

Міністерство освіти і науки України
Харківський фаховий радіотехнічний коледж

ЗВІТ
з практичної роботи № 1
з теми «ДОСЛІДЖЕННЯ КАДРУ ПРОТОКОЛУ
ETHERNET ТА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ FAST
ETHERNET»

Виконав студент групи КІ-419

Варіч Дмитро

Перевірила викладач

Архипцева Н. О.

Харків 2022

Мета: Вивчення формату кадру Ethernet, призначень його полів та адресування в локальних мережах, дослідження залежності пропускної здатності мережі Fast Ethernet від розміру кадру.

Хід Виконання Роботи

Завдання 1. Визначити MAC-адресу мережної плати комп'ютера.

```
Выбрать C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Автонастройка включена. . . . . : Да
Адаптер Ethernet Ethernet:
DNS-суффикс подключения . . . . . : intrak.tuke.sk
Описание. . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controller
Физический адрес. . . . . : 84-2A-FD-70-FD-2E
DHCP включен. . . . . : Да
Автонастройка включена. . . . . : Да
Локальный IPv6-адрес канала . . . : fe80::1534:a615:43e8:7759%2(Основной)
IPv4-адрес. . . . . : 147.232.185.72(Основной)
Маска подсети . . . . . : 255.255.254.0
Аренда получена. . . . . : 24 января 2023 г. 10:44:53
Срок аренды истекает. . . . . : 24 января 2023 г. 21:44:54
Основной шлюз. . . . . : 147.232.184.1
DHCP-сервер. . . . . : 147.232.184.3
IAID DHCPv6 . . . . . : 42216189
DUID клиента DHCPv6 . . . . . : 00-01-00-01-27-0B-88-97-84-2A-FD-70-FD-2E
DNS-серверы. . . . . : 147.232.184.3
                        147.232.191.130
                        147.232.184.3
NetBios через TCP/IP. . . . . : Включен
Адаптер беспроводной локальной сети Беспроводная сеть:
Состояние среды. . . . . : Среда передачи недоступна.
DNS-суффикс подключения . . . . . :
Описание. . . . . : Realtek RTL8821CE 802.11ac PCIe Adapter
Физический адрес. . . . . : 5C-3A-45-93-CC-95
DHCP включен. . . . . : Да
```

