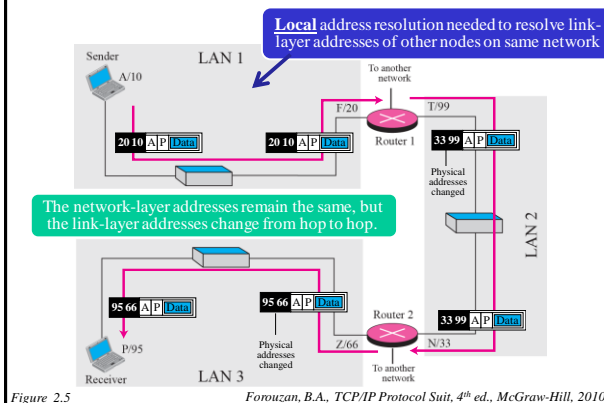
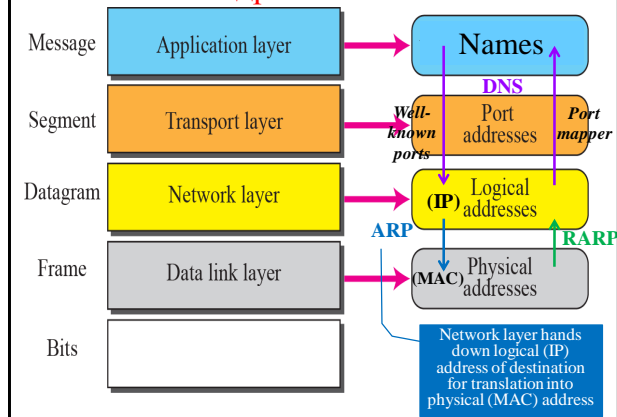


Съпоставяне на адреси (address resolution)

Необходимост от съпоставяне на адреси



TCP/IP: Адреси и съпоставяне



Съпоставяне на адреси: Техники

- **Справка в таблица (table lookup)**
 - Адреси на горния слой (HL), съхранявани в паметта заедно със съответните им адреси на долния слой (LL)
 - Долният слой използва HL адреса като ключ за да намери съответния му LL адрес
- **Изчисление (closed-form computation)**
 - HL адрес, базиран на LL адрес.
 - LL извлича LL адреса от HL адреса
- **Динамично съпоставяне (dynamic resolution)**
 - Обмен на съобщения, използвани за адресно съпоставяне, когато е необходимо.
 - HL изпраща заявка за LL адрес
 - Местоназначението (или друг възел) отговаря с необходимия LL адрес

Съпоставяне на адреси: Справка в таблица

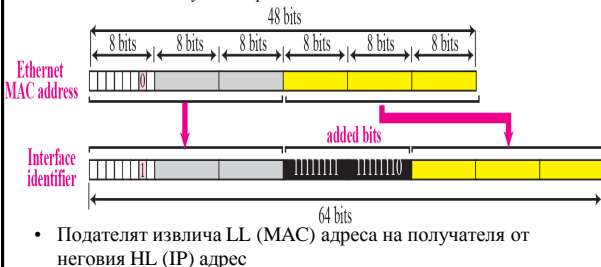
- Използване на списък, съдържащ HL адрес (напр. IP адрес) и LL адрес (напр. MAC/хардуерен адрес) за всеки мрежов възел
- Претърсване по IP адрес и извличане на съответния хардуерен адрес
- Може да се спести място чрез отпадане на NetID префикса
 - Всички IP адреси в мрежата имат един и същ префикс
- Последователното търсене може да е прекалено бавно
- По-добре е да се използва индексиране или хеширане

IP Address	Hardware Address
197.15.3.2	0A:07:4B:12:82:36
197.15.3.3	0A:9C:28:71:32:8D
197.15.3.4	0A:11:C3:68:01:99
197.15.3.5	0A:74:59:32:CC:1F
197.15.3.6	0A:04:BC:00:03:28
197.15.3.7	0A:77:81:0E:52:FA

