# Trabalho Prático 4

José Pedro Silva, José Ricardo Cunha, and Válter Carvalho

University of Minho, Department of Informatics, 4710-057 Braga, Portugal
e-mail: {a84577,a84302,a84464}@alunos.uminho.pt

**Resumo** É explicada a resolução dos exercícios de todas as partes do trabalho prático número 4. São abordados os conceitos do protocolo 802.11, explorado o conceito de Wi-Fi, pontos de acesso, *beacons*, *association requests*, entre outros deste tipo. É feita a análise de um conjunto de tramas utilizando, novamente, o *Wireshark* para este efeito.

## 1 Introdução

Com este trabalho pretendemos mostrar a nossa interpretação dos problemas apresentados, assim como tentar explicitar o nosso raciocínio lógico, de modo a conseguir uma melhor visão da tecnologia em Redes, mergulhando nas ideias intrínsecas por base neste ramo científico.

Tentamos de forma concisa agrupar as ideias e definições num pequeno relatório que apenas contém comentários gerais às vàrias questões apresentadas, tentando detalhar ao máximo os conceitos mais relevantes para cada problema. Desta vez, estaremos a analisar no Wireshark um conjunto de tramas de nível de ligação Wi-Fi (protocolo IEEE 802.11) usando uma captura de tráfego já guardada.

Nos **Exercícios da parte 3** (secção 2.1), abordamos a forma como se ligam a nível físico as interfaces Wi-Fi e a rede que estão conectadas.

Nos **Exercícios da parte 4** (secção 2.2), analisamos como se realiza o *scanning* passivo em redes Wi-Fi.

Nos **Exercícios da parte 6** (secção 2.3), verificamos como um host se associa a um ponto de acesso para enviar dados.

Nos **Exercícios da parte 7** (secção 2.4), visualizamos como se realiza a transferência de dados de um host para outro.

Todos os exercícios são extremamente importantes porque fazem ponte com as aulas teóricas assim como o trabalho prático anterior, isto é, servem para cimentar conhecimentos já adquiridos e que, certamente, são importantes na formação de futuros engenheiros, não só para este ramo em concreto mas sim como conhecimentos transversais.

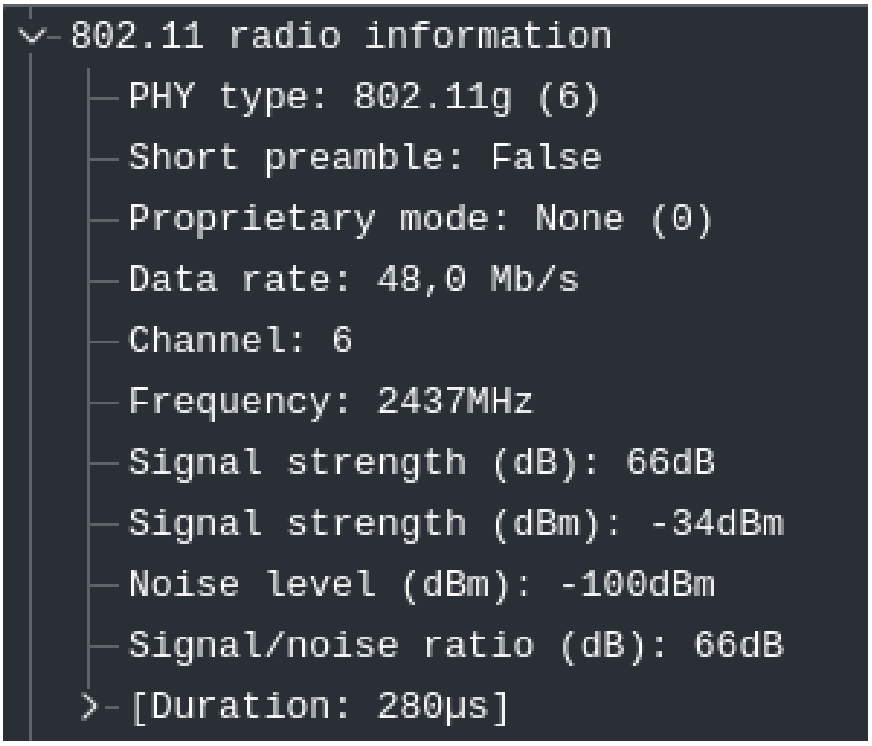
## 2 Questões e Respostas

### 2.1 Exercícios parte 3

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

As respostas seguintes utilizam o número de trama dada por **1201** (PL2, grupo 1).

- **1)** *Identifique em que frequência do espectro está a operar a rede sem fios, e o canal que corresponde a essa frequência.*




Print parcial da trama 1201

Como vemos pela imagem, a frequência é 2437MHz e o canal é o 6.

- **2)** *Identifique a versão da norma IEEE 802.11 que está a ser usada.*
  Como vemos pela imagem anterior, está a ser usada a norma 802.11g (**PHY type**).

