

## Unidad I Dirección Física

### 1.0 Contenido

- 1.1 Objetivos Unidad
- 1.2 La dirección MAC
- 1.3 Numeración MAC
- 1.4 Estructura de una MAC
- 1.5 Direcciones MAC especiales
- 1.6 Ejercicios de Aplicación
- 1.7 Resumen

### 1.1 Objetivos:

- Describir la estructura de una dirección MAC.
- Obtener la dirección MAC de una Interfaz en Windows y Linux
- Obtener la dirección MAC de otros equipos en la red.
- Cambiar la dirección MAC de un sistema Linux o Windows
- Opcional: Utilizar la función WOL

### 1.2 La dirección MAC

- La dirección MAC (Media Access Control o control de acceso al medio) es un identificador de 48 bits agrupado en 6 bloques hexadecimales, que corresponde de forma única a una tarjeta de red tipo Ethernet.
- Se conoce también como la dirección física y es individual ya que cada dispositivo tiene su propia dirección MAC.
- Utilizan dirección MAC las siguientes tecnologías de red:
  - Ethernet
  - 802.3 CSMA/CD
  - 802.5 o redes en anillo a 4 Mbps o 16 Mbps Token Ring
  - 802.11 redes inalámbricas (WIFI).
  - ATM

## 1.2 La dirección MAC

- La estructura fue definida por la IEEE y está formada por dos partes:
  - ID Fabricante (OUI - Organizationally Unique Identifier)
  - ID Interfaz de red
- La mayoría de los protocolos que trabajan en la capa 2 del modelo OSI usan una de las tres numeraciones manejadas por el IEEE, las cuales han sido diseñadas para ser identificadores globalmente único:
  - MAC-48,
  - EUI-48, y
  - EUI-64

## 1.3 Numeraciones MAC

- MAC-48: Inicialmente fue desarrollada para tarjetas Ethernet, actualmente se considera obsoleto el término MAC-48.
- EUI-48: IEEE considera adecuado utilizar este término que esencialmente es la misma estructura de la MAC-48, la diferencia está en que EUI-48 representa el identificador de otros dispositivos (además de Ethernet) y software.
- EUI-64: es utilizado por dispositivo FireWire (IEEE 1394), direcciones IPv6, Wireles PAN, 6LoWPAN.

## 1.4 Estructura de una MAC

- Según EUI-48 la estructura es la siguiente:

OUI - Fabricante

ID - Interfaz

- La MAC se expresa de la siguiente forma:
  - Se utilizan 6 pares de números hexadecimales.
  - Los valores de cada par sólo puede utilizar: 0, 1, 2, 3, 4,5 ,6 ,7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
  - Cada par está separado por 2 puntos (:)



## 1.4 Estructura de una MAC

- Ejemplo 1 – MAC 00:A0:00:00:3C:21
  - 00:A0:00 = OUI para Intel
  - 00:3C:21 = ID de la interfaz
- Ejemplo 2 – MAC 00:c0:9f:30:45:64
  - 00:c0:9f = OUI para Realtek
  - 24:51:32 = ID interfaz
- Ejemplo 3 – MAC 08:00:27:2b:e9:a5
  - 08:00:27 = OUI para VirtualBox
  - 2b:e9:a5

## 1.5 Direcciones MAC especiales

Dirección Multicast Ethernet	Tipo campo	Uso
01-00-0C-CC-CC-CC	0x0802	CDP (Cisco Discovery Protocol), VTP (VLAN Trunking Protocol)
01-00-0C-CC-CC-CD	0x0802	Cisco Shared Spanning Tree Protocol Address
01-80-C2-00-00-00	0x0802	Spanning Tree Protocol (for bridges) IEEE 802.1D
01-80-C2-00-00-08	0x0802	Spanning Tree Protocol (for provider bridges) IEEE 802.1AD
01-80-C2-00-00-02	0x0809	Ethernet OAM Protocol IEEE 802.3ah
01-00-5E-xx-xx-xx	0x0800	IPv4 Multicast (RFC 1112)
33-33-xx-xx-xx-xx	0x86DD	IPv6 Multicast (RFC 2464)
FF:FF:FF:FF:FF:FF		Broadcast

