

Deber 4

Paul Quimbita – 00212513

Pamela Mena – 00211564

SSDs vs HDDs

El uso de los discos ya sean mecánicos (HDD) o de estado sólido (SSD) ha cambiado con el paso de los años, debido a la evolución de estos y los beneficios que cada uno puede otorgar dependiendo del uso que se le dé a cada uno.

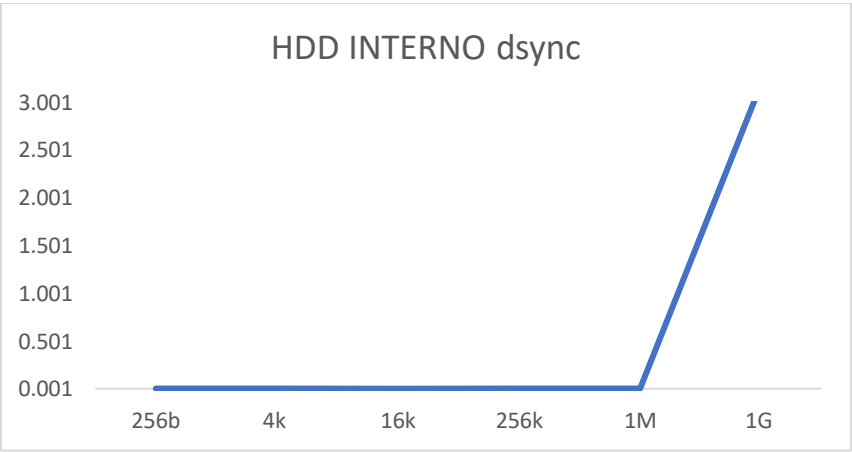
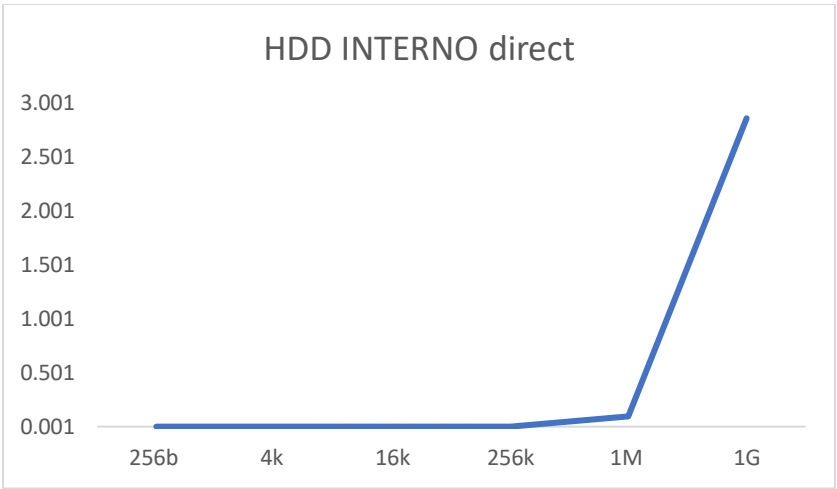
Los discos duros mecánicos dependiendo de los componentes con los que estén estructurados podrán leer y escribir datos más rápido, es decir, a mayor rapidez con la que giran los discos, mayor será la velocidad con la que transmiten datos. Eso los hace presentar una ventaja frente a los SSD ya que son mucho más accesibles (económicos), aunque con el pasar del tiempo los SSD pueden llegar a conseguir la accesibilidad que necesitan.

Por otro lado, las unidades de disco de estado sólido (SSD) logran escribir y leer información mediante microchips que contienen memory flash interconectadas. Estas memory flash están basadas en NAND las cuales mantienen los datos almacenados si el disco se llegara a desconectar. Cada SSD posee un procesador (controlador) lo que le permite realizar operaciones relacionadas con el almacenamiento de información.