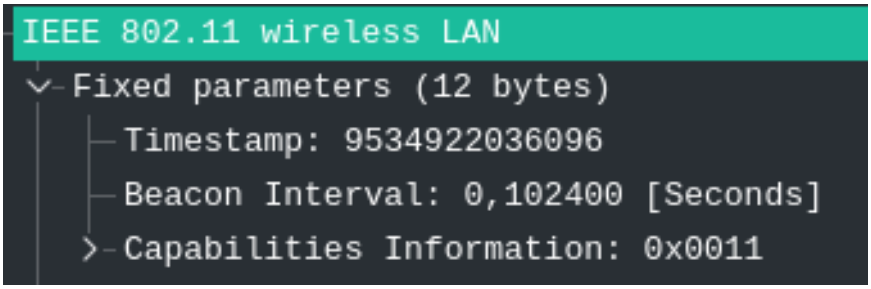
- **3)** *Qual o débito a que foi enviada a trama escolhida? Será que esse débito corresponde ao débito máximo a que a interface Wi-Fi pode operar? Justifique.*
  Está a ser usado, novamente pela imagem anterior, um *datarate*=48 Mb/s. O protocolo 802.11g permite, no entanto, velocidades máximas de 54 Mb/s.
  O facto de não se obter este total deve-se a atenuações do meio, que tornam o sinal mais fraco à medida que nos afastamos do AP.

## 2.2 Exercícios parte 4

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

- **4)** *Quais são os SSIDs dos dois APs que estão a emitir a maioria das tramas de beacon?*
  Os dois AP's são *IntelCor_d1:b6:4f* e *Cisco-Li_f7:1d:51* com os SSID's *linksys_SES_24086* e *30 Monroe St*, respetivamente.

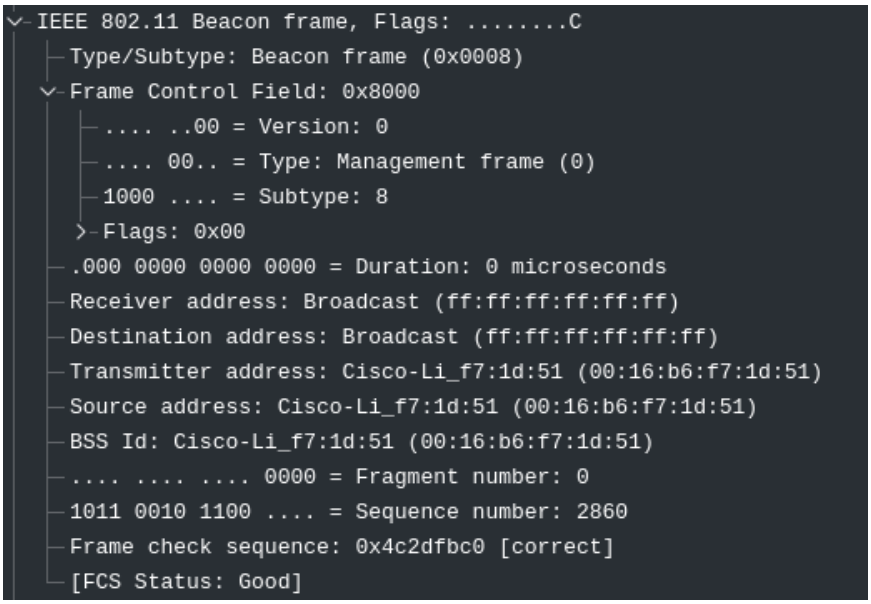
- **5)** *Qual o intervalo de tempo entre a transmissão de tramas beacon para o AP linksys _ses_24086? E do AP 30 Munroe St? (Pista: o intervalo está contido na própria trama). Na prática, a periodicidade de tramas beacon é verificada? Tente explicar porquê.*




Intervalo de transmissão

Como vemos pela imagem anterior, vemos que o intervalo é de 0.1024 segundos, tanto para um AP como para outro.
Não é sempre periódico por causa do protocolo CSMA, ou seja, se o canal está ocupado, o beacon não é enviado imediatamente.

- **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.*



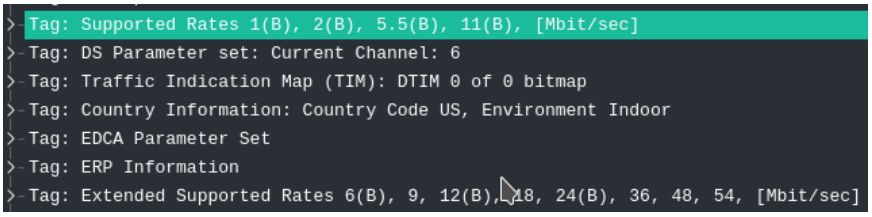

Endereço MAC de origem do beacon

O endereço pedido é 00:16:b6:f7:1d:51.

