

## Instal·lacions per PXE

Fins ara, per iniciar una instal·lació per xarxa, d'una banda teníem un servidor HTTP (també podria haver sigut FTP o NFS) amb tots els paquets a instal·lar compartits i d'altra banda arrencàvem el client amb una iso que (després d'arrencar un gestor d'arrencada i executar un kernel+initrd) posava en marxa un instal·lador, el qual permetia apuntar a aquest servidor per tal de descarregar els paquets. Però existeix un mecanisme d'instal·lació per xarxa en el qual el client no necessita arrencar cap iso local. Es tracta del mecanisme anomenat PXE, pel qual una màquina client pot utilitzar la seva pròpia BIOS/UEFI per "arrencar per xarxa" i així obtenir d'un servidor remot el gestor d'arrencada necessari per posar en marxa un kernel+initrd (remot també) i donar pas finalment a l'execució de l'instal·lador (o de qualsevol altre programa que es decideixi). És a dir, PXE permet que la màquina on es pretén instal·lar el sistema només necessiti arrencar per xarxa per tal de descarregar d'un servidor (prèviament configurat) tots els fitxers necessaris: gestor d'arrencada-->kernel+initrd-->instal·lador-->paquets. Això vol dir que els clients podrien ser perfectament màquines sense disc dur, ja que obtindrien tots els fitxers necessaris d'un altre ordinador: l'únic requisit és poder arrencar per xarxa.

El gestor d'arrencada que s'utilitza en aquests casos sol ser Pxelinux, pertanyent al projecte Syslinux (<http://www.syslinux.org>). En realitat, Pxelinux és bàsicament un fitxer binari anomenat "lpxelinux.0", el qual ha de venir acompanyat de l'arxiu de configuració del menú d'arrancada (que l'hauréu de crear a mà i el podrem anomenar de diferents maneres, tal com veurem de seguida).

**NOTA:** Dins del projecte Syslinux trobem altres gestors d'arrencada "cosins germans" del Pxelinux, com ara l'Isolinux (usat per arrencar Cds/DVDs) o l'Extlinux (usat per arrencar particions FAT/Ext/Btrfs -i, per tant, similar en objectius al Grub-). En el cas de l'Isolinux el fitxer binari s'anomena "isolinux.bin" (i el seu fitxer de configuració, "isolinux.cfg"), i en el cas de l'Extlinux hi ha una combinació de dos fitxers binaris "mbr.bin" + "ldlinux.sys" (amb l'arxiu de configuració "syslinux.cfg").

**NOTA:** En realitat, Pxelinux ofereix diferents binaris que en essència són el mateix (gestors d'arranc per xarxa) però que difereixen en els detalls. Concretament, a més del gestor "lpxelinux.0" (que és el que farem servir), també incorpora un altre gestor més primitiu anomenat "pxelinux.0", el qual no és tan complet (bàsicament no és capaç d'entendre el protocol HTTP a l'hora de trobar remotament els fitxers de la iso a arrencar i per tant ha de fer servir un altre molt més limitat anomenat TFTP) i altres que tampoc estudiarem per ser massa específics.

La infraestructura necessària per realitzar una arrencada PXE consta d'un servidor DHCP i d'un servidor HTTP. La funció del primer és doble: concedir direccions IP als clients i, un cop fet això, informar-los del lloc on poden connectar per trobar el gestor d'arranc (és a dir, el fitxer "lpxelinux.0" i la seva configuració) i també el kernel+initrd. A partir d'aquí, el kernel hauria d'estar configurat (mitjançant els paràmetres adients) per poder arrencar la resta del sistema desitjat). El lloc on ha d'estar el PXELinux i el kernel+initrd ha de ser una carpeta compartida pel servidor HTTP.

