

1 IP, MAC, Enderezo IP, switch, router, porto, NAT, ...

- Para configurar os interfaces de rede, neste curso, non é preciso dominar toda a pila de protocolos do estándar OSI (http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI), mais si que hai que ter uns coñecementos básicos de enderezos MAC, IP, ponte (switch) e NAT.
- Para iso basearémonos no material de redes elaborado por:
- Profesor [Jesús Arribi: Redes de área_local](#)
- Profesores [Antonio de Andrés Lema](#) e [Carlos Carrión Álvarez: Modelo OSI / TCP-IP](#)

Para seguir este curso non é preciso dominar todo o material anterior. Co cal, irase indicando en cada momento que partes é necesario dominar para continuar co curso.

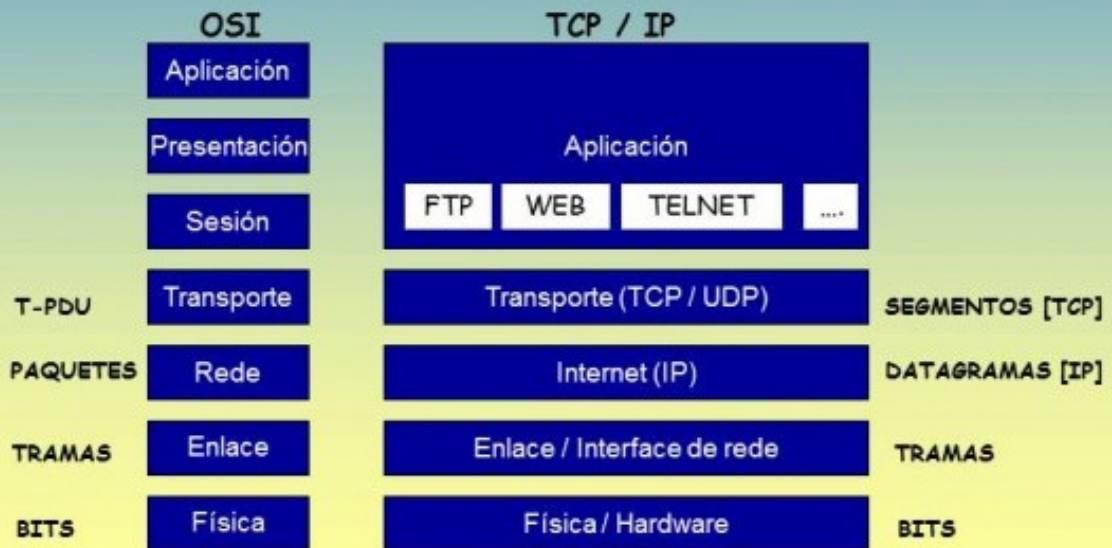
1.1 Sumario

- 1 Modelo de Referencia OSI
 - ◆ 1.1 Similitudes co sistema postal
 - ◆ 1.2 Interfaces, servizos e entidades
 - ◆ 1.3 Intercambio de Información. Encapsulación
 - ◆ 1.4 Afondar máis nas xeneralidades do modelo OSI
- 2 Modelo TCP/IP
 - ◆ 2.1 Afondar máis nas xeneralidades do estándar TCP/IP
- 3 Nivel de enlace
 - ◆ 3.1 Formato da trama
 - ◆ 3.2 Electrónica de rede que permite intercambio de tramas
 - ◆ 3.3 Afondar máis no nivel de enlace
- 4 Nivel de rede
 - ◆ 4.1 Formato dun datagrama, paquete-IP
 - ◆ 4.2 Enderezos IP
 - ◆ 4.3 Máscara de subrede
 - ◆ 4.4 Electrónica de rede para intercambio de paquetes: routers/encamiñadores
 - ◆ 4.5 Relacionar enderezos-IPs con enderezos-MACs: ARP
 - ◆ 4.6 Afondar máis no nivel de Rede
- 5 Nivel transporte
 - ◆ 5.1 Portos e conexións
 - ◆ 5.2 Segmento TCP
 - ◆ 5.3 Afondar máis no nivel de transporte
- 6 NAT, Network Address Translation
- 7 Material complementario

1.2 Modelo de Referencia OSI

- A continuación farase unha síntese do funcionamento do Modelo OSI.
- Para afondar no seu coñecemento indicaranse ao final enlaces para tal fin.
- Até o ano 84 cada fabricante de redes creaba os seus propios dispositivos de rede e os protocolos de comunicación asociados a estes, de xeito que chegou un momento en que non se podían interconectar dispositivos de distintos fabricantes entre si, nin, ás veces, do mesmo fabricante.
- Para resolver ese problema a **Organización de Estándares Internacionais (ISO)** creou o sistema de **Interconexión de Sistemas Abertos** (OSI: http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI)

OSI – TCP/IP



• O modelo OSI ten sete niveis. Os principios para o establecemento dos sete niveis foron os seguintes:

1. Un nivel crearase en situacións nas que se precise un grado diferente de abstracción.
2. Cada nivel deberá efectuar unha función ben definida.
3. A función que realizará cada nivel deberá seleccionarse coa intención de definir protocolos normalizados internacionalmente.
4. Os límites dos niveis deberán seleccionarse tomando en conta a minimización de fluxo de información a través dos interfaces.
5. O número de niveis deberá ser o suficientemente grande para que funcións diferentes non teñan que poñerse xuntas nun mesmo nivel e, por outra banda, tamén deberá ser o suficientemente pequeno para que a súa arquitectura non chegue a ser difícil de manexar.

• Observar como se chama a información que intercambia cada nivel co seu homólogo (bits, tramas, paquetes en OSI (datagramas en TCP/IP), etc).

1.2.1 Similitudes co sistema postal

4.- Modelo de referencia OSI

➤ Dous amigos envíanse unha carta.

A imaxe que temos do proceso de envío é o seguinte.



A carta viaxa directamente dende o remitente ó destinatario



➤ A realidade.



A carta vai a través de diversos medios:

Oficinas de Correo
Estacións de tren, etc.

En cada un destes intermediarios engadiráselle información:
Certificada, (S/N)
Urxente (S/N), etc.



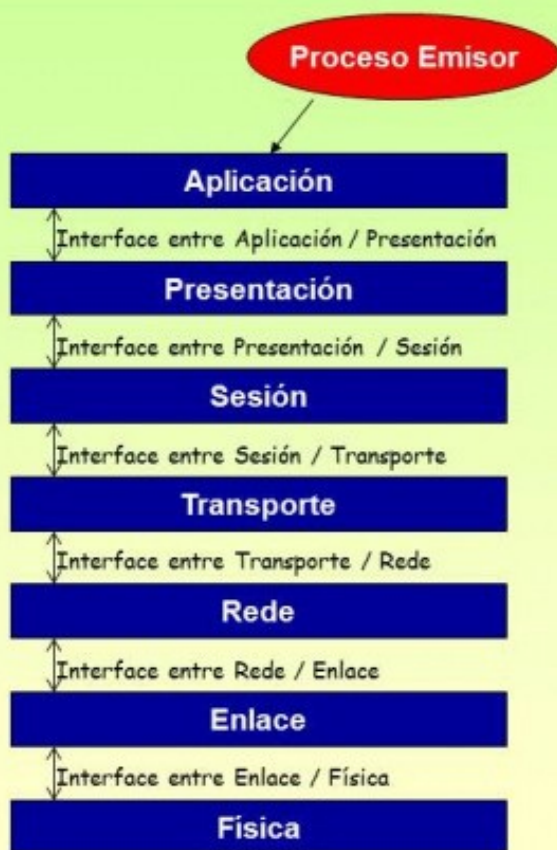
24

- Observar a diferente percepción que teñen o emisor e o receptor dunha carta fronte ao que realmente acaece, para que esa carta viaxe dende un punto orixe ao punto destino.
- Observar como as funcións a realizar son distintas en cada nivel: oficina de correos, estación de tren, etc.

1.2.2 Interfaces, servizos e entidades

- Interface

4. Modelo OSI de ISO (1984)



⇒ ISO: International Standard Organization
(Organismo de estándares internacionais)

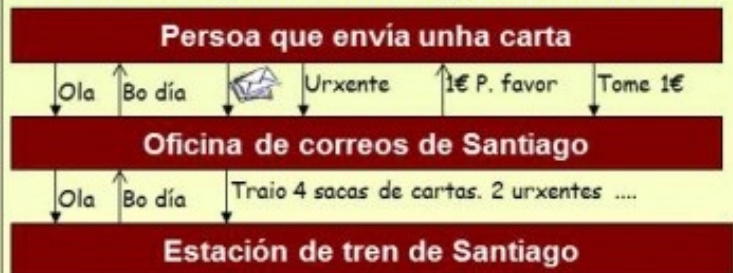
⇒ OSI: Open System Interconnection.
(Interconexión de sistemas abiertos/heteroxéneos)

⇒ Arquitectura organizada en 7 capas/niveis
Cada unha con unha función clara e ben definida

⇒ INTERFACES

É o lugar polo que intercambian información dúas capas.
Unha capa intercambia información coa súa superior/inferior inmediatas.

⇒ P. Ex.: Unha persoa en Santiago envía unha carta



⇒ A persoa non interactúa directamente coa estación

- Un interface é o lugar entre dúas capas ou niveis polo cal intercambian información.

- Servizos

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)



SERVIZOS:

Para que unha capa poida levar a cabo as súas funcións usa os servizos que lle proporciona a capa inferior.

- Unha capa/nivel (N) ofrece uns servizos á capa superior (N+1) e ao mesmo tempo usa os servizos da capa/nivel inferior (N-1)

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)

SERVIZOS - EJEMPLO

Unha persoa desexa enviar unha carta normal, outra urgente e unha mensaxe urgente.



- Neste exemplo postal: unha oficina oferta varios servizos aos seus usuarios, ao mesmo tempo esta oficina usa servizos dunha capa inferior para poder levar a cabo as súas funcións.

• Entidades

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)

ENTIDADES

Os servizos que ofrece unha capa son en realidade ofertados por ENTIDADES desa capa.
Cada capa ten un conxunto de entidades que son as que realizan e ofrecen os distintos servizos.

EXEMPLO

Nunha oficina de correo hai unha/s entidade/s que se encargan de correo normal, outras de xiros, outras de correo urgente...

Na realidade son as ENTIDADES as que ofrecen/usan servizos non toda a capa en si.

En informática imaxinar un ordenador que ten un servidor WEB e un servidor FTP, cada un deles é unha entidade/programa distinto. Non todo o ordenador é o servidor WEB, senón que dentro dese ordenador hai unha entidade/aplicación que realiza esa función.

SAP (Punto de acceso ó servizo)

As entidades ofrecen os seus servizos por un punto concreto, punto ó que se ten que dirixir a entidade da capa superior para poder usar ese servizo. En correos serían as xaneliñas (ventanillas).

Tipos de servizos que se poden ofertar

SERVIZO NON ORIENTADO Á CONEXIÓN:

Equivale ó **sistema postal**. Ó enviar varias cartas a un mesmo destino non se teñen garantías de que chegan todas nin na mesma orde en que saíron.

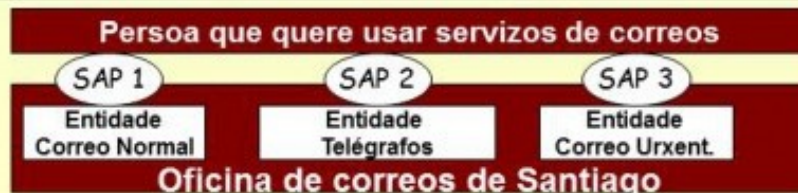
SERVIZO ORIENTADO Á CONEXIÓN:

Equivale ó **sistema Telefónico**. Para realizar unha comunicación:

1º Realízase unha chamada para establecer unha comunicación.

2º Realízase o intercambio de información. (A información recíbese na mesma orde na que se envía → imaxe TUBO)

3º Unha vez rematada a comunicación, libérase a conexión (cólgame ó teléfono)



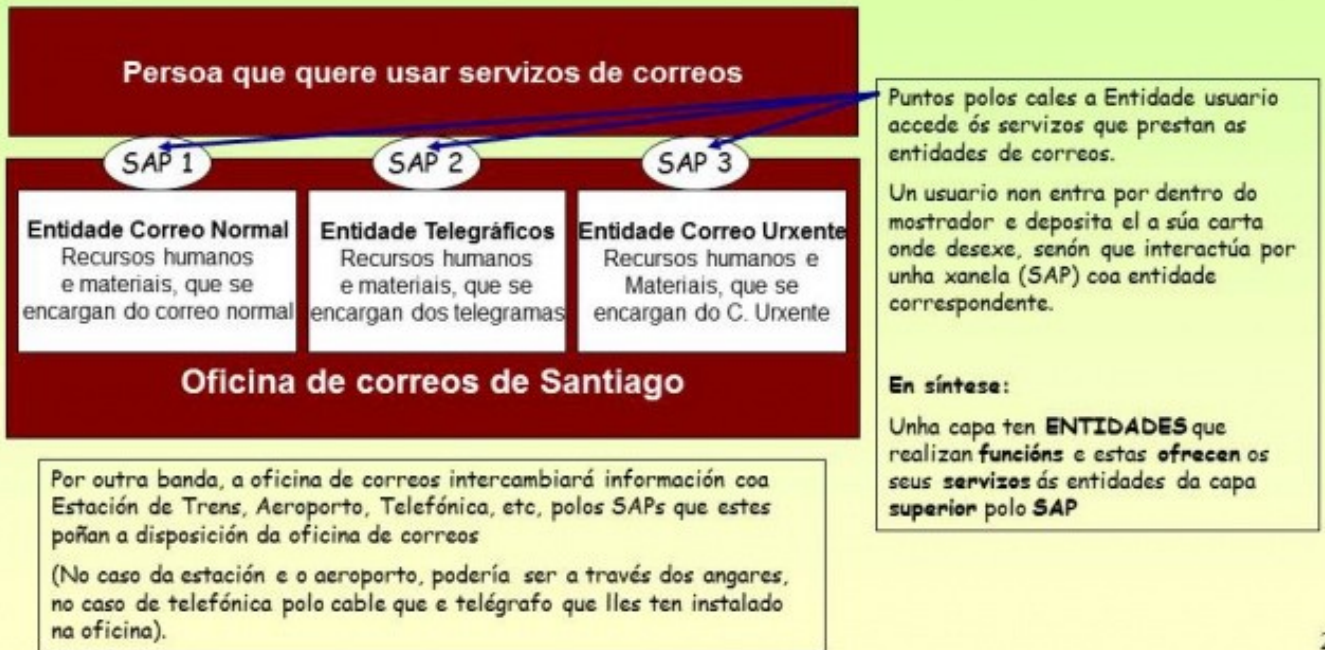
28

- Na realidade, quen ofrece os servizos é un elemento dentro dunha capa, ese elemento chámase **Entidade**. Por exemplo, unha oficina de correos terá varias entidades ofrecendo diversos servizos (telegramas, paquetes, correo normal, etc). Cada entidade ten uns recursos asignados e unhas funcións claras. Ademais cada entidade ten un ou varios **SAPs** (Punto de acceso ao servizo) distintos das outras entidades. Eses SAPs, nunha oficina de correo, son as ventaniñas do mostrador da oficina de correos. Por eses SAPs é por onde se ofrecen os servizos á capa superior, neste caso aos usuarios das oficinas de correos.

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)

EXEMPLO DE ENTIDADES E SAP

Unha entidade da capa superior intercambiará información cunha entidade da capa inferior polo SAP



29

- Exemplo da interrelación entre SAPs e Entidades.

- Exemplos en informática, vaise usar, por exemplo, o nivel de aplicación para explicalo:

- ♦ Un ordenador que sexa servidor WEB, DNS, DHCP, FTP, é o mesmo ordenador (é o equivalente a unha oficina de correos) pero el mesmo ten distintas entidades, cada unha realizando unha función distinta e cuns recursos propios (RAM, Disco, tarxetas de rede) e que esta ofrecendo os seus servizos neste caso por uns SAPs (interfaces) chamados **portos**, por exemplo a "ventaniña" (porto, SAP, interface) pola que atende o servidor web *chámase "porto 80"*. Cada un dos servizos anteriores ten asignado un porto: http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Números_de_puerto.

