

5.1.2. Particiones (apuntes profesor)

Hay dos sistemas principales de particionado:

- El particionado DOS basado en el MBR.
- El particionado GPT introducido por la especificación UEFI.

Un firmware UEFI exige este segundo particionado, mientras que con BIOS es posible usar ambos.

Herramientas de particionado

Suite	Ejecutable	Soporte		Interfaz
		DOS	GPT	
	fdisk	Sí	Sí	Interactiva con menús.
fdisk	sfdisk	Sí	Sí	Desasistida.
	cdisk	Sí	Sí	Interactiva con ncurses.
	gdisk	Sí	Sí	Interactiva con menús.
gdisk	sgdisk	Sí	Sí	Desasistida.
	cgdisk	Sí	Sí	Interactiva con ncurses.
parted	parted	Sí	Sí	Interactiva, desasistida.
	gparted	Sí	Sí	Gráfica.

El epígrafe desarrolla una descripción de:

- El particionado DOS.
- El particionado GPT, si el arranque es BIOS.
- El particionado GPT, si el arranque es UEFI.

5.1.2.1. DOS

Antes de pasar propiamente a describir el particionado DOS es conveniente entender cómo actúa el BIOS al comenzar el proceso de carga del disco duro.

5.1.2.1.1. El BIOS y el MBR

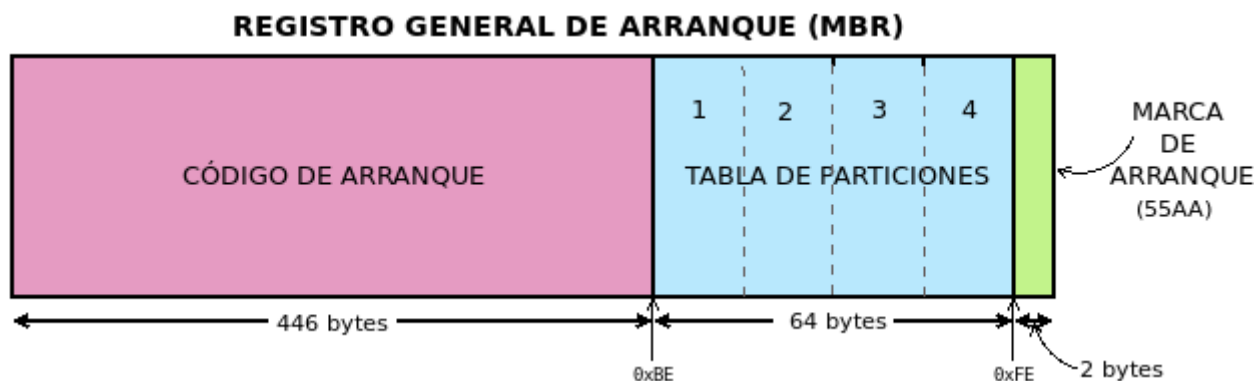
El BIOS se limita en cargar el código que encuentre en el MBR, por lo que en el caso de este arranque el punto de carga es único para cada disco. En principio, por tanto, sólo es posible arrancar un único sistema operativo del disco.

Para salvar esta limitación es indispensable utilizar un *cargador de arranque* como LILO, NTLDR, GRUB o **Windows Boot Manager**, que es el programa cargado a través del *firmware* de la placa base, que se encarga de dar acceso al arranque de los distintos sistemas operativos instalados. Adicionalmente puede servir para cargar un mismo sistema operativo con distintos parámetros de arranque (p.e. un modo normal y

un modo de pruebas) o aplicaciones para labores muy específicas que no requieren sistema operativo como [memtest86+](#) o [HDT \(Hardware Detection Tool\)](#).

Como lo habitual es que el sistema disponga de varios dispositivos de almacenamiento (sean de estado sólido, magnéticos u ópticos), además de poderse definir la secuencia con la que se comprueba si el MBR de cada disco contiene un código de arranque, también es posible escoger durante cada arranque cuál es el dispositivo que se quiere arrancar en esa ocasión¹.

El MBR es el primer sector del disco y contiene lo siguiente:



- Los primeros 446 *bytes* contiene el código de arranque que carga el BIOS.
- Los 64 *bytes* siguientes sirven para definir la tabla de particiones del disco.
- los dos últimos *bytes* son una marca de arranque que contiene siempre 55AA.

5.1.2.1.2. Descripción

En el particionado DOS, la tabla de particiones se define en los 64 *bytes* del MBR.

La *tabla de particiones* define cuáles son las particiones del disco y requiere 16 *bytes* para cada uno, lo cual implica que, en principio, sólo sea posible definir cuatro particiones. La información para cada partición es la siguiente:

Tamaño (bytes)	Descripción
1	Marca de activa (<code>0x80</code> es el valor para indicar que es activa).
3	Cilindro, Cabezal, Sector de comienzo.
1	Tipo de partición (informa de su contenido).
3	Cilindro, Cabezal, Sector de final.
4	Direccionamiento de bloque lógico ² de su sector de arranque.
4	Longitud de la partición en sectores.

A estos datos se pueden hacer algunas aclaraciones y apostillas:

- Sólo puede haber una partición marcada como *activa*. El resto deberán tener todas ese *byte* a 0.
- Se pueden identificar [256 tipos de sistemas de ficheros](#) distintos.

- Como para el direccionamiento se usan 4 *bytes* (32 *bits*) y cada sector es de 512 *bytes*, esto determina cuál es el **tamaño máximo** del disco si se usa este particionado:

$$2^{32} * 512B = 2 * 2^{40}B = 2TB$$

- El tamaño máximo de una partición, por la misma razón, coincide con el tamaño máximo de disco.

Nota: A la partición cuya información se recoge en la tabla de particiones se la denomina *partición primaria*.

5.1.2.1.3. Arranque

El BIOS de la placa base ejecuta el código del MBR que, en principio, debería, simplemente, remitir al sector de arranque (VBR) de la partición marcada como activa. Ahí ya se encontrará el código específico para lograr arrancar el sistema operativo.

En cambio, algunos gestores de arranque, como LILO o GRUB, incluyen en el MBR el código necesario para continuar cargando más código, ya que los 446 *bytes* son escasos, y no atienden a cuál sea la partición marcada como activa.

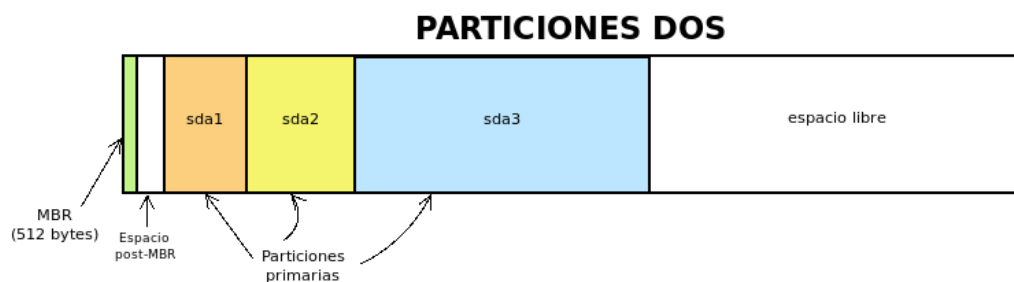
GRUB, en particular, divide su ejecución en tres fases:

- La primera que comprende la ejecución del código incluido en el MBR.
- La segunda que comprende la ejecución del código almacenado en el espacio libre que queda entre el MBR y el comienzo de la primera partición.
- La tercera que comprende la ejecución del resto del código que se encuentra dentro del directorio `/boot/grub` del *Linux* que haya instalado GRUB en disco.

