

Trabajo Práctico Final

systemd a través de un caso de estudio

Copyright © 2018 Leandro Torres

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License"

Índice

1. Introducción	4
2. Preparación	4
2.1. rpi2	4
2.2. Raspbian	5
2.3. Energía	6
2.4. Cámara	7
2.5. Memoria USB	7
2.5.1. 3-2-1 backup rule	8
2.5.2. Automontaje	8
2.5.3. Journaling	9
3. Servicios	10
3.1. tomarFoto.service	11
3.1.1. ¿Unit?	11
3.2. tomarFoto.path	12
3.3. rsync y rclone	12
3.4. tomarFotoLog.service	13
4. Timers	14
5. Conclusión	15
6. Bibliografía	16
6.1. algunos artículos web consultados	16
6.1.1. raspbian boot	17
6.1.2. journal checksumming	17
6.1.3. systemd	17
6.1.4. logging	17
6.1.5. gnu/linux philosophy	17
6.1.6. imágenes ilustrativas	17
7. GNU Free Documentation License	18

1. Introducción

Systemd no sólo es el reemplazo para el proceso `init` en sí, sino también para toda la infraestructura que está construida sobre él.

systemd in SUSE Linux
Enterprise 12

Un cliente particular necesita llevar un control de una remodelación que se lleva a cabo en las instalaciones de la empresa en la que trabaja. Necesita tomar una fotografía cada hora durante dos semanas. Como no va a estar en el país durante 45 días necesita verlas desde cualquier parte del mundo. Sólo tenemos acceso a un toma de 220V y un puerto ethernet con una conexión de 2MB simétrico. Las políticas de la empresa no permiten la apertura de puertos especiales, de modo que no podríamos acceder remotamente a través de un servicio SSH; pero podríamos tener acceso físico en horarios de oficina. Por último cabe destacar que los servicios de internet y electricidad suelen sufrir cortes esporádicos.

Se ofrece al cliente colocar un módulo *Raspberry Pi 2 B+* (en adelante *rpi2*) con una cámara anexada. Este módulo se alimenta desde un cargador de batería para celular (a modo de UPS) conectado a la red de 220 V. La conexión a internet se realiza mediante el conexionado al puerto ethernet.

Cada 60 min la *rpi2* toma una fotografía de la obra y la guarda en un directorio alojado en el raíz de un pendrive conectado a la *rpi2* para tal fin. Cada 6 h la *rpi2* sincroniza este directorio con uno en la cuenta *gmail* abierta para tal fin (se utiliza el servicio *Drive* de *GMail*).

2. Preparación

En primer lugar debemos preparar el *hardware*, esto es:

- *rpi2* (Figura 1)
- Raspbian
- alimentación
- cámara
- memoria USB

2.1. *rpi2*

No es el propósito de este trabajo ahondar sobre las características de una *rpi2*, bastará una breve descripción de las capacidades que nos interesa.



Figura 1: Módulo Raspberry Pi 2B+

Una rpi2 es una computadora de bajo costo del tamaño de una tarjeta de crédito. Existen diferentes modelos, para este proyecto necesitamos el que tiene un puerto ethernet y al menos un puerto USB. El sistema operativo corre desde una tarjeta microSD¹.

A continuación una breve enumeración de las características técnicas:

CPU 900 MHz quad-core ARM Cortex-A7

RAM 1 GB

USB 4 puertos

ethernet 1 puerto de 100 MB

Video puerto HDMI

Audio jack stereo de 3.5 mm

interface una para la cámara y otra para un display, además de un pinout GPIO.

2.2. Raspbian

Si decimos que una rpi2 es una *computadora* podemos suponer que necesita un sistema operativo². En la página oficial de Raspberry Pi se encuentran disponibles varias alternativas, la que nos interesa es *Raspbian*.

Raspbian es el sistema operativo oficial de la Fundación Raspberry Pi. Es un sistema operativo basado en *Debian* y compilado para correr en una rpi2³.