## 1.6 Ejercicios de aplicación

- Visualice direcciones MAC en equipos Windows
  - Comando `ipconfig /all`
  - Comando `getmac`
- Visualice direcciones MAC en equipos Linux
  - Comando `ifconfig`
  - Comando `ethtool -i eth0`
  - Comando (opcional) `ethtool wol [b,m,u,g,p] para password sopass xx:yy:zz:aa:bb:cc` en Hexa
- Envíe ping entre dos equipos, visualice las MAC utilizando el comando `arp -a`

## 1.6 Ejercicios de aplicación

- Cambiar MAC address
  - Comando `macchanger` (macchanger-gtk)
  - Comando `ifconfig eth0 hw ether 00:01:02:03:04:08`
- Cambiar MAC address (Windows)
  - Instalar `macshift` (<http://devices.natetrue.com/macshift/macshift.zip>)
  - Instalar `SMAC` – versión limitada gratuita ([http://smactool.com/smac/smac20\\_download/smac20\\_setup.exe](http://smactool.com/smac/smac20_download/smac20_setup.exe))
- Envíe ping entre dos equipos, visualice las MAC utilizando el comando `arp -a`

## 1.6 Ejercicios de Aplicación (opcional)

- Configurar WOL (Wake On LAN)
- Agente de envío en Linux
  - Utilizar `wakeonlan`, `powerwake`, `etherwake`
- Agente de envío en Windows
  - `Wake On LAN Ex 2`  
<http://www.rossoftdownload.com/get/download/windows/wake-on-lan-ex-2/?url=http://software.bootblock.co.uk/get.php?id=wakeonlanex2>

## 1.7 Resumen

- La dirección MAC es conocida como la dirección Física y está almacenada en el CHIP de la interfaz de red.
- Para las comunicaciones se utiliza tanto la dirección IP como la dirección MAC
- La dirección MAC está formada por 48 bits, expresados en seis números en formato Hexadecimal separados por “:”
- Existen tres tipos de numeración, es obsoleto utilizar MAC-48 y en su lugar se utiliza EUI-48
- El formato de la MAC es aa:bb:cc:dd:ee:ff
- Las MAC se dividen en dos secciones: OUI Fabricante y ID Interfaz.
- El OUI utiliza 24 bits, 3 pares hexadecimales y el ID de interfaz los restantes 24 bits (3 pares hexadecimales)

## Unidad II Repaso IPv4

## 2.0 Contenido

- 2.1 Objetivos de la unidad.
- 2.2 Estructura de una dirección IPv4
- 2.3 Clasificación por configuración
- 2.4 Esquemas de direccionamiento
- 2.5 Ejercicios de Aplicación**
- 2.6 Resumen sección**
- 2.7 Tipos de Direcciones
- 2.8 Clases IPv4
- 2.9 Direcciones Privadas
- 2.10 Ejercicios de Aplicación**
- 2.11 Resumen sección**
- 2.12 Subredes IPv4
- 2.13 Ejercicios de Aplicación**
- 2.14 Resumen sección**

## 2.1 Objetivos:

- Describir la estructura de una dirección IPv4

## 2.2 Estructura de una dirección IPv4

- La configuración del protocolo IPv4 está formada por dos elementos:
  - La dirección IP y
  - La máscara de red
- La dirección IPv4 y la máscara poseen cada una 32 bits agrupados en 4 octetos (8 bits)
- El valor de cada octeto está entre el valor decimal 0 y 255



## 2.2 Estructura de una dirección IPv4

- Dentro del protocolo IP una dirección IPv4 incluye dos porciones dentro de sus 32 bits



- El valor del ID de red está definido por el valor de la máscara, por lo que sólo conocer el valor de la IP no garantiza conocer toda la información.



## 2.2 Estructura de una dirección IPv4

- Aunque los seres humanos utilizamos las direcciones IPv4 en formato decimal, los equipos informáticos utilizan números binarios.



