

*Bloque II: Provisión de movilidad*

# **Tema 3:** ***Movilidad en capas bajas***

*Internet Móvil*

*Máster en Ingeniería Informática*



Pedro García Teodoro

*Dpto. Teoría de la Señal, Telemática y Comunicaciones*



# Índice



1. Introducción
2. DHCP
3. IAPP
4. CAPWAP
5. IP móvil



# 1. Introducción (i)

- Un tercio del tráfico Internet actual es móvil: decenas de miles de Terabytes/mes en España
- Nomadicidad vs. movilidad real
- Soluciones:
  - Capas bajas:
    - Enlace: DHCP, IAPP, CAPWAP
    - Red: IP móvil
  - ...Capas altas...



# Índice

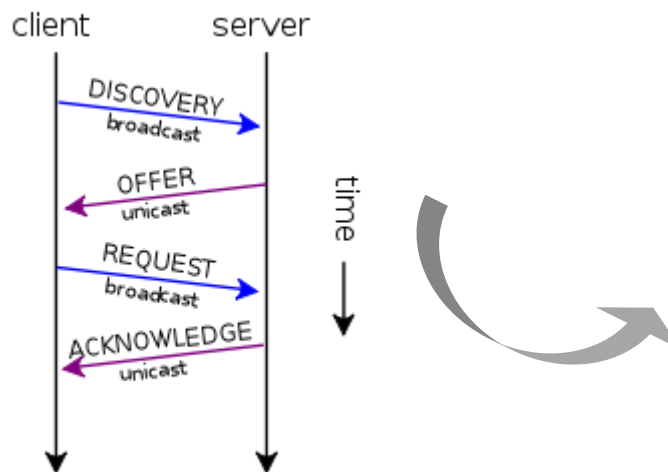


1. Introducción
2. DHCP
3. IAPP
4. CAPWAP
5. IP móvil



## 2. DHCP

- “Dynamic Configuration Host Protocol” no fue diseñado para movilidad pero puede ser utilizado para ello:
  - Difusión paquete DHCP *Request* sobre los puertos MAC cuando se detecta una variación



DHCPREQUEST message

UDP Src=0.0.0.0 sPort=68			
Dest=255.255.255.255 dPort=67			
OP	HTYPE	HLEN	HOPS
0x01	0x01	0x06	0x00
XID			
0x3903F326			
SECS		FLAGS	
0x0000		0x0000	
CIADDR (Client IP address)			
0x00000000			
YIADDR (Your IP address)			
0x00000000			
SIADDR (Server IP address)			
0xC0A80101			
GIADDR (Gateway IP address)			
0x00000000			
CHADDR (Client hardware address)			
0x00053C04			
0x8D590000			
0x00000000			
0x00000000			
192 octets of 0s. BOOTP legacy			
Magic cookie			
0x63825363			
DHCP Options			
DHCP option 53: DHCP Request			
DHCP option 50: 192.168.1.100 requested			





# Índice



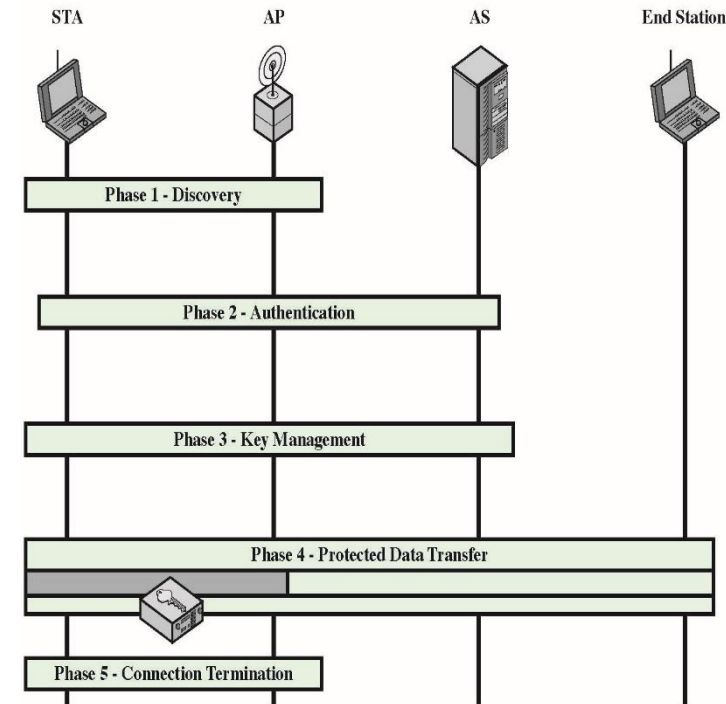
1. Introducción
2. DHCP
3. IAPP
4. CAPWAP
5. IP móvil