1.2.3 Intercambio de Información. Encapsulación

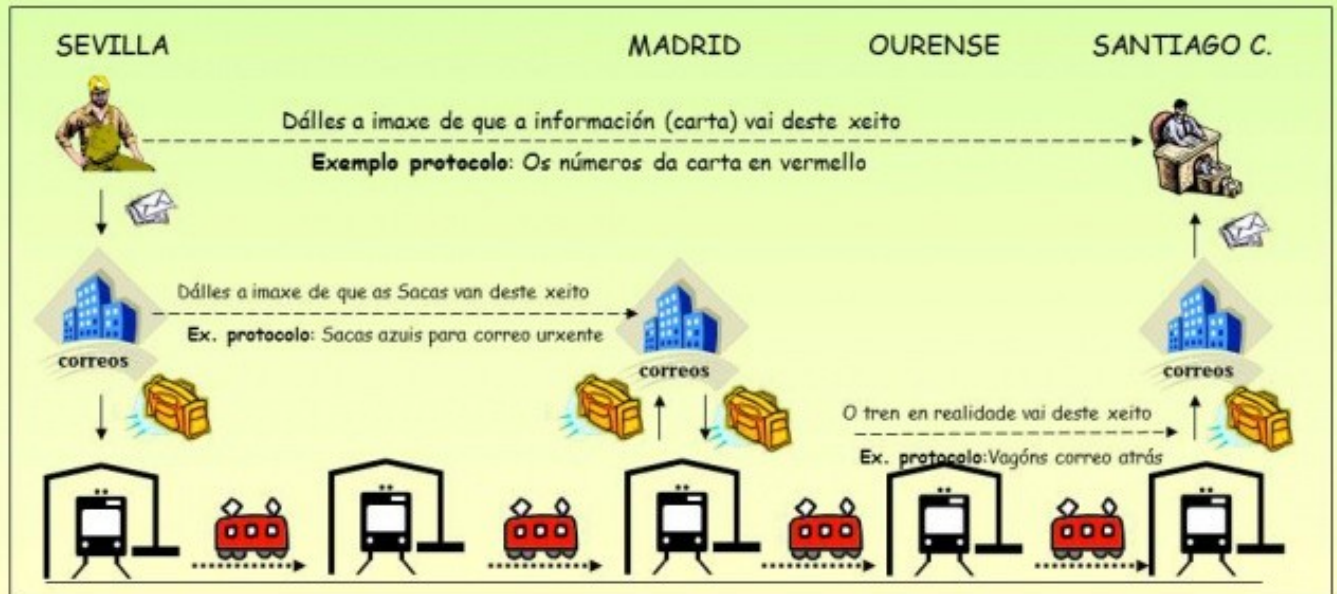
- **Entidade par:** dúas entidades que están na mesma capa, pero en distintos ordenadores.
- **Intercambio de información:** prodúcese entre entidades pares (por exemplo, un navegador web contra un servidor web, non un navegador web contra a tarxeta de rede)
- **Protocolos:** rexen a forma en que se establece a comunicación entre entidades pares. O exemplo anterior sería o protocolo **http** (Hypertext Transfer Protocol <http://es.wikipedia.org/wiki/Http>).

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)

➤ SÍNTESE DO PROCESO DE TRANSMISIÓN, ENTIDADES PARES e PROTOCOLOS

Entidades PAR: son dúas entidades na mesma capa e en distinta máquina. (P.ex. Secretaría con Secretaría).

Protocolos: son as normas/reglas que establece cada entidade par para comunicarse entre elas.



32

- Observar, no caso postal, que regras estableceron entre si cada par de "entidades pares", para levar a comunicación entre eles. Esas normas son os protocolos.

• Encapsulación

- Proceso polo que a unha entidade dunha capa (N) recolle a información dunha entidade do nivel superior (N+1) e ademais engádelle información propia da capa N para poder intercambiala coa súa entidade par e que esta poida procesala. Entre outras cousas engádelle o enderezo da entidade orixe e o enderezo da entidade destino do nivel N.

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)

ENCAPSULACIÓN DA INFORMACIÓN

Un **REMITENTE / EMISOR** o único que desexa **transmitir/enviar** ó **DESTINATARIO / RECEPTOR** é unha **CARTAMENSAXE** (entendida esta sen o sobre)

Pero a **CARTA** non pode viaxar pola rede de comunicación sen un **ENVOLTORIO/CABECEIRA** que lle permita a esta ser conducida ata o seu destino. Precísase un **SOBRE/CABECEIRA** no que transportar a carta.



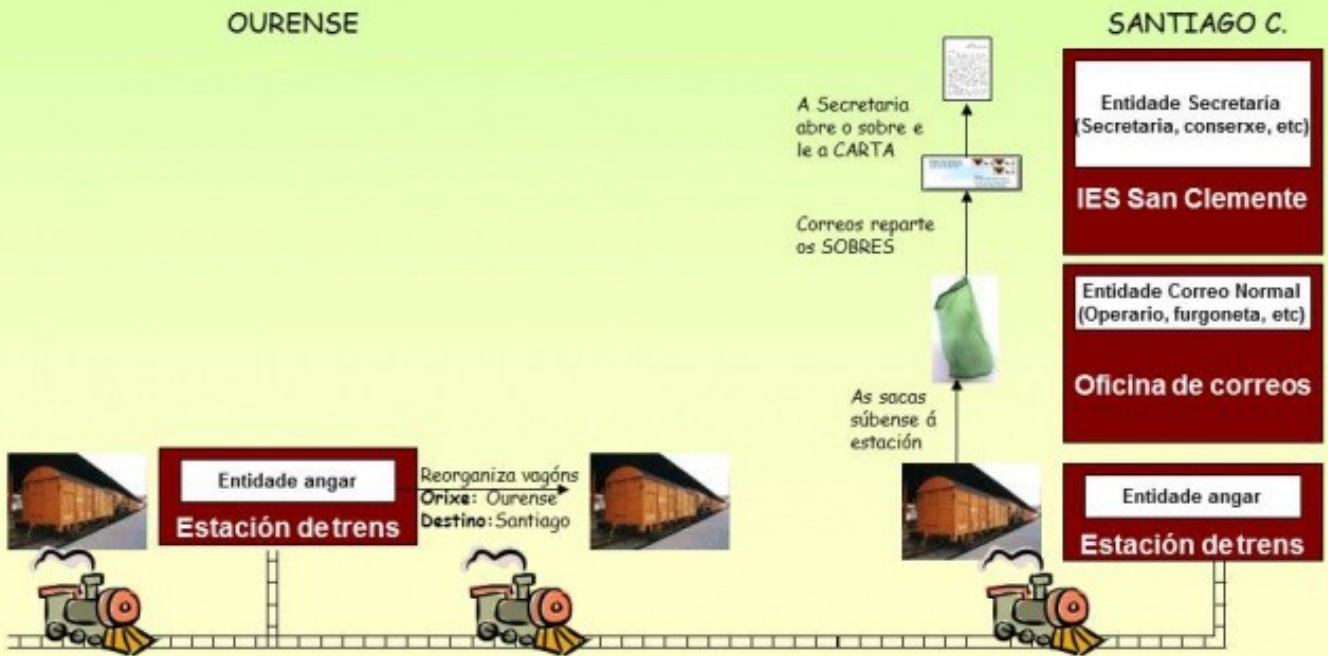
- Observar como o obxecto da comunicación entre dúas persoas, unha carta, vaise encapsulando a medida que descende por cada una das capas. Ademais en cada capa engádense enderezos orixe e destino:
 - ♦ O secretario do IES orixe introduce a carta nun sobre engade os enderezos orixe e destino finais (extremos).
 - ♦ Na oficina postal orixe, o sobre métese nunha saca: enderezo oficina orixe e oficina destino (que pode ser a final ou unha intermedia)
- Na estación ferroviaria orixe, a saca métese nun vagón: estación orixe e estación destino (esta pode ser final ou unha intermedia)

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)

ENCAPSULACIÓN DA INFORMACIÓN

Un **REMITENTE/EMISOR** o único que desexa **transmitir/enviar** co **DESTINATARIO/RECEPTOR** é unha **CARTA/MENSAXE** (entendida esta sen o sobre)

Pero a **CARTA** non pode viaxar pola rede de comunicación sen un **ENVOLTORIO/CABECEIRA** que lle permita a esta ser conducida ata o seu destino. Precísase un **SOBRE/CABECEIRA** no que transportar a carta.



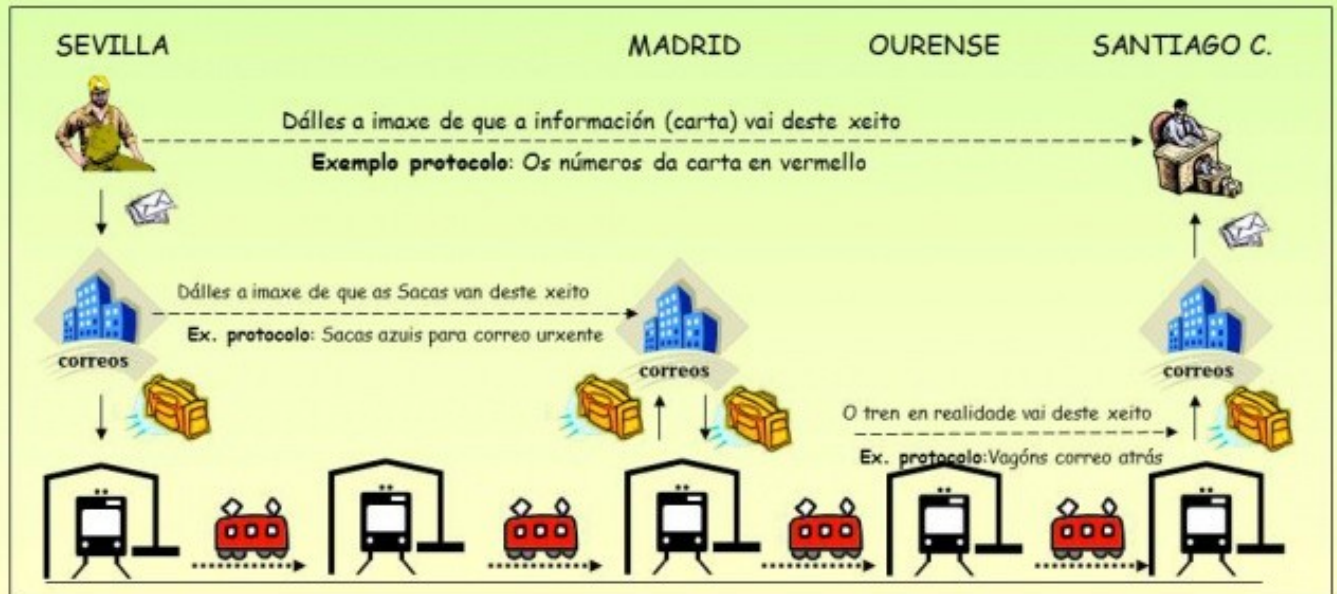
- Nos pasos intermedios vaise desencapsulando e volvendo a encapsular até chegar ao destino. No destino desencapsúlase: do vagón extráense as sacas que van para a oficina de correos. Da saca extráese o sobre/carta que vai para o IES de destino. No IES de destino o sobre/carta entrégaselle ao Secretario, e este ábreala finalmente. Dentro está a carta que lle enviou a súa entidade par do IES orixe.

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)

➤ SÍNTESE DO PROCESO DE TRANSMISIÓN, ENTIDADES PARES e PROTOCOLOS

Entidades PAR: son dúas entidades na mesma capa e en distinta máquina. (P.ex. Secretaría con Secretaría).

Protocolos: son as normas/reglas que establece cada entidade par para comunicarse entre elas.



- Observar na imaxe como cada quen imaxina cal foi o proceso de intercambio de información.

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)

INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN EN OSI

LADO EMISOR: As entidades de cada capa reciben mensaxes das entidades da capa superior, engaden unha cabeceira e baixan a nova mensaxe á capa inferior.

LADO RECEPTOR: As entidades de cada capa reciben das entidades da capa de abaixo as mensaxes, sacan a cabeceira e soben o campo de datos á capa superior.

PDU: (Unidade de datos do protocolo), é a mensaxe que intercambian as entidades pares.

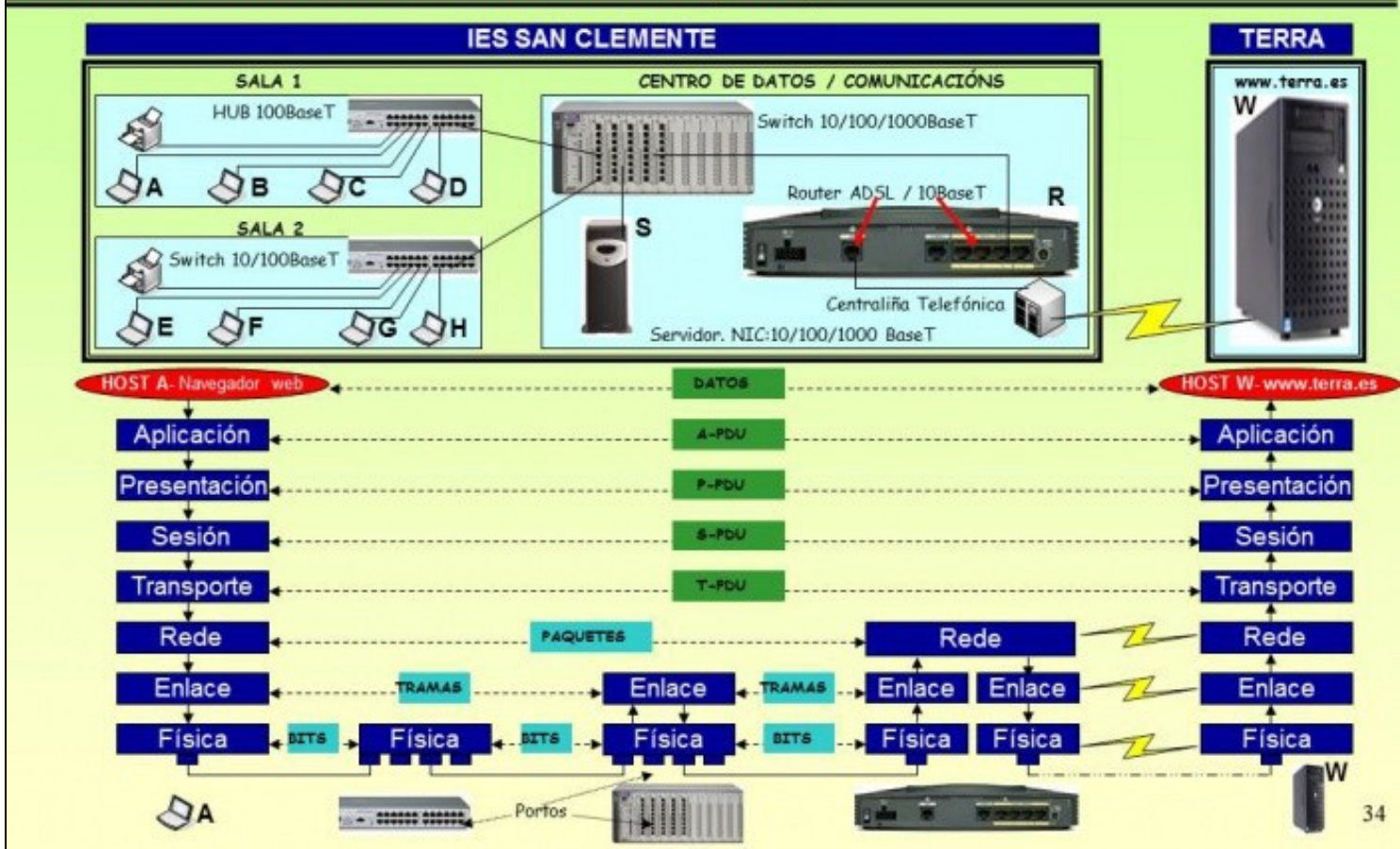


33

- Observar os dous procesos que se dan na imaxe:
- **Proceso horizontal: intercambio de información** entre entidades pares de equipos distintos, e observar estas dúas características importantes para este curso:
 - ♦ As entidades pares da capa de enlace intercambian entre si **tramas**. Cada trama levará un enderezo orixe (MAC, que se verá despois) e outro de destino.
 - ♦ As entidades pares do nivel de rede intercambian entre si **paquetes**. Cada paquete levará un enderezo orixe (IP, que se verá despois) e outro destino.
- **Proceso vertical: encapsulación** na mesma máquina. Observar como a **Unidade de Datos do Protocolo** se converte nos **datos** ("na materia prima") do nivel inferior. E como en cada nivel engádese unha cabeceira (enderezos orixe e destino, entre outras cousas). Salvo no nivel 2 que se engade, tamén, unha cola, que é para que o destinatario poida detectar erros na transmisión.

Redes Área Local - OSI – TCP/IP

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)



Esta imaxe amosa o proceso de comunicación entre o navegador web dun ordenador dunha aula (ordenador A, sala 1) co servidor web **Terra**. Observar todo o que ten que atravesar esa comunicación e cantos niveis ten cada un dos elementos que atravesa (no nivel 3 vaise falar de IPs, pois será o estándar que se usará no curso):

- ♦ **Ordenador A:** ten 7 niveis. Ten, entre outras cousas, enderezo MAC (nivel 2) e IP (nivel 3).
 - ♦ **Hub sala 1:** ten só o primeiro nivel. NON ten enderezo MAC (nivel 2) e IP (nivel 3).
 - ♦ **Switch centro de datos:** ten só 2 niveis. Ten enderezo MAC (nivel 2) e NON IP (nivel 3).
 - ♦ **Router R:** ten só 3 niveis. Ten enderezo MAC (nivel 2) e IP (nivel 3).