– **7)** *Qual é (em notação hexadecimal) o endereço MAC de destino na trama de 30 Munroe St??*
O endereço de destino é broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff).

– **8)** *Qual é (em notação hexadecimal) o MAC BSS ID da trama beacon de 30 Munroe St?*
O endereço é, também, 00:16:b6:f7:1d:51.

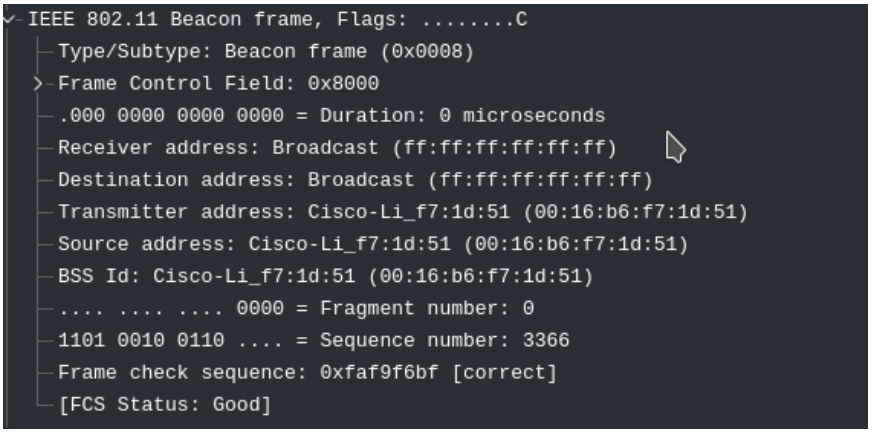
– **9)** *As tramas beacon do AP 30 Munroe St anunciam que o AP suporta quatro data rates e oito extended supported rates adicionais. Quais são?*



Rates e Extended Rates do AP 30 Munroe St

As suportadas são: 1, 2, 5.5 e 11 Mbit/s.
As *extended supported rated* são: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 e 54 Mbit/s.

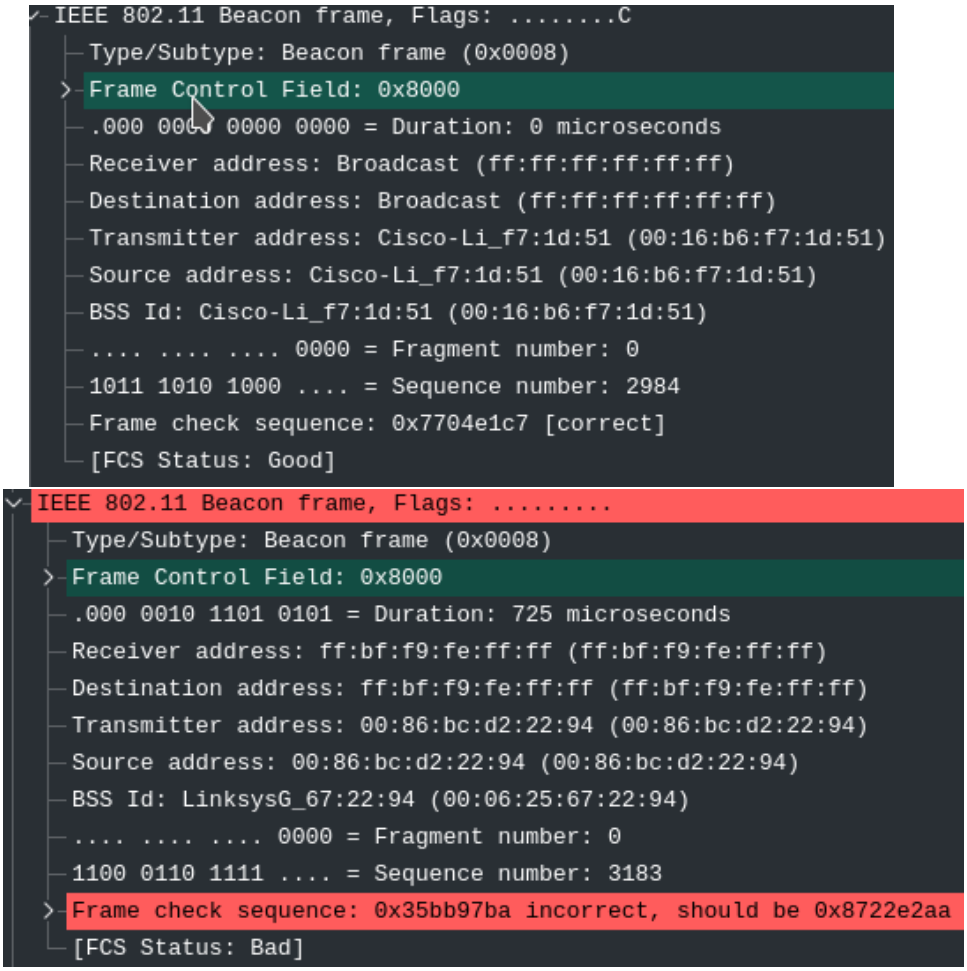
– **10)** *Selecione uma trama beacon (e.g., a trama 1YXX com Y=turno e XX=grupo, e.g., 1101). Esta trama pertence a que tipo de tramas 802.11? Indique o valor dos seus identificadores de tipo e de subtipo. Em que parte concreta do cabeçalho da trama estão especificados (ver anexo)?*



Tipo da trama 802.11

Selecionando a trama 1205, vemos que o valor de tipo/subtipo é de 0x0008, ou seja, identifica uma beacon frame. Está contida no **Frame Control Field**.

