

# Práctica 1:

## Punto de acceso con enrutador en puente

### Sistemas Embebidos Avanzados

Autor: José Mauricio Matamoros de Maria y Campos

## 1. Objetivo

El alumno aprenderá a configurar la Raspberry Pi como punto de acceso inalámbrico con conexión compartida a Internet via un adaptador tipo puente.

## 2. Material

Se asume que el alumno cuenta con una Raspberry Pi con sistema operativo Raspbian e interprete de Python instalado. Se aconseja encarecidamente el uso de *git* como programa de control de versiones.

Si se cuenta con una Raspberry Pi sin WiFi integrado (e.j Raspberry Pi2), se precisará de un adaptador WiFi USB compatible para la misma.

## 3. Instrucciones

1. Configure la Raspberry Pi como punto de acceso inalámbrico.
2. Configure la Raspberry Pi como enrutador.

### 3.1. Paso 1: Configuración de la Raspberry Pi como punto de acceso inalámbrico

Para operar como punto de acceso la Raspberry Pi necesita tener instalado el software apropiado, incluyendo un servidor DHCP para proporcionar a los dispositivos que se conecten una dirección IP.

Se comienza por instalar los paquetes DNSMasq y HostAPD:

```
# apt-get install dnsmasq hostapd bridge-utils
```

Si están ejecutándose los servicios, deténgalos a fin de poder reconfigurarlos

```
# systemctl stop dnsmasq
# systemctl stop hostapd
```

#### 3.1.1. Configuración del adaptador y el cliente DHCP

Para configurar una red independiente con servidor DHCP la Raspberry Pi debe tener asignada una dirección IP estática en el adaptador inalámbrico que proveerá la conexión. Debido a que la Raspberry Pi tiene un procesador pequeño, se configurará para servir en una red privada clase C, es decir con direcciones IP del tipo 192.168.x.x. Así mismo, se supondrá que el dispositivo inalámbrico utilizado es wlan0.

Para configurar la dirección IP estática edite el archivo de configuración `/etc/dhcpd.conf` como superusuario:

```
interface wlan0
    static ip_address=192.168.100.254/24
    nohook wpa_supplicant
```

A continuación, reinicie el cliente DHCP

```
# service dhcpd restart
```

### 3.1.2. Configuración del servidor DHCP

El siguiente paso consiste en configurar el servidor DHCP, provisto por el servicio dnsmasq.

De manera predeterminada el archivo de configuración /etc/dnsmasq.conf contiene mucha información que no es necesaria, por lo que es más fácil comenzar desde cero. Respáldelo y cree uno nuevo con el siguiente texto:

Archivo 1: /etc/dnsmasq.conf

```
1 # Use the required wireless interface - usually wlan0
2 interface=wlan0
3 # Reserve 20 IP addresses, set the subnet mask, and lease time
4 dhcp-range=192.168.100.200,192.168.100.220,255.255.255.0,24h
```

Esta configuración proporcionará 20 direcciones IP entre 192.168.100.200 y 192.168.100.220, válidas durante 24 horas.

Ahora debe iniciarse el servidor DHCP

```
| # systemctl start dnsmasq
```

### 3.1.3. Configuración del punto de acceso

Para configurar el punto de acceso se debe editar el archivo de configuración /etc/hostapd/hostapd.conf con los parámetros adecuados.

Respáldelo y cree uno nuevo con el siguiente texto:

Archivo 2: /etc/hostapd/hostapd.conf

```
1 # Wireless interface
2 interface=wlan0
3 # To be used later
4 # bridge=br0
5 # Specification: IEEE802.11. Will be commented out later
6 driver=nl80211
7 # The SSID or name of the network
8 ssid=Raspbberry
9 # Password of the network
10 wpa_passphrase=12345678
11 wpa=2
12 wpa_key_mgmt=WPA-PSK
13 wpa_pairwise=TKIP
14 # Mode and frequency of operation
15 hw_mode=g
16 # Broadcast channel
17 channel=5
18 wmm_enabled=0
19 macaddr_acl=0
20 auth_algs=1
21 ignore_broadcast_ssid=0
22 rsn_pairwise=CCMP
```

La configuración ingresada configura la Raspberry Pi para crear una red inalámbrica tipo 802.11g en el canal 5 de nombre *Raspbberry* y contraseña 12345678 con seguridad WPA2.