A0:14:52:44:F2:91
0A:07:4B:12:82:36
0A:9C:28:71:32:8D
0A:11:C3:68:01:99
0A:74:59:32:CC:1F
0A:04:BC:00:03:28
⋮

Съпоставяне на адреси: Изчисление

- HL адрес, базиран на LL адрес.
 - Т.е. IPv6 адрес, избран въз основа на MAC адрес (в LANs)
- Пример
 - MAC адресът е (F5-A9-23-14-7A-D2)₁₆
 - Съответният му IPv6 адрес е F7A9:23FF:FE14:7AD2



Съпоставяне на адреси:
Динамично съпоставяне

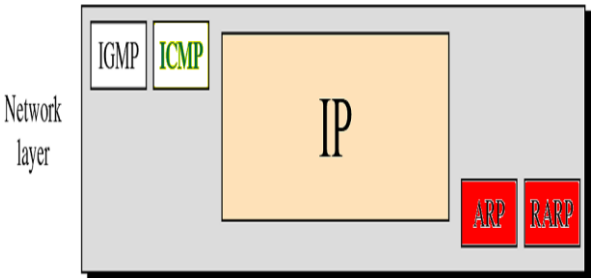
- Обмен на съобщения с друг/и възел/възли за научаване на LL адреса (на получателя)
- 2 възможности:
 - Чрез сървър (*server-based*)
 - Хостът-подател изпраща съобщение до сървър с цел научаване на необходимия му адрес
 - Списък на съответните сървъри се поддържа в хостовете
 - Напр. *DNS* протокола в TCP/IP
 - Чрез равнопоставен възел (*peer-to-peer*)
 - Хостът-подател изпраща *broadcasts* съобщение-заявка към всички възли в мрежата
 - (Бъдещият) получател отговаря с неговия хардуерен адрес
 - Напр. *ARP* протокола в TCP/IP

Table Lookup (T), Closed-Form Computation (C), Dynamic Resolution (D): Сравнение

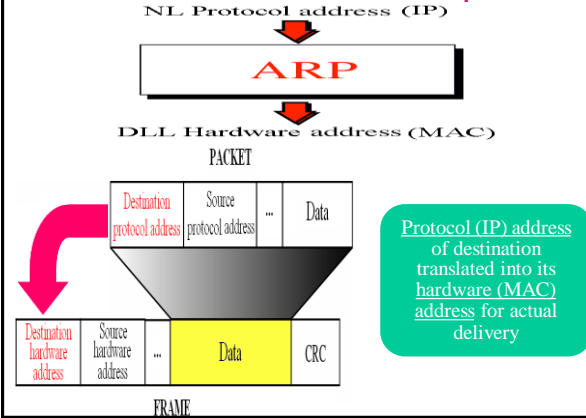
Feature	Type Of Resolution
Useful with any hardware	T
Address change affects all hosts	T
Protocol address independent of hardware address	T, D
Hardware address must be smaller than protocol address	C
Protocol address determined by hardware address	C
Requires hardware broadcast	D
Adds traffic to a network	D
Produces resolution with minimum delay	T, C
Implementation is more difficult	D

Hybrid T+D used on Internet!