5.1.2.1.4. Tipos de particiones

5.1.2.1.4.1. Particiones primarias

Si consideramos todo lo expuesto hasta ahora y que, por ejemplo, se hayan definido tres particiones en la tabla de particiones del MBR, esquemáticamente podríamos representar el estado de las particiones así:



En principio, aún podría definirse una cuarta partición que debería ocupar todo el espacio libre, porque de no hacerlo, el que quedara fuera no sería aprovechable al no poderse definir más particiones.

Nota: Para nombrar las particiones se ha usado la nomenclatura de *Linux* *sda* por fingir que nos encontramos ante el primer disco y un número correlativo para cada partición.

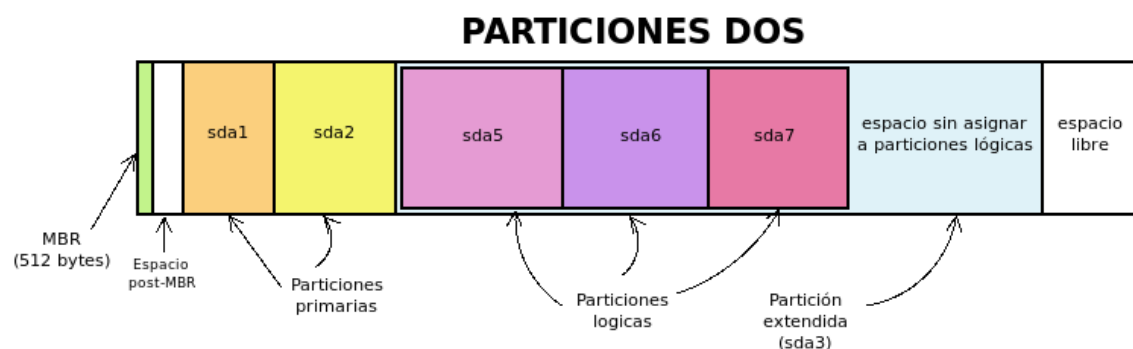
Advertencia: En sistemas antiguos, la primera partición empezaba al comienzo del segundo cabezal³, o sea, en el sector **63**, por lo que el espacio entre ésta y el MBR era de 62 sectores. Ese espacio es insuficiente para almacenar el código de la segunda fase de GRUB. Las herramientas modernas suelen hacer que el tamaño de las particiones sea múltiplo de 2048 sectores, esto es, 1MiB, por lo que la primera partición empieza en el sector **2048**. [Este artículo](#) de 2011 afirma que basta con que las particiones estén alineadas en múltiplos de 4KiB. La [página de manual de sgdisk](#), por su parte, sostiene que la alineación en múltiplos de 1MiB es necesaria para optimizar el rendimiento de la tecnología [Advanced Format](#) de *Western Digital*, de algunos RAIDs y de los dispositivos SSD.

5.1.2.1.4.2. Particiones lógicas

Dos son las limitaciones fundamentales del particionado DOS:

- El tamaño máximo de *2TiB* para discos y de particiones que es insalvable, aunque sólo ha empezado a cobrar importancia en fechas recientes.
- La limitación de sólo poder crear cuatro particiones.

Para paliar esta segunda limitación, *Microsoft* se inventó el concepto de partición extendida, como una partición primaria destinada no a contener un sistema de ficheros, sino más particiones: en teoría, un número ilimitado. Toda partición contenida dentro de una partición extendida se denomina *partición lógica*. En cada disco sólo puede haber una partición primaria marcada como partición extendida.

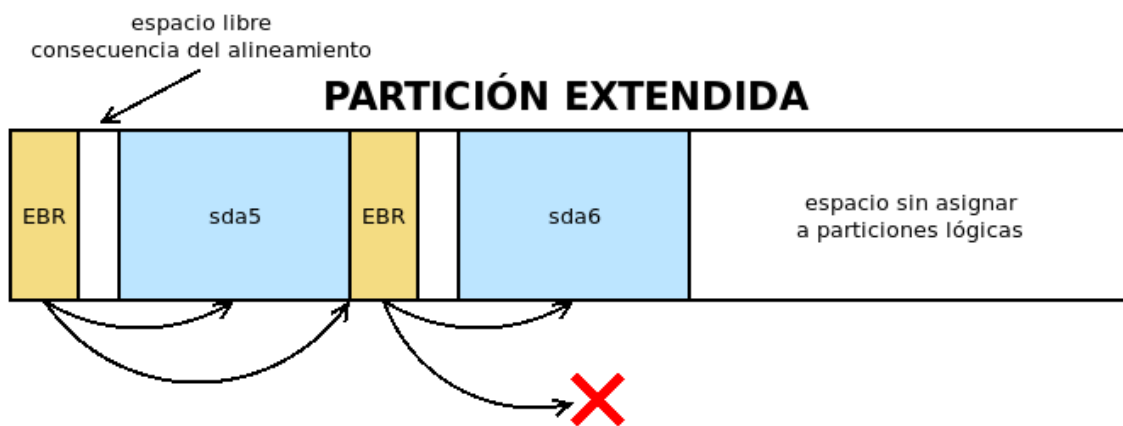


En este caso, hay definidas tres particiones primarias (*sda1*, *sda2* y *sda3*), la última de las cuales está marcada como extendida. En consecuencia, dentro de ella pueden definirse particiones lógicas (*sda5*, *sda6*, *sda7*). En el espacio sin asignar de la extendida se podrán aún definir una cantidad ilimitado de particiones lógicas; y en el espacio libre fuera de ella una única partición primaria más (la *sda4*).

Aunque irrelevantes a efectos prácticos, la partición extendida se implementa del siguiente modo:

- La partición primaria que hará de partición extendida se marca como de tipo *0x05*.

- El primer sector de la partición extendida (su VBR) se denomina EBR y tiene la misma estructura que un MBR. En su tabla de particiones se incluyen dos entradas:
 - La primera entrada refiere la descripción de la partición lógica contigua (la primera).
 - La segunda entrada refiere el sector en el que empieza el segundo EBR, que se situará a continuación de la primera partición lógica.
 - Las dos restantes entradas no se usan.
- El segundo EBR es como el primero, pero describiendo la segunda partición lógica y el comienzo del tercer EBR y así sucesivamente. En caso de que no existan más particiones lógicas la segunda entrada estará a 0.



En resumen:

- Una tabla de particiones DOS es sólo capaz de registrar hasta cuatro particiones primarias.
- La definición de todas las particiones primarias se encuentra en el MBR.
- Una de las particiones primarias puede marcarse como extendida, lo cual la habilita para contener dentro de ella un número ilimitado de particiones lógicas.
- La definición de las particiones lógicas se encuentra distribuida a lo largo de la partición extendida que las contiene.

5.1.2.1.5. Limitaciones

Concentremos juntas las limitaciones de este sistema de particionado:

1. Los escasos 64 *bytes* para codificar toda la tabla de particiones, provocan que en principio sólo se puedan definir 4 particiones.
2. Para burlar la limitación anterior, se idea la argucia de la partición extendida, pero no deja de ser un remiendo que provoca que la definición de la tabla de particiones no esté concentrada en un solo punto, sino desperdigada a lo largo de todo el disco.
3. Sólo se usa un *byte* para codificar el tipo de partición, lo que ha propiciado que algunos sistemas de ficheros estén identificados por un mismo código. Por ejemplo, 0x07 identifica a NTFS, pero también al HPFS de OS/2.
4. Por [lo ya expuesto](#), los discos no pueden ser mayores a 2TiB.

