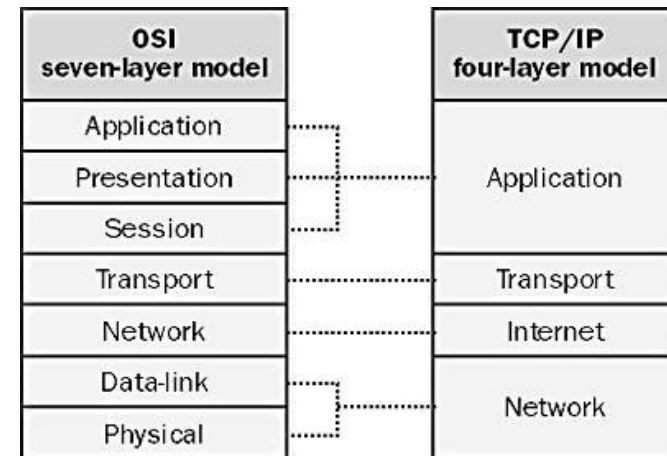


Introducció a les Comunicacions

Xarxes

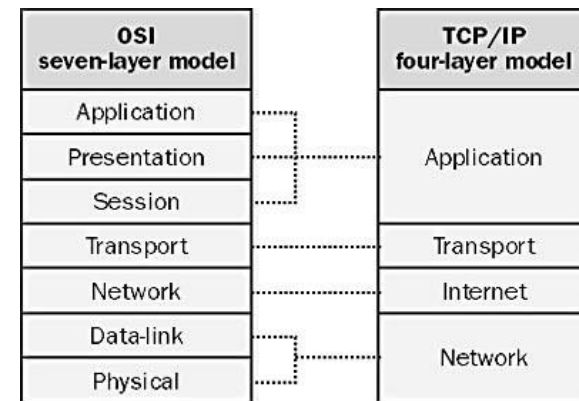
Curs 2021-2022



Intro

Estructura de la xarxa de comunicacions:

- Estacions de treball
- Xarxa Local
- Servidors
- Switches, Routers, encaminadors
- Xarxa d'accés
- Xarxa de trànsit o nucli de la xarxa



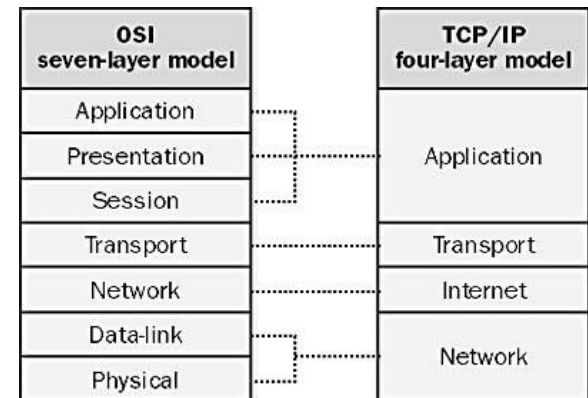
https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_telecomunicaci%C3%B3n

Intro

Una xarxa de comunicacions es el conjunt de medis, tecnologies i facilitats en general, necessaris per a l'intercanvi de:

- Informació
- Arxius
- Multimèdia

Entre els usuaris de la xarxa.



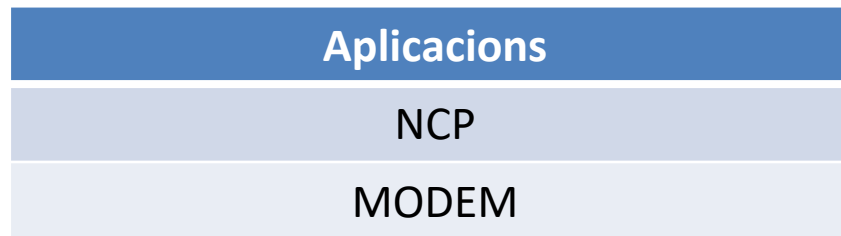
https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_telecomunicaci%C3%B3n

Intro

- Les primeres dades que es tenen del concepte de xarxes data de finals dels anys 50 del segle passat
- Les primeres implementacions reals de una xarxa de ordinadors data de finals del 80 i la dècada dels 90 del s. XX
- El concepte de xarxa d'ordinadors el defineix Licklider el gener de 1960.
- En 1962 Licklider entra a treballar a l'agència ARPA (Advanced Research Projects Agency) dels EEUU. <https://www.nih.gov/arpa-h>
- El concepte final del que ha de ser una xarxa d'ordinadors comença a definir-se dins la ARPA el 1967
- Els problemes que es troben en aquell moment són dos:

Intro

- Interconnectar un conjunt d'ordinadors fent servir la xarxa telefònica
- Establir un protocol de comunicacions
- Per simplificar el disseny s'estableix una estructura de capes
- La base de la comunicació era el Network Control Protocol, que gestionava les comunicacions
- Per sobre estaven les aplicacions, independents del protocol
- Per sota la part més física: El MODEM



Internet: the ARPAnet Project



http://bradleyhardin.com/computer_apps/lessons/arpanet_history_files/arpanet33.jpg

Internet

- Aquesta estructura simplifica els canvis posteriors
- Els primers nodes de la ARPAnet es connecten el 1969
 - Eren enllaços punt a punt
 - En aquest moment era una xarxa d'àrea gran (Wide Area Network)
 - Es fa servir la primera versió del Network Control Protocol per intercanviar informació
 - En 1971 el [NCP](#) arriba a la seva plenitud, formant una xarxa de 15 nodes.
 - A partir d'aquí s'anirà degradant pel seu propi creixement (mor d'èxit)
 - En 1974 s'especifica el Transport Control Protocol /TCP)
 - Fonamentat en la commutació de paquets
 - La idea principal dels anys 60 és que la xarxa funcioni en cas de guerra nuclear

Internet



- En 1977 s'introdueix TCP. Es comença a treballar en el model OSI
 - El nombre de nodes arriba als 100
- En 1978 s'introdueix el Internet Protocol per interconnectar xarxes
- Es crea el model OSI (Open Systems Interconnection - ISO/IEC 7498-1)
- En 1983 TCP/IP és la base de Arpanet i neix el Domain Name System
- En 1986 es crea l'espina dorsal de [NSFnet](#) (5000 nodes)
- En 1989 s'arriben als 100.000 nodes i neix la Internet Engineering Task Force
- En 1990 Internet passa a ser comercial
- En 1994 el nombre de nodes és 3.000.000
 - Per la NSFnet passen 3 billions de bytes al mes



Mòdem de Telefónica (1200 bps)