Els passos concrets per realitzar una arrencada PXE en un laboratori de màquines virtuals VirtualBox són els següents:

1. Tenir una màquina "servidora" que tingui dues tarjes de xarxa: una en mode NAT (per tenir Internet) i una altra en mode "xarxa interna" (per a què el servidor DHCP que posarem en marxa als apartats següents no interfereixi amb la resta de màquines de l'aula).
2. Arrencar aquesta màquina i assignar de forma permanent la direcció IP 192.168.1.1 a la seva tarja en mode "xarxa interna" (que aquí suposarem que és "enp0s8"), ja sigui via `/etc/network/interfaces`, `/etc/systemd/network/1erele.network` o qualsevol altre sistema.

**NOTA:** Sigui quina sigui, la direcció IP que es doni ha de pertànyer a la mateixa xarxa que la especificada al pas següent a la secció subnet de l'arxiu `dhcpd.conf` (però no ha de ser cap de les assignades als clients)

3. Instal·lar-hi el servidor DHCP d'ISC (a Ubuntu/Debian es faria amb *apt install isc-dhcp-server*). La configuració d'aquest servidor es troba a l'arxiu */etc/dhcp/dhcpd.conf* ; cal afegir al final de tot d'aquest fitxer línies similars a les següents:

```
subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 {
    range 192.168.1.10 192.168.1.250;
    option subnet-mask 255.255.255.0;
    option routers 192.168.1.1;           #Porta d'enllaç dels clients (farem que sigui el propi servidor)
    option domain-name-servers 8.8.8.8,8.8.4.4; #Servidors DNS del clients (farem que siguin els de Google)
    #La següent línia indica la carpeta dins del servidor HTTP on es troba el gestor d'arranc "lpxelinux.0"
    filename "http://192.168.1.1/lpxelinux.0";
}
```

**NOTA:** El servidor DHCP pot estar funcionant perfectament en una altra màquina diferent d'on estigui funcionant el servidor HTTP, però per simplicitat es sol utilitzar la mateixa màquina pels dos servidors

**NOTA:** En molts llocs d'Internet s'explica que el fitxer "lpxelinux.0" cal ubicar-lo en un servidor de tipus TFTP (en comptes de HTTP). En teoria els servidors TFTP estan més optimitzats per servir ràpidament fitxers petits als clients. No obstant, no farem servir aquest tipus de servidors perquè igualment hauríem d'acabar fent servir un servidor HTTP per oferir el contingut de les isos que volguessim arrencar als clients. Així que no val la pena tenir tres servidors (DHCP+TFTP+HTTP) quan amb dos (DHCP+HTTP) ja n'hi ha prou.

4. Per acabar de configurar el servidor DHCP cal modificar un altre arxiu; concretament, l'arxiu */etc/default/isc-dhcp-server*, i més concretament, la seva línia *INTERFACESv4=""*, la qual ha de quedar així: *INTERFACESv4="enp0s8"*. Finalment, cal reiniciar el dimoni un cop hagi gravat els canvis per tal de posar en marxa el servidor DHCP amb la configuració recent definida (*systemctl restart isc-dhcp-server*)

**NOTA:**Aquesta línia serveix per establir quina (o quines, si es vol) de les tarjes de xarxa que pot tenir la màquina serà utilitzada pel servidor DHCP per escoltar les peticions d'ips dels clients.

5. Instal·lar els paquets "syslinux" i "pxelinux" i seguidament copia el fitxer "lpxelinux.0", (que a Ubuntu/Debian es trobarà a la carpeta */usr/lib/PXELINUX*) i els fitxers "vesamenu.c32", "ldlinux.c32", "libcom32.c32" i "libutil.c32" (que a Ubuntu/Debian es trobaran a */usr/lib/syslinux/modules/bios*) dins de la carpeta */var/www/html*

Allà on es trobi "lpxelinux.0" hauràs de crear una nova carpeta anomenada "pxelinux.cfg", dins de la qual s'hauran de crear els diferents arxius de configuració del menú d'arrencada del Pxelinux (perquè n'hi pot haver varis). Aquests fitxers tenen diferents noms possibles (per ordre d'execució): "aa-bb-cc-dd-ee-ff" (direcció MAC) per a que només afecti a una màquina client concreta (la que tingui la MAC corresponent), o el nom d'una ip en hexadecimal (192.168.2.91 -> C000025B), -o traient un dígit hexadecimal al nom anterior començant per la dreta, i un altre, i un altre més...- per a què vagin afectant cada cop a més clients de xarxa, o bé, finalment, es pot anomenar "default". Normalment només existeix aquest últim fitxer, ja que és el que utilitzen tots els clients sense distinció.