– **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.*

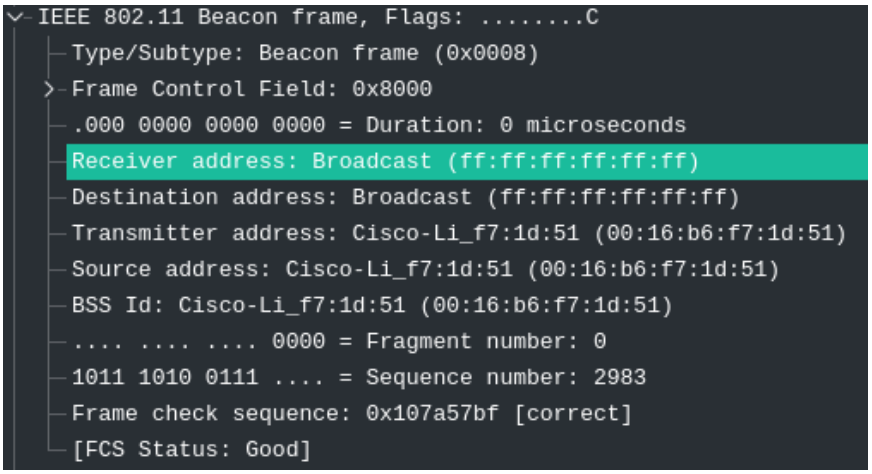



Tramas com e sem erros (frame check sequence)

Após ativar, no Wireshark, o campo CRC, vemos que algumas das tramas vêm com erros (FCS: incorrect), mas a maior parte são corretas (FCS: correct).

É importante a existência de correção de erros porque o ruído do meio leva a que pacotes possam ser recebidos com informação incorreta e, num sistema como Wi-Fi muito suscetível a atenuações pelo meio ambiente, tem de haver esta salvaguarda de modo a evitar perda de informação.

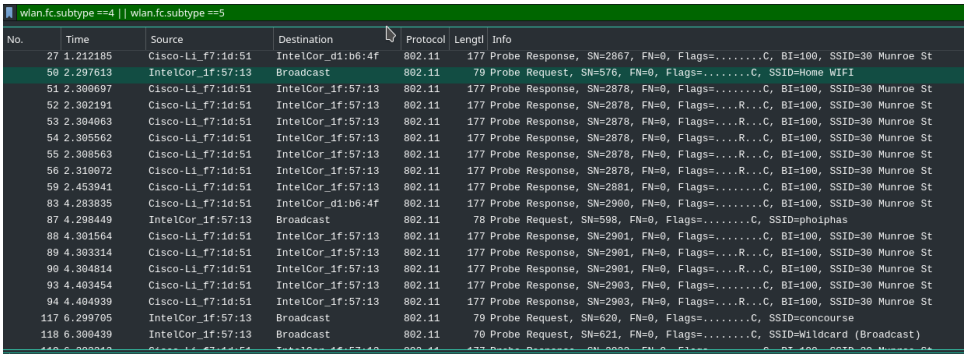
– **12)** *Identifique e registe todos os endereços MAC usados nas tramas beacon enviadas pelos APs. Recorde que o endereçamento está definido no cabeçalho das tramas 802.11 podendo ser utilizados até quatro endereços com diferente semântica. Para uma descrição detalhada da estrutura da trama 802.11,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




Endereços MAC usados

Pela imagem vemos que os endereços são: Receiver address, Destination address, Transmitter address e Source address.

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

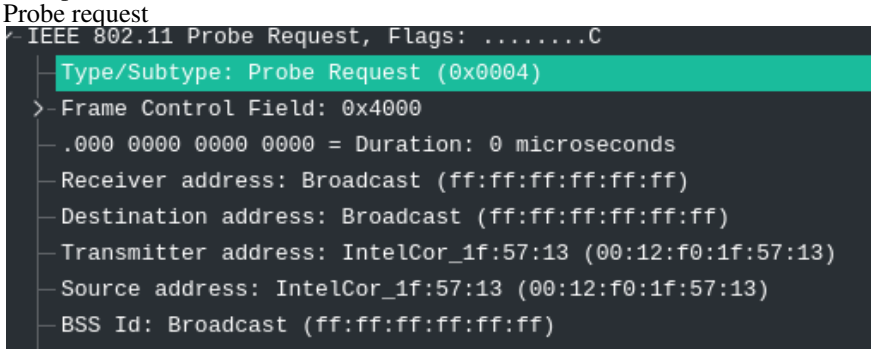



Filtro WireShark + probing request/response

O comando é: wlan.fc.type_subtype==4 || wlan.fc.type_subtype==5.

