



UD: Tecnologia de la comunicació

Sumari



1. Les comunicacions per cable
 - 1.1 Canals de comunicació
 - 1.2 Les centrals telefòniques
 - 1.3 Telefonia VoIP
 - 1.4 Televisió per cable
2. Les comunicacions sense cable
 - 2.1 Radiocomunicació
 - 2.2 Comunicacions per satèl·lit
 - 2.3 Wi-Fi i Bluetooth
 - 2.4 Comunicació per infraroigs
3. Les xarxes de comunicació
 - 3.1 Xarxes socials
 - 3.2 Seguretat i privacitat de les dades

Objectius:

- ✓ Descriure la composició i el funcionament dels sistemes de comunicació electrònics més usats.
- ✓ Emprar amb seguretat i eficàcia, sistemes de comunicació digitals sense fils.
- ✓ Descriure les utilitats bàsiques de les xarxes de dades.
- ✓ Emprar les xarxes socials tot aplicant criteris ètics i d'autoprotecció.

QUÈ EN SAPS?

A la imatge que ens acompanya aquest text pots veure una torre de comunicacions amb diferents tipus d'antenes. Unes són receptores de senyals radioelèctrics, d'altres n'emeten, unes tenen forma cilíndrica, d'altres són parabòliques i d'altres tenen forma de barnilla. L'orientació de les antenes, entre altres factors, n'és un de molt important per a la seva eficiència. Per aquest motiu, ocupen posicions específiques en la torre.

Les comunicacions radioelèctriques són indispensables quan les distàncies a cobrir són molt grans i fer-ho a través de cable no és viable, i encara més quan es tracta de comunicar dispositius que no tenen una ubicació específica. És el cas de l'emissió i recepció de ràdio comercial, comunicacions aeronàutiques i marítimes, telefonia mòbil, sistema GPS i altres aplicacions.

La comunicació sense fils conviu amb la comunicació amb fils, de coure i de fibra òptica. Un complex entramat de connexions permet la intercomunicació de diferents parts del planeta.

Sabries dir quin tipus de serveis responen cadascuna de les diferents antenes que apareixen a la imatge?



1. Les comunicacions per cable

1.1 Canals de comunicació

Les **comunicacions per cable** poden establir-se a través de les tecnologies de cable de coure i de fibra òptica

En els **cables de coure** la informació viatja en senyals elèctrics, que poden ser analògics o digitals. N'hi ha diferents tipus : parell trenat i cable coaxial.

. El **parell trenat** està constituït per dos cables aïllats, que es trenen entre si per reduir les interferències que puguin generar. Se'ls pot trobar en instal·lacions de telefonia internes i externes i també en cables de xarxa local (LAN). En grans distàncies tenen pèrdues en la qualitat del senyal.

. El **cable coaxial** està format per dos cables de coure concèntrics separats per una capa aïllant i recobert per un aïllant. El cables més exterior té forma de malla i recobreix totalment el perímetre del cable interior. El cable coaxial té aquesta constitució per tal de ser més immune a les interferències externes i internes, ja que la malla actua de blindatge, seguint el principi de la **gàbia de Faraday**. Està destinat a transmetre senyals d'alta freqüència . És comú trobar-lo en cables d'equips d'àudio i en baixants d'antenes de ràdio i de televisió.

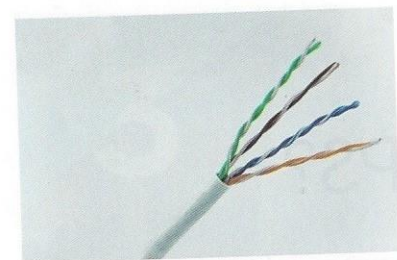


Fig. 3.1. Cable de parells trenats

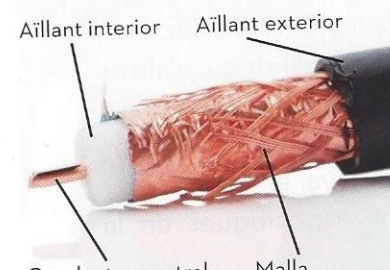


Fig. 3.2. Cable coaxial

En la **fibra òptica**, la informació viatja en impulsos de llum a través d'un filament de vidre (sílice) , el qual actua de guia del feix de llum que la travessa a gran velocitat. El feix està generat per un emissor làser o per un led. Aquest feix de llum es transmet a través de la fibra per reflexió i la fibra actua com un tub que no deixa escapar la llum. Al final de la línia de transmissió, el receptor descodifica els impulsos de llum per recuperar la informació.