- Por lo cual es necesario conocer el proceso de conversión de números binarios a números decimales y viceversa.
- Nota:** Se recomienda el uso de software para cálculos IP:
  - Linux: ipcalc, sipcalc, subnetcalc, ipv6calc
  - Windows: Solar Wins, software de pago.

## 2.3 Clasificación por configuración

Las direcciones IPv4 pueden ser:

- Estáticas:** cuando el administrador de la red configura sus parámetros.
- Dinámicas:** cuando un servicio asigna los parámetros. Puede ser de dos maneras:
  - Servidor DHCP.
  - APIPA – autogeneradas para el enlace local

## 2.4 Esquemas de direccionamiento

Existen dos tipos de esquemas para el direccionamiento:

- **Classful**: Utiliza clases y su uso es para las Intranets o redes LAN.
  - Para usuarios: Clase A, Clase B y Clase C
  - Reservadas: Clase D y Clase E
- **Classless**: Lo utilizan generalmente los IPS
  - VLSM – máscara de longitud variable
  - CIDR – crear superredes

## 2.5 Ejercicios de aplicación

Configurar por comandos la dirección IP estática **192.168.7.X** (número de computadora) y la máscara **255.255.255.0**

- Linux con permisos de root
  - Larga: `ifconfig eth0 192.168.7.X netmask 255.255.255.0`
  - Corta: `ifconfig eth0 192.168.7.X`
- Windows con permios de administrador
  - Larga: `netsh interface ip set address "Conexión de Área Local" static address=192.168.7.X mask=255.255.255.0 gateway=None`
  - Corta: `netsh interface ip set addr "LAN" static 192.168.7.X 255.255.255.0 none`

## 2.5 Ejercicios de aplicación

Configurar por comandos la dirección IP estática **192.168.88.X** (número de computadora) y la máscara **255.255.255.0** y el gateway por default **192.168.88.1**

- Linux con permisos de root
  - `ifconfig eth0 192.168.88.X 255.255.255.0`
  - `route add default gw 192.168.88.1`
- Windows con permios de administrador
  - Larga: `netsh interface ip set address name="Conexión de Área Local" static address=192.168.88.X mask=255.255.255.0 gateway=192.168.88.1 gwmetric=5`
  - Corta: `netsh interface ip set addr "LAN" static 192.168.7.X 255.255.255.0 192.168.88.1 5`

## 2.5 Ejercicios de aplicación

Configurar por comandos la dirección IP dinámicamente

- Linux con permisos de root
  - `dhcpcd eth0` solicito IP
  - `dhcpcd -k eth0` detengo cliente DHCP
  - `dhcpcd -r 190.188.117.91 -l 10000 eth0` solicito otra dirección IP
- Windows con permios de administrador
  - `netsh interface ip set addr "LAN" dhcp` solicito IP
  - Detengo el cliente DHCP
  - `ipconfig /renew` solicito otra dirección IP

## 2.6 Resumen sección

- Las direcciones según la configuración pueden ser: estáticas o dinámicas.
- Esquemas de direccionamiento:
  - Classful: Máscara por default
  - Classless: VLSM (subredes eficientes), CIDR (superredes)
- Comandos para configurar la IP.
  - Netsh
  - Ipconfig

## 2.7 Tipos de Direcciones

- **Direcciones de red**: no se deben asignar a un host ya que representan a la red o subred.
- **Direcciones de host**
  - Privadas: sin salida a Internet por ellas mismas.
  - Públicas: acceso desde Internet.
- **Dirección de broadcast**: igual que la dirección de red no se utilizan para host, representan a todos y cada uno de los equipos de la red o subred.
- **Direcciones Reservadas**: Son direcciones con un uso específico, loopback, multicast, etc.

