

# SWAP: Balanceo de carga en un sitio web

David Cabezas Berrido

dxabezas@correo.ugr.es

16 de abril de 2021

## Índice

1. Preparativos	2
2. Balanceo de carga con NGINX	2
3. Balanceo de carga con HAProxy	4
4. Estadísticas de HAProxy	5
5. Balanceo de carga con Pound	6
6. Someter a carga la granja web con AB	8
7. Análisis comparativo de distintos balanceadores	9
8. Balanceo de carga con Gobetween	10

## 1. Preparativos

Creamos dos archivos `/var/www/html/index.html` básicos en las máquinas 1 y 2, donde se referencia el número de la máquina a la que pertenece el archivo para saber cuál de las dos máquinas atendió la petición.

Creamos una nueva máquina virtual M3 con Ubuntu Server, pero no instalamos los servicios de la práctica 1, ya que no podemos tener a Apache ocupando el puerto 80. Nos limitamos a configurar el doble adaptador de red como hicimos en las otras dos máquinas. Su dirección IP es 192.168.56.103, para hacer peticiones desde la máquina anfitriona.

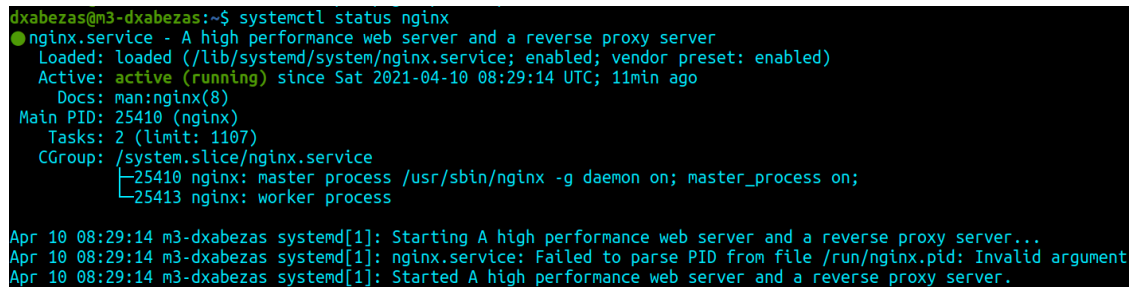
A partir de aquí, todas las órdenes y configuraciones se realizan en M3 a menos que digamos lo contrario.

## 2. Balanceo de carga con NGINX

Comenzamos instalando y lanzando NGINX:

```
sudo apt-get update && sudo apt-get dist-upgrade && sudo apt-get autoremove
sudo apt-get install nginx
sudo systemctl start nginx
```

Comprobamos que el servicio está en funcionamiento.

A terminal window showing the status of the nginx service. The prompt is 'dxabezas@m3-dxabezas:~\$'. The command 'systemctl status nginx' is executed. The output shows that the service is loaded and active (running). It also shows the main PID as 25410 and two tasks: a master process and a worker process. At the bottom, there are log messages from systemd indicating that the service was started successfully.

```
dxabezas@m3-dxabezas:~$ systemctl status nginx
● nginx.service - A high performance web server and a reverse proxy server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/nginx.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Sat 2021-04-10 08:29:14 UTC; 11min ago
     Docs: man:nginx(8)
   Main PID: 25410 (nginx)
    Tasks: 2 (limit: 1107)
   CGroup: /system.slice/nginx.service
           └─25410 nginx: master process /usr/sbin/nginx -g daemon on; master_process on;
             └─25413 nginx: worker process

Apr 10 08:29:14 m3-dxabezas systemd[1]: Starting A high performance web server and a reverse proxy server...
Apr 10 08:29:14 m3-dxabezas systemd[1]: nginx.service: Failed to parse PID from file /run/nginx.pid: Invalid argument
Apr 10 08:29:14 m3-dxabezas systemd[1]: Started A high performance web server and a reverse proxy server.
```

Figura 1: NGINX está activo.

