips informàtics que fan la funció de concentració.

**Concentrador Arcnet.** Element que realitza la concentració de cablatge en la xarxa Arcnet. N'hi ha de tres tipus: el passiu, l'actiu i l'intel·ligent.

**Concentrador FDDI:** element que realitza la concentració del cablatge en aquest tipus de xarxa i que pot implementar un cablatge en forma d'estrella entre els concentradors i les estacions de treball. A cada estació arriba un cable d'anada i un

de tornada des del concentrador, i és aquest el que configura el format d'anell redundant.

**Concentrador hub.** Repetidor de senyals de port múltiple utilitzat en les xarxes Ethernet. Amplifica i reenvia a tots els ports els paquets de dades que arriben per un dels ports.

**Concentrador MAU.** En anglès *multistation acces unit*. Unitat d'accés d'estació múltiple utilitzada en xarxes en anell de testimoni, que assegura que els paquets de dades subministrats pels equips informàtics siguin transmesos a l'anell de concentradors. Habitualment una unitat MAU té deu ports: vuit per a la connexió dels equips informàtics i dos per a l'entrada i la sortida de l'anell.

**Concentrador switch.** Pont de port múltiple utilitzat en les xarxes Ethernet. Té la mateixa funció que el concentrador *hub*, però a l'hora de reenviar les dades decideix per quina porta han de ser enviades, de manera que es redueix el trànsit d'informació i els dominis de col·lisió.

**Concentrador FDDI.** Fa la funció del concentrador *hub* amb la particularitat que permet la connexió dels dos anells de connexió i commuta una connexió entre els dos anells en cas d'avaría.

**Connexió creuada (cross-connect).** Esquema de connexió en el qual l'equipament actiu es connecta a un tauler de connexions o bloc de terminació i aquest amb un tauler de connexions o bloc de terminació mitjançant tirantets de connexió. Vegeu *interconnexió*.

**Connexió per desplaçament d'aïllament (IDC).** Un tipus de terminació de fils en els quals el fil és rematat en un suport metàl·lic. El suport talla l'aïllament, fa contacte amb el fil i origina una connexió elèctrica. Els sistemes 110 i Krone són exemples de sistemes de desplaçament d'aïllament.

**Contenció (contention).** És un mètode per donar prioritat a interessos confrontats de manera que la xarxa operi suavament. Comença a funcionar quan diferents nodes que estan units pel mateix cable proven d'enviar simultàniament informació o entren en disputa pel canal. Només un dispositiu pot utilitzar el canal en un moment donat, i així aquest mètode de control assegura l'accés controlat al canal.

**CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).** Accés múltiple de detecció de portador amb detecció de col·lisió. És un mètode d'accés mitjançant el qual diferents nodes poden transmetre tots pel mateix cable (accés múltiple), encara que no sigui simultàniament.

Qualsevol dispositiu que vulgui enviar informació ha de comprovar primer que ningú més estigui fent servir la LAN en aquell moment. Detecta els senyals de la LAN coneguts com a portadors. Si no hi ha senyal portador, significa que ningú més està fent servir la LAN. El dispositiu pot ara transmetre la seva pròpia informació, però comprova en tot moment el senyal per assegurar-se que no hi ha col·lisió amb informació d'un altre dispositiu en la LAN. Si no hi ha cap col·lisió, suposa que la informació ha estat transmessa amb èxit. Si hi ha col·lisió suposa dues coses:

1. Que la informació s'ha perdut i s'ha d'enviar de nou.
2. Que algú està tractant de fer servir la xarxa i així espera un temps, mesurat en milionèsimes de segon, perquè l'altra part finalitzi la transmissió i es pugui tramarre de nou la informació. Aquest procés es repeteix de manera ininterrompuda fins que tota la informació ha estat tramesa amb èxit.

**CRC (Cyclical Redundancy Check).** És una manera de comprovar errades en un missatge fent càlculs matemàtics amb el nombre de bits del missatge. Aquest nombre és enviat al receptor juntament amb la informació, el qual comprova que l'ha rebuda i repeteix el càlcul matemàtic. Si hi ha alguna diferència entre els dos càlculs, el receptor sol·licita que li sigui tramesa la informació de nou.

**Compressió de dades (Data Compression).** La compressió de dades és una manera de reduir la quantitat d'informació que es transmet aplicant un algoritme a les dades en el seu origen. Un algoritme de descompressió expandeix la informació a la seva forma original a l'altre extrem de l'enllaç. Els senyals de vídeo digital necessiten fins a 45 Mbps per a una qualitat adient, però amb la compressió es pot aconseguir el mateix a velocitats d'1 a 3 Mbps.

**Concentrador (hub).** És el centre d'una xarxa o sistema de cablatge amb topologia d'estrella. Equipament que s'encarrega de concentrar les connexions entre equipaments. Alguns models retarden (*retiming*) i repeteixen (*repeating*) el senyal per evitar col·lisions.

**Datagrama (Datagram).** És una manera d'enviar la informació en la qual el missatge s'envia tallat en diferents parts. Aquestes parts s'envien de manera aleatòria i la màquina receptora ha de recompondre l'ordre correcte.

**Data Link Layer.** És el segon estrat dels set que té el model OSI. És el responsable de portar la informació a través d'un enllaç determinat i assegurar-ne una bona transmissió i un lliurament correcte, després de comprovar les errades i tornar a transmetre si cal, i d'adreçar les informacions de manera correcta. Els mètodes d'accés (CSMA/CD, Token Passing) es consideren activitats de nivell dos.

**dB.** Abreviatura per a decibel. L'atenuació i el NEXT es mesuren tots dos en dB (decibels) com a quantitats negatives. Atès que s'assumeix el signe negatiu per a aquests dos paràmetres, una presentació de "...40 dB of NEXT...", en realitat significa -40 dB. Els dB d'atenuació i NEXT són mesures relatives a canvis en voltatge. Més enllà, un increment de 10 dB significa desdoblar en potències de 10 el paràmetre mesurat. A continuació, es veu la progressió logarítmica dels decibels.

$$3 \text{ dB} = 2 X$$

$$10 \text{ dB} = 10 X$$

$$20 \text{ dB} = 100 X$$

$$30 \text{ dB} = 1.000 X$$

40 dB = 10.000 X

50 dB = 100.000 X

60 dB = 1.000.000 X

**dB<sub>i</sub>**. Decibels per sobre (o per sota) del senyal ideal d'una antena o d'una antena isotòpica (d'aquí la *i*). Una antena isotòpica és una antena teòrica que radia amb una simetria perfecta en les tres dimensions. Les antenes del món real tenen patrons de radiació que estan molt lluny de ser simètrics, però aquest efecte generalment és aprofitat pel dissenyador del sistema per optimitzar la cobertura d'una àrea geogràfica específica.