5.1.2.1.6. Práctica

Para llevar a cabo el particionado de disco con *Linux*, podemos usar distintas herramientas:

- **fdisk**, que es la herramienta tradicional interactiva para interfaz de texto. Es bastante sencilla de utilizar.
- **sfdisk**. otra herramienta para línea de órdenes que permite su uso desasistido y, en consecuencia, se presta a su inclusión en *scripts*.
- [parted](#), que puede ser usada desde línea de órdenes, pero que habitualmente se utiliza a través de su interfaz para GTK [gparted](#). No la trataremos en esta guía.

Preliminares

Es probable que, para hacer pruebas, no deseemos usar un disco real. En ese caso, lo más cómo es crear un fichero y trabajar sobre él⁴. Por ejemplo:

```
$ truncate -s 20G 0.disk
```

Esto creará un [fichero disperso](#) de 20G, que ocupa de forma efectiva sólo el espacio que ocupe su contenido (en principio, nada).

Otro aspecto a tener presente son los permisos de los dispositivos. Habitualmente son estos:

```
$ ls -l /dev/sda
brw-rw---- 1 root disk 8, 0 nov 17 11:49 /dev/sda
```

En consecuencia, sólo el administrador o un usuario que pertenezca al grupo *disk* será capaz de leer y escribir directamente sobre ellos.

Advertencia: Para ilustrar el uso de las órdenes usaremos un usuario sin privilegios y el fichero creado anteriormente y no un dispositivo de almacenamiento. Tenga presente que lo habitual es usar */dev/sda*, */dev/sdb*, etc. y que esta labor la lleve a cabo directamente el administrador.

Consulta

Nota: Las herramientas son también válidas, aunque utilicemos particionado GPT.

Antes de manipular los dispositivos, es útil saber qué herramientas de consulta tenemos para conocer cómo se encuentra dividido el disco. Es preciso, además, hacer una aclaración: el sistema carga las particiones en memoria y procura actualizarlas cuando se produce un cambio. En ocasiones, esta actualización no se produce, bien porque el sistema es incapaz de hacerla, bien porque se ha llevado a cabo de una manera poco ortodoxa, como por ejemplo, copiando con [dd](#) el MBR de otro disco.

La primera de ellas es, simplemente, consultar cuáles son las particiones registradas en el fichero `/proc/partitions`:

```
$ cat /proc/partitions
major minor #blocks name

 8         0 117220824 sda
 8         1   32098 sda1
 8         2 62109696 sda2
 8         3     1 sda3
 8         5 20971520 sda5
 8         6 2097152 sda6
 8         7 32006616 sda7
 8        16 976762584 sdb
 8        17 976759808 sdb1
```

La consulta puede llevarla a cabo cualquier usuario y muestra las particiones físicas (no los volúmenes lógicos) registrados por el sistema.

Una alternativa es **lsblk** que muestra más información e incluye volúmenes lógicos y el punto de montaje, en caso de que su sistema de ficheros esté montado:

```
$ /sbin/lsblk /dev/sda
NAME                                MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
sda                                8:0    0 111,8G  0 disk
├─sda1                             8:1    0   31,4M  0 part /boot/grub
├─sda2                             8:2    0   59,2G  0 part
├─sda3                             8:3    0     1K  0 part
├─sda5                             8:5    0   20G   0 part /
├─sda6                             8:6    0     2G   0 part [SWAP]
└─sda7                             8:7    0  30,5G  0 part /home
```

También puede usarse, aunque como administrador, **blkid** que sirve para obtener más información de los sistemas de ficheros de cada división:

```
# blkid /dev/sda*
/dev/sda: PTUUID="b94dda9b" PTTY="dos"
/dev/sda1: LABEL="GRUB" UUID="0bdcc04e-e267-4aa4-b8ec-1bea18e83f87"
TYPE="ext4" PARTUUID="b94dda9b-01"
/dev/sda2: UUID="B0007B1D007AEA2C" TYPE="ntfs" PARTUUID="b94dda9b-02"
/dev/sda3: PTTY="dos" PARTUUID="b94dda9b-03"
/dev/sda5: LABEL="BASE" UUID="38c84f19-da83-4132-9c0c-e8dbd0763d7c"
TYPE="ext4" PARTUUID="b94dda9b-05"
/dev/sda6: UUID="4b34fe7e-f7fb-4fd5-8e64-49d0d7f9418a" TYPE="swap"
PARTUUID="b94dda9b-06"
/dev/sda7: LABEL="HOME" UUID="2bee799a-740b-4106-90ad-d9a155d85afe"
TYPE="ext4" PARTUUID="b94dda9b-07"
```

Si no se especifican las divisiones, mostrará todos. La orden, además, permite filtrar por valores y manipular la salida. Por ejemplo, la orden:

```
# blkid -t TYPE=ext4 -s LABEL -o value /dev/sda*
GRUB
BASE
HOME
```

muestra de los dispositivos formateados en *ext4*, el valor de su etiqueta. Consulte la página del manual para más información.

Complementaria de las anteriores es **blockdev**:

```
# blockdev --report /dev/sda*
RO    RA    SSZ    BSZ    PrimerSec          Tam.    Dispo.
rw    256    512    4096         0    120034123776 /dev/sda
rw    256    512    1024         63    32868864 /dev/sda1
rw    256    512    4096        65536    63600328704 /dev/sda2
rw    256    512    1024    124286974    1024 /dev/sda3
rw    256    512    4096    124286976    21474836480 /dev/sda5
rw    256    512    4096    166232064    2147483648 /dev/sda6
rw    256    512    4096    170428416    32774774784 /dev/sda7
```

que, como la anterior, permite definir la salida. Por ejemplo:

```
# blockdev --getsize64 /dev/sda
120034123776
```

devuelve el tamaño del disco en *bytes*. También es útil para forzar al kernel a releer la tabla de particiones del dispositivo⁵:

```
# blockdev --rereadpt /dev/sda
```

La última posibilidad es usar las herramientas de manipulación de la tabla de particiones (**fdisk** o **gdisk**) para leerla:

```
# fdisk -l /dev/sda
Disco /dev/sda: 111,81 GiB, 120034123776 bytes, 234441648 sectores
Modelo de disco: Intenso SSD Sat
Unidades: sectores de 1 * 512 = 512 bytes
Tamaño de sector (lógico/físico): 512 bytes / 512 bytes
Tamaño de E/S (mínimo/óptimo): 512 bytes / 512 bytes
Tipo de etiqueta de disco: dos
Identificador del disco: 0xb94dda9b

Disposit.  Inicio  Comienzo      Final  Sectores  Tamaño  Id Tipo
/dev/sda1          63      64259      64197    31,4M  83 Linux
/dev/sda2  *        65536    124284927    124219392    59,2G   7
HPFS/NTFS/exFAT
/dev/sda3          124286974    234441647    110154674    52,5G   5 Extendida
/dev/sda5          124286976    166230015     41943040     20G  83 Linux
/dev/sda6          166232064    170426367     4194304      2G  82 Linux swap /
Solaris
/dev/sda7          170428416    234441647     64013232    30,5G  83 Linux
```

con la que podemos comprobar que sda utiliza particionado DOS.

fdisk

fdisk es la orden tradicional para el particionado de discos. Es interactiva y exige que el usuario vaya escogiendo qué acción en la que quiere hacer. Pese a ello, se puede consultar directamente la tabla de particiones sin entrar en su entorno:


```
$ /sbin/fdisk -l 0.disk
Disco 0.disk: 20 GiB, 21474836480 bytes, 41943040 sectores
Unidades: sectores de 1 * 512 = 512 bytes
Tamaño de sector (lógico/físico): 512 bytes / 512 bytes
Tamaño de E/S (mínimo/óptimo): 512 bytes / 512 bytes
```

Nuestro disco (disco-fichero, en realidad) está completamente vacío, por lo que no dispone siquiera de una tabla de particiones.