Завдання 2. Запустити програму Wireshark і отримати мережну статистику тривалістю в кілька хвилин.

```
Захват из Ethernet
Файл Редактирование Просмотр Запуск Анализ Статистика Телефония Беспроводная Инструменты Помощь
Применить распределенный фильтр: <<Фильтр>>
No. Time Source Destination Protocol Length Info
28696 455.849735 147.232.184.127 239.255.255.250 SSDP 216 M-SEARCH * HTTP/1.1
28697 455.866489 147.232.185.72 91.108.9.103 STUN 146 Binding Request user: 6jec6lgnlsjed:j%wS
28698 455.890503 91.108.9.103 147.232.185.72 STUN 146 Binding Success Response XOR-MAPPED-ADDRESS: 147.232.185.72:58258 user: 6jec6lgnlsjed:j%wS
28699 455.923579 147.232.185.72 91.108.9.103 UDP 552 58258 -> 32002 Len=510
28700 455.946197 147.232.184.86 224.0.0.5 UDP 285 4242 -> 4242 Len=243
28701 455.949065 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 86 32002 -> 58258 Len=44
28702 455.961553 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 305 32002 -> 58258 Len=263
28703 455.991536 147.232.181.6 239.255.255.250 SSDP 167 M-SEARCH * HTTP/1.1
28704 455.997172 147.232.185.72 91.108.9.103 UDP 78 58258 -> 32002 Len=36
28705 456.017735 147.232.194.47 239.255.255.250 SSDP 179 M-SEARCH * HTTP/1.1
28706 456.044588 147.232.185.72 91.108.9.103 UDP 571 58258 -> 32002 Len=529
28707 456.068168 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 86 32002 -> 58258 Len=44
28708 456.076151 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 305 32002 -> 58258 Len=263
28709 456.144214 91.108.9.103 147.232.185.72 RTCP 94 Receiver Report
28710 456.163112 147.232.185.72 91.108.9.103 UDP 607 58258 -> 32002 Len=565
28711 456.164082 147.232.185.72 91.108.9.103 UDP 78 58258 -> 32002 Len=36
28712 456.168134 147.232.184.25 224.0.0.251 MDNS 86 Standard query 0x445b PTR 192.168.5.184.in-addr.arpa, "QM" question
28713 456.178565 147.232.184.25 224.0.0.251 MDNS 86 Standard query 0x445c PTR 192.168.5.184.in-addr.arpa, "QM" question
28714 456.186850 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 86 32002 -> 58258 Len=44
28715 456.199465 147.232.184.25 224.0.0.251 MDNS 86 Standard query 0x445d PTR 192.168.5.109.in-addr.arpa, "QM" question
28716 456.200233 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 310 32002 -> 58258 Len=268
28717 456.200866 147.232.185.72 91.108.9.103 UDP 78 58258 -> 32002 Len=36
28718 456.209867 147.232.184.25 224.0.0.251 MDNS 86 Standard query 0x445e PTR 192.168.5.109.in-addr.arpa, "QM" question
28719 456.230715 147.232.184.25 224.0.0.251 MDNS 86 Standard query 0x445f PTR 192.168.5.110.in-addr.arpa, "QM" question
28720 456.241116 147.232.184.25 224.0.0.251 MDNS 86 Standard query 0x4460 PTR 192.168.5.110.in-addr.arpa, "QM" question
28721 456.283383 147.232.185.72 91.108.9.103 UDP 426 58258 -> 32002 Len=384
28722 456.306807 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 86 32002 -> 58258 Len=44
28723 456.320685 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 313 32002 -> 58258 Len=271
28724 456.333179 147.232.184.208 239.255.255.250 SSDP 216 M-SEARCH * HTTP/1.1
28725 456.350794 Cisco:27:bc:3f Broadcast ARP 60 Who has 147.232.185.49? Tell 147.232.184.1
28726 456.403594 147.232.185.72 91.108.9.103 UDP 328 58258 -> 32002 Len=286
28727 456.413904 147.232.192.151 239.255.255.250 SSDP 179 M-SEARCH * HTTP/1.1
28728 456.416488 Cisco:02:b4:03 Cisco:02:b4:03 LOOP 60 Reply
28729 456.427065 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 86 32002 -> 58258 Len=44
28730 456.440547 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 300 32002 -> 58258 Len=258
28731 456.464147 147.232.184.77 239.255.255.250 SSDP 212 M-SEARCH * HTTP/1.1
28732 456.522764 147.232.185.72 91.108.9.103 UDP 408 58258 -> 32002 Len=366
28733 456.546235 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 86 32002 -> 58258 Len=44
28734 456.606563 91.108.9.103 147.232.185.72 UDP 316 32002 -> 58258 Len=273
Ethernet: live capture in progress
Пакеты: 28761 - Показаны: 28761 (100.0%)
Протокол: Default
```

Завдання 3. Виконати «ping» на сусідні вузли та шлюз і зупинити захват.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

В некоторых системах запросы проверки связи могут быть сброшены, если используется этот заголовок.
-S <адрес_источника> Задаёт адрес источника.
-c секция Идентификатор секции маршрутизации.
-p Проверяет связь с сетевым адресом поставщика виртуализации Нурег-V.
-4 Задаёт принудительное использование протокола IPv4.
-6 Задаёт принудительное использование протокола IPv6.