Escribimos en `/etc/nginx/conf.d/default.conf` la configuración que se indica en el guión para que NGINX funcione como balanceador de carga en lugar de como servidor web.

```
upstream balanceo_dxabezas {
    server 192.168.56.101;
    server 192.168.56.102;
}

server{
    listen 80;
    server_name balanceador_dxabezas;
    access_log /var/log/nginx/balanceador_dxabezas.access.log;
    error_log /var/log/nginx/balanceador_dxabezas.error.log;
    root /var/www/;

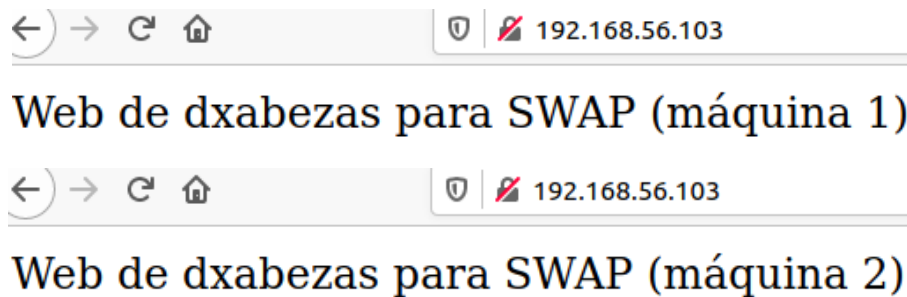
    location /
    {
        proxy_pass http://balanceo_dxabezas;
        proxy_set_header Host $host;
        proxy_set_header X-Real-IP $remote_addr;
        proxy_set_header X-Forwarded-For $proxy_add_x_forwarded_for;
        proxy_http_version 1.1;
        proxy_set_header Connection "";
    }
}
```

Reestauramos el servicio con `sudo service nginx restart`, haremos esto (aunque no lo digamos) cada vez que modifiquemos este fichero. Ahora si visitamos la IP de M3 en el navegador de la máquina anfitriona, observamos que NGINX sigue funcionando como servidor web.



Figura 2: NGINX está funcionando como servidor web.

Como se nos indica en el guión, comentamos la línea `/etc/nginx/sites-enabled/*;` del fichero `/etc/nginx/nginx.conf`. Ahora accedemos a la IP de la máquina 3, y cada vez que refrestamos la página se turnan las máquinas 1 y 2 para servirnos su `index.html`.



Ahora añadimos el parámetro `weight` en el fichero `/etc/nginx/conf.d/default.conf` para que la máquina 2 reciba el doble de peticiones que la 1.

```
upstream balanceo_dxabezas {
    server 192.168.56.101 weight=1;
    server 192.168.56.102 weight=2;
}
```

Si ahora vamos refrescando la página, la máquina que nos atiende en cada momento es: M1, M2, M2, M1, M2, M2, M1, M2, M2, ...

Seguidamente, probamos a cambiar el algoritmo de Round-Robin (por defecto) a IP-HASH para que siempre nos atienda la misma máquina, lo conseguimos añadiendo la directiva `ip_hash` en el fichero de configuración.

```
upstream balanceo_dxabezas {
    ip_hash;
    server 192.168.56.101;
    server 192.168.56.102;
}
```

Ahora, por más que refresquemos la página, nos atiende siempre la misma máquina, en nuestro caso la 2.

Finalmente, activamos las conexiones con keepalive the 3 segundos.

```
upstream balanceo_dxabezas {
    server 192.168.56.101;
    server 192.168.56.102;
```

```
    keepalive 3;
}
```

Aunque no es sencillo comprobar que funciona correctamente, ya que recargar la página abre una conexión nueva. Probamos algunas opciones avanzadas más. De las propuestas en el guión, elegiremos aquellas cuyo funcionamiento podamos comprobar más fácilmente.

```
upstream balanceo_dxabezas {
    ip_hash;
    server 192.168.56.101;
    server 192.168.56.102 down;
}
```

Marcando M2 como down con `ip_hash`, comprobamos que ahora nos atiende M1 en lugar de M2.

```
upstream balanceo_dxabezas {
    server 192.168.56.101;
    server 192.168.56.102 backup;
}
```

Ahora marcamos M2 como backup y siempre nos atiende M1. Si desactivamos el servicio de M1 con `sudo systemctl stop apache2`, pasa a atendernos todo el rato M2.

