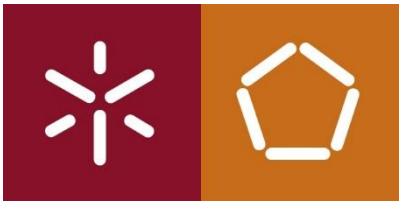
Redes de Computadores



Trabalho prático 4

19 de dezembro de 2019

Grupo nº 6

Filipa Alves dos Santos (A83631)

Hugo André Coelho Cardoso (A85006)

João da Cunha e Costa (A84775)



Mestrado Integrado em Engenharia Informática

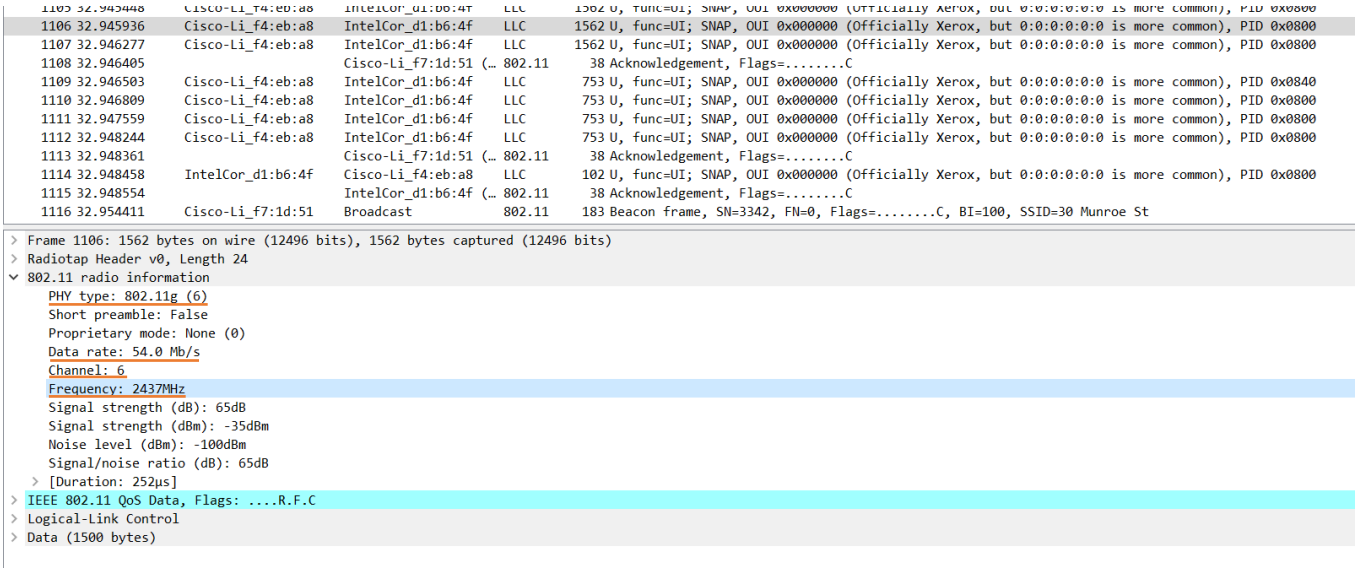
Universidade do Minho

Índice de conteúdos

1. Questões e Respostas

1.1. Acesso Rádio

3) Para a trama correspondente com o número 1YXX (com Y=turno e XX=grupo, e.g., 1101)



3.1) Identifique em que frequência do espectro está a operar a rede sem fios, e o canal que corresponde a essa frequência

Frequency: 2437MHz, no Channel: 6.

3.2) Identifique a versão da norma IEEE 802.11 que está a ser usada.

PHY type: 802.11g (6)

3.3) Qual o débito a que foi enviada a trama escolhida? Será que esse débito corresponde ao débito máximo a que a interface Wi-Fi pode operar? Justifique.

Data Rate: 54.0 Mb/s. Este débito corresponde ao máximo porque a capacidade teórica da versão IEEE 802.11g é 54Mb/s.

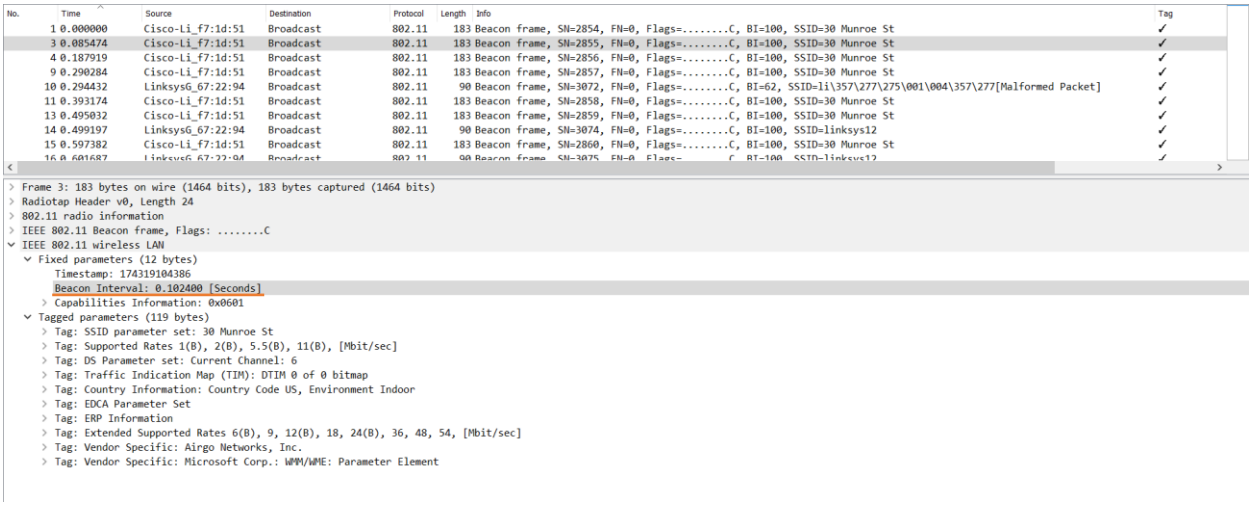
1.2. Scanning

4) As tramas beacon permitem efetuar scanning passivo em redes Wi-Fi. Para a captura de tramas disponibilizada, responda às seguintes questões:

4.4) Quais são os SSIDs dos dois APs que estão a emitir a maioria das tramas de beacon?

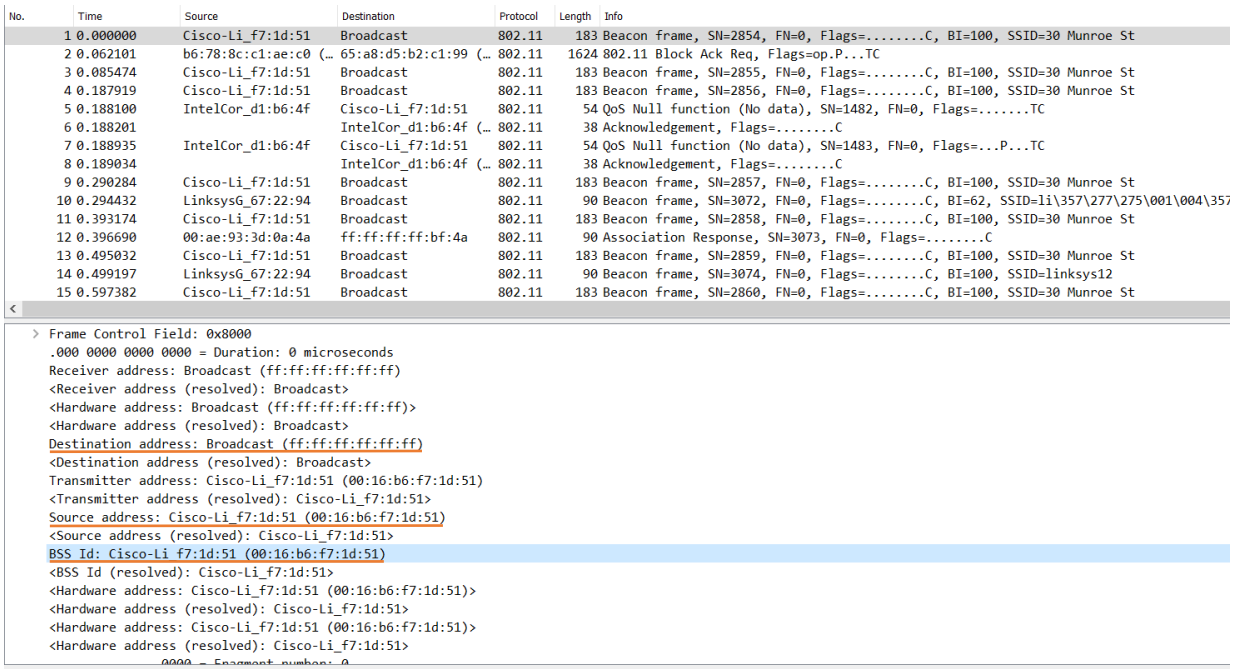
Por observação do ficheiro do Wireshark, SSID = 30 Munroe St e SSID = linksys12 são os SSIDs dos dois APs que estão a emitir a maioria das tramas.