6. Crear un fitxer "default" dins de la carpeta "pxelinux.cfg" amb aquest contingut:

```
UI vesamenu.c32
TIMEOUT 50
MENU TITLE Instal·lacions PXE
LABEL Opcio1
    MENU LABEL Instal·lació Ubuntu
    MENU DEFAULT
    KERNEL xxx
    INITRD yyy
    APPEND zzz
LABEL Opcio2
    MENU LABEL Instal·lació Fedora
    KERNEL xxx
    INITRD yyy
    APPEND zzz
```

7. Canviar el mode de la tarja de xarxa de la màquina client per a què sigui "xarxa interna" i arrenca-la per xarxa (per fer això hauràs de canviar l'ordre d'arranc a "Paràmetres->"Sistema"->pestanya "Placa base"). Comprova que aparegui el menú del PxeLinux amb les dues opcions definides anteriorment. No obstant, com encara no hem copiat cap kernel al servidor, no funciona cap d'aquestes opcions (encara).

**NOTA:** Fixa't que al principi de l'arranc del client aparegui en blanc la paraula "iPXE". Si només apareix "PXE" (sense la "i", que significa "improved") vol dir que la màquina virtual client està fent servir un mètode d'arranc per xarxa obsolet que no funcionarà amb el tipus de servidor PXE que hem implementat. Per defecte VirtualBox fa servir "iPXE" i per tant, no hauríem de tenir cap problema però resulta que si tenim instal·lat l'"Extension Pack" (molt útil, per exemple, per utilitzar pendrives a les màquines virtuals), una de les coses que fa és revertir l'arranc "iPXE" a "PXE". La solució passa o bé per desinstal·lar l'"Extension Pack" (això es pot fer anant a l'opció adient del menú "File->Preferences" del VirtualBox) o bé, si això no es vol, arrencant la màquina client no per xarxa sinó per CD fent-li una iso especial que permetrà, a mode de "trampolí", realitzar l'arranc per xarxa "iPXE". D'aquesta iso en parlarem més endavant, però per ara només caldrà descarregar-la d'aquí (<http://boot.ipxe.org/ipxe.iso>) i, tal com hem dit, posar-la a la lectora de CD de la màquina virtual per a què arrenqui des d'allà.

Dins de la mateixa carpeta on acabes de copiar "lpxelinux.0" (/var/www/html), ara haurem de copiar un kernel i el seu arxiu initrd corresponent. El més habitual en un entorn PXE és voler arrencar l'instal·lador del sistema (encara que també podríem arrencar un sistema Live, però d'això ja en parlarem més endavant); això vol dir que en principi podríem fer servir la mateixa parella kernel+initrd present dins del CD/DVD d'instal·lació del sistema que volem arrencar. No obstant, la parella kernel+initrd que es fa servir per arrencar l'instal·lador estàndard d'un CD/DVD no incorpora cap driver de xarxa perquè no li cal (tots els paquets que haurà d'anar a buscar es troben dins del propi CD/DVD); en canvi, la parella kernel+initrd que ha de realitzar un arranc per xarxa sí que necessita tenir integrat un driver de xarxa per tal de poder entendre, com a mínim, el protocol HTTP i poder així descarregar els paquets necessaris d'un servidor web (ja sigui local o remot).

Afortunadament, a les distribucions més famoses aquests aquests parella kernel+initrd especial es troba, per conveniència, també dins de les isos d'instal·lació (és a dir, dins de la iso de l'Ubuntu Server, del Fedora Server, etc). Així que per aconseguir aquests dos fitxers podríem simplement muntar la iso desitjada i agafar-los d'allà. Concretament, a Ubuntu la parella kernel+initrd optimitzada per instal·lacions PXE la trobem dins la carpeta "install/netboot/ubuntu-installer/amd64" amb el nom de "linux" i "initrd.gz".