C:\Users\admin>ping 147.232.184.1

Обмен пакетами с 147.232.184.1 по 32 байтами данных:
Ответ от 147.232.184.1: число байт=32 время<1мс TTL=255
Ответ от 147.232.184.1: число байт=32 время=1мс TTL=255
Ответ от 147.232.184.1: число байт=32 время<1мс TTL=255
Ответ от 147.232.184.1: число байт=32 время=1мс TTL=255

Статистика Ping для 147.232.184.1:
Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
(0% потерь)
Приблизительное время приема-передачи в мс:
Минимальное = 0мсек, Максимальное = 1 мсек, Среднее = 0 мсек

C:\Users\admin>
```

Завдання 4. Отримати відомості про MAC-адреси в заголовках кадрів Ethernet, які були захоплені Wireshark, на відповідній вкладці вікна Endpoints (рис. 1) через меню Statistics->Endpoints.

Wireshark - Endpoints - Ethernet

Endpoint Settings

☐ Разрешение имен

☐ Ограничить соответств.

Копировать

Карта

Протокол

☐ Bluetooth

☐ DCCP

☒ Ethernet

☐ FC

☐ FDDI

☐ IEEE 802.11

☐ IEEE 802.15.4

☒ IPv4

☒ IPv6

☐ IPX

☐ JXTA

☐ MPTCP

☐ NCP

☐ openSAFETY

☐ RSVP

☐ SCTP

☐ SLL

☒ TCP

☐ Trivial

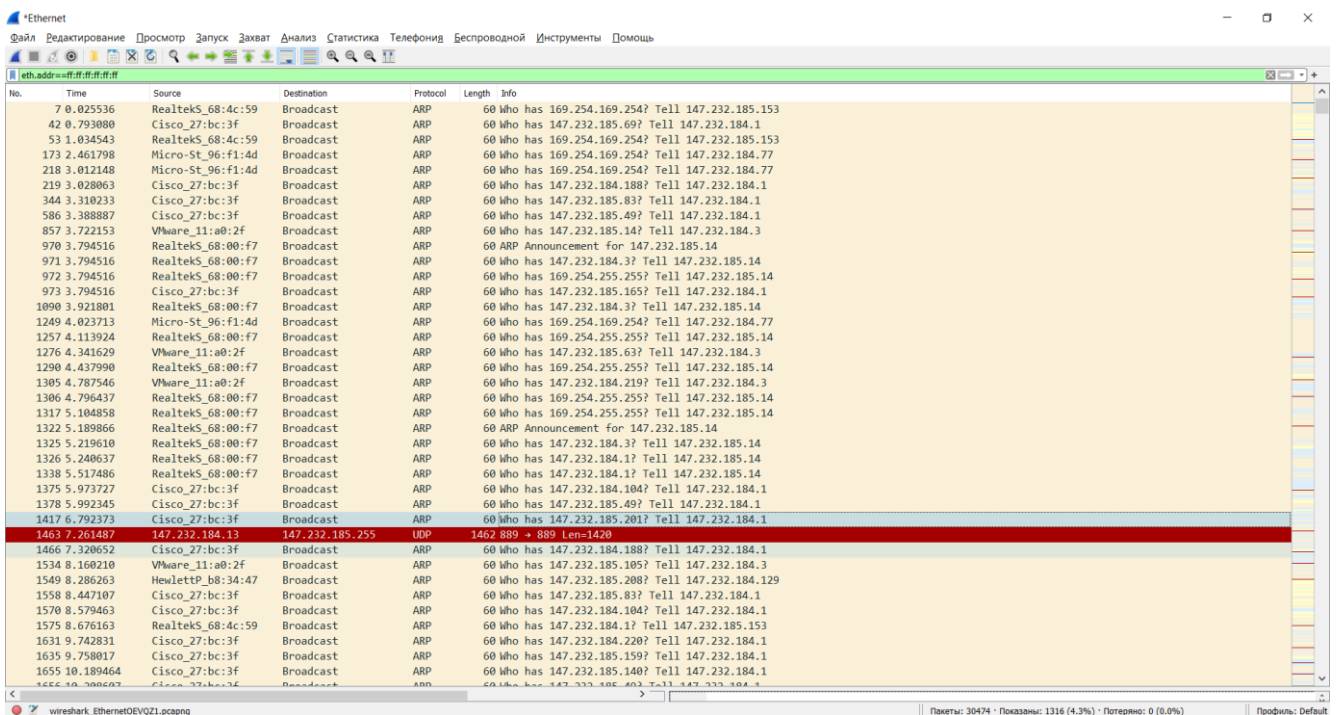
Filter list for specific type

Адрес	Пакеты	Байты	Tx Packets	Tx Bytes	Rx Packets	Rx Bytes
a036bc6704d0	35	5,070 KiB	35	5,070 KiB	0	0 байты
a0a3f0d16219	53	9,973 KiB	53	9,973 KiB	0	0 байты
a8a15904927a	97	14,415 KiB	97	14,415 KiB	0	0 байты
ace2d362441b	35	7,228 KiB	35	7,228 KiB	0	0 байты
b025aa336e7c	19	3,692 KiB	19	3,692 KiB	0	0 байты
b04e26b817ef	262	22,004 KiB	262	22,004 KiB	0	0 байты
b06ebf1a4kd1	41	8,386 KiB	41	8,386 KiB	0	0 байты
b06ebf1c6953	48	23,043 KiB	48	23,043 KiB	0	0 байты
b42e99591f4f	32	5,875 KiB	32	5,875 KiB	0	0 байты
b42e995e338a	52	8,828 KiB	52	8,828 KiB	0	0 байты
b4a9fc162743	28	4,094 KiB	28	4,094 KiB	0	0 байты
b4a9fc167c89	81	14,309 KiB	81	14,309 KiB	0	0 байты
b888e3df9609	32	6,766 KiB	32	6,766 KiB	0	0 байты
bce92f7d870a	39	7,497 KiB	39	7,497 KiB	0	0 байты
c018035da520	4	285 байты	4	285 байты	0	0 байты
c0180363ebd6	428	73,210 KiB	419	65,438 KiB	9	7,772 KiB
c0180364b194	165	20,184 KiB	165	20,184 KiB	0	0 байты
c018501967c3	31	4,547 KiB	24	4,143 KiB	7	414 байты
c0185082bf74	8	480 байты	0	0 байты	8	480 байты
c84d4424d37a	1	60 байты	0	0 байты	1	60 байты