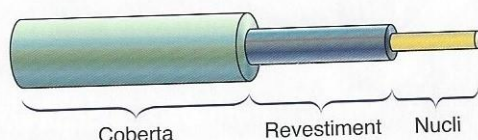


Fig. 3.3. Composició d'un cable de fibra òptica

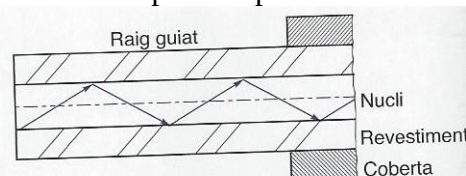
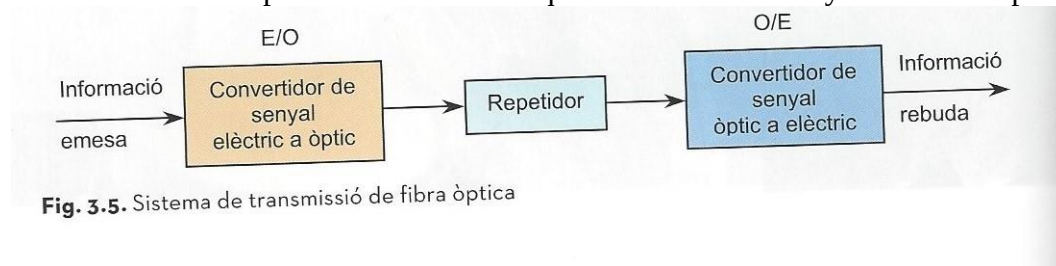


Fig. 3.4. Transmissió del feix de llum a l'interior d'un cable de fibra òptica

Atès que als cables de fibra òptica el senyal va perdent intensitat a mesura que avança, fenomen que es coneix com a << **pèrdues** >>, cal disposar al llarg del recorregut, i cada certa distància,



d'uns dispositius amplificadors que regenerin el senyal. A més, en els extrems de la línia h d'haver—hi uns dispositius convertidors que transformin el senyal elèctric a òptic i viceversa.



Els avantatges de la fibra òptica són:

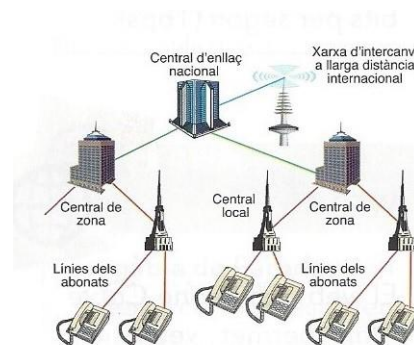
- . Gran capacitat de transmissió de dades (**amplada de banda**).
- . Elevada velocitat de transferència de la informació.
- . Insensibilitat a les interferències electromagnètiques.
- . Fiabilitat i seguretat.

Els diferents continents i illes del planeta estan interconnectats per una impressionant xarxa de **cables submarins** de comunicacions de veu i de dades. Els més antics són coaxials de coure i els més moderns són de fibra òptica.

1.2 Les centrals telefòniques

Les comunicacions de veu es gestionen de manera automàtica des de les **centrals telefòniques** que s'organitzen de forma jerarquitzada. En primer terme, cada telèfon fix es connecta a la seva central de zona amb un parell de cables (bucle d'abonat) i aquesta central es connecta amb d'altres de la mateixa categoria (locals) o superior (regionals), i així successivament fins completar la xarxa telefònica d'un país, que al seu torn es connecta amb centrals internacionals.

A les centrals telefòniques, uns equips electrònics, anomenats commutadors, dirigeixen les trucades de l'emissor al receptor cercant automàticament el camí de central a central, d'acord amb la numeració de l'abonat receptor. S'estableix una connexió punt a punt bidireccional mentre es manté la conversa. Els cables d'interconnexió entre centrals o enllaços (de fibra òptica o coaxials de coure) suporten el trànsit de comunicacions de totes les converses que es produeixen simultàniament; per tant, són connexions que han de tenir una gran amplada de banda.