Alternativament, aquests dos fitxers es podrien aconseguir simplement descarregant-los d'Internet: en concret, el mateix kernel+initrd especialitzat per arranc PXE que es troba a la iso de l'Ubuntu Server 18.04 es pot trobar en aquesta direcció: <http://archive.ubuntu.com/ubuntu/dists/bionic/main/installer-amd64/current/images/netboot/ubuntu-installer/amd64/> (en realitat, allà no només hi ha el kernel+initrd, sinó també un fitxer "pxelinux.0" juntament amb la seva configuració de menú...és a dir, tot el necessari per col·locar a la carpeta compartida del servidor HTTP).

**NOTA:** Per trobar els kernels+initrd d'altres versions d'Ubuntu, només cal canviar el nom "bionic" de la URL anterior pel nom de versió desitjat.

8. Dins de la màquina servidora, descarrega't la parella kernel+initrd disponible a la direcció escrita al paràgraf anterior (pots fer servir la comanda `wget` per això). Copia aquesta parella de fitxers allà on es trobi el fitxer lpxelinux.0 (és a dir, en el nostre cas a /var/www/html) i modifica les línies següents (corresponents a Opcio1) del fitxer de configuració del lpxelinux.0 per tal de què quedin així:

```
KERNEL linux  
INITRD initrd.gz
```

**NOTA:** A versions anteriors d'Ubuntu a més calia escriure a la línia APPEND el paràmetre "debian-installer/net-image=<http://192.168.1.1/ISOUbuntu/install/filesystem.squashfs>" per tal d'indicar al kernel la URL (accessible gràcies a haver muntat prèviament la iso de l'Ubuntu en, en aquest cas, la carpeta /var/www/html/ISOUbuntu) on havia d'anar a trobar un arxiu anomenat "filesystem.squashfs", a l'interior del qual es trobava una segona part de l'instal·lador d'Ubuntu (sense la qual, lògicament, la instal·lació no podia realitzar-se); la primera part de l'instal·lador es trobava directament dins del "initrd.gz". Però a les darreres versions d'Ubuntu tot l'instal·lador s'ha traslladat a dins del "initrd.gz", no fent necessari, per tant, l'ús del paràmetre descrit.

**NOTA:** En comptes de què `/var/www/html/ISOUbuntu` sigui directament el punt de muntatge d'una iso, no hi hauria cap problema en muntar la iso en un altre lloc temporalment i copiar-hi allà tot el seu contingut (fent per exemple `mount -o loop /ruta/arxiu.iso /ruta/unacarpeta` i llavors `shopt -s dotglob && cp -r /ruta/unacarpeta/* /var/www/html/ISOUbuntu`). La comand `shopt` en aquest cas concret serveix per a què l'asterisc del `cp` tingui en compte també els arxius i carpetes ocultes, cosa que per defecte no fa (i, per tant, no es copiarien).

**NOTA:** La parella `kernel+initrd` podria ubicar-se perfectament en un servidor HTTP remot gràcies a l'ús de "lpxlinux.0" en comptes de "pxlinux.0", podent-los referenciar així:

KERNEL `http://ip.serv.Http/linux`

INITRD `http://ip.serv.Http/initrd.gz`

9. Arrenca la màquina client i selecciona, al menú ofert per Pxlinux, l'opció d'arrencar el kernel d'Ubuntu. Veuràs que automàticament es posa en marxa l'instal.lador. Avança les pantalles típiques que van sortint (teclat, idioma, etc) fins arribar, després d'haver obtingut ip via DHCP, a veure un missatge d'error com aquest: "The installer failed to process preconfiguration file from `http://192.168.1.1/lpxlinux.0`". Per solucionar aquest error, apaga la màquina virtual client i edita l'arxiu `dhcpd.conf` del servidor DHCP per a que quedi així (les modificacions estan marcades en negreta); reinicia seguidament el servei:

```
subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 {
    range 192.168.1.10 192.168.1.250;
    option subnet-mask 255.255.255.0;
    option routers 192.168.1.1;
    option domain-name-servers 8.8.8.8,8.8.4.4;
    if substring(option vendor-class-identifier, 0, 3) != "d-i" {
        filename "http://192.168.1.1/pxlinux.0";
    }
}
```