Los modos de operación posibles son:

- a = IEEE 802.11a (5 GHz)
- b = IEEE 802.11b (2.4 GHz)
- g = IEEE 802.11g (2.4 GHz)

**Importante:** Tanto el nombre de la red o SSID y la contraseña no deben entrecomillarse. La contraseña debe tener entre 8 y 64 caracteres. **Cambie el SSID a Raspberry Apellido para evitar conflictos.**

Ahora edite el archivo /etc/default/hostapd y reemplace la línea que comienza con #DAEMON\_CONF con:

```
DAEMON_CONF="/etc/hostapd/hostapd.conf"
```

### 3.1.4. Configuración e inicio del punto de acceso

Finalmente, habilite los servicios para iniciar el punto de acceso:

```
# systemctl unmask hostapd
# systemctl enable hostapd
# systemctl start hostapd
```

Verifique que los servicios se están ejecutando

```
# systemctl status hostapd
# systemctl status dnsmasq
```

**Nota:** El servicio `hostapd` requiere acceso exclusivo a la tarjeta de red inalámbrica que podría estar ocupada por el proceso `wpa_supplicant`. Si `hostapd` se reusara a iniciar indicando un error tal como *Could not configure driver mode nl80211 driver initialization failed*, termine los procesos que puedan estar utilizando la tarjeta de red inalámbrica, por ejemplo ejecutando `killall wpa_supplicant`.

## 3.2. Paso 2: Habilitación de enrutado de paquetes

El siguiente paso consiste en habilitar el reenvío de paquetes IP. Para este fin, edite el archivo `/etc/sysctl.conf` y habilite la siguiente línea:

```
net.ipv4.ip_forward=1
```

Agregue una mascarada para el tráfico de salida proveniente del adaptador de red ethernet `eth0`:

```
# iptables -t nat -A POSTROUTING -o eth0 -j MASQUERADE
```

Agregue la regla de guardado de tablas IP.

```
sudo sh -c "iptables-save > /etc/iptables.ipv4.nat"
```

Edite el archivo `/etc/rc.local` y agregue la siguiente línea justo antes de `exit 0` para que la configuración se active de manera automática al iniciar la Raspberry Pi.

```
iptables-restore < /etc/iptables.ipv4.nat
```

Ahora reinicie la Raspberry Pi y verifique que las configuraciones sigan vigentes.

Utilizando un dispositivo inalámbrico, busque las redes disponibles. Si la configuración se realizó correctamente, podrá ver en la lista el SSID de la lista que se especificó en el *hostapd*, y debería poder conectarse a esta con la contraseña almacenada.

Si se habilitaron las conexiones entrantes vía SSH, debería poder iniciar sesión también al conectarse de manera inalámbrica con el siguiente comando:

```
$ ssh pi@192.168.100.254
```

La Raspberry pi es ahora un punto de acceso permanente y otros dispositivos pueden conectarse a ella vía su dirección IP.

### 3.3. Paso 3: Conexión a internet compartida

Uno de los usos más comunes que se le da a la Raspberry Pi es el de punto de acceso para compartir una conexión inalámbrica vía el puerto Ethernet. Así, cualquiera que se conecte al punto de acceso de la Raspberry Pi tendrá también acceso a internet. Es decir, la Raspberry Pi funcionará como una especie de mini-router.