4.5) Qual o intervalo de tempo entre a transmissão de tramas beacon para o AP linksys_ses_24086? E do AP 30 Munroe St? (Pista: o intervalo está contido na própria trama). Na prática, a periodicidade de tramas beacon é verificada? Tente explicar porquê.



Na teoria, o "Beacon Interval" para o AP linksys_ses_24086 e para o AP 30 Munroe St é, para ambos, 0.120400 [Seconds]. Isto não se verifica na prática porque, se compararmos 2 tramas consecutivas (p.e., a No.1 e 3) concluímos que a diferença do "Time" de chegada de cada é diferente de 0.120400s (0.085474 – 0.000000).

4.6) Qual é (em notação hexadecimal) o endereço MAC de origem da trama beacon de 30 Munroe St? Para detalhes sobre a estrutura das tramas 802.11, veja a secção 7 da norma IEEE 802.11 citada no início.



Como se observa pela figura acima, o MAC address de origem é 00:16:b6:f7:1d:51.

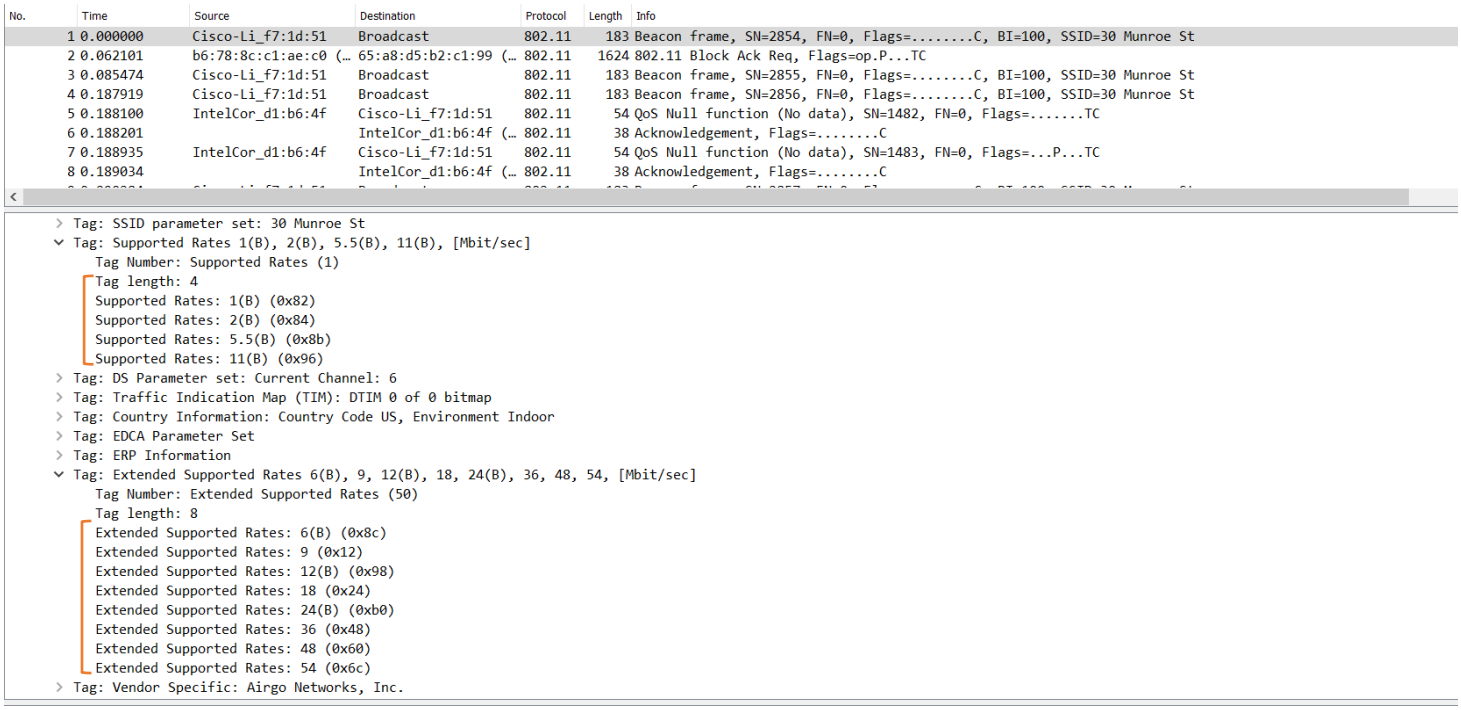
4.7) Qual é (em notação hexadecimal) o endereço MAC de destino na trama de 30 Munroe St?

O endereço MAC de destino é ff:ff:ff:ff:ff:ff.

4.8) Qual é (em notação hexadecimal) o MAC BSS ID da trama beacon de 30 Munroe St?

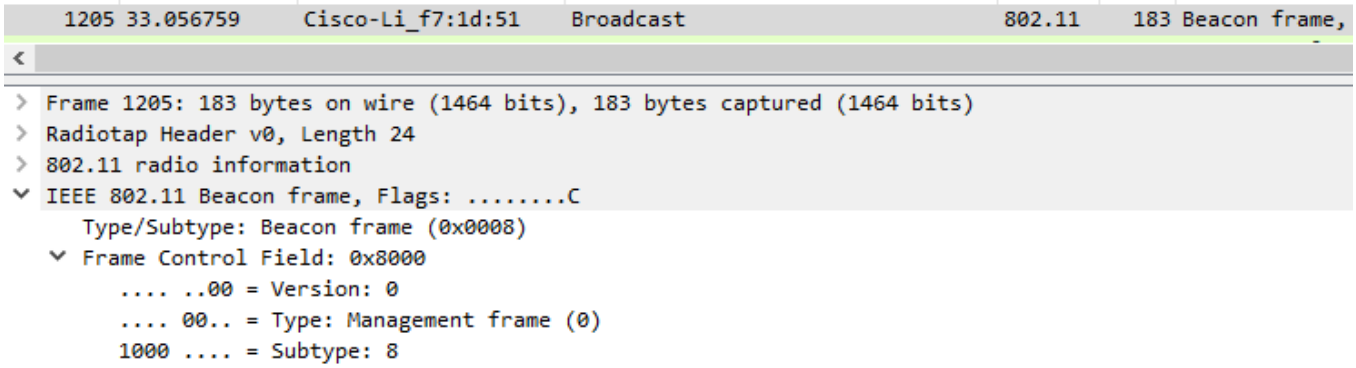
O MAC BSS ID é 00:16:b6:f7:1d:51.

4.9) As tramas beacon do AP 30 Munroe St anunciam que o AP suporta quatro data rates e oito extended supported rates adicionais. Quais são?



O AP suporta 4 data rates: "1(B), 2(B), 5.5(B), 11(B), [Mbit/sec]" e oito extended supported rates: "6(B), 9, 12(B), 18, 24(B), 36, 48, 54, [Mbit/sec]".

4.10) Selecione uma trama beacon (e.g., a trama 1YXX com Y=turno e XX=grupo, e.g., 1101). Esta trama pertence a que tipo de tramas 802.11? Indique o valor dos seus identificadores de tipo e de subtipo. Em que parte concreta do cabeçalho da trama estão especificados (ver anexo)?



Selecionamos a trama 1205 e podemos verificar que o tipo, de valor 0, é "Management frame" e o subtipo, de valor 1000, é 8. Assim, o valor de tipo/subtipo é "Beacon frame". A parte do cabeçalho da trama onde estão especificados é a "Frame Control Field".

4.11) Verifique se está a ser usado o método de deteção de erros CRC e se todas as tramas beacon são recebidas corretamente. Justifique o uso de mecanismos de deteção de erros neste tipo de redes locais.

```
IEEE 802.11 Beacon frame, Flags: .........
    Type/Subtype: Beacon frame (0x0008)
  > Frame Control Field: 0x8000
    .000 0000 0000 0000 = Duration: 0 microseconds
    Receiver address: 5f:a5:ff:ff:ff:ff (5f:a5:ff:ff:ff:ff)
    <Receiver address (resolved): 5f:a5:ff:ff:ff:ff>
    <Hardware address: 5f:a5:ff:ff:ff:ff (5f:a5:ff:ff:ff:ff)>
    <Hardware address (resolved): 5f:a5:ff:ff:ff:ff>
    Destination address: 5f:a5:ff:ff:ff:ff (5f:a5:ff:ff:ff:ff)
    <Destination address (resolved): 5f:a5:ff:ff:ff:ff>
    Transmitter address: LinksysG_67:22:94 (00:06:25:67:22:94)
    <Transmitter address (resolved): LinksysG_67:22:94>
    Source address: LinksysG_67:22:94 (00:06:25:67:22:94)
    <Source address (resolved): LinksysG_67:22:94>
    BSS Id: LinksysG_67:22:94 (00:06:25:67:22:94)
    <BSS Id (resolved): LinksysG_67:22:94>
    <Hardware address: LinksysG_67:22:94 (00:06:25:67:22:94)>
    <Hardware address (resolved): LinksysG_67:22:94>
    <Hardware address: LinksysG_67:22:94 (00:06:25:67:22:94)>
    <Hardware address (resolved): LinksysG_67:22:94>
    .... .... .... 0000 = Fragment number: 0
    1101 1001 1101 .... = Sequence number: 3485
  > Frame check sequence: 0x79f611cc incorrect, should be 0xa1bf68cc
    [FCS Status: Bad]
```