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)

ALGUNHAS FUNCIÓNS DAS CAPAS / NIVEIS (Máis información na unidade de traballo 4)

Aplicación	Constrúe e procesa A-PDUs . Neste nivel están as aplicacións como poderían ser o FTP , DNS , Servidor Web , Correo electrónico , etc
Presentación	Constrúe e procesa P-PDUs . Sintaxe e semántica (se unha máquina traballa en Complemento a 1 e outra en complemento a 2, haberá que traducir) Cifrado de datos (Encriptar/desencriptar a información que sae/chega a un host, P.ex. Chave simétrica, chave privada-pública) Compresión dos datos (Se se transmite un "que", no emisor podemos sacarlle o "u" e volverllo a poñer no receptor)
Sesión	Constrúe e procesa S-PDUs . Encárgase da xestión do diálogo entre dúas máquinas finais (Quen transmite primeiro, como nos pasamos a testemuña, etc)
Transporte	Constrúe e procesa T-PDUs . É o primeiro nivel extremo a extremo. (Para este nivel é como se non hai subrede, os protocolos son entre o emisor e receptor reais). Encárgase do control de fluxo entre hosts (Imaxinar un emisor real, que manda libros por correo cada día a un receptor real. O correo, a estación, etc, non son saturados, pero o receptor non ten tempo de ler tódolos libros, o receptor real está saturado)
Rede	Constrúe e procesa paquetes . Encamiña os paquetes . (Equivale a unha rotonda, xa que, ten sinais que indican que dirección coller para ir a un lugar). Interconexión de redes distintas (Pe: ADSL-Ethernet)(Unha rotonda tamén pode ser o nexo dunha autoestrada cunha estrada) Controla a congestión (Unha rotonda congestiónase se a suma de coches recibidos por tódalas liñas é maior que os que pode procesar)
Enlace	Constrúe e procesa tramas . Controla o fluxo (que un emisor non sature a receptor). Detección de erros , coa COLA . Emisor divide os datos entre un polinomio e o restoponse na cola. No receptor faise a mesma división e contrástase o resto resultante co que chegou na cola. Controla o acceso á canle por loita (As estacións acceden cando queren), regulado (o acceso á canle faise de xeito ordenado)
Física	Encárgase da transmisión dos bits (luz, ondas, voltios) Define aspectos relacionados con aspectos mecánicos, procedimentais, (P.e. conector RJ 45, o seu formato, que cables se usan)

Esta imaxe resume algunhas das funcións máis importantes de cada unha das capas/niveis do modelo de referencia OSI.

1.2.4 Afondar máis nas xeneralidades do modelo OSI



INTERÉSACHE...

- 2º Punto de [Redes de área local](#), isto é, [Arquitecturas de protocolos](#) do Profesor Arribi.
- [Modelo OSI / TCP-IP#PDF Arquitectura de redes](#)
- [Modelo OSI / TCP-IP#PDF Modelo OSI - TCP/IP](#) (Transparencias 23 a 35).

1.3 Modelo TCP/IP

8.- Introducción – TCP / IP

ORIXES

O grupo de protocolos TCP/IP foi creado pola ARPA (Axencia de Proxectos de Investigación Avanzada) pertencente ó departamento de defensa de EE.UU.

OSI vs. TCP/IP



O modelo TCP/IP (<http://es.wikipedia.org/wiki/TCP/IP>) é un exemplo dunha das implantacións reais do modelo de referencia OSI. A diferenza estriba en tódalas funcións das capas 5, 6 e 7 (Sesión, Presentación e Aplicación) xúntaas nunha soa capa chamada Aplicación.

Observar que os paquetes do modelo de referencia OSI chámanselle **datagramas** en TCP/IP, e as T-PDUs **Segmentos**. Aínda así esta moi estendido o uso de **paquete IP** para referirse ao datagrama.

A continuación vanse ver os conceptos básicos dos niveis de Enlace e Rede baixo o estándar TCP/IP.

1.3.1 Afondar máis nas xeneralidades do estándar TCP/IP



INTERÉSACHE...

- Redes de área local. 2º Punto, isto é, Arquitecturas de protocolos#TCP/IP, a pila de protocolos de Internet do Profesor Arribi.

1.4 Nivel de enlace

O que realmente interesa coñecer para este curso do nivel de enlace (http://es.wikipedia.org/wiki/Capa_de_enlace_de_datos) é o que son: as tramas, os enderezos MAC e o lonxe que pode chegar unha trama. Ao final poranse enlaces para afondar máis sobre o coñecemento do nivel de enlace.

6.- Nivel de enlace

➤ Descripción

Trata de asegurar unha conexión libre de erros entre dous nodos adxacentes da mesma rede, isto é un ordenador con outro ordenador da LAN, un ordenador cunha impresora da LAN, un ordenador co Router da LAN, etc. Pero non un ordenador/impresora/etc con outro ordenador/impresora/etc separadas por un router.

Extremo emisor

Acepta os paquetes do nivel de rede e **troceaos** en tramas.

Constrúe os campos da trama.

Pasa as **tramas** ó nivel físico.

Extremo receptor

Compón a trama a partir dos bits que van subindo do nivel físico

Comproba os erros

Se a trama é correcta **subea** información ó nivel de rede.

➤ Subcapas

O nivel de enlace divídese en dúas subcapas con funcións claramente diferenciadas.

Subcapa LLC (Logic Link Control – Control de Enlace Lóxico)

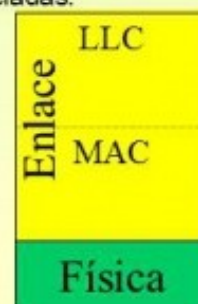
Confección de tramas

Control de erros, ...

Subcapa MAC (Media Access Control – Control de Acceso ó Medio)

¿Cando está a canle libre?

Se está libre ¿Podo transmitir?

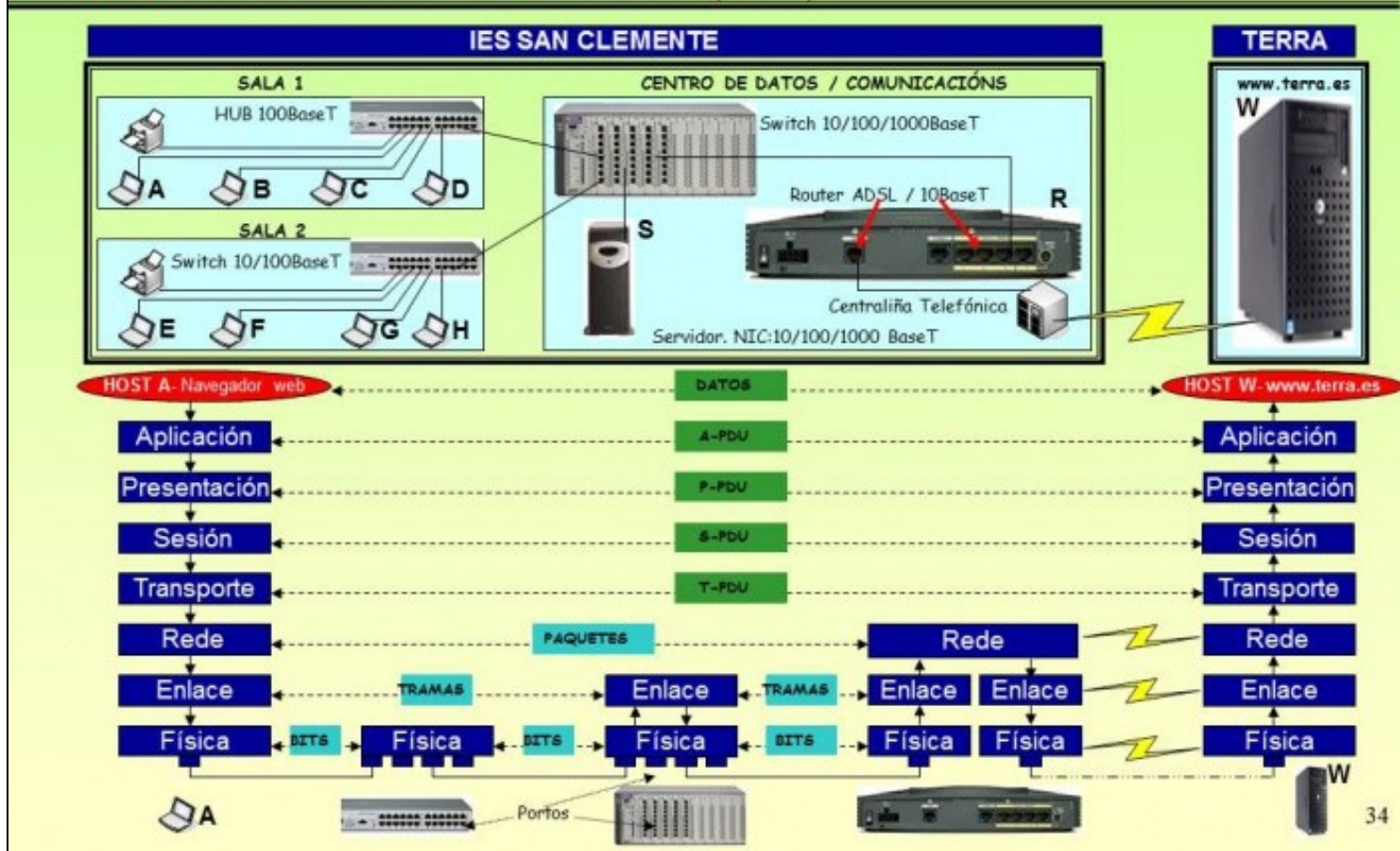


Esta imaxe é un resumo das funcións do nivel de enlace. Lembrar que está por enriba do nivel físico e por debaixo do nivel de rede.

- É moi importante notar que un nodo envía tramas (comunicase) a outro nodo adxacente do nivel 2.

Redes Área Local - OSI – TCP/IP

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)



- Observar o proceso global de comunicación entre extremo e extremo do ordenador A e o servidor web de Terra. As tramas do nivel de enlace de onde saen e a onde van?:
 - ♦ No nivel de enlace do ordenador A constrúese a trama co orixe A e destino o router R. (para entender isto é preciso coñecer o funcionamento do protocolo ARP, do cal se porán enlaces para o seu coñecemento).
 - ♦ O router R recibe a trama no seu nivel 2 do lado LAN, súbea ao seu nivel de rede, logo do nivel de rede pásalla ao nivel de enlace do lado WAN e mándalla ao Router do ISP (Provedor dos servizos de internet).
 - ♦ Observar que a trama non viaxa dende o extremo orixe ao extremo destino. Do mesmo xeito que unha saca con cartas para Nova York non viaxa de Santiago a Nova York, pois esa saca viaxará a Madrid, alí abrirana e sacarán as cartas que vaian para Nova York para outra saca e así por nodos intermedios até chegar unha saca a Nova York.
 - ♦ **Conclusión:** no nivel de enlace o máis lonxe que pode chegar unha trama é a un equipo adxacente que estea na mesma rede LAN e sen un router polo medio, exemplo de destinos: outro ordenador, unha impresora, un router, etc. Pero esa trama non atravesa o router senón que neste é procesada e vólvese a xerar unha nova trama cun novo destino. Igual que no caso da saca anterior en Madrid.

1.4.1 Formato da trama

- O nivel 2 pode ser implantado por varios estándares: Ethernet, Token Ring, Token Bus, FDDI, PPP, HDLC, etc.
- Neste caso vaise estudar a trama Ethernet, pois son o tipo de tarxetas de rede máis estendidas e as que se usan hoxe en día en toda rede LAN. A filosofía dos demais estándares é semellante.

7.1.- Trama do IEEE 802.3

☞ Está baseado en CSMA / CD 1-persistente.

☞ A trama **MAC** está orientada a carácter (Principio e Conta). Esta ten o seguinte formato

Preámbulo	Inicio	Dir Destino	Dir Orixe	Lonxitude	Datos	Recheo	CRC
Bytes: 7	1	6	6	2	0 - 1500	0 – 46	4

Preámbulo: son 7 bytes: 10101010 Para que receptor e transmisor se sincronicen

Inicio: 1 byte: co patrón 10101011 Para indicar que comenza a trama

Dir Destino: é a dirección física (MAC) do destinatario da trama. A dirección física é única no mundo para cada adaptador (tarxeta).

Dir orixe: é a dirección física do transmisor. Hoxe en día nos dous campos de dirección úsanse 6 bytes e non 2. Estes bytes están expresados en Hexadecimal, cada 4 bits

Lonxitude: estes 2 bytes indican cantos bytes van no campo de datos ou de información

Datos: o campo de datos transporta a mensaxe do nivel superior. De 0 a 1500 bytes

Recheo: Unha trama ethernet debe ter como mínimo 64 bytes, se o campo de datos ten menos de 46 bytes, débese usar o campo de recheo para completar eses 64 bytes.

CRC: Código de redundancia cíclica

43

- A imaxe amosa os campos da trama que se intercambian dúas entidades pares da capa de enlace. Centraremos en 3 campos.
 - ♦ **Datos:** é o paquete-ip do nivel de rede que se encapsula na trama.
 - ♦ **Enderezo destino:** é o que se coñece como enderezo físico, pois vén gravado na propia tarxeta de rede. Este campo almacena o enderezo do destinatario da trama.
 - ♦ **Enderezo orixe:** igual que no caso anterior, pero almacena o enderezo do emisor.
- A estes enderezos coñéceselles co nome de **Enderezos MAC**, (Media Access Control http://es.wikipedia.org/wiki/Direcci%C3%B3n_MAC).

7.1.- Trama do IEEE 802.3

☞ O ENDEREZO MAC: (Media Access Control address)

☞ Definición informal: Sirve para identificara un compoñente hardware susceptible de ser conectado a unha rede.

☞ Tarxetas de rede.

☞ Periféricos (Impresoras, escáner, cámara IP, etc.).

☞ Electrodomésticos que se poidan conectar a unha LAN.

☞ Robots.

☞ Móviles, IPADs, PDAs, etc.

☞ Está composto por 48 bits (6 bytes), exprésase en formato hexadecimal: **B8-AC-6F-2F-84-0D**

☞ 24 primeiros bits (3 primeiros bytes) identifican ao **fabricante** do compoñente hardware.

☞ 24 últimos bits (3 últimos bytes) úsaos o fabricante para identificar cada un dos **dispositivos** que fábrika, de xeito que, cada un dos dispositivos vai ter un **endereço MAC único no mundo**.

☞ Resumo: cada endereço MAC, por exemplo **B8-AC-6F-2F-84-0D** ten 2 partes:

☞ **B8-AC-6F**: fabricante INTEL

☞ **2F-84-0D**: número que Intell lle deu a unha tarxeta de rede. Este número non se volverá a usar.

☞ Comandos para coñecer a MAC:

☞ Windows: **ipconfig /all** ou **getmac**

☞ Linux: **ifconfig**

- A imaxe describe o que é o Enderezo MAC.
- Lembra: para consultar o enderezo MAC:
 - ♦ Windows: executar os comandos **getmac** ou **ipconfig /all**
 - ♦ Linux: **ifconfig**.
 - ♦ Lembra tamén que indican os 3 primeiros bytes.

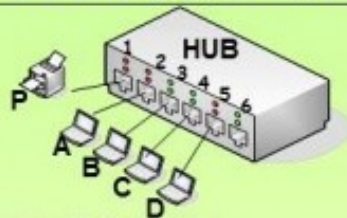
1.4.2 Electrónica de rede que permite intercambio de tramas

- Os elementos **hub** e **switch**, permiten o intercambio de tramas entre o orixe e o destino non modificando os campos orixe e destino da trama.
- Cales son as diferenzas entre eles?:

- **Hub**

7.6- HUBS e SWITCHES

CONCENTRADOR (HUB) vs. CONMUTADOR (SWITCH)



NIVEL DE TRABAJO:

Físico: só entende de electricidade e non do significado do que por el está a pasar. Dito dun xeito non científico é como un **arame**.

FUNCIONAMENTO:

Todo o que recibe o HUB por un porto é retransmitido polos demais portos

EXEMPLO:

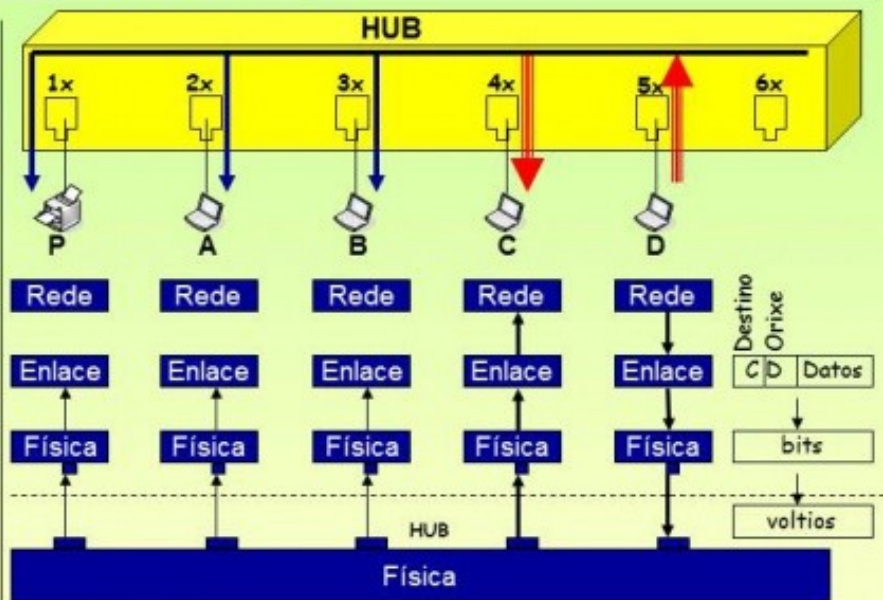
O HOST D desexa enviar unha trama ó HOST C. Supoñer que os enderezos FÍSICOS/MAC son as letras A,B,C,D e P

ACTIVIDADE NOS RECEPTORES

Tódolos equipos salvo o transmisor (host D) reciben no nivel de enlace a trama enviada.