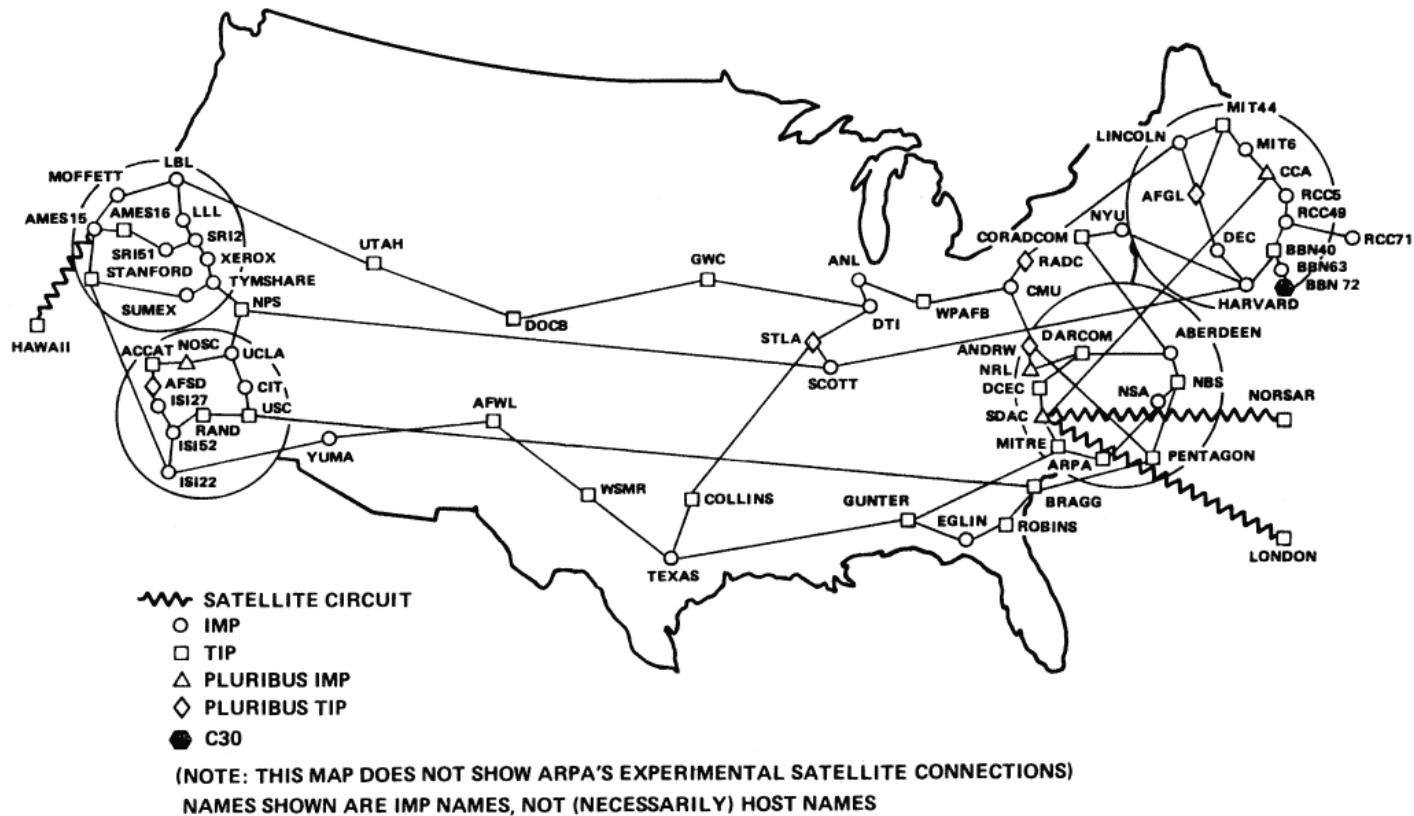
La primera connexió a Catalunya

La primera connexió a EARN/BITNET va ser entre el node EB0UAB51 de la UAB i el node EB0UB011 de la UB. La connexió internacional va ser entre la Universitat de Montpeller i la de Barcelona. Madrid i València “penjaven” de Barcelona. Amb aquest mòdem, l'any 1990, es va establir la primera connexió a internet de Catalunya. El primer contacte es va fer amb el servidor de ftp anònim <ftp.simtel.mil>.



Internet

ARPANET GEOGRAPHIC MAP, OCTOBER 1980



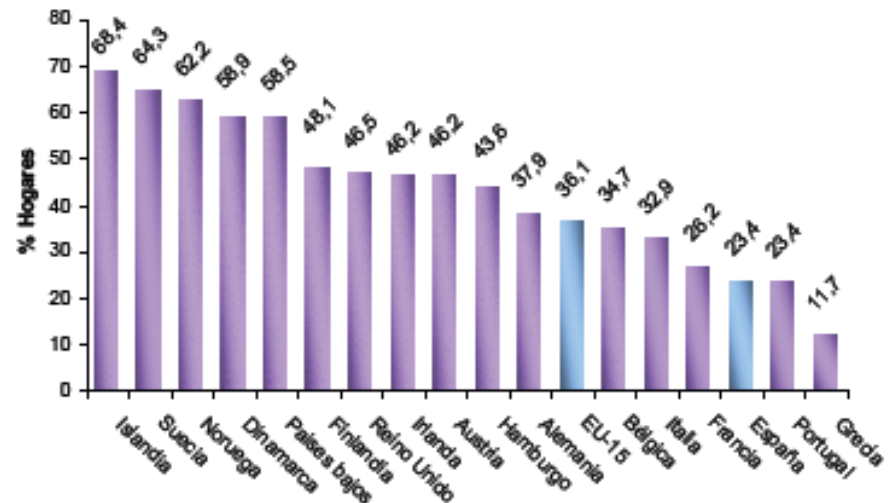
<http://personalpages.manchester.ac.uk/staff/m.dodge/cybergeography/atlas/arpnet4.gif>

Internet

- Protocols d'aplicació:
 - E-mail (1971): Permet intercanviar missatges
 - Telnet (1972): Permet la connexió a una màquina remota
 - FTP (1973): Dona accés de forma remota a fitxers
 - www (1991): Documents d'hipertext enllaçats
- En 1992 es presenta Mosaic i amb ell comença la revolució de la informació
- En 1994 es presenta el primer navegador de Netscape
- En 1995 es presenta Java
- Es funda Amazon
- Microsoft presenta Internet Explorer

Internet

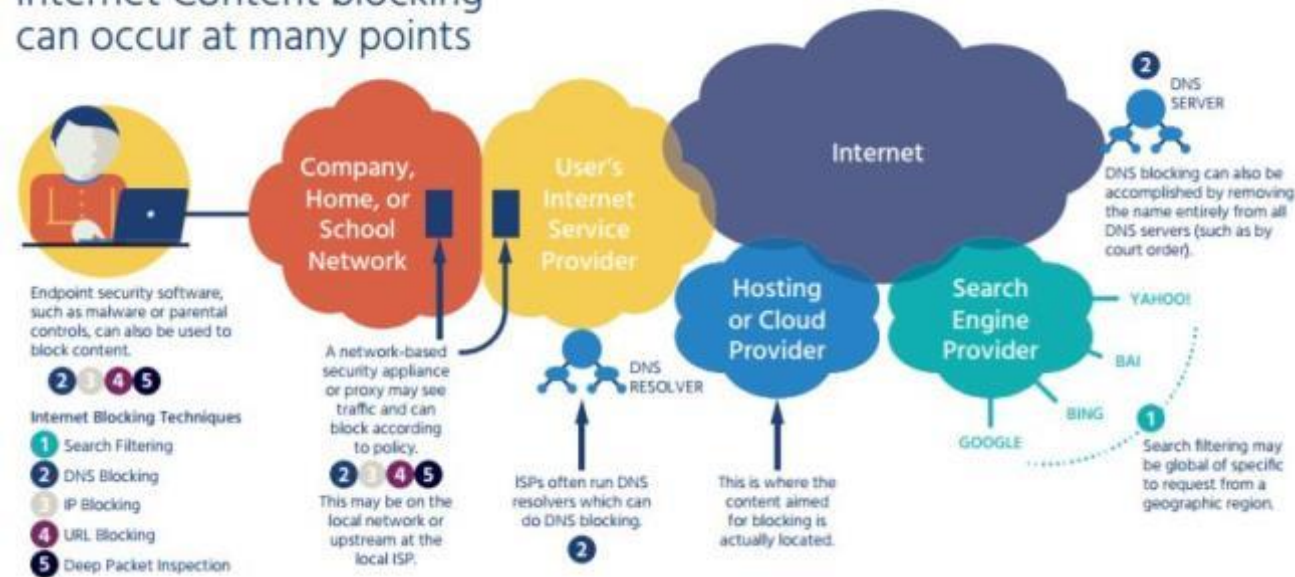
- En 1996 Netscape crea el Javascript, que dota de interactivitat al navegador
- En paral·lel, Microsoft introdueix els components ActiveX
- En 1997 hi ha 1 milió de servidors www
- Internet es converteix en el motor de l'últim cycle econòmic
- En 2001 en España, la penetració de Internet encara era reduïda (23,4%)
- En 2015 ja arriba al 64,8%
- En 2016 65,2%
- 2017: 65,5%



Organització de Internet

- HOST
- Xarxa d'accés
- LAN
- WAN
- Proveïdor de serveis
- Router
- Switch
- Bitrate de la línia
- Tassa de transferència

Internet Content blocking can occur at many points



Internet

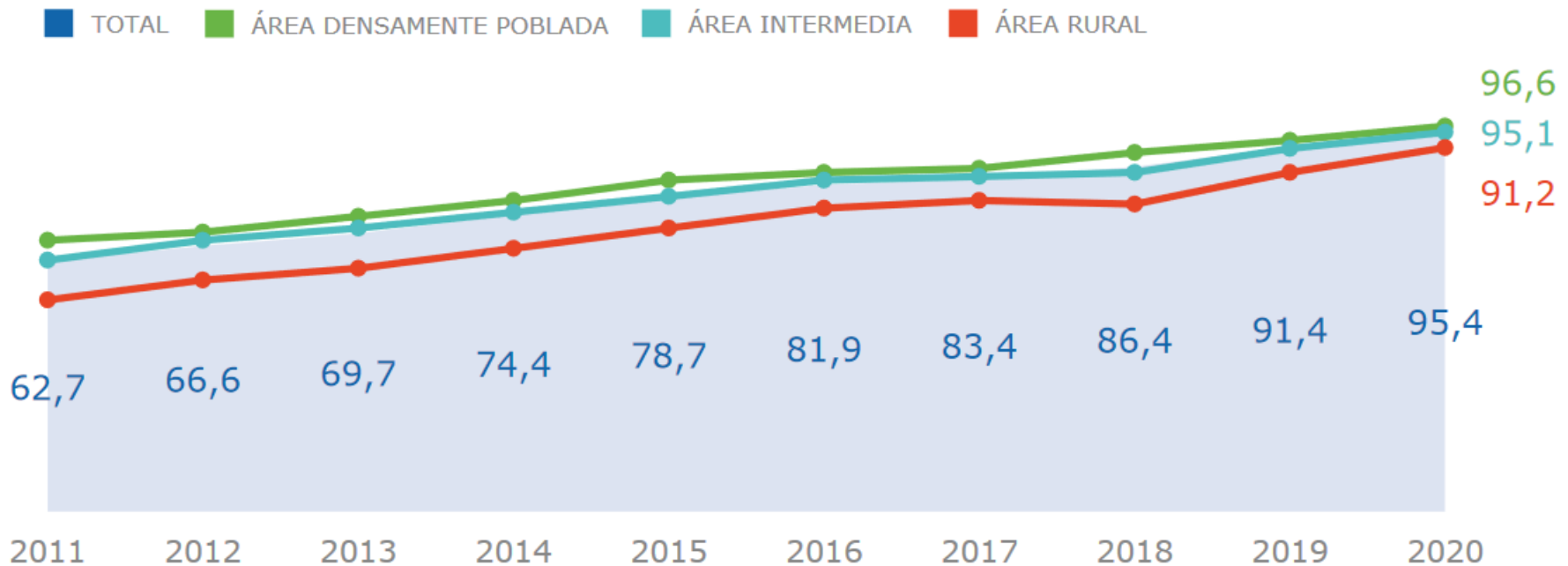


GRÁFICO 3
EVOLUCIÓN DEL ACCESO A INTERNET EN HOGARES, ESPAÑA (2011-2020)(%)