Протоколи на мрежовия слой за съпоставяне на адреси в TCP/IP:
ARP и RARP



ARP: Съпоставяне на адреси



ARP: Функциониране

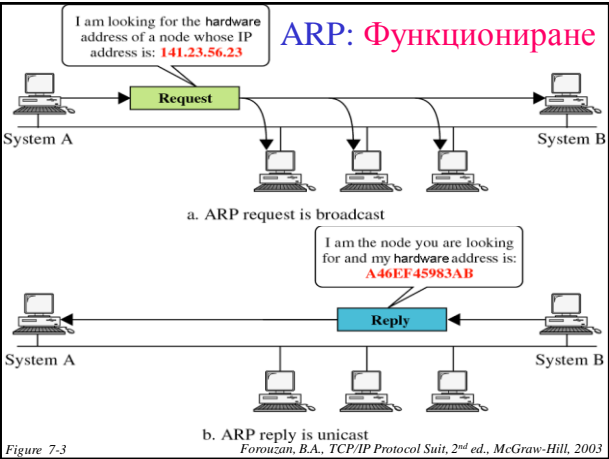


Figure 7-3

Forouzan, B.A., TCP/IP Protocol Suit, 2nd ed., McGraw-Hill, 2003

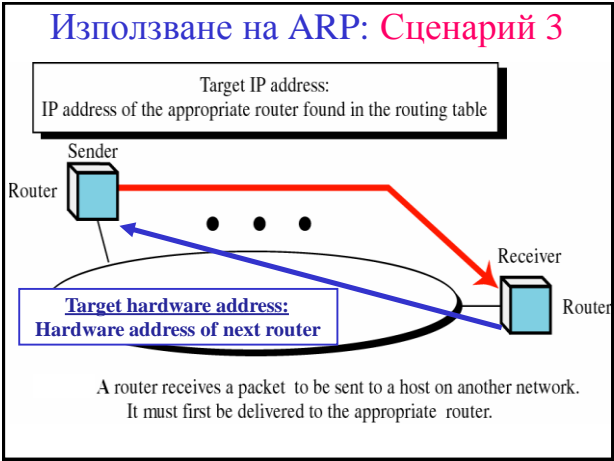
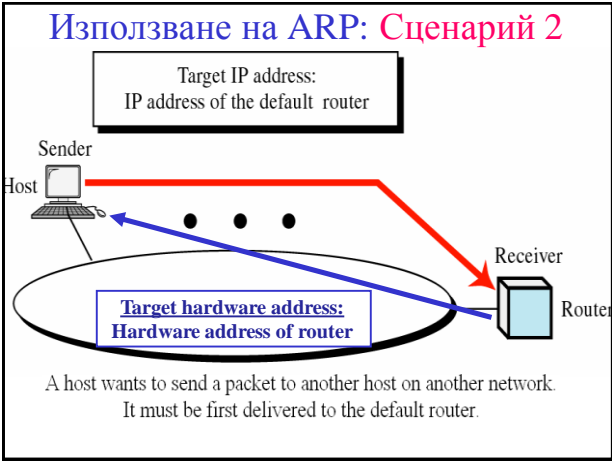
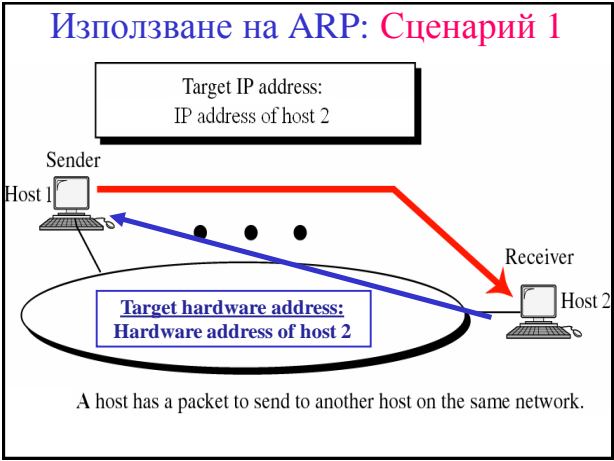
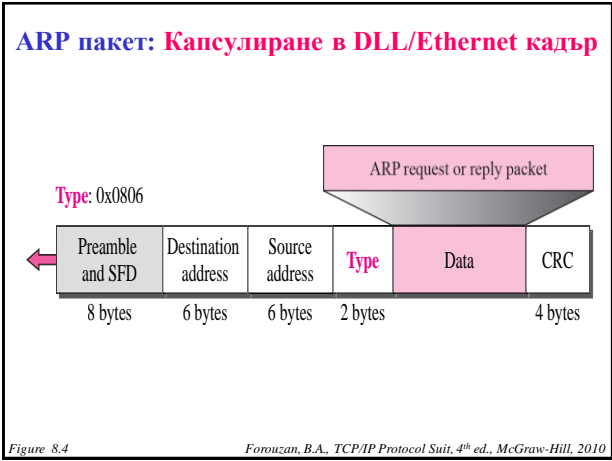
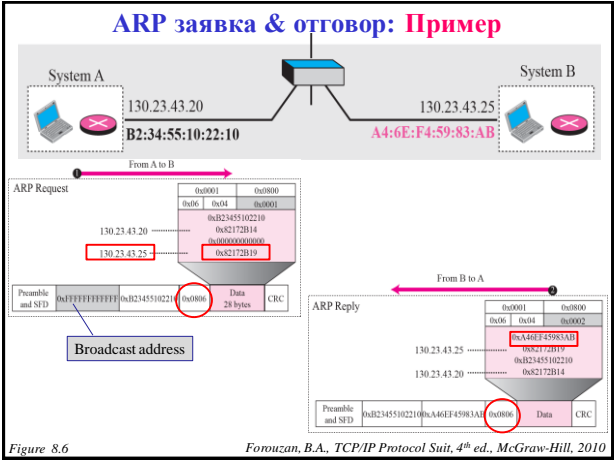
ARP: Формат на пакета