**NOTA:** El motiu del canvi (que només és necessari si es fa servir l'instal.lador d'Ubuntu: amb el de Fedora ja funcionaria com estava) és que quan l'instal.lador d'Ubuntu torna a demanar una ip via DHCP, torna a descarregar-se el fitxer "lpxlinux.0". Com que en aquell moment això no toca, l'instal.lador d'Ubuntu reacciona emitint aquest error. El que fan les modificacions és forçar a què només es descarregui el fitxer "lpxlinux.0" quan la sol.licitud d'ip la faci un client que no sigui l'instal.lador d'Ubuntu. Per saber si el client no és l'instal.lador d'Ubuntu, el servidor DHCP mira les primeres lletres de l'identificador internacional que tots els clients DHCP incorporen, i es comprova si és diferent de "d-i" -de "debian-installer"- (d'aquí la condició `option-vendor-class-identifier != d-i`).

10. Torna a arrencar un altre cop la màquina virtual client. Veuràs que ara ja no apareix l'error que sortia. Segueix endavant fins arribar a una pantalla on pots escollir de quin servidor HTTP del món vols descarregar-te els paquets a instal.lar. Selecciona l'opció "Introduir rèplica manualment" i, a la següent pantalla especifica la IP del teu servidor Apache (és a dir, 192.168.1.1) i tot seguit, a la següent pantalla, especifica la subcarpeta dins de `/var/www/html` on es troba el contingut de la iso (és a dir, `/ISOUbuntu`). Un cop fet això, hauries de veure com el procés d'instal.lació continua sense problemes. I ja està

**NOTA:** Si escolliessis un servidor qualsevol d'Internet veuries que la instal.lació no pot continuar. Això és normal perquè la tarja de xarxa de la teva màquina client està configurada com a "xarxa interna", i per tant, no té accés a Internet. (en una màquina real la instal.lació sí que continuaria sense problemes però més lenta).

---

**8BIS.** Dins de la màquina servidora, descarrega't ara la parella `kernel+initrd` de Fedora (per això pots fer servir la `wget` anant a [http://ftp.cica.es/fedora/linux/releases/28/Server/x86\\_64/os/images/pxeboot](http://ftp.cica.es/fedora/linux/releases/28/Server/x86_64/os/images/pxeboot) ; els fitxers que ens interessin s'anomenen "vmlinuz" i "initrd.img" respectivament -i es poden trobar també dins de la ISO del Fedora Server, a l'interior de la carpeta "images/pxeboot"-). Copia aquesta parella de fitxers allà on es trobi el fitxer `lpxlinux.0` (és a dir, en el nostre cas a `/var/www/html`) i modifica les línies següents (corresponents a Opcio2) del fitxer de configuració del `lpxlinux.0` per tal de què quedin així:

```
KERNEL vmlinuz
INITRD initrd.img
APPEND inst.stage2=http://192.168.1.1/ISOFedora
```

**NOTA:** Per trobar els kernels+initrd d'altres versions de Fedora, només cal canviar la cadena "test/28\_Beta" de l'URL anterior pel número desitjat.

**NOTA:** L'instal.lador de Fedora es troba dins de la iso del Fedora com si fos un paquet més. Això vol dir que, a l'igual que passava amb versions anteriors d'Ubuntu, hem de dir-li al kernel on es troba aquest programa instal.lador. Ara això es fa amb el paràmetre "inst.stage2", el qual ha d'apuntar a l'interior de (el punt de muntatge de) la iso del Fedora Server. Noteu que, a diferència d'Ubuntu, com a valor d'aquest paràmetre no s'indica la ruta de cap arxiu exacte "filesystem.squashfs" sinó la d'una carpeta, carpeta que contindrà tots els possibles arxius que es necessitaran.