c85acfbe7637	33	6,824 KiB	33	6,824 KiB	0	0 байты
c85b76d02732	1	60 байты	1	60 байты	0	0 байты
c85b76d089ad	37	3,152 KiB	37	3,152 KiB	0	0 байты
c8b9d27c0560	28	4,078 KiB	28	4,078 KiB	0	0 байты
ccd53902b403	336	19,688 KiB	288	16,675 KiB	48	2,813 KiB
d45d64644425	43	6,053 KiB	43	6,053 KiB	0	0 байты
d8bbbc178f21c	16	3,375 KiB	16	3,375 KiB	0	0 байты
e070eaa2a26	45	7,644 KiB	45	7,644 KiB	0	0 байты
e0d55ee48016	51	8,676 KiB	51	8,676 KiB	0	0 байты
e4a8dfb91b97	1	60 байты	1	60 байты	0	0 байты
e4a8dfb9e42b	33	6,840 KiB	33	6,840 KiB	0	0 байты
e86ae452c801	1	60 байты	1	60 байты	0	0 байты
ec8eb50edbbd	24	4,133 KiB	24	4,133 KiB	0	0 байты
f875a4581b44	1	60 байты	1	60 байты	0	0 байты
f8b46a87180f	90	14,697 KiB	90	14,697 KiB	0	0 байты
f8e43b5c2a06	45	15,842 KiB	42	14,777 KiB	3	1,064 KiB
f8e43ba5eb24	145	54,473 KiB	131	53,652 KiB	14	840 байты
f8e43bc088a3	42	7,783 KiB	42	7,783 KiB	0	0 байты
ffffffffff	1 316	157,003 KiB	0	0 байты	1 316	157,003 KiB

Закрыть

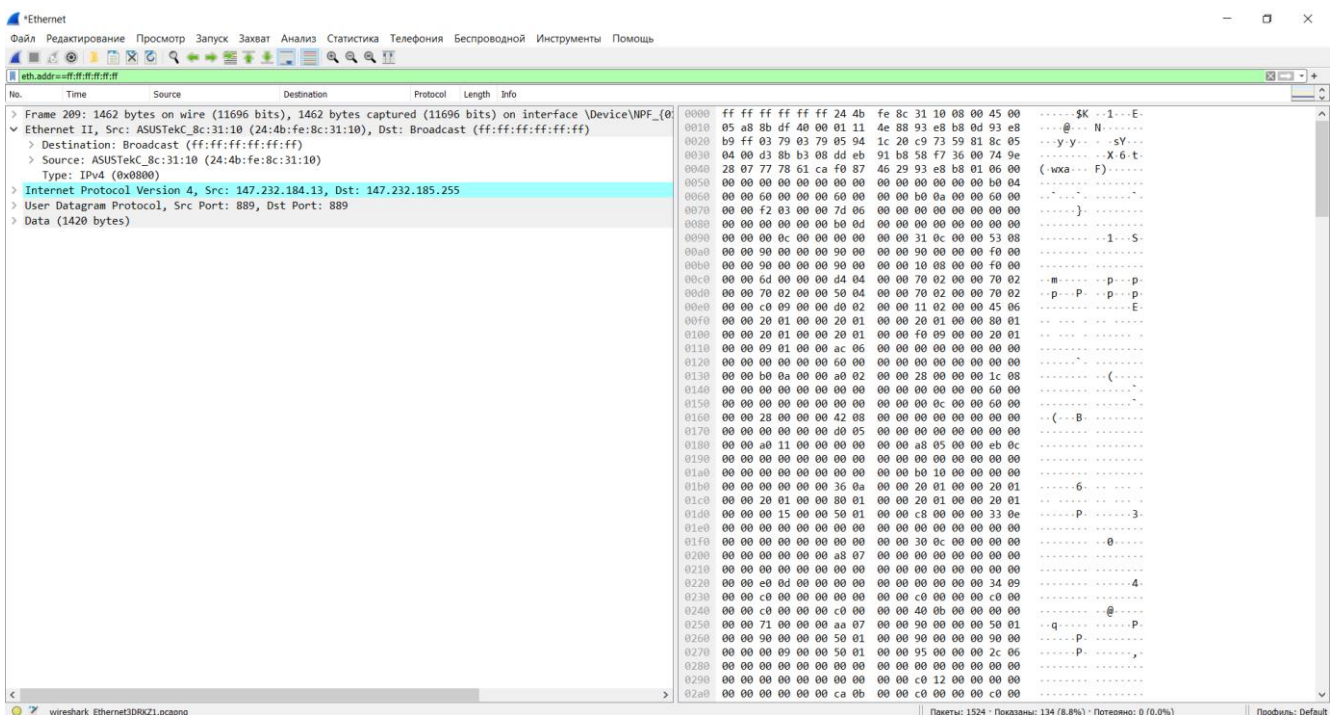
Справка

Завдання 5. Визначити, які типи MAC-адрес були захоплені Wireshark – відфільтрувати MAC-адреси широкомовної розсилки.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
7	0.025536	RealtekS_68:4c:59	Broadcast	ARP	60	Who has 169.254.169.254? Tell 147.232.185.153
42	0.793080	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.69? Tell 147.232.184.1
53	1.034543	RealtekS_68:4c:59	Broadcast	ARP	60	Who has 169.254.169.254? Tell 147.232.185.153
173	2.461798	Micro-St_96:f1:4d	Broadcast	ARP	60	Who has 169.254.169.254? Tell 147.232.184.77
218	3.012148	Micro-St_96:f1:4d	Broadcast	ARP	60	Who has 169.254.169.254? Tell 147.232.184.77
219	3.028063	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.188? Tell 147.232.184.1
344	3.310233	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.83? Tell 147.232.184.1
586	3.388887	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.49? Tell 147.232.184.1
857	3.722153	Vmware_11:a0:2f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.14? Tell 147.232.184.3
970	3.794516	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	ARP Announcement for 147.232.185.14
971	3.794516	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.3? Tell 147.232.185.14