**dBm**. Abreviatura per a decibels d'energia en referència a 1 miniwatt; 0 dBm és 1 mW.

**dBW**. Abreviatura per a decibels d'energia en relació a 1 watt.

**Derivació a terra**. Una connexió conductiva, intencional o accidental, entre un circuit elèctric o equipament i el terra o algun cos conductiu que serveixi en lloc del terra.

**Derivació a terra per a telecomunicacions**. Element bàsic del cablatge estructurat. La derivació a terra per a telecomunicacions brinda una referència a terra de baixa resistència per l'equipament de telecomunicacions. Serveix per protegir l'equipament i el personal. Definit d'acord amb allò que s'estableix a l'estàndard ANSI/TIA/EIA-607.

**Detecció de col·lisió (Collision Detection)**. És el dispositiu dissenyat perquè cadascun dels enllaços detecti les col·lisions instantàniament i provi d'enviar de nou la informació. En aquest principi es basa el CSMA/CD, mètode de control d'accés utilitzat per Ethernet. Una forma alternativa de detecció de col·lisions és que l'emissor del senyal no rebi un acusament de recepció del dispositiu remot al qual ha enviat la informació.

**DHCP**. Protocol que permet l'assignació dinàmica d'adreses IP. Per exemple, en un edifici en què hi ha diferents xarxes locals. (Vegeu *Assignació manual d'adreses IP* i *Assignació dinàmica d'adreses IP*.)

**Direccionament dinàmic (Dynamic Routing)**. El direccionament dinàmic és un procediment per enviar missatges al llarg de la xarxa de manera que si una línia falla o se sobrecarrega, el sistema organitza una nova ruta per al missatge de manera automàtica. La commutació de paquets opera seguint aquest principi, amb el sistema sempre alerta per reaccionar a possibles condicions canviants, al contrari que el direccionament estàtic, procediment que consisteix en què les dades s'envien per una ruta prèviament programada, i si troben alguna dificultat o es bloqueja, es retarden.

**DLC (Data Link Control Protocol)**. Protocol de control d'enllaç de dades. Permet la connexió a sistemes del tipus macroordinador (*mainframe*) ES9000 o bé miniordinadors AS/400 de l'empresa IBM, des d'altres plataformes, com ara la del

sistema Windows. Per això el sistema Windows incorpora la possibilitat d'instal·lar el protocol de DLC.

**DSSS (Direct-Sequence Spread Spectrum).** Espectre estès de seqüència directa.

**ECMA (European Computer Manufacturers'Association).** Associació Europea de Fabricants d'Ordinadors, formada el 1961 i integrada, en els seus orígens, per la majoria de les multinacionals fabricants d'equipaments informàtics presents a Europa. El 1994, s'hi va afegir *International*, perquè va ultrapassar el seu àmbit de l'europeu a l'internacional en annexionar-s'hi membres procedents d'Àsia i l'Amèrica del Nord.

**EF (Entrance Facility).** Sala d'escomesa. És un dels elements normalitzats dins el cablatge estructurat.

**EIA (Electronic Industries Alliance).** Associació d'Indústries Electròniques dels Estats Units.

**EIA-RS-232.** Un estàndard referent a la transmissió asíncrona de dades de computadora definit per l'Aliança (abans Associació) d'Indústries Electròniques (EIA).

**Emissió (Broadcast).** Enviar des d'un terminal un missatge que és rebut per tota la resta d'usuaris de la xarxa.

**Encaminador (router).** S'utilitza per unir xarxes diferents i transferir la informació pel camí adequat. En les xarxes d'àrea local (LAN), connecta diverses xarxes i subxarxes. En les xarxes d'àrea estesa (WAN), com ara Internet, connecta les diverses xarxes que formen aquesta xarxa i és un element que decideix quin és el camí òptim per dirigir la informació, i limita l'accés de determinats protocols mitjançant la configuració de l'equip.

**Encaminador pont (brouter).** Combina les característiques del pont i l'encaminador.

**Enllaç bàsic (basic link).** La part permanent d'un cablatge horitzontal. L'enllaç bàsic no inclou tirantets de connexió. En un cablatge horitzontal l'enllaç bàsic inclou el tauler de connexions, el cable horitzontal i la sortida de l'àrea de treball. L'enllaç bàsic pot ser provat/certificat amb instruments de prova. En contrast, el canal inclou, a més de l'enllaç bàsic, els tirantets de connexió en tots dos extrems.

**EPHOS (European Procurement Handbook for Open Systems).** *Manual europeu per a les compres públiques de sistemes oberts*, publicat el 1997 per la Unió Europea.

La planificació i adquisició de sistemes i serveis de tecnologies de la informació i les Comunicacions és una matèria força complexa. Al 1989, els representants de compres públiques dels Estats Membres, juntament amb la Comissió de les Comunitats Europees, van decidir assistir als responsables de compres de tecnologia elaborant un manual que poguessin fer servir de guia en l'adquisició de sistemes oberts.

**Equipament actiu.** Els equipaments electrònics. Exemples d'equipaments actius: centrals telefòniques, concentradors (*hubs*), commutadors (*switches*), encaminadors (*routers*), telèfons...

**Equipament passiu.** Elements no electrònics d'una xarxa. Per exemple: cable, connectors, tirantets de connexió, taulers de connexions, bastidors...

**ER (Equipment Room).** Sala d'equipament.

**Espectre electromagnètic.** El rang sencer de freqüències electromagnètiques. Un subconjunt d'aquest espectre és el que es fa servir als sistemes RF comercials.

**Ethernet.** Un protocol i esquema de cablatge molt popular amb una raó de transferència de dades de 10 megabits per segon (Mbps). Ethernet va ser dissenyat originalment per Xerox el 1976. Els nodes de xarxa es connecten mitjançant cable coaxial gruixut (10 base-5), cable coaxial prim (10 base-2), fibra òptica (10 base-FOIRL) o parell torçat sense blindatge (10 base-T). Ethernet utilitzza CSMA/CD (*carrier sense multiple access with collision detection*) per prevenir errades o “col·lisions” quan dos dispositius tracten d'accendir a la xarxa simultàniament. L'IEEE li ha assignat l'estàndard 802.3. Hi ha variacions evolutives del mateix protocol a 100 Mbps i 1 Gbps (1.000 Mbps).