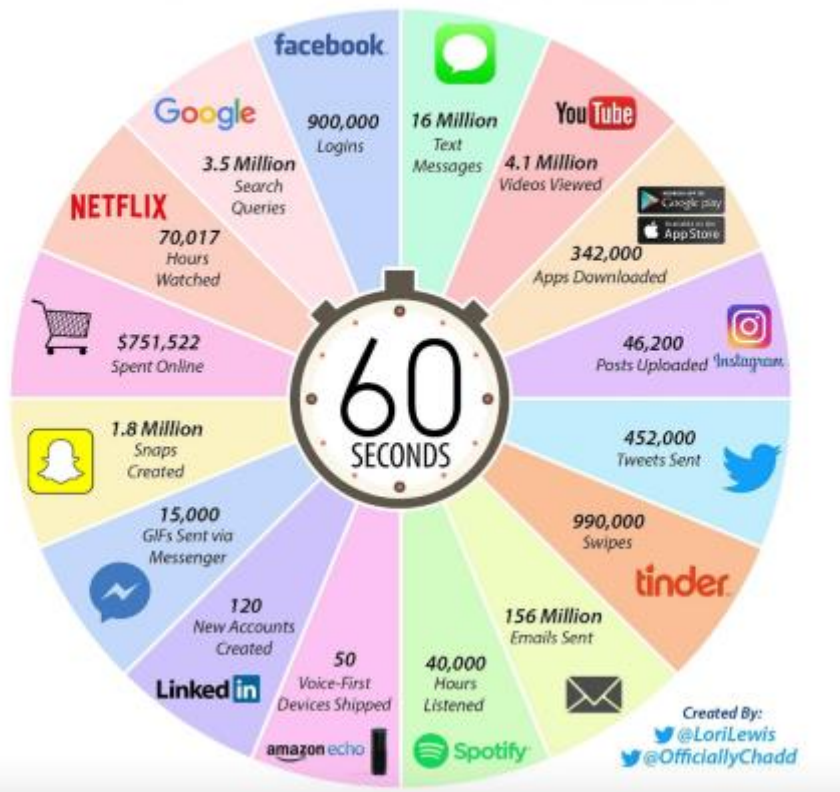
43 milions d'espanyols ja tenen accés a Internet en 2019 => Això són 4 milions més que en 2018!!

<https://wearesocial.com/es/digital-2019-espana>

https://www.ontsi.es/sites/ontsi/files/2022-01/tecnologiasociedadepa%C3%B1a2021_0.pdf

Accés a Internet

2017 *This Is What Happens In An Internet Minute*



2018 *This Is What Happens In An Internet Minute*



Imatges obtingudes del World Economic Forum (2018) i de Visual Capitalist (2017)
<https://www.weforum.org/agenda/2018/05/what-happens-in-an-internet-minute-in-2018>

[http://www.visualcapitalist.com/happens-internet-minute-2017/...](http://www.visualcapitalist.com/happens-internet-minute-2017/)

Accès a Internet

2019 *This Is What Happens In An Internet Minute*



2020 *This Is What Happens In An Internet Minute*



Accés a Internet

2021 *This Is What Happens In An Internet Minute*

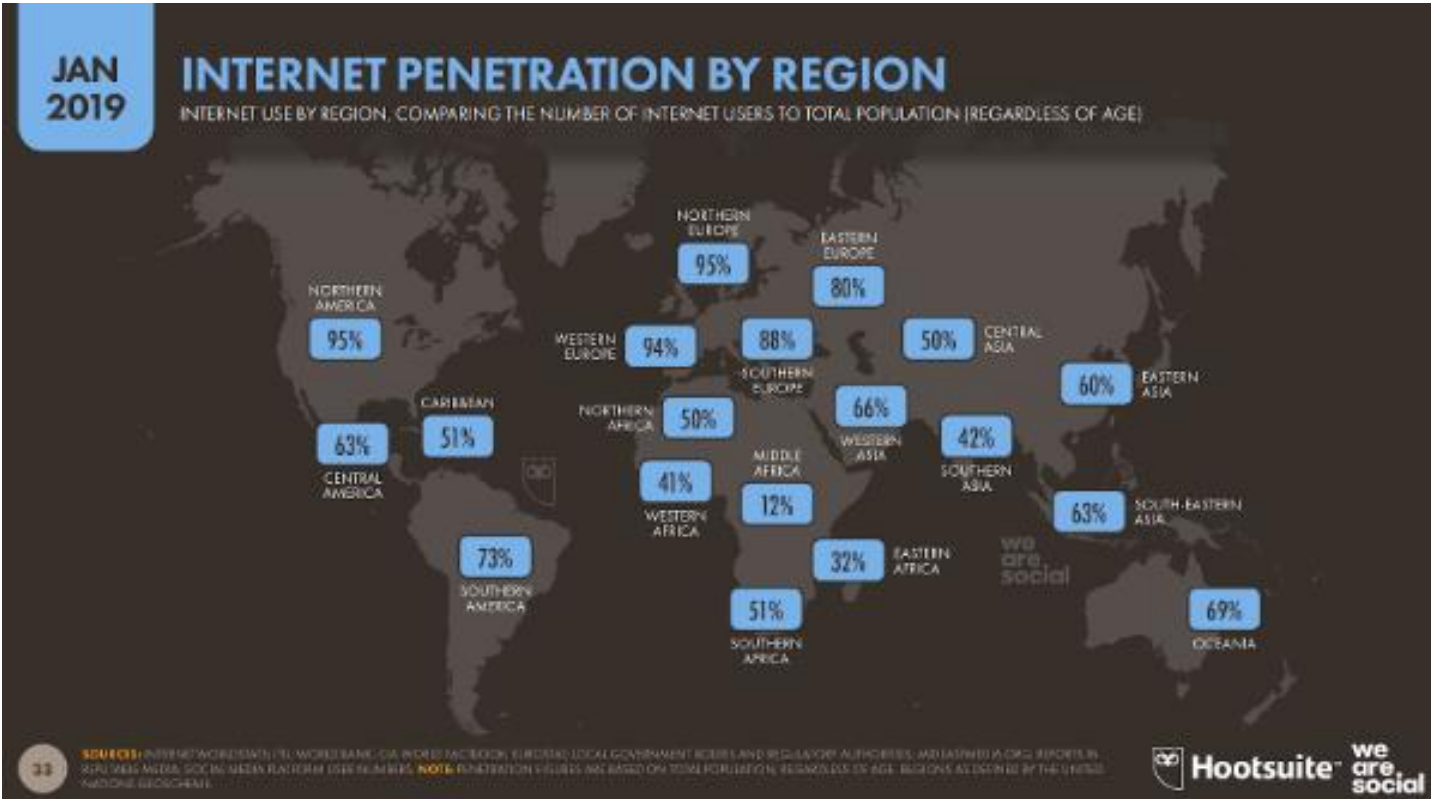
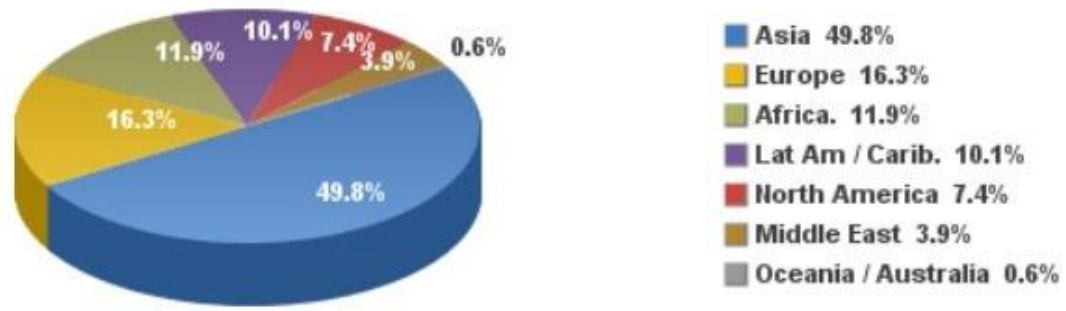


4.39 billion Internet users

There are 4.39 billion internet users in 2019, an increase of 366 million (9 percent) versus January 2018.

There are 3.48 billion social media users in 2019, with the worldwide total growing by 288 million (9 percent) since this time last year.