Con la finalidad de comprobar las diferencias que existen entre los tipos de discos duros y la capacidad de almacenaje de cada uno, se realizó un experimento con 3 discos duros. En el respectivo disco duro se empleará el comando de Linux `dd`. Para la ejecución y el testeo de los discos duros el sistema de prueba que se utilizó fue una máquina de 16GB en RAM Core i7 10th generación y se manejó dentro del WSL (Windows Subsystem for Linux) con la versión 20.04 LTS de Ubuntu.

El comando `dd` permite la escritura y lectura de información desde el hardware sin la necesidad de acceder al sistema en búsqueda de los archivos, al igual que puede realizar la copia de datos simplificados a un bajo nivel. Es importante recalcar que el mal manejo del comando `dd` puede resultar en la pérdida permanente de datos. Por lo tanto, el primer disco duro en el cual se experimentó fue un HDD interno de 1TB, el segundo disco experimentado fue un SSD interno de 512 GB y finalmente en un HDD externo de 2TB.

HDD INTERNO			
direct		dsync	
Datos Escritos (bs)	Tiempo (s)	Datos Escritos (bs)	Tiempo (s)
256b	0.0015895	256b	0.0017172
4k	0.0014841	4k	0.0016643
16k	0.0012905	16k	0.0014661
256k	0.0023394	256k	0.0024039
1M	0.0943981	1M	0.0043366
1G	2.85827	1G	3.19041

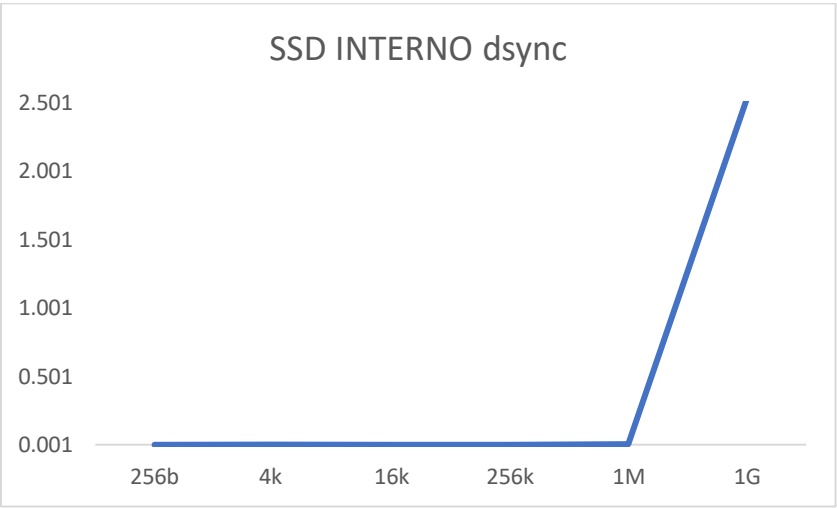
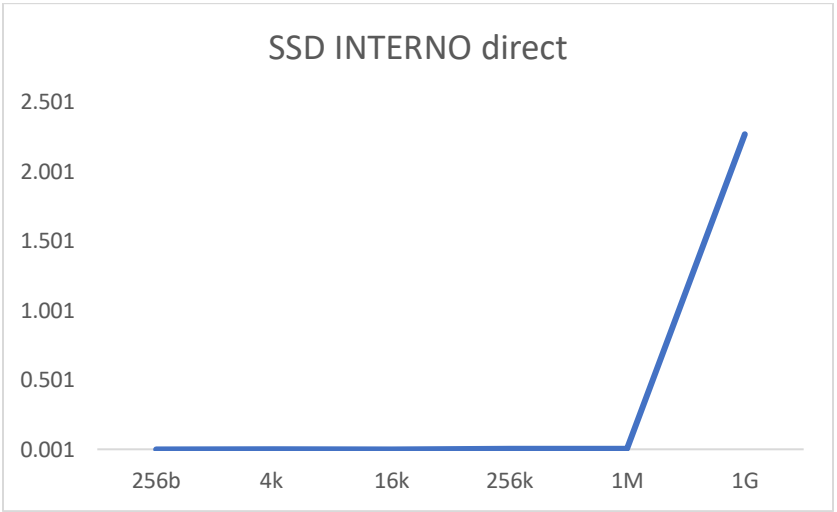


```
Windows PowerShell x paul@LAPTOP-H0LFDR20: ~ + -
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=256b count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
131072 bytes (131 kB, 128 KiB) copied, 0.0015895 s, 82.5 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=256b count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
131072 bytes (131 kB, 128 KiB) copied, 0.0017172 s, 76.3 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=4k count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
4096 bytes (4.1 kB, 4.0 KiB) copied, 0.0014841 s, 2.8 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=4k count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
4096 bytes (4.1 kB, 4.0 KiB) copied, 0.0016643 s, 2.5 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=16k count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
16384 bytes (16 kB, 16 KiB) copied, 0.0012905 s, 12.7 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=16k count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
16384 bytes (16 kB, 16 KiB) copied, 0.0014661 s, 11.2 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $

Windows PowerShell x paul@LAPTOP-H0LFDR20: ~ + -
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=256k count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
262144 bytes (262 kB, 256 KiB) copied, 0.0023394 s, 112 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=256k count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
262144 bytes (262 kB, 256 KiB) copied, 0.0024039 s, 109 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=1M count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
1048576 bytes (1.0 MB, 1.0 MiB) copied, 0.0943981 s, 11.1 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=1M count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
1048576 bytes (1.0 MB, 1.0 MiB) copied, 0.0043366 s, 242 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=1G count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
1073741824 bytes (1.1 GB, 1.0 GiB) copied, 2.85827 s, 376 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $ dd if=/dev/zero of=/mnt/d/text.txt bs=1G count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
1073741824 bytes (1.1 GB, 1.0 GiB) copied, 3.19041 s, 337 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20: $
```