Les centrals telefòniques també gestionen el trànsit de dades a través de la mateixa línia de veu amb la tecnologia **ADSL** acrònim d'**Asymmetric digital subscriber line** (línia asimètrica digital d'abonat), que aprofita la instal·lació de coure de l'abonat per mantenir simultàniament converses de veu i transferència de dades. Rep el nom d'asimètrica perquè la velocitat de



baixada de dades no és igual que la de pujada, que és molt més baixa. En una línia ADSL s'estableix tres canals de comunicació:

- . Canal de pujada o enviament de dades.
- . Canal de baixada o recepció de dades.
- . Canal de serveis de veu.

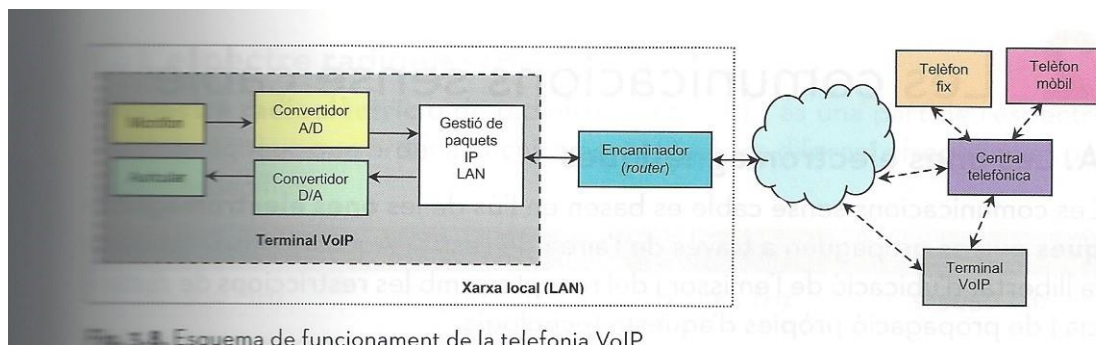
La progressiva implantació de la xarxa de fibra òptica en els nuclis urbans està canviant la tecnologia de connexió d l'abonat amb la xarxa telefònica.

Les empreses i institucions que disposen de molts terminals telefònics tenen centraletes telefòniques privades per gestionar el trànsit intern i extern de trucades. Disposen de serveis com ara trucades entre terminals interns, derivació de trucades, conversa a tres, etc. El trànsit intern que no passa per la xarxa externa no genera despesa econòmica.

1.3 Telefonía VoIP

VoIP és l'acrònim de **voice over internet protocol**, es a dir, veu sobre un protocol d'Internet. És una tecnologia que aprofita la infraestructura de la xarxa Internet per establir connexions telefòniques de veu entre punts IP. Perquè la comunicació sigui de qualitat, sense talls, ni ecos, el sistema ha de funcionar sobre una xarxa de banda ampla.

El terminal telefònic s'identifica amb una adreça IP de xarxa com un dispositiu més per tal de ser identificat. El terminal emissor converteix la veu en un senyal digital que viatja a través de la xarxa fins a un altre telèfon VoIP o fins a un telèfon tradicional. En aquest darrer cas, el senyal ha de passar diverses transformacions per adaptar-se a la xarxa telefònica convencional.



Quan els serveis de dades són a través de fibra òptica, el telèfon associat a l'equip empra la tecnologia VoIP. En aquest cas, el telèfon va connectat a l'encaminador del sistema, i només pot funcionar si el sistema té alimentació elèctrica. Els terminals telefònics VoIP van connectats a través de xarxa Ethernet amb connectors RJ45 i alguns necessiten un alimentador elèctric extern.



Fig. 3.9. Cable de xarxa amb clavilles RJ45



Fig. 3.10. Terminal telefònic VoIP connectat a xarxa local



1.4 Televisió per cable

La televisió per cable va iniciar-se amb cable coaxial, però la tecnologia actual fa que sigui distribuïda en format digital a través de les infraestructures de xarxes de dades com l'ADSL i la fibra òptica. L'amplada de banda de la connexió és molt important per disposar d'una bona qualitat d'imatge i de so i sense interrupcions. La televisió per cable es fonamenta en l'enviament de paquets d'informació que es recomponen en el dispositiu de visualització, és la tècnica anomenada **streaming**. La imatge i el so arriben al receptor << comprimides >> per tal de reduir-ne la grandària i així aconseguir una transferència més ràpida. Un dels estàndards emprats és l'MPG-2, el mateix que utilitza la TDT (televisió digital terrestre).

