

# Viktoriia Gnatiuk

## Práctica 1.1. Protocolo IPv4. Servicio DHCP

### Objetivos

En esta práctica se presentan las herramientas que se utilizarán en la asignatura y se repasan brevemente los aspectos básicos del protocolo IPv4. Además, se analizan las características del protocolo DHCP.



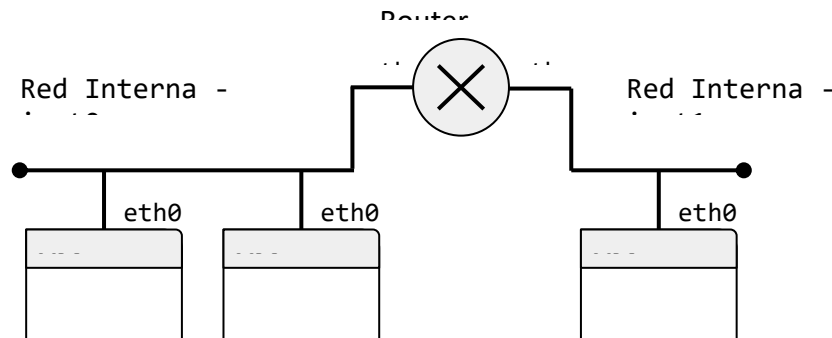
Para cada ejercicio, se tienen que proporcionar los **comandos utilizados con sus correspondientes salidas**, las **capturas de pantalla de Wireshark realizadas**, y la **información requerida de manera específica**.

### Contenidos

- Preparación del entorno para la práctica
- Configuración estática
- Encaminamiento estático
- Configuración dinámica

## Preparación del entorno para la práctica

Configuraremos la topología de red que se muestra en la siguiente figura:



Todos los elementos -el router y las máquinas virtuales VM- son *clones enlazados* de la máquina base ASOR-FE. La configuración de las máquinas se realizará con la utilidad `vtopo1`, que funciona en Linux y Mac (en Windows, la topología ha de crearse directamente con VirtualBox):

1. Definir la máquina base de la asignatura:

```
$ asorregenerate
```

Este comando crea la máquina virtual base (ASOR-FE) en la herramienta VirtualBox.

**Nota:** Este comando solo se debe usar en el laboratorio. En otros equipos, descargar [ASOR-FE.ova](#) e importarlo en VirtualBox.

2. Crear un archivo `pr1.topol` con la topología de la red, que consta de 4 máquinas y dos redes. El contenido del fichero es:

```
netprefix                                inet
machine                                1                                0                                0
machine 2 0 0
machine                                3                                0                                0                                1                                1
machine 4 0 1
```

La sintaxis es:

```
machine <número de VM> <interfaz0> <red0> <interfaz1> <red1> ...
```

3. Crear la topología de red que arrancará las 4 máquinas virtuales (VM1, VM2, Router y VM4).

```
$ vtopol pr1.topol
```

En VirtualBox se definirán las máquinas virtuales `asorfemachine_1` (VM1), `asorfemachine_2` (VM2), `asorfemachine_3` (Router - VM3) y `asorfemachine_4` (VM4).

**Nota:** Este comando está instalado en el laboratorio. En otros equipos, descargar [vtopol](#), dar permisos de ejecución y copiar, por ejemplo, en `/usr/local/bin`.



**Activar el portapapeles bidireccional en las máquinas** (menú Dispositivos) para copiar la salida de los comandos. Las capturas de pantalla se realizarán usando también Virtualbox (menú Ver)

Las **credenciales de la máquina virtual** son: usuario `cursoresdes`, con contraseña `cursoresdes`.

## Configuración estática

En primer lugar, configuraremos cada red de forma estática asignando a cada máquina una dirección IP adecuada.

**Ejercicio 1 [VM1].** Determinar los interfaces de red que tiene la máquina y las direcciones IP y MAC que tienen asignadas. Utilizar el comando `ip`.