¹Con una capacidad de 4 GB estamos cubiertos.

²Y hacemos bien en sospechar que se trata de una distribución GNU/Linux.

³El SO es tan completo y al mismo tiempo tan liviano que existe una versión para PC, *Raspbian Pi Desktop*.

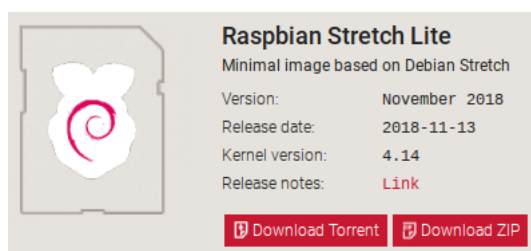


Figura 2: Raspbian Lite

Al momento de escribir este informe la última versión disponible es de finales de junio de 2018, la versión del kernel es 4.14. La *versión* de Raspbian es *Stretch*⁴. Si bien la opción popular es Raspbian con entorno gráfico vamos a optar por la versión *Lite*⁵ (Figura 2).

La *instalación* se trata de *copiar* el sistema Raspbian en la tarjeta microSD. Así expresado es una sobresimplificación del procedimiento y un error de conceptos; pero bien pensado *todo* en un sistema GNU/Linux es un *archivo*; y a diferencia de una PC, donde encontramos distintos dispositivos con diferentes *firmwares*⁶ una rpi2 es idéntica a otra rpi2 que podemos conseguir en un local de Bangladesh, por lo que sólo se necesita compilar el sistema operativo una vez, crear la imagen y hacerla accesible para cualquiera que necesite clonarla.

En el siguiente código vemos cómo listamos los dispositivos conectados buscando la microSD, desmontamos y clonamos el sistema operativo⁷. La imagen que provee el sitio oficial está comprimida en un archivo *zip* que se descargó en el directorio */tmp* y se la descomprimió ahí⁸.

```
# blkid -o list
# umount /media/pi/0403-0201
# 7z x /tmp/2018-06-27-raspbian-stretch-lite.zip
# dd bs=4M if=/tmp/2018-06-27-raspbian-stretch-lite.
    img of=/dev/mmcblk0 status=progress
```

2.3. Energía

Este proyecto necesita una fuente de alimentación que resuelva el problema de los cortes esporádicos de energía. Podría emplearse una UPS⁹ pero con un cargador de celular que disponga de al menos una salida de energía *mientras se está cargando* resuelve el problema.

No ahondaremos aquí sobre los detalles del *power bank*, el único dato importante es la potencia que debe poder entregar en el momento de máximo

⁴En opinión del que escribe, el planeta Raspberry pertenece al universo Debian.

⁵No es otra cosa que el sistema base, lo que en la jerga se conoce como *un debian pelado*.

⁶En el universo Windows se los conoce como *drives*.

⁷Algunos comandos necesitan derechos de *root*.

⁸Bajo *systemd* el directorio */tmp* es montado automáticamente con un sistema de archivo *tmpfs*, esto es, en la memoria RAM del sistema.

⁹*Uninterruptible Power Supply*.

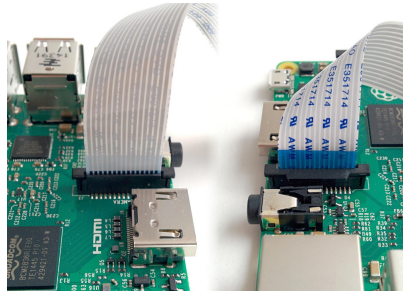


Figura 3: Conexión de la cámara modular

consumo, que es cuando la rpi2 bootea y cuando graba una fotografía en el USB (Cuadro 1).