– **14)** *Quais são os endereços MAC BSS ID de destino e origem nestas tramas? Qual o objetivo deste tipo de tramas?*
(Utiliza-se as tramas 51 e 52 como exemplo.)
Há dois tipos de tramas:

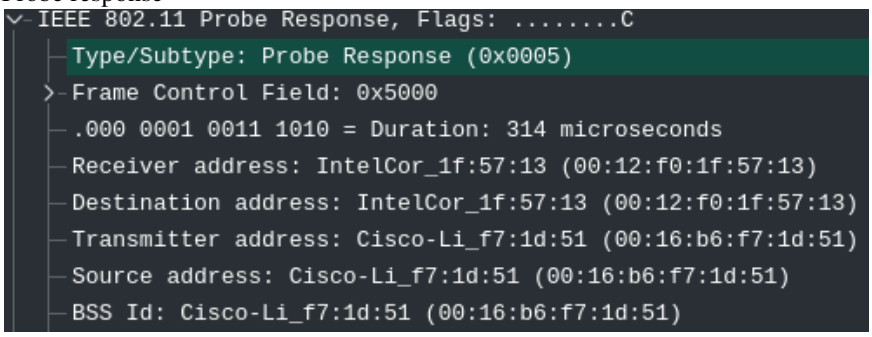
- Probe request




Probe request (trama 51)

O BSSID é o de broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff), que também é o endereço de destino, que parte do MAC de origem 00:12:f0:1f:57:13. O que este tipo de trama faz é um pedido ao AP para ver se pode realizar uma conexão ou não, portanto envia um pacote para as suas redondezas e o SSID especificado recebe e processa essa mensagem, enviando a resposta de volta ao host através de um probe response.

- Probe response




Probe response (trama 52)

O BSSID é 00:16:b6:f7:1d:51, identificando o BSSID do AP que recebeu a mensagem (destino pretendido pela trama anterior). Por outro lado, o endereço de destino é o do host que enviou a probe request anterior, indicando se pode, ou não, conectar-se.

– **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?*
Esta pergunta foi respondida em **14)**.

## 2.3 Exercícios parte 6

*Numa rede Wi-Fi estruturada um host deve associar-se a um ponto de acesso antes de enviar dados. O processo de associação nas redes IEEE 802.11 é executada enviando a trama association request do host para o AP e a trama association response enviada pelo AP para o host, em resposta ao pedido de associação recebido. Este processo é antecedido por uma fase de autenticação. Para a sequência de tramas capturada no ficheiro disponibilizado indique:*

– **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 (… | 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 |
| 1736 | 49.609770 | | IntelCor_d1:b6:4f (… | 802.11 | 38 | Acknowledgement, Flags=........C |

Trama DHCP seguida por uma de deauthentication

Vemos pela imagem que o host envia uma mensagem DHCP (camada IP) para terminar a associação com o AP, de modo a libertar o seu IP na rede. Seguidamente, envia uma mensagem de *deauthentication* (camada de ligação 802.11), isto é, uma mensagem que contém o porquê de ter sido desfeita esta associação.

– **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?*

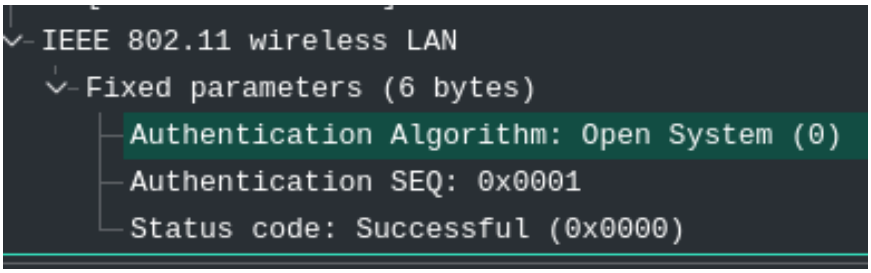
wlan.fc.subtype ==11

| No. | Time | Source | Destination | Protocol | Lengtl | Info |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1044 | 32.889945 | | | 802.11 | 571 | Unrecognized (Reserved frame), Flags=...P..... |
| 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 |

Mensagens de authentication

Seguindo t=49, vemos pela imagem que foram enviadas 15 tramas de autenticação (usando o filtro wlan.fc.subtype=11) por parte deste host para o AP Cisco-Li_f5:ba:bb.

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




Tipo de autenticação

O tipo de autenticação pretendida é aberta, como vemos pela imagem.

