

Отчет по лабораторной работе 16

Генералов Даниил, НПИбд-01-21, 1032202280

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Выполнение лабораторной работы	7
4	Выводы	19
5	Контрольные вопросы	20

Список иллюстраций

3.1	virt-manager	7
3.2	sfdisk	8
3.3	sfdisk	9
3.4	sfdisk	10
3.5	mdadm	11
3.6	mkfs	12
3.7	mdadm	13
3.8	mdadm	14
3.9	mdadm	15
3.10	mdadm	16
3.11	mdadm	17
3.12	mdadm	18

Список таблиц

1 Цель работы

В рамках этой лабораторной работы требуется выполнить операции по работе с mdadm-RAID массивами.

2 Задание

1. Прочитайте руководство по работе с утилитами `fdisk`, `sfdisk` и `mdadm`.
2. Добавить три диска на виртуальную машину (объёмом от 512 MiB каждый). При помощи `sfdisk` создать на каждом из дисков по одной партии, задав тип раздела для RAID (см. разделы 16.4.1, 16.4.2).
3. Создать массив RAID 1 из двух дисков, смонтировать его. Эмитировать сбой одного из дисков массива, удалить искусственно выведенный из строя диск, добавить в массив работающий диск (см. раздел 16.4.2).
4. Создать массив RAID 1 из двух дисков, смонтировать его. Добавить к массиву третий диск. Эмитировать сбой одного из дисков массива. Проанализировать состояние массива, указать различия по сравнению с предыдущим случаем (см. раздел 16.4.3).
5. Создать массив RAID 1 из двух дисков, смонтировать его. Добавить к массиву третий диск. Изменить тип массива с RAID1 на RAID5, изменить число дисков в массиве с 2 на 3. Проанализировать состояние массива, указать различия по сравнению с предыдущим случаем (см. раздел 16.4.4).

3 Выполнение лабораторной работы

Сначала я добавил диск к виртуальной машине: у меня уже было два диска, поэтому я добавил третий. Все из них имеют размер 256 МБ, ввиду недостатка места на моем диске.