Situación	Corriente
boot + USB	900-1400 mAh
ocioso (<i>idle</i>) + USB	960 mAh
CPU con una carga al 400 % + USB	1250 mAh
idle + cámara + USB	1200 mAh

Cuadro 1: Consumo aproximado

2.4. Cámara

Los creadores de rpi2 dispusieron de una interfase exclusiva para una cámara modular, que se conecta mediante un cable plano diseñado para romperse con facilidad (Figura 3). Se compra, se conecta y funciona luego de habilitar el puerto. Consume alrededor de 250 mAh desde el momento en que es habilitada (para el caso, desde el booteo); éste es un factor a tener en cuenta porque suele creerse que sólo consume energía cuando captura una imagen o graba un video, lo cierto es que hay un leve aumento de consumo pero es el proceso de *grabar* la imagen en el disco (la memoria USB en este caso).

2.5. Memoria USB

Tomando en cuenta que se van a capturar fotografías una vez por hora durante 14 días se obtiene el número de imágenes que se deben guardar en la memoria USB: 336. Cada fotografía tiene una resolución de 1280 pixels \times 720 pixels, cada píxel necesita 3 B¹⁰, luego cada imagen es un archivo de 2 764 800 B.

Dicho lo cual, necesitamos una memoria USB de 1 GB¹¹. Hace años que no se fabrican memorias USB de menos de 4 GB; incluso se podría prescindir de la memoria USB porque el espacio que todavía queda en la memoria mSD es más que suficiente.

¹⁰Uno por cada color *RGB*.

¹¹Exactamente 928 972 800 B.



Figura 4: 3-2-1 backup rule

2.5.1. 3-2-1 backup rule

Si no se ha cultivado un espíritu aventurero es conveniente tener un *backup*. Seguiremos la conocida regla **3-2-1** para políticas de backup (Figura 4):

- 3 copias de las imágenes
- 2 copias en medios físicos distintos
- 1 copia fuera del lugar físico

Resumiendo, una vez obtenida la imagen se guarda en un directorio de la tarjeta mSD, se hace una copia en la memoria USB y cada 6 h se la sube a una carpeta alojada en un servicio cloud.

2.5.2. Automontaje

En caso de una grave falla de energía, al punto de agotar la batería del power-bank, el sistema va a reiniciar en cuanto la energía se reestablezca. Se necesita, entonces, automontar la memoria USB. Systemd mediante, esta tarea es crear un archivo *unit* del tipo *mount* en el directorio `/etc/systemd/system`. Es necesario nombrar esta unit de acuerdo al punto de montaje, en este caso, `mnt-bkpUSB.mount`.

```
# mkdir /mnt/bkpUSB
# touch /etc/systemd/system/mnt-bkpUSB.mount
```

Se busca el UUID¹² de la memoria USB:

```
# blkid
```

Para finalmente editar la unidad de montaje como a continuación:

<code>/etc/systemd/system/mnt-bkpUSB.mount</code>
<pre>[Unit] Description=USB backup Before=local-fs.target umount.target [Mount] What=/dev/disk/by-uuid/87dcbe0c-1e1f-4de7-8f1e-65bcb37a4152 Where=/mnt/bkpUSB Type=ext4 Options=defaults</pre>

¹² *Universally Unique IDentifiers*, es una forma unívoca de identificar un dispositivo de almacenamiento.


```
[Install]
WantedBy=local-fs.target
```

Veamos brevemente qué es lo que configuramos en esta *unidad*:

Description= Aquí debe indicarse brevemente y lo más claro que se pueda qué es lo que hace esta unidad.

Before= En este caso le estamos indicando a systemd que retrase el inicio de local-fs.target y umount.target hasta que nuestra unidad termine de iniciar. Evitamos así algún conflicto (por ejemplo, que nuestra memoria USB se monte en /media/pi/ y no en /mnt/bkpUSB).

What= Indicamos unequivocamente el dispositivo que queremos montar.

Where= Indicamos dónde queremos montar ese dispositivo.

Type= Cuál es el sistema de archivos que va a montar (*filesystem*).

Options= Las opciones de montaje, que conviene en éste caso dejarlas predefinidas.