– **19)** *Observa-se a resposta de authentication do AP linksys_ses_24086 AP no trace?*

Não, vemos que nunca obtém resposta por parte deste AP, na 16ª trama usando este filtro vemos que ele seleciona um outro AP para se conectar.

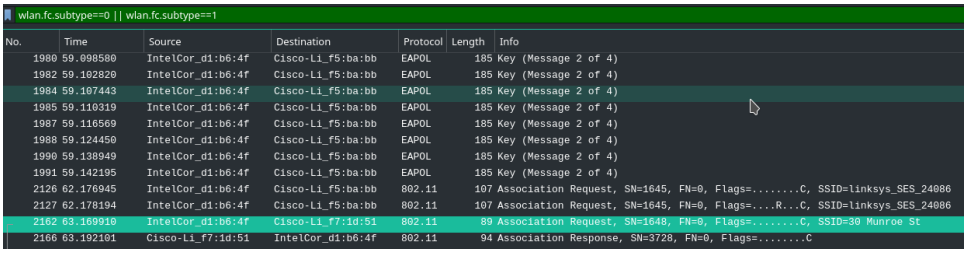
– **20)** *Vamos agora considerar o que acontece quando o host desiste de se associar ao AP linksys_ses_24086 AP e se tenta associar ao AP 30 Munroe St. Procure tramas authentication enviadas pelo host para e do AP e vice-versa. Em que tempo aparece um trama authentication do host para o AP 30 Munroe St. e quando aparece a resposta authentication do AP para o host?*

| No. | Time | Source | Destination | Protocol | Length | Info |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 2274 | 68.662233 | 83:17:c6:ae:cd:9c | 72:8e:bb:91:31:97 | LLC | 1586 | I, N(R)=12, N(S)=108; DSAP 0xc2 Group, SSAP 0xf6 Command |

Tempo da autenticação do host->AP e AP->host

Quando t=63.168087 (16ª trama), o host tenta-se associar a um novo AP, isto é, Cisco-Li_f7:1d:51. A resposta a este pedido de autenticação está imediatamente a seguir, em t=63.169071.

– **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 ?*

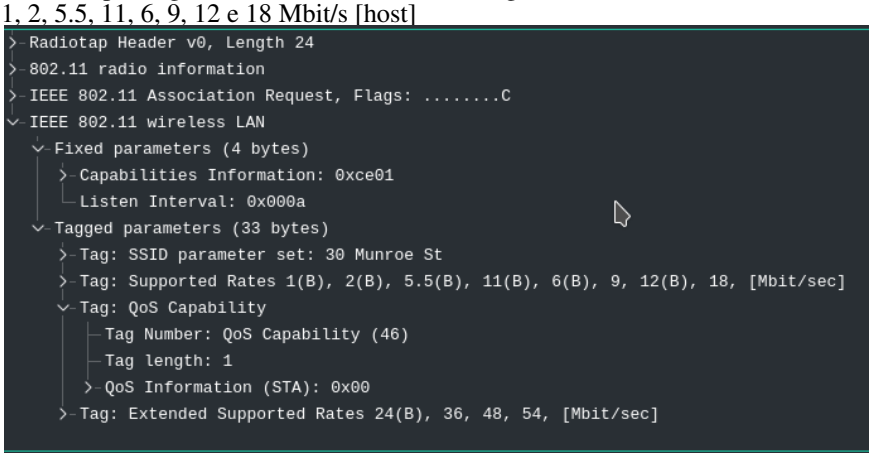



Tempo a que são enviados os associate request/reply

Usando o filtro indicado na figura, vemos que o tempo que aparece esse associate request do host é em t=63.169910. A association response do AP está em t=63.192101.

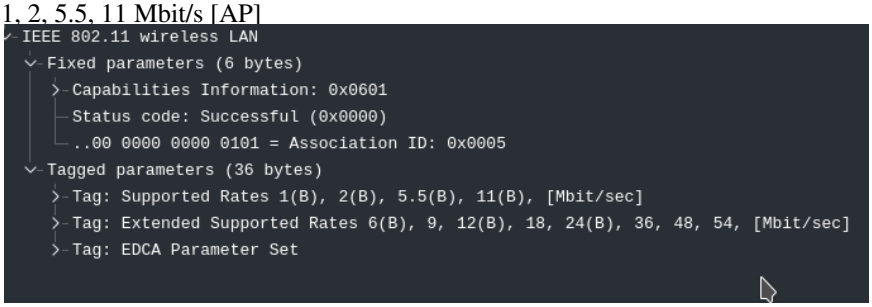
– **22)** *Que taxas de transmissão o host está disposto a usar? E o AP?*
Como vemos pela figura, estão a ser utilizadas as seguintes taxas de transmissão:

- 1, 2, 5.5, 11, 6, 9, 12 e 18 Mbit/s [host]