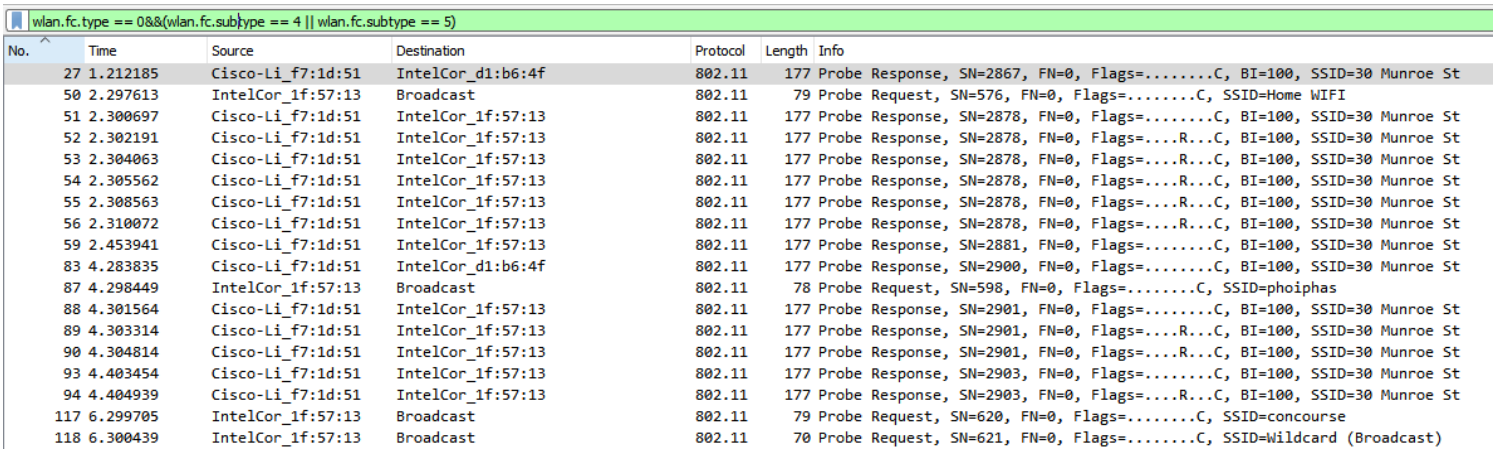
Após ativar o método de deteção de erros CRC nas definições do Wireshark, verificamos que nem todas as tramas Beacon são bem recebidas, embora a maioria o seja. É necessário utilizar deteção de erros porque o tipo de rede local representa uma Rede Wi-Fi. As redes Wi-Fi são mais suscetíveis a erros o que implica que seja utilizado um campo que verifique se as tramas Beacon são recebidas corretamente.

4.12) Identifique e registe todos os endereços MAC usados nas tramas beacon enviadas pelos APs. Recorde que o endereçamento está definido no cabeçalho das tramas 802.11 podendo ser utilizados até quatro endereços com diferente semântica. Para uma descrição detalhada da estrutura da trama 802.11, consulte o anexo ao enunciado.

```
IEEE 802.11 Beacon frame, Flags: ........C
    Type/Subtype: Beacon frame (0x0008)
  > Frame Control Field: 0x8000
    .000 0000 0000 0000 = Duration: 0 microseconds
    Receiver address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
    <Receiver address (resolved): Broadcast>
    <Hardware address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)>
    <Hardware address (resolved): Broadcast>
    Destination address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
    <Destination address (resolved): Broadcast>
    Transmitter address: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)
    <Transmitter address (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
    Source address: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)
    <Source address (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
    BSS Id: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)
    <BSS Id (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
    <Hardware address: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)>
    <Hardware address (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
    <Hardware address: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)>
    <Hardware address (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
    .... .... .... 0000 = Fragment number: 0
    1011 0010 0110 .... = Sequence number: 2854
    Frame check sequence: 0x057e2608 [unverified]
    [FCS Status: Unverified]
```

São usados os endereços “Receiver adress”, “Destination adress”, “Transmitter adress” e “Source address”.

4.13) Estabeleça um filtro Wireshark apropriado que lhe permita visualizar todas as tramas probing request e probing response, simultaneamente.



wlan.fc.type == 0&&(wlan.fc.subtype == 4 || wlan.fc.subtype == 5)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
27	1.212185	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_d1:b6:4f	802.11	177	Probe Response, SN=2867, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=30 Munroe St
50	2.297613	IntelCor_1f:57:13	Broadcast	802.11	79	Probe Request, SN=576, FN=0, Flags=........C, SSID=Home WIFI
51	2.300697	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2878, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=30 Munroe St
52	2.302191	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2878, FN=0, Flags=....R...C, BI=100, SSID=30 Munroe St
53	2.304063	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2878, FN=0, Flags=....R...C, BI=100, SSID=30 Munroe St
54	2.305562	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2878, FN=0, Flags=....R...C, BI=100, SSID=30 Munroe St
55	2.308563	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2878, FN=0, Flags=....R...C, BI=100, SSID=30 Munroe St
56	2.310072	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2878, FN=0, Flags=....R...C, BI=100, SSID=30 Munroe St
59	2.453941	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2881, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=30 Munroe St
83	4.283835	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_d1:b6:4f	802.11	177	Probe Response, SN=2900, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=30 Munroe St
87	4.298449	IntelCor_1f:57:13	Broadcast	802.11	78	Probe Request, SN=598, FN=0, Flags=........C, SSID=phoiphas
88	4.301564	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2901, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=30 Munroe St
89	4.303314	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2901, FN=0, Flags=....R...C, BI=100, SSID=30 Munroe St
90	4.304814	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2901, FN=0, Flags=....R...C, BI=100, SSID=30 Munroe St
93	4.403454	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2903, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=30 Munroe St
94	4.404939	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_1f:57:13	802.11	177	Probe Response, SN=2903, FN=0, Flags=....R...C, BI=100, SSID=30 Munroe St
117	6.299705	IntelCor_1f:57:13	Broadcast	802.11	79	Probe Request, SN=620, FN=0, Flags=........C, SSID=concourse
118	6.300439	IntelCor_1f:57:13	Broadcast	802.11	70	Probe Request, SN=621, FN=0, Flags=........C, SSID=Wildcard (Broadcast)

4.14) Quais são os endereços MAC BSS ID de destino e origem nestas tramas? Qual o objetivo deste tipo de tramas?

Probe request:

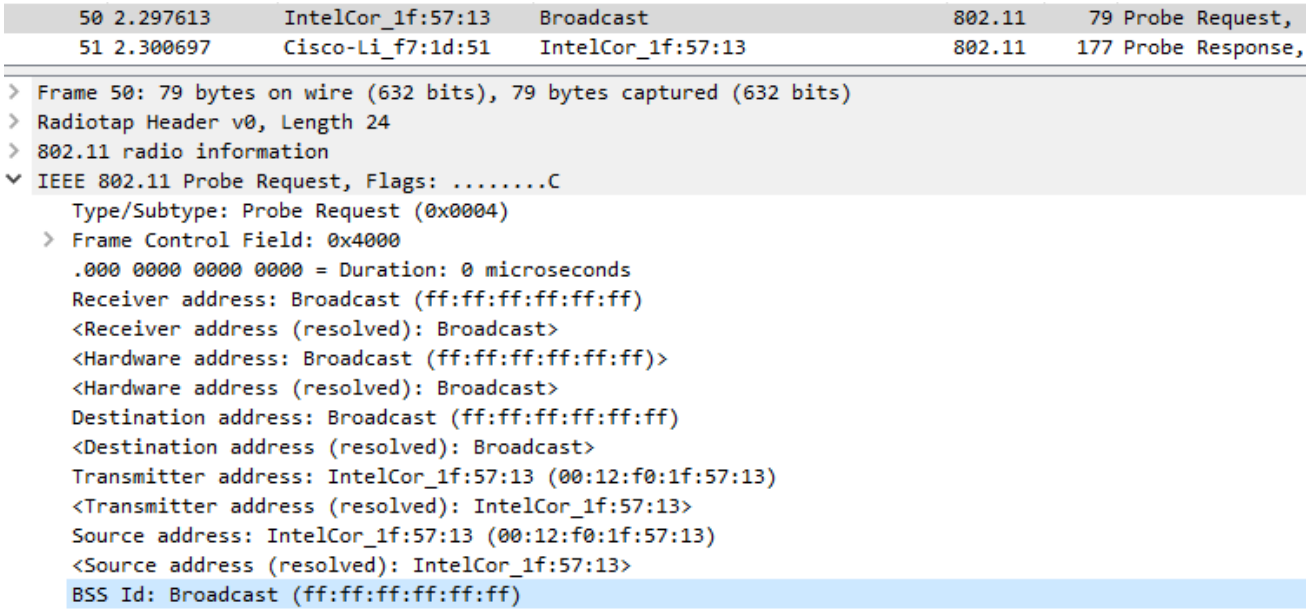
MAC BSS ID destino – AP / MAC BSS ID origem – host

Probe response:

MAC BSS ID destino – host / MAC BSS ID origem – AP

É pela receção de tramas Beacon (passive scanning) ou pelo varrimento dos vários canais rádio (active scanning) que uma estação (host) pode optar por um AP mais favorável. Neste caso, o host está a usar probe requests/responses para procurar um AP ao qual se ligar.