**El comando utilizado para obtener las direcciones IP y las MAC es `ip address`**

**Las interfaces de red de todas las máquinas es la `eth0` excepto la del router que a parte de tener la interfaz `eth0` también tiene la `eth1`.**

Máquina	IP	MAC
VM1	192.168.0.2/24	08:00:27:12:c6:d3
VM2	192.168.0.3/24	08:00:27:b8:d6:6a
VM3 o Router	192.168.0.1/24	08:00:27:e8:03:fc
VM3 o Router	172.16.0.1/16	08:00:27:b8:68:a1
VM4	172.16.0.2/16	08:00:27:a6:28:b9

**Ejercicio 2 [VM1, VM2, Router].** Activar los interfaces `eth0` en VM1, VM2 y Router, y asignar una dirección IP adecuada. La configuración debe realizarse con la utilidad `ip`, en particular los comandos `ip address` e `ip link`.

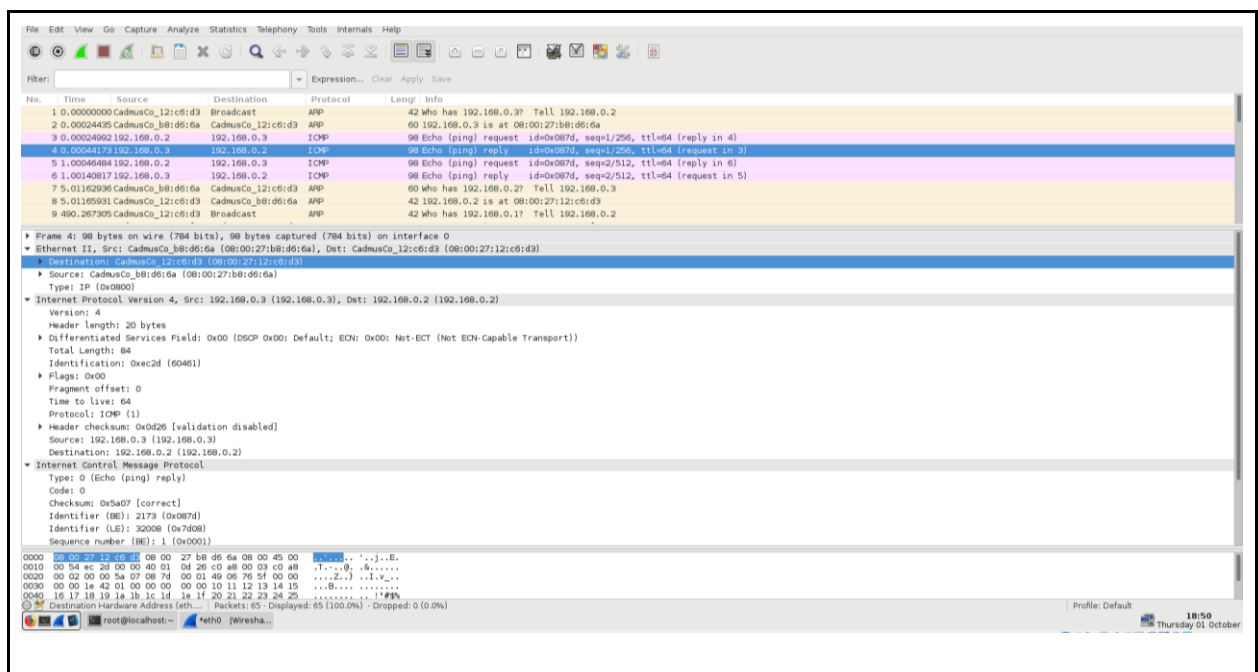
Para activar las interfaces de red se utiliza el comando: `ip link set eth0 up` para todas las máquinas y para el router tambien se utiliza `ip link set eth1 up` para levantar la interfaz para la red 2.  
Para configurar las direcciones ip de cada máquina utilizaremos el comando `ip a add 192.168.0.1/24 dev eth0` cambiando la dirección ip y la interfaz según proceda.