Para manipular las particiones (crearlas en este caso) basta con indicar el disco sobre el que se quiere actuar:

```
$ /sbin/fdisk 0.disk
[...]
Orden (m para obtener ayuda):
```

El uso es bastante sencillo, ya que es totalmente guiado. Creemos una única partición que ocupe todo el disco:

```
El dispositivo no contiene una tabla de particiones reconocida.
Se ha creado una nueva etiqueta de disco DOS con el identificador de disco 0xa5b92c8f.

Orden (m para obtener ayuda): p
Disco disco.raw: 20 GiB, 21474836480 bytes, 41943040 sectores
Unidades: sectores de 1 * 512 = 512 bytes
Tamaño de sector (lógico/físico): 512 bytes / 512 bytes
Tamaño de E/S (mínimo/óptimo): 512 bytes / 512 bytes
Tipo de etiqueta de disco: dos
Identificador del disco: 0xa5b92c8f

Orden (m para obtener ayuda): n
Tipo de partición
  p  primaria (0 primaria(s), 0 extendida(s), 4 libre(s))
  e  extendida (contenedor para particiones lógicas)
Seleccionar (valor predeterminado p): p
Número de partición (1-4, valor predeterminado 1): 1
Primer sector (2048-41943039, valor predeterminado 2048):
Último sector, +/-sectores o +/-tamaño{K,M,G,T,P} (2048-41943039, valor predeterminado 41943039):

Crea una nueva partición 1 de tipo 'Linux' y de tamaño 20 GiB.

Orden (m para obtener ayuda): p
Disco disco.raw: 20 GiB, 21474836480 bytes, 41943040 sectores
Unidades: sectores de 1 * 512 = 512 bytes
Tamaño de sector (lógico/físico): 512 bytes / 512 bytes
Tamaño de E/S (mínimo/óptimo): 512 bytes / 512 bytes
Tipo de etiqueta de disco: dos
Identificador del disco: 0xa5b92c8f

Disposit.  Inicio Comienzo    Final Sectores Tamaño Id Tipo
disco.raw1      2048 41943039 41940992    20G 83 Linux

Orden (m para obtener ayuda): w
Se ha modificado la tabla de particiones.
Se están sincronizando los discos.

josem@choquereta:/tmp$ exit
```

sfdisk

A diferencia de la orden anterior, **sfdisk** se usa directamente incorporando argumentos en línea o pasando la tabla de particiones por la entrada estándar. Para consultar la tabla de particiones, se utiliza la misma sintaxis que **fdisk**:

```
$ /sbin/sfdisk -l 0.disk
```

La forma más sencilla de crear una tabla de particiones es copiar una ya existente de otro disco:

```
# sfdisk -d /dev/sda | sfdisk /dev/sdb
```

Es posible también crear una tabla *ex novo*. Para ello basta con saber que se puede incluir líneas iniciales que indican las características del particionado y líneas posteriores que definen cada partición. Las iniciales tienen el formato «campo: valor»; y las siguientes, cuatro campos separados por espacios o comas:

```
sector_inicial,tamaño_en_sectores,codigo_tipo_ficheros,[*|-]
```

El valor predeterminado para el sector inicial es utilizar el primer sector disponible; el del tamaño, ocupar el máximo posible; el valor para el tipo, «L» (un alias para partición tipo linux); y el valor para activa, que no lo sea. Por ejemplo:

```
$ /sbin/sfdisk 0.disk <<EOF
label: dos
, $( (32*1024**2/512) ), L, *
,, E
, $( (2*1024**3/512) ), 7
, $( (1*1024**3/512) ), 82
,, L
EOF
```

Lo que hemos hecho es:

- Generar una primera partición de 32MB de tipo *Linux* que es la activa. Como la alineación es de 1MB y no se ha especificado el sector inicial, este será el 2048, que deja justamente 1MB antes.
- A continuación, se crea una partición extendida («E» es un alias para el código correspondiente) que ocupa el resto del disco.
- Lo siguiente es una partición lógica de 2GB de tipo NTFS.

Nota: Para saber cuáles son los códigos de los tipos de partición puede hacerse:

```
$ /sbin/sfdisk -TXdos
```

- Una partición de 1GB para swap.
- Una partición de *Linux* que ocupa el resto de la extendida (o sea, el resto del disco).

La salida de la orden nos debería mostrar las particiones resultantes.

Además, de crear tablas completas, podemos modificar la ya existente gracias a la opción **-N**. Por ejemplo, la orden:

```
$ echo ",,L,-" | /sbin/sfdisk -N1 0.disk
```

deja todo como está, pero desactivando la partición. También es posible añadir más particiones usando como argumento de `-N` índices de particiones que no existan.

Nota: Como las últimas versiones de las órdenes ***fdisk** soportan particionado GPT, **sfdisk** puede usarse también para crear una tabla de particiones de este tipo:

```
$ /sbin/sfdisk 0.disk <<EOF
label: gpt
, $((50*1024**2/512)), U,
, $((2*1024**3/512)), L,
, $((1*1024**3/512)), 0657FD6D-A4AB-43C4-84E5-0933C84B4F4F,
, , EBD0A0A2-B9E5-4433-87C0-68B6B72699C7,
EOF
```

Ciertamente los códigos en particiones GPT son bastante complicados. No daremos más explicaciones porque aún no hemos discutido cómo son estas particiones.

Nota: En las operaciones anteriores de modificación de la tabla de particiones, podemos incluir la opción `-b` para hacer una copia de los sectores afectados por nuestras modificaciones. Si algo saliera mal, podríamos volver al estado anterior con [dd6](#).

5.1.2.2. GPT

Nota: En realidad, las particiones son particiones GUID y GPT es acrónimo para referirse a la tabla de particiones: *GUID Partition Table*. En el texto, se usa *incorrectamente* en ocasiones el término GPT.

Las particiones GUID se idearon para el firmware UEFI, aunque dada su versatilidad es posible usarlas aun cuando la placa base utilice BIOS. Haremos primero una descripción de este sistema de particionado y veremos después como aplicarlo tanto a BIOS como a UEFI.

5.1.2.2.1. Descripción

El particionado GPT lo compone:

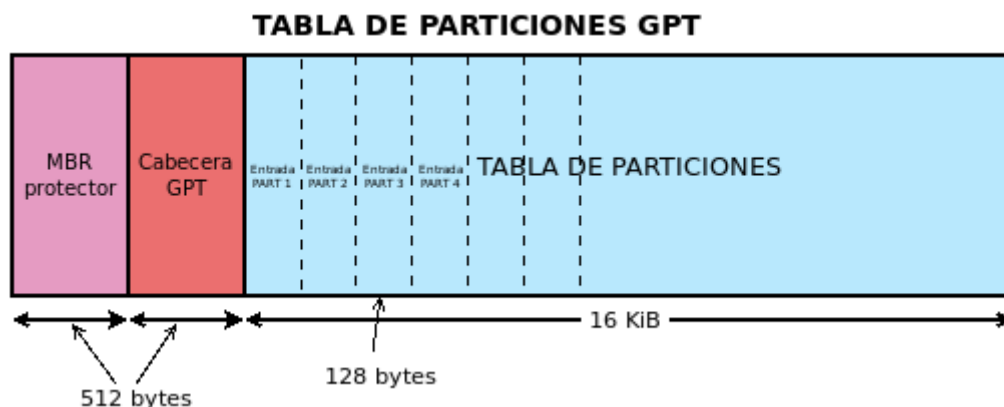
- Un MBR, en principio, de mera protección, ya que no se utiliza en UEFI, pero que se reserva por si un usuario maneja una herramienta de particionado sin soporte para particiones GUID. La zona correspondiente al sector de arranque no se usa, y la parte dedicada a la tabla de particiones DOS define una única partición de tipo *0xEE* (esto es, GPT) que ocupa todo el disco. Esta información no tiene ninguna utilidad, pero pone en sobreaviso al usuario: si usa una herramienta que ignora GPT, tal herramienta no verá un MBR con basura (código incomprensible) sino una tabla de particiones para él válida. Esto evita que nos sugiera crear un MBR válido e impide que el usuario inconscientemente se cargue un particionado ya hecho.