Hardware Type		Protocol Type
Hardware length	Protocol length	Operation Request 1, Reply 2
Sender hardware address (For example, 6 bytes for Ethernet)		
Sender protocol address (For example, 4 bytes for IP)		
Target hardware address (For example, 6 bytes for Ethernet) (It is not filled in a request)		
Target protocol address (For example, 4 bytes for IP)		

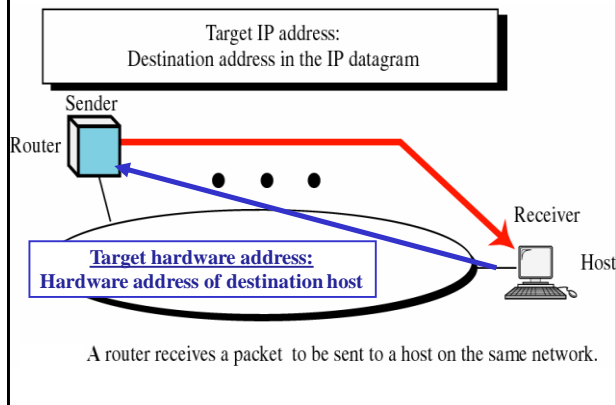
Figure 8.3

Forouzan, B.A., TCP/IP Protocol Suit, 4th ed., McGraw-Hill, 2010

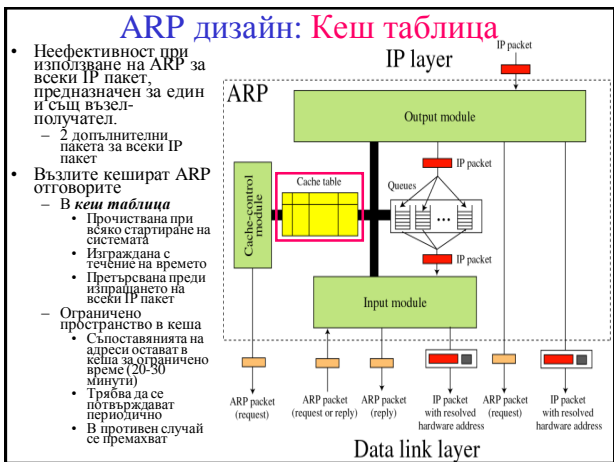
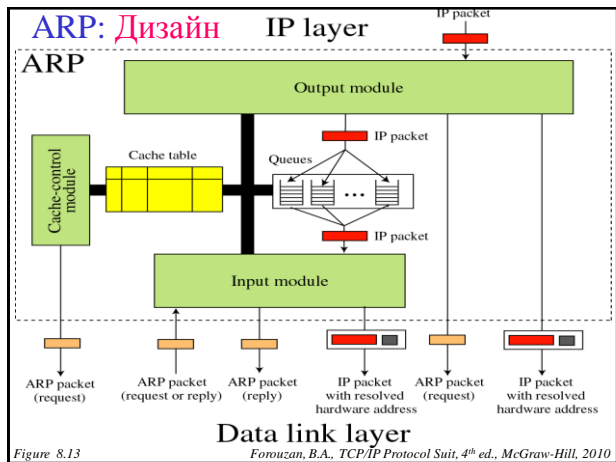
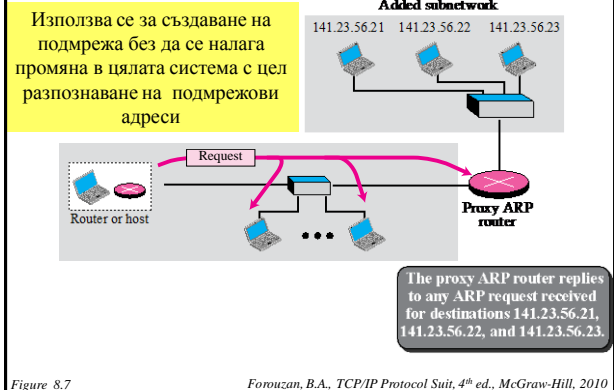
ARP формат на пакета: Пример		
0x0001 (Ethernet)		0x0800 (IPv4)
0x06 (Ethernet)	0x04 (IPv4)	Operation Request 1, Reply 2
Sender hardware address (For example, 6 bytes for Ethernet)		
Sender protocol address (For example, 4 bytes for IP)		
Target hardware address (For example, 6 bytes for Ethernet) (It is not filled in a request)		
Target protocol address (For example, 4 bytes for IP)		