**NOTA:** Els paràmetres que es poden escriure a la línia APPEND poden ser de tres tipus diferents: o bé poden ser paràmetres del kernel (es poden consultar a *man 7 bootparam*), o bé paràmetres relacionats amb el programa gestor-creador de l'arxiu "initrd", el qual a sistemes Debian és "initramfs-tools" (*man 8 initramfs-tools*) i a sistemes Fedora és Dracut (*man 7 dracut.cmdline*) o bé paràmetres del propi instal.lador (per exemple, a Fedora són tots aquells que comencen el seu nom amb el prefix "inst."

**10BIS.** Torna a arrencar la màquina client (comprova abans que tingui més de 1,5GB de RAM...si no l'instal.lador petarà!). Veuràs que apareix l'instal.lador de Fedora. Després d'haver indicat (mitjançant el botó adient) que l'origen dels paquets sigui també <http://192.168.1.1/ISOFedora>, i comprovar que el procés d'instal.lació s'executi sense problemes, fes una captura de pantalla i no cal que continuïs.

A més del paràmetre "inst.stage2" (que indica, com ja hem dit, la carpeta d'un servidor HTTP on es troba l'instal.lador), ja vam veure en un PDF anterior que també existia el paràmetre "inst.repo", el qual indica la carpeta d'un servidor HTTP des d'on es vol descarregar els paquets a instal.lar. Normalment els valors d'aquests dos paràmetres solen coincidir perquè tots dos apunten al punt de muntatge de la iso de Fedora, però el seu significat és diferent.

**EXTRA.** Afegeix el paràmetre "inst.repo" a la línia APPEND de l'arranc del Fedora (amb el valor <http://192.168.1.1/ISOFedora>) i torna a arrencar la màquina virtual client de nou. Observa com ara, al botó d'"origen dels paquets" ja apareix automàticament aquesta direcció indicada per descarregar els paquets.

**NOTA:** Si no tenim servidor HTTP propi, es pot posar com a valor dels paràmetres "inst.stage2" i "inst.repo" la següent direcció: [http://dl.fedoraproject.org/pub/fedora/linux/releases/28/Server/x86\\_64/os](http://dl.fedoraproject.org/pub/fedora/linux/releases/28/Server/x86_64/os), però llavors la instal.lació és molt més lenta perquè es descarrega tot dels servidors oficials de Fedora. De totes maneres, si això ho intentes amb la teva màquina virtual client, veuràs que no funciona perquè recorda que la seva tarja de xarxa està en mode "xarxa interna".

En el cas de què els clients arrenquin per UEFI, els gestors d'arranc "(l)pxelinux.0" no funcionen i cal fer servir llavors el gestor "syslinux.efi", el qual es troba inicialment a la carpeta /usr/lib/SYSLINUX.EFI/efi64 (sempre i quan s'hagi instal.lat el paquet "syslinux-efi") i que caldrà copiar dins de /var/www/html/uefi (juntament amb les seves llibreries associades, les quals es troben inicialment a "/usr/lib/syslinux/modules/efi64" i s'anomenen "ldlinux.e64", "libcom32.c32", "libutil.c32" i "vesamenu.c32"). Afortunadament, el gestor "syslinux.efi" es pot configurar exactament igual amb l'arxiu "pxelinux.cfg/default". No obstant, si tinguéssim diferents clients, uns de tipus BIOS i uns altres de tipus UEFI, caldria distingir-los per oferir-los un o l'altre binari. Això es pot fer escrivint a l'arxiu dhcpd.conf una secció tal com aquesta:

```
option arch code 93 = unsigned integer 16; #RFC4578
subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 {
    range 192.168.1.10 192.168.1.250;
    option subnet-mask 255.255.255.0;
    option routers 192.168.1.1;
    option domain-name-servers 8.8.8.8,8.8.4.4;
    if option arch = 00:07 { filename "http://192.168.1.1/uefi/syslinux.efi"; }
    else { filename "http://192.168.1.1/pxelinux.0"; }
}
```