



TÌM HIỂU OPENWRT

Learning OpenWrt

OpenWrt
Wireless Freedom

Thực hành An toàn Mạng không dây và di động

Lưu hành nội bộ 2021

A. TỔNG QUAN

A.1 Mục tiêu

- Hiểu cách cấu hình cơ bản Wireless Router.
- Tìm hiểu về firmware trên Wireless Router, bao gồm firmware của nhà sản xuất thiết bị và firmware mã nguồn mở. Trong trường hợp này là firmware mã nguồn mở OpenWRT.
- Cài đặt thử nghiệm firmware này lên môi trường máy ảo.
- Tìm hiểu về UCI trên OpenWrt.
- Tìm hiểu và viết rule cơ bản trên UCI Firewall.

A.2 Thời gian thực hành

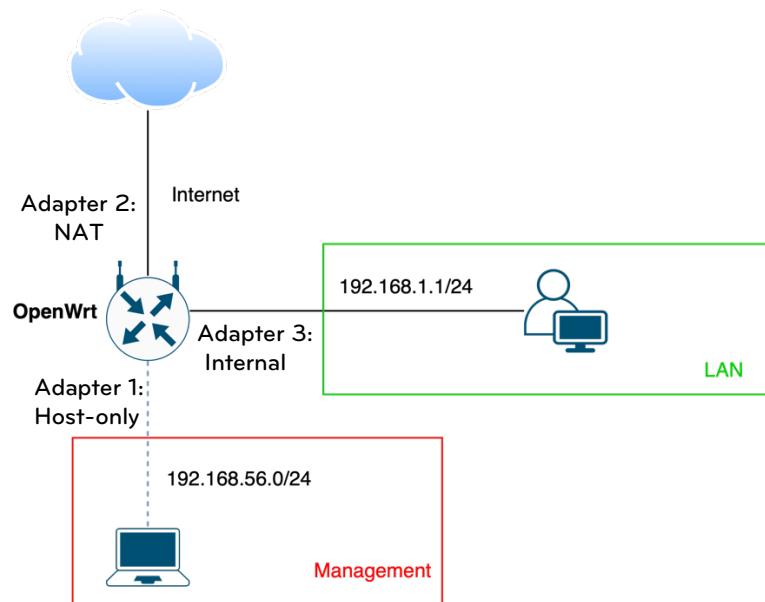
- Tại lớp 5 tiết.
- Tại nhà 5 tiết.

A.3 Kiến thức nền tảng

OpenWRT như là một bản phân phối Linux dành cho các thiết bị nhúng. Thay vì cố gắng tạo ra một firmware tinh duy nhất, OpenWrt cung cấp một hệ thống các tập tin có thể ghi với việc quản lý gói. Điều này giải phóng chúng ta khỏi việc lựa chọn ứng dụng và cấu hình được cung cấp bởi các nhà cung cấp và cho phép chúng ta có thể tùy biến thiết bị thông qua việc sử dụng các gói cho phù hợp. Đối với các nhà phát triển, OpenWrt là một framework để build một ứng dụng mà không cần phải build một firmware hoàn chỉnh. Đối với người dùng thì điều này có nghĩa rằng khả năng tùy biến hoàn toàn để sử dụng những thiết bị theo những cách riêng.

OpenWRT hỗ trợ rất nhiều thiết bị phần cứng, chi tiết tham khảo tại:
<https://wiki.openwrt.org/toh/start>

A.4 Môi trường thực hành



Hình 1. Mô hình mạng bài thực hành

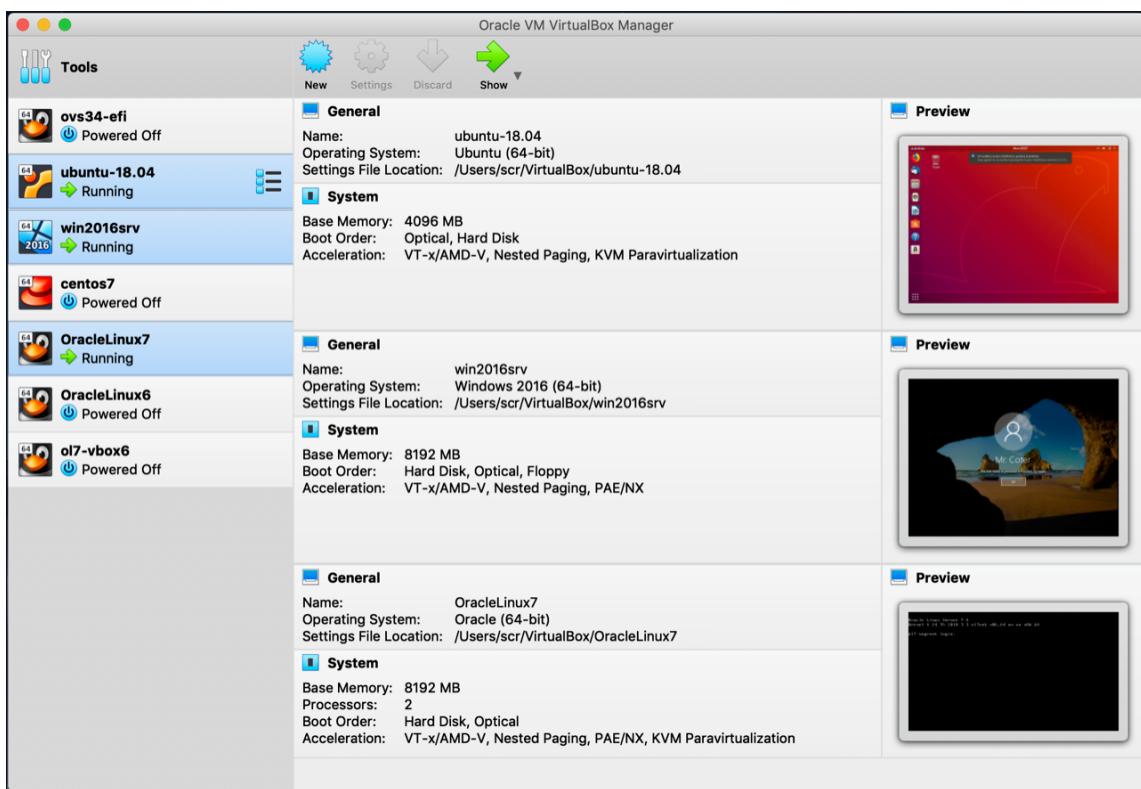
- Firmware OpenWRT (<https://openwrt.org/>)
- VMware hoặc **VirtualBox (free)**

B. CHUẨN BỊ MÔI TRƯỜNG

B.1 Cài đặt VirtualBox

Đối với OpenWRT có thể được cài đặt trên thiết bị thật theo danh sách các phần cứng mà nó hỗ trợ ở trên hoặc cũng có thể cài trên máy ảo (trường hợp chúng ta không có thiết bị phần cứng) VirtualBox, VMWare. Ở bài thực hành này được hướng dẫn trên VirtualBox. Phần cài trên VMWare sẽ được gợi ý và tham khảo tài liệu để thực hiện.

Tìm hiểu và cài đặt phiên bản VirtualBox phù hợp với hệ điều hành laptop tại đường dẫn: <https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>



Hình 2. Giao diện của VirtualBox

B.2 Các tập tin chuẩn bị

Chuẩn bị tải về bản firmware OpenWrt (binary) theo đúng phiên bản X86-64 của thiết bị tại đường dẫn: <https://downloads.openwrt.org/releases/>. Khuyến khích sử dụng phiên bản mới nhất hoặc 21.0.2 (<https://downloads.openwrt.org/releases/21.02.2/targets/x86/64/>) gồm các phiên bản:

- *combined-squashfs.img.gz*: đây là phiên bản có chứa phân vùng squashfs (hệ thống tập tin chỉ đọc ghi cho Linux), có sẵn 230MB phân vùng trống để cài đặt các gói và cấu hình bổ sung.

- *combined-ext4.img.gz*: đây là phiên bản sử dụng phân vùng ext4 để đọc ghi (không có squashfs), cho phép mở rộng phân vùng. Các tính năng Failsafe Mode hoặc Factory Reset sẽ không được hỗ trợ.