Els televisors també han evolucionat cap als televisors intel·ligents o SmartTV, que disposen de connexió a Internet i de les eines per gestionar la navegació.



2. Les comunicacions sense cable

A. Les ones electromagnètiques

Les comunicacions sense cables es basen en l'ús de les ones electromagnètiques que es propaguen a través de l'aire i de l'espai. Aquesta propietat dona la llibertat d'ubicació de l'emissor i del receptor, amb les restriccions de distància i de propagació pròpies d'aquesta tecnologia.

Les ones electromagnètiques estan formades per un camp elèctric i un camp magnètic que varien periòdicament en el temps. Les ones es representen com oscil·lacions en què es distingeixen dos paràmetres, un per eix, l'amplitud i el període, i un paràmetre derivat, la freqüència:

Amplitud: intensitat del senyal

Període (T): és el temps que tarda el senyal a fer un cycle complet.

Freqüència (f): nombre de cycles que completa el senyal en un segon. Es mesura en hertz (Hz), que equival a un cycle per segon. Hi ha diferents múltiples de l'hertz: kHz, MHz, GHz, THz. Freqüència i període estan relacionats:

$$F=1/T$$

La freqüència d'1 hertz equival a un període d'1 segon.

En les comunicacions per ones electromagnètiques, la freqüència de l'ona determina el canal de transmissió i les propietats de propagació.

L'ona actua de portadora de la informació, per això se la considera el canal de transmissió. La informació s'incorpora a l'ona portadora codificada amb una tècnica de modulació, el resultat de la qual és un senyal complex. Hi ha diferents tècniques, segons sigui el tipus d'informació, analògica o digital, i la forma de codificació de l'ona portadora.

B. La modulació

Les dues modulacions analògiques més conegudes són la modulació d'amplitud (AM) i la modulació de freqüència (FM). La radiodifusió comercial emet en aquestes dues modulacions, especialment en FM.

La modulació digital és la tècnica de modulació més complexa que aprofita millor el canal de comunicació. Un sistema molt simple de codificar els dos valors binaris, 0 i 1, és no emetre la portadora per transmetre un 0, i emetre la portadora per transmetre un 1. Aquesta modulació rep el nom d'ASK (amplitude shift keying).

La TDT emprava una codificació digital molt complexa anomenada COFDM (coded orthogonal frequency division multiplexing) que es caracteritza per disposar d'una amplada de banda molt elevada i incorpora un sistema de correcció d'errors en el receptor. Globalment, proporciona una qualitat de transmissió molt elevada i permet disposar de més canals simultàniament.



Fig. 3.11. Les comunicacions amb ones electromagnètiques necessiten infraestructures

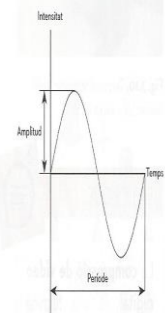


Fig. 3.12. Representació d'una ona sinusoidal

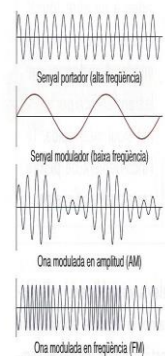


Fig. 3.13. Modulació analògica d'amplitud i de freqüència

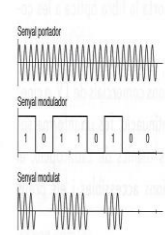


Fig. 3.14. Modulació digital ASK



C. L'espectre radioelèctric

L'espectre radioelèctric o de radiofreqüència (RF) és una part de l'espectre electromagnètic que ordena, tècnicament i legal, les diferents freqüències per a usos específics.

Radiofreqüència	Microones	Infraroja	Visible
0,1-300 MHz	0,3-300 GHz	0,3-385 THz	385-750 THz

La International Telecommunication Union (ITU) ha establert una ordenació de l'espectre radioelèctric internacionalment.