### 3. Balanceo de carga con HAProxy

Primero apagamos NGINX para que libere el puerto 80 con `sudo systemctl stop nginx`

Instalamos el balanceador con `sudo apt install haproxy`. Añadimos la siguiente configuración al fichero `/etc/haproxy/haproxy.cfg`, y hacemos `sudo systemctl restart haproxy.service` (lo haremos tras cada modificación del fichero de configuración).

```
frontend http-in
    bind *:80
    default_backend balanceo_dxabezas

backend balanceo_dxabezas
    server m1 192.168.56.101:80 maxconn 32
    server m2 192.168.56.102:80 maxconn 32
```

Si ahora hacemos `status`, vemos que el servicio está activo y nuestro balanceador iniciado.

```
dxabezas@m3-dxabezas:~$ sudo systemctl status haproxy
● haproxy.service - HAProxy Load Balancer
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/haproxy.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Mon 2021-04-12 18:11:06 UTC; 1min 32s ago
     Docs: man:haproxy(1)
           file:/usr/share/doc/haproxy/configuration.txt.gz
  Process: 3366 ExecStartPre=/usr/sbin/haproxy -f $CONFIG -c -q $EXTRA_OPTS (code=exited, status=0/SUCCESS)
 Main PID: 3376 (haproxy)
    Tasks: 2 (limit: 1107)
   CGroup: /system.slice/haproxy.service
           └─3376 /usr/sbin/haproxy -Ws -f /etc/haproxy/haproxy.cfg -p /run/haproxy.pid
             └─3377 /usr/sbin/haproxy -Ws -f /etc/haproxy/haproxy.cfg -p /run/haproxy.pid

Apr 12 18:11:06 m3-dxabezas systemd[1]: Starting HAProxy Load Balancer...
Apr 12 18:11:06 m3-dxabezas haproxy[3376]: Proxy http-in started.
Apr 12 18:11:06 m3-dxabezas haproxy[3376]: Proxy http-in started.
Apr 12 18:11:06 m3-dxabezas haproxy[3376]: Proxy balanceo_dxabezas started.
Apr 12 18:11:06 m3-dxabezas haproxy[3376]: Proxy balanceo_dxabezas started.
Apr 12 18:11:06 m3-dxabezas systemd[1]: Started HAProxy Load Balancer.
```

Si ahora accedemos a `192.168.56.103` desde el navegador, observamos que las dos máquinas se turnan para servirnos su `index.html`.

Ahora configuramos la ponderación.

```
frontend http-in
    bind *:80
    default_backend balanceo_dxabezas

backend balanceo_dxabezas
    server m1 192.168.56.101:80 maxconn 32 weight 2
    server m2 192.168.56.102:80 maxconn 32 weight 1
```

Si refrescamos la página nos atiende M1, M1, M2, M1, M1, M2, M1, M1, M2, ...

Ahora buscaremos algunas opciones avanzadas. Seleccionamos balanceo por IP-HASH.

```
frontend http-in
    bind *:80
    default_backend balanceo_dxabezas

backend balanceo_dxabezas
    balance source
    hash-type consistent
    server m1 192.168.56.101:80 maxconn 32
    server m2 192.168.56.102:80 maxconn 32
```

Ahora nos atiende siempre M1.

Finalmente, ponemos M1 en modo **backup**. Debemos añadir **check**, ya que no se activa el servidor de backup si **check** no devuelve **DOWN**. Si no añadimos la comprobación, las peticiones no son atendidas.

```
frontend http-in
    bind *:80
    default_backend balanceo_dxabezas

backend balanceo_dxabezas
    server m1 192.168.56.101:80 maxconn 32 check backup
    server m2 192.168.56.102:80 maxconn 32 check
```

Nos atiende siempre M2, pero cuando apagamos el servicio Apache2 en M2, pasa a atendernos siempre M1.

## 4. Estadísticas de HAProxy

Dejamos la configuración con Round-Robin básico, pero mantenemos los **check**.

Ahora añadimos la siguiente configuración (a HAProxy) para habilitar las estadísticas: En **global** escribimos **stats socket /var/lib/haproxy/stats**, sustituyendo la anterior línea de **stats socket**; y añadimos el siguiente bloque:

```
listen stats
    bind *:9999
    mode http
    stats enable
    stats uri /stats
    stats realm HAProxy\ Statistics
    stats auth dxabezas:dxabezas
```

Reseteamos el servicio. Ahora, en la ruta **/stats** del puerto 9999 podemos ver las estadísticas, logueandonos primero con **dxabezas** tanto como usuario como contraseña.