Para lograr esto, es necesario definir un *punte* entre el dispositivo inalámbrico el Ethernet. Esta red virtual tipo puente permitirá la transmisión del tráfico entre las dos interfaces, pero para que el puente funcione es necesario que el servidor DHCP no intente asignar direcciones IP a ninguna de las interfaces involucradas en el puente.

Para lograr esto, edite el archivo `/etc/dhcpd.conf` y agregue las siguientes líneas al final:

```
denyinterfaces eth0 wlan0
```

A continuación se crea la conexión virtual tipo puente, a la cual llamaremos `br0`

```
# brctl addbr br0
```

El siguiente paso consiste en enlazar los puertos de red, en particular `eth0` y `br0`

```
# brctl addif br0 eth0
```

Ahora, se necesitan crear los archivos de configuración que permiten a los servicios operar correctamente la conexión de puente.

Estos archivos son los siguientes:

Archivo 3: `/etc/systemd/network/bridge-br0.netdev`

```
1 [NetDev]
2 Name=br0
3 Kind=bridge
```

Archivo 4: `/etc/systemd/network/bridge-br0-slave.network`

```
1 [Match]
2 Name=eth0
3
4 [Network]
5 Bridge=br0
```

Archivo 5: `/etc/systemd/network/bridge-br0.network`

```
1 [Match]
2 Name=br0
3
4 [Network]
5 Address=192.168.10.100/24
6 Gateway=192.168.10.1
7 DNS=8.8.8.8
```

Finalmente, reinicie el servicio `systemd-networkd` y verifique que el puente ha sido creado exitosamente:

```
# systemctl restart systemd-networkd
# brctl show br0
```

Ahora es necesario reconfigurar el punto de acceso para utilizar el puente como parte de la conexión. Edite el archivo `/etc/hostapd/hostapd.conf` agregando (o quitando la marca de comentario) la línea `bridge=br0` justo debajo de `interface=wlan0`, y elimine o comente la línea del driver, por ejemplo:

Archivo 6: `/etc/hostapd/hostapd.conf` líneas 1 a 6

```
1 # Wireless interface
2 interface=wlan0
3 # Use the bridge connection
4 bridge=br0
5 # Not needed anymore
6 # driver=nl80211
```

Para terminar de configurar el punto de acceso con enrutador en puente reinicie la Raspberry Pi y habilite punto de acceso inalámbrico

```
# systemctl unmask hostapd
# systemctl enable hostapd
# systemctl start hostapd
```

Ahora debería ser capaz de conectarse a internet mediante la Raspberry Pi. Notará que la Raspberry Pi se ha vuelto invisible y cualquier dispositivo que conecte a esta se comportará como si se hubiera conectado al enrutador principal via cable Ethernet. El puente se encarga de redireccionar los paquetes, y esto incluye configuraciones DHCP, por lo que el punto de acceso de la Raspberry Pi no asigna nuevas direcciones IP a los dispositivos conectados.

Si tiene acceso, se pueden verificar las conexiones con el comando

```
ip addr
```

Observará que tanto wlan0 como eth0 carecen de direcciones IP, las cuales ahora son controladas por el puente. Es posible asignar una dirección IP estática al puente para acceder al dispositivo si así se requiere, pero en general esto no suele ser necesario.

## 4. Experimentos

1. [5 pts] Conecte su teléfono celular o algún otro dispositivo móvil a la red cableada del laboratorio utilizando la Raspberry Pi.

## 5. Cuestionario

1. [1.0pt] Explique qué cambios deben hacerse a la configuración cuando la Raspberry Pi en modo puente se conecta a una red sin servidor DHCP usando IP estática.
2. [2.0pt] Explique qué cambios deben realizarse a la configuración para que la Raspberry Pi reciba una dirección IP para administración remota cuando se conecta en modo puente a una red con servidor DHCP.
3. [3.0pt] Explique qué cambios deben realizarse a la configuración para que la Raspberry Pi inicie (arranque) en modo puente sin necesidad de comandos adicionales.