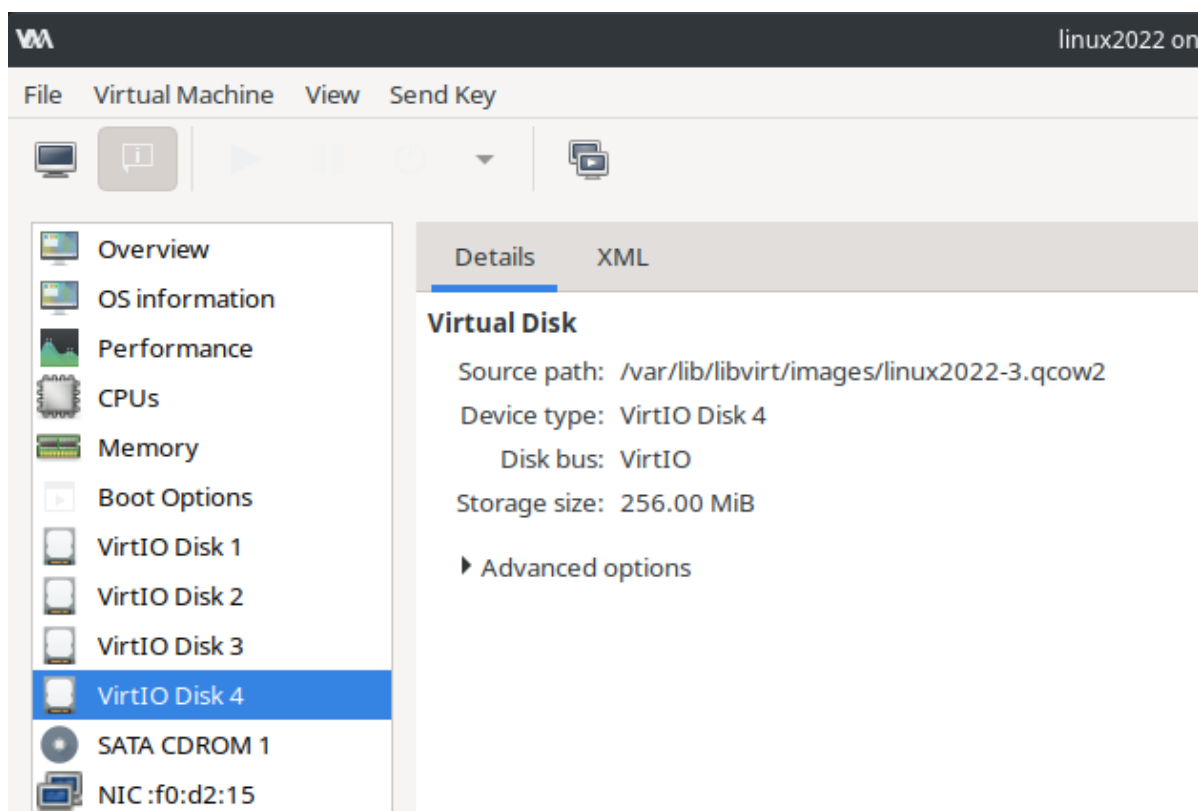


Рис. 3.1: virt-manager

Те три диска, с которыми мы будем работать, называются соответственно vdb, vdc и vdd. Нужно на каждом из них создать раздел, введя команду ; в `sfdisk`.

```
[ 89.094407] vdb: vdb1
Syncing disks.
[ 89.102104] vdb: vdb1
[root@dmgeneralov ~]# echo ";" | sfdisk /dev/vdc
Checking that no-one is using this disk right now ... OK

Disk /dev/vdc: 256 MiB, 268435456 bytes, 524288 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes

>>> Created a new DOS disklabel with disk identifier 0x273404d3.
/dev/vdc1: Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 255 MiB.
/dev/vdc2: Done.

New situation:
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0x273404d3

Device      Boot Start    End Sectors  Size Id Type
/dev/vdc1                2048 524287   522240  255M 83 Linux

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
[ 98.934316] vdc: vdc1
Syncing disks.
[root@dmgeneralov ~]# echo ";" | sfdisk /dev/vdd
Checking that no-one is using this disk right now ... OK

Disk /dev/vdd: 256 MiB, 268435456 bytes, 524288 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes

>>> Created a new DOS disklabel with disk identifier 0xb2ea61d4.
/dev/vdd1: Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 255 MiB.
/dev/vdd2: Done.

New situation:
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0xb2ea61d4

Device      Boot Start    End Sectors  Size Id Type
/dev/vdd1                2048 524287   522240  255M 83 Linux

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
[ 101.992995] vdd: vdd1
Syncing disks.
[root@dmgeneralov ~]#
```

Рис. 3.2: sfdisk

Если проверить информацию о первом разделе каждого диска, можно увидеть, что они имеют тип 83, что соответствует типу раздела Linux. После этого мы меняем тип раздела на fd, что соответствует типу раздела Linux RAID с авто-обнаружением.


```

[root@dmgeneralov ~]# sfdisk --print-id /dev/vdb 1
sfdisk: print-id is deprecated in favour of --part-type
83
[root@dmgeneralov ~]# sfdisk --print-id /dev/vdc 1
sfdisk: print-id is deprecated in favour of --part-type
83
[root@dmgeneralov ~]# sfdisk --print-id /dev/vdd 1
sfdisk: print-id is deprecated in favour of --part-type
83
[root@dmgeneralov ~]# sfdisk --change-id /dev/vdb 1 fd
sfdisk: change-id is deprecated in favour of --part-type

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
[ 292.796812] vdb: vdb1
Syncing disks.
[ 292.804019] vdb: vdb1
[root@dmgeneralov ~]# sfdisk --change-id /dev/vdc 1 fd
sfdisk: change-id is deprecated in favour of --part-type

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
[ 295.654003] vdc: vdc1
Syncing disks.
[root@dmgeneralov ~]# sfdisk --change-id /dev/vdd 1 fd
sfdisk: change-id is deprecated in favour of --part-type

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
[ 297.823163] vdd: vdd1
Syncing disks.
[root@dmgeneralov ~]#

```

Рис. 3.3: sfdisk

Наконец, мы смотрим состояние таблицы разделов и видим, что диски имеют один раздел с типом fd.

```

[root@dmgeneralov ~]# sfdisk -l /dev/vdb
Disk /dev/vdb: 256 MiB, 268435456 bytes, 524288 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0xe2365a79

Device      Boot Start    End Sectors  Size Id Type
/dev/vdb1           2048 524287  522240  255M fd Linux raid autodetect
[root@dmgeneralov ~]# sfdisk -l /dev/vdc
Disk /dev/vdc: 256 MiB, 268435456 bytes, 524288 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0x273404d3

Device      Boot Start    End Sectors  Size Id Type
/dev/vdc1           2048 524287  522240  255M fd Linux raid autodetect
[root@dmgeneralov ~]# sfdisk -l /dev/vdd
Disk /dev/vdd: 256 MiB, 268435456 bytes, 524288 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0xb2ea61d4

Device      Boot Start    End Sectors  Size Id Type
/dev/vdd1           2048 524287  522240  255M fd Linux raid autodetect
[root@dmgeneralov ~]# _