**ETSI (European Telecommunications Standards Institute).** Institut europeu d'estàndards de telecomunicacions. El 1998 apareix com a organisme autònom del CEPT i és el resultat de la tendència a la liberalització de les telecomunicacions, ja que es va crear com un organisme accessible a nous membres diferents de les PTT. És una organització oberta formada per: administracions nacionals, operadores públiques, organitzacions nacionals de normalització, fabricants, usuaris, proveïdors privats de serveis i centres d'investigació.

**FD (Floor Distributor).** Distribuïdor de planta. Element que efectua la interconnexió entre el cablatge horitzontal i el cablatge vertical.

**FHSS (Frequency-Hopping Spread Spectrum).** Espectre estès de salt de freqüències.

**Firewall (tallafoc).** Sistema que protegeix una xarxa d'intrusos externs. Normalment es posa al lloc més perillós de la xarxa (punt d'accés a Internet).

**Fragmentació.** Procés consistent a dividir un paquet en unitats més petites quan es transmet a través d'un mitjà de xarxa que no pot transportar la mida original del paquet.

**Frame.** És un grup de bits que s'envien a un enllaç que conté la seva pròpia informació de control, com l'adreça i la detecció d'errades. Els termes *frame* i paquet es fan servir de manera sinònima, tot i que estrictament, en termes de l'OSI, un *frame* es fa al nivell dos i un paquet al nivell tres o superior.

**Frame Relay.** És una interfície dissenyada per a la transmissió de *frames* o paquets d'alta velocitat amb retards mínims i un ús eficient de l'amplada de banda. Opera en el nivell dos del model OSI. Fent servir la transmissió de *frames*,

la xarxa lliura el *frame* a la destinació indicada pel camp d'adreça de nivell dos especificat. La transmissió de *frame* no reconeix ni fa requeriments per tornar a transmetre i, tot i que pot detectar errades, no les considera.

**FTP (File Transfer Protocol).** Protocol de transferència de fitxers. És un protocol de transferència de propòsit general per a sistemes (vegeu *TCP/IP*).

**Full duplex.** Característica que indica que l'equipament suporta trànsit bidireccional; és a dir, per exemple, que, en el cas d'un *switch*, per cada port pot entrar i sortir informació de manera simultània. Hi pot haver emissió i recepció simultània.

**Gateway.** Es una combinació de maquinari i programari que interconnecta xarxes i dispositius de xarxes que d'una altra manera serien incompatibles. Els *gateways* operen en els nivells cinc, sis i set del model OSI. Són els nivells de presentació de sessió i aplicació, respectivament.

**Gb.** Abreviatura de *gigabit*.  $1 \text{ Gb} = 10^9 \text{ bits}$ .

**Gbps.** Abreviatura de *gigabits per segon*.

**Guany.** Per un amplificador, la relació de l'amplitud de sortida d'un senyal amb l'amplitud d'entrada d'un senyal. Aquesta relació normalment s'expressa en decibels. Per una antena, és la relació de la seva capacitat direccional cap a un lloc determinat en comparació amb una antena de referència. Si el guany augmenta, el patró d'antena té més direccionalitat.

**Half duplex (semidúplex).** En una xarxa, és la transferència de dades, a través d'un canal, en tots dos sentits, però no de manera simultània (en un sentit o en un altre). Un terminal envia dades i l'altre terminal l'escucha, i quan el primer terminal ha acabat de transmetre, el segon terminal comença l'enviament.

**IDC (insulation displacement connection).** Vegeu la connexió per desplaçament d'aïllament.

**IEC (International Electrotechnic Commission).** Comissió Electrotècnica Internacional. Organització germana de la ISO involucrada en la generació d'estàndards relacionats amb l'enginyeria elèctrica i electrònica.

**IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).** Institut d'Enginyers Elèctrics i Electrònics. Organització d'estàndards i publicació responsable de moltes normes relatives a LAN.

**IEEE 802.2.** És un estàndard d'enllaç de dades. S'utilitza juntament amb les normes IEEE 802.3, 8092.4 i 802.5. Especifica com s'ha d'implementar la connexió de dades bàsica en el cable. (Vegeu *OSI*.)

**IEEE 802.3.** És l'especificació de l'IEEE per a l'estàndard del cablatge físic de LAN. Fa servir el mètode d'accés al cable CSMA/CD en una LAN amb topologia, i és operacionalment similar a Ethernet. (Vegeu *OSI*.)

**IEEE 802.4.** És un estàndard de nivell físic que utilitza el mètode d'accés de pas de testimoni en una LAN amb topologia de tipus bus. Són usades en les LAN que funcionen amb MAP. Arcnet funciona d'una manera similar, però no segueix l'estàndard 802.4, amb el qual competeix. (Vegeu *OSI*.)

**IEEE 802.5.** És un estàndard de nivell físic que utilitza el mètode d'accés de pas de testimoni en una LAN amb topologia de tipus anell. És usat per IBM als seus sistemes Token Ring. (Vegeu *OSI*.)

**IEEE802.1Q VLAN.** Característica que permet tallar un *switch* en trossos (lògics). Així, per exemple, si hi ha un *switch* de 16 ports que permet VLAN, podeu utilitzar 8 ports per fer una xarxa i els altres 8 per fer-ne una altra. Així, els equipaments d'una xarxa es poden veure entre ells, però no poden veure els de l'altra xarxa.

**Inclinació.** L'angle cap a baix que s'aplica a les antenes direccionals –per exemple, les parabòliques i les Yagis– que millora la cobertura a la base de la torre de l'antena. En general, la majoria de les antenes tenen angles d'inclinació que van de 0 a 6 graus.

**Instruments de prova nivell IIe.** Instruments de prova que permeten certificar cable de categoria 5e (*enhanced*) o de categoria 5 millorada.

**Interconnexió (interconnect).** Esquema de connexió en el qual l'equipament actiu es connecta directament al tauler de connexions o bloc de terminació mitjançant tirantets de connexió. Vegeu *connexió creuada*.

**Interferència.** Soroll indesitjable en la comunicació que disminueix l'eficiència i resolució d'un enllaç o evita fins i tot que es pugui establir l'enllaç.