## 3. IAPP

### ■ “Inter-Access Point Protocol”:

- ❑ Redes inalámbricas, IEEE 802.11f
- ❑ Proceso:
  - Difusión AP mensaje 802.2 *XID Update Response*, cuando se asocia un nuevo cliente
  - Actualización tablas MAC
- ❑ Gestión rápida:
  - IEEE 802.11i (PKC)
  - IEEE 802.11r





# Índice



1. Introducción
2. DHCP
3. IAPP
4. CAPWAP
5. IP móvil





## 4. CAPWAP

### ■ “Configuration and Provisioning for Wireless AP”:

- RFC 3990, 4118

- Solución:

- AP amplio:

- *Wireless Termination Point:*

- AP ‘ligero’

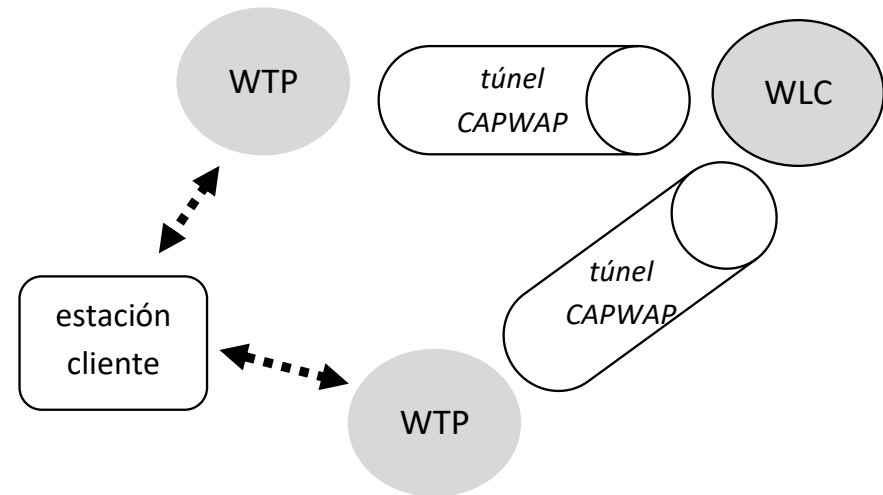
- *Wireless LAN Controller:*

- Autenticador

- Túnel CAPWAP

- Gestión sencilla (sobre el túnel CAPWAP) cuando el cliente se mueve entre WTP gestionadas por el mismo WLC

### ■ Soluciones inter-WLC propietarias





# Índice



1. Introducción
2. DHCP
3. IAPP
4. CAPWAP
5. IP móvil



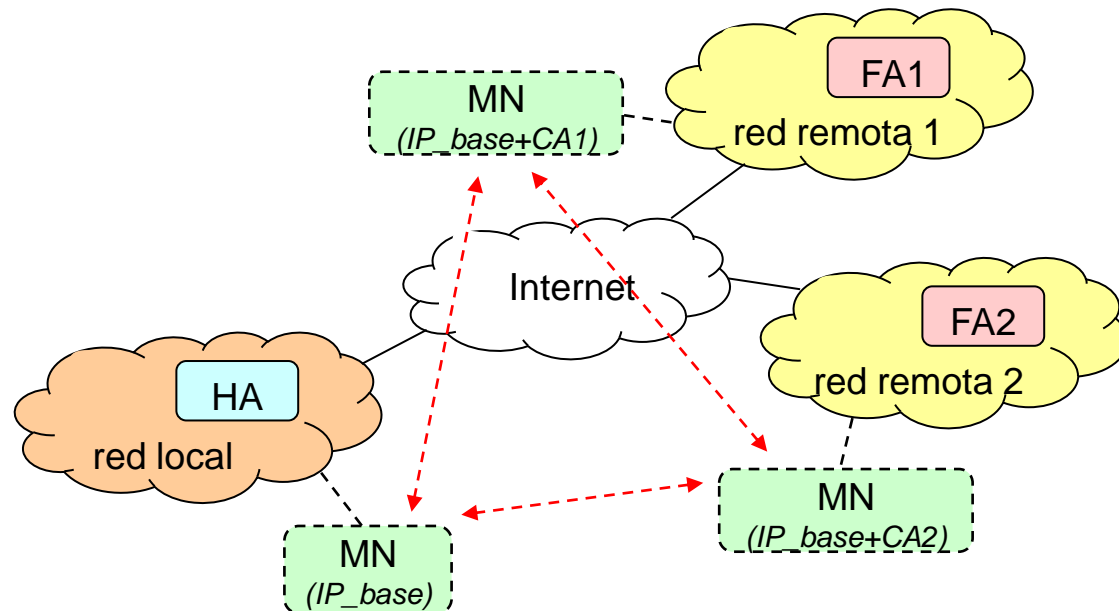
## 5. IP móvil (i)