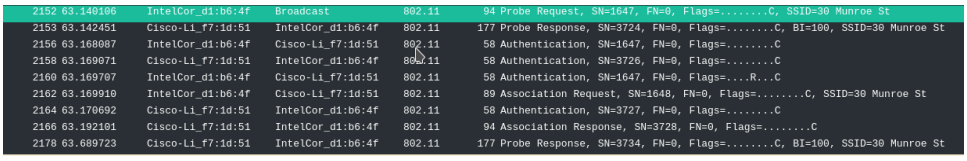

Taxas de transmissão do host

- 1, 2, 5.5, 11 Mbit/s [AP]




Taxas de transmissão do AP

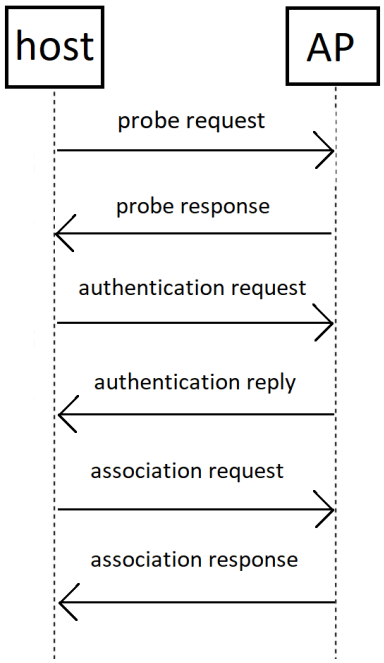
– **23)** *Identifique uma sequência de tramas que corresponda a um processo de associação completo entre a STA e o AP, incluindo a fase de autenticação.*




Sequência de tramas com as várias fases

As tramas pedidas estão no intervalo [2152,2166] na imagem anterior, utilizando o filtro *wlan.fc.subtype==4 || wlan.fc.subtype==5 || wlan.fc.subtype==11 || wlan.fc.subtype==1 || wlan.fc.subtype==0*.

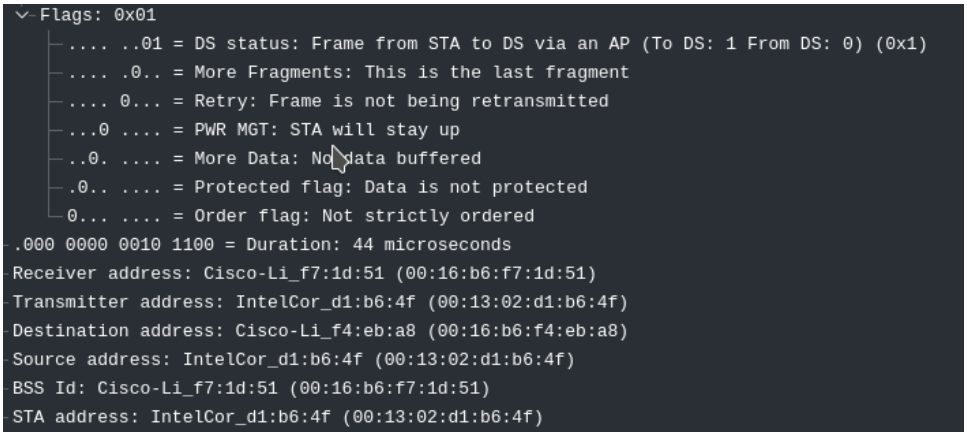
– **24)** *Efetue um diagrama que ilustre a sequência de todas as tramas trocadas no processo de associação, incluindo a fase de autenticação.*



### 2.4 Exercícios parte 7

*O trace disponibilizado, para além de tramas de gestão da ligação de dados inclui tramas de dados e de controlo da transferência desses mesmos dados.*

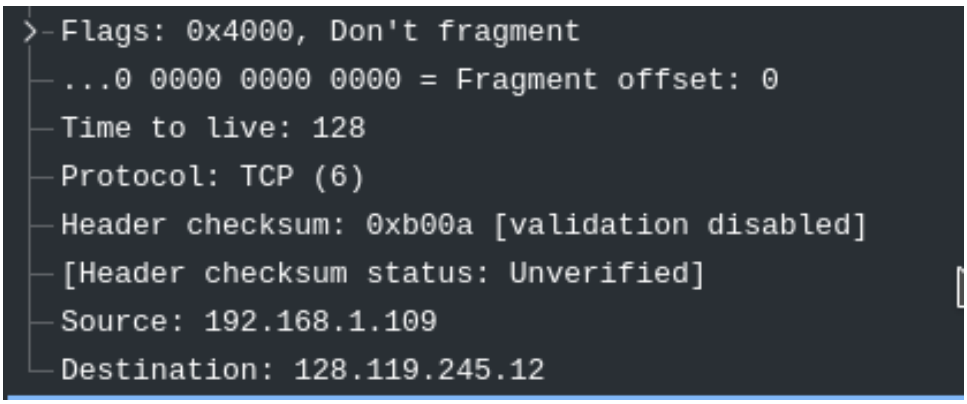
– **25)** *Encontre a trama 802.11 que contém o segmento SYN TCP para a primeira sessão TCP (download alice.txt). Quais são os três campos dos endereços MAC na trama 802.11?*




Endereços MAC do segmento SYN TCP

Os endereços MAC são: Receiver, Transmitter e Destination, que podem ser visualizados na figura.