**IP network interface board.** Targeta de xarxa per a LAN. Vegeu *NIC*.

**IPX/SPX (Internetwork Packet Exchange/ Sequenced Packet Exchange).** Protocol desenvolupat per la casa Xerox que s'utilitza habitualment amb el sistema operatiu Netware de Novell, tot i que també es troba en xarxes amb equips de Microsoft i de Novell. És un protocol àmpliament utilitzat per grans empreses i va ser un dels protocols pioners en el desenvolupament de xarxes. Molts fabricants d'equips i components segueixen implementant aquest protocol. El protocol d'IPX s'utilitza per transferir informació entre els diversos dispositius d'una xarxa o de xarxes diferents, és a dir, és un protocol encaminable, per la qual cosa permet establir comunicacions mitjançant encaminadors o elements d'encaminament. La característica principal del protocol és que quan un dispositiu transfereix la informació, no segueix el recorregut de les dades ni revisa la fiabilitat de la transmissió. En canvi, el protocol de SPX és una extensió del protocol d'IPX, que segueix i observa el procés en qualsevol transmissió i assegura que no es produixin errors en l'intercanvi d'informació i que sigui més fiable.

**ISDN (Integrated Services Digital Network / XDSI).** Xarxa Digital de Serveis Integrats. Cobreix un rang de serveis de veu, dades i imatges.

**ISM (Industrial, Science and Medical).** Bandes de freqüències concedides per la FCC per impulsar el ràpid desenvolupament d'aplicacions RF en un mercat de lliure competència. Normalment s'acorda que les bandes industrials, científiques i mèdiques són les següents: de 902 a 928 MHz, de 2,4 a 2.485 GHz, de 5,15 a 5,35 GHz i de 5.725 a 5.825 GHz.

**ISO (International Standard Organization).** L'Organització d'Estàndards Internacionals és una organització no oficial, situada a Ginebra i fundada el 1947. És responsable de promoure el desenvolupament d'estàndards per afavorir el comerç i els serveis en àmbit internacional. Molts dels estàndards de comunicació de dades –els més coneguts són els set nivells OSI– són responsabilitat seva. Els seus membres són les organitzacions de normalització d'uns 90 països, incloent-hi l'AENOR d'Espanya, DIN d'Alemanya i ANSI dels Estats Units. Cada organització coordina el treball dins el seu país. Amb l'objectiu d'evitar la coexistència amb normes “oficials” incompatibles amb les seves, l'ISO participa com a membre, sense vot, en el UIT-T.

**Java.** Llenguatge de programació de Sun Microsystems que transforma les dades en conjunts de bytes (grups de 8 bits) amb la finalitat que el mateix codi s'executi en qualsevol sistema operatiu. El programari de Java generalment es posa al web i es descarrega directament d'Internet al PC. HotJava s'instal·la en un navegador web i permet que els programes Java s'entreguin al web i s'executin en un PC.

**JPG (Joint Presidents Group).** És un comitè que té assignada la coordinació de les activitats del CEN, CENELEC i ETSI, i evita que es produixin encavalcaments entre les seves activitats. Per poder dur a terme la seva funció, compta amb els comitès ITSTC (Information Technology Steering Committee) i JCG (Join Coordination Group).

**JTC1 (Join Technical Commitee).** Constituït el 1987 dins d'ISO/IEC, és el Comitè que s'encarrega dels temes d'OSI i les tecnologies associades.

**Jumper.** Vegeu *cable d'empat*.

**kb.** Abreviatura de *quilobit*.  $1\text{ kb} = 10^3\text{ bits}$ .

**kbs.** Abreviatura de *quilobit per segon*.

**LAN (Local Area Network).** Xarxa d'àrea local. És una xarxa de comunicació de dades que cobreix un àrea limitada de fins a sis milles (8,7 km) de radi a velocitats de transmissió de moderades a altes. Les màquines enllaçades poden ser al mateix edifici o grup d'edificis a una distància relativament propera.

**Llicència.** Adquisició del dret per transmetre ones RF a través d'una banda determinada de freqüències durant un període específic. Depenen de l'espai llicenciat i del país, normalment la llicència és el resultat d'una subhasta en la qual l'entitat reguladora evalua els mèrits de les propostes per a l'aprofitament de l'espectre que s'ha de llicenciar.

**MAN (Metropolitan Area Network).** Xarxa d'àrea metropolitana. És una xarxa que abasta un àrea geogràfica major que una LAN, però menor que una WAN. La norma IEEE 802.6 especifica els protocols i el cablatge per a una MAN.

**Mb.** Abreviatura de *megabit*.  $1\text{ Mb} = 10^6\text{ bits}$ .

**Mbps.** Abreviatura de *megabit per segon*.

**Mòdem.** És una abreviació de modulador/demodulador. Converteix els senyals digitals d'un ordinador en senyals analògics per a la seva transmissió en sistemes de telefonia analògics. Treballen en parelles, de manera que el senyal a l'altre extrem del cable es converteix en format digital. Els mòdems que trobem al mercat aconsegueixen una amplada de banda de 56 kbps, velocitat relativament baixa en relació amb les noves tecnologies de transmissió del tipus XDSI (que per a l'encaminament de la xarxa local a la xarxa telefònica utilitza un encaminador) o les ADSL (que utilitzen els anomenats mòdems de cable per a l'encaminament i en què les noves tecnologies proporcionen fins a 2 Mbps).

**Modulació.** Procés pel qual les característiques dels senyals elèctrics es transformen per a representar informació.

**Mw (mil·liwatt).** La mil·lèsima part d'un watt. És la base per mesurar el nivell d'intensitat del senyal dels circuits de telecomunicacions.

**NAT (Network Adress Translation).** Permet fer molts “jocs” amb l'encaminament de paquets. Així, per exemple, fent servir NAT es pot connectar tota una oficina a Internet amb una única adreça IP.

**NEC (National Electrical Code).** Codi elèctric nacional dels Estats Units. Publicació NFPA-70 de l'Associació Nacional per a la Prevenció d'Incendis dels Estats Units.

**NEMA Standards Publication VE-1 1998.** Sistema de safates metàl·liques portacables (*Metal Cable Tray Systems*). Desembre de 1998.

**NetBIOS/ NetBEUI (Network Basic Input/Output System).** Sistema bàsic d'entrada/sortida de xarxa desenvolupat per IBM. Aquests protocols són molt adients en xarxes de dimensions petites que utilitzen el sistema operatiu de Microsoft, el d'IBM o tots dos alhora. El sistema NetBIOS (sistema bàsic d'entrada/sortida de la xarxa) va ser desenvolupat per l'empresa IBM l'any 1985, per permetre la comunicació dels equips informàtics en una xarxa. El protocol NetBEUI (interfície d'usuari d'extensió de NetBIOS) va ser desenvolupat per millorar el NetBIOS i fer-lo més eficient en els entorns de treball d'una LAN. El protocol NetBIOS treballa a la xarxa a partir de la identificació dels equips informàtics per un nom exclusiu, que els serveis de cerca del protocol s'encarreguen de traduir a adreces per a l'establiment de les comunicacions. Els noms d'identificació no poden excedir de quinze caràcters i en els sistemes operatius de Microsoft cal indicar, quan es configura l'entorn de xarxa de la màquina, aquest nom i el grup de treball al qual pertany per a l'accés a un determinat grup de recursos. El protocol NetBEUI és molt eficient perquè ocupa molt poc espai, la qual cosa evita l'ús excessiu de memòria i de capacitat de processament. És un protocol que s'executa de forma molt més ràpida que altres protocols, però té l'inconvenient que no es pot utilitzar en grans xarxes que integren subxarxes, perquè és un protocol que no es pot encaminar. Això vol dir que aquest protocol no pot passar d'una xarxa a un'altra, perquè no pot passar pels

encaminadors. Ara bé, sí que és factible utilitzar-lo juntament amb altres protocols que es poden encaminar, com ara el TCP/IP.