- ⇒ IP identifica una conexión en la red, no un dispositivo
- ⇒ Debido al *handover* / *roaming*, un dispositivo móvil puede cambiar su localización en la red
- ⇒ ¿Cómo compatibilizar las dos cuestiones anteriores?

- Premisa de la solución adoptada por el IETF: transparencia
  - ☐ Todo dispositivo móvil debe ser capaz de utilizar su dirección IP base en cualquier lugar
  - ☐ Los paquetes destinados al *host* móvil deben recibirse en éste sin problema
  - ☐ No se permiten cambios en el software de los *hosts* fijos
  - ☐ No se permiten cambios en el software de los nodos de encaminamiento ni en las tablas
  - ☐ No debe producirse carga extra cuando el móvil está en su red base

## 5. IP móvil (ii)

- IPv4 móvil (IETF-*mip4*; RFC 2002→3220→3344→4721):
  - Tres entidades involucradas:
    - Nodo móvil (MN): *host* que se desplaza. Usa dos direcciones:
      - Fija, identifica la conexión a la red base
      - *Care-of-address* (CA), identifica la conexión remota y, como tal, varía con el desplazamiento
    - Agente local (HA): en la red base, gestiona la dirección fija
    - Agente remoto (FA): en la red remota, gestiona la dirección CA





## 5. IP móvil (iii)

### ☐ Funcionamiento:

- 1.- HA y FA anuncian su presencia
- 2.- MN determina si se encuentra o no en su red base
- 3.- Si no es así, obtiene CA (FACA)
- 4.- MN registra su CA con HA
- 5.- Todo mensaje destinado a MN será interceptado por HA y enviado por éste a FA sobre un *túnel*
- 6.- Por su parte, los paquetes generados por MN no tienen por qué pasar por HA

Frente a FACA, existe *Co-located* CA: proporcionada por medios externos como DHCP. En este caso, MN no precisa de FA

### ■ Funcionalidad IPv4 móvil:

- ☐ Descubrimiento de la dirección CA
- ☐ Registro de la dirección CA
- ☐ *Tunneling* a la dirección CA



## 5. IP móvil (iv)

### ■ Descubrimiento de la dirección CA:

□ Extensión *Mobility Agent Advertisement* (RFC 3220) del mensaje *Router Advertisement* de ICMP (RFC 1256):

■ HA y FA difunden periódicamente su identidad mediante el mensaje *Mobility Agent Advertisement*:

HIP (protocolo=ICMP)	ICMP (tipo=9, RA)	ICMP (tipo=16, MAA)
-------------------------	----------------------	------------------------

(ver transparencia  
siguiente)

- Periodicidad
- Dirección destino: 224.0.0.1 ó 255.255.255.255
- Direcciones CA disponibles
- Tiempo de vida
- Capacidades: encapsulado, tipo de agente, etc.
- Números de secuencia de mensaje
- Uso opcional de prefijos de red

■ MN también puede solicitar agentes mediante el mensaje *Agent Solicitation* (idéntico a *Router Solicitation* de ICMP salvo por el hecho de que TTL=1):

