

# **Xarxes**

## **Pràctica 2. Comunicacions de dades. La capa Física**

Informe realitzat per Joaquim Yuste i Marcos Plaza

Universitat de Barcelona  
Facultat de Matemàtiques i Informàtica

# Índex

Objectius de la pràctica	3
Anàlisi de la potència rebuda	4
Mesura del parametre ' $\eta$ ' de l'equació de Friis	5
Connectem la mota a una xarxa Wi-Fi	7
Feina realitzada al laboratori	8
Conclusions	9

## Objectius de la pràctica

L'enunciat de la pràctica ens recomana fer un seguit d'exercicis per a introduir-nos en la comunicació entre dispositius a nivell de capa física o capa MAC:

- 1) El principal objectiu d'aquesta pràctica és programar un dispositiu integrat basat en Arduino, per a detectar la potència dels senyals Wi-Fi rebuts (senyals Wi-Fi propers a la mota) o RSSI (Received Signal Strength Indicator) per aquest, i contrastar els valors obtinguts amb els ideals.
- 2) També haurem de determinar el paràmetre ' $\eta$ ' dins de l'equació de Friis (Figura 1) a partir de diferents mesures del RSSI en diferents distàncies.
- 3) Per últim haurem de fer un programa per a connectar-nos a una xarxa Wi-Fi.

Trobareu tots els programes adjunts a aquest arxiu dins la carpeta codis.

## Anàlisi de la potència rebuda

Un cop hem instal·lat els drivers per al nostre ordinador, i hem posat a punt la nostra placa, en aquest apartat se'ns demana fer un programa per a mostrar els RSSI dels senyals Wi-Fi propers.

Per això farem servir el codi anomenat 'Xarxes\_P2\_1'.

Inicialment, en la funció setup() del programa estem establint que el mode WIFI\_STA, que permet a la placa ESP8266 connectar-se a xarxes Wi-Fi sense fils. Amb aquesta opció també anul·lem que el mode de la placa sigui WIFI\_AP en cas que prèviament s'hagués configurat així. A continuació ens desconnectem de la Wi-Fi en cas que la placa estigués connectada prèviament.

Ara anem a la funció loop() del programa. En aquesta inicialment fem un scan de les xarxes disponibles. Si no hem trobat cap, ho notifiquem per pantalla. En el cas contrari haurem de recórrer totes les xarxes disponibles i per a cada una mostrarem:

- 1) El nom que té la xarxa de Wi-Fi, mitjançant la funció del mòdul WiFi, SSID(int).
- 2) La potència rebuda per aquesta amb la funció RSSI(int).
- 3) Mostrarem un espai en blanc si el tipus d'encriptat de la Wi-Fi és nul. En cas contrari mostrarem un "\*".

I per finalitzar posarem un delay de 5 segons, perquè no es mostrin les dades contínuament.

De manera resumida aquest programa ens serveix per a veure les xarxes disponibles en un radi determinat de distància i mostrar la potència rebuda (RSSI) per a cadascuna d'aquestes.

En resposta a la pregunta formulada a l'enunciat, l'RSSI o (Received Signal Strength Indicator) és un indicador de la potència de senyal, present al receptor (en el nostre cas la placa ESP8266) i mesurat en dB (decibels). Generalment l'escala del RSSI té valors negatius; contra més negatiu, major és la pèrdua de senyal.

Podem calcular la RSSI a través de l'equació de Friis (mesura la potència rebuda), però com aquest indicador es calcula en dBm haurem d'aplicar logaritmes per a realitzar la conversió de mW a dBm:

$$P_{RX} = P_{TX} \cdot G_{TX} \cdot G_{RX} \cdot \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \cdot \eta$$

Figura 1. Equació de Friis per a determinar la potència rebuda

Cal tenir en compte l'RSSI no mesura la qualitat del senyal, ja que per això hem de tenir en compte la intensitat del senyal soroll (aquelles freqüències residuals del medi de transmissió). La relació que existeix entre els dos paràmetres anteriors (RSSI i intensitat del senyal soroll) mesurarà la qualitat del senyal (qualitat del senyal = intensitat senyal / intensitat senyal soroll).