972	3.794516	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	Who has 169.254.255.255? Tell 147.232.185.14
973	3.794516	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.165? Tell 147.232.184.1
1090	3.921801	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.3? Tell 147.232.185.14
1249	4.023713	Micro-St_96:f1:4d	Broadcast	ARP	60	Who has 169.254.169.254? Tell 147.232.184.77
1257	4.113924	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	Who has 169.254.255.255? Tell 147.232.185.14
1276	4.341629	Vmware_11:a0:2f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.63? Tell 147.232.184.3
1290	4.437990	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	Who has 169.254.255.255? Tell 147.232.185.14
1305	4.787546	Vmware_11:a0:2f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.219? Tell 147.232.184.3
1306	4.796437	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	Who has 169.254.255.255? Tell 147.232.185.14
1317	5.104858	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	Who has 169.254.255.255? Tell 147.232.185.14
1322	5.189866	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	ARP Announcement for 147.232.185.14
1325	5.219610	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.3? Tell 147.232.185.14
1326	5.240637	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.1? Tell 147.232.185.14
1338	5.517486	RealtekS_68:00:f7	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.1? Tell 147.232.185.14
1375	5.973727	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.104? Tell 147.232.184.1
1378	5.992345	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.49? Tell 147.232.184.1
1417	6.792373	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.201? Tell 147.232.184.1
1463	7.261487	147.232.184.13	147.232.185.255	UDP	1462	889 → 889 Len=1420
1466	7.320652	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.188? Tell 147.232.184.1
1534	8.160210	Vmware_11:a0:2f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.105? Tell 147.232.184.3
1549	8.286263	HewlettP_08:34:47	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.208? Tell 147.232.184.129