- Dirección destino: 224.0.0.11

tipo=10	código=0	checksum
reservado		





## 5. IP móvil (v)

cabecera IP	versión	HL	ToS	longitud total paquete IP	
	identificación			flags	offset
	TTL		protocolo=1	checksum	
	dirección IP origen				
	dirección IP destino=224.0.0.1 ó 255.255.255.255				
mensaje RA de ICMP	tipo=9	código=0		checksum	
	n.direcciones	l.entradas=2		tiempo de vida direcciones	
	dirección router 1				
	nivel preferencia 1				
	dirección router 2				
	nivel preferencia 2				
	....				
mensaje MAA de ICMP	tipo=16	longitud		número secuencia	
	tiempo máximo de vida registros			R B H F M G r T	reservado
	care-of-address 1				
	care-of-address 2				
	....				
longitud prefijo (opcional)	tipo=19	longitud		longitud prefijo 1	longitud prefijo 2
	....				



## 5. IP móvil (vi)

### ■ Registro de la dirección CA:

#### □ Procedimiento por el que un MN puede:

- Solicitar los servicios de un FA
- Informar al HA acerca de la CA
- Renovar un registro próximo a caducar
- “Des-registrarse” cuando vuelve a su red base

#### □ Circunstancias que activan un proceso de registro:

- Se indica en el mensaje *MAA* (bit *R*)
- Expiración del tiempo de vida de CA indicado en *MAA*
- Recepción de un *MAA* de un FA con prefijo de red distinto (extensión ICMP con tipo=19, ver transparencia anterior)
- Detección de retorno a su red base tras recibir un *MAA* de su HA
- Reinicio de su FA (n. secuencia en *MAA* inferior al último)





## 5. IP móvil (vii)

### □ Proceso seguido en el registro de un MN:

#### ■ MN-HA:

- 1.- MN envía un mensaje de *RRq* (*Registration Request*) al HA
- 2.- El HA responde con un mensaje *RRp* (*Registration Reply*) al MN, concediendo o denegando la petición

#### ■ MN-FA:

- 1.- MN envía un mensaje de *RRq* (*Registration Request*) al FA
- 2.- El FA lo procesa y lo retransmite al HA
- 3.- El HA responde con un mensaje *RRp* (*Registration Reply*) al FA, concediendo o denegando la petición
- 4.- El FA procesa y retransmite la respuesta al MN

### □ Mensaje de petición de registro (*RRq*, *Registration Request*):

- Uso de UDP (puerto 434)
- Autenticación del MN (RSA, CA, etc.) a través del campo SPI (“security parameter index”) y firma (MD5 con *nonce*/sello de tiempo, etc. a través del campo *autenticador*)



## 5. IP móvil (viii)

cabecera IP	versión	HL	ToS	longitud total paquete IP	
	identificación			flags	offset
	TTL		protocolo=17	checksum	
	dirección IP origen				
	dirección IP destino				
cabecera UDP	puerto origen			puerto destino=434	
	longitud			checksum	
	tipo=1	S B D M G r T x		tiempo de vida registro actual	
mensaje <i>RRq</i>	dirección base MN				
	dirección HA				
	<i>care-of-address</i>				
	identificación				
	extensiones opcionales ...				
extensión autenticación	tipo	longitud		SPI...	
	autenticador...				

32 → autenticación MN-HA  
33 → autenticación MN-FA  
34 → autenticación FA-HA



## 5. IP móvil (*ix*)

- Mensaje de respuesta de registro (*RRp, Registration Reply*):
  - Concesión de *care-of-address* o denegación de la solicitud (campo *código*: =0/1 → éxito, ≠0/1 → fracaso)

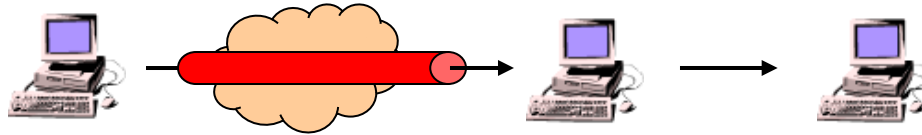
cabecera IP	versión	HL	ToS	longitud total paquete IP	
	identificación			flags	offset
	TTL		protocolo=17	checksum	
	dirección IP origen				
	dirección IP destino				
cabecera UDP	puerto origen			puerto destino	
	longitud			checksum	
mensaje <i>RRp</i>	tipo=3	código		tiempo de vida del registro	
	dirección base MN				
	dirección HA				
	identificación				
	extensiones ...				