- El segundo sector compone la cabecera GPT en la que se inscribe un identificador único para el disco, el número de particiones definidas y algunos otros datos más.
- Los siguientes sectores se dedican a guardar la información sobre cada partición a razón de cuatro particiones por cada sector. En consecuencia, la definición de cada partición ocupa 128 *bytes*. Como mínimo se establece que la tabla de particiones ocupe 16KiB, lo que significa que pueden almacenarse al menos $16*2*4=128$
- particiones. No obstante, la tabla puede hacerse mayor, en caso de que sean necesarias más particiones. En consecuencia, no hay límite en el número de particiones y deja de tener sentido la distinción entre particiones primarias y lógicas, ya que todas están definidas en la tabla de particiones.

La definición de cada partición es la siguiente:

Tamaño (bytes)	Descripción
16	Tipo de partición GUID.
16	GUID único de partición.
8	LBA del primer sector.
8	LBA del último sector.
8	Indicadores.
72	Nombre de la partición (UTF-16).

- La estructura se copia también al final del disco para que exista redundancia.
- La primera partición empezará en aquel sector que determine la alineación. Como las herramientas suelen establecerla en 1MiB, la primera partición habitualmente empieza en el sector 2048.



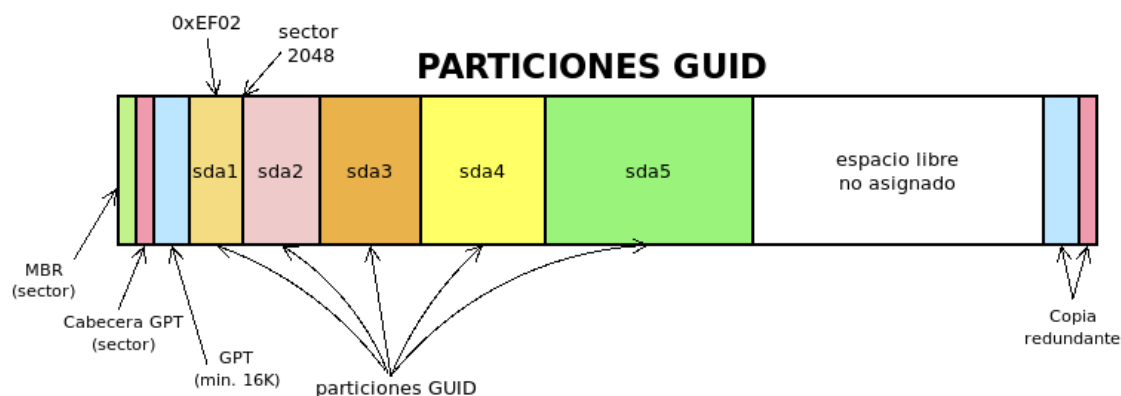
5.1.2.2.2. BIOS

Para que este particionado funcione con BIOS es necesario que el MBR contenga el código de arranque, lo cual es posible gracias a que UEFI tiene la prevención de no usar ese primer sector. En consecuencia, un gestor de arranque como GRUB será capaz de gestionar un particionado GPT con un firmware BIOS. El *quid* del asunto está, básicamente, en la segunda fase del gestor: en particionado DOS se instala en el espacio

entre el MBR y la primera partición; pero en este caso, aunque puede haber ese espacio según sea la alineación, se debe definir una partición GUID específica que recibe el nombre de «BIOS Boot Partition» cuyo identificador en las herramientas suele ser [0xEF02](#).

Nota: Forzar la alineación en las particiones se hace para mejorar el rendimiento en las operaciones de lectura y escritura. Como esta partición sólo se lee al arrancar el ordenador y rara vez se escribe, es una buena argucia, forzar la herramienta de particionado para que se salte la alineación predefinida al crear esta partición y situarla entre el final de la GPT y el comienzo de la primera (segunda) partición sí alineada (sector 2048). Esta será la estrategia que sigamos en esta guía.

En consecuencia, podemos definir una GPT así:



donde sda1 es una partición «BIOS Boot Partition» entre el final de la GPT y el comienzo de la segunda partición, a partir de la cuál sí alinearemos siguiendo el criterio predeterminado de la herramienta (1MiB).

Ver también

Si como previsiones, es probable que queramos dejar preparado el sistema para la conversión al arranque UEFI, sea lo menos traumática posible. Consulte, en la parte dedicada al [arranque híbrido](#).

5.1.2.2.3. UEFI

Esta *firmware* no utiliza el MBR, sino que, como es capaz de entender el particionado y algunos sistemas de ficheros, busca los arranques en una partición de tipo EFI (código [0xEF00](#)) que ha debido de ser creada para ese fin y formateada como FAT8. Para referirse a esta partición EFI suele utilizarse el acrónimo inglés ESP.

La especificación establece que en dicha partición debe existir un directorio llamado /EFI dentro del cual cada sistema operativo instalado cree un directorio con ficheros necesarios para llevar a cabo su propio arranque:

```
/
+-- EFI/
    +-- debian/
    +-- Windows/
```

+-+ etc.

De este modo, los arranques de los distintos sistemas operativos pueden coexistir sin problemas. Para que quepan es recomendable que tenga al menos 100MB. En la NVRAM del *firmware*⁹ pueden irse añadiendo entradas a la secuencia de arranque y definiendo el orden de tales entradas. Si instalamos un nuevo sistema operativo es de prever que la propia instalación se encargue de ello, pero manualmente puede manipularse esta secuencia:

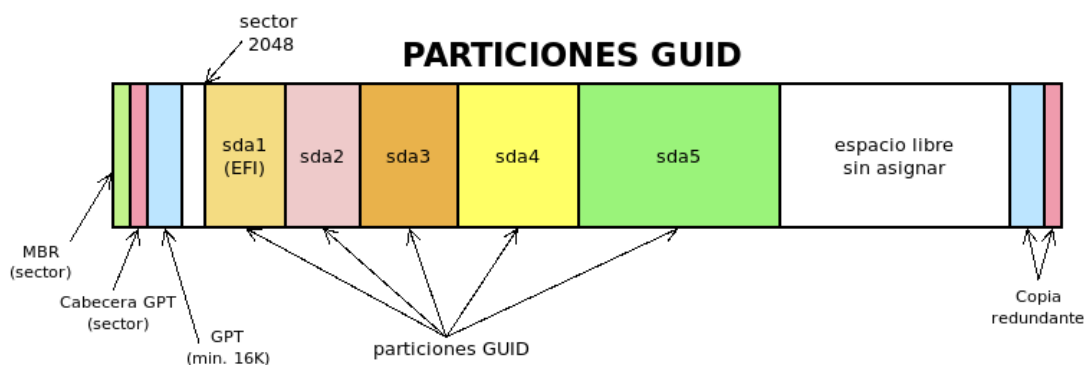
- Quizás el entorno de configuración de UEFI permita la edición gráfica de este fichero.
- La *shell* de UEFI lo permite a través del comando **bcfg**.
- Desde el propio sistema operativo suele haber herramientas para manipular el archivo. En linux, este comando es **efibootmgr**¹⁰.