1558	8.447107	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.83? Tell 147.232.184.1
1570	8.579463	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.104? Tell 147.232.184.1
1575	8.676163	RealtekS_68:4c:59	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.1? Tell 147.232.185.153
1631	9.742831	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.184.220? Tell 147.232.184.1
1635	9.758017	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.159? Tell 147.232.184.1
1655	10.189464	Cisco_27:bc:3f	Broadcast	ARP	60	Who has 147.232.185.140? Tell 147.232.184.1

Завдання 6. У вікні захоплених пакетів вибрати будь-який широкомовний пакет і розглянути значення основних полів його заголовку Ethernet II (рис. 3). Визначити адреси, на які надходять дані кадри і пакети, для канального і мережного рівня.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
209	7.261487	147.232.184.13	147.232.185.255	UDP	1462	889 → 889 Len=1420

Field	Value
Ethernet II, Src: ASUSTekC_8c:31:10 (24:4b:fe:8c:31:10), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)	
Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)	
Source: ASUSTekC_8c:31:10 (24:4b:fe:8c:31:10)	
Type: IPv4 (0x0800)	
Internet Protocol Version 4, Src: 147.232.184.13, Dst: 147.232.185.255	
User Datagram Protocol, Src Port: 889, Dst Port: 889	
Data (1420 bytes)	

Завдання 7. Відфільтрувати MAC-адреси багатоадресної розсилки, якщо вони були захоплені Wireshark. Вибрати будь-який пакет і розглянути значення основних полів його заголовку Ethernet II. Визначити адреси, на які надходять дані кадри і пакети, для канального і мережного рівня.

The screenshot displays the Wireshark network protocol analyzer interface. The top menu bar includes options like 'Файл', 'Редактирование', 'Просмотр', 'Захват', 'Анализ', 'Статистика', 'Телефония', 'Беспроводной', 'Инструменты', and 'Допомощь'. The main window is divided into three panes:

- Packet List:** Shows a list of captured packets. The selected packet is 2201, which is an SSDP M-SEARCH packet from 147.232.184.128 to 239.255.255.250.
- Packet Details:** Shows the hierarchical structure of the selected packet. The Ethernet II section is expanded, showing the destination MAC address (01:00:5e:7f:ff:fa) and the source MAC address (c0:00:00:00:00:00).