WantedBy= Aquí indicamos qué unidad o servicio va a iniciar a ésta unidad. No lo maneja systemd directamente, sino cuando se lo instala (cosa que debemos hacer para completar el automontaje, esto es: `# systemctl enable mnt-bkpUSB.mount`) se crea un enlace simbólico de esta unidad en el directorio *local-fs.target.wants*, que cuando inicia local-fs.target inicia mnt-bkpUSB.mount¹³.

Con SysVinit había que modificar el archivo `/etc/fstab` y agregar una línea como la siguiente¹⁴:

```
<file system> <mount point> <type> <options> <dump> <pass>
UUID=87dcbe0c-1e1f-4d... /mnt/bkpUSB ext4 defaults,noatime,auto 0 0
```

2.5.3. Journaling

No es imprescindible que la memoria USB tenga un sistema de archivos con *journaling*. El journaling es una técnica implementada en algunos *filesystems* que aseguran la integridad de los archivos; nos permite un alto grado de confianza cuando copiamos archivos de un medio a otro.

En los sistemas GNU/Linux es posible elegir entre varios filesystems, donde **ext4** es el favorito de muchas distribuciones. A efectos de ser prolijos, formateamos la memoria USB con ése filesystem¹⁵. Desmontamos la memoria USB¹⁶ y lo formateamos con una peligrosa facilidad:

¹³Momento, ¿no le indicamos en **Before=** que retrase el inicio de local-fs.target?, ¿por qué le decimos ahora que sea local-fs.target quien inicie a mnt-bkpUSB.mount? Brevemente: systemd sabe que tiene que iniciar local-fs.target, no mnt-bkpUSB.mount, a resultas nuestra unidad de automontaje inicia *antes* pero a *pedido* de local-fs.target.

¹⁴La opción *auto* indica que se automonte.

¹⁵¿Por qué no ntfs? Porque este informe puede prescindir de *Windows*.

¹⁶En una rpi2 el primer pendrive es asignado como `/dev/sda`.

```
# umount /dev/sda1
# mkfs.ext4 /dev/sda1
```

3. Servicios

Los servicios serán expuestos sólo en su objetivo, no describiremos el código por muy simple que sea. Por ejemplo, vamos a suponer que para tomar una fotografía sólo debe ejecutarse un script al que llamaremos *tomarFoto.sh*¹⁷; para sincronizar¹⁸ la carpeta de fotografías en la rpi2 con la carpeta alojada en el servidor *Drive* no necesitamos un script porque se hace con una línea de comando¹⁹ por lo que la estructura es la misma.

Ha llegado el momento de configurar los servicios en systemd. Para entender cabalmente los servicios que se necesitan repasemos los requerimientos.

Por cada hora se toma una fotografía que es guardada en un directorio del sistema, `/home/pi/Fotos`, y se escribe una entrada registrando el evento. Entonces necesitamos una *unit.timer*: **tomarFoto.timer**, que active una *unit.service*: **tomarFoto.service**, que tome la fotografía y active otra *unit.service*: **tomarFotoLog.service**, que realice el log. Cada vez que el directorio `/home/pi/Fotos` cambie (es decir, cuando se crea un nuevo archivo en él) se activa una *unit.path*: **syncUSB.path**, que activa una *unit.service*: **syncUSB.service** que sincroniza ese directorio con otro directorio en la memoria USB, que a su vez activa una *unit.service*: **syncUSBLog.service**, que hace un logging²⁰ de esta acción (Figura 5).