**Ejercicio 3 [VM1, VM2].** Abrir la herramienta Wireshark en VM1 e iniciar una captura en el interfaz de red. Comprobar la conectividad entre VM1 y VM2 con la orden `ping`. Observar el tráfico generado, especialmente los protocolos encapsulados en cada datagrama y las direcciones origen y destino. Para ver correctamente el tráfico ARP, puede ser necesario eliminar la tabla ARP en VM1 con la orden `ip neigh flush dev eth0`.

Completar la siguiente tabla para todos los mensajes intercambiados hasta la recepción de la primera respuesta Echo Reply:

- Anotar las direcciones MAC e IP de los mensajes.
- Para cada protocolo, anotar las características importantes (p. ej. pregunta/respuesta ARP o tipo ICMP) en el campo “Tipo de mensaje”.
- Comparar los datos observados durante la captura con el formato de los mensajes estudiados en clase.

MAC origen	MAC destino	Protocolo	IP origen	IP destino	Tipo de mensaje
08:00:27:12:c6:d3	00:00:00:00:00:00	ARP	192.168.0.2	192.168.0.3	ARP REQUEST
08:00:27:b8:d6:6a	08:00:27:12:c6:d3	ARP	192.168.0.3	192.168.0.2	ARP REPLY
08:00:27:12:c6:d3	08:00:27:b8:d6:6a	ICMP	192.168.0.2	192.168.0.3	Echo ping request (8)
08:00:27:b8:d6:6a	08:00:27:12:c6:d3	ICMP	192.168.0.3	192.168.0.2	Echo ping reply (0)



**Ejercicio 4 [VM1, VM2].** Ejecutar de nuevo la orden `ping` entre VM1 y VM2 y, a continuación, comprobar el estado de la tabla ARP en VM1 y VM2 usando el comando `ip neigh`. El significado del estado de cada entrada de la tabla se puede consultar en la página de manual del comando.

**Tabla de VM1**  
192.168.0.3 dev eth0 lladdr 08:00:27:b8:d6:6a STALE

**Tabla arp de VM2**  
192.168.0.2 dev eth0 lladdr 08:00:27:12:c6:d3 STALE

Segun el manual de ip-neighbour el estado stale significa que la entrada es valida pero sospechosa.

**Ejercicio 5 [Router, VM4].** Configurar Router y VM4 y comprobar su conectividad con el comando ping.

ping 172.168.0.2

Salida:  
PING 172.16.0.2 (172.16.0.2) 56(84) bytes of data.  
64 bytes from 172.16.0.2: icmp\_seq=1 ttl=64 time=0.284 ms  
64 bytes from 172.16.0.2: icmp\_seq=2 ttl=64 time=1.02 ms  
64 bytes from 172.16.0.2: icmp\_seq=3 ttl=64 time=0.900 ms  
^C  
--- 172.16.0.2 ping statistics ---  
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms  
rtt min/avg/max/mdev = 0.284/0.737/1.028/0.325 ms

## Encaminamiento estático

Según la topología de esta práctica, Router puede encaminar el tráfico entre ambas redes. En esta sección, vamos a configurar el encaminamiento estático, basado en rutas que fijaremos manualmente en todas las máquinas virtuales.

**Ejercicio 6 [Router].** Activar el reenvío de paquetes (*forwarding*) en Router para que efectivamente pueda funcionar como encaminador entre las redes. Ejecutar el siguiente comando:

```
$ sudo sysctl net.ipv4.ip_forward=1
```

**Ejercicio 7 [VM1, VM2].** Añadir Router como encaminador por defecto para VM1 y VM2. Usar el comando `ip route`.

```
ip route add default via 192.168.0.1
```

**Ejercicio 8 [VM4].** Aunque la configuración adecuada para la tabla de rutas en redes como las consideradas en esta práctica consiste en añadir una ruta por defecto, es posible incluir rutas para redes concretas. Añadir en VM4 una ruta a la red 192.168.0.0/24 via Router. Usar el comando `ip route`.

```
ip route add 192.168.0.0/24 via 172.16.0.1
```