Internet Users in the World by Regions - 2019 JUNE - Updated



Evolució de les comunicacions

1G

- Frequency: 150MHz / 900MHz
- Bandwidth: Analog telecommunication (30KHz)
- Characteristic: First wireless communication
- Technology: Analog cellular
- Capacity (data rate): 2kbps
- From 1980 to 1990
- Bad voice quality
- Poor battery, cellphones
- Big cellphones
- Better than nothing, at least its wireless and mobile



2G

- Frequency: 1.8GHz (900MHz), digital telecommunication
- Bandwidth: 900MHz (25MHz)
- Characteristic: Digital
- Technology: Digital cellular, GSM
- Capacity (data rate): 64kbps
- Why better than 1G?
- From 1991 to 2000
- Allows txt msg service
- Signal must be strong or else weak digital signal
- 2.5G
 - 2G cellular technology with GPRS
 - E-Mails
 - Web browsing
 - Camera phones



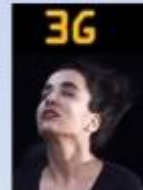
3G

- Frequency: 1.6 – 2.0 GHz
- Bandwidth: 100MHz
- Characteristic: Digital broadband, increased speed
- Technology: CDMA, UMTS, EDGE
- Capacity (data rate): 144kbps – 2Mbps
- Why better than 2G?
- From 2000 to 2010
- Called smartphones
- Video calls
- Fast communication
- Mobil TV
- 3G phones rather expensive



4G

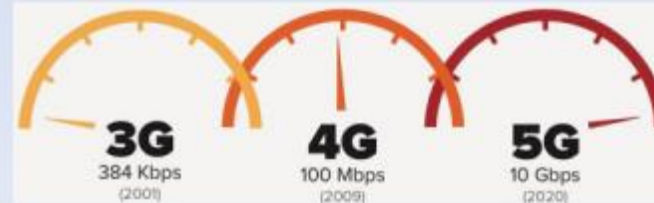
- Frequency: 2 – 8 GHz
- Bandwidth: 100MHz
- Characteristic: High speed, all IP
- Technology: LTE, WiFi
- Capacity (data rate): 100Mbps – 1Gbps
- Why better than 3G?
- From 2010 to today (2020?)
- MAGIC
 - Mobile multimedia
 - Anytime, anywhere
 - Global mobile support
 - Integrated wireless solutions
 - Customized personal service
- Good QoS + high security
- Bigger battery usage



Evolució de les comunicacions

5G

- <https://5g.co.uk/guides/5g-frequencies-in-the-uk-what-you-need-to-know/>
- Capacity (data rate): 1Gbps – ULIMITED?
- Why better than 4G?
- From X (2020?) to Y (2030?)
- High speed and capacity
- Faster data transmission than 4G
- Supports
 - Interactive multimedia
 - Voice streaming
 - Buckle up.. Internet
- More efficient



Nous sistemes de comunicacions

- Starlink

[Starlink - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

- OneWeb

[OneWeb - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

- Samsung

- Altres?

El model de referència OSI

- Les primeres xarxes empresarials es basaven en sistemes propietaris
 - L'objectiu era crear oligopolis
 - Només els meus productes poden treballar i interactuar entre sí
- Els usuaris, poc a poc s'adonen de la trampa en la que es troben, depenen de un sol distribuïdor. Comencen a buscar solucions obertes
- La ISO (Organització Internacional de Normes) introdueix el model OSI (Open Systems Interconnection) on s'estableixen les bases de la normativa

El model de referència OSI

- El model OSI proporciona un marc de referència sobre el qual definir les normes d'una determinada xarxa
- Exemples d'aplicació són:
 - Interconnexió d'una estació de treball i un servidor de fitxers
 - Intercanvi de correu electrònic
 - Comunicació entre un robot i un centre de control

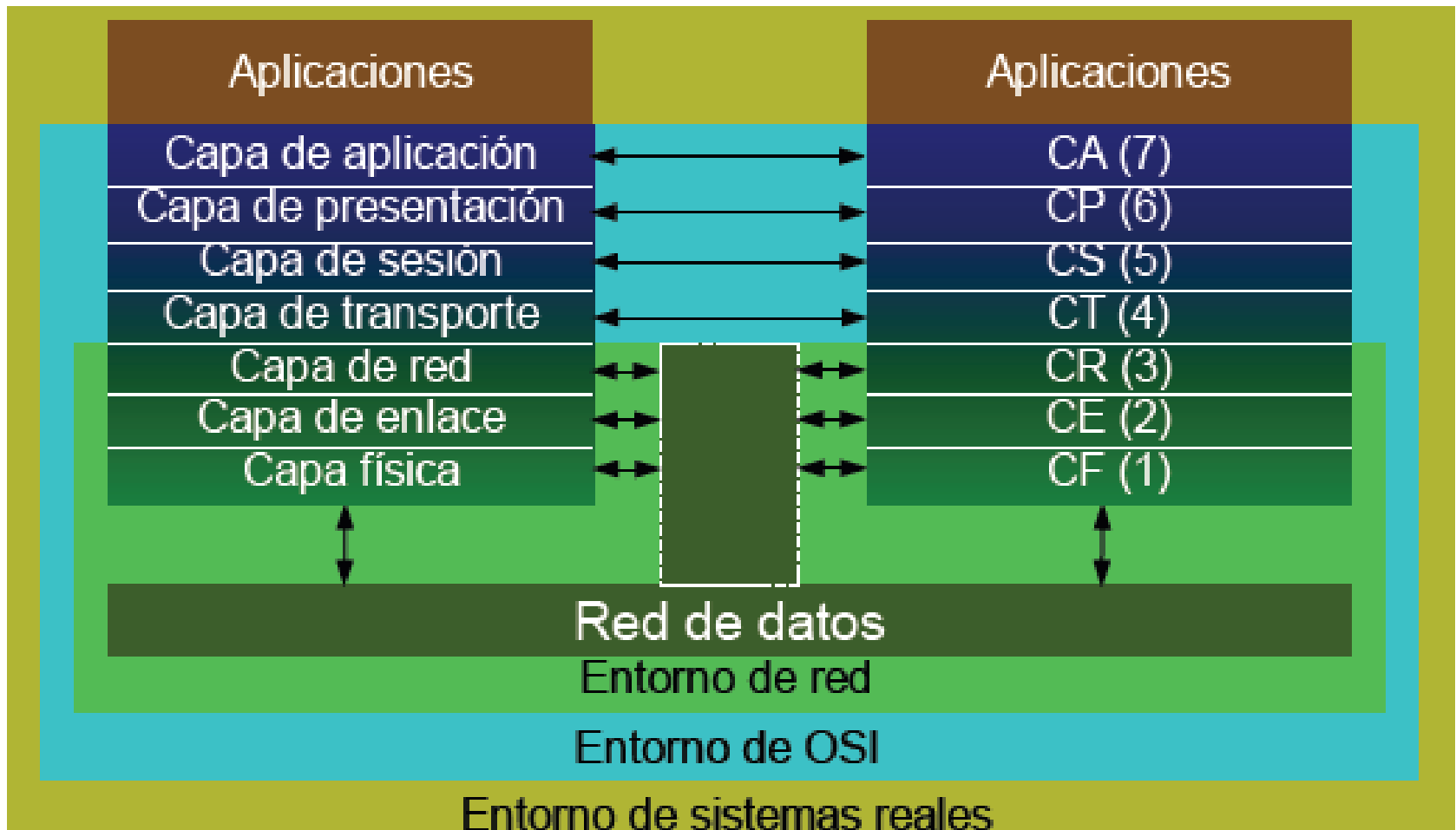
El model de referència OSI

- Dintre de model OSI podem establir tres entorns clarament diferenciats
 - Entorn de xarxa: Protocols i normes específics d'una determinada xarxa com pot ser la definida per Ethernet o Token – Ring
 - Entorn OSI: Aquest entorn correspon amb l'entorn de xarxa i afegeix altres protocols i normes orientats a la comunicació entre aplicacions.
 - Entorn de sistemes reals: Aplicacions que aprofiten l'entorn OSI i que executen determinades tasques de forma distribuïda

El concepte de capa

- Els entorns de xarxa i OSI es divideixen a l'hora en capes
- Una capa realitza una sèrie de funcions que li permeten comunicar-se amb una altra capa equivalent en un altre sistema fent servir un **Protocol**
- Cada capa té una interfase establerta amb les immediates superior i inferior. La capa *i* ofereix **serveis** (ex. Enviant un datagrama a una adreça) a la capa *i+1* a través dels **SAP** (Service Access Point)
- La implementació de cada capa és independent de les altres
- Capes iguals intercanvien entre elles PDUs (Protocol Data Units) consistents en un Header i un Payload

Capas del model OSI



Capes del model OSI



- Aplicació
 - Accés a l'entorn OSI per als usuaris i serveis de informació distribuïda (semàntica). Defineix els protocols utilitzats per les aplicacions per intercanviar dades.
- In other words:*
- *“The application layer is used by end-user software such as web browsers and email clients. It provides protocols that allow software to send and receive information and present meaningful data to users. **The OSI model defines the application layer as only the interface responsible for communicating with host-based and user-facing applications**”*

*Semàntica: (del grec semantios, que té significat). Referit a aspectes del significat, sentit o interpretació de signes, símbols o expressions

*Sintaxis: Part de la gramàtica que estudia les formes de combinar les paraules, així com les relacions sintamàtiques i paradigmàtiques entre elles.