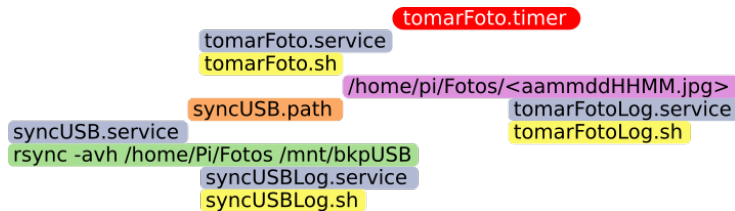


Figura 5: Algoritmo para tomar una foto

Cada 6 h se sincroniza la carpeta `/home/pi/Fotos` con una carpeta en el cloud de Drive y se hace un logging de esta acción. Ya deberíamos sospechar lo que necesitamos, una *unit.timer*: **syncDrive.timer**, que active una *unit.service*: **syncDrive.service**, que sincronice y que a su vez active una *unit.service*: **syncDriveLog.service**, que haga el log (Figura 6).

Empecemos por el servicio que justifica este informe: *tomarFoto.service*

¹⁷El script puede estar en cualquier lugar, sólo debemos recordar asignarle el permiso de ejecución.

¹⁸Sincronizar no es *copiar*, es comparar la carpeta de origen con la de destino y dejarla igual, borrando los archivos que ya no están en la carpeta origen y copiando los que todavía no.

¹⁹Vamos a ignorar el control de errores, porque en algún momento este informe tiene que terminarse.

²⁰Acción de realizar un log

```

syncDrive.timer
syncDrive.service
rclone sync /home/pi/Fotos drive:Fotos
syncDriveLog.service
syncDriveLog.sh

```

Figura 6: Algoritmo para tomar sincronizar en la nube

3.1. tomarFoto.service

```

# touch /etc/systemd/system/tomarFoto.service
# chmod 644 /etc/systemd/system/tomarFoto.service21
# vim /etc/systemd/system/tomarFoto.service

```

/etc/systemd/system/tomarFoto.service
<pre> [Unit] Description=Captura una foto [Service] Type=oneshot ExecStart=/home/pi/scripts/tomarFoto.sh </pre>

Por convención las unit de servicio se nombran como el servicio que ejecutan.

3.1.1. ¿Unit?

—*Entiendo*— dice un probable lector—, *¿pero qué es una unit?*

En el supuesto improbable de que ése lector se esté anoticiando con éste informe de systemd, a continuación una breve descripción. Systemd es el administrador de servicios²² que reemplaza al venerable SysVinit con un enfoque diferente del manejo de recursos, tanto dispositivos, puntos de montaje, sockets, etc. Por ejemplo, el tiempo de booteo se acorta *dramáticamente* debido a que systemd implementa una agresiva paralelización de los servicios, en contraste con SysVinit que es secuencial. Los scripts y daemons de SysVinit son compatibles con systemd.

Una de las ventajas de systemd es su simpleza en la configuración. La columna vertebral de systemd son las unit: archivos de texto plano que habitan en /lib/systemd/system con una extensión que indica qué tipo de unit es (service, path, mount point, target, timer, device, socket, etc.). Brevemente, una unit describe un recurso y le indica a systemd cómo debe activarlo. No todas las unit están activadas al inicio, muchas inician sólo cuando son necesarias, optimizando el sistema de manera notable. Cuando una de éstas units está activa un link simbólico se crea en /etc/systemd/system. En este caso de estudio, vamos a crear las unit que se necesitan en este último directorio, porque por convención sólo las unit *nativas* del sistema operativo deben estar en /lib/systemd/system.

²¹Por convención todos los usuarios tienen permiso de lectura y negados para la ejecución; y sólo el root debería poder editarlos.

²²Demonios.

Retomando, la unit `tomarFoto.service` tiene dos secciones: `[Unit]` y `[Service]`. La primera es opcional (aunque rara vez se omite) y posee información de la unit; es común a todas. La otra sección es específica de este tipo de unit.

Description= Esta sección es descriptiva, pensada para la interfase del usuario.

Type= Indica cómo debe activarse este servicio, *qué tipo de servicio es*. No nos interesa que `systemd` siga a este servicio luego de ejecutarse, por eso en lugar de `simple` le indicamos `oneshot`.