**NEXT.** Interferència o creuament de senyals als extrems. Paràmetre que juntament amb l'atenuació proporciona una idea del rendiment d'un cablatge. El seu efecte combinat pot suposar una eficient transmissió de dades o bé la caiguda del sistema.

El creuament de senyal es dóna al llarg d'un circuit, quan una porció de l'energia d'un senyal salta o creua d'un parell a un altre. La principal preocupació és quan el creuament es dóna “a prop de l'extrem”, o sigui proper als transmissors. Els cables UTP i STP estan dissenyats per a converses bidireccionals. Això suposa que en cada extrem del cable, un parell es fa servir per a transmissió i un altre per a recepció. El parell transmissor en un extrem és el parell receptor a l'altre.

La forçada proximitat dels dos parells incrementa la probabilitat d'un NEXT excessiu. Els primers 50 o 60 peus del tiratge de cable són especialment vulnerables al NEXT, per l'enorme disparitat existent entre els senyals transmesos i els rebuts. La qualitat dels productes i la instal·lació adient asseguren que el NEXT no sobrepassi els senyals rebuts.

Per mesurar el NEXT, es genera un nivell de senyal sobre un parell de transmissió. Qualsevol porció de senyal “escoltada” en un parell receptor és interferència o creuament. La situació ideal és la quantitat mínima d'aquest senyal al parell receptor i números grans. Així, un rendiment NEXT de 40 dB és millor que un altre de 30. Factors relatius a la instal·lació i al medi ambient poden causar un increment en soroll i NEXT. Alguns d'aquests factors són l'eliminació del torçament en el cable, treure la protecció, enrotllament, llums fluorescents, motors, etc.

	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 5
Atenuació per 100 m	13,1 dB	8,9 dB	8,2 dB
NEXT	23 dB	38 dB	44 dB
Freqüència	16 MHz	20 MHz	100 MHz

**NFPA (National Fire Protection Agency).** Agència Nacional dels Estats Units per a la Protecció Contra els Incendis.

**NFPA-70.** Associació Nacional dels Estats Units per a la Protecció Contra Incendis. Codi elèctric nacional. (*National Fire Protection Association. National Electrical Code*, NEC 1999)

**NFPA-70B** (*National Fire Protection Association, Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance*, 1998). Associació Nacional dels Estats Units per a la Protecció Contra Incendis. Pràctiques recomanades per al manteniment d'equipament elèctric.

**Network Layer.** És el tercer nivell d'OSI, que és el responsable de l'encaminament necessari i la repetició (*relaying*) al llarg d'una o més xarxes d'un enllaç múltiple o entorns extensos.

**NIC (Network Interface Card/Controller).** Targeta de xarxa.

**NIST (US National Institute of Standards and Technology).** Institut Nacional d'Estandards i Tecnologia dels Estats Units.

**Paquet.** Agrupament lògic d'informació que inclou una capçalera que conté la informació de control i normalment les dades de l'usuari/ària. Els paquets es fan servir sovint per referir-se a les unitats de dades de la capa de xarxa. Els termes *datagrama*, *trama*, *missatge* i *segment* es fan servir també per descriure els agrupaments lògics d'informació en diferents capes del model de referència OSI i en diferents cercles tecnològics.

**Passarel·la (gateway).** Dispositiu que uneix diferents xarxes mitjançant diversos dispositius físics o mitjançant el programari instal·lat en un ordinador. Hi ha diversos tipus de passarel·la, com ara:

- Un encaminador que fa aquesta funció i connecta una xarxa d'àrea local amb adreces fictícies i Internet, que utilitza adreces administrades per l'INTERNIC. És una de les funcions més habituals d'aquest equip.
- Un equip informàtic que connecta una xarxa Ethernet amb una xarxa en anell de testimoni. Això s'aconsegueix mitjançant un ordinador amb dos targetes de xarxa configurades en xarxes diferents, lògiques o físiques, i un programa que permet la comunicació entre les dues xarxes.

**PC Card.** Targeta de PC. Nom actual de les targetes PCMCIA (vegeu la definició).

**PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association).** Associació Internacional de Targetes de Memòria d'Ordinador Personal. És una targeta de memòria, de la mida d'una targeta de crèdit, dissenyada per als dispositius portàtils.

**PDA (Personal Digital Assistant).** Acrònim d'*assistant personal digital*. Dispositiu portàtil capaç de transmetre dades. Aquests dispositius ofereixen serveis com ara: radiocerca, missatgeria de dades, correu electrònic, negocis borsaris, reconeixement d'escriptura, capacitats d'ordinador personal, fax, agenda, etc.

**Peer-to-peer (d'igual a igual).** És la comunicació entre dos dispositius que es tracten d'igual a igual, al contrari que el *host/terminal* i el *master/slave* (mestre/esclau).

**Pèrdua del cable (Cable Loss).** La pèrdua del cable és la quantitat de radiofreqüència perduda per un senyal quan viatja al llarg del cable.

**Tauler de connexions (patch panel).** Tauler preconnectat o modular.

**Ponts.** Funcionen en la subcapa d'accés al mitjà (MAC) de la capa d'enllaç de dades del model OSI. Un pont revisa els paquets de dades que rep i llegeix l'adreça de MAC de destinació, si coincideix amb alguna adreça d'equip o de xarxa d'algun dels ports, envia el paquet pel port corresponent. En cas contrari, l'elimina.

**Protocol.** Un set de regles que especificuen com es farà la comunicació de dades en una xarxa. Aquestes regles governen el format, la temporització, la seqüènciació i el control d'errades en l'intercanvi de dades. Dos dispositius no es poden comunicar si no comparteixen un protocol. Comitès d'estàndards determinen i publiquen protocols per ser implementats en forma de paquets de maquinari i programari per a empreses de manufactura.