Capes del model OSI

Aplicación
Presentación
Sesión
Transporte
Red
Enlace
Física

- Presentació
 - Proporciona als processos d'aplicació independència respecte a les diferències en la representació de les dades (sintaxis), codificació de text, numèrica, ...
 - Representació interna
 - Compresió de dades, criptografia
 - The presentation layer ensures the information that the application layer of one system sends out is readable by the application layer of another system.
 - Services:
 - [Data conversión](#) is the conversion of computer data from one format to another.
 - [Character code translation](#) As a result of having many character encoding methods in use (and the need for backward compatibility with archived data), many computer programs have been developed to translate data between encoding schemes as a form of data transcoding
 - [Compression](#)^[2]
 - [Encryption and Decryption](#) For example, when logging on to bank account sites the presentation layer will decrypt the data as it is received.
 - [Serialization](#) of complex data structures into flat byte-strings (using mechanisms such as XML)

*Semàntica: (del grec semantios, que té significat). Referit a aspectes del significat, sentit o interpretació de signes, símbols o expressions

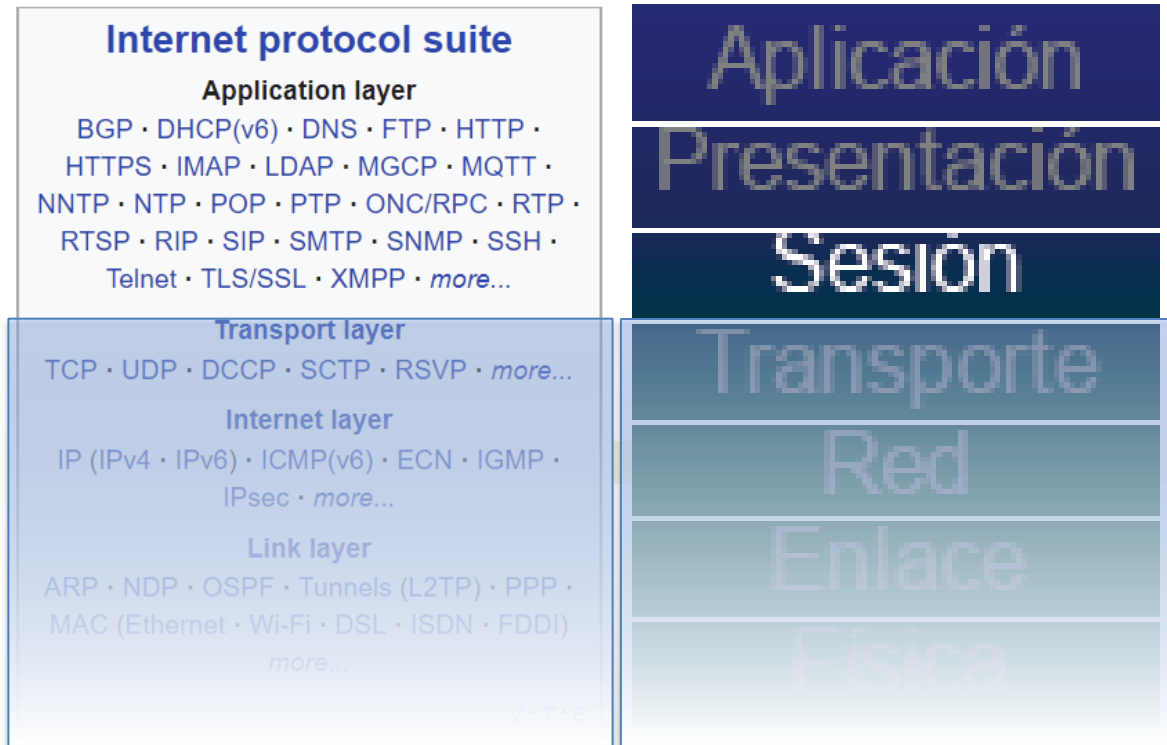
*Sintaxis: Part de la gramàtica que estudia les formes de combinar les paraules, així com les relacions sintamàtiques i paradigmàtiques entre elles.

Capes del model OSI



- Sessió
 - Control de comunicació entre les aplicacions
 - Estableix, gestiona i tanca les connexions (sessions) entre les aplicacions cooperadores (LOGIN)
 - Sincronització
 - Control del diàleg
 - Gestió de testimonis (tokens)

Capes del model OSI



Capes del model OSI



- Transport
 - Seguretat, transferència transparent de dades entre nodes extrems, amb recuperació de errors i control de flux origen – destí
 - Unitat d'informació: Segment
 - Divisió de la informació en segments
 - Gestió de la mida de paquets
 - Multiplexació de connexions
 - Tipus de servei (punt a punt, difusió)
 - Assignació de connexió a procés
 - Establiment i alliberament de la connexió
 - Control de flux

Capes del model OSI

Aplicación
Presentación
Sesión
Transporte
Red
Enlace
Física

- Xarxa
 - Independència dels nivells superiors respecte a les tècniques de commutació i transmissió
 - Responsable de l'establiment, manteniment i tancament de les connexions
 - Unitat d'informació: El paquet
 - Operacions de la subxarxa
 - "Enrutament" o encaminament
 - Control de congestió
 - Tarificació
 - Dificultats per les diferències entre xarxes (adreces, mides, protocols)

Capes del model OSI



- Enllaç de dades
 - Servei de transferència de dades segures a través de l'enllaç físic. Envia blocs de dades (trames) gestionant la sincronització, el control d'errors i de flux
 - Unitat d'informació: la trama
 - Control d'errors
 - Establiment dels límits de les trames
 - Gestió de trames duplicades, errònies o perdudes
 - Control de flux

Capes del model OSI



- Física
 - Transmissió de cadenes de bits no estructurats per sobre del mitjà físic
 - Unitat d'informació: el bit
 - Característiques elèctriques i mecàniques
 - Tipus de transmissió
 - Com s'estableix i finalitza la connexió?