ExecStart= Comandos con sus argumentos que serán ejecutados cuando este servicio inicie. Sin embargo, como le indicamos que el `Type` es `oneshot` sólo hay que poner uno, que en este caso es `tomarFoto.sh` que está alojado en el directorio `/home/pi/scripts`.

Ahora podemos tomar una foto de dos formas²³:

```
$ /home/pi/scripts/tomarFoto.sh
o a través de systemd:
$ systemctl start tomarFoto.service
```

3.2. tomarFoto.path

Analicemos la Figura 5, al crear un archivo (la foto) en el directorio `/home/pi/Fotos` se dispara la unit `syncUSB.service`, ¿por qué? Por la unit `syncUSB.path`, que le indica a `systemd` que monitoree ese directorio; y cuando se produce un cambio `systemd` activa la unit asociada a `syncUSB.path`: `syncUSB.service`.

Entonces, una vez creadas las unit como se hizo con `tomarFoto.service` procedemos a editarlas:

<code>/etc/systemd/system/syncUSB.path</code>
<pre>[Unit] Description=Monitorea el directorio Fotos [Path] PathModified=/home/pi/Fotos</pre>

Este tipo de unit debe contener una sección `[Path]`

PathModified= Ruta absoluta del directorio o archivo a monitorear.

3.3. rsync y rclone

En la Figura 5 y Figura 6 vemos que los servicios `syncUSB.service` y `syncDrive.service` no tienen un script bash correspondiente.

<code>/etc/systemd/system/syncUSB.service</code>
<pre>[Unit] Description=Sincroniza Fotos con el USB</pre>

²³en el supuesto que el script `tomarFoto.sh` cumpla lo que promete.

```
[Service]
Type=oneshot
ExecStart=rsync -avh /home/pi/Fotos/ /mnt/bkpUSB/
```

/etc/systemd/system/syncDrive.service

```
[Unit]
Description=Sincroniza Fotos con el servicio Drive de Google

[Service]
Type=oneshot
ExecStart=rclone sync /home/pi/Fotos/ drive:Fotos
```

En estos casos es innecesario crear sendos scripts, pues tendrían la misma línea de código. Los programas *rsync* y *rclone* pueden instalarse directamente desde el repositorio de Debian:

```
# aptitude update && aptitude install -y rsync rclone
```

Ésto es, utilizamos el gestor de paquetes *aptitude*²⁴ para actualizar la base del repositorio y a continuación²⁵ instalamos *rsync* y *rclone*.

La estructura de *rsync* y *rclone* es clásica: *comando opciones origen destino*

3.4. tomarFotoLog.service

A los efectos de ilustrar la activación de un servicio a pedido de otro es que en este informe se utiliza una unit para realizar el log del servicio realizado; de otro modo bien podría realizar esta tarea el mismo script que realiza la tarea (tomarFoto, syncUSB y syncDrive).

Entonces, creado como antes se procede a editar *tomarFotoLog.service*:

/etc/systemd/system/tomarFotoLog.service

```
[Unit]
Description=Log de tomarFoto

[Service]
Type=oneshot
ExecStart=/home/pi/scripts/tomarFotoLog.sh

[Install]
WantedBy=tomarFoto.service
```

Esta unit tiene una sección *[Install]* que las otras no necesitaban. Aquí encontramos la información que *systemctl* necesita para *instalar* este servicio (ver Sección 2.5.2).

WantedBy= Se le indica a *systemctl* que en la instalación de este servicio cree un enlace simbólico a esta unit dentro de la carpeta */etc/systemd/system/tomarFoto.service.wants* (que será creada automáticamente), de modo tal que cuando *tomarFoto.service* inicie también lo haga *tomarFotoLog.service*.

²⁴Se dice que es un poco más expeditivo y eficiente que *apt* (o *apt-get*).

²⁵Esa continuación está indicada por los dos signos ampersand (&&).