## HAProxy version 1.8.8-1ubuntu0.11, released 2020/06/22

### Statistics Report for pid 2375

#### > General process information

pid = 2375 (process #1, nproc = 1, nbthread = 1)  
uptime = 0d 0h26m04s  
system limits: memmax = unlimited; ulimit-n = 4032  
maxsock = 4032; maxconn = 2000; maxpipes = 0  
current conns = 1; current pipes = 0/0; conn rate = 1/sec  
Running tasks: 1/6; idle = 100 %

active UP      backup UP  
active UP, going down      backup UP, going down  
active DOWN, going up      backup DOWN, going up  
active or backup DOWN      not checked  
active or backup DOWN for maintenance (MAINT)  
active or backup SOFT STOPPED for maintenance  
Note: "NOLB"/"DRAIN" = UP with load-balancing disabled.

Display option:

- Scope :
- Hide 'DOWN' servers
- Refresh now
- CSV export

External resources:

- Primary site
- Updates (v1.8)
- Online manual

stats		Queue			Session rate			Sessions					Bytes		Denied		Errors		Warnings		Server											
		Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Total	LbTot	Last	In	Out	Req	Resp	Req	Conn	Resp	Retr	Redis	Status	LastChk	Wght	Act	Bck	Chk	Dwn	Dwntme	Thrtle	
Frontend					1	2	-	1	1	2 000	23			18 883	522 228	0	0	0					OPEN									
Backend		0	0		0	2		0	1	200	18	0	0s	18 883	522 228	0	0		18	0	0	0	26m4s UP		0	0	0		0			

http-in		Queue			Session rate			Sessions					Bytes		Denied		Errors		Warnings		Server											
		Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Total	LbTot	Last	In	Out	Req	Resp	Req	Conn	Resp	Retr	Redis	Status	LastChk	Wght	Act	Bck	Chk	Dwn	Dwntme	Thrtle	
Frontend					0	1	-	0	1	2 000	10			34 385	32 200	0	0	0					OPEN									

balanceo_dxabezas		Queue			Session rate			Sessions					Bytes		Denied		Errors		Warnings		Server										
		Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Total	LbTot	Last	In	Out	Req	Resp	Req	Conn	Resp	Retr	Redis	Status	LastChk	Wght	Act	Bck	Chk	Dwn	Dwntme	Thrtle
m1		0	0	-	0	3		0	1	32	40	40	35s	16 962	16 089		0		0	0	0	0	no check		1	Y	-				-
m2		0	0	-	0	4		0	1	32	40	40	35s	17 423	16 111		0		0	0	0	0	no check		1	Y	-				-
Backend		0	0		0	7		0	1	200	80	80	35s	34 385	32 200	0	0		0	0	0	0	26m4s UP		2	2	0		0	0s	

Figura 3: Estadísticas de HAProxy, podemos ver los pesos de cada servidor, las sesiones totales, las sesiones actuales de cada servidor (Cur=0), el máximo (1) y el límite de sesiones concurrentes (maxconn 32); también el tiempo que llevan funcionando.

Añadiendo estas dos líneas a `listen stats` y restaurando el servicio, hacemos que los datos se refresquen cada 15 segundos, y que podamos modificar marcar los servidores como DOWN o MAINTENANCE, o cortar sus sesiones actuales.

```
stats refresh 15s
stats admin if TRUE
```

balanceo_dxabezas																																
<input type="checkbox"/>		Queue			Session rate			Sessions			Bytes		Denied		Errors			Warnings		Status			Server									
		Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Total	LbTot	Last	In	Out	Req	Resp	Req	Conn	Resp	Retr	Redis		LastChk	Wght	Act	Bck	Chk	Dwn	Dwntme	Thrtle	
<input type="checkbox"/>	m1	0	0	-	0	0		0	0	32	0	0	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41s UP	L4OK in 1ms	1	Y	-	0	0	0s	-	
<input checked="" type="checkbox"/>	m2	0	0	-	0	0		0	0	32	0	0	?	0	0	0	0	0	0	0	0	41s UP	L4OK in 1ms	1	Y	-	0	0	0s	-		
	Backend	0	0		0	0		0	0	200	0	0	?	0	0	0	0	0	0	0	0	41s UP		2	2	0		0	0s			

Choose the action to perform on the checked servers :

~

Apply

Figura 4: Podemos elegir acciones que aplicar a los servidores que marcamos.