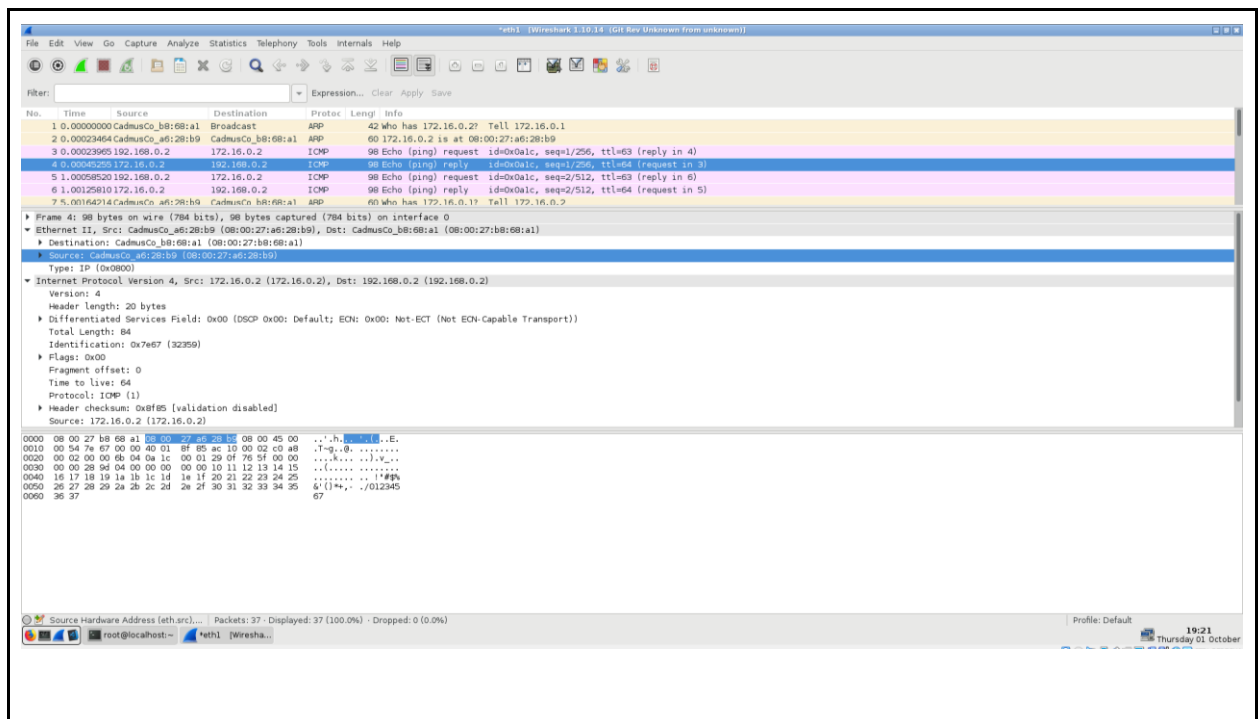
**Ejercicio 9 [VM1, VM4, Router].** Abrir la herramienta Wireshark en Router e iniciar una captura en sus dos interfaces de red. Eliminar la tabla ARP en VM1 y Router. Usar la orden ping entre VM1 y VM4. Completar la siguiente tabla para todos los paquetes intercambiados hasta la recepción del primer *Echo Reply*.

### Red 192.168.0.0/24 - Router (eth0)

MAC origen	MAC destino	Protocolo	IP origen	IP destino	Tipo de mensaje
08:00:27:12:c6:d3	00:00:00:00:00:00	ARP	192.168.0.2	192.168.0.1	ARP REQUEST
08:00:27:e8:03:fc	08:00:27:12:c6:d3	ARP	192.168.0.1	192.168.0.2	ARP REPLY
08:00:27:12:c6:d3	08:00:27:e8:03:fc	ICMP	192.168.0.2	172.16.0.2	Echo request (8)
08:00:27:e8:03:fc	08:00:27:12:c6:d3	ICMP	172.16.0.2	192.168.0.2	Echo reply(0)