Lo mismo se aplica para los servicios `syncUSBLog.service` y `syncDriveLog.service`:

<code>/etc/systemd/system/syncUSBLog.service</code>
<pre>[Unit] Description=Log de sincronizar con el USB [Service] Type=oneshot ExecStart=/home/pi/scripts/syncUSBLog.sh [Install] WantedBy=syncUSB.service</pre>

<code>/etc/systemd/system/syncDriveLog.service</code>
<pre>[Unit] Description=Log de sincronizar con Drive [Service] Type=oneshot ExecStart=/home/pi/scripts/syncDriveLog.sh [Install] WantedBy=syncDrive.service</pre>

4. Timers

Hasta ahora sólo se han configurado los servicios que se ejecutan a pedido del usuario. Según las especificaciones el sistema tiene que ser completamente automático. En primera instancia podríamos configurar los servicios *cron* mediante²⁶, pero `systemd` cuenta con la herramienta adecuada: las unit *timer*.

Una unit con la extensión *timer* contiene la información necesaria para que `systemd` active los servicios que deben ser activados por tiempo.

Entonces, cada 60 min se ejecutan tres acciones (que ya están configuradas):

1. tomar foto
2. sincronizar carpeta de fotos de la rpi2 con la memoria USB
3. log

Y cada 6 h se ejecutan dos scripts:

1. sincronizar carpeta de fotos de la rpi2 con el servidor Drive
2. log

Los servicios son disparados por *systemd* y deben ser nombrados en correspondencia con la unit.service que disparan. Deben contener una sección `[Timer]` con las instrucciones de cuándo o cada cuánto debe activarse. Entonces:

²⁶A partir de `systemd`, `cron` es un servicio de `systemd`.

/etc/systemd/system/tomarFoto.timer
<pre>[Unit] Description=Temporizador de tomarFoto [Timer] OnCalendar=hourly [Install] WantedBy=timers.target</pre>

OnCalendar= Define un horario en tiempo real (esto es, la hora del reloj de pared). En el caso de tomarFoto, *hourly* es una abreviación que entiende systemd (una vez cada hora, a partir de las 00:00 a.m.).

/etc/systemd/system/syncDrive.timer
<pre>[Unit] Description=Temporizador de syncDrive [Timer] OnCalendar=00:30/6 # cada 6 horas a partir de las 00:30 a.m. [Install] WantedBy=timers.target</pre>

Subidos en el tren de la didáctica configuramos el inicio de syncDrive de forma tal que no coincida con syncUSB: le indicamos a systemd que el servicio syncDrive debe repetirse cada 6 horas a partir de la 00:30 a.m.²⁷. Una manera más simple hubiera sido:

```
OnCalendar=6h
```

Por último, deben activarse las unit.timer:

```
# systemctl enable tomarFoto.timer
# systemctl enable syncDrive.timer
```

5. Conclusión

Este informe (disfrazado de *howto*) no pretende hacer una valoración entre sysvinit y systemd, sino de proporcionar una guía para quienes necesiten resolver problemas como el planteado (completamente ficticio) y no quieran fatigar páginas y páginas de internet que todavía están analizando si systemd debería haber reemplazado a sysvinit; o leyendo una y otra vez los principales comandos de systemd (start, status, stop, etc) y cómo se relacionan con los de sysvinit.

La mayor crítica (y probablemente cierta) es que systemd parece ir en contra de la filosofía de unix: evitar los programas monolíticos (un programa por cada tarea).

²⁷Invito a los usuarios veteranos de GNU/Linux a configurar cron con éstas mismas especificaciones.



Figura 7: RTFM

Sin embargo Debian ha decidido (desde *Jessie*) que su versión estable inicia con `systemd`. De todos los argumentos a favor creo que es el más breve y determinante.

Devuan es una distribución *fork* de Debian, pero todavía tiene como PID 1 a `init`. Es decir, es Debian sin `systemd`. ¿Hasta cuándo? Nadie lo puede asegurar, ya que las principales distros han optado por `systemd`.