**PTT (*Postal, Telegraph and Telephone*).** Correu, telègraf i telèfon. Nom genèric que es fa servir a Europa per designar els proveïdors dels serveis de correu, telègraf i telèfon. En definitiva, les operadores del sector.

**Repetidors.** Elements encarregats d'augmentar les distàncies de transmissió en una xarxa. Això s'aconsegueix gràcies a la funció d'amplificació del senyal d'entrada, de resincronització i de reproducció.

**RJ.** De l'anglès *registered jack* (connector femella registrat). Es refereix a aplicacions de connectors registrats a l'FCC (Federal Communications Commission dels Estats Units). Els números RJ11 i RJ45 són usats sovint de manera errònia per designar respectivament connectors 6P4C (de telèfon) i 8P8C (de dades).

**Routers (encaminadors).** A diferència dels ponts, els encaminadors operen en el nivell tres del model OSI. Els ponts passen els paquets del nivell dos (enllaç de dades) directament al següent segment d'una LAN, mentre que un encaminador és capaç d'usar la informació que té sobre la topologia de la xarxa per triar la millor ruta perquè la segueixi un paquet del nivell tres. Com que operen en el nivell tres, són independents del nivell físic (nivell un), i per tant es poden fer servir per enllaçar diferents tipus de xarxes. Han de poder intercanviar informació entre les xarxes, de manera que conequin les condicions en què es troba, quin enllaços estan actius i quin nodes disponibles.

**Safata portacables o safata de cables (*cable tray*).** Les safates de cable (també conegudes com a escales) són estructures rígides prefabricades dissenyades per al transport obert de cables. Es poden instal·lar verticalment o horitzontalment, i per regla general són d'alumini, fibra de vidre o acer, es fixen al sostre de l'edifici i estan regulades a la secció 4.5 de la norma ANSI/TIA/EIA-569-A i a les publicacions d'estàndards de NEMA VE 1 i VE 2.

**Sala d'entrada de serveis.** La sala d'entrada de serveis és el lloc on hi ha la sala d'entrada dels serveis de telecomunicacions a l'edifici o campus, incloent-hi el punt d'entrada a través de la paret i continuant fins a la sala o espai d'entrada. La sala d'entrada de serveis pot incorporar el cablatge vertical que connecta a altres edificis en situacions de campus. Els requeriments de l'entrada s'especifiquen als estàndards ANSI/TIA/EIA-568-A i ANSI/TIA/EIA-569-A.

**Sala d'equipament.** Element bàsic del cablatge estructurat. La sala d'equipament és un espai centralitzat dús específic per a equipaments de telecomunicacions com ara servidor de fitxers, servidor de bases de dades, central telefònica, equipament d'ordinador i/o commutador de vídeo. La gran majoria o totes les funcions d'una sala de telecomunicacions poden ser proporcionades per una sala d'equipament. Les sales d'equipament es consideren diferents de les sales de telecomunicacions per la seva natura, cost, midaa i/o complexitat de l'equipament que contenen. Les sales d'equipament inclouen espai de treball per al personal de telecomunicacions. Cada edifici ha de contenir una sala de telecomunicacions o un sala d'equipament, com a mínim. Els requeriments de la sala d'equipament s'especifiquen als estàndards ANSI/TIA/EIA-568-A i ANSI/TIA/EIA-569-A.

**Sala de telecomunicacions (*telecommunications closet* o *wiring closet*).** Element bàsic de cablatge estructurat. Una sala de telecomunicacions es l'àrea per pis, en un edifici, utilitzada per a ús exclusiu d'equipament associat amb el sistema de cablatge de telecomunicacions. L'espai de la sala de comunicacions no es pot compartir amb instal·lacions elèctriques que no siguin de telecomunicacions. La sala de telecomunicacions ha de poder contenir equipament de telecomunicacions, terminacions de cable i cablatge d'interconnexió associat. La sala de telecomunicacions ha de considerar, a més de veu i dades, la incorporació d'altres sistemes d'informació de l'edifici, com la televisió per cable (CATV), alarmes, seguretat, àudio i altres sistemes de telecomunicacions. Cada edifici ha de comptar almenys amb una sala de telecomunicacions o sala d'equipament. No hi ha un límit màxim en la quantitat de sales de telecomunicacions per edifici.

**Simplex.** En una xarxa, és la transferència de dades, a través d'un mitjà, només en un sentit.

**Sortida d'àrea de treball (*work area outlet*).** Element bàsic de cablatge estructurat. Per estàndard hi ha d'haver un mínim de dues sortides de telecomunicacions per àrea de treball (per placa o caixa). Excepcions com els telèfons públics compten amb una única sortida de telecomunicacions.

**SS (Spread Spectrum).** Espectre estès.

**STP (*Shielded Twisted Pair*).** Cable sólid de parells torçats amb blindatge, típicament de 22 a 24 AWG.

**TCIM (*Telecommunications Cabling Installation Manual*).** *Manual d'instal·lació de cablatge de telecomunicacions.*

**TCP/IP (*Transfer Control Protocol / Internet Protocol*).** Protocol de comunicació utilitzat en Internet i cada vegada més en xarxes LAN. És el protocol de comunicacions per excel·lència, fonamentalment perquè s'ha utilitzat com a protocol de base de les comunicacions per Internet. El protocol permet que milions d'equips informàtics de tot el món puguin comunicar-se. Com ja s'ha vist a la unitat didàctica 1, es va desenvolupar l'any 1974 i ha anat evolucionant fins avui, en què es pot afirmar que és el protocol més utilitzat mundialment, gràcies a la difusió que ha tingut Internet. Es tracta d'un conjunt de protocols que permeten la comunicació lliure d'errors entre xarxes amb diverses plataformes de sistemes operatius i d'equips que estan distribuïts per capes. Els més comuns són: capa

física: ARP i RARP; capa de xarxa: SLIP, PPP i PPTP; capa d'Internet: IP; capa de transport: TCP i UDP; capa d'aplicació: FTP, TFTP, TELNET, HTTP, DNS, DHCP, WINS, etc.

**TDMM (Telecommunications Distribution Methods Manual).** *Manual dels procediments de distribució de les telecomunicacions.* Publicat per la BICSI.

**Tècniques de propagació de les ones de radiofreqüència.** És la tecnologia que s'encarrega de distribuir la informació a través d'un seguit de canals. Els exemples més coneguts són: DSSS, FHSS, CDMA i OFDM.

**Tècniques de modulació de les ones de radiofreqüència.** És la tecnologia encarregada de modular la informació a través dels canals de propagació.