Banda	Sigles	Freqüències	Aplicacions
Freqüència ultrabaixa	ULF	300-3000 Hz	Comunicacions amb submarins. Balises per allaus.
Freqüència molt baixa	VLF	3-30 kHz	Telegrafia. Telefonía.
Freqüència baixa	LF	30-300 kHz	Navegació. Radiodifusió AM d'ona llarga.
Freqüència mitjana	MF	300-3000 kHz	Navegació. Radiodifusió AM d'ona mitjana.
Freqüència alta	HF	3-30 MHz	Radiodifusió AM d'ona curta. Radioaficionats.
Freqüència molt alta	VHF	30-300 MHz	Radiodifusió FM i televisió. Aeronàutica. Radioaficionats. Comunicacions mòbils.
Freqüència ultraalta	UHF	300-3000 MHz	Radiodifusió FM i televisió. Aeronàutica. Comunicacions mòbils. GPS
Freqüència superalta	SHF	3-30 GHz	Comunicacions satèl·lits. Telefonía mòbil per satèl·lit.
Freqüència extremadament alta	EHF	30-300 GHz	Radioastronomia.

D. La propagació i les antenes

Les ones poden emetre's a nivell de superfície terrestre (ona de superfície), però els obstacles físics limiten la seva propagació, especialment les ones de baixa freqüència. Les ones d'alta freqüència tenen més facilitat per superar-los.

Si les ones s'orienten cap a l'atmosfera, a la part alta, entre 70 km i 800 km, es troben amb la ionosfera, que actua de barrera per les ones de freqüència inferior a 30 MHz i les reflecteix amb el mateix angle que incideixen. Aquesta propietat permet establir comunicacions entre punts distants més enllà del que deixa la curvatura terrestre. Per aquest motiu, en receptors d'ona curta es poden rebre emissions molt llunyanes.

Les antenes són una part fonamentalment en qualsevol equip de radiocomunicació, atès que d'aquestes depèn una bona propagació i una bona sensibilitat de recepció. Les antenes estan dissenyades amb materials conductors, com l'alumini, i tenen com a objectiu radiar o captar la màxima quantitat d'energia electromagnètica.

La **direccionalitat** és una de les característiques que determinen el seu comportament i la seva aplicació.



Les **antenes direccionals** emprades en emissions emeten cap a una regió delimitada de manera molt eficaç. En recepció, permeten tenir una elevada sensibilitat i guany quan s'orienten directament cap a l'antena emissora. Per obtenir la millor recepció sempre han d'orientar-se en dos eixos, el vertical i l'horitzontal, buscant el punt de màxima intensitat.

En una antena parabòlica, l'element que transforma l'ona electromagnètica en una tensió elèctrica està situat en el punt geomètric del focus de la paràbola, just on es concentren les ones reflectides.



Les **antenes omnidireccionals** estan destinades a aplicacions en què l'emissor i/o el receptor poden variar de posició. Això fa que la propagació s'hagi de fer en totes les direccions i que l'aparell receptor hagi de tenir molta sensibilitat. Aquest sistema demana que l'antena emeti amb més potència per poder abastar més territori. També es poden posar diverses antenes orientades de manera que cobreixin tots els punts cardinals. Empren antenes omnidireccionals els receptors de radio, els telèfons mòbils, els walkie-talkie, els encaminadors i dispositius que es connecten per Wi-Fi.



2.1 Radiocomunicació

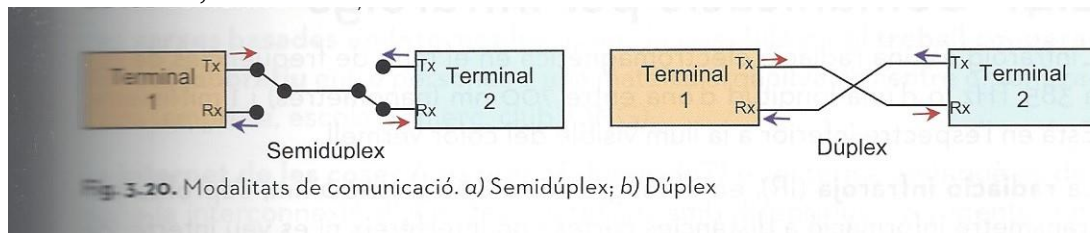
La radiocomunicació és una de les principals aplicacions de les ones electromagnètiques que permet establir connexió entre punts fixos o punts mòbils, i es poden crear xarxes específiques. Entre aquestes hi trobem: protecció civil, navegació marítima, navegació aèria, radioaficionats, radiotaxi.

Cada una d'aquestes empra bandes de freqüències i modulacions específiques segons les seves necessitats. Algunes encripten les comunicacions perquè si són interceptades no puguin ser utilitzades il·legalment.