Trong bài thực hành này sẽ sử dụng *combined-ext4.img.gz* vì nó có ít hạn chế hơn:

Tải phiên bản mới nhất *combined-ext4.img.gz* tại thư mục [targets/x86/64/](#).

- Giải nén tập tin gziped img. Trên Linux, MacOS sử dụng lệnh sau (hoặc sử dụng các chương trình giải nén hỗ trợ định dạng nén này):

```
gunzip -d openwrt-*x86-64-combined*.img.gz
```

Kết quả sau khi giải nén là tập tin image *openwrt-x86-64-combined-ext4.img*

Tải tập tin iso của hệ điều hành và cài đặt một máy ảo trên VirtualBox sử dụng làm máy client trong mạng LAN (hệ điều hành tự chọn Windows, Ubuntu, Linux Mint, Kali Linux, CentOS...)

C. THỰC HÀNH

C.1 Chuyển đổi openwrt.img sang VirtualBox drive

- Mở terminal di chuyển tới thư thực chứa tập tin image đã giải nén.
- Chuyển đổi image sang định dạng VirtualBox bằng lệnh:

```
VBoxManage convertfromraw --format VDI openwrt-*x86-64-combined*.img openwrt.vdi
```

```
› VBoxManage convertfromraw --format VDI openwrt-*x86-64-combined*.img openwrt.vdi
Converting from raw image file="openwrt-19.07.2-x86-64-combined-ext4.img" to file="openwrt.vdi"...
Creating dynamic image with size 285736960 bytes (273MB)...
```

Hình 3. Tập tin *openwrt.vdi* được tạo, đây là ổ đĩa ảo của máy ảo VirtualBox.

Lưu ý: Nếu sinh viên sử dụng hệ điều hành Windows, cần di chuyển vào thư mục cài đặt của VirtualBox để sử dụng lệnh VboxManage (thường cài đặt tại C:\Program Files\Oracle\VirtualBox)

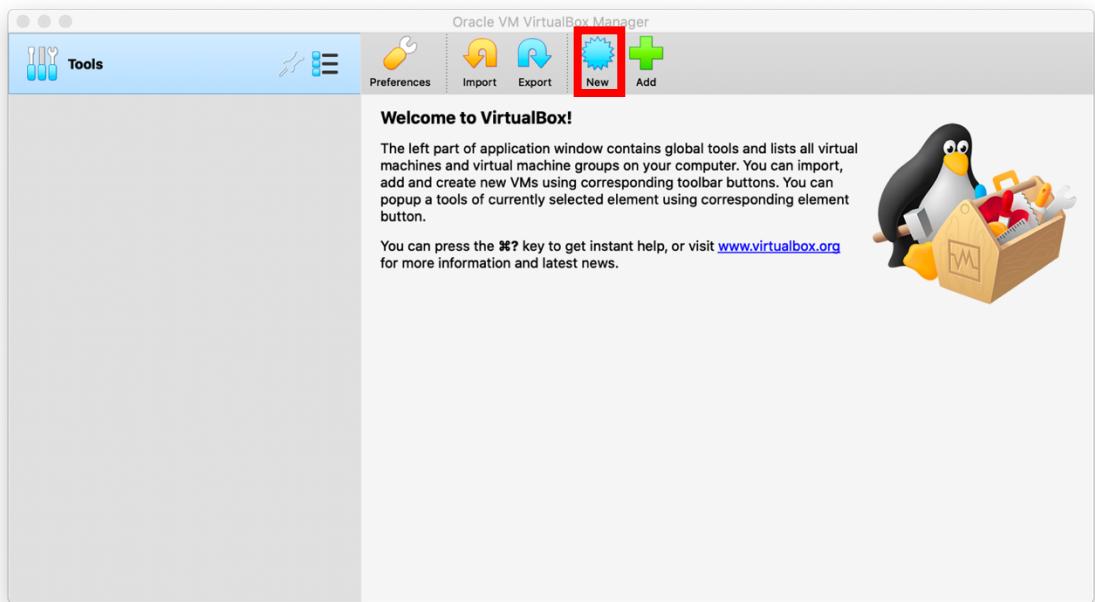
C.2 Cài đặt OpenWrt trên VirtualBox

Hướng dẫn và ảnh chụp màn hình được thực hiện từ VirtualBox 6.1.4 trên hệ điều hành MacOS; trên hệ điều hành Linux, Windows sẽ có một số khác biệt ở top bar.

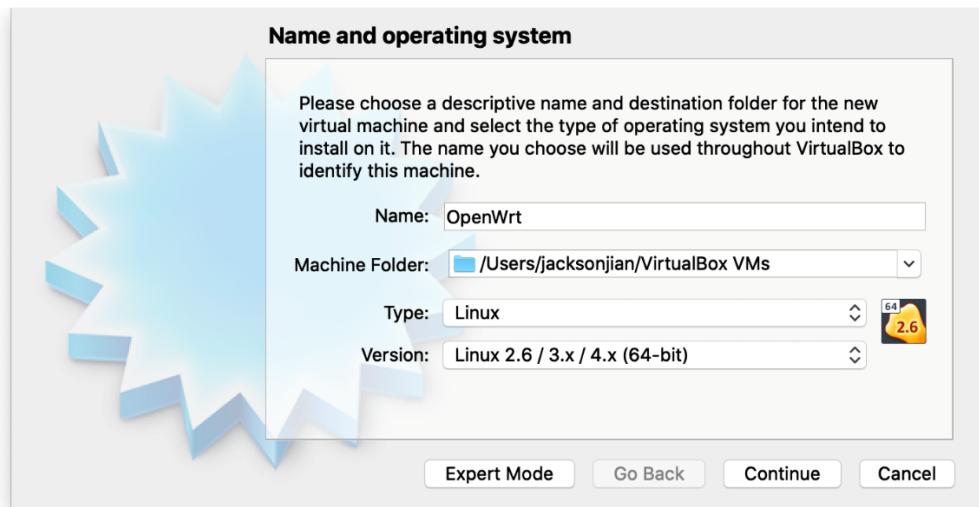
2.1a. Tạo máy ảo

- Khởi động VirtualBox và chọn *New* để thêm máy ảo.