## 5. Balanceo de carga con Pound

Descargamos el programa de aquí: <https://packages.ubuntu.com/xenial-updates/amd64/pound/download>.

Ahora nos vamos al fichero de configuración `/etc/pound/pound.cfg` y escribimos lo siguiente:

```
ListenHTTP
    Address 192.168.56.103
    Port    80
End

Service
    Backend
        Address 192.168.56.101
        Port    80
        Priority 2
    End

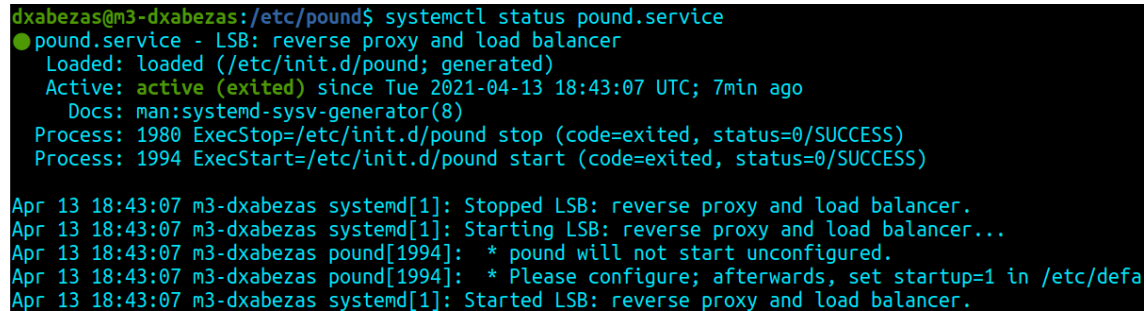
    Backend
        Address 192.168.56.102
```

```

        Port      80
        Priority    1
    End
End

```

Además, hay que cambiar `startup=0` por `startup=1`, en el fichero `/etc/default/pound` como se indica en el siguiente mensaje de estado (sale cortado):



```

dxabezas@m3-dxabezas:/etc/pound$ systemctl status pound.service
● pound.service - LSB: reverse proxy and load balancer
   Loaded: loaded (/etc/init.d/pound; generated)
   Active: active (exited) since Tue 2021-04-13 18:43:07 UTC; 7min ago
     Docs: man:systemd-sysv-generator(8)
  Process: 1980 ExecStop=/etc/init.d/pound stop (code=exited, status=0/SUCCESS)
  Process: 1994 ExecStart=/etc/init.d/pound start (code=exited, status=0/SUCCESS)

Apr 13 18:43:07 m3-dxabezas systemd[1]: Stopped LSB: reverse proxy and load balancer.
Apr 13 18:43:07 m3-dxabezas systemd[1]: Starting LSB: reverse proxy and load balancer...
Apr 13 18:43:07 m3-dxabezas pound[1994]: * pound will not start unconfigured.
Apr 13 18:43:07 m3-dxabezas pound[1994]: * Please configure; afterwards, set startup=1 in /etc/defa
Apr 13 18:43:07 m3-dxabezas systemd[1]: Started LSB: reverse proxy and load balancer.

```

Figura 5: El servicio no arrancará hasta que no se marque como configurado.

Hemos aprovechado para poner ponderaciones con `Priority`. Nos conectamos a la IP de M3 desde el navegador y nos M1 atiende el doble de peticiones que M2.

Se pueden poner más opciones como `Timeout 10`, para fijar un tiempo de `Timeout` de 10 segundos antes de que Pound considere que el servidor no va a responder.

Como opción avanzada, introducimos `Emergency`, para que sólo use el servidor cuando el resto falle.

```

Service
    BackEnd
        Address 192.168.56.101
        Port     80
    End

    Emergency
        Address 192.168.56.102
        Port     80
    End
End

```

Ahora nos atiende siempre M1, pero si apagamos el servicio Apache2 en M1 pasa a atendernos M2.