## 2.7 Tipos de Direcciones

### 1. Dirección de Red

- Este tipo de dirección identifica a todo un grupo de direcciones (red o subred).
- Es la primera IP del rango.
- Todos los bits del ID host deben tener el valor de 0.
- Se utiliza por ejemplo cuando se desea bloquear una red o subred y **NO de puede asignar a un equipo.**
- Por ejemplo la dirección 10.0.0.0 con máscara 255.0.0.0



## 2.7 Tipos de Direcciones

### 2. Dirección de Broadcast

- Este tipo de dirección se utiliza para enviar un mensaje a todos y cada uno de los miembros de direcciones (red o subred).
- Es la última IP del rango.
- Todos los bits del ID host deben tener el valor de 1.
- **NO de puede asignar a un equipo.**
- Por ejemplo la dirección 10.255.255.255 con máscara 255.0.0.0



## 2.7 Tipos de Direcciones

### 3. Direcciones de Host

- Son los valores que pueden ser asignados a un equipo (host) para lograr la comunicación.
- En el esquema de direccionamiento por clases (classful) tenemos las siguientes clases:
  - CLASE A: Para redes enormes 16,777,214 eq.
  - CLASE B: Para redes grandes, 65,534 equipos.
  - CLASE C: Para redes pequeñas, 254 equipos.
  - CLASE D: No se debe utilizar porque están Reservadas para Multicast
  - CLASE E: No se debe utilizar para un host ya que están Reservadas para pruebas.
- En la siguiente sección se expondrá con mayor detalle las clases

## 2.7 Tipos de Direcciones

### 4. Direcciones especiales

- Dirección utilizada para el inicio de la comunicación con un servidor DHCP
- No se puede utilizar ni asignar a ningún equipo.



- Dirección de loopback (auto-comunicación, auto-enlace)
- Todo el rango está reservado, ej. 127.0.0.1, 127.0.0.2, etc.



- Direcciones APIPA
- Son asignadas automáticamente y proporcionan enlace en la red local



## 2.8 Clases IPv4

- Usaremos w=1er octeto, y=2do. Octeto, etc.

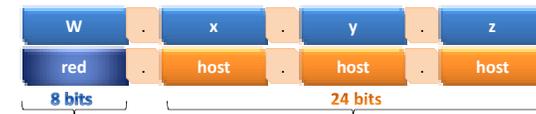


- Se debe memorizar la siguiente tabla

Clase	w Inicia	w Termina	binario	Máscara	w.x.y.z
A	1* (0)	127	01XX XXXX	255.0.0.0	rrr.hhh.hhh.hhh
B	128	191	10XX XXXX	255.255.255.0	rrr.rrr.hhh.hhh
C	192	223	110X XXXX	255.255.255.0	rrr.rrr.rrr.hhh
D	224	239	1110 XXXX	N/A	N/A
E	240	255	1111 XXXX	N/A	N/A

### 2.8.1 Clase A

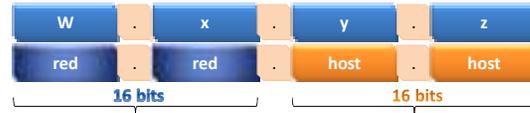
- Sintaxis:



- Máscara: 255.0.0.0 / 8 bits
- Primer octeto:  $1 \leq w \leq 127$  /  $0000\ 0001 \leq w \leq 0111\ 1111$
- Cantidad de redes 126
- Hosts por cada red: 15,777,214
- Primer dirección IP para equipo W.0.0.1
- Última dirección IP para equipo W.255.255.254
- Ejemplos: 124.0.5.2, 10.0.25.4, 1.45.128.255, General Co., Hewlett-Packard Co., AT&T Global Network Services.

## 2.8.2 Clase B

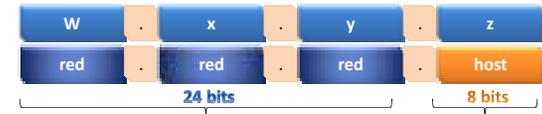
- Sintaxis:



- Máscara: 255.255.0.0 / 16 bits
- Primer octeto:  $128 \leq w \leq 191$  /  $\underline{10}00\ 0000 \leq w \leq \underline{10}11\ 1111$
- Cantidad de redes: 65,536
- Hosts por cada red: 65,534
- Primer dirección IP para equipo: red.red.0.1
- Última dirección IP para equipo: red.red.255.254
- Ejemplos: 180.10.21.1, 171.16.10.0, 150.0.1.255