4.15) Identifique um probing request para o qual tenha havido um probing response. Face ao endereçamento usado, indique a que sistemas são endereçadas estas tramas e explique qual o propósito das mesmas?



```
    50 2.297613    IntelCor_1f:57:13    Broadcast            802.11     79 Probe Request,
    51 2.300697    Cisco-Li_f7:1d:51    IntelCor_1f:57:13    802.11    177 Probe Response,

> Frame 50: 79 bytes on wire (632 bits), 79 bytes captured (632 bits)
> Radiotap Header v0, Length 24
> 802.11 radio information
v IEEE 802.11 Probe Request, Flags: ........C
    Type/Subtype: Probe Request (0x0004)
  > Frame Control Field: 0x4000
    .000 0000 0000 0000 = Duration: 0 microseconds
    Receiver address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
    <Receiver address (resolved): Broadcast>
    <Hardware address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)>
    <Hardware address (resolved): Broadcast>
    Destination address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
    <Destination address (resolved): Broadcast>
    Transmitter address: IntelCor_1f:57:13 (00:12:f0:1f:57:13)
    <Transmitter address (resolved): IntelCor_1f:57:13>
    Source address: IntelCor_1f:57:13 (00:12:f0:1f:57:13)
    <Source address (resolved): IntelCor_1f:57:13>
    BSS Id: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
```

(Vamos usar as tramas 50 e 51 como exemplos de probe request e response)

Probe request:

BSSID: ff:ff:ff:ff:ff:ff (broadcast)

Destino: ff:ff:ff:ff:ff:ff (broadcast)

Origem: 00:12:f0:1f:57:13 (host)

Os probe requests enviam um pedido ao AP para averiguar se podem estabelecer uma conexão ou não.

```
50 2.297613     IntelCor_1f:57:13    Broadcast            802.11     79 Probe Request,
51 2.300697     Cisco-Li_f7:1d:51    IntelCor_1f:57:13    802.11    177 Probe Response,
```

```
> Frame 51: 177 bytes on wire (1416 bits), 177 bytes captured (1416 bits)
> Radiotap Header v0, Length 24
> 802.11 radio information
v IEEE 802.11 Probe Response, Flags: ........C
    Type/Subtype: Probe Response (0x0005)
  > Frame Control Field: 0x5000
    .000 0001 0011 1010 = Duration: 314 microseconds
    Receiver address: IntelCor_1f:57:13 (00:12:f0:1f:57:13)
    <Receiver address (resolved): IntelCor_1f:57:13>
    <Hardware address: IntelCor_1f:57:13 (00:12:f0:1f:57:13)>
    <Hardware address (resolved): IntelCor_1f:57:13>
    Destination address: IntelCor_1f:57:13 (00:12:f0:1f:57:13)
    <Destination address (resolved): IntelCor_1f:57:13>
    Transmitter address: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)
    <Transmitter address (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
    Source address: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)
    <Source address (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
    BSS Id: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)
    <BSS Id (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
```

Probe response:

BSSID: 00:16:b6:f7:1d:51

Destino: 00:12:f0:1f:57:13 (host)

Origem: 00:16:b6:f7:1d:51

O SSID especificado recebe a mensagem e envia uma probe response de resposta ao host, indicando se pode ser estabelecida conexão ou não.

1.3. Processo de Associação

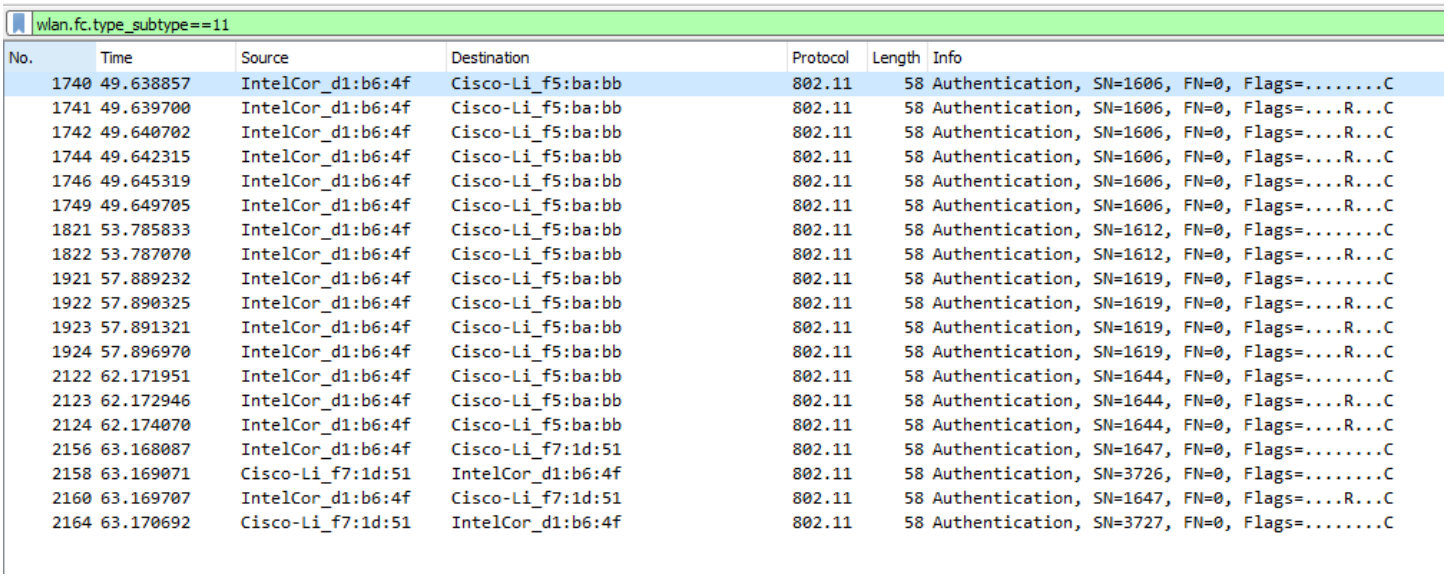
6) Para a sequência de tramas capturada no ficheiro disponibilizado indique:

6.16) Quais as duas ações realizadas (i.e., tramas enviadas) pelo host no trace imediatamente após t=49 para terminar a associação com o AP 30 Munroe St que estava ativa quando o trace teve início? (Pista: uma é na camada IP e outra na camada de ligação 802.11). Observando a especificação 802.11, seria de esperar outra trama, mas que não aparece?

```
1733 49.583615   192.168.1.109     192.168.1.1                        DHCP      390 DHCP Release  - Transaction ID 0xea5a526
1734 49.583771                     IntelCor_d1:b6:4f (00:13:02:d1:b… 802.11     38 Acknowledgement, Flags=........C
1735 49.609617   IntelCor_d1:b6:4f Cisco-Li_f7:1d:51                  802.11     54 Deauthentication, SN=1605, FN=0, Flags=........C
```

O host envia um pacote DHCP na camada IP para se desassociar do AP 30 Monroe Street e, de seguida, envia uma trama de desautenticação na camada de ligação 802.11 para terminar a ligação ao AP completamente. Segundo a especificação 802.11, seria de esperar também uma probe request enviada pelo host, que não aparece aqui.

6.17) Examine o trace e procure tramas de authentication enviadas do host para um AP e vice-versa. Quantas mensagens de authentication foram enviadas do host para o AP linksys_ses_24086 (que tem o endereço MAC Cisco_Li_f5:ba:bb) aproximadamente ao t=49?

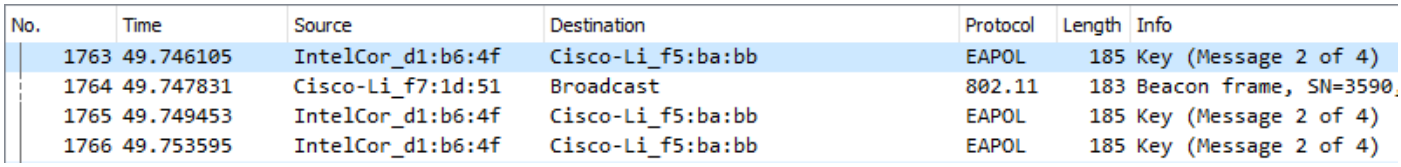


wlan.fc.type_subtype==11

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1740	49.638857	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=........C
1741	49.639700	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1742	49.640702	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1744	49.642315	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1746	49.645319	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1749	49.649705	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1821	53.785833	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1612, FN=0, Flags=........C
1822	53.787070	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1612, FN=0, Flags=....R...C
1921	57.889232	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=........C
1922	57.890325	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=....R...C
1923	57.891321	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=....R...C
1924	57.896970	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=....R...C
2122	62.171951	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1644, FN=0, Flags=........C
2123	62.172946	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1644, FN=0, Flags=....R...C
2124	62.174070	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1644, FN=0, Flags=....R...C
2156	63.168087	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f7:1d:51	802.11	58	Authentication, SN=1647, FN=0, Flags=........C
2158	63.169071	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_d1:b6:4f	802.11	58	Authentication, SN=3726, FN=0, Flags=........C
2160	63.169707	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f7:1d:51	802.11	58	Authentication, SN=1647, FN=0, Flags=....R...C
2164	63.170692	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_d1:b6:4f	802.11	58	Authentication, SN=3727, FN=0, Flags=........C

Aplicamos o filtro "wlan.fc.type_subtype == 11" para filtrar mensagens de autenticação. O host enviou 6 mensagens de autenticação para o AP linksys_ses_24086 aproximadamente ao t = 49.