C: procesa a trama, pois el é o destinatario

A, B e P: descartan a trama, pois eles non son os destinatarios



CONCLUSIÓN:

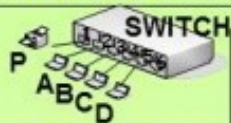
- 1.- Cando transmite un equipo o hub **inunda** a rede molestando ós demais equipos, salvo ó receptor real.
- 2.- **Colisións:** cando tx dous ou máis equipos as tramas van chocar, pois por un mesmo porto enviaranse varias tramas simultaneamente.
- 3.- **Fácil roubo** de información, pois todos están recibindo canto pasa polo hub
- 4.- Se no proceso de envío se **modificou algún bit** da trama o hub non o pode detectar pois non é capaz de interpretar campos de información

- Un hub (concentrador) é coma un arame todo o que recibe por un porto o reenvía por todos os demais, independentemente do destinatario. Co cal está a molestar a aqueles que non son o destinatario.

- Switch, conmutador, ponte, bridge

7.6- HUBS e SWITCHES

CONCENTRADOR (HUB) vs. CONMUTADOR (SWITCH)



NIVEL DE TRABAJO:

ENLACE: ó traballar neste nivel entende as tramas, está interesado nas direccións MAC orixe e destino e no CRC.

FUNCIONAMENTO:

Mantén unha Táboa de MACs co formato:

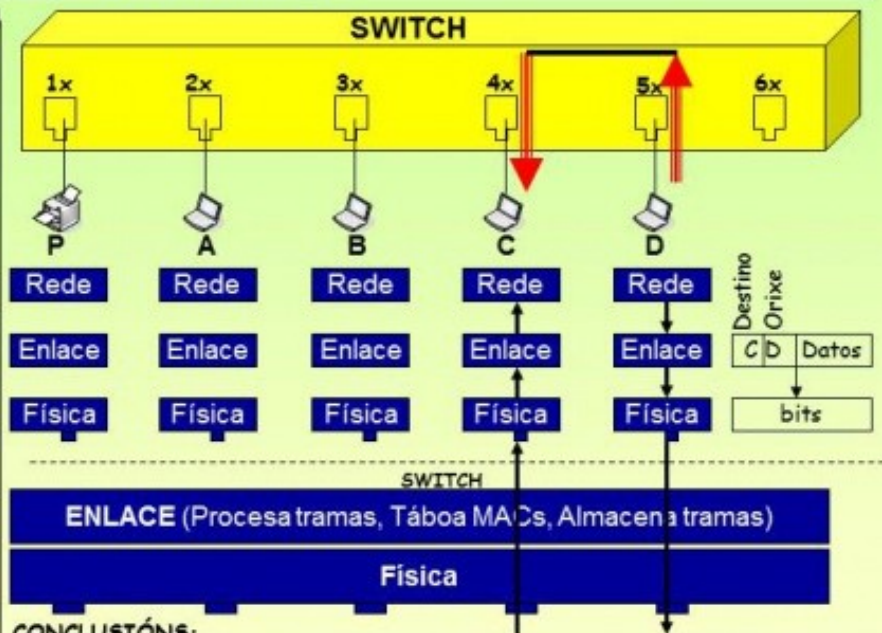
MAC	Porto	Tempo
P	1	10:00:12
B	3	10:00:13
D	5	10:00:27
A	2	10:01:05

Algoritmo de aprendizaxe cara atrás:

- 1.- Cando chega unha trama, apunta na táboa de MACs: **porto de entrada**, dirección **MAC** de quen a envía e o **hora** a que chegou.
- 2.- Mira o campo de **destino** da trama e consulta a táboa para saber porque porto está alcanzable esa dirección MAC.

Se non existe esa MAC (P.e. caso C) entón inunda, se existe envía polo porto axeitado.

- 3.- Borra as entradas da táboa cunha antigüidade superior a X segundos



CONCLUSIONES:

- 1.- Cando un equipo tx, o switch recibe a trama e reenvía polo porto axeitado. Salvo que non estea o destino na táboa.
- 2.- **Colisións:** o switch almacena nunha memoria as tramas que chegan e logo procesaas. Dous hosts poderían estar enviando a outros dous sen molestarse.
- 3.- O **roubo** de información, precisa usar técnicas de hacker.
- 4.- O switch pode calcular o CRC da trama e comparalo co que ven na propia trama, se non coinciden descarta a trama

72

- Un switch trata de que todo o que reciba por un porto reenvíalo por aquel porto polo que pode alcanzar ao destinatario. Para iso, xa é capaz de entender os campos da trama e aprender onde se atopan os distintos elementos a través do algoritmo de **aprendizaxe cara atrás**.
- É por iso que se di que un switch é de nivel 2, porque é capaz de entender os campos dunha trama.

1.4.3 Afondar máis no nivel de enlace



INTERÉSACHE...

- Redes de área local. Nivel de Enlace, isto é, O_nivel_de_enlace do Profesor Arribi.
- Modelo OSI / TCP-IP#PDF Modelo OSI - TCP/IP (Transparencias 37 a 73).
- Modelo OSI / TCP-IP#PDF Detección e corrección de erros

1.5 Nivel de rede

- O nivel de rede (http://es.wikipedia.org/wiki/Capa_de_red) que se vai estudar é o **Protocolo de Internet versión 4** (http://es.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol) do estándar TCP/IP.
- Para situarse en contexto, observar que esa capa está por riba do nivel de enlace e por debaixo da de Transporte (TCP/UDP) co cal, a capa IP vai construír datagramas (paquetes-IP) cos segmentos que lle pasa a capa de transporte, e viceversa.

8.- Introducción – TCP / IP

ORIXES

O grupo de protocolos TCP/IP foi creado pola ARPA (Axencia de Proxectos de Investigación Avanzada) pertencente ó departamento de defensa de EE.UU.

OSI vs. TCP/IP



1.5.1 Formato dun datagrama, paquete-IP

Redes Área Local - OSI – TCP/IP

8.3.- ARP (Address Resolution Protocol)

⇒ IP (Internet Protocol)

DATAGRAMAS: paquetes nos que se divide unha mensaxe e que se envían usando un **servizo non orientado á conexión**.

O nivel IP especifica o formato dos paquetes do nivel de rede, chamados **datagramas**.

Supón unha subrede (elementos de comunicacións entre orixe e destino reais) moi fiable pois fíase de que os paquetes van chegar ó destino.

O datagrama pode fragmentarse noutros máis pequenos se ten que atravesar redes con MTU (Campo de datos da trama) máis pequena.

O tamaño máximo do datagrama é de 64 KBytes. Este divídese en dúas partes **CABECEIRA** e **DATOS**



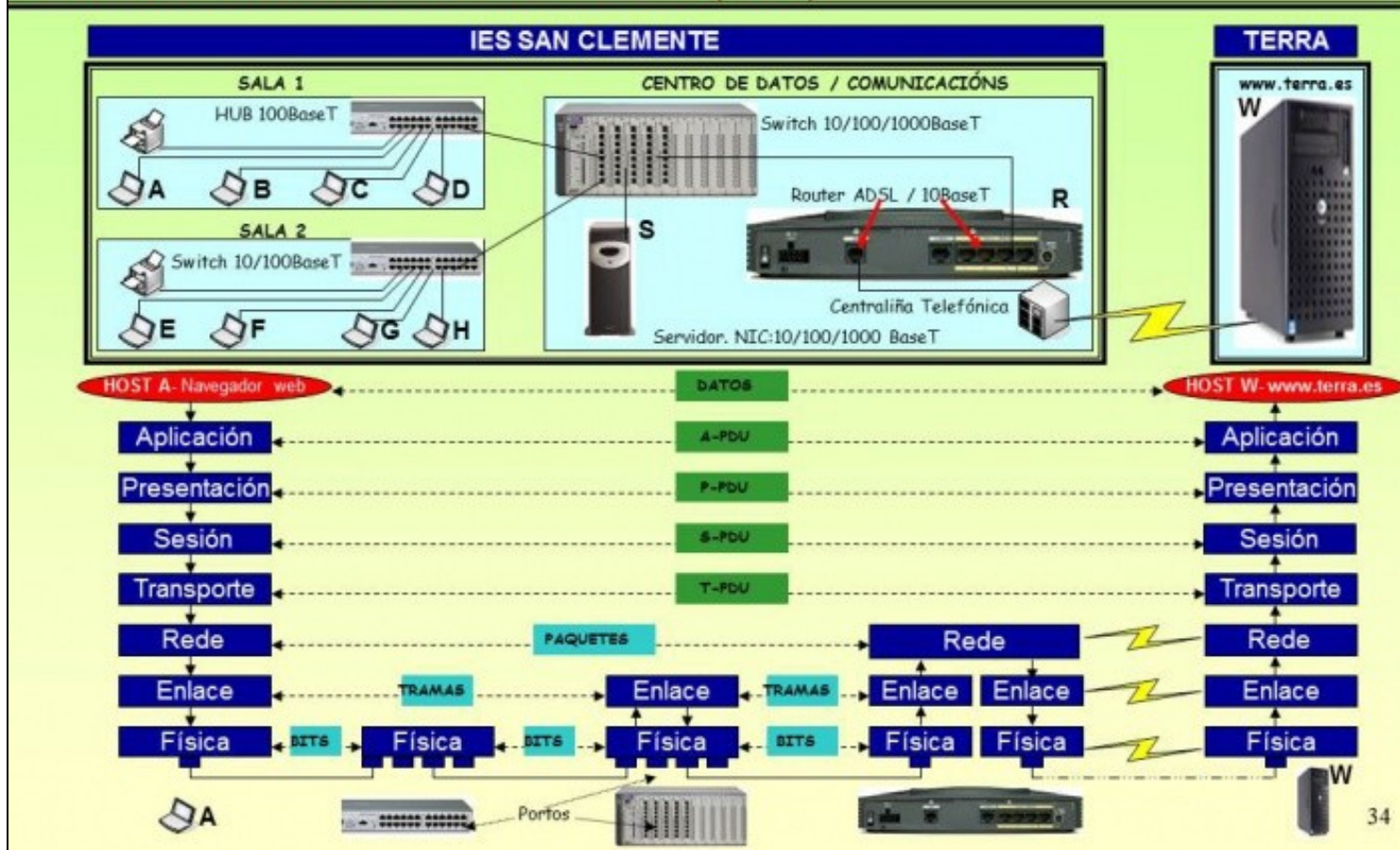
VERSION:	Versión do protocolo IP coa que se creou o datagrama. Versións actuais (IPv4 para enderezos de 32 bits)
HLEN:	Lonxitude da cabeceira medida en palabras de 32 bits (1 palabra de 32 bits é igual a unha fila do debuxo) O encabezado común, sen opcións mide 5 (5 filas, 5 palabras de 32 bits). Isto é 5x4= 20 bytes.
LONGITUDE TOTAL:	Medido en Bytes, inclúe os bytes da cabeceira e dos datos. O campo ten 16 bits → $2^{16}=65.536$ octetos (64 KB)
TIPO DE SERVIZO:	Para especificar a prioridade do datagrama, fiabilidade , retardo ... Os routers non fan moito caso a este campo.
TEMPO DE VIDA:	(Time to live) Especifica o tempo en segundos que o datagrama pode estar na rede. Ó pasar polos routers, estes van decrecendo este valor. Se o seu tempo concluíu e non chegou ó destino os routers elimínanos.
PROTOCOLO:	Que protocolo de alto nivel creou o datagrama . (TCP ou UDP).
CHECKSUM:	Realiza unha serie de complementos a un coa cabeceira e o resultado pono neste campo, para no receptor comprobar que a cabeceira chegou correctamente.
ENDERZOS IP:	Conteñen as direccións IP orixe do paquete e destino do paquete.
OPCIÓNS:	Úsase para probas de rede e depuración (Rexistrar rutas, etc). Como máximo poden ser 10 palabras de 32 b=40B
DATOS:	Contén bytes que se corresponden a un segmento (Unidade de datos que intercambian entidades de transporte)

95

- Como se pode observar cada liña do datagrama ten 32 bits. O datagrama esta formado por dúas partes: **datos**, que son os segmentos encapsulados da capa de transporte e por un **encabezado**. Para os obxectivos deste curso imos estudar só 2 campos do encabezado:
 - ♦ **Enderezo IP orixe**, son 32 bits que identifican ao equipo emisor.
 - ♦ **Enderezo IP destino**, igual que no caso anterior pero identifica ao equipo destinatario.
- Tanto emisor como receptor poden estar na mesma rede LAN ou separados por quilómetros, neste caso é cando é preciso o uso de **routers** (encamiñadores) que se se verán despois.

Redes Área Local - OSI – TCP/IP

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)



- Na imaxe pódese observar como os paquetes do ordenador A son enviados ao router R e este reenvíaos ao router do ISP (Provedor de servizos de internet) até que o datagrama chegue ao ordenador de Terra. Iremos supoñer que non se usou NAT (que se verá despois), deste xeito o paquete que saíu de A é o mesmo que chegou ao ordenador de Terra, sen cambiar nin os enderezos-IP orixe nin destino, lembrar que no caso das tramas si cambiaban, cando atravesaba un router.

1.5.2 Enderezos IP

Iremos estudar agora como se comportan eses 32 bits que identifican a un equipo no nivel 3 ou de rede: o enderezo IP (http://es.wikipedia.org/wiki/Dirección_IP)

- Enderezos IP

Redes Área Local - OSI – TCP/IP

8.1.- Enderezos IP

➤ ENDEREZOS IP (Internet Protocol) - TIPOS

Cada equipo da rede que chegue ata o nivel 3 de OSI (nivel de rede) vai ter un enderezo IP.

Está composto por 32 bits (4 bytes) que se representan con 4 números enteiros separados por puntos.

Exemplo: 0000 1010 . 0000 0011 . 0000 0101 . 0000 0110 (binario) → 10.3.5.6 (decimal)

Os 32 bits divídense en dúas partes: **Identificador de rede (net id)**: indica o número de rede IP.

Identificador de equipo (host id): indica o número de equipo dentro da rede IP.

Valores característicos na parte de identificador de equipo:

- Poner todo **ceros** na parte de equipo é para referirse á rede en se mesma (úsase par enrotar / encamiñar)

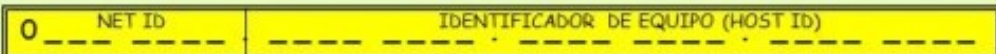
10.0.0.0 (0000 1010 . 0000 0000 . 0000 0000 . 0000 0000) Fai referencia a toda a rede 10 (tódolos equipos da rede 10)

- Poner todo **uns** na parte de equipo – Multidifusión (Posto nunha dirección destino, ese paquete envíase a todos os equipos da mesma rede IP).

10.255.255.255 (0000 1010 . 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111) Para transmitir a todos os equipos da rede 10.0.0.0

DOS equipos poderanse comunicar directamente entre se, **se están na mesma rede IP**, senón terán que usar intermediarios: **routers**

➤ TIPO A



1º ÍTEM: 0 - 127

REDES: $2^7 = 128$

EQUIPOS: $2^{24} - 2 = 16.777.214$

REDE PARA USO PRIVADO: 10.0.0.0 - 10.255.255.255 (1 sóa rede clase A - RFC 1989)

EXEMPLO: 95.3.20.2

REDE: 95.0.0.0

EQUIPO: 3.20.2

MULTIDIFUSIÓN: 95.255.255.255

➤ TIPO B



1º ÍTEM: 128 - 191

REDES: $2^{14} = 16.384$

EQUIPOS: $2^{16} - 2 = 65.534$

REDE PARA USO PRIVADO: 172.16.0.0 - 172.31.255.255 (16 redes clase B - RFC 1989)

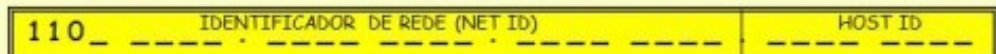
EXEMPLO: 150.3.20.2

REDE: 150.3.0.0

EQUIPO: 20.2

MULTIDIFUSIÓN: 150.3.255.255

➤ TIPO C



1º ÍTEM: 192 - 223

REDES: $2^{21} = 2.097.152$

EQUIPOS: $2^8 - 2 = 254$

REDE PARA USO PRIVADO: 192.168.0.0 - 192.168.255.255 (256 redes clase C - RFC 1989)

EXEMPLO: 192.3.20.2

REDE: 192.3.20.0

EQUIPO: 2

MULTIDIFUSIÓN: 192.3.20.255

76

• Observar como os 32 bits son divididos en 2 anacos:

- o primeiro anaco, identifica á **rede IP**: aínda que 2 ordenadores estean conectados directamente entre si. Estes deben estar na mesma rede-IP para poder comunicarse entre si.
- o segundo anaco, identifica ao **equipo** dentro da rede-IP: dous equipos deben ter distinto identificador de equipo dentro da mesma rede-IP.
- 2 equipos poden ter o mesmo identificador de equipo, pero rede-IP distinta, deste xeito entre eles xa non hai comunicación. Para que se entenda, en Santiago de Compostela pode haber un número de teléfono (sen ter en conta o prefixo) igual a un de Cambados, pero os dous teñen prefixos distintos. E é así como se distinguen, grazas ao prefixo.