Aquí se muestran varios valores de tiempo, capacidad y records (información) que se ingresada u obtiene del sistema. La diferencia de los valores se puede apreciar debido a la forma en la cual se está realizando este proceso, cuando el *oflag=direct* se usa para el I/O directo de los datos mientras que el *oflag=dsync* realiza un I/O sincronizado de los datos. Sin embargo, los tiempos (segundos) que le toma al HDD interno no difieren mucho lo que conlleva a que los resultados no muestren una gran diferencia. Existe una variación en los tiempos cuando los valores de ingreso son datos se lo realiza en 1MB de espacio vacío de RAM ya que cuando el *oflag=direct* le toma 0.0943981 segundos al *oflag=dsync* le toma 0.0043366 segundos que representa una eficiencia en la manipulación de información en el disco duro.

SSD INTERNO			
direct		dsync	
Datos Escritos (bs)	Tiempo (s)	Datos Escritos (bs)	Tiempo (s)
256b	0.0018951	256b	0.0019086
4k	0.0016454	4k	0.00172
16k	0.0018118	16k	0.0022537
256k	0.0024175	256k	0.0024385
1M	0.0049163	1M	0.0048482
1G	2.26928	1G	2.52865

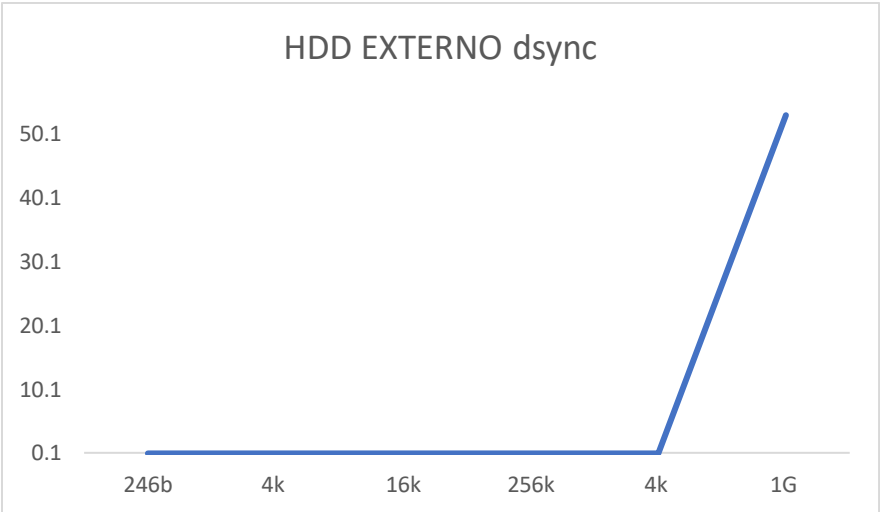
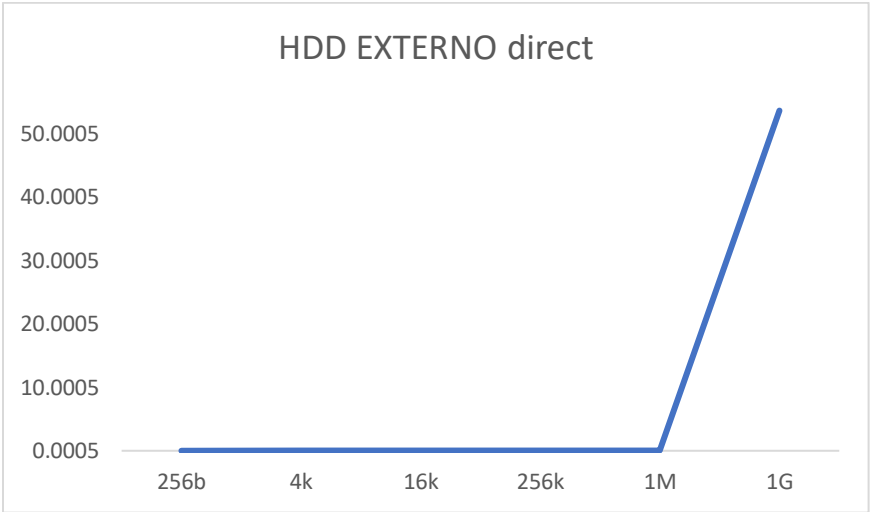


```
Windows PowerShell
paul@LAPTOP-H0LFDR20: ~
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=256b count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
131072 bytes (131 kB, 128 KiB) copied, 0.0018951 s, 69.2 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=256b count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
131072 bytes (131 kB, 128 KiB) copied, 0.0019086 s, 68.7 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=4k count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