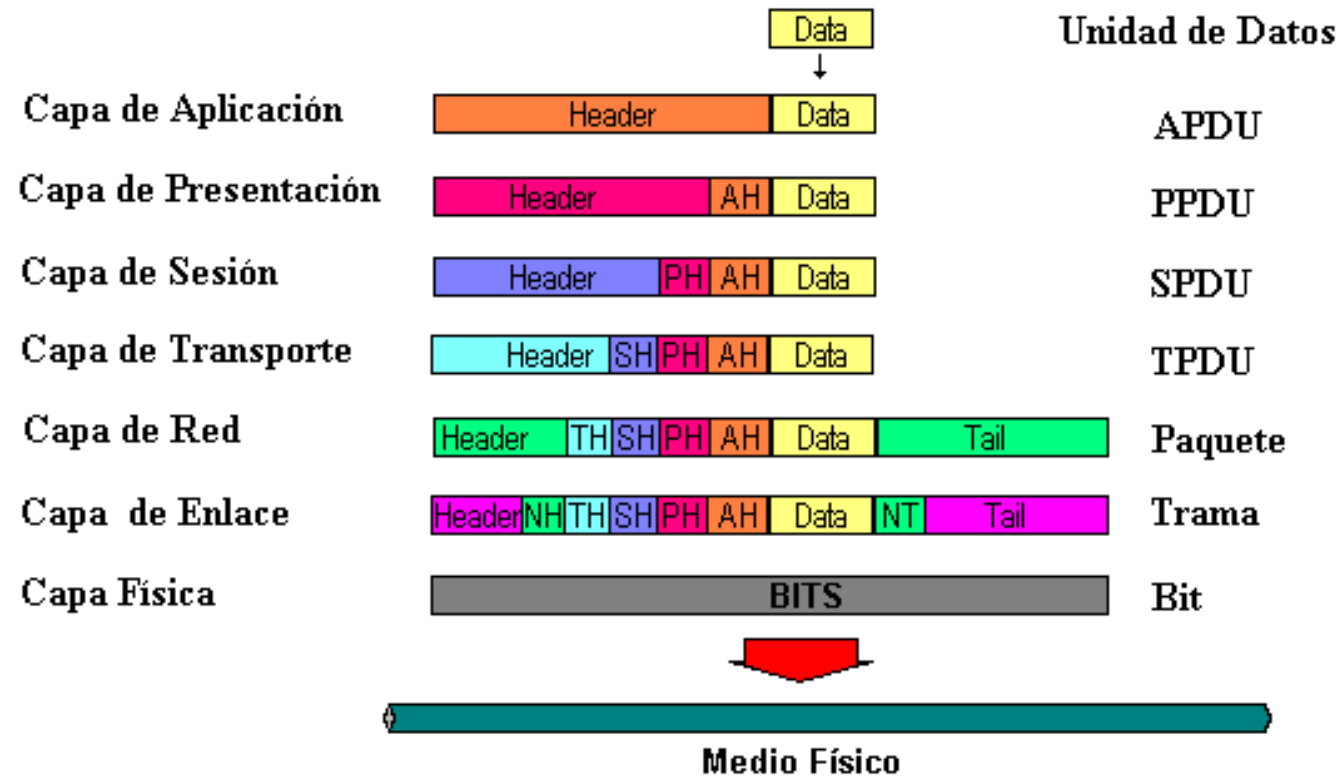
Capes del model OSI

LA PILA OSI



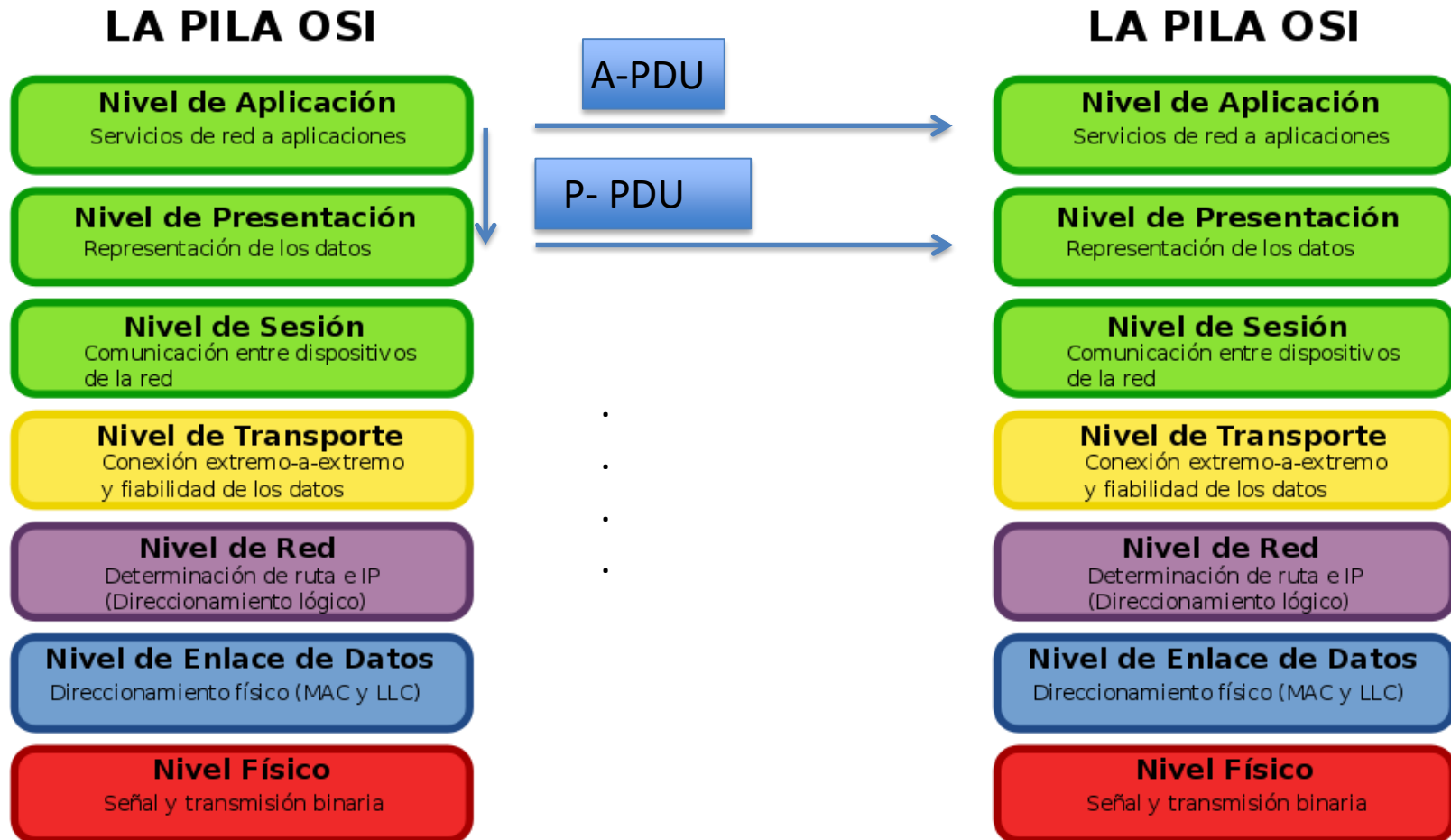
*imatge extreta de Wikipèdia: es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI

Capes del model OSI: Encapsulació



PDU: Protocol Data Unit

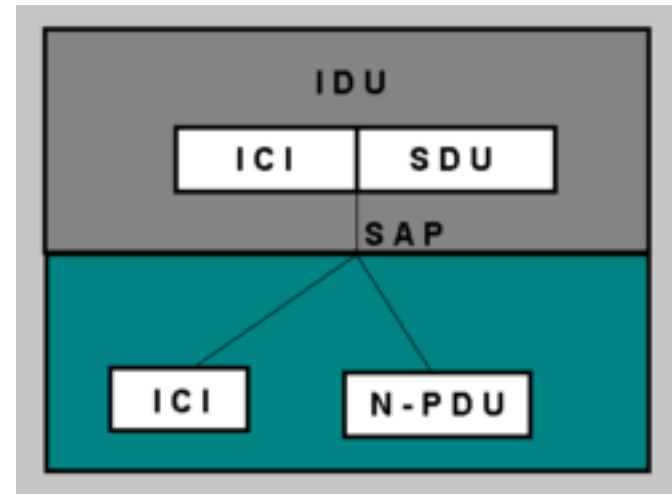
Capes del model OSI



*Protocol Data Unit

Capes del model OSI

- N-PDU: Unitat de dades del protocol de la capa N
- N-SDU: Unitat de dades de servei de la capa N
- N- PCI: Informació de Control de Protocol de la capa N
- N- IDU: Unitat de dades de la interfície
- N- ICI Informació de control de la Interfície