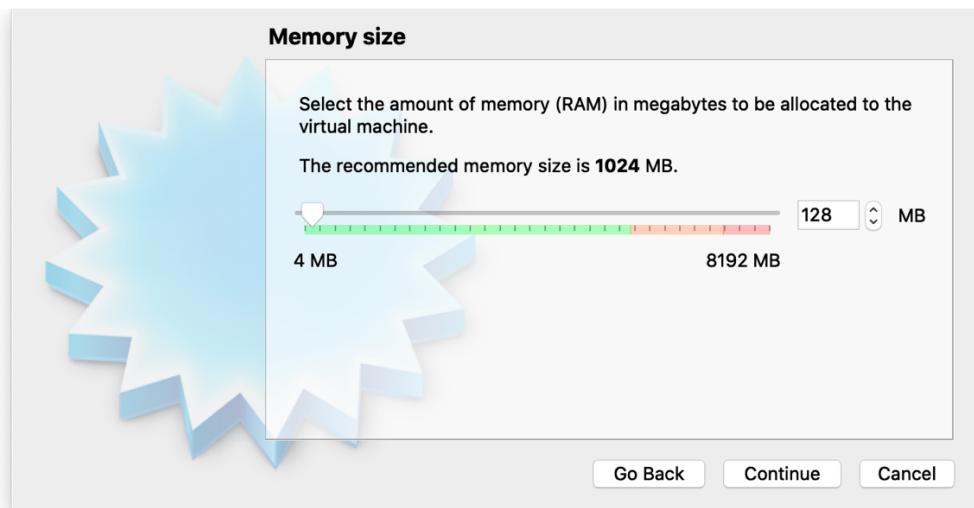
Lab 1: Tìm hiểu OpenWrt



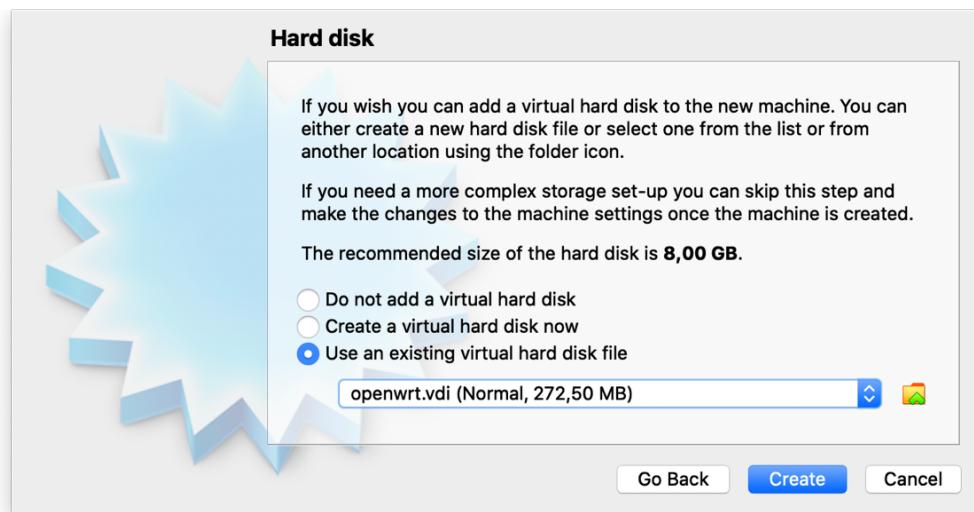
- Chọn *Name* cho máy ảo, chọn *Type* là *Linux* và chọn *Version* là *Linux 2.6 / 3.x / 4.x (64-bit)*; sau đó chọn *Continue*.



- OpenWrt vẫn hoạt động tốt với 128MB RAM



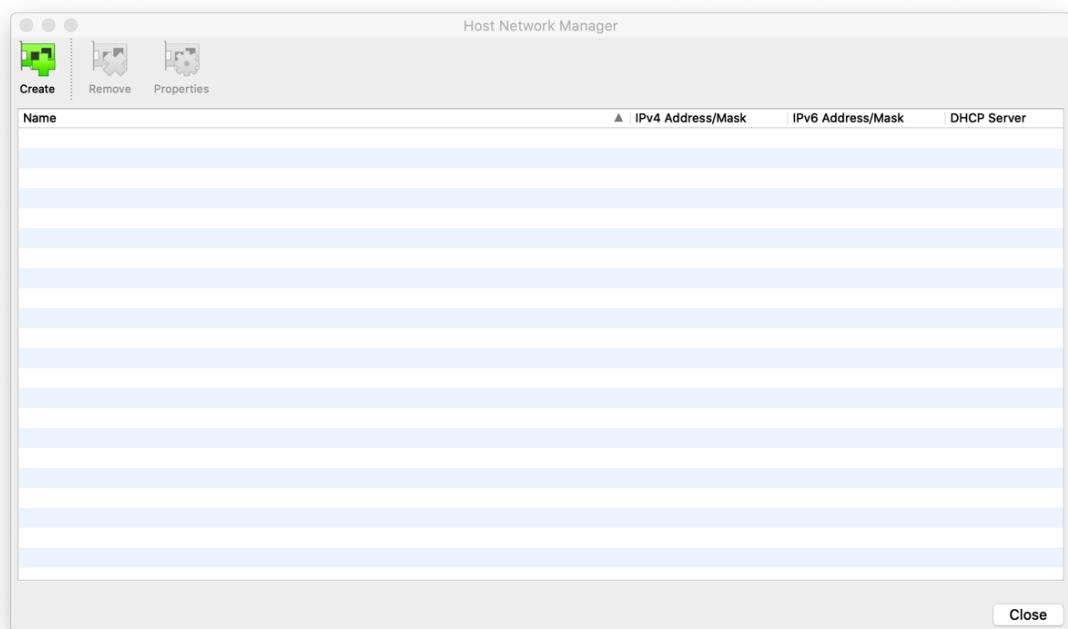
- Chọn *Use an existing virtual hard disk file*, tiếp tục chọn icon để vào *VirtualBox Manager*, click *Add* và chọn tập tin *openwrt.vdi*, cuối cùng click *Create* để tạo máy.



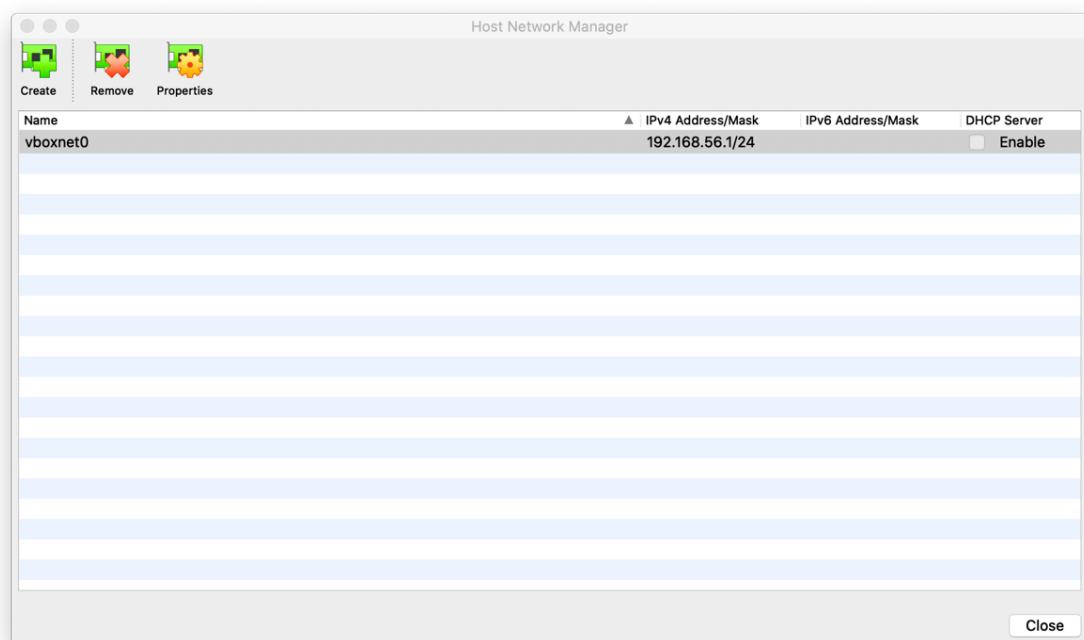
2.1b. Thiết lập VirtualBox

Host-only network adapter

- Chọn *File* → *Host Network Manager*

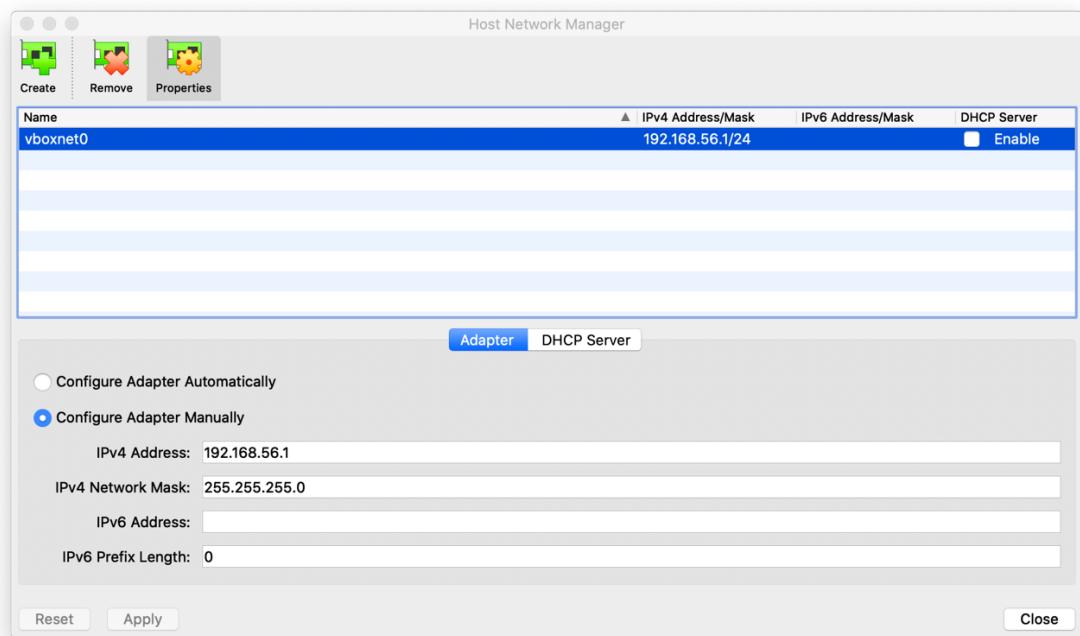


- Tại tab Host Network Manager, nếu không tìm thấy *vboxnet0* thì chọn icon *Create* để thêm *Host-only Network*. Chọn *vboxnet0*, click chuột phải chọn *Properties*.