4096 bytes (4.1 kB, 4.0 KiB) copied, 0.0016454 s, 2.5 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=4k count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
4096 bytes (4.1 kB, 4.0 KiB) copied, 0.00172 s, 2.4 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=16k count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
16384 bytes (16 kB, 16 KiB) copied, 0.0018118 s, 9.0 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=16k count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
16384 bytes (16 kB, 16 KiB) copied, 0.0022537 s, 7.3 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$

Windows PowerShell
paul@LAPTOP-H0LFDR20: ~
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=256k count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
262144 bytes (262 kB, 256 KiB) copied, 0.0024175 s, 108 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=256k count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
262144 bytes (262 kB, 256 KiB) copied, 0.0025385 s, 103 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=1m count=1 oflag=direct
dd: invalid number: '1m'
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=1M count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
1048576 bytes (1.0 MB, 1.0 MiB) copied, 0.0049163 s, 213 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=1M count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
1048576 bytes (1.0 MB, 1.0 MiB) copied, 0.0048482 s, 216 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=1G count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
1073741824 bytes (1.1 GB, 1.0 GiB) copied, 2.26928 s, 473 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/c/Java/text.txt bs=1G count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
1073741824 bytes (1.1 GB, 1.0 GiB) copied, 2.52865 s, 425 MB/s
```