- Packet Bytes:** Shows the raw data of the packet in hexadecimal and ASCII format.

The status bar at the bottom indicates that 30474 packets were captured, 6740 were displayed (22.1%), and 0 were lost (0.0%).

Завдання 8.

1) Побудувати графік затримки передачі файлу розміром $10 \cdot N$ Мбайт в одному сегменті мережі Fast Ethernet, якщо довжина корисних даних кадру $L = 128, 512, 1000, 1500, 4096$ байт (N - номер за списком в групі).

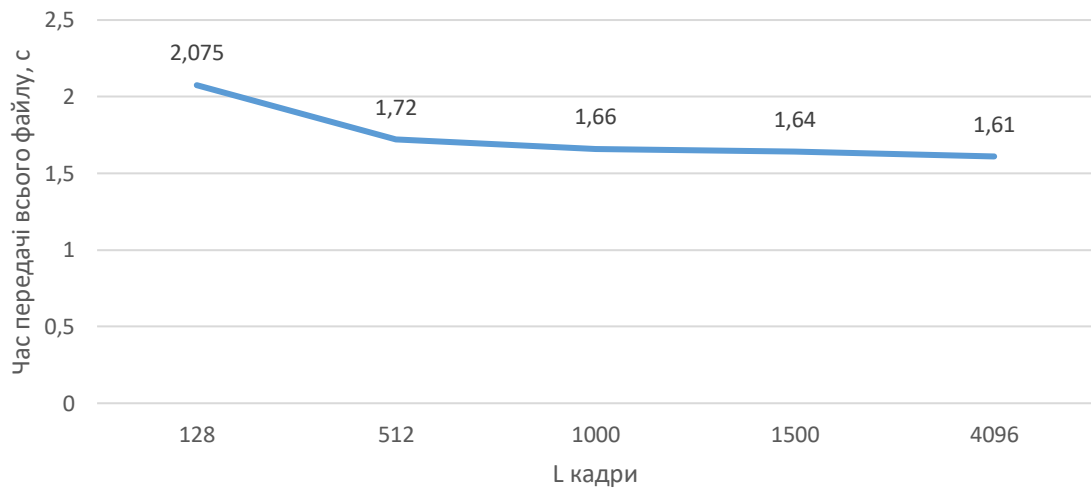
2) Побудувати графік залежності пропускної здатності мережі Fast Ethernet від довжини корисних даних кадру $L = 128, 512, 1000, 1500, 4096$ байт;

Таблиця розрахунків

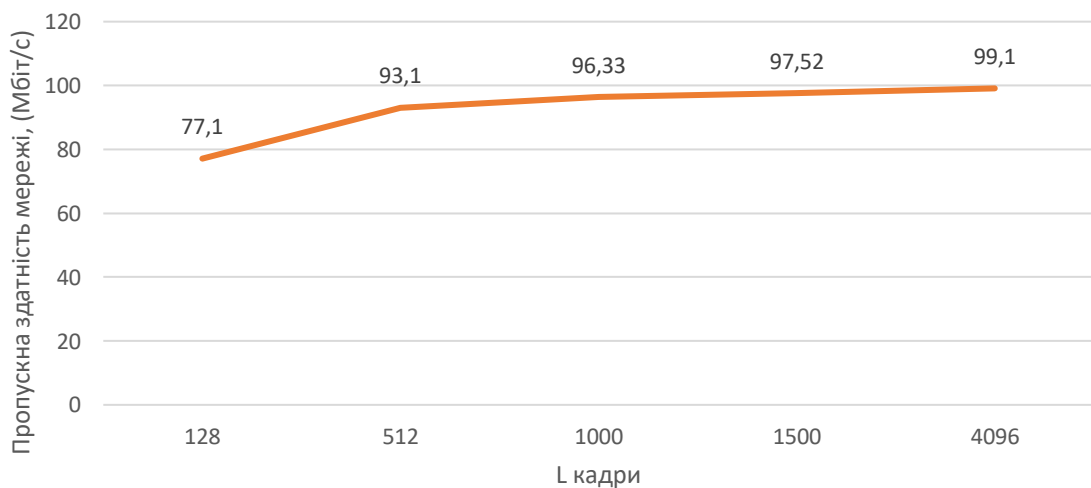
Довжина файлу, мбайт	20	20	20	20	20
Довжина файлу, байт	20 971 520				
L кадри	128	512	1000	1 500	4 096
Кількість кадрів у файлі	163 840	40 960	20 972	13 981	5 120
Розмір кадру (байт)	154	538	1 026	1 526	4 122
Розмір кадру (біт)	1 232	4 304	8 208	12 208	32 976
Пропускна здатність Fast Ethernet, біт	104 857 600				
Довжина проходження 1 кадру	1 328	4 400	8 304	12 304	33 072
Час проходження 1 кадру (мкс)	12,66	41,96	79,19	117,34	315,40
Час передачі всього файлу, с	2,075	1,72	1,66	1,64	1,61
Частота слідування кадрів, F (кадрів/с)	78959,03	23831,27	12627,36	8522,23	3170,58
Пропускна здатність мережі (біт/с)	80854053	97612893	101018882	102266840	103893742
Пропускна здатність мережі, (Мбіт/с)	77,10	93,1	96,33	97,52	99,1

Графіки

Графік залежності часу передачі файлу від довжини поля кадру даних



Графік залежності пропускної здатності від довжини передачі даних



Контрольні питання

1. Чому дорівнюють максимальний та мінімальний розміри кадру Ethernet?

Підсумовуючи, Ethernet має мінімальний розмір кадру 64 байти, що включає 18-байтовий заголовок і корисне навантаження 46 байтів. Він також має максимальний розмір кадру 1518 байт, у цьому випадку корисне навантаження становить 1500 байт. (Та якщо повідомлення, яке потрібно надіслати, призводить до розміру кадру, меншого за мінімальний 64-байт, додаткові байти доповнюються).