• Apreciar na imaxe o que significa que un equipo teña todo ceros ou todo uns no **identificador de equipos**.

• Observar, tamén, os tres tipos de enderezos privados que hai en cada clase de rede IP:

- Clase A: 10.0.0.0
- Clase B: de 172.16.0.0 a 172.31.0.0
- Clase C: 192.168.0.0 (a que usa todo mundo para uso privado, pero poderíanse usar calquera IP das de clase A ou B).

• Enderezos IP especiais

8.1.- Enderezos IP

TIPOS ESPECIAIS DE IPs

As IPs privadas de cada clase úsanse para fogares, cibers, institucións, etc, que non queiran ter equipos con IPs reais en internet.

A rede 127.0.0.0 non se usa para asignar ós equipos. En concreto a IP 127.0.0.1 úsase para **loopback** (é o propio equipo). Un equipo aínda que non teña tarxeta de rede sempre ten un IP asignada: 127.0.0.1

Tamén se coñece co nome de **"localhost"** (Explicado máis adiante)

DIFUSIÓN LIMITADA: IP de destino: 255.255.255.255. Úsase para difusión local, cando un equipo desexa enviar a tódolos equipos da súa rede. Úsana os clientes DHCP cando un equipo trata de obter unha dirección IP. (Explicado máis adiante)

DIFUSIÓN: Supoñer esta IP de destino: 10.255.255.255. Se é enviada, por exemplo, por 10.0.3.2 é o mesmo que o caso anterior. Se é enviada, por exemplo, por 11.0.3.4, ese paquete atravesará routers ata alcanzar a rede 10.0.0.0

En www.iana.org (Internet Assigned Numbers Authority) pódense atopar as distintas restricións sobre o uso de IPs.

TIPO D

1 1 1 0

ENDEREZO DE MULTIDIFUSIÓN

1º ÍTEM: 224 - 239

ÚSASE XERALMENTE PARA A DIFUSIÓN DE VÍDEO (UN ÚNICO EMISOR E VARIOS RECEPTORES).

TRÁTASE DE QUE O EMISOR SÓ EMITA UNHA SÓA VEZ E NON TANTAS COMO RECEPTORES HAXA.

TIPO E

1 1 1 1 1 0

RESERVADO PARA USO FUTURO

1º ÍTEM: 240 - 247

- A imaxe amosa tipos especiais de enderezos IPs.

1.5.3 Máscara de subrede

Pero como saber que parte do Enderezo IP é identificador de rede e cal identificador de equipo?. Para iso están as máscaras

(https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1scara_%28inform%C3%A1tica%29) de rede (ou subrede)

(http://es.wikipedia.org/wiki/Dirección_IP#Máscara_de_subred)

8.1.- Enderezos IP

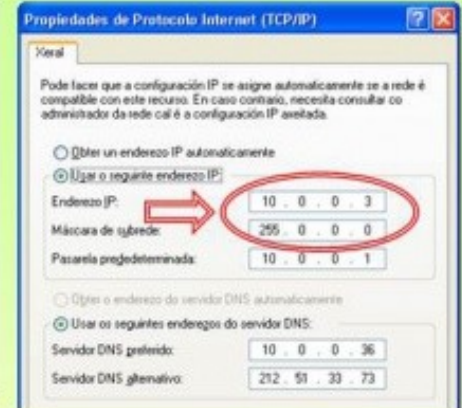
➤ MÁSCARAS

Para determinar nunha dirección IP: que parte é **rede?** e que parte é **equipo?** úsase á **máscara**.

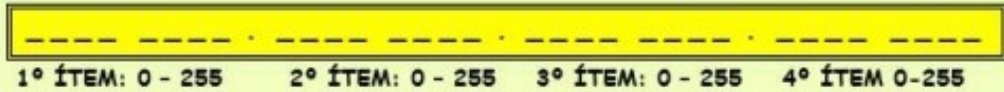
Está formada por 32 bits, que se organizan en 4 números enteiros, ao igual que en un enderezo IP.

A parte da máscara na que hai **uns (1s)** corresponde coa parte de **rede IP** do enderezo IP.

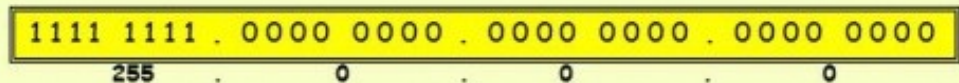
Unha máscara é como a sombra dun enderezo IP. Se non se ten a máscara que acompaña a unha IP non se poderá determinar a parte de rede e a parte de equipo.



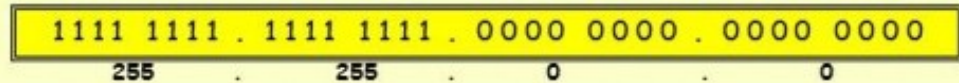
➤ MÁSCARA



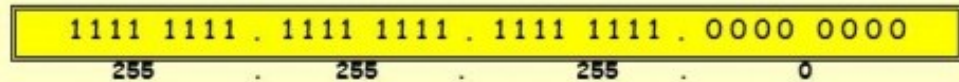
➤ MÁSCARA TIPO - A



➤ MÁSCARA TIPO - B



➤ MÁSCARA TIPO - C



- Lembra que a máscara tamén son 32 bits, e aqueles bits do lado esquerdo que estean a 1, están indicando o **identificador de rede** do Enderezo IP.

- A importancia da máscara

8.1.- Enderezos IP

➤ MÁIS SOBRE MÁSCARAS

Outra forma de representar as máscaras é indicando o número de **1s** que posúe esta, sempre contando dende a esquerda.

Exemplo: 10.4.5.6 / 8 (Indica que os 8 primeiros bits da máscara son **1s** e os 24 bits restantes **0s**)

A máscara equivalente en formato de octetos separados por puntos é 255.0.0.0

Como sabe un equipo cal é a súa **rede-IP**? ó facer un AND BINARIO do seu enderezo IP coa súa máscara.

Exemplo: 10 . 4.5.6	0000 1010 . 0000 0100 . 0000 0101 . 0000 0110	
255.0.0.0	1111 1111 . 0000 0000 . 0000 0000 . 0000 0000	AND BINARIO
10 . 0.0.0	0000 1010 . 0000 0000 . 0000 0000 . 0000 0000	

Este ordenador está na **rede-IP** 10.0.0.0 e do **equipo** 4.5.6 dentro desa rede - IP.

➤ IMPORTANCIA DA MÁSCARA

En función da máscara unha, dirección IP pode estar nunha rede IP ou noutra distinta.

EXEMPLO:

10.3.2.1 / 8 = 10. 3. 2. 1
255.0.0.0

REDE: 10.0.0.0

EQUIPO: 3.2.1

10.3.2.1 / 16 = 10.3.2.1
255.255.0.0

REDE: 10.3.0.0

EQUIPO: 2.1

10.3.2.1 / 24 = 10.3.2.1
255.255.255.0

REDE: 10.3.2.0

EQUIPO: 1

➤ SUBREDES

O exemplo anterior é un claro exemplo de subrede, converteuse unha dirección de tipo A noutras de tipo B e tipo C.

Se unha empresa ten 20 departamentos e está interesada en que cada un deles estea nunha rede – IP distinta,

A empresa merca a IANA a rede IP de tipo B: **130.6.0.0**.

Se lle pon a tódolos equipos a máscara **255.255.0.0** tódolos equipos estarían na mesma rede-IP.

A solución pasa por facer subredes, pasar a IP anterior a outra de **tipo C**, iso conséguese coa máscara.

Se poñen a un departamento IPs na subrede **130.6.1.0/24** e a outro **130.6.2.0/24**, xa estarían en redes - IP distintas.

- Observar como un equipo acha en que rede-IP está: facendo o AND binario da súa IP coa súa Máscara.
- Observar como un mesmo Enderezo-IP pode estar en redes-IP distintas se se cambia a máscara.

- Como saber se dous equipos (emisor e receptor) están na mesma rede?

8.1.- Enderezos IP

E REMATAMOS COAS MÁSCARAS

Desafortunadamente, non tódalas máscaras son /8, /16 ou /24 (isto é 255.0.0.0, 255.255.0.0, 255.255.255.0)
O seguinte exemplo mostra que os valores da máscara van dende /0 ata /32 (Estes 2 casos, en concreto, son casos especiais)

Exemplo: Tres equipos coas seguintes IPs: 10.1.4.6 / 23 (Máscara 255.255.254.0)
Comprobar se están na mesma 10.1.5.6 / 23 (Máscara 255.255.254.0)
rede ip? 10.1.6.6 / 23 (Máscara 255.255.254.0)

Faise o paso a binario:

10.1.4.6 /23	0000 1010 . 0000 0001 . 0000 010	0 . 0000 0110	
Máscara	1111 1111 . 1111 1111 . 1111 111	0 . 0000 0000	AND BINARIO
	0000 1010 . 0000 0001 . 0000 010	0 . 0000 0000	
10.1.5.6 /23	0000 1010 . 0000 0001 . 0000 010	1 . 0000 0110	
Máscara	1111 1111 . 1111 1111 . 1111 111	0 . 0000 0000	AND BINARIO
	0000 1010 . 0000 0001 . 0000 010	0 . 0000 0000	
10.1.6.6 /23	0000 1010 . 0000 0001 . 0000 011	0 . 0000 0110	
Máscara	1111 1111 . 1111 1111 . 1111 111	0 . 0000 0000	AND BINARIO
	0000 1010 . 0000 0001 . 0000 011	0 . 0000 0000	
	NET ID : 23 bits	HOST ID : 9 bits	

Os dous primeiros equipos pódense comunicar entre sei, pois **están na mesma rede-IP**. Os primeiros 23 bits do resultado do AND son iguais.

O terceiro equipo non se pode comunicar cos outros. Está nunha rede-IP distinta. Non coinciden os 23 primeiros bits do resultado do AND cos demais resultados dos 2 primeiros enderezos IP.

Olla co seguinte exemplo:

10.1.4.4 /30	0000 1010 . 0000 0001 . 0000 0100 . 0000 01	00	Esta IP ten 0s na parte de equipo. Refírese á rede-IP
10.1.4.5 /30	0000 1010 . 0000 0001 . 0000 0100 . 0000 01	01	Esta IP pódesele poñer a un equipo.
10.1.4.6 /30	0000 1010 . 0000 0001 . 0000 0100 . 0000 01	10	Esta IP pódesele poñer a un equipo.
10.1.4.7 /30	0000 1010 . 0000 0001 . 0000 0100 . 0000 01	11	Esta IP ten 1s na parte de equipo. Multidifusión
Máscara	1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 11	00	
	NET ID : 30 bits	HOST ID : 2 bits	

80

- O equipo emisor fai o AND binario da súa máscara coa seu propio enderezo-IP e por outro lado volve a facer o AND binario da súa máscara co enderezo-IP do destino. Pode suceder:
 - ♦ Se os dous resultados coinciden e que os dous equipos están na mesma rede-IP.
 - ♦ Se os dous resultados non coinciden é que están en redes-IP distintas e o equipo emisor o que debera facer é enviar o paquete-IP ao router que teña configurado para que sexa este quen o vaia encamiñando até atopar o destino.
- Observar con tranquilidade os dous exemplos desta imaxe, xa que usan máscaras que non son nin de clase A, nin B, nin C. Observar sobre todo o último exemplo, onde só se poden ter 2 equipos na rede 10.1.4.4/30.

1.5.4 Electrónica de rede para intercambio de paquetes: routers/encamiñadores

Os **routers, roteadores ou encamiñadores** (<http://es.wikipedia.org/wiki/Router>) úsanse para interconectar redes-IP distintas ou redes con tecnoloxías distintas, exemplo: ADSL e LAN. Pero en calquera caso a súa función é a mesma: encamiñar paquetes dende o orixe até o destino.

- Os routers como rotondas

8.2.- Routers IP

➤ ENRUTAMIENTO IP - AS ROTONDAS

As rotondas de tráfico serven para:

- **encamiñar o tráfico.** Grazas ás sinais que indican cara a onde están os destinos.
- **unir estradas de distintos tipos e velocidades.** Por exemplo, unha vía rápida cunha estrada corrente.

Un conductor ó chegar a unha rotonda encamiña o seu coche en función das sinais de dirección.



➤ ROUTERS / ENCAMIÑADORES / PORTA DE ENLACE / PASARELA

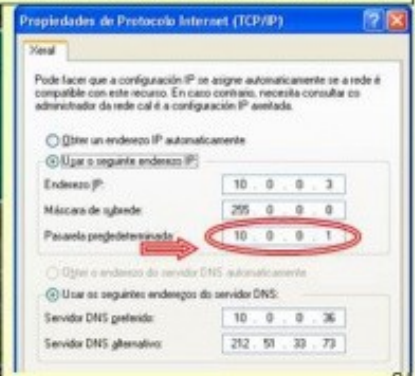
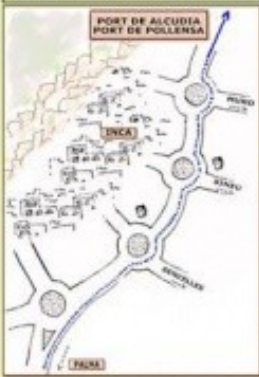
Un **router** actúa coma unha rotonda. A el chegan paquetes que serán encamiñados por unha ou outra liña en función da **táboa de encamiñamento**.

Un conductor para acadar o seu destino pode atravesar moitas rotondas.

Un datagrama / paquete para acadar o seu destino pode atravesar moitos routers.

Un ordenador que desexe enviar un datagrama a outro que non está na mesma rede-IP ca el, debe enviar ese paquete ó router.

Esta é a razón pola que se configura unha porta de enlace no propio equipo. **A porta de enlace estará na mesma rede que o Equipo.**

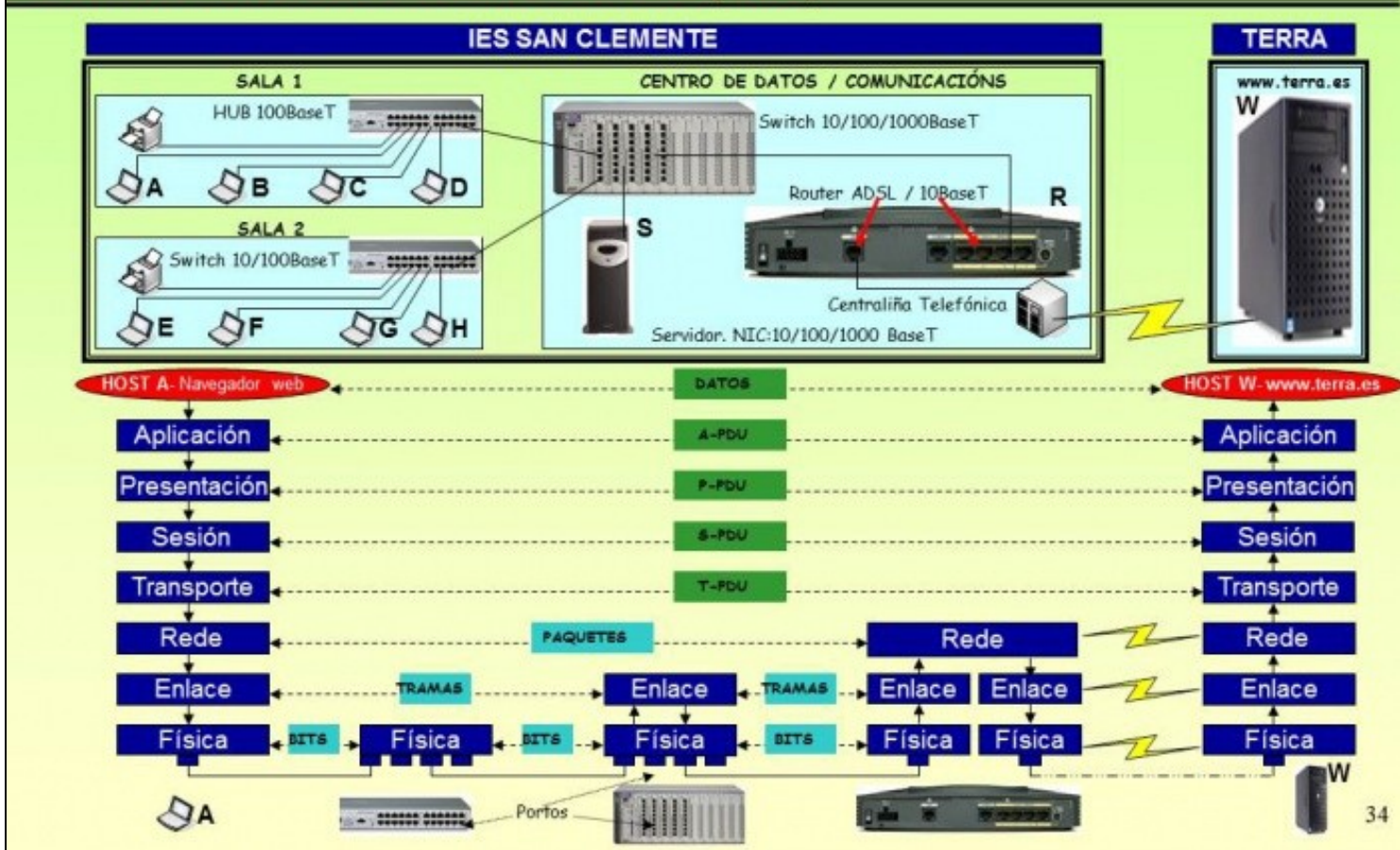


- Un router equivale a unha rotonda das estradas, que serve para encamiñar a tráfico cara ás distintas vías que une.