– **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? Qual o endereço IP de destino?*




IP's do segmento

Como os campos são *To DS: 1* e *From DS: 0*:

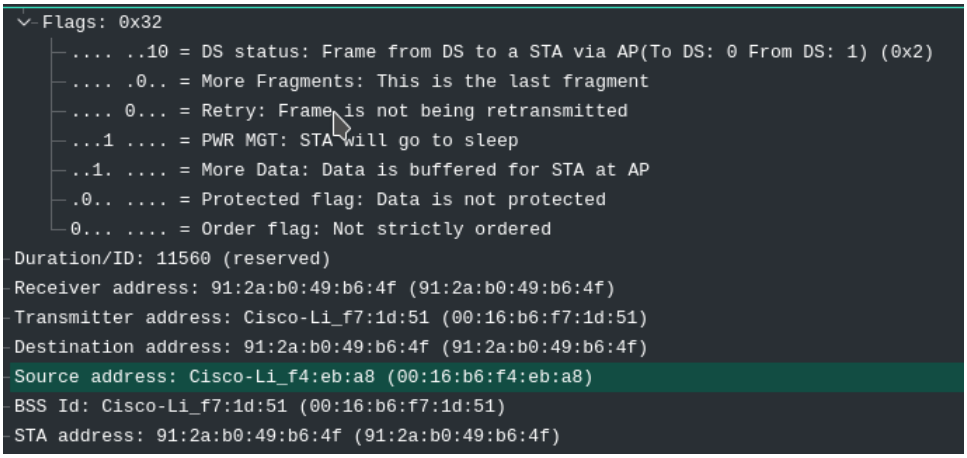
- MAC do host: 00:13:02:d1:b6:4f
- MAC do AP: 00:16:b6:f7:1d:51
- MAC do Router do 1º salto: 00:16:b6:f4:eb:a8

- IP do host: 192.168.1.109

- IP do destino: 128.119.245.12

– **27)** *Este endereço IP de destino corresponde ao host, AP, router do primeiro salto, ou outro equipamento de rede? Justifique.*
Este IP de destino corresponde ao AP, que é o que estabelece a ligação para uma rede "cabelada"e, portanto, o local de conexão para redes exteriores.

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



Endereços MAC do segmento SYNACK

Os endereços MAC são: Receiver, Transmitter e Destination, que podem ser visualizados na figura.

– **29)** *Qual o endereço MAC nesta trama que corresponde ao host? Qual o do AP? Qual o do router do primeiro salto?*
Como os campos são *To DS: 0* e *From DS: 1*, tem-se:
- MAC do host: 00:16:b6:f4:eb:a8

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

- MAC do router do 1º salto: 91:2a:b0:49:b6:4f

– **30)** *O endereço MAC de origem na trama corresponde ao endereço IP do dispositivo que enviou o segmento TCP encapsulado neste datagrama? Justifique.*
O IP do host que enviou a trama é 192.168.1.109 e, no entanto, esta tem IP 128.119.245.12, portanto, não são iguais.

## 3 Conclusões

No final de realizar este trabalho, num contexto geral, sentimos que conseguimos atingir os objetivos pretendidos, pelo que conseguimos por fim estabelecer uma ponte entre o que foi lecionado nas aulas teóricas e as aplicações práticas dos conceitos e temas propostos.

Em particular, nos **Exercícios da parte 3**, conseguimos extrair do Wireshark informação acerca do meio físico que as tramas utilizam para serem propagadas, que tem valores por defeito e que está tudo controlado.

Nos **Exercícios da parte 4**, percebemos como é que os dispositivos fazem scanning passivo e ativo por novas redes Wireless, assim como a importância dos CRC e o porquê de ser muito difícil obter rendimento máximo neste tipo de redes.

Nos **Exercícios da parte 6** conseguimos analisar o processo de associação dos dispositivos (etapa antes de serem enviados dados), assim como autenticações, na sua ordem cronológica.

Por fim, nos **Exercícios da parte 7**, analisamos como é que efetivamente estes dados são transferidos, tendo em atenção os vários endereços MAC que existem em cada trama.

Sentimos que este projeto nos ajudou a perceber melhor o protocolo 802.11, que é importante para o nosso dia-a-dia como engenheiros, porque,atualmente, toda a comunicação é sem fios e ter formação base nestas tecnologias é sempre uma mais valia.

## Referências


1. Notas de Apoio das Aulas Teóricas
2. *ANSI/IEEE Standard 802.11*, 1999 Edition (R2003), http://gaia.cs.umass.edu/wireshark-labs/802.11-1999.pdf