- IPv4 Address* nên để **192.168.56.1**, *IPv4 Network Mask* thiết lập là **255.255.255.0**, *IPv6 Address* nên để trống và *IPv6 Network Mask* thiết lập là 0.

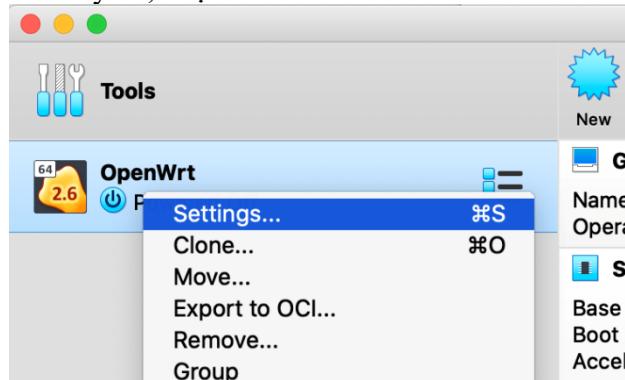
Lab 1: Tìm hiểu OpenWrt



- (không bắt buộc) có thẻ *Enable DHCP Server*, trong bài thực hành thiết lập ip tĩnh cho máy ảo nên không cần thiết.
- Click *Apply* để lưu và click *Close* để thoát.

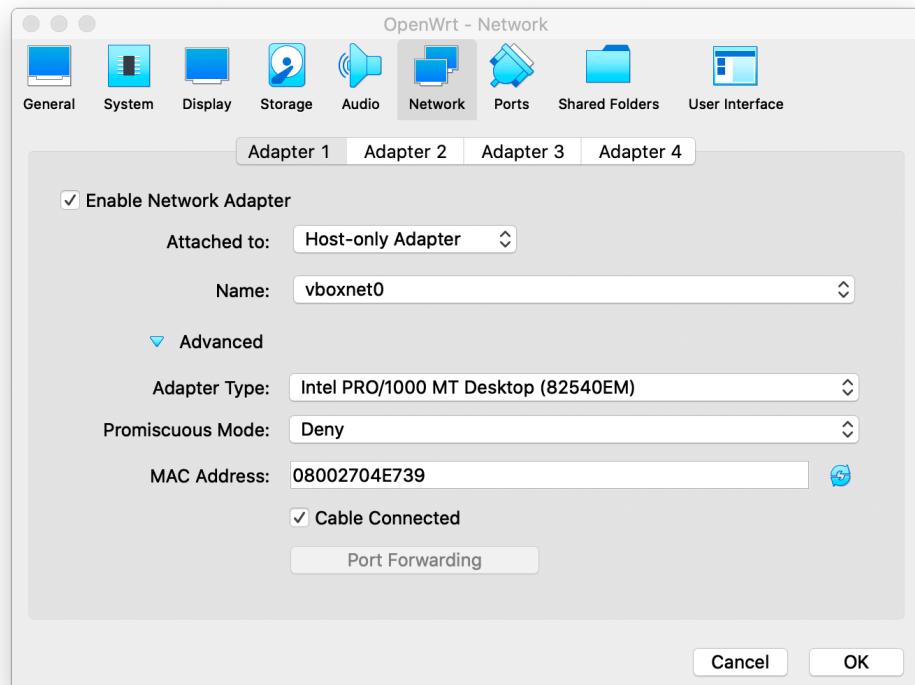
Network Settings

- Vào phần *Settings* của máy ảo, chọn tab *Network*

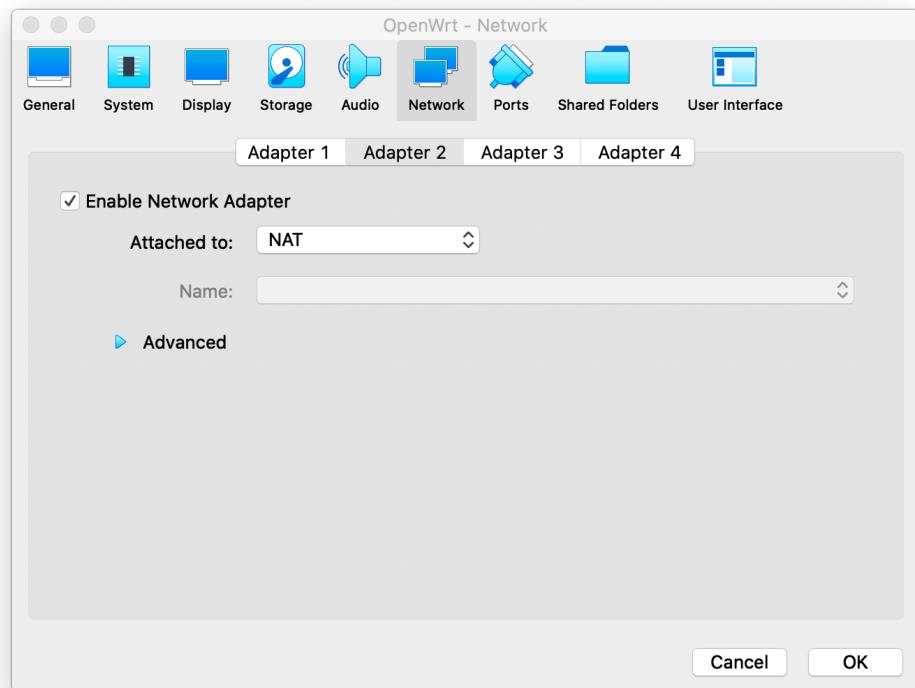


Lab 1: Tìm hiểu OpenWrt

- Tại *Apdater 1*, ta cấu hình như sau:

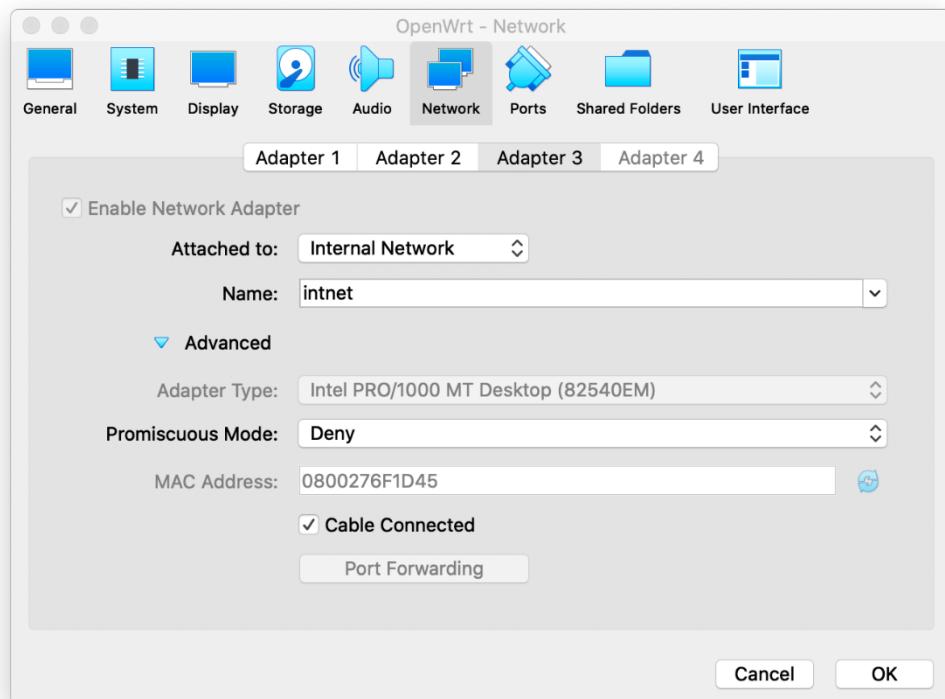


- Cấu hình Adapter 2



Lab 1: Tìm hiểu OpenWrt

- Cấu hình Adapter 3



- Chọn OK để lưu lại mọi thiết lập

Cài đặt máy ảo OpenWrt

- Khởi động máy ảo
- Gõ phím Enter để vào console
- Hiển thị cấu hình network bằng lệnh sau

```
OpenWrt [Running]
Use the "passwd" command to set up a new password
in order to prevent unauthorized SSH logins.

root@OpenWrt:~# uci show network
network.loopback=interface
network.loopback.ifname='lo'
network.loopback.proto='static'
network.loopback.ipaddr='127.0.0.1'
network.loopback.netmask='255.0.0.0'
network.globals=globals
network.globals.ula_pref_ix='fd37:3ecb:59a2::/48'
network.lan=interface
network.lan.type='bridge'
network.lan.ifname='eth0'
network.lan.proto='static'
network.lan.ipaddr='192.168.1.1'
network.lan.netmask='255.255.255.0'
network.lan.ip6assign='60'
network.wan=interface
network.wan.ifname='eth1'
network.wan.proto='dhcp'
network.wan6=interface
network.wan6.ifname='eth1'
network.wan6.proto='dhcipv6'
root@OpenWrt:~#
```

Lưu ý địa chỉ mặc định của LAN là 192.168.1.1.

Lab 1: Tìm hiểu OpenWrt

1. Chính sửa cấu hình mạng để ta có thể truy cập SSH bằng câu lệnh sau:

```
uci set network.lan.ipaddr='192.168.56.2'  
uci commit  
reboot
```

2. Bây giờ tại máy thật, dùng Terminal hoặc chương trình SSH (Putty) để ssh thông qua địa chỉ 192.168.56.2 với user là root (no password)

```
> ssh root@192.168.56.2
The authenticity of host '192.168.56.2 (192.168.56.2)' can't be established.
RSA key fingerprint is SHA256:me0D/te7FmVUL5g7HpylpC5wJaMcB4aIhHP0wASbfP.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added '192.168.56.2' (RSA) to the list of known hosts.

BusyBox v1.30.1 () built-in shell (ash)

-----
| .-----.-----.-----. | | | | .-----. | - | | | | | | | | |
| - | | _ | -__| | | | | | | _|| _ |
|-----|| _ __|__|_||_||-----||_|| | _ |
|__| W I R E L E S S   F R E E D O M
-----
OpenWrt 19.07.2, r10947-65030d81f3
-----
== WARNING! =====
There is no root password defined on this device!
Use the "passwd" command to set up a new password
in order to prevent unauthorized SSH logins.
-----
root@OpenWrt:~# [ ]
```

Hình 4. SSH thành công vào OpenWrt

3. Copy-Paste đoạn cấu hình sau vào console và nhấn Enter

```
uci batch <<EOF
set network.mng=interface
set network.mng.type='bridge'
set network.mng.proto='static'
set network.mng.netmask='255.255.255.0'
set network.mng.ifname='eth0'
set network.mng.ipaddr='192.168.56.2'
delete network.lan
delete network.wan6
set network.wan=interface
set network.wan.ifname='eth1'
set network.wan.proto='dhcp'
EOF
```

4. Dùng lệnh *uci changes* điểm kiểm cấu hình đã đúng chưa

```
root@OpenWrt:~# uci changes
network.mng='interface'
network.mng.type='bridge'
network.mng.proto='static'
network.mng.netmask='255.255.255.0'
network.mng.ifname='eth0'
network.mng.ipaddr='192.168.56.2'
network.lan
network.wan6
network.wan='interface'
```

5. Lưu cấu hình bằng lệnh *uci commit && reboot*
6. Chờ máy ảo khởi động lại và thử kết nối lại ssh (root@192.168.56.2)
7. Bây giờ kiểm tra kết nối internet của máy ảo

```
root@OpenWrt:~# ping -w 4 google.com
PING google.com (216.58.200.78): 56 data bytes
64 bytes from 216.58.200.78: seq=0 ttl=63 time=27.614 ms
64 bytes from 216.58.200.78: seq=1 ttl=63 time=27.471 ms
64 bytes from 216.58.200.78: seq=2 ttl=63 time=27.530 ms
64 bytes from 216.58.200.78: seq=3 ttl=63 time=27.488 ms

--- google.com ping statistics ---
5 packets transmitted, 4 packets received, 20% packet loss
round-trip min/avg/max = 27.471/27.525/27.614 ms
```

Hình 5. Ping google

8. Cấu hình Adapter 3 thành mạng nội bộ qua câu lệnh sau

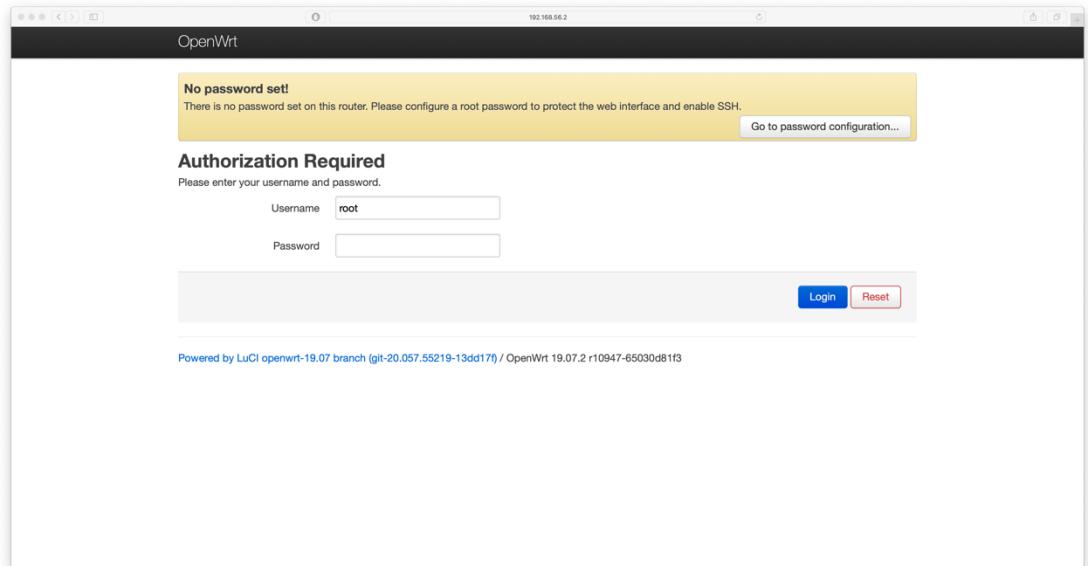
```
uci batch <<EOF
set network.lan=interface
set network.lan.ifname='eth2'
set network.lan.proto='static'
EOF
uci commit
```

9. Tiến hành cài đặt *luci* (web interface của OpenWrt) bằng lệnh

```
opkg update && opkg install luci
```

Sau khi cài đặt xong dùng trình duyệt trên máy thật truy cập địa chỉ 192.168.56.2