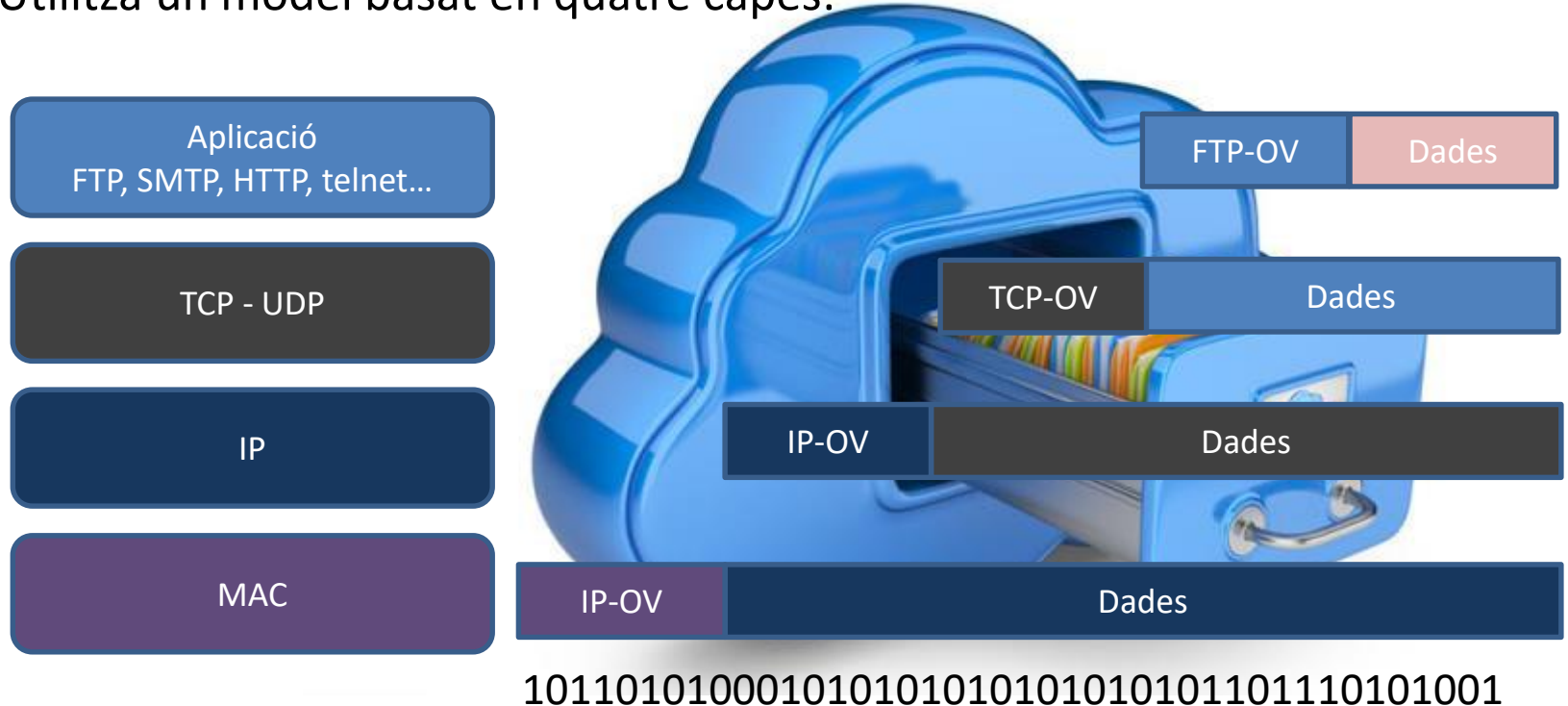


Capes del model OSI

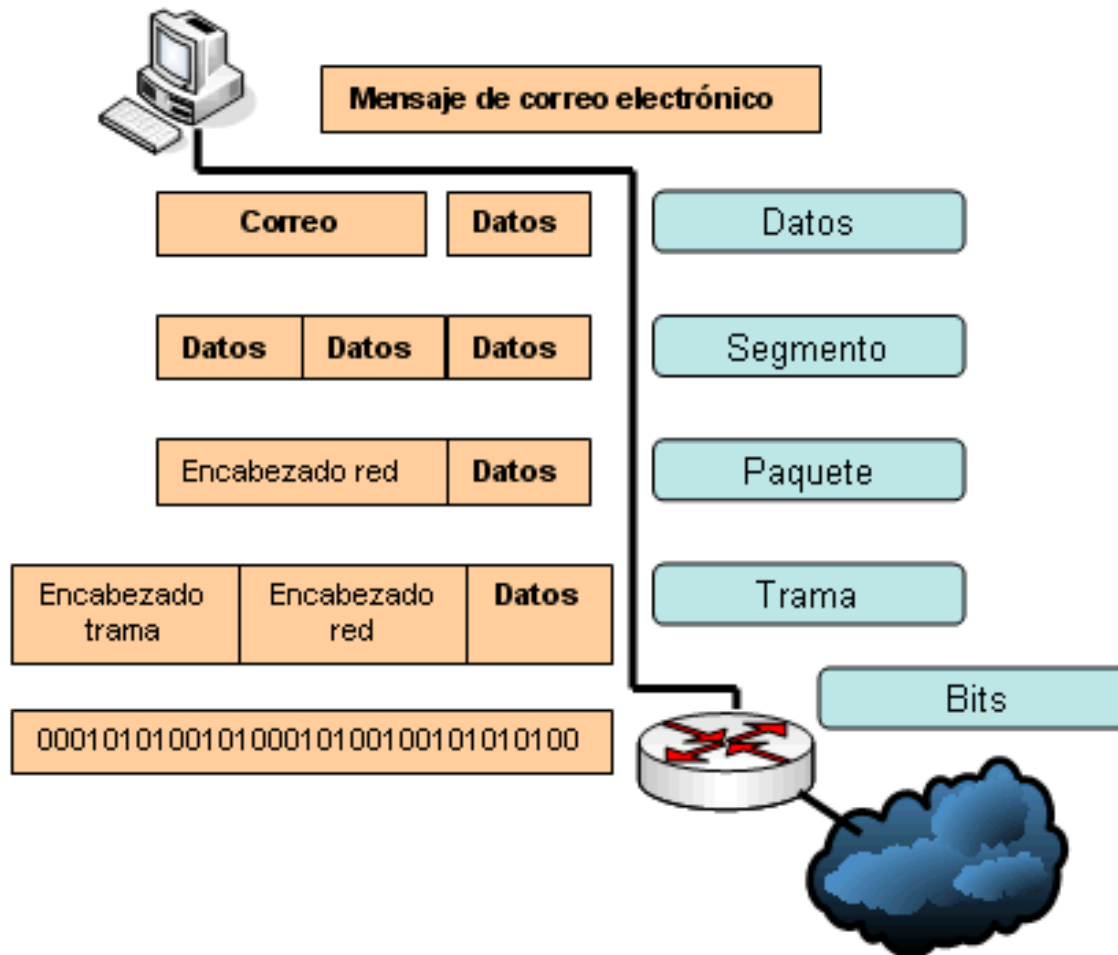
- Quan una PDU passa d'una capa N, p.e. Presentació cap a la capa N-1 (sessió) li afegeix la corresponent capcelera ICI i la transforma així en una IDU. La capa de sessió reb la IDU, extreu la capcelera ICI i es queda amb la informació, la SDU. A aquesta informació li afegeix la seva pròpia capcelera (PCI), constituint així la PDU de la capa de sessió.

Model TCP/IP

- El model TCP/IP va ser definit per la ARPA
- Actualment es mantingut per la IETF
- Utilitza un model basat en quatre capes:



Encapsulació TCP/IP



Implementació de TCP/IP

- El stack TCP/IP forma part del Kernel del sistema operatiu
- La Interface Socket és una interface que proporciona el sistema operatiu per accedir a l'stack TCP/IP
- El Socket system call crea un socket descriptor utilitzat per guardar tota la informació associada a la connexió de xarxa, de forma similar a un inode descriptor per a un fitxer

Introducció als sockets

TCP socket

UDP Socket

Userspace

Layer 4 (TCP,UDP,SCTP,...)

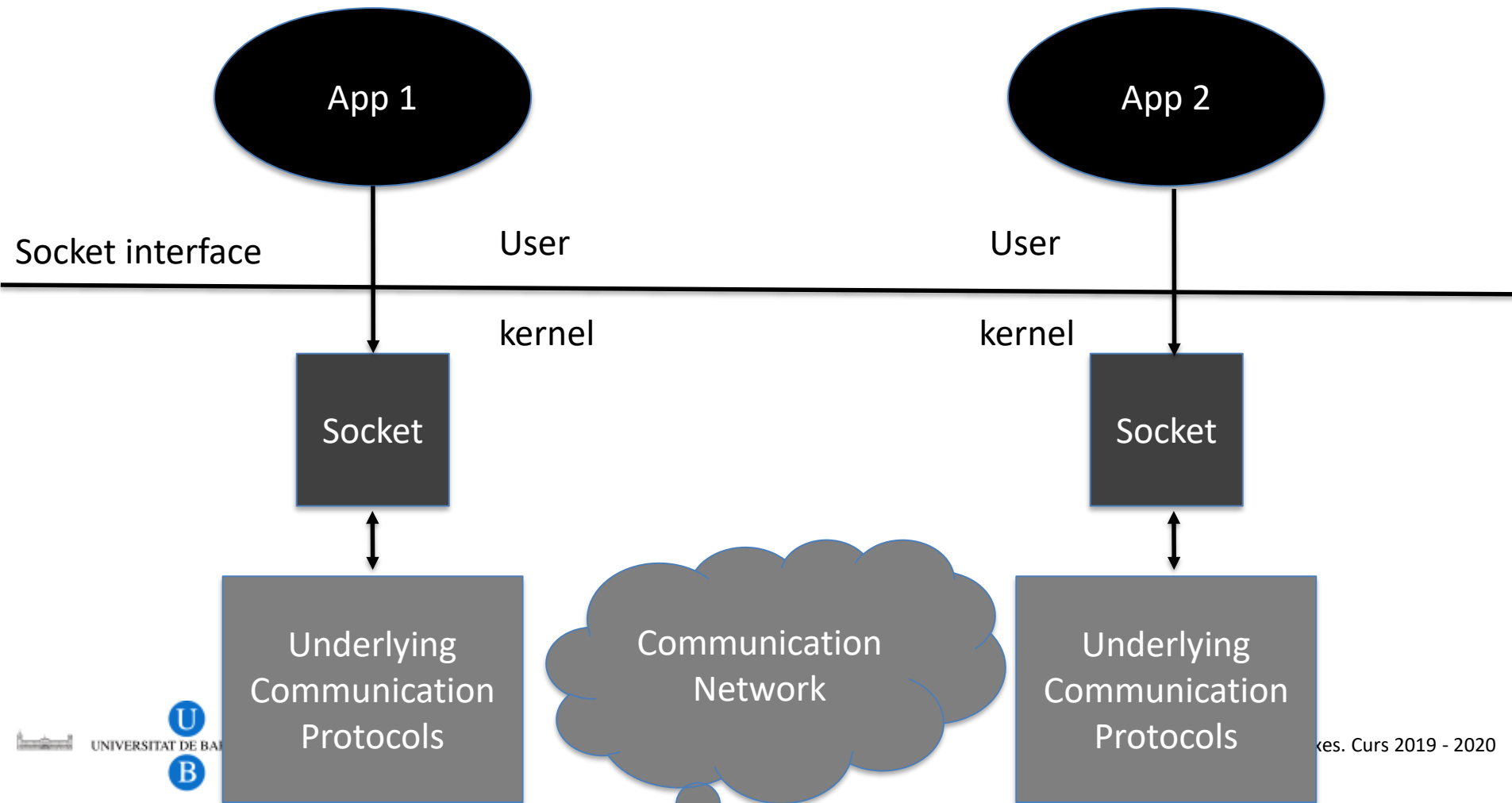
Layer 3 (Network layer: IPV4/IPV6)

Layer 2 (MAC layer)

kernel

Un socket es una manera de parlar amb altres computadors fent servir descriptors
De fitxers estàndar en Unix.