**Text simple.** La informació original que es pot llegir. Normalment és un conjunt de caràcters alfanumèrics, però també pot tenir altres formes de dades, per exemple, valors o símbols matemàtics.

**Text xifrat.** Text que ha estat xifrat o codificat. Tot i que el text xifrat conté la mateixa informació que el text simple, pot contenir, o no, el mateix nombre de bits. És possible que alguns sistemes de baix nivell tinguin dificultats per resoldre el xifratge, per la qual cosa es fa servir el terme xifrat d'expansió de dades. El text xifrat sempre requereix una clau per determinar el text simple.

**TGB (Telecommunications Grounding Busbar).** Barra de derivació a terra de telecomunicacions, segons l'estàndard TIA/EIA-607.

**TIA (Telecommunications Industry Association).** Associació de la Indústria de les Telecomunicacions.

**Tirantet de connexió (patch cable).** Cable de parells torçats de coure amb connectors masclles als dos extrems, típicament 8P8C (RJ45). Els tirantets de connexió s'utilitzen per connectar taulers d'equipament passiu entre si, taulers d'equipament passiu a equipament actiu, sortides d'àrea de treball a equipaments (típicament ordinadors)...

**TMGB (Telecommunications Main Grounding Busbar).** Barra de derivació a terra principal de telecomunicacions, segons l'estàndard TIA/EIA-607.

**TO (Telecommunications Outlet).** Punt de connexió d'usuari o roseta. Dispositiu fix de connexió que serveix per interconnectar la terminació del cable horitzontal amb l'equipament d'usuari (PC, terminal de dades, terminal telefònic, etc.).

**Token Ring.** Un protocol i esquema de cablatge amb una topologia d'anell que passa fitxes (*tokens*) d'adaptador en adaptador. L'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ha assignat l'estàndard 802.5 al Token Ring.

**Topologia (topology).** La forma abstracta de la disposició de components de xarxa i de les interconnexions entre si. La topologia defineix l'aspecte físic d'una xarxa. El cablatge horitzontal i el cablatge vertical s'han d'implementar en una topologia d'estrella. Cada sortida d'àrea de treball de telecomunicacions ha d'estar connectada directament a la sala de telecomunicacions (del seu pis

respectiu o àrea). Per exemple: una xarxa pot ser un bus lineal, un anell o circular, una estrella o arbre, segments múltiples de bus, etc.

**TP (Transition Point).** Punt de transició. Aquest punt, opcional, té la funció d'adaptar diferents tipus de cable horitzontal en aquelles instal·lacions on calgui fer servir diferents suports físics.

**TR (Telecommunications Room).** Sala de telecomunicacions.

**UIT (Union International of Telecommunications).** Unió Internacional de Telecomunicacions. És un organisme depenent de l'ONU que s'encarrega de la cooperació entre nacions en el sector de les telecomunicacions.

**UIT-T.** Sector de la Unió Internacional de Telecomunicacions. En un passat no gaire llunyà es troava sota el control dels monopolis proveïdors de telecomunicacions, i els seus membres amb vot eren els diferents països. En l'actualitat, responent a necessitats de liberalització de mercat, està canviant i s'adapta als nous temps. Aquest organisme publica recomanacions que, en la pràctica, equivalen a normes. El treball tècnic és responsabilitat de Comissions d'Estudi.

**UNIX.** Sistema operatiu desenvolupat el 1969 pels laboratoris Bell. UNIX ha experimentat molts canvis des del seu origen.

**UTP (Unshielded Twisted Pair).** Cable de parells torçats sense blindar, típicament de 22 a 24 AWG. Dependent de la seva capacitat d'amplada de banda, es classifica d'acord amb categories. Categories definides: 3, 4, 5, 5e o 5 millorada, definida a Q4 1999.

**VLAN (Virtual Local Area Network).** Acrònim de xarxa d'àrea local virtual. Un grup de clients que estan ubicats en diferents llocs però que es comuniquen entre si com si tots pertanyessin al mateix segment LAN.

**WA (Work Area).** Àrea de treball.

**WAP (Wireless Access Protocol).** Acrònim de protocol d'accés sense fil. Un llenguatge que es fa servir per escriure pàgines web que fan servir menys sobrecàrrega en comparació amb HTML i XML, fet que ocasiona que sigui preferible per als accessos sense fil d'amplada de banda baixa amb Internet des de dispositius com PDA i telèfons cel·lulars, que compten també amb petites pantalles de visualització. El sistema operatiu corresponent a WAP és el creat per 3Com en el seu producte Palm Pilot. Recentment, Nokia va adoptar el sistema operatiu Palm per als seus telèfons cel·lulars amb capacitats de web. WAP està basat en el llenguatge de marcador extensible, XML, que dicta la manera en què les dades es despleguen, mentre que HTML controla el lloc on s'ubiquen les dades dins d'una pàgina de visualitzador.

**WAN (Wide Area Network).** És una xarxa que cobreix una àrea geogràfica més extensa que la LAN i sovint fa servir dispositius de transmissió proporcionats per les companyies de telecomunicacions.

**WEP (Wired Equivalent Protocol).** Acrònim de protocol equivalent de cablatge. WEP és el protocol de seguretat que fan servir els equipaments 802.11 per protegir les comunicacions sense fil de robatoris d'informació i espionatge, i, a més, evita l'accés no autoritat.

**WLAN (Wireless Local Area Network).** Acrònim de xarxa d'àrea local sense fil.

**Xarxa d'àrea ampla.** Interconnexió d'equipaments que s'estén més enllà del campus.

**Xarxa d'àrea local (Local Area Network, LAN).** La connexió de dispositius (ordinadors, concentradors, etc.) dins un àrea limitada amb l'objectiu que els usuaris puguin compartir informació, perifèrics de cost elevat i els recursos d'una unitat secundària d'emmagatzematge massiu.

**Xifratge.** Una clau que converteix un text normal en un text xifrat. Això no s'ha de confondre amb algunes formes de codis secrets als quals determinades paraules o frases se substitueixen amb paraules o frases de codis secrets.