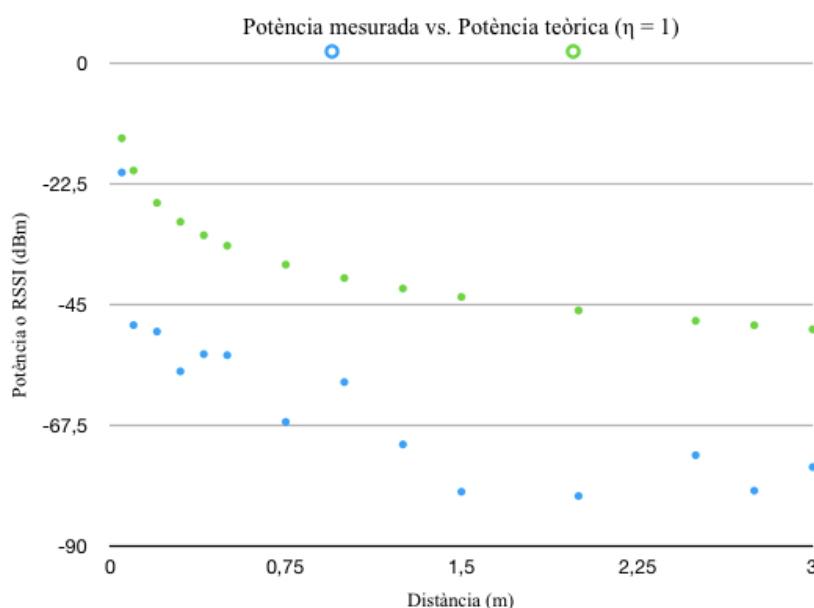
## Mesura del paramètre 'η' de l'equació de Friis

Ara haurem de treballar amb l'equació vista anteriorment per a elaborar una taula amb tres columnes: Distància, RSSI obtinguda i la potència de recepció teòrica. Després d'haver fet unes quantes mesures per a diferents distàncies, hem fet la mitja dels valors d'RSSI per a cada distància. Hem fet servir l'expressió de la Figura 1 (Equació de Friis) per a calcular la potència de recepció per a les diferents distàncies amb  $\eta = 1$ .

Els resultats són els següents:

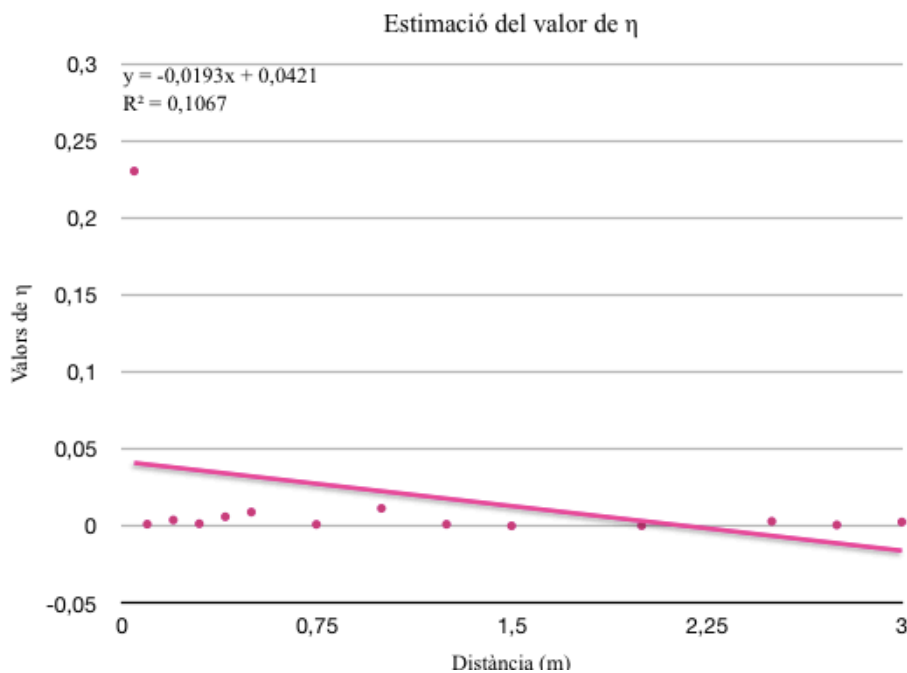
Distància (m)	RSSI mesurat (dBm)	Prx (dBm) (Potència de recepció teòrica amb $\eta = 1$ )
0,05	-20,4	-14,0254
0,1	-48,8	-20,0459
0,2	-50	-26,0666
0,3	-57,4	-29,5884
0,4	-54,2	-32,0872
0,5	-54,4	-34,0254
0,75	-66,8	-37,5472
1	-59,4	-40,0459
1,25	-71	-41,9842
1,5	-79,8	-43,5678
2	-80,6	-46,0666
2,5	-73	-48,0048
2,75	-79,6	-48,8327
3	-75,2	-49,5884

Si representem els resultats a la gràfica obtenim:



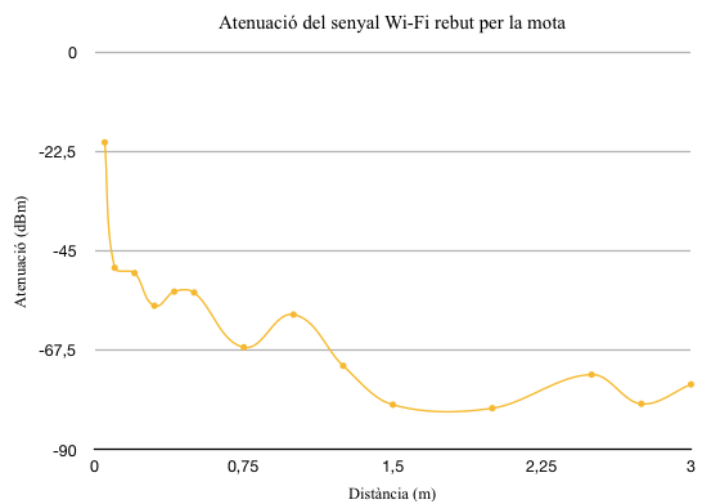
Podem veure segons l'anterior gràfica, que pel paràmetre  $\eta$  del rendiment difícilment obtindrem un valor del 100%. En el nostre cas aquesta diferència és més notable a l'allunyar-nos una mica del punt d'accés de la xarxa Wi-Fi (si ens allunyem pocs centímetres la diferència és gran). Obtenim uns valors més o menys bons quan estem molt a prop de la font, però a mesura que ens allunyem el valor del rendiment disminueix bastant. Finalment obtenim una corba que s'apropa al valor -90 dBm (el punt límit de no recepció de la mota). Això pot ser causa a la sensibilitat de la mota i que el punt d'accés és un telèfon mòbil que pot no proporcionar tanta potència de senyal com un 'router'.

Per a trobar el valor pel paràmetre  $\eta$  farem la conversió del RSSI a mW. Resulta una corba d'aquesta forma:



Es pot veure que quan estem molt a prop el rendiment o potència és major com hem dit anteriorment, però si ens allunyem, obtenim un valor del rendiment més o menys igual (molt proper al 0, un rendiment baix). Més concretament obtenim que  $\eta = -0,0193x + 0,0421$  on  $x$  és la distància a la qual estem del punt d'accés.

Per últim anem a veure quin nivell d'atenuació del senyal tenim a mesura que ens allunyem del punt d'accés aplicant la fórmula vista en les transparències de la teoria de l'assignatura. Podem veure que el nivell d'atenuació és proporcional a la potència rebuda (en aquest cas és igual a l'RSSI ja que  $P_{tx} = 1\text{mW}$ ), i és menor si estem a prop del punt d'accés de la Wi-Fi, però a mesura que ens allunyem és variable.



## Connectem la mota a una xarxa Wi-Fi

Per acabar, escriurem un programa senzill per a connectar-nos a una xarxa Wi-Fi propera. A la carpeta 'codi' ubicada a la mateixa carpeta que aquest informe, trobareu el programa 'Xarxes\_P2\_2'.

Tot i que el codi es troba degudament comentat, veurem per sobre el seu funcionament. El nostre programa consisteix d'un menú senzill en el qual podem fer les següents funcions; escanejar les xarxes disponibles, connectar-se a una xarxa donant el nom i la contrasenya d'aquesta, obtenir l'RSSI d'aquesta i finalment desconnectar-se de la xarxa.

A continuació teniu el diagrama de flux del programa.