Използване на ARP: Сценарий 4



Proxy ARP

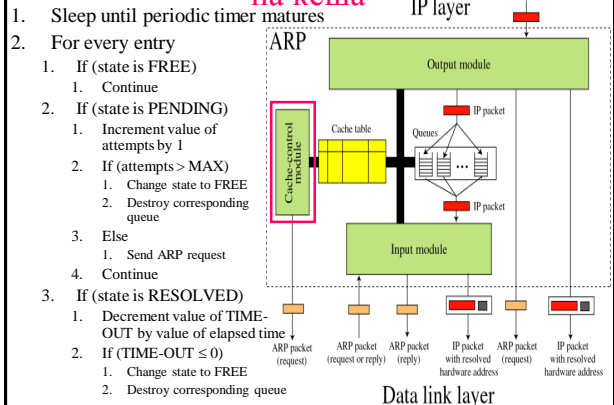


ARP кеш таблица: Пример

State	Queue	Attempts	Time-out	Protocol address	Hardware address
FREE					
PENDING	2	1		180.3.6.2	
RESOLVED	14		900	180.3.6.1	AC:AE:32:34:73:42

- Реализира се като масив от записи с полета:
 - State: free, pending, resolved
 - Queue number: to enqueue packets waiting for same destination
 - Attempts: No. of ARP requests sent
 - Time-out: lifetime in sec.
 - Etc. corresponding to ARP packet's fields

ARP дизайн: Модул за управление на кеша



ARP дизайн: Опашки

1 queue for each destination

Holds IP packets while ARP tries to resolve hardware address

Output module sends unresolved IP packets into corresponding queue

Input module removes IP packet from queue and send it to DLL for transmission

- With resolved hardware address

IP layer

Output module

Cache-control module

Cache table

Queues

Input module

ARP packet (request)

ARP packet (request or reply)

ARP packet (reply)

IP packet with resolved hardware address

ARP packet (request)

IP packet with resolved hardware address

IP packet

IP packet

Data link layer

ARP дизайн: Изходящ модул

1. Sleep until IP packet received from IP entity

2. Check cache table for entry corresponding to destination IP address

3. If (found)

1. If (state is RESOLVED)

1. Extract value of hardware address from entry

2. Send IP packet & hardware address to DLL

3. Return

2. If (state is PENDING)

1. Enqueue IP packet to corresponding queue

2. Return

4. If (NOT found)

1. Create cache entry with state set to PENDING & ATTEMPTS set to 1

2. Create queue

3. Enqueue IP packet

4. Send ARP request

5. Return

IP layer

Output module

Cache-control module

Cache table

Queues

Input module

ARP packet (request)

ARP packet (request or reply)

ARP packet (reply)

IP packet with resolved hardware address

ARP packet (request)