### Red 172.16.0.0/16 - Router (eth1)

MAC origen	MAC destino	Protocolo	IP origen	IP destino	Tipo de mensaje
08:00:27:b8:68:a1	00:00:00:00:00:00	ARP	172.16.0.1	172.16.0.2	ARP REQUEST
08:00:27:a6:28:b9	08:00:27:b8:68:a1	ARP	172.16.0.2	172.16.0.1	ARP REPLY
08:00:27:b8:68:a1	08:00:27:a6:28:b9	ICMP	192.168.0.2	172.16.0.2	Echo request (8)
08:00:27:a6:28:b9	08:00:27:b8:68:a1	ICMP	172.16.0.2	192.168.0.2	Echo reply(0)



## Configuración dinámica

El protocolo DHCP permite configurar dinámicamente los parámetros de red de una máquina. En esta sección configuraremos Router como servidor DHCP para las dos redes. Aunque DHCP puede incluir muchos parámetros de configuración, en esta práctica sólo fijaremos el encaminador por defecto.

**Ejercicio 10 [VM1, VM2, VM4].** Eliminar las direcciones IP de los interfaces (`ip addr del`) de todas las máquinas salvo Router.

**Ejercicio 11 [Router].** Configurar el servidor DHCP para las dos redes:

- Editar el fichero `/etc/dhcp/dhcpd.conf` y añadir dos secciones `subnet`, una para cada red, que definan los rangos de direcciones, `192.168.0.50-192.168.0.100` y `172.16.0.50-172.16.0.100`, respectivamente. Además, incluir la opción `routers` con la dirección IP de Router en cada red. Ejemplo:

<pre>subnet      192.168.0.0      netmask      255.255.255.0      {     range 192.168.0.11 192.168.0.50;     option routers 192.168.0.3;     option                                broadcast-address      192.168.0.255; }</pre>	
<pre># # DHCP Server Configuration file. #   see /usr/share/doc/dhcp*/dhcpd.conf.example #   see dhcpd.conf(5) man page #  subnet 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 { range 192.168.0.50 192.168.0.100; option routers 192.168.0.1; option broadcast-address 192.168.0.255; }  subnet 172.16.0.0 netmask 255.255.0.0 { range 172.16.0.50 172.16.0.100; option routers 172.16.0.1; option broadcast-address 172.16.255.255; }</pre>	

- Arrancar el servicio con el comando `service dhcpd start`.

**Ejercicio 12 [Router, VM1].** Iniciar una captura de paquetes en Router. Arrancar el cliente DHCP en VM1 con `dhclient -d eth0` y observar el proceso de configuración. Completar la siguiente tabla:

IP Origen	IP Destino	Mensaje DHCP	Opciones DHCP
0.0.0.0	255.255.255.255	1Discover	Requested IP Address: 10.0.2.15 (10.0.2.15)