En el SDD interno de 512 GB se muestran valores de tiempo que son muy parejos, tanto en el *oflag=direct* como en el *oflag=dsync*. La diferencia de los valores se puede apreciar cuando la manipulación de información se la realiza en 4KiB de espacio vacío de RAM ya que con el *oflag=direct* le toma 0.0016454 segundos, por el otro lado, al *oflag=dsync* le toma 0.00172 segundos que representa una eficiencia significativa en el performance de I/O de los datos en el disco duro. Sin embargo, cuando el espacio vacío de RAM aumenta a 1GB el tiempo aumenta a más de un 1 segundo pues se debe a la magnitud de datos que debe escribir el disco duro en el sistema. De tal manera que se observa en las gráficas el aumento drástico de segundos cuando se trata de 1GB de espacio vacío de RAM.

HDD EXTERNO			
direct		dsync	
Datos Escritos (bs)	Tiempo (s)	Datos Escritos (bs)	Tiempo (s)
256b	0.0006434	246b	0.0040987
4k	0.000687	4k	0.0042816
16k	0.00734	16k	0.0039611
256k	0.0042007	256k	0.0047713
1M	0.0125324	4k	0.0109229
1G	53.5965	1G	53.0023



```
Windows PowerShell
paul@LAPTOP-H0LFDR20: ~
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=256b count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
131072 bytes (131 kB, 128 KiB) copied, 0.0006434 s, 204 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=256b count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
131072 bytes (131 kB, 128 KiB) copied, 0.0040987 s, 32.0 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=4k count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
4096 bytes (4.1 kB, 4.0 KiB) copied, 0.000687 s, 6.0 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=4k count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
4096 bytes (4.1 kB, 4.0 KiB) copied, 0.0042816 s, 957 kB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=16k count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
16384 bytes (16 kB, 16 KiB) copied, 0.000734 s, 22.3 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=16k count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
16384 bytes (16 kB, 16 KiB) copied, 0.0039611 s, 4.1 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$

Windows PowerShell
paul@LAPTOP-H0LFDR20: ~
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=256k count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
262144 bytes (262 kB, 256 KiB) copied, 0.0042007 s, 62.4 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=256k count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
262144 bytes (262 kB, 256 KiB) copied, 0.0047713 s, 54.9 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=1M count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
1048576 bytes (1.0 MB, 1.0 MiB) copied, 0.0125324 s, 83.7 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=1M count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
1048576 bytes (1.0 MB, 1.0 MiB) copied, 0.0109229 s, 96.0 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=1G count=1 oflag=direct
1+0 records in
1+0 records out
1073741824 bytes (1.1 GB, 1.0 GiB) copied, 53.5965 s, 20.0 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$ dd if=/dev/zero of=/mnt/e/text.txt bs=1G count=1 oflag=dsync
1+0 records in
1+0 records out
1073741824 bytes (1.1 GB, 1.0 GiB) copied, 53.0023 s, 20.3 MB/s
paul@LAPTOP-H0LFDR20:~$
```

Por último, en el HDD externo de 2TB se muestran valores de tiempo, que como ya se ha mencionado con anterioridad, son relativamente similares a excepción de dos tiempos, estos son los respectivos a cuando el disco duro usa un espacio vacío de RAM de 1GB. Se podría decir que el performance de este I/O no es eficiente debido a la cantidad de tiempo que se demoran ambos casos, cuando el *oflag=direct* usa el I/O directo de los datos a la máquina le toma 53.5965 segundos, mientras que con el *oflag=dsync* le toma 53.0023 segundos manejar los datos de forma sincronizada. Por tanto, se puede plantear que el uso del HDD es el menos eficiente para leer o escribir información, siempre y cuando se esté hablando de una cantidad de datos grande como lo es 1GB.