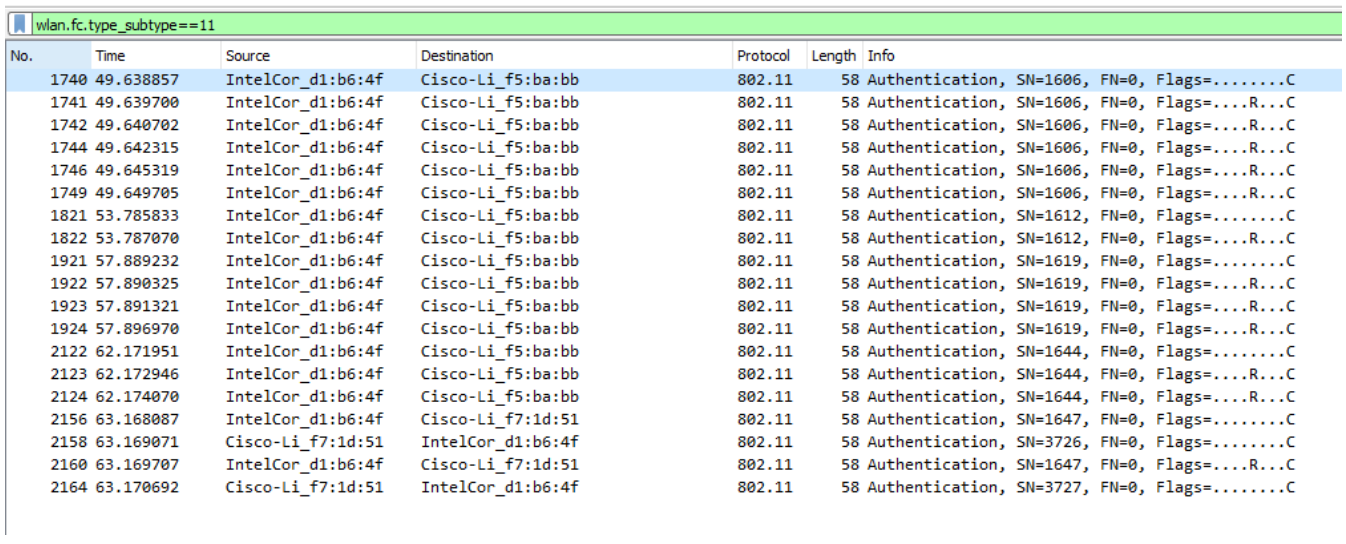
6.18) Qual o tipo de autenticação pretendida pelo *host*, aberta ou usando uma chave?



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1763	49.746105	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	EAPOL	185	Key (Message 2 of 4)
1764	49.747831	Cisco-Li_f7:1d:51	Broadcast	802.11	183	Beacon frame, SN=3590,
1765	49.749453	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	EAPOL	185	Key (Message 2 of 4)
1766	49.753595	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	EAPOL	185	Key (Message 2 of 4)

Autenticação com chave, como podemos ver mais abaixo das tramas de autenticação, o host envia a chave ao AP.

6.19) Observa-se a resposta de authentication do AP linksys_ses_24086 AP no trace?

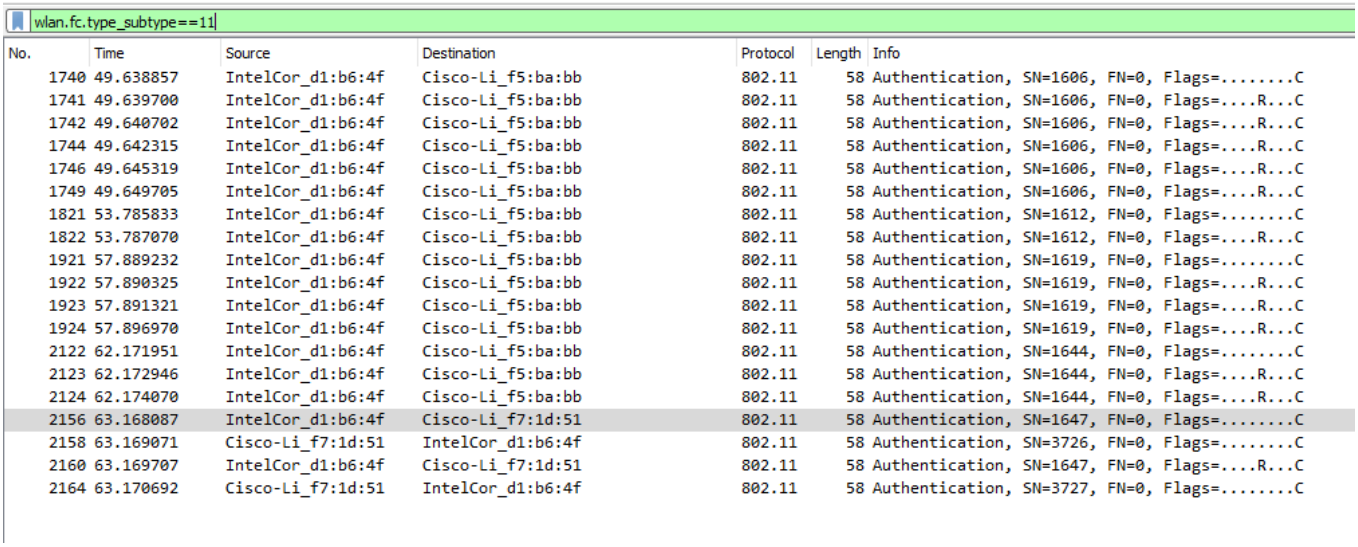


wlan.fc.type_subtype==11

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1740	49.638857	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=........C
1741	49.639700	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1742	49.640702	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1744	49.642315	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1746	49.645319	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1749	49.649705	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1821	53.785833	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1612, FN=0, Flags=........C
1822	53.787070	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1612, FN=0, Flags=....R...C
1921	57.889232	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=........C
1922	57.890325	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=....R...C
1923	57.891321	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=....R...C
1924	57.896970	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=....R...C
2122	62.171951	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1644, FN=0, Flags=........C
2123	62.172946	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1644, FN=0, Flags=....R...C
2124	62.174070	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1644, FN=0, Flags=....R...C
2156	63.168087	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f7:1d:51	802.11	58	Authentication, SN=1647, FN=0, Flags=........C
2158	63.169071	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_d1:b6:4f	802.11	58	Authentication, SN=3726, FN=0, Flags=........C
2160	63.169707	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f7:1d:51	802.11	58	Authentication, SN=1647, FN=0, Flags=....R...C
2164	63.170692	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_d1:b6:4f	802.11	58	Authentication, SN=3727, FN=0, Flags=........C

Não. Como podemos ver no print, o host envia imensos pedidos de autenticação ao AP linksys_ses_24086 (endereço MAC Cisco-Li_f5:ba:bb) mas este nunca envia uma resposta.

6.20) Vamos agora considerar o que acontece quando o host desiste de se associar ao AP linksys ses 24086 AP e se tenta associar ao AP 30 Munroe St. Procure tramas authentication enviadas pelo host para e do AP e vice-versa. Em que tempo aparece um trama authentication do host para o AP 30 Munroe St. e quando aparece a resposta authentication do AP para o host?