# Bibliografia i recursos

## Documentació electrònica en línia

- Barberan, Pere; Pons, Manuel. *Cableado estructurado*. Escola Universitària Politècnica de Mataró. Departament de Telecomunicacions. [http://www.eupmt.es/imesd/telematica/xarxes\\_i\\_serveis/documents/cableado.pdf](http://www.eupmt.es/imesd/telematica/xarxes_i_serveis/documents/cableado.pdf)
- Barberan, Pere; Pons, Manuel. *Interconexión de redes*. Escola Universitària Politècnica de Mataró. Departament de Telecomunicacions. [http://www.eupmt.es/imesd/telematica/xarxes\\_i\\_serveis/documents/network.pdf](http://www.eupmt.es/imesd/telematica/xarxes_i_serveis/documents/network.pdf)
- Barberan, Pere; Pons, Manuel. *Redes de área extensa WAN*. Escola Universitària Politècnica de Mataró. Departament de Telecomunicacions. [http://www.eupmt.es/imesd/telematica/xarxes\\_i\\_serveis/documents/WANs.pdf](http://www.eupmt.es/imesd/telematica/xarxes_i_serveis/documents/WANs.pdf)
- Della Gaspera, Jorge; Navarro, Mario; Rey, Daniel. *Modelo de referencia OSI. Interconexión de sistemas abiertos*. Universitat Tecnològica Nacional. Facultat Regional de Mendoza. <http://web.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/default.html>
- García, Juan. *Cableado estructurado categoría 5. Consideraciones y principales elementos. CONECTRÓNICA Tecnología y elementos de conexión y conectividad*. Revista en línia. <http://www.conectronica.com/articulos/artic.htm>
- Hedrick, Charles L. *Introducción a la administración de una red local basada en Internet*. Computer Science Facilities Group. RUTGERS. The State University of New Jersey. Center for Computers and Information Services. Laboratory for Computer Science Research. 1988. Traducció de Juanjo Marín. <http://rucs.rutgers.edu>
- Marrero Marrero, Domingo; Valerón Espino, José Antonio. *Tecnologías telemáticas avanzadas*. <http://seritel.teleco.ulpgc.es/trabajos/ether/tta.htmCimaBox>
- Martín Martín, Luis Manuel. *Cableado estructurado*. <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/cableado.htm>
- Reina Toranzo, Federico; Ruiz Rivas, Juan Antonio. *Intrroducción a las redes de área local*. Proyecto NT Windows 2000. <http://enete.us.es/indice.html>
- CONSULINTEL. Consultores Integrales de Telecomunicaciones. *Tutoriales y guías didácticas* (traducció dels tutorials i les guies didàctiques de la companyia

electrònica <http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/articulos.htm> LANTRONIX).

- Global NT, SA de CV Mèxic, DF. *Redes, sistemas e Internet.* <http://www.globalnet.com.mx>
- GSi Systems. *Redes.* Mèxic. <http://www.gsint.com/Redes.htm>
- HTMLWEB. *Redes.* <http://www.htmlweb.net/redes/redes.html>
- SERVICE SPAIN. *Montaje profesional de cableado estructurado.* <http://www.servicesspain.com/HTM/montaje.htm>
- *Developments in Copper Cabling IEEE 802 Tutorial.* 7 de juliol de 1998. San Diego, Califòrnia.
- *El modelo OSI.* CNICE. Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. <http://www.pntic.mec.es/ayudas/redes/index.html>
- *Tutorial de redes de computadoras.* Institut Tecnològic de la Paz. Mèxic. <http://www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/redes>
- *Publicacions de l'Organització Mundial de la Salut.* OMS. Ginebra. Pot obtenir-se també a la pàgina web sobre el Projecte internacional CEM, a <http://www.who.int/peh-emf>

## Organismes de normalització

### Àmbit internacional

---

<b>ANSI</b>	American National Standard Institute <a href="http://www.ansi.org">http://www.ansi.org</a>
<b>BICSI</b>	Building Industry Consulting Service International <a href="http://www.bicsi.com">http://www.bicsi.com</a>
<b>ECMA</b>	European Computer Manufacturer's Association <a href="http://www.ecma-international.org">http://www.ecma-international.org</a>
<b>EIA</b>	Electronics Industries Association <a href="http://www.eia.org">http://www.eia.org</a>
<b>FCC</b>	Federal Communications Commission <a href="http://www.fcc.gov">http://www.fcc.gov</a>
<b>IEC</b>	International Electrotechnic Comission <a href="http://www.iec.ch">http://www.iec.ch</a>
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronic Engineers <a href="http://www.ieee.org/portal/index.jsp">http://www.ieee.org/portal/index.jsp</a>
<b>ISO</b>	International Organisation for Standardisation <a href="http://www.iso.ch">http://www.iso.ch</a>
<b>NFPA</b>	National Fire Protection Agency <a href="http://www.nfpa.org/NFPAJournal/index.asp">http://www.nfpa.org/NFPAJournal/index.asp</a>

---

**NIST** US National Institute of Standards and Technology  
<http://www.nist.gov>

**TIA** Telecommunications Industry Association  
<http://www.tiaonline.org>

**UIT-T** Union International of Communications  
<http://www.itu.int/home/index-fr.html>

---

#### **Àmbit regional europeu**

**CEN** Comité Européen de Normalisation  
<http://www.cenorm.be/cenorm/index.htm>

**CENELEC** Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
<http://www.cenelec.org/Cenelec/Homepage.htm>

**ETSI  
(CEPT)** European Telecommunications Standards Intitute / Conference of Postal and Telecommunications Administrations  
<http://www.etsi.org/>

**JPG** Joint Presidents Group  
<http://www.cenorm.be/boss/organization/profiles+-+index/joint+technical+committees/joint+technical+committees.asp>

---

#### **Àmbit espanyol**

**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación  
<http://www.aenor.es/desarrollo/inicio/home/home.asp>

---

### **Companies i empreses de material elèctric**

- CimaBox  
<http://www.cimabox.com/>
- CommScope  
[http://www.commscope.com/html\\_sp/home.shtml](http://www.commscope.com/html_sp/home.shtml)
- Fluke Electric  
<http://www.flukenetwork.com>
- FURUKAWA Electric (Brasil)  
[http://www.furukawa.com.br/htm\\_esp/produtos\\_semflash.htm](http://www.furukawa.com.br/htm_esp/produtos_semflash.htm) (Brasil)  
<http://www.furukawa.co.jp/english/index.htm> (Japó)
- GSi Systems.  
<http://www.gsint.com>
- Hubbell  
<http://www.hubbell.com/>
- Krone  
<http://www.krone.es/>
- LANTRONIX  
<http://www.lantronix.com>
- Leviton TelCom  
<http://www.leviton.com/>

- OpenetICS  
<http://www.openetics.com/esp/main.htm>
- PerfectPatch  
<http://www.perfectpatch.com/index.htm>
- Panduit  
<http://www.panduit.com>
- SERVICE SPAIN  
<http://www.servicespain.com->
- StarTech  
<http://www.startech.com/>
- The Siemon Company  
<http://www.siemon.com/>
- TRENDware International, Inc.  
<http://www.trendnet.com/>
- Unex  
<http://www.unex.org/>