192.168.0.1	192.168.0.50	Offer	<ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Option: (53) DHCP Message Type <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 1</li> <li>DHCP: Offer (2)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (54) DHCP Server Identifier <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>DHCP Server Identifier: 192.168.0.1 (192.168.0.1)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (51) IP Address Lease Time <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>IP Address Lease Time: (43200s) 12 hours</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (1) Subnet Mask <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>Subnet Mask: 255.255.255.0 (255.255.255.0)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (28) Broadcast Address <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>Broadcast Address: 192.168.0.255 (192.168.0.255)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (3) Router <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>Router: 192.168.0.1 (192.168.0.1)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (255) End <ul style="list-style-type: none"> <li>Option End: 255</li> <li>Padding</li> </ul> </li> </ul>
0.0.0.0	255.255.255.255	Request	<ul style="list-style-type: none"> <li>DHCP: Request (3)</li> <li>▼ Option: (54) DHCP Server Identifier <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>DHCP Server Identifier: 192.168.0.1 (192.168.0.1)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (50) Requested IP Address <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>Requested IP Address: 192.168.0.50 (192.168.0.50)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (55) Parameter Request List <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 13</li> <li>Parameter Request List Item: (1) Subnet Mask</li> <li>Parameter Request List Item: (28) Broadcast Address</li> <li>Parameter Request List Item: (2) Time Offset</li> <li>Parameter Request List Item: (121) Classless Static Route</li> <li>Parameter Request List Item: (15) Domain Name</li> <li>Parameter Request List Item: (6) Domain Name Server</li> <li>Parameter Request List Item: (12) Host Name</li> <li>Parameter Request List Item: (40) Network Information Service Domain</li> <li>Parameter Request List Item: (41) Network Information Service Server</li> <li>Parameter Request List Item: (42) Network Time Protocol Servers</li> <li>Parameter Request List Item: (26) Interface MTU</li> <li>Parameter Request List Item: (119) Domain Search</li> <li>Parameter Request List Item: (3) Router</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (255) End <ul style="list-style-type: none"> <li>Option End: 255</li> <li>Padding</li> </ul> </li> </ul>
192.168.0.1	192.168.0.50	ACK	<ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Option: (53) DHCP Message Type <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 1</li> <li>DHCP: ACK (5)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (54) DHCP Server Identifier <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>DHCP Server Identifier: 192.168.0.1 (192.168.0.1)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (51) IP Address Lease Time <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>IP Address Lease Time: (43200s) 12 hours</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (1) Subnet Mask <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>Subnet Mask: 255.255.255.0 (255.255.255.0)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (28) Broadcast Address <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>Broadcast Address: 192.168.0.255 (192.168.0.255)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (3) Router <ul style="list-style-type: none"> <li>Length: 4</li> <li>Router: 192.168.0.1 (192.168.0.1)</li> </ul> </li> <li>▼ Option: (255) End <ul style="list-style-type: none"> <li>Option End: 255</li> <li>Padding</li> </ul> </li> </ul>

```
dhclient -d eth0
```

**Ejercicio 13 [VM4].** Durante el arranque del sistema se pueden configurar automáticamente interfaces según la información almacenada en el disco del servidor (configuración persistente). Consultar el fichero /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0 de VM4, que configura automáticamente eth0 usando DHCP. Para configuración estática, se usarían las siguientes opciones:

```
TYPE=Ethernet
BOOTPROTO=none
IPADDR=<dirección IP estática en formato CIDR>
GATEWAY=<dirección IP estática del encaminador por defecto (si existe)>
DEVICE=eth0
```

```
TYPE=Ethernet
BOOTPROTO=none
IPADDR=172.16.0.2
GATEWAY=172.16.0.1
DEVICE=eth0
```

**Nota:** Estas opciones se describen en detalle en /usr/share/doc/initscripts-\*/sysconfig.txt.

**Ejercicio 14 [VM4].** Comprobar la configuración persistente con las órdenes `ifup` e `ifdown`. Verificar la conectividad entre todas las máquinas de las dos redes.

```
pipe 4
[root@localhost ~]# ping 192.168.0.2
PING 192.168.0.2 (192.168.0.2) 56(84) bytes of data.
From 172.16.0.1 icmp_seq=1 Destination Host Unreachable
From 172.16.0.1 icmp_seq=2 Destination Host Unreachable
From 172.16.0.1 icmp_seq=3 Destination Host Unreachable
From 172.16.0.1 icmp_seq=4 Destination Host Unreachable
^C
--- 192.168.0.2 ping statistics ---
6 packets transmitted, 0 received, +4 errors, 100% packet loss, time 5002ms
pipe 4
[root@localhost ~]# ping 192.168.0.50
PING 192.168.0.50 (192.168.0.50) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.50: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.579 ms
64 bytes from 192.168.0.50: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.99 ms
64 bytes from 192.168.0.50: icmp_seq=3 ttl=63 time=1.96 ms
^C
--- 192.168.0.50 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.579/1.513/1.991/0.660 ms
[root@localhost ~]# █
```