wlan.fc.type_subtype==11

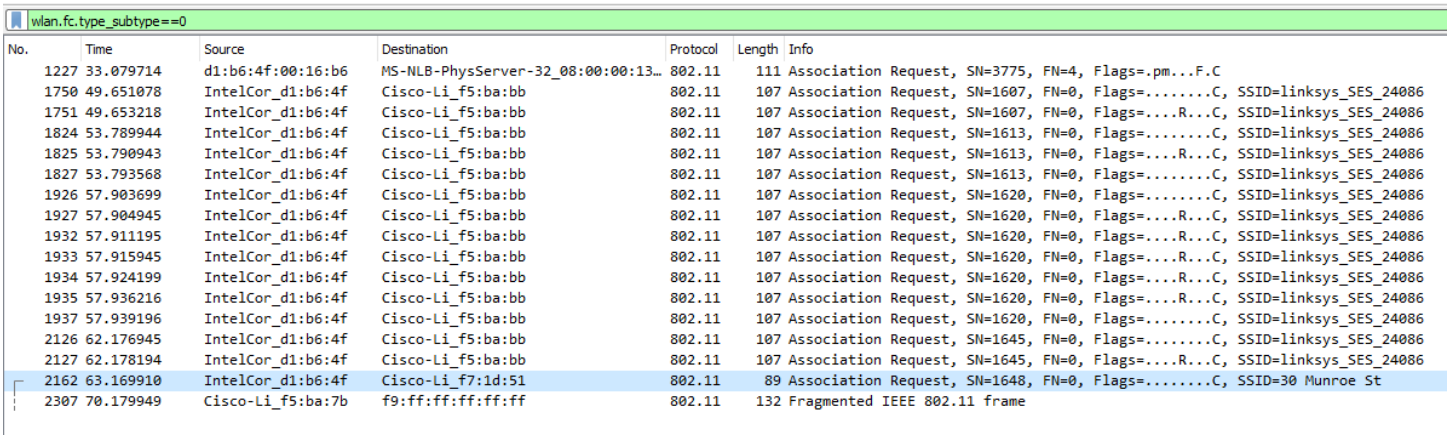
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1740	49.638857	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=........C
1741	49.639700	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1742	49.640702	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1744	49.642315	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1746	49.645319	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1749	49.649705	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1606, FN=0, Flags=....R...C
1821	53.785833	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1612, FN=0, Flags=........C
1822	53.787070	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1612, FN=0, Flags=....R...C
1921	57.889232	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=........C
1922	57.890325	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=....R...C
1923	57.891321	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=....R...C
1924	57.896970	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1619, FN=0, Flags=....R...C
2122	62.171951	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1644, FN=0, Flags=........C
2123	62.172946	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1644, FN=0, Flags=....R...C
2124	62.174070	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	58	Authentication, SN=1644, FN=0, Flags=....R...C
2156	63.168087	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f7:1d:51	802.11	58	Authentication, SN=1647, FN=0, Flags=........C
2158	63.169071	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_d1:b6:4f	802.11	58	Authentication, SN=3726, FN=0, Flags=........C
2160	63.169707	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f7:1d:51	802.11	58	Authentication, SN=1647, FN=0, Flags=....R...C
2164	63.170692	Cisco-Li_f7:1d:51	IntelCor_d1:b6:4f	802.11	58	Authentication, SN=3727, FN=0, Flags=........C

O AP 30 Munroe St. tem o endereço MAC Cisco-Li_f7:1d:51.

Trama authentication do host para o AP: t = 63.168087

Trama authentication do AP para o host: t = 63.169071

6.21) Um associate request do host para o AP e uma trama de associate response correspondente do AP para o host são usados para que o host seja associado a um AP. Quando aparece o associate request do host para o AP 30 Munroe St? Quando é enviado o correspondente associate reply ?

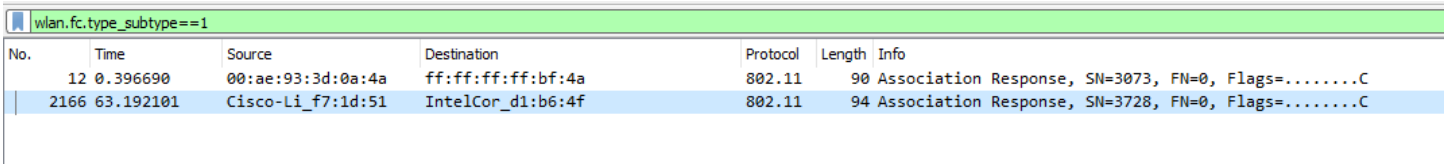


wlan.fc.type_subtype==0

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1227	33.079714	d1:b6:4f:00:16:b6	MS-NLB-PhysServer-32_08:00:00:13…	802.11	111	Association Request, SN=3775, FN=4, Flags=.pm...F.C
1750	49.651078	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1607, FN=0, Flags=........C, SSID=linksys_SES_24086
1751	49.653218	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1607, FN=0, Flags=....R...C, SSID=linksys_SES_24086
1824	53.789944	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1613, FN=0, Flags=........C, SSID=linksys_SES_24086
1825	53.790943	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1613, FN=0, Flags=....R...C, SSID=linksys_SES_24086
1827	53.793568	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1613, FN=0, Flags=....R...C, SSID=linksys_SES_24086
1926	57.903699	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1620, FN=0, Flags=........C, SSID=linksys_SES_24086
1927	57.904945	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1620, FN=0, Flags=....R...C, SSID=linksys_SES_24086
1932	57.911195	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1620, FN=0, Flags=....R...C, SSID=linksys_SES_24086
1933	57.915945	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1620, FN=0, Flags=....R...C, SSID=linksys_SES_24086
1934	57.924199	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1620, FN=0, Flags=....R...C, SSID=linksys_SES_24086
1935	57.936216	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1620, FN=0, Flags=....R...C, SSID=linksys_SES_24086
1937	57.939196	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1620, FN=0, Flags=........C, SSID=linksys_SES_24086
2126	62.176945	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1645, FN=0, Flags=........C, SSID=linksys_SES_24086
2127	62.178194	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f5:ba:bb	802.11	107	Association Request, SN=1645, FN=0, Flags=....R...C, SSID=linksys_SES_24086
2162	63.169910	IntelCor_d1:b6:4f	Cisco-Li_f7:1d:51	802.11	89	Association Request, SN=1648, FN=0, Flags=........C, SSID=30 Munroe St
2307	70.179949	Cisco-Li_f5:ba:7b	f9:ff:ff:ff:ff:ff	802.11	132	Fragmented IEEE 802.11 frame

Usamos o filtro "wlan.fc.type_subtype == 0" para filtrar association requests.

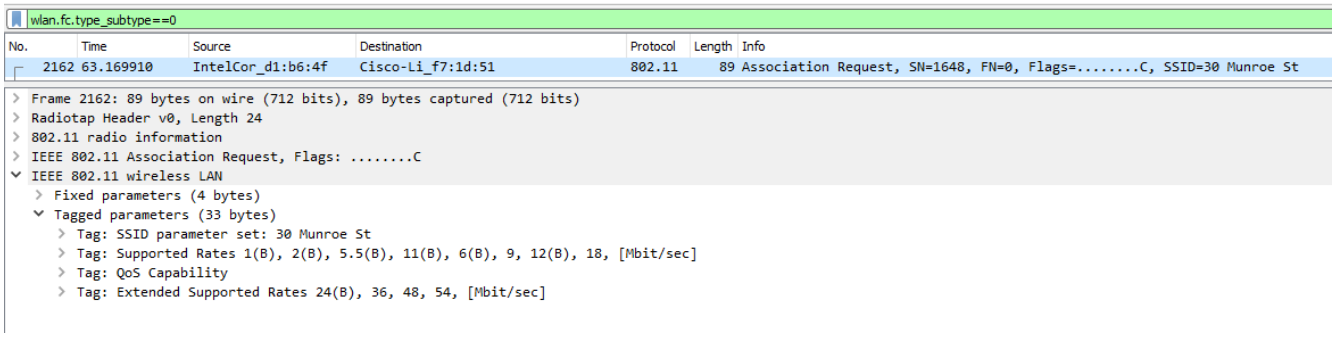
O association request do host para o AP 30 Munroe St. aparece em t = 63.169910.



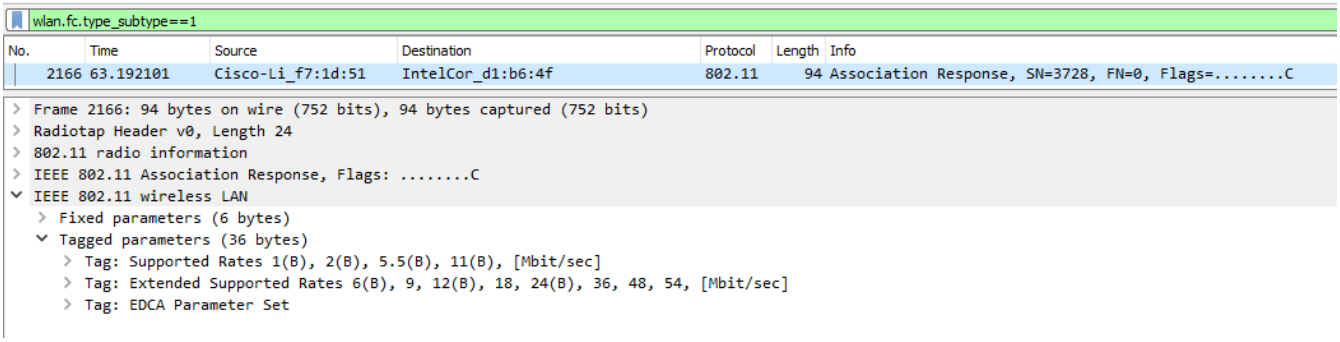
Usamos o filtro "wlan.fc.type_subtype == 1" para filtrar association replies.

O association reply respetivo é enviado em t = 63.192101.

6.22) Que taxas de transmissão o host está disposto a usar? E o AP?