2. Яка частина в MAC-адресі відображає виробника мережної карти?

Перші шість цифр MAC-адреси називаються OUI та позначають виробника мережного інтерфейсу. Також якщо ви хочете дізнатися, хто зробив мережеву карту, то можете звернутися до IEEE (Інститут інженерів з електротехніки та електроніки) на сайті Асоціації стандартів IEEE і вставте перші цифри MAC-адреси ПК, щоб виконати пошук та знайти виробника.

3. Які типи кадрів Ethernet бувають, в чому їх відмінності?

Так як існує кілька типів кадрів, то для того, щоб зрозуміти один одного, відправник та одержувач повинні використовувати один і той же тип кадрів. Кадри можуть бути чотирьох різних форматів, які дещо відрізняються один від одного. Базових форматів кадрів (raw formats) існує лише два - Ethernet II та Ethernet 802.3. Ці формати відрізняються призначенням лише одного поля.

Для того, щоб робочі станції мали можливість взаємодіяти із сервером в одному сегменті мережі, вони повинні підтримувати єдиний формат кадру. Тому існує чотири основні різновиди кадрів Ethernet:

1. Ethernet Type II
2. Ethernet 802.3
3. Ethernet 802.2
4. Ethernet SNAP (SubNetwork Access Protocol).

4. Який механізм управління доступом до середовища використовується в Ethernet?

Найбільш характерна особливість мережі Ethernet - це механізм керування доступом до середовища, який називається множинним доступом з контролем несучої та виявлення колізій (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection).

5. Як записується широкомовний MAC-адрес Ethernet?

IPv4-адреса призначення (192.168.1.255) - це широкомовна адреса. Якщо IPv4-пакет широкомовних адрес інкапсульований у кадрі Ethernet, MAC-адреса призначення є широкомовною MAC-адресою в шістнадцятковому форматі FF-FF-FF-FF-FF-FF (48 одиниць у двійковому форматі).

Висновки: В цій Практичній роботі ми дізналися про формат кадру Ethernet, призначень його полів та адресування в локальних мережах, дослідили залежності пропускної здатності мережі Fast Ethernet від розміру кадру. У ході практичної роботи зрозумів, що чим більше довжина поля кадру даних, тим менше витрачається часу на його передачу, але через це збільшується навантаження на пропускну спроможність даної мережі.