Operar en algunes d'aquestes bandes requereix formació tècnica i autoritzacions o llicències oficials. En la major part, la comunicació és del tipus semidúplex (half-duplex), això vol dir que no pot haver-hi diàleg simultani, sinó un missatge unidireccional i, a continuació, la resposta; és



el sistema emprat en els walkie-talkie. En canvi, en un sistema dúplex (full-duplex), la conversa pot ser simultània, però necessita ocupar dos canals de freqüència per cada una de les comunicacions, és el cas dels telèfons mòbils.



2.2 Comunicacions per satèl·lit

Els satèl·lits de comunicacions han suposat una avenç tecnològic que ha permès superar les limitacions en les comunicacions per ones de superfície a és d'aportar nous serveis. Aquests satèl·lits tenen posicions geostacionàries a 36000 km, és a dir, mantenen la seva posició relativa respecte de la Terra, de manera que cobreixen sempre les mateixes zones. Per mantenir-se operatius s'alimenten d'energia solar que capten amb les plaques fotovoltaïques. El senyal de pujada és d'una freqüència més elevada que el senyal de baixada per no interferir-se.

Les aplicacions dels satèl·lits de comunicacions són: telefonia mòbil directa, reemissió de canals de ràdio i televisió, reemissió de senyals de telecomunicació de veu i dades, connexió a Internet.



Fig. 3.22. Satèl·lit de comunicacions amb plaques solars fotovoltaïques i antena parabòlica

2.3 Wi-Fi i Bluetooth

Wi-Fi (Wireless fidelity) i Bluetooth són dues tecnologies destinades a comunicar dispositius digitals per radiofreqüència. Les dues treballen a 2.4 GHz en canals diferents per no interferir-se. La Wi-Fi també treballa a 5 GHz.

La tecnologia Wi-Fi s'empra per generar accés sense fils a xarxes locals per intercanviar dades i accedir a Internet. Un punt d'accés pot arribar a tenir una cobertura d'uns 20 metres en l'interior d'un edifici, i un centenar en camp obert. La taxa de transferència pot estar, segons l'estàndard, entre 11 Mbps (802.11b) i 1 Gbps (802.11ac).

La tecnologia Bluetooth està destinada a interconnectar dispositius mòbils per intercanviar dades. En la versió 4.0 té una taxa de transferència màxima de 32 Mbps, consumeix poca energia, porta una codificació que fa segura la comunicació i pot tenir un camp d'acció de fins a 20 m.



2.4 Comunicació per infraroigs

L'infraroig és una radiació electromagnètica en el rang de freqüències de 0.3 a 385 THz, o d'una longitud d'ona entre 700 nm (nanòmetres) i 1 mil·límetre. Està en l'espectre inferior a la llum visible del color vermell.

La **radiació infraroja** (IR), en el rang d'entre 800 i 1000 nm, s'aprofita per transmetre informació a distàncies curtes i no interfereix ni es veu interferida per les ones de ràdio ni per la llum ambiental. Això fa que sigui idònia per comunicacions a curta distància i amb recursos tecnològics simples. La radiació és molt direccional i la seva propagació es veu afectada pels obstacles.

El sistema de comunicació consta d'un díode emissor de llum infraroja i d'un fotodíode o fototransistor sensible a la radiació infraroja. L'emissor emet impulsos de llum que són rebuts pel receptor.

S'empra en els comandaments a distància d'aparells domèstics amb un sistema de codificació preestablert que permeti la diferenciació d'ordres de comandament i la compatibilitat amb altres dispositius simultàniament.