## 2.8.3 Clase C

- Sintaxis:



- Máscara: 255.255.255.0 / 24 bits
- Primer octeto:  $192 \leq w \leq 223$  /  $\underline{110}0\ 0000 \leq w \leq \underline{110}1\ 1111$
- Cantidad de redes: 16,777,216
- Hosts por cada red: 254
- Primer dirección IP para equipo: red.red.red.1
- Última dirección IP para equipo: red.red.red.254
- Ejemplos: 200.15.24.6, 190.99.54.38 192.168.1.2

## 2.8.4 Clase D

- Sintaxis:



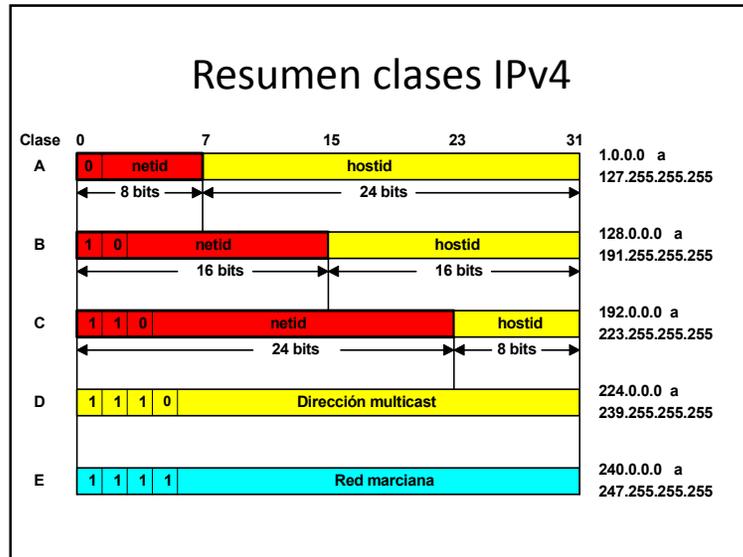
- Primer octeto:  $224 \leq w \leq 239$  /  $\underline{1110}\ 0000 \leq w \leq \underline{1110}\ 1111$
- Ejemplos:
  - 224.0.0.1 (todos los host del mismo segmento),
  - 224.0.0.2(todos los encaminadores del mismo segmento),
  - 224.0.0.5 comunicación para OSPF
  - 224.0.0.9 comunicación RIPv2
  - 224.0.1.41 descubrimiento H.323 Gatekeeper

## 2.8.5 Clase E

- Sintaxis:



- Primer octeto:  $240 \leq w \leq 255$  /  $\underline{1111}\ 0000 \leq w \leq \underline{1111}\ 1111$
- Reservada para investigaciones y pruebas sobre Internet



## 2.9 Direcciones privadas

- IEEE definió la RFC 1918 para las direcciones privadas.
- La "Autoridad de Números Asignados en Internet", Internet Assigned Numbers Authority (IANA), ha reservado los tres siguientes bloques de direcciones IP para el uso en intranets (internet privada):
  - 10.0.0.0 - 10.255.255.255 (prefijo 10/8)
  - 172.16.0.0 - 172.31.255.255 (prefijo 172.16/12)
  - 192.168.0.0 - 192.168.255.255 (prefijo 192.168/16)

## 2.9 Direcciones privadas

- Redes IPv4 para uso interno de la empresa

W	.	x	.	y	.	z
10	.	0	.	0	.	0
172	.	16 - 31	.	0	.	0
192	.	168	.	0 - 255	.	0
169	.	254	.	0	.	0

- La red APIPA (169.254.0.0) también es privada
- No tienen acceso directo a Internet
- Para comunicarse a Internet necesitan el uso de un proxy o NAT