Se puede notar una diferencia entre los tres discos cuando se hace una escritura de datos, tanto por el tipo de disco que se está manejando como en el tamaño de los datos que están siendo transmitidos. Para el disco duro interno el bus I/O para la lectura y escritura de datos le toma un tiempo prudente para los datos menores a 1MB, esto se debe a su estructura física del disco duro, ya que al ser un disco magnético debe posicionarse físicamente para buscar la información y escribirla. Cuando se hace un manejo grande de datos como 1GB, el tiempo que le toma al HDD interno es considerable en comparación a las primeras escrituras realizadas que no les tomaba ni un segundo. En cambio, el SSD interno al tener que solo buscar la posición en la matriz de memoria más no físicamente, esto provoca que los tiempos en cada una de las escrituras sea más rápida que en el HDD interno.

Por otro lado, los tiempos de escritura y lectura para un HDD externo con datos grandes es considerable, ya que primero se debe tomar en cuenta el tiempo para sincronizar el disco externo con los procesos internos del computador. Una vez esto, el bus I/O le toma un tiempo llevar la información para escritura y lectura de los datos, y se puede ver cuando se usan datos grandes que el tiempo es aproximadamente 1 minuto. Aparte de que es un disco duro que se debe posicionar físicamente para hacer escritura de la información debe esperar la comunicación del disco externo con lo que se envía internamente y esto provoca que el tiempo que le tome sea extremadamente alto en comparación a los otros discos internos. Evidentemente, el disco SSD interno es más eficiente que los otros dos discos ya que no debe posicionarse físicamente para leer o escribir la información como los HDD, y a diferencia de los componentes externos, la comunicación con componentes internos es más rápida ya que los ciclos internos son menores y le toma menos tiempo enviar los datos; a diferencia de los ciclos que tienen que sincronizarse con el dispositivo externo y sus propios procesos. En la mayoría de los casos, el *oflag=direct* es más rápido que el *oflag=dsync*, porque el direct usa el I/O directo y evita el buffer cache, a diferencia del *oflag=dsync* que usa un I/O sincronizado el cual fuerza que una escritura física de los datos en cada escritura en el archivo de salida.

Finalmente, si bien cada disco posee capacidades máximas de almacenaje diferentes, la desemejanza radica mayormente en la efectividad que tiene cada uno para procesar y almacenar datos. Como ya se mencionó anteriormente esto depende en gran parte del uso que se le quiera dar al disco, así como la cantidad de información que transmite. Ya sea un disco magnético o mecánico se puede observar como el performance aumenta cuando la cantidad de datos lo hace de igual forma. Es por tal razón, que dependiendo del uso que se le quiera dar al disco, un disco puede ser mejor que el otro, es decir, si se quiere un mejor performance el SSD interno presenta mejores valores que tiempo para el intercambio de datos en comparación al HDD externo e interno. Sin embargo, si se busca una mayor capacidad de almacenaje los discos de HDD tienen mayor capacidad ya que pueden llegar hasta 20TB de espacio, mientras que los SSD pueden llegar a un almacenamiento máximo de 8TB.

Referencias

Fernández, Y. (2021). HDD vs SSD: diferencias y ventajas de ambos tipos de disco duro. Recuperado de: <https://www.xataka.com/basics/hdd-vs-ssd>

Fischer, W. (2016). Linux I/O Performance Test using dd. Recuperado de: https://www.thomas-krenn.com/en/wiki/Linux_I/O_Performance_Tests_using_dd

Schmid, P. (2010). SSD 102: The Ins And Outs Of Solid State Storage. Recuperado de: <https://www.tomshardware.com/reviews/flash-ssd-nand,2741-6.html>

Schmid, P & Roos A. (2010). The SSD Workload Performance Analysis. Recuperado de: <https://www.tomshardware.com/reviews/ssd-performance-power,2279.html>