UEFI, como BIOS, suele disponer si se pulsa la tecla adecuada durante el arranque de un menú para escoger cuál es la entrada a probar primero. A diferencia del menú BIOS este arranque no se limita a ofrecer dispositivos, sino que puede ofrecer directamente los arranques encontrados en la ESP, que pueden ser gestores de arranque o directamente sistemas operativos, si estos se registraron en la NVRAM.

Nota: Si una entrada indica que se arrancará por el dispositivo de disco (como en los arranques BIOS), UEFI intentará cargar en la ESP el fichero /EFI/Boot/bootx64.efi.

Dadas las posibilidades que ofrece UEFI, podríamos prescindir del gestor de arranque¹¹ incluso aun cuando dispusiéramos de varios sistemas operativos en un único dispositivo. Sin embargo, un gestor de arranque como GRUB puede seguirse usando: basta con que se instale como unos de los posibles arranques y que se sitúe como el primero en el orden de arranque.

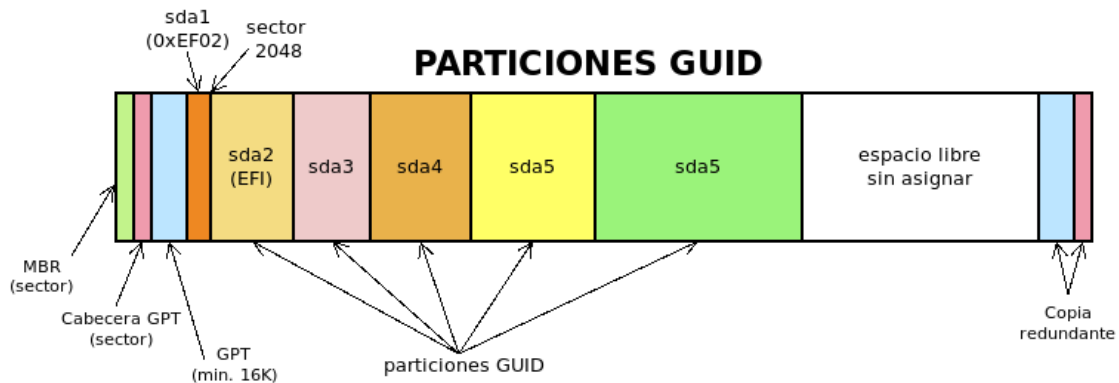
Ver también: La wiki de Archlinux tiene un muy completo [artículo sobre UEFI](#).



5.1.2.2.4. Arranque híbrido

No resulta excesivamente útil hacer que nuestro sistema de servidor sea capaz de arrancar tanto en modo UEFI como en modo BIOS, pero sí que un sistema originalmente pensado para arrancar en BIOS acabe arrancado en UEFI, por ejemplo, por un cambio en el *hardware*. En este caso, un particionado previsor es, simplemente, aquel que dispone las dos particiones de arranque: la «Bios Boot Partition» (*0xef02*) y la

EFI (*0xef00*). Como entre esta última y la anterior existe espacio sin particionar de casi 1MiB de tamaño, podemos aprovecharlo para incluirla ahí:



5.1.2.2.5. Práctica

5.1.2.2.5.1. Aplicaciones de terminal

Advertencia: Las particiones «*UNO*», «*DOS*», «*TRES*» que aparecen en los ejemplos son absolutamente inútiles en un sistema real y sirven tan sólo para ilustrar el uso de las herramientas. Más allá de las particiones de arranque, deberá ser usted quién decida cómo debe particionar el sistema. Una propuesta se encuentra el epígrafe dedicado a la instalación del servidor.

Para manejar GPT usaremos las herramientas de la suite **gdisk**, aunque desde hace un tiempo las de la suite **fdisk** también son compatibles.

gdisk

La herramienta es prácticamente clónica de **fdisk**, aunque incluye algunas posibilidades más para GPT en las opciones avanzadas.

sgdisk

El programa permite la creación y manipulación de tablas de particiones utilizando argumentos en la línea de órdenes, por lo que su filosofía es la misma que la de **sfdisk**. Pese a ello, tiene una sintaxis totalmente distinta.

Para ilustrar su uso, recrearemos tres veces la tabla de particiones que hicimos con **sfdisk**, aunque con algunas variantes:

- Una primera vez, prepararemos el disco para que sea arrancable mediante BIOS. Para ello añadiremos una primera partición de tipo «BIOS Boot Particion» para que pueda instalarse GRUB. Por supuesto, no tiene sentido la marca de activa, ni la partición extendida.
- La segunda vez, prepararemos el disco para UEFI con lo que también tendremos que añadir una primera partición, pero EFI en este caso.
- La ultima la tabla de particiones está preparada tanto para arrancar en modo BIOS como en modo UEFI, lo cual exige presentar ambas particiones.

Tipo BIOS Boot ESP

BIOS	Sí	No
UEFI	No	Sí
Híbrido	Sí	Sí

Empecemos, simplemente, por consultar la tabla de particiones¹²:

```
$ /sbin/sgdisk -p /tmp/0.disk
Creating new GPT entries in memory.
Disk /tmp/0.disk: 41943040 sectors, 20.0 GiB
Sector size (logical): 512 bytes
Disk identifier (GUID): 97F6B136-94D6-4393-9348-47F3F5DB70F6
Partition table holds up to 128 entries
Main partition table begins at sector 2 and ends at sector 33
First usable sector is 34, last usable sector is 41943006
Partitions will be aligned on 2048-sector boundaries
Total free space is 41942973 sectors (20.0 GiB)
```

Number	Start (sector)	End (sector)	Size	Code	Name
--------	----------------	--------------	------	------	------

El disco no tiene aún ninguna tabla, por lo que aparece vacía. Es interesante de la información lo siguiente:

- **sgdisk** de crear una tabla la crearía del modo estándar que describimos anteriormente por lo que será capaz de describir 128 particiones.
- Teóricamente el primer sector para incluirlo dentro de una partición es el 34, ya que eso deja 17KiB por delante que es lo necesario para almacenar el MBR (512 *bytes*), la cabecera GPT (otros 512 *bytes*) y la propia GPT (16KiB):
- ```
$ /sbin/sgdisk -f /tmp/0.disk
```
- ```
Creating new GPT entries in memory.
```
- ```
34
```
- La alineación si no se cambia, será de 1MiB (2048 sectores):
- ```
$ /sbin/sgdisk -D /tmp/0.disk
```
- ```
Creating new GPT entries in memory.
```
- ```
2048
```

lo que determina que en realidad la primera partición empiece en el sector 2048:

```
$ /sbin/sgdisk -F /tmp/0.disk
Creating new GPT entries in memory.
2048
```

En un dispositivos que queremos que sea arrancable, se nos pueden presentar tres casos de particionado:

1. GPT exclusivamente compatible con BIOS, que podemos definir así:
2.

```
$ /sbin/sgdisk -a 8 -n "0:40:2047" -t "0:0xef02" -c "0:BOOTBIOS" \
```
3.

```
-a 2048 -n "0:+0:+32M" -c "0:UNO" \
```
4.

```
-n "0:+0:+2G" -t "0:0x0700" -c "0:DOS" \
```
5.

```
-n "0:+0:+1G" -c "0:TRES" /tmp/0.disk
```


en donde:

- Creamos la primera partición en el espacio entre el final de la GPT y la segunda partición que realmente necesitamos y que sí estará convenientemente alineada. Sólo se leerá esta primera partición al arrancar el disco y se escribirá al reinstalar GRUB con lo cual no es muy importante su alineamiento. Aún así la hacemos cumpliendo la alineación de 4KiB. Para cambiar la alineación usamos la opción `-a`.
- Se definen las particiones añadiendo sendas opciones `-n` para indicar el comienzo y fin de la partición, `-c` para indicar un nombre de etiqueta y, si la partición no es *Linux* (`0x8300`), `-t`.
- Las opciones anteriores necesitan que se especifique el número de la partición, pero «0» representa el primer número disponible.
- Los números para comienzos y finales sin indicar unidad son sectores; y es lícito anteponerles un signo «+» para representar número relativos al anterior.
- Las definiciones no sobrescriben una tabla anterior, de modo que si hiciéramos:
- `$ /sbin/sfdisk -N 0 -c "5:RESTO"`

añadiríamos a continuación una quinta partición que ocuparía lo que quede de disco, ya que `-N` tiene el efecto de ocupar el espacio restante. Ahora bien, si utilizamos el número de una partición existente, entonces redefiniremos esa partición:

```
$ /sbin/sfdisk -c "3:TERCERA" -t "3:0x0700" /tmp/0.disk
```

Advertencia: Sopese utilizar el esquema propuesto para que sea compatible también con UEFI, por si se produce un cambio en el *hardware*.

6. Tabla de particiones GPT exclusivamente compatible con UEFI:

```
7. $ /sbin/sfdisk -n "0:2048:+100M" -t "0:0xef00" -c "0:EFI" \  
8.     -n "0:+0:+32M" -c "0:UNO" \  
9.     -n "0:+0:+2G" -t "0:0x0700" -c "0:DOS" \  
10.    -n "0:+0:+1G" -c "0:TRES" /tmp/0.disk
```

En este caso, la partición EFI debe ser lo suficientemente grande para albergar los arranques de los sistemas operativos que pretendamos instalar. En principio, con 50M o 100M debería bastar. Dado el tamaño de esta partición, no nos molestamos siquiera en aprovechar el espacio anterior al sector 2048.

11. Tabla de particiones GPT compatible tanto con BIOS como con UEFI:

```
12. $ /sbin/sfdisk -a 8 -n "0:40:2047" -t "0:0xef02" -c  
    "0:BOOTBIOS" \  
13.     -a 2048 -n "0:2048:+100M" -t "0:0xef00" -c  
    "0:EFI" \  
14.     -n "0:+0:+32M" -c "0:UNO" \  
15.     -n "0:+0:+2G" -t "0:0x0700" -c "0:DOS" \  
16.     -n "0:+0:+1G" -c "0:TRES" /tmp/0.disk
```

En este caso, la finalidad no es tanto que el sistema sea capaz de arrancar con ambos *firmwares* (cosa que también se puede hacer) como que arrancando en

BIOS pueda hacer una migración sencilla a arranque UEFI. Para lograr esto último, consulte el [último apartado sobre migración a UEFI](#).

Otras acciones recurrentes con **sgdisk** son:

1. Borrar una partición:
2. `$ /sbin/sgdisk -d 5 /tmp/0.disk`
3. Intercambiar la entrada de una partición por la de otra:
4. `$ /sbin/sgdisk -r 1:3 /tmp/0.disk`

En este caso la partición primera partición pasa a estar definida en la tercera entrada de la GPT, y la tercera, en la primera.

5. Copiar la GPT al final del disco, que puede sernos útil cuando hacemos una copia cruda de un disco más pequeño en uno mayor:
6. `$ /sbin/sgdisk -e /tmp/0.disk`
7. Copiar la tabla de particiones en un nuevo disco:
8. `$ /sbin/sgdisk -R /tmp/1.disk /tmp/0.disk`
9. `$ /sbin/sgdisk -G /tmp/1.disk`

La segunda instrucción es necesaria para que cambien los UUIDs de las particiones en el segundo disco, ya que la copia que se hace de la GPT es exacta.

10. Copiar la GPT en un fichero llamado GPT:
11. `$ /sbin/sgdisk -b GPT /tmp/0.disk`

Y si se quiere restaurar en disco:

```
$ /sbin/sgdisk -l GPT /tmp/0.disk
```

12. Borrar la tabla de particiones y la cabecera GPT, pero respetando el MBR:
13. `$ /sbin/sgdisk -z /tmp/0.disk`

o sin siquiera respetarlo:

```
$ /sbin/sgdisk -Z /tmp/0.disk
```

Nota: En caso de que quisiéramos redefinir una tabla de particiones de cero, sobre un disco que ya tuviera definidas particiones, `-z` podría ser la primera opción antes de las demás que definan la nueva tabla.

14. Convertir de DOS a GPT:
15. `$ /sbin/sgdisk -g /tmp/dos.disk`
16. Convertir de GPT a DOS:
17. `$ /sbin/sgdisk -m 3:4:5 /tmp/0.disk`

En este caso, sólo se pasan la definición de las particiones 3, 4 y 5.

5.1.2.2.5.2. Migración a UEFI

Remataremos la exposición sobre particionado, describiendo cómo convertir nuestro arranque BIOS en arranque UEFI si tuvimos la previsión desde un principio de crear particiones GUID e incluimos tanto la partición «BIOS Boot Partition» como la ESP¹³. Si no fue así, tendremos que preparar nuestro particionado para llegar a este punto, lo cual muy probablemente incluya:

- La conversión de un particionado en otro (tanto [gdisk](#) como [sgdisk](#) lo permiten).
- La creación de la ESP, lo cual, suponga hacer hueco redimensinando alguna de las particiones.

Sea como sea, llegamos al punto en que disponemos de un particionado GPT con particiones «Bios Boot Partition» (la cual supondremos sda1) y EFI (sda2) y un sistema que se instaló en modo BIOS y, en consecuencia, tiene inoperativa aún la partición EFI.

Un procedimiento medianmente sencillo para lograr hacer que el sistema arranque en modo EFI es el siguiente:

1. Arrancar el sistema en modo BIOS para:
 1. Preparar la ESP:

```
2. # apt install dosfstools
3. # mkfs.fat -F32 /dev/sda2
4. # mkdir /boot/efi
5. # echo "/dev/sda2 /boot/efi vfat defaults 0 2" >>
   /etc/fstab
```
 6. Instalar el grub compatible con EFI:

```
7. # apt install grub-efi
```
2. Reiniciar en modo UEFI usando un instalador moderno de debian y obtener una consola:
 1. Escoger «Opciones avanzadas» y dentro de ellas «Rescate».
 2. Contestar las distintas preguntas y al llegar a la de elegir el sistema de ficheros raíz, contestar que ninguno.
 3. Escoger la opción para abrir la terminal.
3. Hacer un chroot a la debian instalada en el disco duro, preparando previamente el sistema:
 1. Si es necesario para nuestro sistema, preparar RAIDs, cargar volúmenes lógicos, descifrar sistemas cifrados, etc. En caso de que hayamos seguido las recomendaciones para la [instalación de un servidor](#), deberemos hacer lo siguiente:

```
2. # mdadm --assemble /dev/md0 /dev/sda3
3. # vgchange -ay VGbuster
```
 4. Montar al menos el sistema raíz y la ESP:

```
5. # mount /dev/VGbuster/rauz /mnt
6. # mount /dev/sda2 /mnt/boot/efi
```

Si nuestro sistema se compone de otras particiones, podemos montarlas también, aunque no es imprescindible. Por ejemplo, para nuestra propuesta de servidor:

```
# mount /dev/VGbuster/log /mnt/var/log
# mount /dev/VGbuster/mysql /mnt/var/lib/mysql
# mount /dev/VGbuster/srv /mnt/srv
# mount /dev/VGbuster/home /mnt/home
```

7. Montar los sistemas especiales sobre el sistema de disco:

```
8. # mount -t devtmpfs udev /mnt/dev
9. # mount -t devpts devpts /mnt/dev/pts
10. # mount -t proc proc /mnt/proc
11. # mount -t sysfs sysfs /mnt/sys
```

12. Entrar en la jaula:

```
13. # chroot /mnt bash
```

4. Instalar grub para el arranque EFI:

```
5. # grub-install --recheck
```

Al estar montada la ESP en /boot/efi, **grub** será capaz de usarla sin necesidad de especificar nada más.