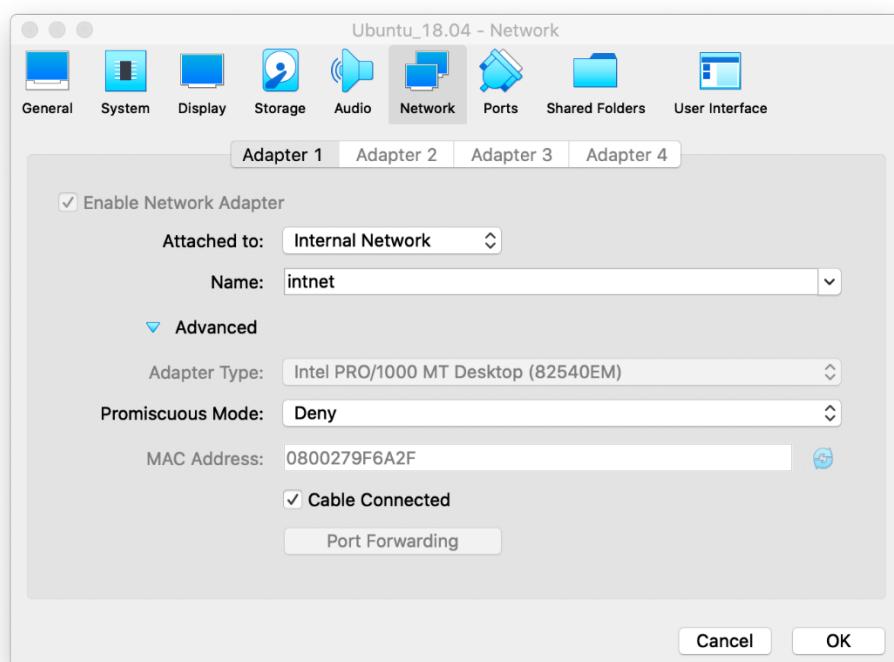
Lab 1: Tìm hiểu OpenWrt



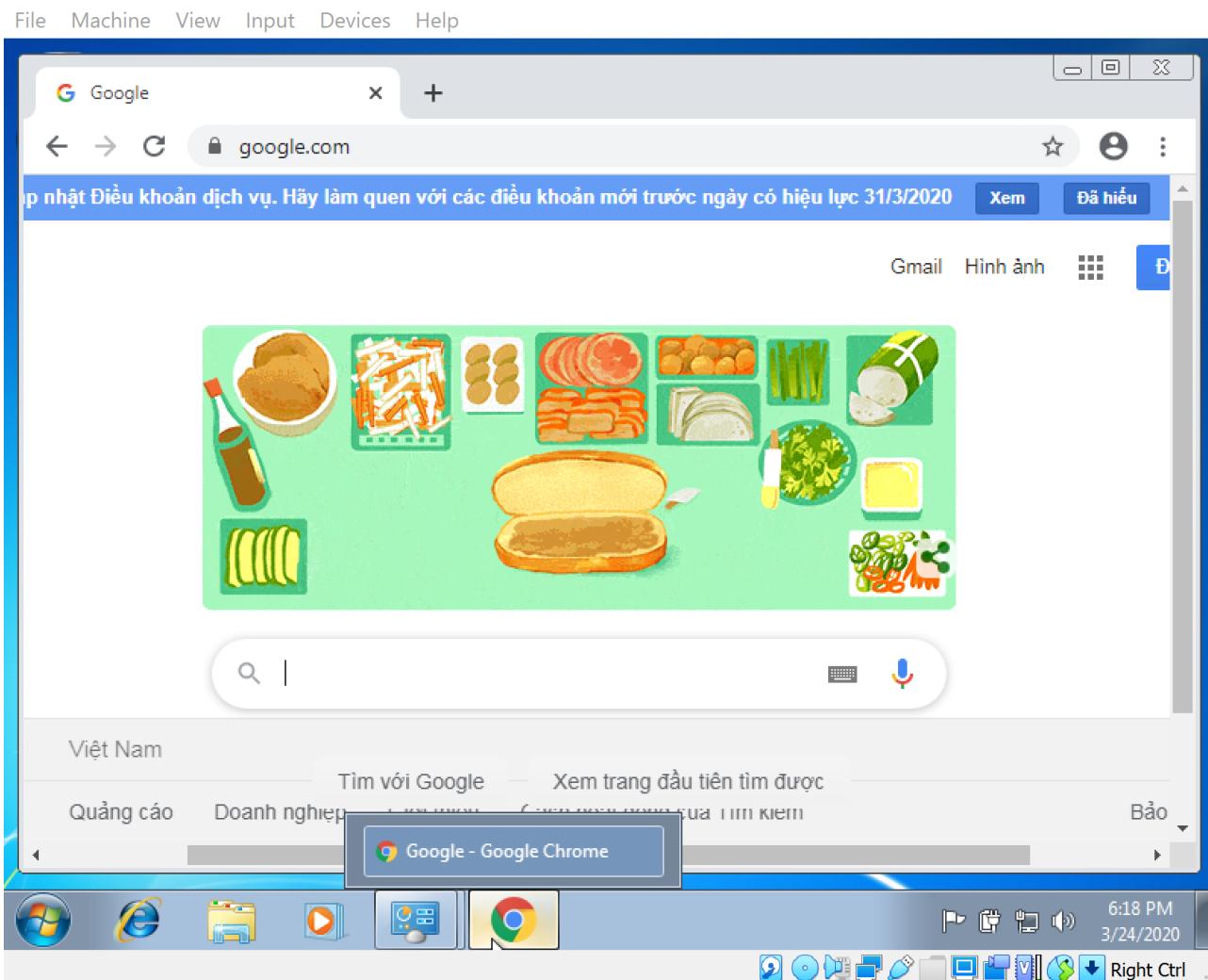
Hình 6. Giao diện điều khiển Web của OpenWrt

Thiết lập mạng cho máy client (vùng LAN)

Thay đổi card mạng máy ảo giống với Adapter 3 trên máy OpenWrt



Kết quả máy từ vùng LAN kết nối ra được Internet



C.3 Các cách cài đặt bằng VMWare, Docker (gợi ý thêm)

- Cài đặt trên máy ảo VMWare (sử dụng cho trường hợp không có thiết bị thật): Sinh viên có thể tham khảo và cài đặt OpenWRT trên máy ảo VMWare tại <https://openwrt.org/docs/guide-user/virtualization/vmware>

Lưu ý khi sử dụng máy ảo:

- Chuyển Hard disk sang chế độ: IDE
- Phiên bản Chaos Calmer 15.05.1 đã được thử nghiệm thành công.
- Sử dụng 2 card mạng để thiết lập “lan” (eth0) và “wan” (eth1).
- Bổ sung ethernet0.virtualDev = “e1000” vào file .vmx
- Sau khi cài thành công, cài luci như ở trên.

- Chạy trên môi trường Docker:

https://openwrt.org/docs/guide-user/virtualization/docker_openwrt_image

- Chạy trên môi trường máy thật (TP-LINK TP-WR1043ND – **lưu ý cẩn thận**)

1. Chuẩn bị

- 01 Laptop

Lab 1: Tìm hiểu OpenWrt

- 01 router wireless TP-LINK TP-WR1043ND (hoặc các thiết bị khác mà OpenWRT hỗ trợ (xem chi tiết các thiết bị hỗ trợ tại đây <http://wiki.openwrt.org/toh/start>).
- Bản firmware (binary) theo đúng phiên bản phần cứng của thiết bị, tìm và download (<http://wiki.openwrt.org/toh/start>)

2. Các bước thực hiện

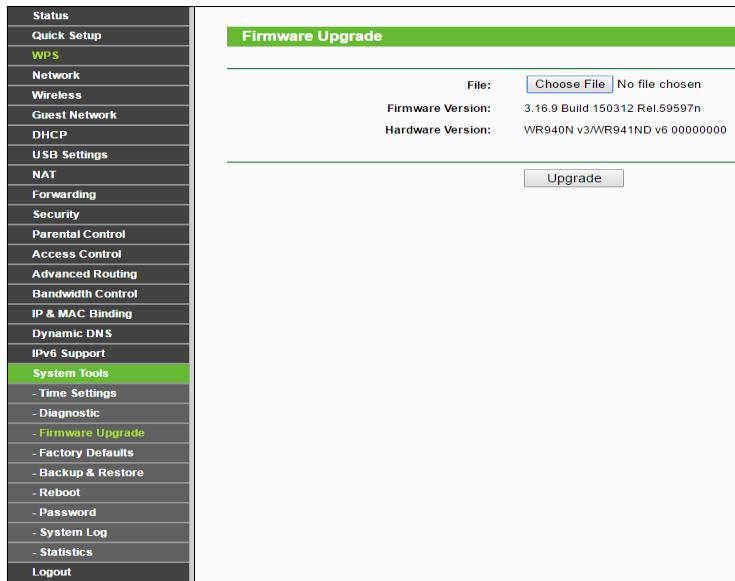
- Bước 1: kiểm tra phiên bản phần cứng, tìm và download firmware thích hợp
 - Kiểm tra phiên bản phần cứng là quan trọng, nếu chọn sai có thể dẫn đến hỏng thiết bị, có thể tìm phiên bản phần cứng thiết bị tại đây <http://www.tp-link.com/en/faq-46.html> hoặc login vào thiết bị và xem