- *Binding*: asociación dirección\_base\_MN+CA+tiempo\_vida realizada en el HA

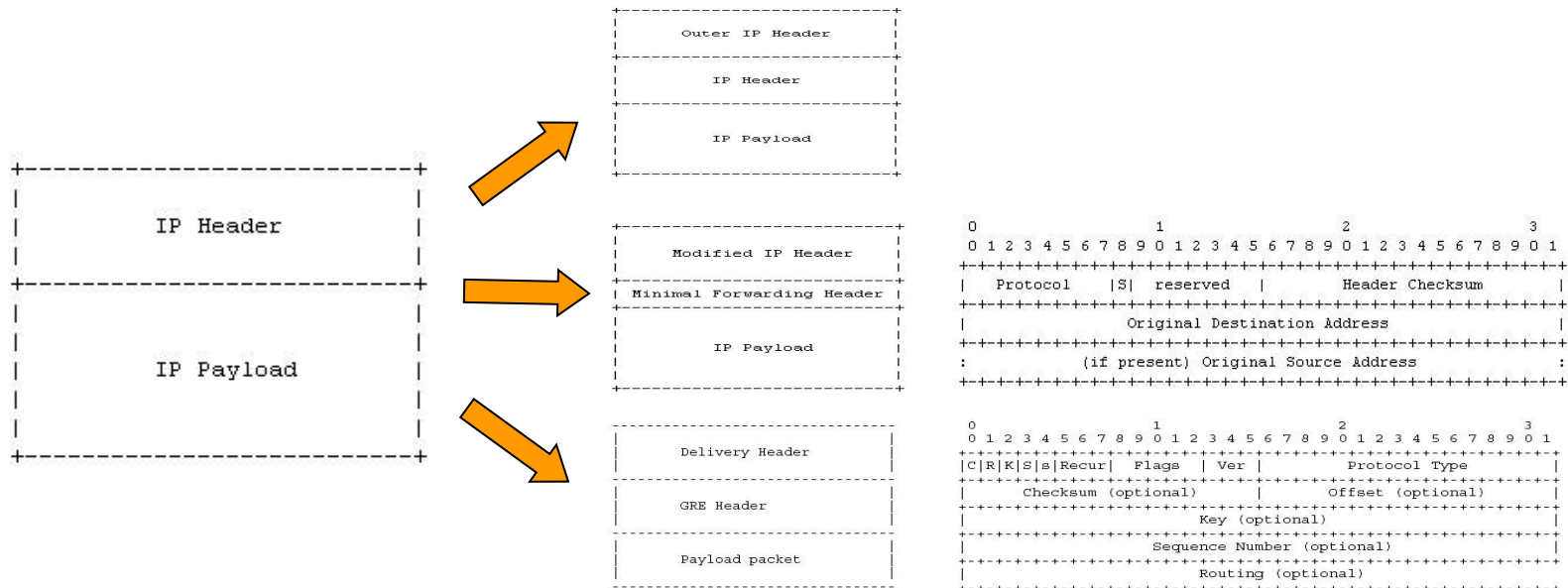


# 5. IP móvil (x)

## ■ Tunneling a la dirección CA:



- Uso de esquemas de encapsulado: IP-IP (RFC 2003), mínimo (RFC 2004), GRE (RFC 1701, 1702)
- "Ingress filtering" (RFC 2827) y "reverse tunneling" (RFC 3024)





## 5. IP móvil (xi)

### ■ ARP gratuito y ARP *proxy*:

- 1.- Cuando un MN se desplaza a una red externa, HA difunde un mensaje ARP gratuito que asocia la dirección física de HA con la dirección IP base de MN
- 2.- HA implementa ARP *proxy*, de forma que contesta cualquier consulta ARP sobre MN
- 3.- A partir de ahí, HA intercepta los paquetes dirigidos a MN y los “tunneliza” hacia CA



## 5. IP móvil (xii)

- IPv6 móvil (IETF-*mip6*; RFC 3775): mezcla IPv6 con IPv4 móvil

- IPv6 (RFC 2460):