En su obligado libro *En El Principio Fue La Línea De Comandos*, Neal Stephenson parece reflexionar (allá por 1999) sobre `sysvinit`: [...] *Linux trata con el problema del cruft²⁸ del mismo modo en que los esquimales trataban con sus jubilados: si insistes en usar viejas versiones de software Linux, antes o después acabarás por encontrarte flotando por el Estrecho de Bering en un iceberg cada vez más pequeño.*

6. Bibliografía

Gran parte de este informe está documentado en base a los manuales del sistema (Figura 7).

Así por ejemplo, para saber acerca de las `unit` en `systemd` basta con tipear desde la terminal:

```
$ man systemd.unit
```

O en el caso de las `unit timer`:

```
$ man systemd.timer
```

La verdad es que los artículos web que consulté a lo largo de este informe siempre fueron la punta del iceberg de algún manual del sistema.

6.1. algunos artículos web consultados

<https://opensource.com/resources/raspberry-pi>
<https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>
<https://www.pidramble.com/wiki/benchmarks/power-consumption>
<https://wiki.archlinux.org/index.php/tmpfs>
<https://picamera.readthedocs.io/en/latest/fov.html>
<https://www.veeam.com/blog/how-to-follow-the-3-2-1-backup-rule-with-veeam-backup-replication.html>

²⁸En la jerga significa algo fuera de uso, desactualizado. Aquí el autor hace referencia al problema de mantener retrocompatibilidad en las nuevas versiones de un sistema operativo con las anteriores.

6.1.1. raspbian boot

<https://raspberrypi.stackexchange.com/questions/39959/raspbian-boot-process-and-the-partition-table>

6.1.2. journal checksumming

<https://www.kernel.org/doc/Documentation/filesystems/ext4.txt>
https://ext4.wiki.kernel.org/index.php/Ext4_Metadata_Checksums

6.1.3. systemd

https://www.suse.com/media/white-paper/systemd_in_suse_linux_enterprise_12_white_paper.pdf
<https://oguya.ch/posts/2015-09-01-systemd-mount-partition/>
<https://www.digitalocean.com/community/tutorials/understanding-systemd-units-and-unit-files>
<https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-use-systemctl-to-manage-systemd-services-and-units>
<https://www.shellhacks.com/systemd-service-file-example/>
<https://www.redpill-linpro.com/sysadvent/2016/12/07/systemd-timers.html>

6.1.4. logging

<https://serverfault.com/questions/573946/how-can-i-send-a-message-to-the-systemd-journal-from-the-command-line>
<https://www.loggly.com/ultimate-guide/linux-logging-with-systemd/>

6.1.5. gnu/linux philosophy

<https://www.tldp.org/LDP/GNU-Linux-Tools-Summary/html/c1089.htm>

6.1.6. imágenes ilustrativas

https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi#/media/File:Raspberry-Pi-2-Bare-BR.jpg
<https://projects.raspberrypi.org/en/projects/getting-started-with-picamera/6>
<https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/camera/raspicam/raspistill.md>
<https://knowyourmeme.com/photos/17668-rtfm>

7. GNU Free Documentation License

GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc. <https://fsf.org/>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The Invariant Sections are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The Cover Texts are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

The "publisher" means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here

XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission. B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement. C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher. D. Preserve all the copyright notices of the Document. E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices. F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below. G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice. H. Include an unaltered copy of this License. I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence. J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission. K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein. L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles. M. Delete

any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version. N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section. O. Preserve any Warranty Disclaimers. If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally

terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <https://www.gnu.org/licenses/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document.

11. RELICENSING "Massive Multiauthor Collaboration Site" (or "MMC Site") means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A "Massive Multiauthor Collaboration" (or "MMC") contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

"CC-BY-SA" means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

"Incorporate" means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is eligible for relicensing if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing.

ADDENDUM: How to use this License for your documents To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (C) YEAR YOUR NAME. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License". If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with ... Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST. If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.