6. Comprobar que la entrada para GRUB aparece como primera opción de arranque:

```
7. # efibootmgr
```

8. Salir y reiniciar¹⁴:

```
9. # exit
10. # reboot
```

5.1.2.2.5.3. Entradas

Una instalación estándar de *debian* instala, simplemente, su GRUB dentro de /EFI/debian y añade una entrada a la secuencia de arranque del *firmware* con el identificado «*debian*». Podemos alterar la leyenda de la secuencia de arranque, borrando la actual entrada «*debian*» y creando otra distinta:

```
# efibootmgr          # Y miramos cuál es índice de la entrada (p.e. 7)
# efibootmgr -Bb7
# efibootmgr -cgL "Grub menu" -d /dev/sda -p 2 -l
"/EFI/debian/shimx64.efi"
```

Otra posibilidad, es hacer que la entrada en la secuencia para el dispositivo de disco arranque nuestro GRUB. Eso pasa porque se cree /EFI/Boot/bootx64.efi para lo cual podemos hacer:

```
# grub-install --no-nvram --force-extra-removable
```

Otra posibilidad es crear una entrada que arranque directamente el sistema, lo cual dejaremos para epígrafe aparte.

5.1.2.2.5.4. Arranque directo

El núcleo de *debian* tiene [EFISTub](#), esto es, la capacidad de ser cargado como un ejecutable directamente por el firmware UEFI, sin necesidad de usar GRUB u otro gestor de arranque. Ello supone copiar el núcleo y el sistema de ficheros inicial (*initrd*) en la partición ESP y, si queremos que tanto lo uno como lo otro se actualicen al actualizar el núcleo, añadir un par de *scripts*.

1. Crear el *script* para automatizar la copia del núcleo en la partición ESP:

```
2. # cat > /etc/kernel/postinst.d/zz-update-efistub
```

```
3. #!/bin/sh
```

```
4.
```

```
5. cp /vmlinuz /boot/efi/EFI/debian/
```

6. Crear el *script* para automatizar la copia del *initrd* en la partición ESP:

```
7. # mkdir -p /etc/initramfs/post-update.d
```

```
8. # cat > /etc/initramfs/post-update.d/zz-update-efistub
```

```
9. #!/bin/sh
```

```
10.
```

```
11. cp /initrd.img /boot/efi/EFI/debian/
```

12. Copiar manualmente el núcleo y la imagen *initrd*:

```
13. # /etc/kernel/postinst.d/zz-update-efistub
```

```
14. # /etc/initramfs/post-update.d/zz-update-efistub
```

15. Añadir una entrada al menú de arranque UEFI:

```
16. # efibootmgr -c -g -L "Debian $(/etc/debian_version)" -d  
    /dev/sda -p2 -l /EFI/debian/vmlinuz \
```

```
17.     -u "root=/dev/VGbuster/raiz ro quiet rootfstype=ext4  
    add_efi_memmap initrd=/EFI/debian/initrd.img"
```

donde se ha supuesto que la partición ESP es /dev/sda2 y la raíz del sistema se encuentra en el volumen /dev/VGbuster/raiz.

Notas al pie

1

Bien es cierto que, esto último, sólo en BIOS más modernas. En ordenadores muy, muy antiguos la única posibilidad de cambiar el dispositivo de arranque es redefinir la secuencia.

2

EL direccionamiento de bloque lógico (LBA por sus siglas en ingles) consiste simplemente en asignarle un índice consecutivo a cada sector del disco, empezando por 0.

3

El direccionamiento en los discos antiguos era CHS y cada cabezal contenía 63 sectores, por lo que el primer sector del segunda cabezal es el **63** (se empieza a numerar en **0**). Échele un ojo si tiene curiosidad a [este artículo de la Wikipedia](#).

4

Para crear un fichero de un tamaño determinado hay tres alternativas:

- **truncate**, que es la más eficiente ya que hace un [aprovisionamiento fino](#) del espacio.
- [*fallocate\(1\)*](#), que reserva efectivamente los bloques necesarios, pero que no escribe en disco.

- [dd](#), que puede usarse para escribir el tamaño deseado de ceros (tomándolos de `/dev/zero`) y que es el método menos recomendable, ya que, además de ocupar todo el espacio, escribe en el disco los ceros; y es, por tanto, el más lento.

[5](#)

Es posible que después de alterar la tabla de particiones con [fdisk](#) o [gdisk](#) el *kernel* no actualice la tabla de particiones porque haya algún proceso que lo impida, por ejemplo, porque hay un sistema de ficheros montado o un RAID ensamblado. En esos caso, es preciso primero, parar tal proceso y a continuación intentar releer la tabla de particiones.

[6](#)

Hasta la versión 2.25, el propio **sfdisk** suministraba una opción `-I` para deshacer los cambios.

[7](#)

Los códigos de 4 dígitos hexadecimales son códigos internos de la de la suite de particionado [gdisk](#). Los identificadores, en realidad, son mucho más largos.

[8](#)

En realidad, la especificación UEFI ni siquiera exige que la partición sea de tipo ESP y se limita a buscar una partición que entienda (FAT). Además, las entradas que se almacenan en la NVRAM indican cuál es la partición de disco donde se encuentra el fichero a leer.

[9](#)

En la implementación UEFI que traen algunos *softwares* de virtualización ([OVME](#)), la NVRAM se emula almacenando en el directorio EFI un fichero llamado `NvVars`.

[10](#)

Por ejemplo, esta orden añade una nueva entrada:

```
# efibootmgr --create --disk /dev/sda --part 2 --loader
/EFI/so/bootx64.efi \
  --label "Mi primer arranque UEFI"
```

en la que se intenta cargar el fichero `/EFI/so/bootx64.efi` y la que se supone que la partición ESP es la segunda del disco.

[11](#)

Para que un kernel de linux pueda arrancarse directamente es necesario que se compile con la opción [EFISTub](#), disponible desde la versión 3.3.0.

[12](#)

Utilizaremos el fichero de 20G que propusimos crear anteriormente para estas pruebas.

[13](#)

En realidad, si nuestra intención es arrancar mediante UEFI y partimos de un particionado DOS, la «Bios Boot Partition» es ya absolutamente irrelevante y podemos prescindir de ella.

[14](#)

Al menos en la máquina virtual en la que se han hecho las pruebas ([kvm](#) cuyo implementación de UEFI es la de [OVMF](#)), si el equipo se apaga ([poweroff](#)) tras el cambio, no se guarda la nueva entrada.