- Características:

- 1.- Direcciones IP más largas: 128 bits
- 2.- Formato de cabecera flexible: cabeceras opcionales
- 3.- Autenticación y privacidad
- 4.- Servicio diferenciado
- 5.- Etiquetado de flujo

- Formato paquete:

versión=6	clase tráfico	etiqueta flujo	
longitud datos		siguiente cabecera	límite saltos
dirección IP origen <sub>1</sub>			
dirección IP origen <sub>2</sub>			
dirección IP origen <sub>3</sub>			
dirección IP origen <sub>4</sub>			
dirección IP destino <sub>1</sub>			
dirección IP destino <sub>2</sub>			
dirección IP destino <sub>3</sub>			
dirección IP destino <sub>4</sub>			
cabeceras extensión (opcional) ....			
datos...			





## 5. IP móvil (xiii)

- Formato paquete IPv6 (cont.):
  - *clase tráfico*: sensibilidad al retardo y prioridad
  - *etiqueta flujo*: número que identifica la transmisión
  - *límite saltos*: número máximo de saltos aceptado
  - *siguiente cabecera*: tipo de la siguiente cabecera de extensión (59 si ninguna)
- Cabeceras IPv6 de extensión:
  - Fragmentación (44):

siguiente cabecera	reservado	offset	0 0 M
identificación datagrama			

- Encaminamiento (43):

siguiente cabecera	longitud	tipo encaminamiento	restantes
00...0			
dirección 1 ...			



## 5. IP móvil (xiv)

### ■ Cabeceras IPv6 de extensión (cont.):

#### - Autenticación (AH, 51):

siguiente cabecera	longitud	Reservado
Security Parameters Index (SPI)		
número secuencia		
datos autenticación....		

#### - Encapsulado de seguridad (ESP, 50):

SPI		
número secuencia		
datos...		
		relleno...
relleno...	longitud relleno	cabecera siguiente
datos autenticación....		

#### - Otras opciones: *salto a salto* (0), *de destino* (60)

siguiente cabecera	longitud	tipo	longitud
datos...			





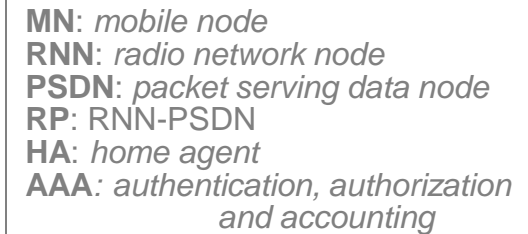
## 5. IP móvil (xv)

- ❑ Diferencias IPv4 móvil-IPv6 móvil:
  - Integración de optimización de rutas
  - Soporte nodos “ingress filtering” (opción de destino *Home Address*)
  - Soporte envío *multicast* (opción de destino *Home Address*)
  - Uso de características IPv6 frente a FA y encapsulado
  - Uso por parte del HA de *Neighbor Discovery* de IPv6 frente a ARP
  - El esquema de descubrimiento dinámico de HA usa envío *anycast*
- ❑ Esquema IPv6 móvil:
  - MN se encuentra en una red remota
  - Solicita una CA mediante el protocolo *Neighbor Discovery* de IPv6 (RFC 2461): descubrimiento de nodos, descubrimiento de prefijo, autoconfiguración de direcciones (RFC 2462), resolución de direcciones, redirección, etc.
  - Envío de un mensaje *Binding Update* MN→HA
  - Envío *Binding Acknowledgement* HA→MN
  - HA usa mensajes *Proxy Neighbor Advertisement* para capturar los paquetes destinados a MN, los cuales serán encapsulados con la cabecera ESP IPv6 y enviados a MN



## 5. IP móvil (xvi)

- Nuevos mensajes en IPv6 móvil:
  - Cabecera IPv6 de movilidad: *binding update/acknowledgement*, etc.
  - Opción de destino IPv6 *Home Address* para indicar al receptor del paquete la dirección base del MN aunque se use CA como dirección origen del paquete
  - [ ■ Nuevos mensajes ICMPv6: *Home Agent Address Discovery Request/Reply, Mobile Prefix Solicitation/Advertisement* ]



arquitectura IP/W3G (CDMA2000)