Status
Firmware Version: 3.16.9 Build 150312 Rel.59597n
Hardware Version: WR1043ND v3 00000000

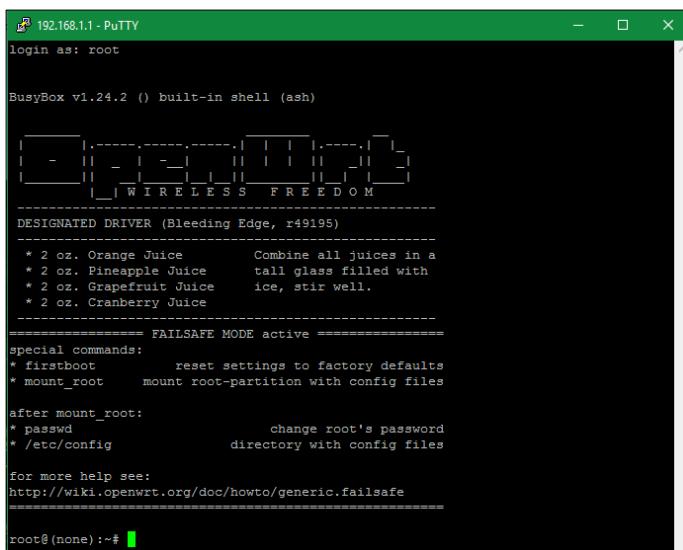
- Truy cập <http://wiki.openwrt.org/toh/start> tìm đúng tên và phiên bản phần cứng thiết bị (lưu ý 1 thiết bị có nhiều phiên bản firmware), cụ thể trong bài này chọn, chọn View/Edit data để download firmware về



- Bước 2: Load firmware vào router wireless và cài đặt
 - Kết nối dây vào cổng LAB của thiết bị và kết nối vào Laptop. Login vào thiết bị theo địa chỉ 192.168.0.1, username và password mặc định là admin
 - Vào System Tools → Firmware Upgrade, chọn đường dẫn đến file firmware vừa download (.bin) và bấm Upgrade



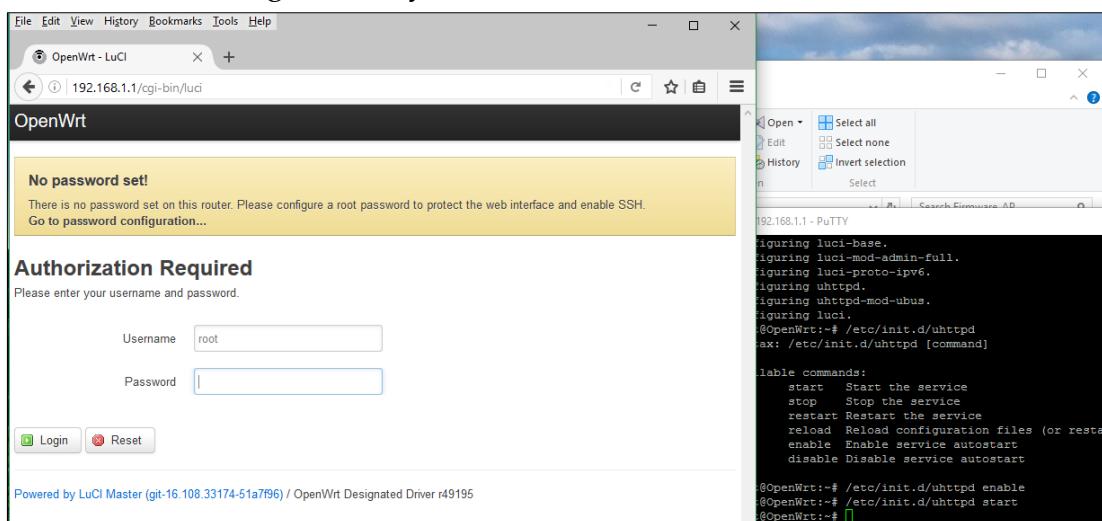
- Sau khi cài đặt thành công, thiết bị sẽ khởi động lại, chúng ta kiểm tra lại IP của Laptop, lúc này đã thay đổi lớp mạng, xem default gateway lúc này là 192.168.1.1. Dùng trình duyệt thử truy cập vào địa chỉ này để cấu hình thiết bị. Nếu không kết nối được, qua bước 3
 - o Bước 3: thiết lập một số dịch vụ để có thể cấu hình bằng giao diện web
 - Ping 192.168.1.1 → OK
 - Telnet/SSH đến 192.168.1.1 để cấu hình bằng console (sử dụng PuTTY)



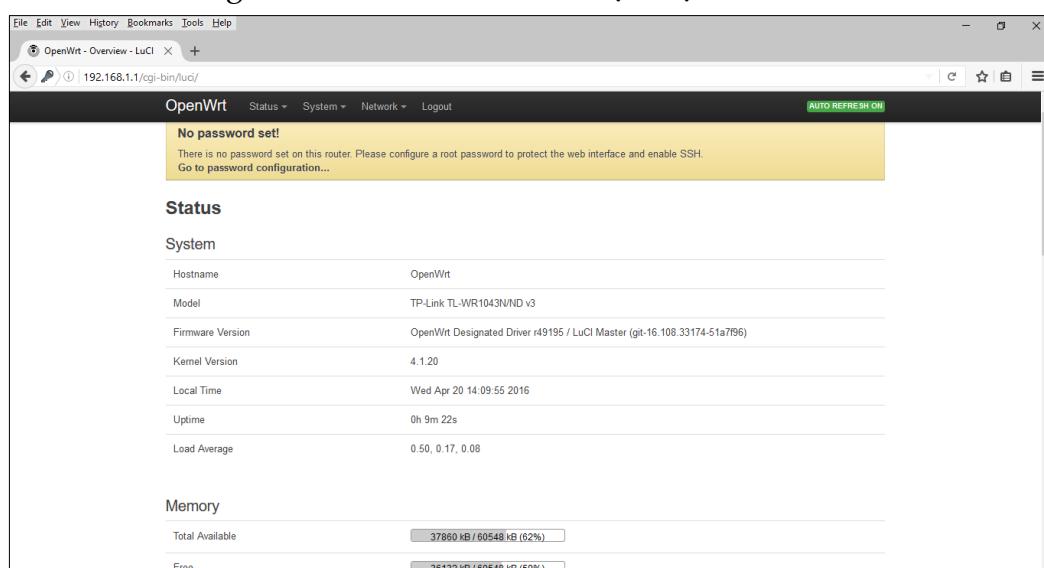
- Thiết lập mật khẩu cho root, sử dụng lệnh passwd → khởi động lại thiết bị bằng lệnh reboot
 - Cắm dây mạng vào cổng WAN thiết lập kết nối ra internet để download và cài đặt các packet của các dịch vụ cần thiết. Tùy trường hợp có thể cấu hình WAN trong tập tin /etc/config/network tại vị trí interface wan (trường hợp này có thể để mặc định proto “dhcp”)

Lab 1: Tìm hiểu OpenWrt

- Sử dụng các lệnh sau để cập nhật và cài đặt các gói tin
 - Opkg update
 - Opkg install luci
- Khởi động dịch vụ uhttpd để cho phép cấu hình bằng giao diện web
 - /etc/init.d/uhttpd enable
 - /etc/init.d/uhttpd start
- Dùng trình duyệt kết nối vào 192.168.1.1