IP packet with resolved hardware address

IP packet

IP packet

Data link layer

ARP дизайн: Входящ модул

1. Sleep until ARP packet (request or reply) arrives

2. Check cache table to find entry corresponding to this ARP packet

3. If (found)

1. Update entry & reset TIME-OUT field

2. If (state is PENDING)

1. Change state to RESOLVED

2. While queue is NOT empty:

1. Dequeue 1 IP packet

2. Send IP packet & hardware address to DLL

4. If (NOT found)

1. Create entry

2. Add entry to cache table

3. Set state to RESOLVED & set TIME-OUT

5. If (ARP request)

1. Send ARP reply

6. Return

IP layer

Output module

Cache-control module

Cache table

Queues

Input module

ARP packet (request)

ARP packet (request or reply)

ARP packet (reply)

IP packet with resolved hardware address

ARP packet (request)

IP packet with resolved hardware address

IP packet

IP packet

Data link layer

RARP: Съпоставяне на адреси

NL Protocol address (IP)

↑

RARP

↑

DLL Hardware address (MAC)

PACKET

Destination protocol address

Source protocol address

...

Data

Hardware (MAC) address of source translated into its protocol (IP) address

FRAME

Destination hardware address

Source hardware address

...

Data

CRC

Reverse ARP (RARP)

Например, използван от бездисков компютри при стартиране.

Осигурява превод от MAC към IP адрес

Пример: Зареждане на бинарен образ на операционната система (без IP адреси) от отдалечен сървър на бездисков PC; как може той да научи своя IP адрес?

Изпращане (чрез broadcast) на RARP заявка в мрежата

- 1 RARP сървър е необходим във всяка мрежа

RARP сървърът приема заявката и изпраща обратно съответния IP адрес

Host

Request

RARP server

a. RARP request is broadcast

Host

Reply

RARP server

b. RARP reply is unicast

RARP: Формат на пакета

Hardware type		Protocol type
Hardware length	Protocol length	Operation
Request 3, Reply 4		
Sender hardware address (For example, 6 bytes for Ethernet)		
Sender protocol address (For example, 4 bytes for IP) (It is not filled for request)		
Target hardware address (For example, 6 bytes for Ethernet) (It is not filled for request)		
Target protocol address (For example, 4 bytes for IP) (It is not filled for request)		

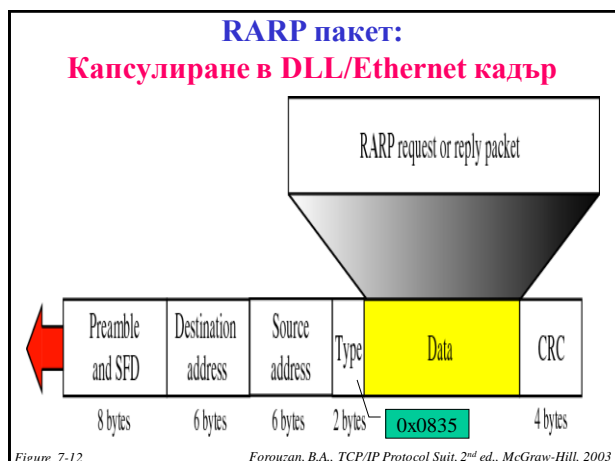
Figure 7-11

Forouzan, B.A., TCP/IP Protocol Suit, 2nd ed., McGraw-Hill, 2003

21-Sep-18

проф. Иван Ганчев

5



RARP: Ограничения

- Използва **DLL broadcasting** за достигане на RARP сървъра
 - Broadcast разпръскванията се спират от маршрутизаторите
 - RARP сървърът трябва да бъде в една и съща физическа мрежа като хоста, изпратил запитване към него.
 - Необходимост от разполагане на RARP сървър във всяка (под)мрежа
- **НЕ предоставя цялата информация**, необходима на хостовете за минимум IP конфигурация.
 - Например, не предоставя *подмрежова маска*, *IP адрес на маршрутизатор*, *IP адрес на DNS сървър*.
- **Остарял!**
- Заменен от протоколи на приложния слой за преодоляване на тези ограничения
 - **BOOTP, DHCP**
 - Използват *Relay Agents* за преминаване през маршрутизатори