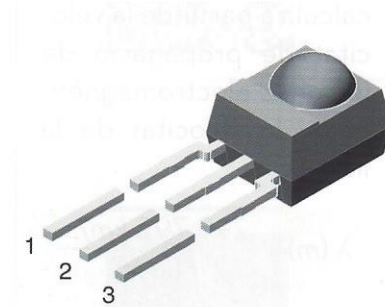


Fig. 3.23. Receptor d'infraroig

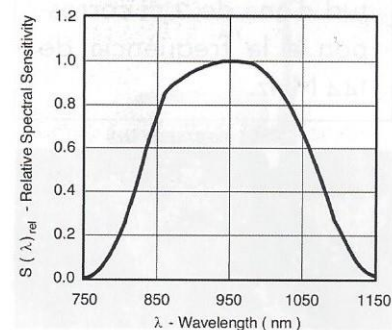


Fig. 3.24. Corba de resposta d'un receptor d'infraroig



3. Les xarxes de comunicació

La comunicació en xarxa s'ha convertit en una realitat en creixent expansió que ha esdevingut una eina amb gran potencialitat pel que fa a la difusió i la gestió de la informació. Les infraestructures físiques i lògiques de les xarxes han permès fer un salt impressionant basat en les tecnologies digitals. La **connectivitat** amb l'àmbit físic és un suport imprescindible per a la creació d'una xarxa, que amb els **protocols de comunicació, el programari de xarxa**, i les tecnologies de la comunicació esdevenen un instrument que interconnecta el món.

Les xarxes industrials permeten que les màquines intercanviïn informació per gestionar eficaçment la producció en una planta o en tota una empresa, optimitzant la productivitat, la gestió d'estocs de material produït i del material en magatzem. El sistema de gestió **Just in time** (JIT) requereix d'una potent xarxa per coordinar tot el procés, des de la compra d'un article fins al seu lliurament.

Les xarxes basades en Internet han obert la possibilitat del treball cooperatiu i col·laboratiu entre persones d'una mateixa organització i entre organitzacions (empresa, escola, comerç, club, ONG).

La internet de les coses (internet of things, IoT) és el terme amb què es designa la interconnexió d'objectes quotidians amb dispositius intel·ligents connectats a la xarxa Internet per tal de proporcionar dades sobre l'estat del dispositiu, i gestionar-les en xarxes.

3.1 Xarxes socials

Les xarxes socials posen en contacte persones per afinitats, interessos, relacions personals o laborals. Són un instrument de comunicació de masses que pot ser emprat de moltes maneres. Una xarxa social permet triar entre una gestió privada i una gestió pública de la informació. En una xarxa social, una part de la informació pot restringir-se a un contacte o a un grup de contactes, i una altra part ser oberta a tothom. És convenient afegir com a contactes només persones que coneguem realment.

Algunes xarxes socials han estat pensades específicament per establir relacions personals d'amistat, d'aficions, d'opinió, com **Facebook i Twitter**, d'altres, per establir contacte de perfils professionals com **LinkedIn**. A banda, altres entorns han incorporat la potencialitat de les xarxes socials, com **Google +, Youtube, Whatsapp o Line**. Algunes han sorgit directament de la compartició d'imatges com **Flicker i Instagram**.

3.2 Seguretat i privacitat de les dades

La seguretat i la privacitat de les dades són primordials en un món cada vegada més interconnectat per les quals hem de vetllar.

Les **xarxes Wi-Fi amb accés restringit** tenen sistemes amb diferent grau de protecció que es determinen en la configuració de punt d'accés.

Navegar a través de les xarxes **Wi-Fi obertes** exposa les nostres dades a se capturades de manera il·legal. Per aquest motiu, és aconsellable usar-les amb precaució i navegar amb un sistema de **xarxa privada virtual VPN** (virtual private network) que estableix una connexió segura.

Per incrementar la **seguretat** de la Wi-Fi, en el punt d'accés cal:

- Modificar el protocol de seguretat a WPA2 i xifrat AES o superiors.



- Canviar la contrasenya inicial de l'equip per una contrasenya segura (incloure-hi majúscules, minúscules i nombres).
- Canviar el nom per defecte de la xarxa per que no identifiqui la companyia que ens presta el servei.

En una **xarxa social**, cada usuari ha de crear un **perfil** amb les dades personals que l'identifiquen. Cal ser curosos amb la difusió de dades personals, especialment en el cas de menors, que puguin ser emprades per tercers.

En una xarxa social cal ser molt conscients que **qualsevol informació**, opinió, imatge, fotografia, vídeo o enregistrament d'àudio que es difongui **esdevé pública**, especialment si és en la part oberta a tots els usuaris. Una vegada s'ha fet una publicació, no sabem el recorregut, ni el temps, que estarà en mans d'altres usuaris.

El que és una gran aportació de les xarxes socials és alhora un risc si se'n fa un mal ús. La publicació d'imatges de tercers, informació relativa a altres persones, opinions irrespectuoses o ofensives poden ser incorrectes i, fins i tot, delictes. La facilitat i l'aparent anonimat i impunitat que ofereixen les xarxes fa pensar que tot és permès, i res més lluny de la realitat.