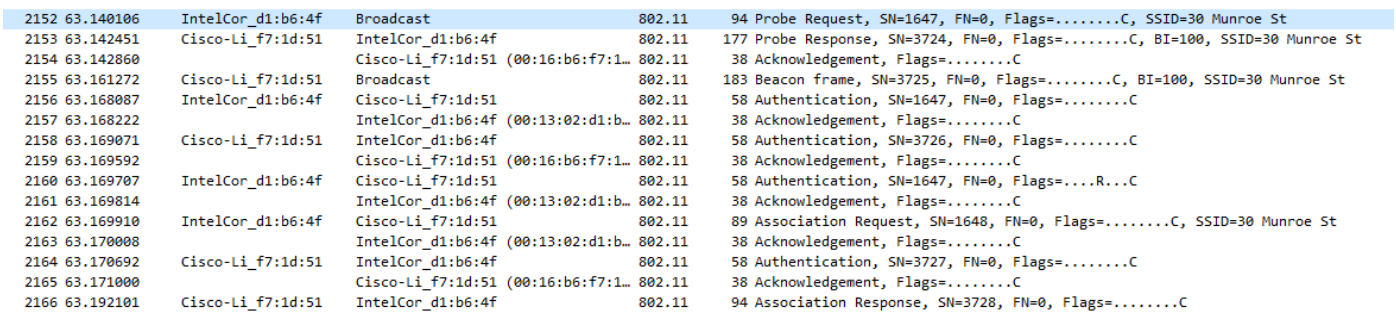


O host está disposto a usar as seguintes taxas de transmissão: 1(B), 2(B), 5.5(B), 11(B), 6(B), 9, 12(B), 18 [Mbit/sec].



O AP está disposto a usar as seguintes taxas de transmissão: 1(B), 2(B), 5.5(B), 11(B) [Mbit/sec].

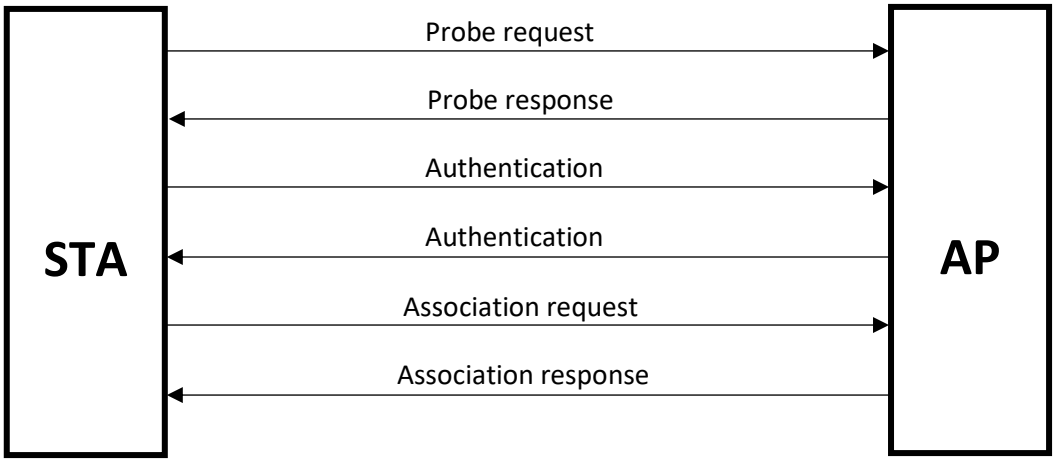
6.23) Identifique uma sequência de tramas que corresponda a um processo de associação completo entre a STA e o AP, incluindo a fase de autenticação.



No início do tráfego mostrado no print, o host acabou de desautenticar o AP linksys_ses_24086.

Depois, envia uma probe request para obter informações de outro AP, neste caso o 30 Munroe St.. Obtém as informações no probe response enviado pelo mesmo e depois o AP e a STA (host) autenticam-se e associam-se.

6.24) Efetue um diagrama que ilustre a sequência de todas as tramas trocadas no processo de associação, incluindo a fase de autenticação.



1.4. Transferência de Dados

7.25) Encontre a trama 802.11 que contém o segmento SYN TCP para a primeira sessão TCP (download alice.txt). Quais são os três campos dos endereços MAC na trama 802.11?

tcp.flags.syn==1 && tcp.flags.ack==0

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
474	24.811093	192.168.1.109	128.119.245.12	TCP	110	2538 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1011	32.808574	192.168.1.109	128.119.240.19	TCP	110	2541 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1034	32.869262	192.168.1.109	128.119.240.19	TCP	110	2542 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1119	32.957207	192.168.1.109	128.119.240.19	TCP	110	2544 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1121	32.958198	192.168.1.109	128.119.240.19	TCP	110	2545 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1142	32.981949	192.168.1.109	64.233.187.104	TCP	110	2546 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1143	32.982315	192.168.1.109	64.233.187.104	TCP	110	[TCP Out-Of-Order] 2546 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1153	33.001575	192.168.1.109	128.119.240.19	TCP	110	2547 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1262	33.099063	192.168.1.109	128.119.240.19	TCP	110	2548 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1280	33.115208	192.168.1.109	128.119.240.19	TCP	110	2549 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1714	49.020356	128.119.101.5	192.168.1.109	TCP	108	80 → 2543 [SYN, PSH, ECN, NS] Seq=2758133200 Win=7504[Malformed Packet]

```
Type/Subtype: QoS Data (0x0028)
Frame Control Field: 0x8801
.000 0000 0010 1100 = Duration: 44 microseconds
Receiver address: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)
<Receiver address (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
<Hardware address: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)>
<Hardware address (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
Transmitter address: IntelCor_d1:b6:4f (00:13:02:d1:b6:4f)
<Transmitter address (resolved): IntelCor_d1:b6:4f>
<Hardware address: IntelCor_d1:b6:4f (00:13:02:d1:b6:4f)>
<Hardware address (resolved): IntelCor_d1:b6:4f>
Destination address: Cisco-Li_f4:eb:a8 (00:16:b6:f4:eb:a8)
<Destination address (resolved): Cisco-Li_f4:eb:a8>
Source address: IntelCor_d1:b6:4f (00:13:02:d1:b6:4f)
<Source address (resolved): IntelCor_d1:b6:4f>
BSS Id: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)
<BSS Id (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
STA address: IntelCor_d1:b6:4f (00:13:02:d1:b6:4f)
<STA address (resolved): IntelCor_d1:b6:4f>
.... .... .... 0000 = Fragment number: 0
0000 0011 0001 .... = Sequence number: 49
```

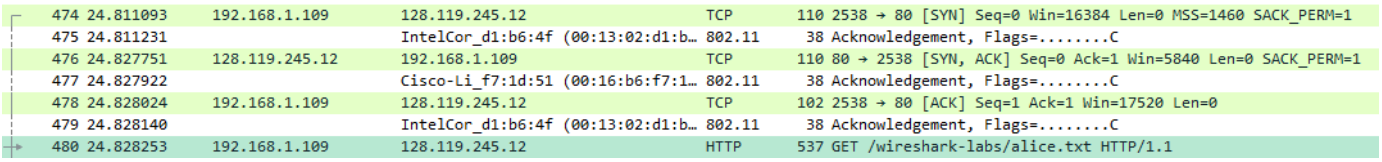
Usamos o filtro "tcp.flags.syn==1 && tcp.flags.ack==0" para filtrar todas as sessões TCP com pacotes SYN.

Os 3 campos MAC são:

Receiver address – 00:16:b6:f7:1d:51

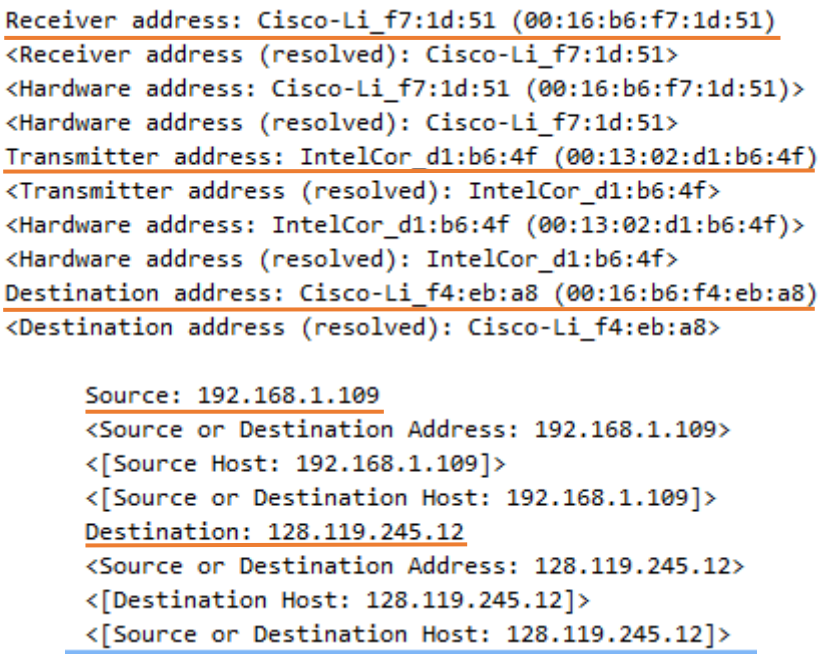
Transmitter address – 00:13:02:d1:b6:4f

Destination address – 00:16:b6:f4:eb:a8



Como podemos observar neste print, a trama TCP 474 é onde se estabelece a conexão TCP para efetuar o download do alice.txt, pois este aparece mencionado na informação da trama HTTP mais abaixo.