- Contexto dos routers

Redes Área Local - OSI – TCP/IP

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)



- Cando calquera equipo da rede LAN (Sala 1, 2 e CPD) desexa comunicarse con outro equipo da rede LAN non vai precisar o router pois todos eles están na mesma rede LAN. Pero cando desexa comunicarse cun enderezo-IP do exterior o equipo emisor vai detectar que o orixe e o destino non están na mesma rede-IP (AND Binario) e por tanto o emisor enviará o paquete ao router R, para que este o encamiñe cara outro router até que o paquete acade o seu destino.
- A configuración dun router e o funcionamento da táboa de ruteo non se vai ver neste curso, pero a modo de exemplo, expóñense unhas imaxes do seu funcionamento e configuración. O que realmente interesa é ver como o emisor acha se o destinatario do paquete está ou non na mesma rede-IP ca el.

8.2.- Routers IP

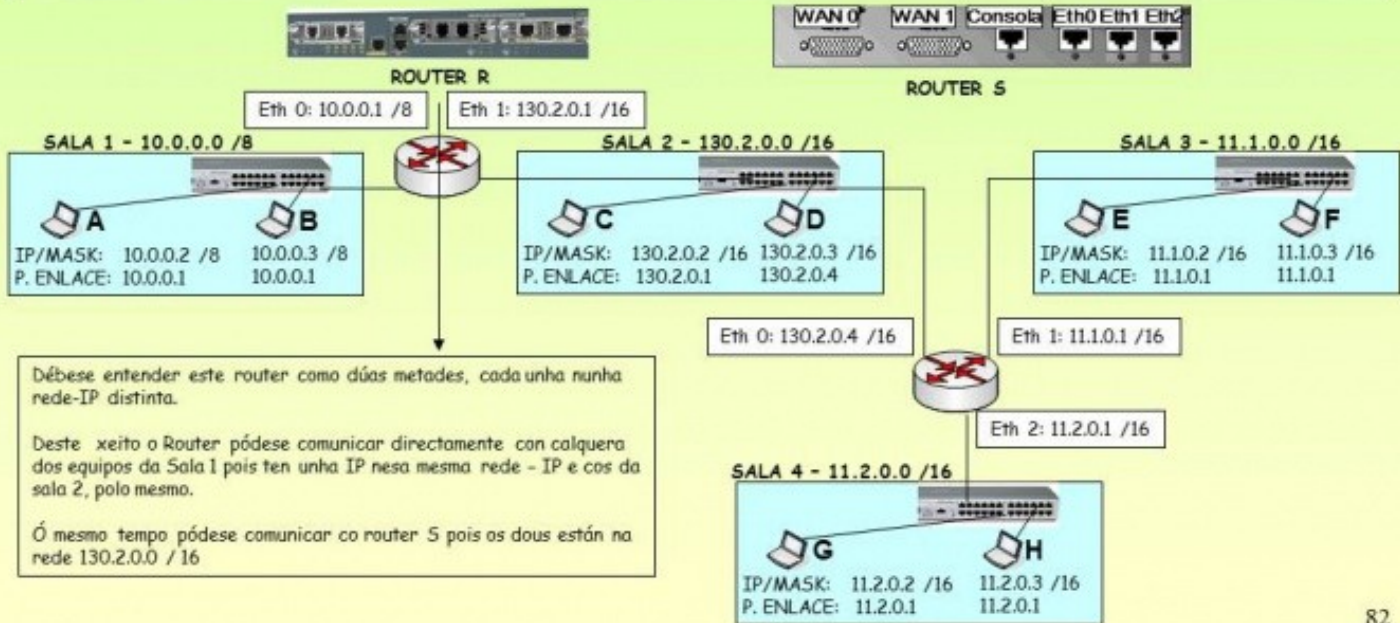
➤ CONFIGURAR UN ROUTER: IPs

Obsérvese o seguinte exemplo:

- 4 Redes – IP . Dúas delas en subredes (Sala 3 e Sala 4)
- 2 Routers: **Router R**: une dúas redes IP.

Router S: une tres redes IP.

Cada ordenador debe ter configurada unha porta de enlace á que enviar os paquetes que non vaian para a súa REDE – IP. Ollar como **C e D** teñen configurada unha porta de enlace distinta, pero correctas. Poderían os dous ter a mesma

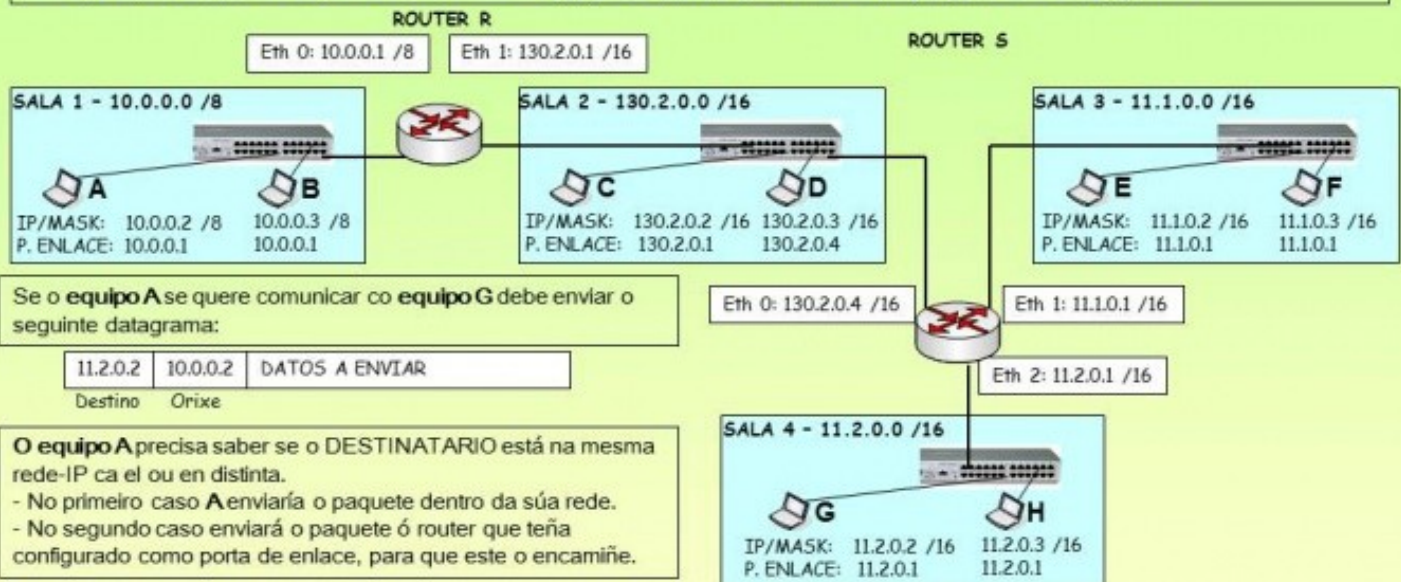


- A imaxe amosa 4 redes-IP, 2 routers que as interconectan e a configuración IP de cada elemento da rede.
- Observar que fai o equipo A (sala 1) para enviarlle un paquete ao ordenador G (sala 4).

Redes Área Local - OSI – TCP/IP

8.2.- Routers IP

➔ CONFIGURAR UN ROUTER: O equipo A vaille enviar un paquete ó equipo G



Se o equipo A se quere comunicar co equipo G debe enviar o seguinte datagrama:

11.2.0.2	10.0.0.2	DATOS A ENVIAR
Destino	Orixe	

O equipo A precisa saber se o DESTINATARIO está na mesma rede-IP ca el ou en distinta.

- No primeiro caso A enviaría o paquete dentro da súa rede.
- No segundo caso enviará o paquete ó router que teña configurado como porta de enlace, para que este o encamiñe.

O equipo A fai un AND da súa máscara coas IPs ORIGE e DESTINO do paquete, deste xeito A saberá se destino e orixe están na mesma rede IP:

	11 .2.0.2	10 .0.0.2
Máscara do orixe (A)	255.0.0.0	255.0.0.0
	11 .0.0.0	10 .0.0.0

O equipo A chega á conclusión de que o DESTINATARIO non está na mesma rede ca el, senón terían que coincidir os resultados.

O equipo A decide, entón, enviar o paquete á súa porta de enlace que é 10.0.0.1 (Router R) e que el o encamiñe.

O equipo A pode comunicarse co Router R porque, este por un dos lados está na mesma rede ca el.

83

- Tras a operación de AND binario, o ordenador A conclúe que o destino non está na mesma rede ca el. Terá que encamiñar o paquete a través do router R. Como?, Ben iso é fariña doutro costal. Nos enlaces do final pódese entender como.

1.5.5 Relacionar enderezos-IPs con enderezos-MACs: ARP

- Pero como fai un equipo cando pasa o paquete de nivel de rede (cos seus enderezos de orixe e destino) ao nivel de enlace para achar os enderezos MAC orixe e destino?. Para iso úsase o **protocolo ARP** (http://es.wikipedia.org/wiki/Address_Resolution_Protocol), é un pouco lioso, pero seguindo os números das imaxes pódese entender o seu funcionamento.
- Basicamente o funcionamento do protocolo ARP consiste en achar a MAC destino en función da IP destino, a saber:
 - ♦ Se os enderezos IPs orixe e destino están na mesma rede-IP o protocolo tratará de achar a MAC destino do equipo de destino.
 - ♦ Se os enderezos IPs orixe e destino NON están na mesma rede-IP o protocolo tratará de achar a MAC destino da porta de enlace (router ou gateway) que ten configurado o equipo emisor.
- En esencia o equipo emisor preguntará a todo equipo da rede LAN: "oíde, quen teña a IP X.Y.Z.T (IP do equipo destino ou do Router de saída do equipo emisor) que me diga cal é a súa MAC". E aquel equipo que a teña responderalle indicándolle a súa MAC.
- O equipo emisor unha vez que xa coñece a MAC asociada á IP de destino, pois garda esa asociación perante un tempo nunha táboa para que en futuras comunicacións non ter que andar a preguntar de novo: **táboa cache ARP**.
- As imaxes que se amosan a continuación desenvolven todo o proceso, nos dous casos: orixe e destino na mesma rede-IP e orixe e destino en distinta rede-IP.

- **Funcionamento ARP: orixe e destino na mesma rede IP**

Redes Área Local - OSI – TCP/IP

8.3.- ARP (Address Resolution Protocol)

➤ MÁIS TÁBOAS - CACHE ARP (I) (a ligazón do nivel IP co nivel de enlace)

EXEMPLO: O HOST A desexa enviar un paquete ó HOST B. (No gráfico débense seguir os números. Supoñer que as letras A, B, J son as MACs dos Hosts)

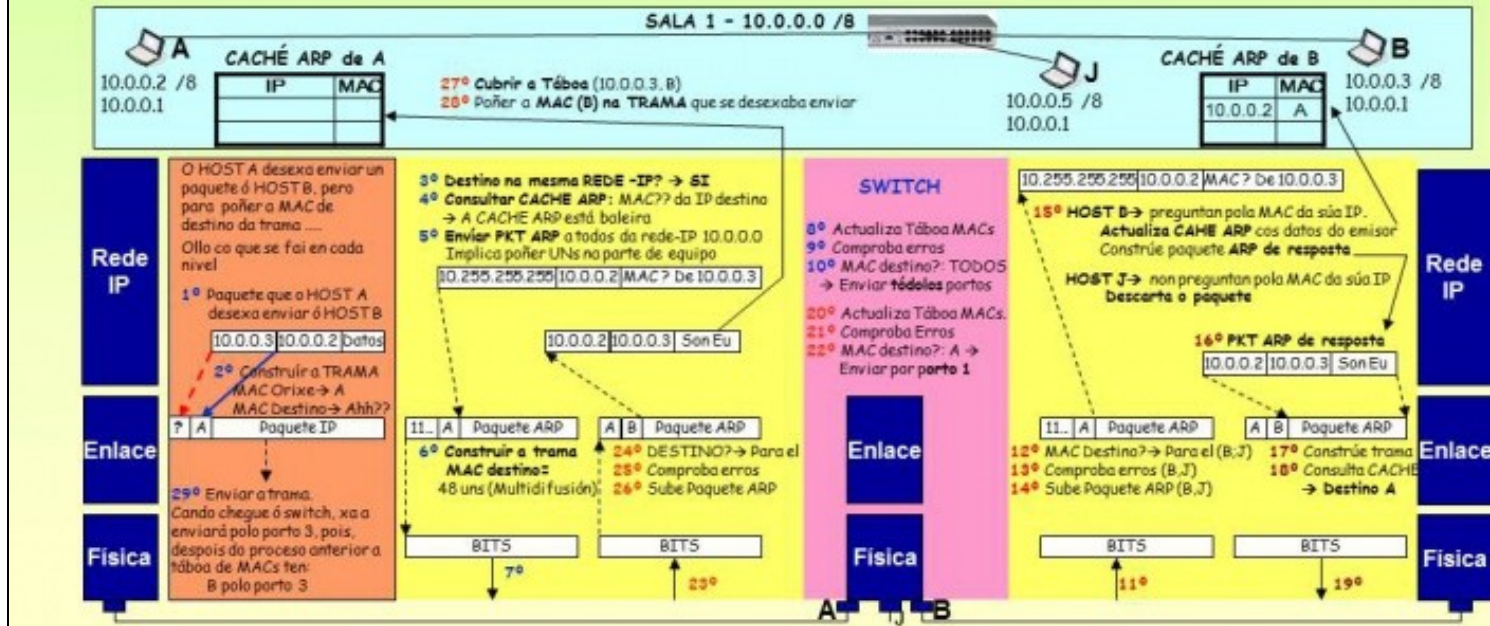
NIVEL IP: constrúe o datagrama cos **enderezos** orixe (10.0.0.2) e destino (10.0.0.3) e o campo de **datos**. Comproba se o destino está na mesma rede IP

NIVEL ENLACE: constrúe á trama, pero ¿Cal é a dirección MAC do destino? Para achala usa o **Address Resolution Protocol (ARP)**

ARP: Cada equipo almacena en memoria unha táboa (**CACHE ARP**) que asocia IPs con MACs. Para construír esa táboa usa o Protocolo de Resolución de Enderezos (ARP). O protocolo ARP está na capa de REDE, no nivel 3.

Consiste en enviar a tódolos equipos da LAN a seguinte pregunta: **¿Pódeme dicir o ordenador con IP X.Y.Z.T cal é a súa MAC?**

Esta pregunta recibírla tódolos equipos da LAN e só responderá o afectado, coa resposta imos cubrindo os campos da táboa para futuras ocasións. O mesmo tempo o ordenador afectado rexistra na súa CACHE ARP a IP e MAC de que fixo a petición.



• Se se seguen os números en azul (1º, 2º, 3º, etc) pódese entender como se fai a resolución de enderezos.

• Funcionamento ARP: orixe e destino en distinta rede IP

Redes Área Local - OSI – TCP/IP

8.3.- ARP (Address Resolution Protocol)

⇒ MÁIS TÁBOAS - CACHE ARP (II)

EXEMPLO: Agora o HOST A desexa enviar un paquete ó HOST D. Pero para chegar ó HOST D temos que pasar antes polo Router R.