Finalmente, Pound tiene una funcionalidad similar al IP-Hash llamada `Session`, que hace que las peticiones provenientes de la misma IP sean atendidas por la misma máquina dentro de un tiempo, a partir del cual se descarta la sesión. Dejamos la configuración de esta forma:

```

Service
    BackEnd
        Address 192.168.56.101
        Port     80
    End

    BackEnd
        Address 192.168.56.102
        Port     80
    End

    Session
        Type IP

```





```

Server Software:      Apache/2.4.29
Server Hostname:      192.168.56.103
Server Port:          80

Document Path:        /index.html
Document Length:      121 bytes

Concurrency Level:    10
Time taken for tests:  7.943 seconds
Complete requests:    10000
Failed requests:       0
Total transferred:    3910000 bytes
HTML transferred:     1210000 bytes
Requests per second:  1259.00 [#/sec] (mean)
Time per request:     7.943 [ms] (mean)
Time per request:     0.794 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:        480.73 [Kbytes/sec] received

Connection Times (ms)
                  min    mean[+/-sd] median    max
Connect:          0      0   0.1      0      4
Processing:        2      8   1.9      8     23
Waiting:           1      6   1.7      6     20
Total:             2      8   1.9      8     23

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%      8
 66%      8
 75%      9
 80%      9
 90%     10
 95%     11
 98%     13
 99%     14
100%     23 (longest request)

```

Figura 6: Salida de Apache Benchmark. In la primera imagen nos informa del progreso de benchmarking. En la segunda imagen tenemos información sobre el servidor y el fichero solicitado (`index.html`), así como del número de peticiones y bytes transferidos y el tiempo tomado. En la tercera imagen tenemos estadísticas sobre los tiempos que toma la conexión, procesamiento y espera de las peticiones, y también los milisegundos bajo los cuales se han atendido distintos porcentajes de peticiones.

Aunque vayamos a utilizar el criterio peticiones/segundo (en este caso 1259, segunda imagen) para comparar los balanceadores, también son muy interesantes las medias de la tercera imagen. Nos permiten “asegurar” que nuestro servidor atiende cierto porcentaje de las peticiones en cierto tiempo. Ej: “Generalmente, ninguna petición tarda en atenderse más de 23 ms”, “El 99 % de las peticiones que recibe son atendidas en 14 segundos o menos”.

Por último, introduciremos algunas opciones y parámetros de Apache Benchmark que pueden ser útiles.

- `-e archivo.csv` genera un archivo CSV con los datos de la segunda mitad de la tercera imagen.
- `-q` elimina los mensajes de progreso.
- `-t 60` indica el número máximo de segundos que durará el benchmark aunque no se completen todas las peticiones, en este caso 60.
- `-p archivo` para hacer peticiones de POST de un archivo.
- `-u archivo` para hacer peticiones de PUT de un archivo.
- `-T content-type` indica el header para POST y PUT, es obligatorio si se usa alguna de las dos opciones anteriores.

## 7. Análisis comparativo de distintos balanceadores

En la siguiente tabla recogemos las peticiones por segundo de cada balanceador con cada algoritmo para un benchmark como el anterior, con 10000 peticiones y concurrencia 10.

Cabe destacar que no estamos seguros de que Pound haga Round Robin por defecto. De hecho sospecho que no, puesto que a veces nos atiende dos veces seguidas la misma máquina. También para Pound utilizamos Session en lugar de IP-Hash, ambos comparten el objetivo de que varias peticiones de la misma IP sean atendidas por la misma máquina.

peticiones/s	Round-Robin	IP-Hash / Session
NGINX	1946.2	2119.05
HAProxy	1666.1	1718.69
Pound	1259	1185.1

TODO: session mucho más lento que IP-Hash TODO: grafico de barras

## 8. Balanceo de carga con Gobetween

Primero instalamos Go 1.15 siguiendo estas instrucciones: <https://tecadmin.net/install-go-on-ubuntu/>, es necesario para la instalación.

Instalamos el balanceador desde la terminal, nos vamos a `/etc/` y ejecutamos

```
sudo git clone https://github.com/yyyar/gobetween.git
cd gobetween
sudo -E make install
```