## 2.9 Tabla resumen para IP privadas

Clase	Dirección	Prefijo	Cant. redes	IP primer equipo	IP último equipo
A	10.0.0.0	10/8	1	10.0.0.1	10.255.255.254
B	172.16.0.0	172.16/12	16	172.16.0.1	172.16.255.254
	172.17.0.0			172.17.255.254	
	...			...	
B	172.31.0.0	172.31.0.1	172.31.255.254	172.31.0.1	172.31.255.254
	...			...	
	169.254.0.0 *			169.254/16	1
C	192.168.0.0	192.168/16	256	192.168.0.1	192.168.0.254
	192.168.1.0			192.168.1.1	192.168.1.254
	...			...	...
	192.168.255.0			192.168.255.1	192.168.255.254

## 2.10 ejercicios de Aplicación

- Llene la siguiente tabla asumiendo que se utilizara la dirección IP para un equipo (Inv= inválida que no se puede utilizar para el equipo, PRI=privada).

No	Dirección	Val Inv	Clase	PRI PUB	Mask prefijo	ID Red	ID broadcast
1	192.166.5.4	Vál.	C	Púb	/24	192.168.5.0	192.168.5.255
2	17.256.12.2	Inv					
3	225.168.4.5						
4	78.5.4.195						
5	10.0.255.255						
6	192.168.4.255						
7	172.4.45.5						
8	172.30.7.0						
9	145.45.0.0						
10	3.7.3.7						

## 2.10 Ejercicios de aplicación

- Utilice los siguientes programas para conversiones de binarios y rangos de IP:
  - Linux: ipcalc, sipcalc
  - Windows: Solar Wins
- Convierta las siguientes direcciones
  - 192.166.5.4/24
  - 225.168.4.5
  - 78.5.4.195/8
  - 10.0.255.255/16
  - 192.168.4.255/24
  - 172.4.45.5/16
  - 172.30.7.0/16
  - 145.45.0.0/16
  - 3.7.3.7/8

## 2.12 Subredes IPv4

- Supongamos que tenemos una empresa “MiEmpresaX” con 45 computadoras distribuidas de la siguiente manera:
  - Administración: 20 equipos
  - Ventas: 30 equipos
  - Compras: 10 equipos
  - Mantenimiento: 3 equipos
  - Servidores: 5 equipos
- El administrador de la red conectará todos los equipos en una red LAN sin conexión por el momento a Internet y no se agregarán más computadoras.

## 2.12 Subred IPv4

Completando la siguiente tabla tendremos el rango para cada subred

No	Subred	Host red	Host Reque	Máscara Subred	ID subred	Primera IP	Última IP	ID Broadcast
1	Ventas	30	30	255.255.255.224	192.168.5.0	192.168.5.1	192.168.5.30	192.168.5.31
2	Admon	30	20	255.255.255.224	192.168.5.32	192.168.5.33	192.168.5.62	192.168.5.63
3	Compras	14	10	255.255.255.240	192.168.5.64	192.168.5.65	192.168.5.78	192.168.5.79
4	Servers	6	5	255.255.255.248	192.168.5.80	192.168.5.81	192.168.5.86	192.168.5.87
5	Mante	6	3	255.255.255.248	192.168.5.88	192.168.5.89	192.168.5.94	192.168.5.95
	Todas	las	otras	Direcciones IP	están	disponibles		

Note la cantidad de direcciones IP que se han desperdiciado, si la red fuera pública no se puede utilizar el método 1 y obligatoriamente se utilizaría VLSM

## 2.13 Ejercicios de Aplicación

- Utilice los programas ipcalc, sipcalc o solar Wins para facilitar el uso del cálculo de subredes.
- Utilice el simulador Packet Tracer para realizar los dos escenarios anteriores

## 2.14 Resumen sección

- Ventajas de las subredes
- Diferencia entre VLSM y subredes normales
- Función de CIDR

## Bibliografía consultada

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Dirección\\_MAC](http://es.wikipedia.org/wiki/Dirección_MAC)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/MAC\\_address](http://en.wikipedia.org/wiki/MAC_address)
- <http://www.cavebear.com/archive/cavebear/Ethernet/vendor.html>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Multicast\\_addresses](http://en.wikipedia.org/wiki/Multicast_addresses)
- <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc1918-es.txt>

- Fin de presentación