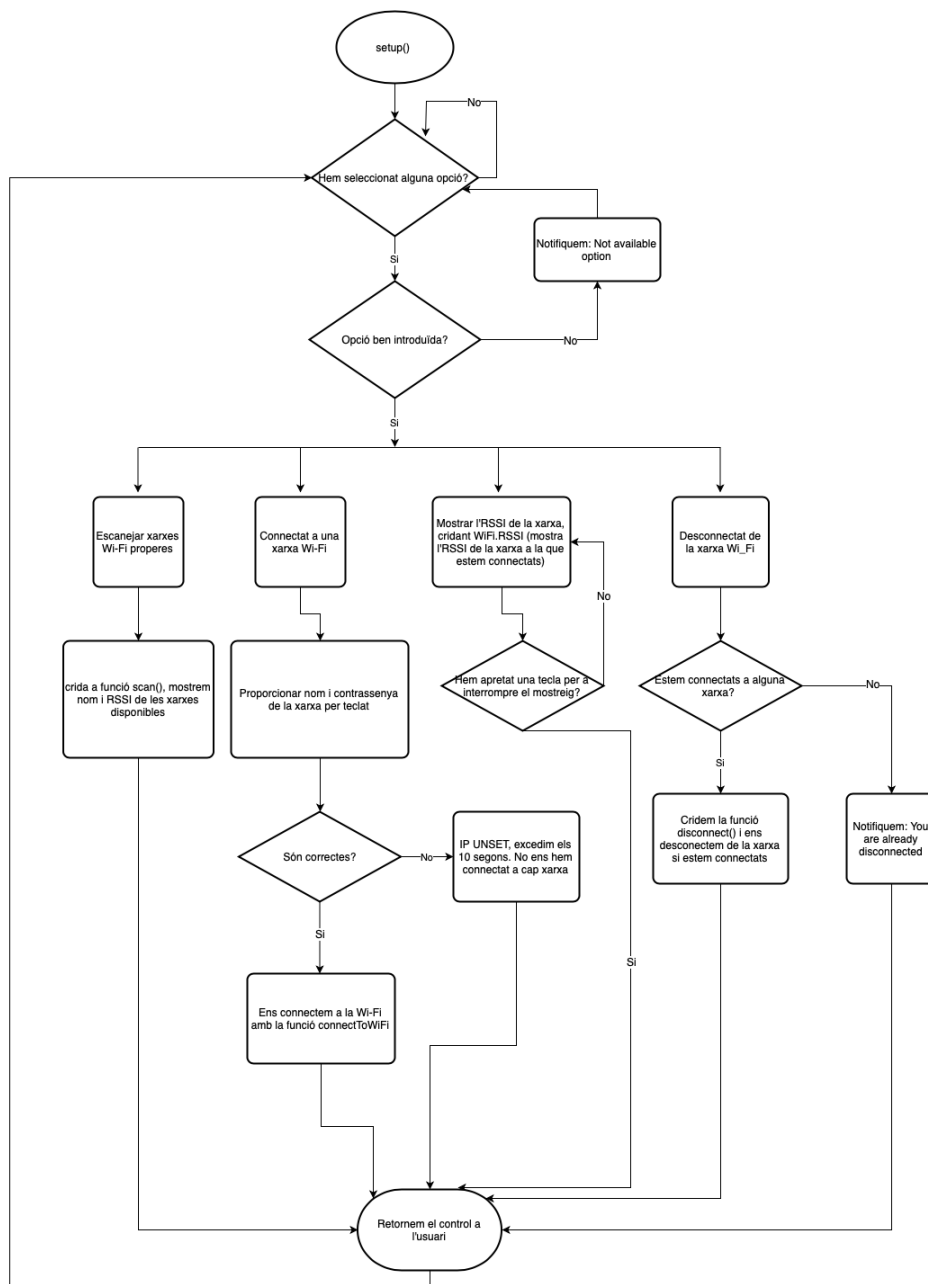


Figura 2. Diagrama de flux del nostre programa 'Xarxes\_P2\_2'

## Feina realitzada al laboratori

En aquesta ocasió només hem dedicat, una única classe de laboratori a causa de motius aliens a l'activitat acadèmica. A la sessió vam portar el codi dels programes ja fets de casa.

Vam utilitzar el temps per a fer les mesures de la potència rebuda (RSSI) fent variar la distància des de el nostre punt d'accés (vam fer servir el nostre mòbil com a punt d'accés personal). A continuació es va procedir a fer els càlculs pertinents del paràmetre ' $\eta$ ' de l'equació de Friis. Per això, a partir dels valors d'RSSI i la distància mesurada en metres, en primer lloc vam realitzar la conversió dels valors d'RSSI (que recordem que estan en dBm) a mW tal com indica la següent figura, per no haver d'operar amb logaritmes:

$$P_{dBm} = 10 \log_{10}(P_{mW})$$

$$P_{mW} = 10^{\frac{P_{dBm}}{10}}$$

**Figura 3. Factors de conversió**

Vam aïllar la ' $\eta$ ' de l'equació de Friis i per a cada distància vam anar calculant-la obtenint els resultats que hem indicat en l'apartat anterior.

L'informe ha estat elaborat fora del temps de sessió de laboratori així com les diferents gràfiques i altres càlculs.



## Conclusions

En la realització de la pràctica hem pogut explorar algunes de les possibilitats del dispositiu proporcionat ESP8862 i realitzar càlculs a nivell de capa física mitjançant la recepció de la potència de diferents senyals Wi-Fi.

Podem dir que hem assolit els objectius esmentats anteriorment.

A través d'ell (ja que compta amb una senzilla antena Wi-Fi) hem pogut veure l'indicador d'RSSI, i el que aquest significa en relació amb les diferents senyals Wi-Fi del nostre voltant. Hem pogut veure com podem arribar a calcular l'RSSI a nivell de software gràcies a l'equació de Friis per a la potència rebuda del senyal. Tot i que l'RSSI indica potència rebuda, també hem vist que no s'ha de confondre amb la qualitat del senyal (ja que hem de contrastar amb la intensitat del senyal soroll). Finalment hem après com treballar a nivell de capa física i connectar-nos a una Wi-Fi tot realitzant un senzill programa per a complir amb tot el que es demana a l'enunciat de la pràctica.

En pràctiques posteriors anirem un pas més enllà, i farem servir la mota per a fer un accés point.