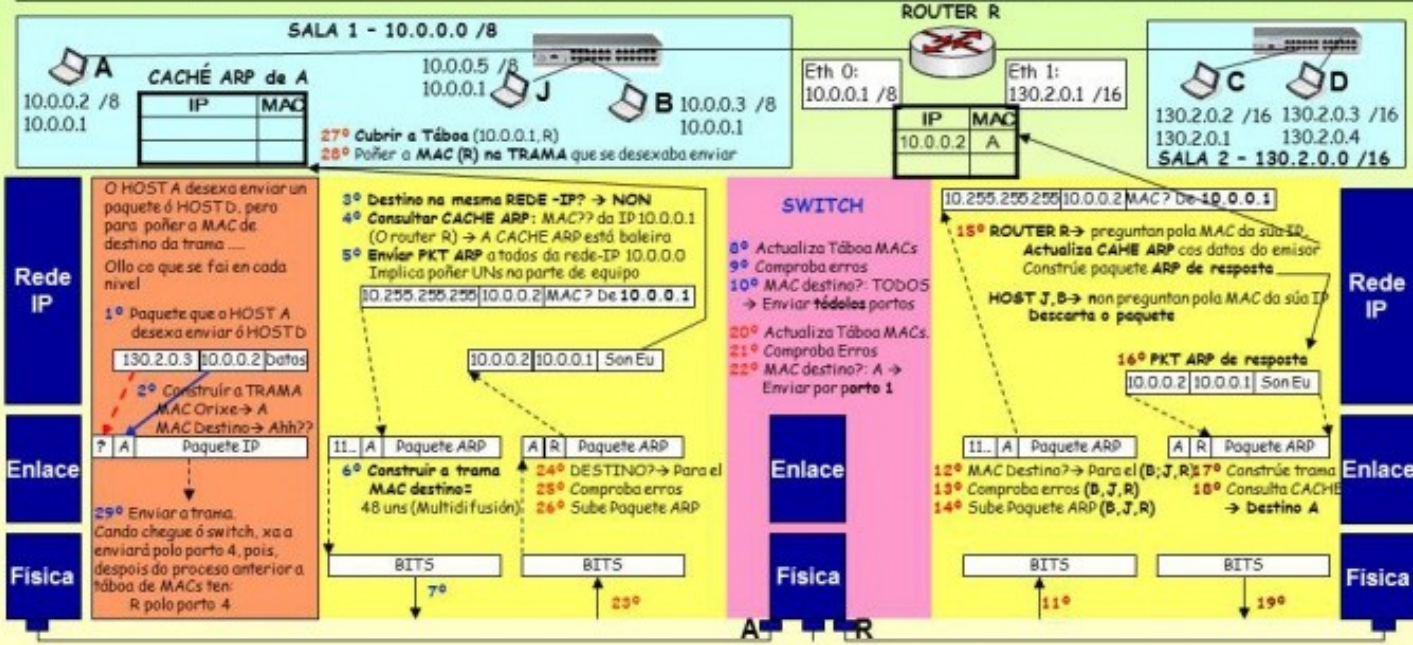
NIVEL IP: constrúe o datagrama cos enderezos orixe (10.0.0.2) e destino (130.2.0.3) e o campo de datos. Comproba se o destino está na mesma rede IP. É AQUI, onde radica a diferenza co caso anterior. O host A tenlle que enviar o paquete ó Router para que el o encamiñe, co cal no nivel 2 a MAC que ten que achar é a do ROUTER R e non a do host D. **OBSERVAR OS PASO 1,3,4,5,27 e RESTO E SEMELLANTE.**

NIVEL ENLACE: constrúe a trama, pero ¿Cal é a dirección MAC do ROUTER R (10.0.0.1), NON do DESTINO REAL?

ARP: Os routers tamén teñen a táboa CACHE ARP, pero neste caso terá IPs e MACs das redes que una por cada interface.

O host A realizará o mesmo proceso que no caso anterior só que a MAC que ten que calcular é a da porta de enlace.

Unha vez que o HOST A averigue a MAC do router R enviaralle a trama a este. Logo, o router terá que facer todo o proceso pero cara á SALA 2.



- Se se seguen os números en azul (1°, 2°, 3°, etc) pódese entender como se fai a resolución de enderezos.
- O funcionamento é semellante ao caso anterior, pero aquí o punto 3° é o que marca a diferenza, pois, neste caso, no canto de procurar a MAC do equipo destino hai que procurar a MAC do router 10.0.0.1.

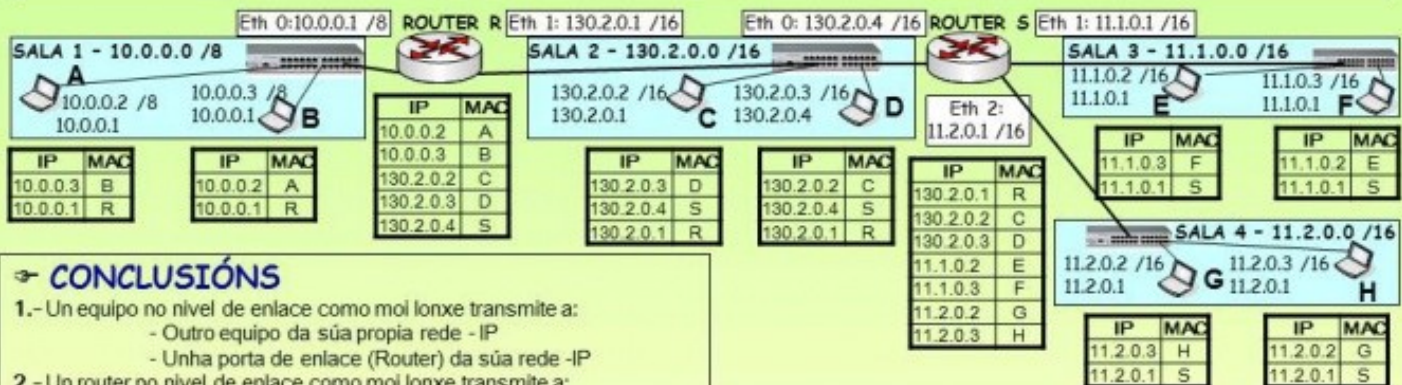
- Os valores das táboas caché ARP unha vez que todos os equipos se comunicaron con todos

Redes Área Local - OSI – TCP/IP

8.3.- ARP (Address Resolution Protocol)

EXEMPLO - TÁBOAS CACHE ARP (III)

As táboas constrúense dinamicamente. Aquelas entradas na táboa que pasado un tempo non se usen vanse borrando. No seguinte exemplo suponse que tódolos equipos se comunicaron con todos. As súas táboas serían:



CONCLUSIÓNES

- Un equipo no nivel de enlace como moi lonxe transmite a:
 - Outro equipo da súa propia rede - IP
 - Unha porta de enlace (Router) da súa rede - IP
- Un router no nivel de enlace como moi lonxe transmite a:
 - Outro router da súa mesma rede-IP.
 - Un equipo de calquera das redes-IP que interconecta.

COMANDOS

COMANDOS: co comando **arp** (Linux / Windows) podemos traballar coa táboa CACHE ARP

```
C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
L:\>arp -a

Interfaz: 10.0.0.5 --- 0x4
Dirección IP      Dirección física    Tipo
10.0.0.1          00-60-67-02-1f-4a  dinámico
10.0.0.35         00-0a-5e-1a-35-cf  dinámico
10.0.0.45         00-0d-61-1c-10-5b  dinámico
10.0.0.51         00-08-e2-13-0e-fd  dinámico
```

```
root@linuxp: /root - Terminal - Konsole
Sesión Editar Vista Marcadores Preferencias Ayuda

[root@linuxp root]# arp

Address            HWtype  HWaddress           Flags
10.0.0.38          ether   00:05:5D:D2:E4:0F   C
10.0.0.5           ether   00:0B:6A:2A:74:9A   C
10.0.0.35          ether   00:0A:5E:1A:35:CF   C
10.0.0.35          ether   00:0A:5E:1A:35:CF   C
```

- Observar como, por exemplo o ordenador A, como "moi lonxe" no nivel de enlace vaise comunicar co ordenador B ou o router R. Lembrar o caso anterior da saca de correos que saía de Santiago con cartas para Nova York.

1.5.6 Afondar máis no nivel de Rede



INTERÉSACHE...

- Redes de área local. Nivel de Rede, isto é, O_nivel_de_rede do Profesor Arribi.
- Modelo OSI / TCP-IP#PDF Modelo OSI - TCP/IP (Transparencias 74 a 99).

1.6 Nivel transporte

- Neste curso vaise estudar a capa de transporte, porque necesítase para entender NAT, que se verá a continuación. Verase o xusto e necesario do **Protocolo da Capa de Transmisión ou TCP** (http://es.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol), do estándar TCP/IP.

- TCP

Redes Área Local - OSI - TCP/IP

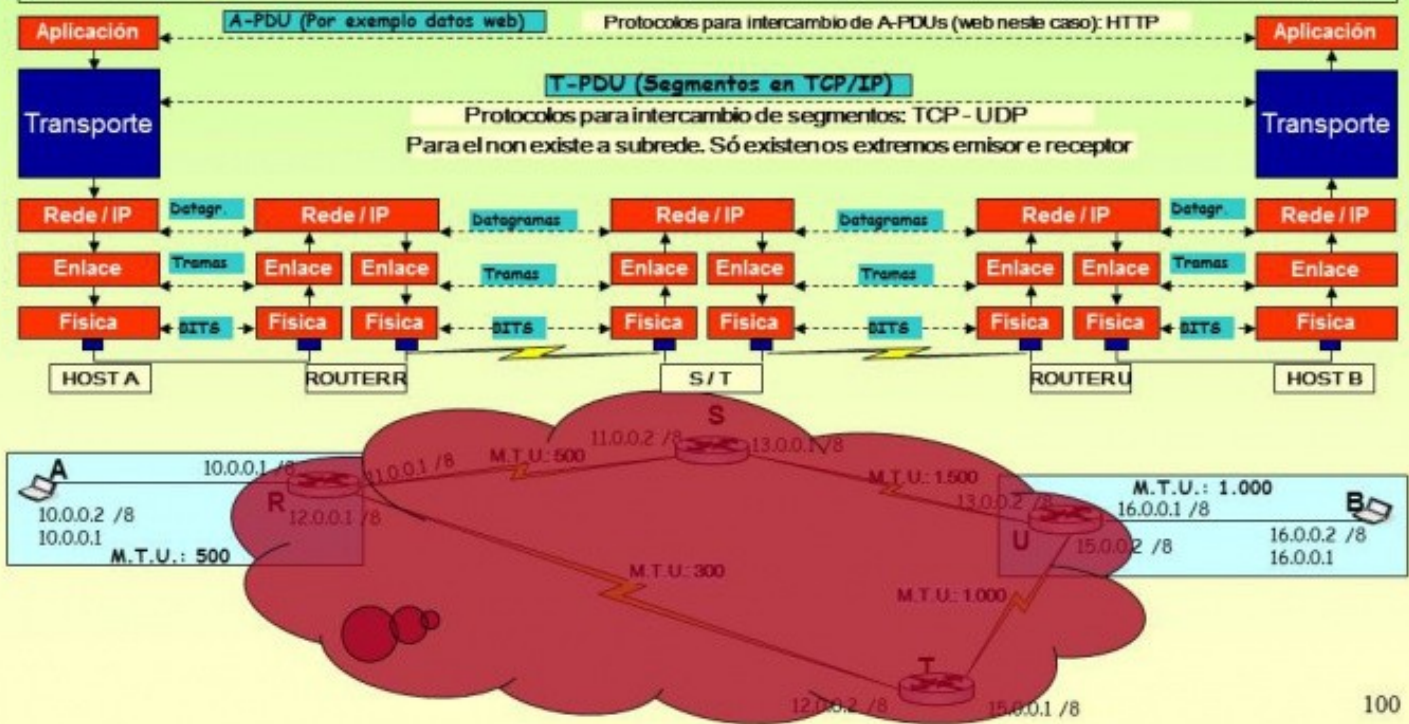
8.5.- TCP (Transmission Control Protocol)

☞ CAPA DE TRANSPORTE en TCP/IP (TCP - UDP)

É a primeira capa extremo a extremo. Isto é, os protocolos que se establecen nesta capa son entre o extremo EMISOR real e o extremo RECEPTOR real, non entre elementos intermediarios, chamada **Subrede** (routers, switches, hubs, cables, etc.).

O nivel de transporte illa a capa de APLICACIÓN da subrede (nivel IP, enlace, físico).

Para o nivel de transporte é como se só existiran os HOSTS extremos (A e B neste caso), non sabe nada de fragmentación, routers, MTU, hubs...



100

- É primeiro nivel que se considera **extremo a extremo**.
- Observar na imaxe, como o nivel de transporte só se ocupa de comunicacións entre entidades pares do orixe e destinatario reais da comunicación.

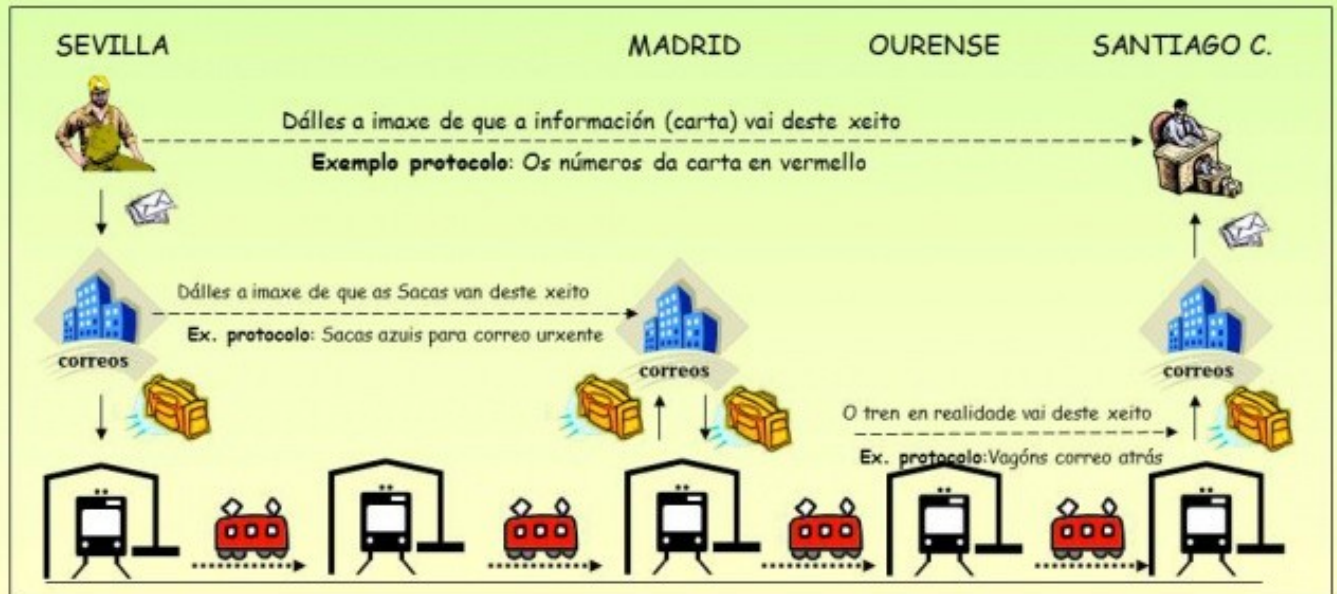
- **Simil postal**

4.- Modelo de referencia OSI de ISO (1984)

➤ SÍNTESE DO PROCESO DE TRANSMISIÓN, ENTIDADES PARES e PROTOCOLOS

Entidades PAR: son dúas entidades na mesma capa e en distinta máquina. (P.ex. Secretaría con Secretaría).

Protocolos: son as normas/regras que establece cada entidade par para comunicarse entre elas.



- É o equivalente ás dúas secretarías/secretarios que se comunican entre si, sen pensar en todas as vicisitudes polas que ten que pasar a carta/sobre.
- Contextualización da capa de transporte

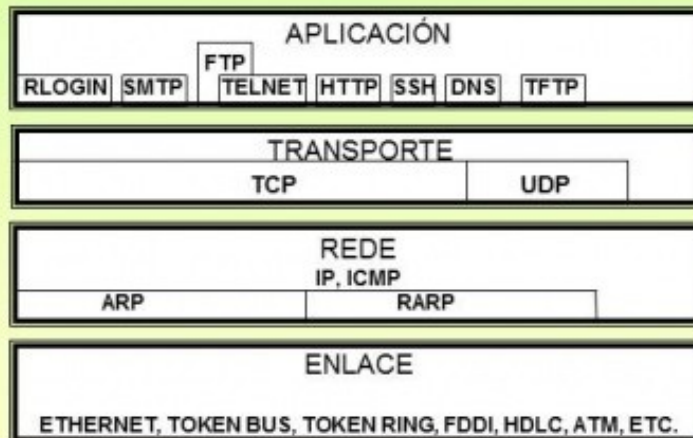
8.5.- TCP (Transmission Control Protocol)

☛ CAPA DE TRANSPORTE en TCP/IP (TCP - UDP)

No seguinte modelo de capas amósase unha síntese dos protocolos que hai en cada nivel. Obsérvese como hai protocolos de aplicación que só usan TCP, outros UDP e outros os 2. Pode haber aplicacións que se salten a capa de transporte, por exemplo o comando **Ping**. A capa de transporte "*transporta*" os datos independentemente das redes subxacentes.

TCP: Transmission Control Protocol, é un protocolo orientado á conexión. (Sistema telefónico)

UDP: User Data Protocol, é un protocolo non orientado á conexión. (Sistema postal)



- Aínda que na capa de transporte do estándar TCP/IP hai dous protocolos: TCP e UDP (<http://es.wikipedia.org/wiki/Udp>), só nos centraremos no necesario do TCP.
- Observar como enriba da capa de transporte está a capa de **Aplicación**, neste caso a capa de aplicación dun servidor.

1.6.1 Portos e conexións

- Os portos son os enderezos do nivel de transporte.