7.26) Qual o endereço MAC nesta trama que corresponde ao *host* (em notação hexadecimal)? Qual o do AP? Qual o do *router* do primeiro salto? Qual o endereço IP do *host* que está a enviar este segmento TCP? Qua



Endereço MAC do host: 00:13:02:d1:b6:4f

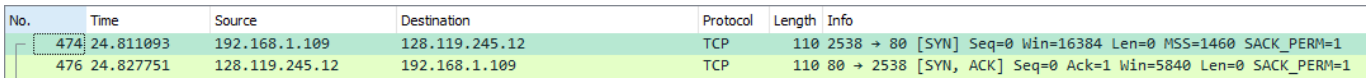
Endereço MAC do AP: 00:16:b6:f7:1d:51

Endereço MAC do router do 1º salto: 00:16:b6:f4:eb:a8

Endereço IP do host: 192.168.1.109

Endereço IP de destino: 128.119.245.12

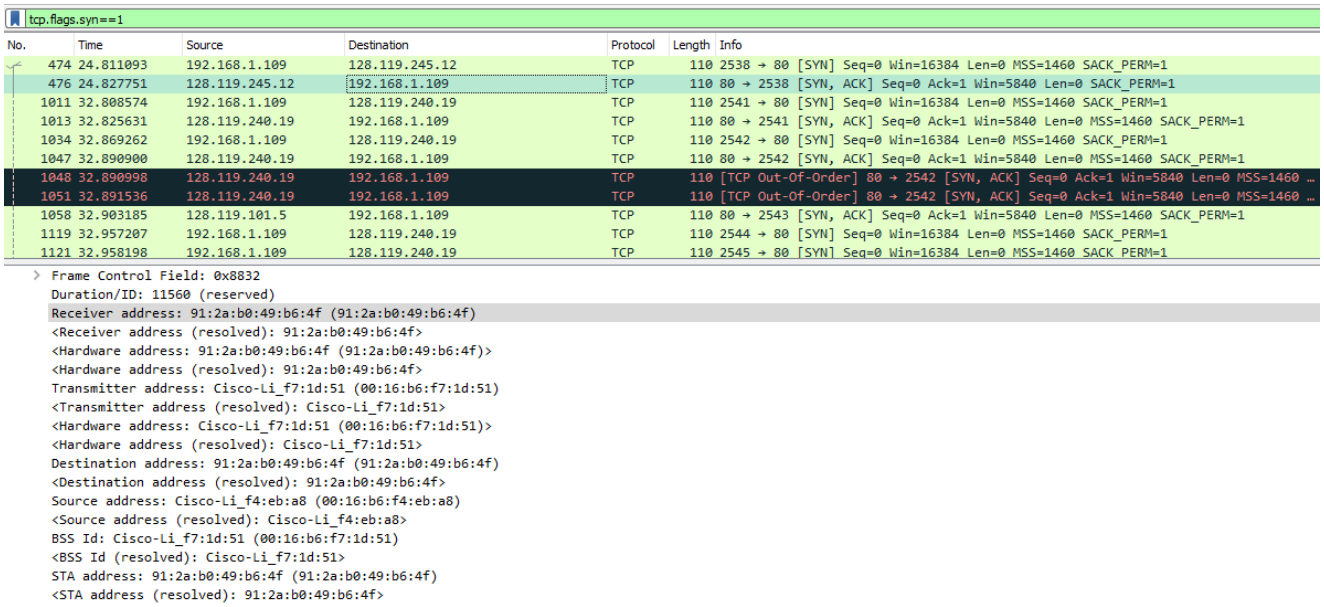
7.27) Este endereço IP de destino corresponde ao *host*, AP, *router* do primeiro salto, ou outro equipamento de rede? Justifique.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
474	24.811093	192.168.1.109	128.119.245.12	TCP	110	2538 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
476	24.827751	128.119.245.12	192.168.1.109	TCP	110	80 → 2538 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=5840 Len=0 SACK_PERM=1

Como podemos observar, o pacote é recebido no endereço IP de destino, que depois envia uma resposta de acknowledgement ao servidor. Logo, corresponde ao AP.

7.28) Encontre agora a trama 802.11 que contém o segmento SYNACK para esta sessão TCP. Quais são 6 os três campos dos endereços MAC na trama 802.11?



tcp.flags.syn==1

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
474	24.811093	192.168.1.109	128.119.245.12	TCP	110	2538 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
476	24.827751	128.119.245.12	192.168.1.109	TCP	110	80 → 2538 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=5840 Len=0 SACK_PERM=1
1011	32.808574	192.168.1.109	128.119.240.19	TCP	110	2541 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1013	32.825631	128.119.240.19	192.168.1.109	TCP	110	80 → 2541 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=5840 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1034	32.869262	192.168.1.109	128.119.240.19	TCP	110	2542 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1047	32.890900	128.119.240.19	192.168.1.109	TCP	110	80 → 2542 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=5840 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1048	32.890998	128.119.240.19	192.168.1.109	TCP	110	[TCP Out-Of-Order] 80 → 2542 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=5840 Len=0 MSS=1460 …
1051	32.891536	128.119.240.19	192.168.1.109	TCP	110	[TCP Out-Of-Order] 80 → 2542 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=5840 Len=0 MSS=1460 …
1058	32.903185	128.119.101.5	192.168.1.109	TCP	110	80 → 2543 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=5840 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1119	32.957207	192.168.1.109	128.119.240.19	TCP	110	2544 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
1121	32.958198	192.168.1.109	128.119.240.19	TCP	110	2545 → 80 [SYN] Seq=0 Win=16384 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1

```
> Frame Control Field: 0x8832
  Duration/ID: 11560 (reserved)
  Receiver address: 91:2a:b0:49:b6:4f (91:2a:b0:49:b6:4f)
  <Receiver address (resolved): 91:2a:b0:49:b6:4f>
  <Hardware address: 91:2a:b0:49:b6:4f (91:2a:b0:49:b6:4f)>
  <Hardware address (resolved): 91:2a:b0:49:b6:4f>
  Transmitter address: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)
  <Transmitter address (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
  <Hardware address: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)>
  <Hardware address (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
  Destination address: 91:2a:b0:49:b6:4f (91:2a:b0:49:b6:4f)
  <Destination address (resolved): 91:2a:b0:49:b6:4f>
  Source address: Cisco-Li_f4:eb:a8 (00:16:b6:f4:eb:a8)
  <Source address (resolved): Cisco-Li_f4:eb:a8>
  BSS Id: Cisco-Li_f7:1d:51 (00:16:b6:f7:1d:51)
  <BSS Id (resolved): Cisco-Li_f7:1d:51>
  STA address: 91:2a:b0:49:b6:4f (91:2a:b0:49:b6:4f)
  <STA address (resolved): 91:2a:b0:49:b6:4f>
```

Usamos o filtro "tcp.flags.syn==1" para selecionar tanto pacotes SYN como SYN/ACK.

Os 3 campos MAC são:

Receiver address – 91:2a:b0:49:b6:4f

Transmitter address – 00:16:b6:f7:1d:51

Destination address – 91:2a:b0:49:b6:4f

7.29) Qual o endereço MAC nesta trama que corresponde ao host? Qual o do AP? Qual o do router do primeiro salto?

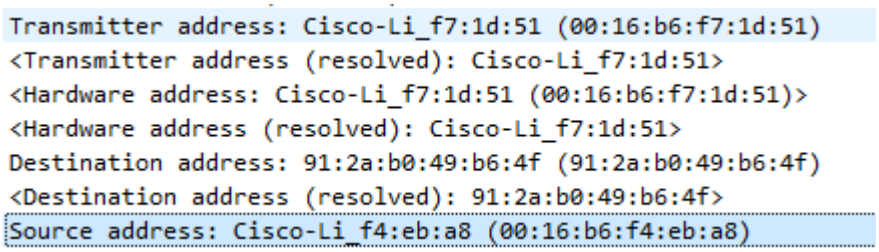
Como se pode observar no print da pergunta anterior:

Endereço MAC do host: 91:2a:b0:49:b6:4f

Endereço MAC do AP: 00:16:b6:f7:1d:51

Endereço MAC do router do primeiro salto: 91:2a:b0:49:b6:4f

7.30) O endereço MAC de origem na trama corresponde ao endereço IP do dispositivo que enviou o segmento TCP encapsulado neste datagrama? Justifique.



O endereço MAC de origem na trama (00:16:b6:f4:eb:a8) não corresponde ao IP do dispositivo que enviou o segmento TCP encapsulado neste programa, pois esse tem um endereço MAC diferente (00:16:b6:f7:1d:51).

2. Conclusões

Em conclusão, após a realização deste trabalho prático, verificamos a consolidação dos conceitos aprendidos nas aulas teóricas e sentimos que atingimos os objetivos pretendidos para o mesmo.

De forma resumida, apresenta-se de seguida os resultados mais relevantes da aprendizagem decorrente deste trabalho:

- Informação das tramas ao nível físico (radio information)

- Scanning passivo em redes Wi-Fi envolvendo tramas beacon

- Scanning ativo em redes Wi-Fi envolvendo tramas probe request e probe response

- Processo de associação nas redes IEEE 802.11(fase antes do envia de dados), bem como o processo de autenticação usado.

- Mecanismos de detenção de erros em redes locais

- Transferência de dados entre a estação e o AP

O grupo considera que foi bem-sucedido no trabalho e que foi uma experiência positiva para o desenvolvimento e consolidação de conhecimentos da matéria de Redes de Computadores.