Introducció als sockets



Introducció als Sockets

- En Unix, totes les accions d'entrada/sortida es fan escrivint o llegint en un descriptor de fitxer
- Hi ha molts tipus de sockets, però destaquem els sockets de flux (SOCK_STREAM) i els sockets de datagrama (SOCK_DGRAM)
 - Sockets de flux: Estan lliures d'errors i mantenen l'ordre en destí. Fan servir TCP i aquest protocol ens assegura tant l'ordre com no tenir errors.
 - Sockets de datagrames: Fan servir UDP i no requereixen una connexió fixada com els de flux.

IPv4 socket addr structure

*The Internet socket address structure is named **sockaddr_in** and is defined by including `<netinet/in.h>` header.*

```
struct in_addr {  
    in_addr_t s_addr           /* 32-bit IP address */  
};                               /* network byte ordered */  
  
struct sockaddr_in {  
    uint8_t      sin_len;      /* length of structure (16) */  
    sa_family_t  sin_family;   /* AF_INET */  
    in_port_t    sin_port;     /* 16-bit TCP or UDP port number */  
                                /* network byte ordered */  
    struct in_addr sin_addr;    /* 32-bit IPv4 address */  
                                /* network byte ordered */  
    char         sin_zero[8];  /* unused */  
};
```

AF_INET es una familia de direcciones que se utiliza para designar el tipo de direcciones con las que su socket puede comunicarse (en este caso, direcciones de Protocolo de Internet v4). Cuando crea un socket, debe especificar su familia de direcciones, y luego solo puede usar direcciones de ese tipo con el socket.

System Calls for Elementary TCP Sockets

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
```

socket Function

```
int socket (int family, int type, int protocol);
```

family: specifies the protocol family {AF_INET for TCP/IP}

type: indicates communications semantics

SOCK_STREAM	stream socket	TCP
SOCK_DGRAM	datagram socket	UDP
SOCK_RAW	raw socket	

protocol: set to 0 except for raw sockets

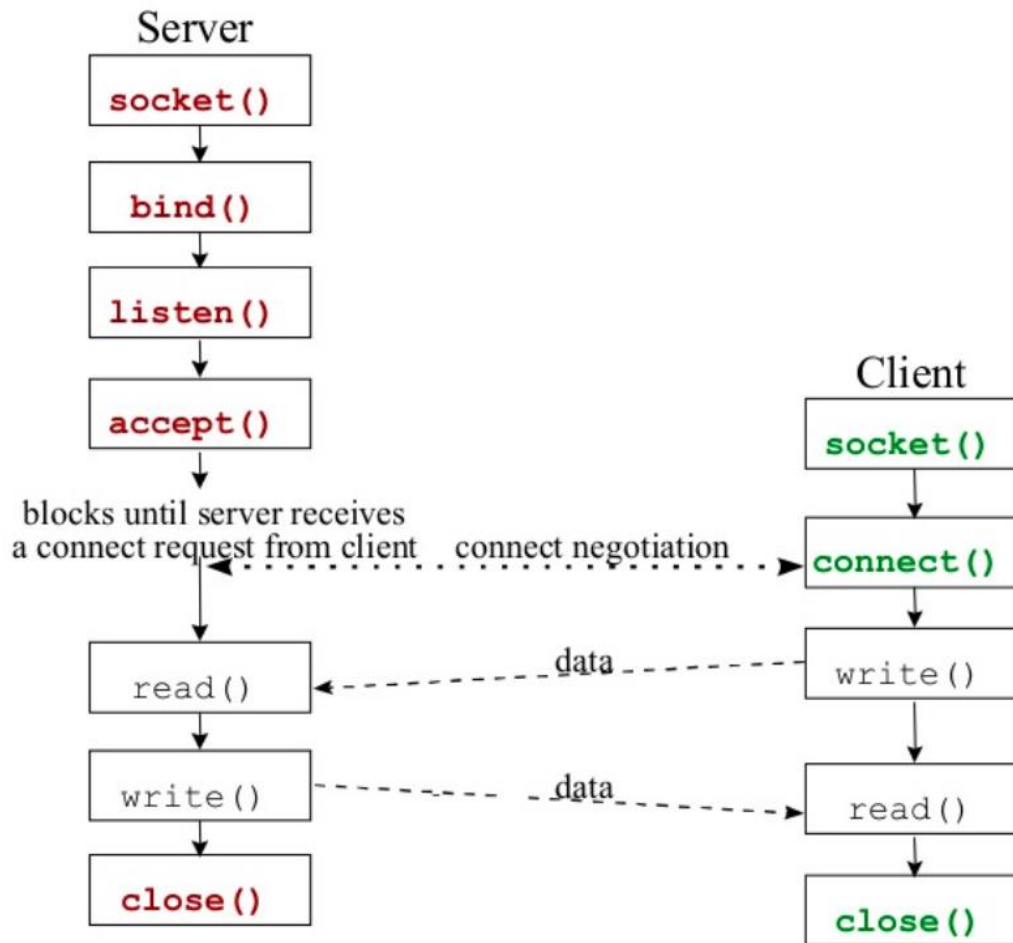
returns on success: **socket descriptor** {a small nonnegative integer}

on error: -1

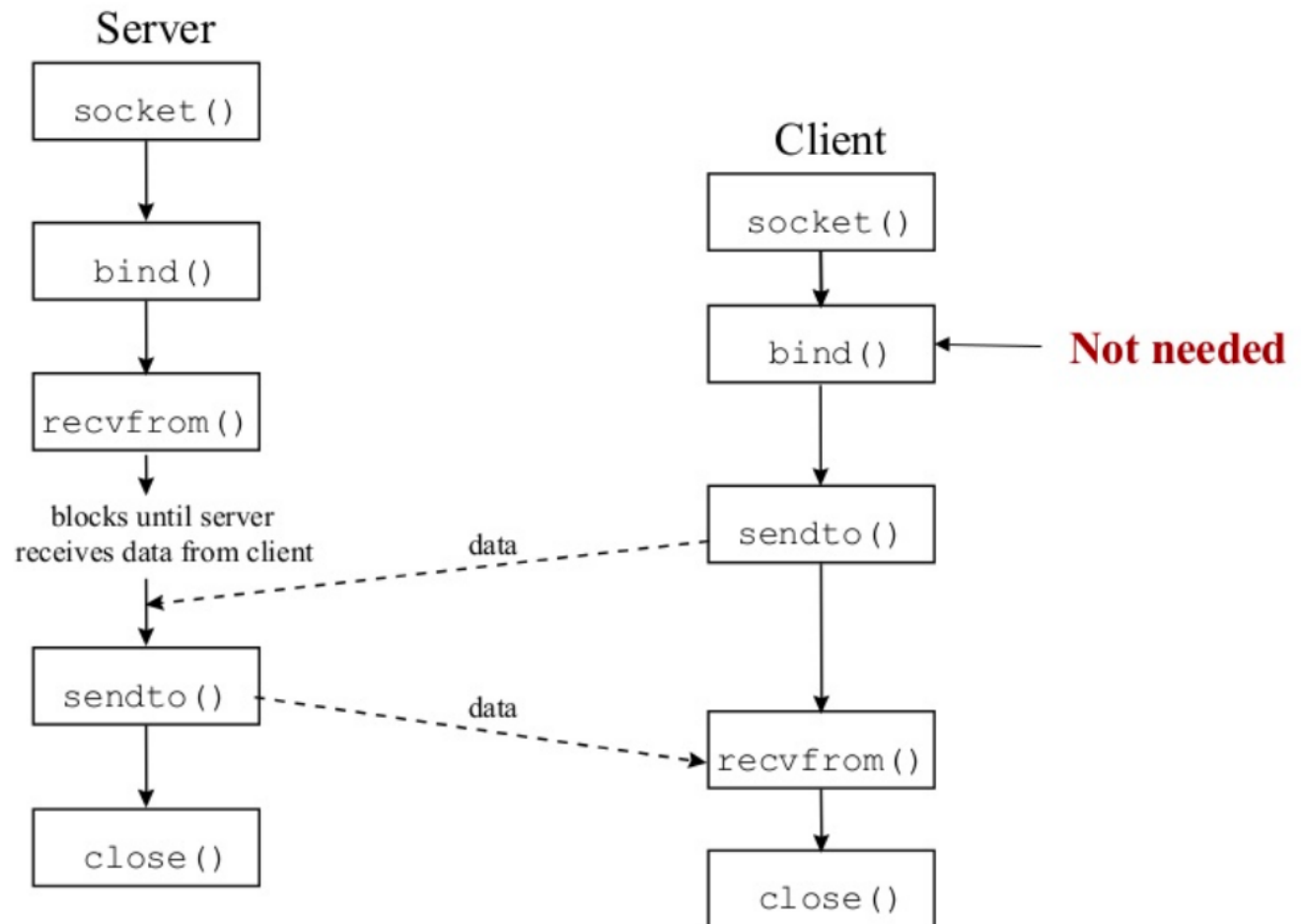
Example:

```
if ((sd = socket (AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) < 0)
    err_sys ("socket call error");
```

TCP Socket Calls



UDP Socket Calls



Conclusions

- Hem fet un repàs de l'evolució de les comunicacions i Internet
- Hem analitzat el funcionament i la organització de la Internet
- S'ha explicat el model de referència OSI i la pila TCP/IP
- S'ha fet una breu introducció als sockets