Redes Área Local - OSI – TCP/IP

8.5.- TCP (Transmission Control Protocol)

TCP (Transmission Control Protocol) (I)

PORTO: Son os enderezos do nivel de transporte. Son os SAP (Puntos de acceso ó servizo) entre as aplicacións e o TCP/UDP. Cada porto está asociado a unha aplicación. Os portos pódense asignar de dous xeitos:

APLICACIÓN CLIENTE: Cando se abre unha aplicación o SO asínalle un porto dos que teña libres. (Exemplo: navegador web, cliente ftp, etc)

APLICACIÓN SERVIDOR: As aplicacións servidor están sempre escoitando nun porto chamado **BEN COÑECIDO**. Este porto é configurado manualmente. Exemplos **PORTOS BEN COÑECIDOS:**

80 Servidor Web	21 Servidor FTP	23 Telnet	22 SSH
13 Hora / Día	25 SMTP	53 Servidor DNS	3389 Terminal Server

EXEMPLO: Un usuario fai dobre clic sobre o navegador web, nese intre o Sistema Operativo (SO) asínalle un porto a esa aplicación (1500).

A aplicación cliente sabe en que porto está escoitando a **Aplicación Servidor** as peticións (neste caso no 80).

Se a aplicación servidor está escoitando nun porto distinto ó que lle corresponde, o usuario debe expresar cal é ese porto. (ex. :81)

PUNTO EXTREMO: o par formado por (IP, PORTO), por exemplo: (20.0.0.3, 1500)

CONEXIÓN: circuito virtual entre dous programas, isto é, un par de puntos extremos. Así podemos abrir varias aplic. nun HOST

Conexión 1: (20.0.0.3, 1500) – (213.4.130.50, 80)

Conexión 2: (20.0.0.3, 1501) – (213.4.130.50, 80)



- A imaxe amosa como un ordenador cliente ten abertos dous navegadores web, e cada un co seu porto asignado.
- Ademais os dous navegadores están conectados contra o mesmo servidor.
- Pero o servidor recibe as consultas do horóscopo de alguén que está no porto 1500 e as do tempo de alguén que está conectado no porto 1501.

- **Conexión:** con só a IP (orixe ou destino) ou o Porto (orixe ou destino) non é suficiente para identificar unha conexión, son necesarias os dous (IP, Porto), así na imaxe anterior hai dúas conexións:

- ♦ Horóscopo: (20.0.0.3, 1500) (213.4.130.50,80)
- ♦ Tempo: (20.0.0.3, 1501) (213.4.130.50,80)

- Observar que as dúas conexións só se diferencian, neste exemplo, nos portos da aplicación cliente.

Pero de onde saíu o porto 80?

- As aplicacións servidor soen estar escoitando as peticións no que se denomina **portos ben coñecidos**, por iso nun navegador web non se indica que nos desexamos conectar ao porto 80 do servidor web. Se non se indica o contrario o navegador web xa sabe que ese é o porto de destino (o porto 80).
- No seguinte enlace amósanse os **portos ben coñecidos** (http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_de_números_de_puerto):

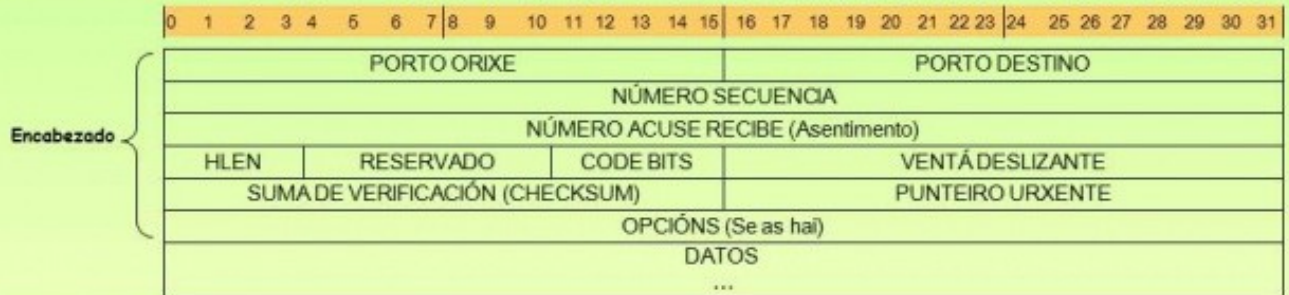
1.6.2 Segmento TCP

- Un **segmento TCP** é o que intercambian dúas entidades pares da capa de transporte.

8.6.- TCP – Segmento

☛ TCP (Transmission Control Protocol) Formato do segmento (I)

Os segmentos intercámbianse para establecer conexións, transferir datos, enviar acuses de recibo (asentimentos), indicar o tamaño da ventá deslizable e pechar as conexións:
Un acuse de recibo que vaia do HOST A ó B, pode levar datos de A a B.



☛ Algúns campos do segmento.

PORTO: Conteñen os números de porto TCP que identifican as dúas aplicacións dunha conexión.

HLEN: Número enteiro que indica o tamaño da cabeceira medida en palabras de 32 bits (1 liña). Sen opcións: HLEN = 5 → 20 bytes.

RESERV.: Reservado para uso futuro

CODEBITS: Pode tomar varios valores, entre eles destacamos:

FIN: indica que é o último segmento dunha restra.
URG: indica que o campo punteiro urxente é válido.
RST: iniciación da conexión.

CHECKSUM: úsase para o control de erros en TCP, para o seu cálculo inclúese a cabeceira e os datos.

P. URXENTE: Aínda que a información debe ser procesada no receptor na mesma orde na que saíu, ás veces é preciso que o programa dun extremo envíe datos *fora de bandas* en esperar a que o programa do outro lado procese tódolos bytes que aínda están en fluxo. Supóñase que dende un extremo se desexa abortar ou interromper a execución do programa do outro lado. Esa sinal debe saltar todo o fluxo de datos. Exemplo: cando visitamos unha páxina prememos STOP antes de que se remate de cargala.

OPCIÓN: cando se establece unha conexión entre dous extremos négociase o MSS (tamaño do segmento). O software TCP usa este campo para realizar esta negociación.

107

- Como toda unidade de datos ten: **Cabeceira** e datos, que é o que mandan as aplicacións.
- Como sempre imos centrarnos nos campos da cabeceira: **Porto orixe e porto destino.**
 - ♦ Observar que cada un deles ten 16 bits, co cal pódense ter 65.535 portos.

1.6.3 Afondar máis no nivel de transporte



INTERÉSACHE...

- Redes de área local. Nivel de Rede, isto é, O_nivel_de_transporte do Profesor Arribi.
- Modelo OSI / TCP-IP#PDF Modelo OSI - TCP/IP (Transparencias 100 a 113).

1.7 NAT, Network Address Traslation

- Imaxinar un instituto con 200 ordenadores. Que IPs se lle poñen a eses 200 ordenadores para poder comunicarse entre eles e co resto de equipos do mundo?, **públicas** ou **privadas**?
- Se se escolle públicas, hai que mercalas. E non hai IPs públicas para tódolos ordenadores que hai no mundo.
- Solución: poñer IPs privadas aos 200 ordenadores e ter un router, que terá dúas IPs:
 - ♦ Unha **privada** para comunicarse cos 200 ordenadores
 - ♦ Outra **pública** para comunicarse cos demais ordenadores do mundo.
 - ♦ Pero ademais este router terá que facer a función de **NAT** (<http://es.wikipedia.org/wiki/NAT>), isto é, **traducir os enderezos de rede** dos equipos locais. Como?.

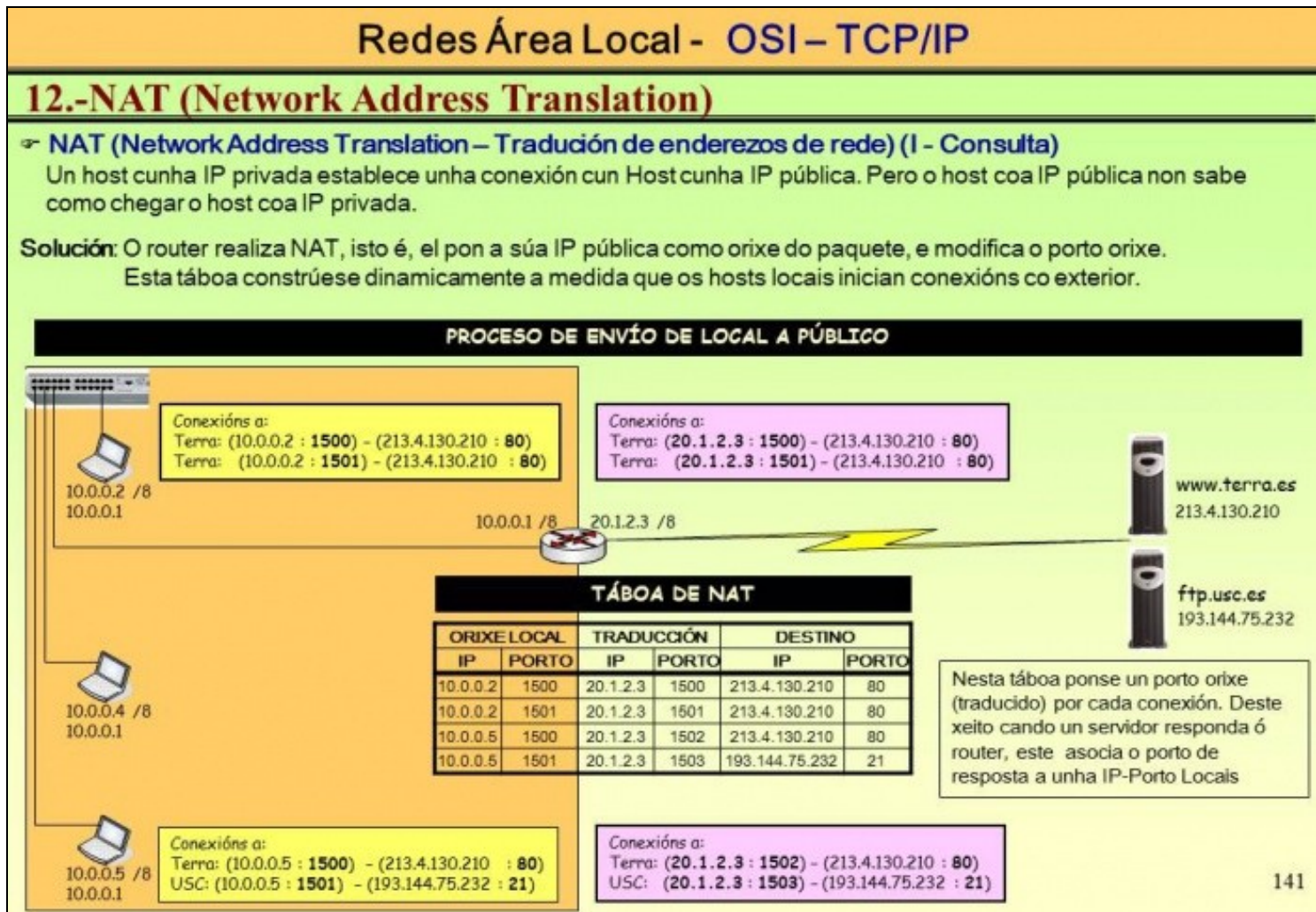
- Cada vez que un dos 200 ordenadores solicita unha conexión co exterior, esta conexión pasará polo router, e o router porase como se fora el quen fixera a petición ao exterior. O ordenador do exterior responderalle ao router e este ao ordenador interno.

• Símil centraliña de telefónica

- No exemplo anterior substituír o router por unha centraliña de teléfonos que ten un número de teléfono asociado, por exemplo: 981 111111
- Substituír agora os 200 ordenadores por 200 terminais (extensións) de teléfono nun edificio. Ben, esas 200 extensión poden comunicarse entre elas sen problemas, pero cando chaman a fóra, a centraliña ponse ela como se fose quen fixera a chamada, como se quen chamara en realidade fora o teléfono 981 111111 e non unha extensión dentro do edificio. A centraliña fai de intermediaria entre a extensión o número ao que se chama no exterior.

- A seguinte imaxe amosa como 2 equipos dunha LAN inician unha conexión contra dous servidores públicos.

• Inicio da conexión



- Observar a última conexión:
 - O host local establece conexión co servidor FTP da USC: (10.0.0.5 : 1501) ? (193.144.75.232 : 21)
 - O Router almacena na súa táboa de NAT que a petición que fixo (10.0.0.5 : 1501) vai saír a internet como: (20.1.2.3 : 1503) ? (193.144.75.232 : 21). Observar, o router púxose como emisor da comunicación.

- **Resposta a conexión solicitada previamente**

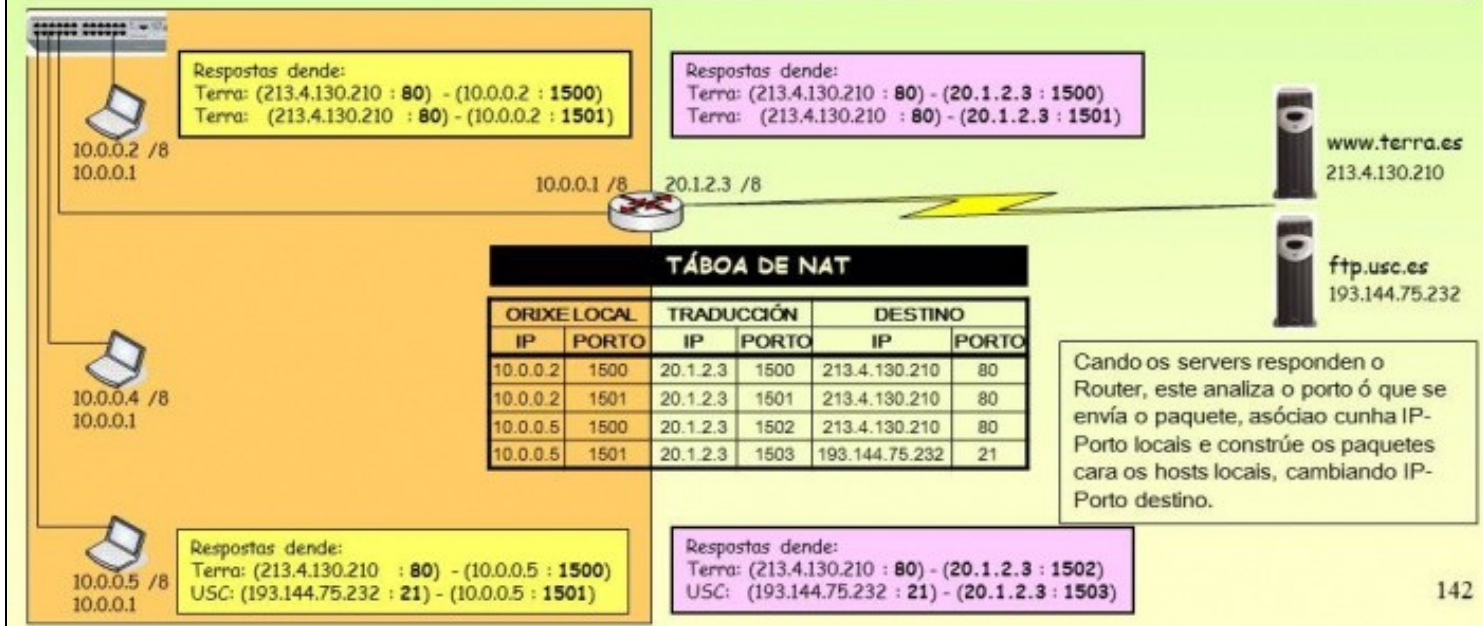
12.-NAT (Network Address Translation)

➤ NAT (Network Address Translation – Tradución de enderezos de rede) (II - Resposta)

Agora o equipo PÚBLICO respóndelle a quen lle fixo a solicitude que foi o Router coa súa IP PÚBLICA,

O Router mira a que porto lle están respondendo, consulta a táboa de NAT e envíalle o paquete-IP ao ordenador da LAN que iniciou a conexión co exterior. Este pensa que quen lle está respondendo é o ordenador PÚBLICO directamente.

PROCESO DE RESPOTA DE PÚBLICO A LOCAL



142

- Cando o servidor FTP da USC responda vai responderlle á IP pública do router (20.1.2.3 : 1503) e ao porto co que lle fixo a solicitude.
- Agora o router reenvíalle o paquete ao equipo da rede privada, a aquel que na táboa de NAT estaba asociado ao porto 1503, isto é, ao equipo 10.0.0.5 porto 1501.

1.8 Material complementario

Nos enlaces que se mencionaron ao principio hai información que complementa o visto nesta "mini-guía" de redes e que a amplía.

- Hai a maiores:
 - ♦ Exames prototipo.
 - ♦ Implantacións en sistemas operativos Windows e Linux.

Enlaces:

- Redes de área_local do profesor Jesús Arribi
- Instalación e mantemento de servizos de Internet do profesor Jesús Arribi
- Modelo OSI / TCP-IP dos profesores Antonio de Andrés Lema e Carlos Carrión Álvarez

-- Antonio de Andrés Lema e Carlos Carrión Álvarez.