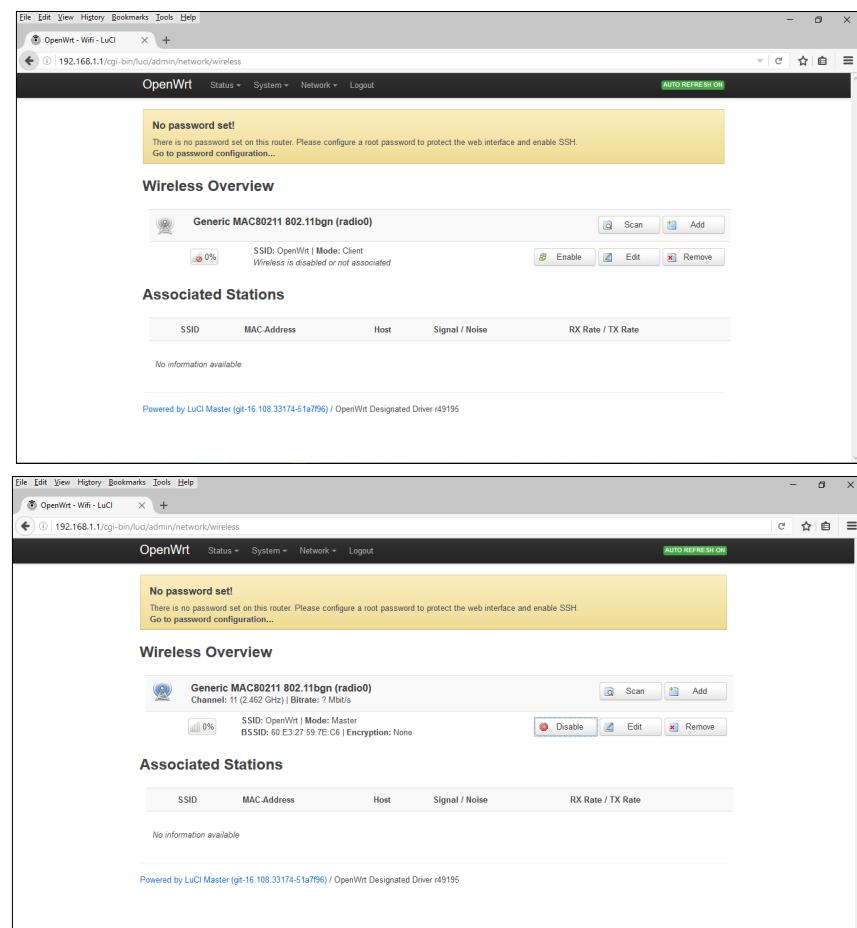


- Login với tài khoản root và thực hiện các cấu hình cơ bản cho thiết bị.

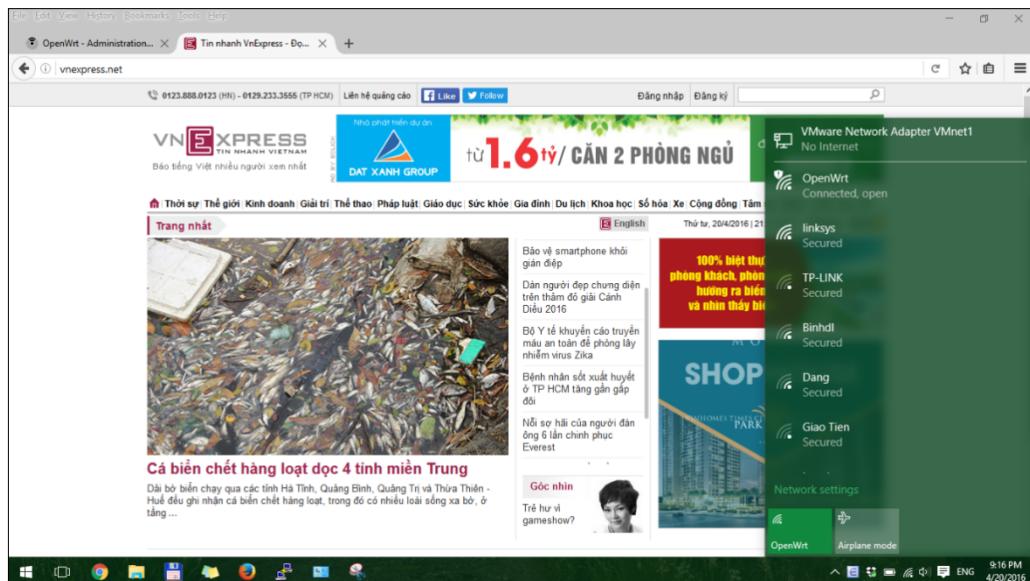


- Khi mới cài đặt xong chế độ wifi của thiết bị mặc định là tắt, chúng ta phải bật lên (chọn enable) và thiết lập các cấu hình cơ bản như bình thường.

Lab 1: Tìm hiểu OpenWrt



- Bước 4: Kiểm tra kết quả



D. YÊU CẦU

Yêu cầu 1 Thực hiện phần C – Thực hành

Yêu cầu 2 Đặt password cho tài khoản root, tiến hành kiểm tra lại bằng ssh và luci interface.

Yêu cầu 3 Cấu hình DHCP Server cho vùng mạng LAN. Kiểm tra trên máy client đã được cấp IP và ra được internet.

(*Thực hiện các yêu cầu 1,2,3 trong giờ học thực hành trên lớp*

Yêu cầu 4 OpenWRT cung cấp giao diện cấu hình hợp nhất gọi là UCI (*Unified Configuration Interface*), tìm hiểu về *UCI System*, tham khảo tại: <https://wiki.openwrt.org/doc/uci>. Yêu cầu tập trung vào cấu trúc và chức năng của các file cấu hình trong UCI. Demo cấu hình một vài tính năng sử dụng UCI.

Yêu cầu 5 Tìm hiểu UCI Firewall, tham khảo tại:

https://openwrt.org/docs/guide-user/firewall/firewall_configuration . Yêu cầu thực hiện các tính năng mà firewall này cung cấp, cấu trúc viết một rule, viết ít nhất 7 rule từ đơn giản đến phức tạp để demo tính năng của firewall cung cấp. Lưu ý, có minh họa kết quả chạy của các rule đã viết ở trên.

Yêu cầu 6 So sánh các tính năng của OpenWrt với các tính năng của firmware mặc định trên router nhà sản xuất (TP-Link, Linksys,...) của nhà sản xuất. Đưa ra kết luận ưu, nhược điểm của nó.

- Sinh viên tìm hiểu và thực hành theo hướng dẫn theo nhóm 2 sinh viên.
- Báo cáo kết quả chi tiết (**Report**) những việc đã thực hiện, quan sát thấy và kèm ảnh chụp màn hình kết quả (nếu có); giải thích cho quan sát (nếu có), video demo (điểm cộng).

Báo cáo:

- File **.PDF**. Tập trung vào nội dung, không mô tả lý thuyết (*nếu câu hỏi không yêu cầu trình bày lý thuyết*).
- Trong file báo cáo yêu cầu **ghi rõ** nhóm sinh viên thực hiện.
- Đặt tên theo định dạng: [Mã lớp]-Lab1_MSSV1-MSSV2.pdf
Ví dụ: [NT330.K21.ANTN.1J-Lab2_1552xxxx-1552yyyy.pdf
- Nếu báo cáo có nhiều file, nén tất cả file vào file .ZIP với cùng tên file báo cáo.
- Nộp file báo cáo trên theo thời gian đã thống nhất tại courses.uit.edu.vn.

Đánh giá: Sinh viên hiểu và tự thực hiện được bài thực hành. Khuyến khích:

- Chuẩn bị tốt và đóng góp tích cực tại lớp.
- Có nội dung mở rộng, ứng dụng trong kịch bản phức tạp hơn, có đóng góp xây dựng bài thực hành.

Bài sao chép, trẽ,... sẽ được xử lý tùy mức độ vi phạm.

E. THAM KHẢO

[1] <https://openwrt.org>

HẾT