```

Рис. 3.4: sfdisk

С помощью утилиты mdadm мы можем начать, создав RAID1-массив из двух дисков. Затем можно посмотреть его состояние: массив состоит из двух дисков и нуля запасных, имеет размер 254MiB, активно 2 устройства, состояние clean, и произошло 17 событий.

```

    may not be suitable as a boot device.  If you plan to
    store '/boot' on this device please ensure that
    your boot-loader understands md/v1.x metadata, or use
    --metadata=0.90
mdadm: size set to 260096K
Continue creating array? y
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
[ 495.148066] md/raid1:md0: not clean -- starting background reconstruction
[ 495.148185] md/raid1:md0: active with 2 out of 2 mirrors
[ 495.148268] md0: detected capacity change from 0 to 520192
mdadm: array /dev/md0 started.
[ 495.148876] md: resync of RAID array md0
[root@dmgeneralov ~]# cat[ 496.771856] md: md0: resync done.

[root@dmgeneralov ~]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 vdc1[1] vdb1[0]
      260096 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 254.00MiB raid1 2 devices, 0 spares. Use mdadm --detail for more detail.
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
        Version : 1.2
        Creation Time : Fri Dec 30 16:58:00 2022
        Raid Level : raid1
        Array Size : 260096 (254.00 MiB 266.34 MB)
        Used Dev Size : 260096 (254.00 MiB 266.34 MB)
        Raid Devices : 2
        Total Devices : 2
        Persistence : Superblock is persistent

        Update Time : Fri Dec 30 16:58:02 2022
        State : clean
        Active Devices : 2
        Working Devices : 2
        Failed Devices : 0
        Spare Devices : 0

Consistency Policy : resync

        Name : dmgeneralov:0 (local to host dmgeneralov)
        UUID : 9cb828ab:a3d72d78:823ec908:031f3b68
        Events : 17

   Number   Major   Minor   RaidDevice State
     0       252       17         0      active sync    /dev/vdb1
     1       252       33         1      active sync    /dev/vdc1
[root@dmgeneralov ~]#

```

Рис. 3.5: mdadm

Теперь мы создаем файловую систему на массиве и подключаем диск к файловой системе.

```

[root@dmgeneralov ~]# mkfs.ext4 /dev/md0
mke2fs 1.46.5 (30-Dec-2021)
/dev/md0 contains a ext4 file system
    last mounted on Fri Dec 30 14:40:23 2022
Proceed anyway? (y,N) y
Discarding device blocks: done
Creating filesystem with 260096 1k blocks and 65024 inodes
Filesystem UUID: 31a6a8fa-ad2e-4114-9002-4847d4849cdb
Superblock backups stored on blocks:
    8193, 24577, 40961, 57345, 73729, 204801, 221185

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Creating journal (4096 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done

[root@dmgeneralov ~]# mkdir /data
mkdir: cannot create directory '/data': File exists
[root@dmgeneralov ~]# echo "/dev/md0 /data ext4 defaults 1 2" >> /etc/fstab
[root@dmgeneralov ~]# mount -a
[ 801.325579] EXT4-fs (md0): mounted filesystem with ordered data mode. Quota mode: none.
[root@dmgeneralov ~]#

```

Рис. 3.6: mkfs

После этого мы можем пометить один из дисков как нерабочий, удалить его из массива, и добавить новый диск в массив. Во время этого мы получаем сообщения в консоли о том, что с диском произошла ошибка, и когда мы добавляем новый диск, мы видим сообщения о том, что происходит синхронизация данных. После того, как синхронизация завершена, массив имеет такое же рабочее состояние, как и до этого.

```

[root@dmgeneralov ~]# mdadm /dev/md0 --fail /dev/vdc1
[ 898.253882] md/raid1:md0: Disk failure on vdc1, disabling device.
[ 898.253882] md/raid1:md0: Operation continuing on 1 devices.
mdadm: set /dev/vdc1 faulty in /dev/md0
[root@dmgeneralov ~]# mdadm /dev/md0 --remove /dev/vdc1
mdadm: hot removed /dev/vdc1 from /dev/md0
[root@dmgeneralov ~]# mdadm /dev/md0 --add /dev/vdd1
mdadm: added /dev/vdd1
[root@dmgeneralov ~]# [ 916.481669] md: recovery of RAID array md0
[ 917.858229] md: md0: recovery done.

[root@dmgeneralov ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Fri Dec 30 16:58:00 2022
    Raid Level : raid1
    Array Size : 268096 (254.00 MiB 266.34 MB)
  Used Dev Size : 268096 (254.00 MiB 266.34 MB)
    Raid Devices : 2
    Total Devices : 2
 Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Fri Dec 30 17:05:03 2022
      State : clean
    Active Devices : 2
    Working Devices : 2
    Failed Devices : 0
    Spare Devices : 0

Consistency Policy : resync

    Name : dmgeneralov:0 (local to host dmgeneralov)
    UUID : 9cb828ab:a3d72d78:823ec908:031f3b68
    Events : 39

   Number  Major   Minor  RaidDevice State
    0       252     17        0     active sync  /dev/vdb1
    2       252     49        1     active sync  /dev/vdd1
[root@dmgeneralov ~]# _

```

Рис. 3.7: mdadm

Наконец, мы удаляем массив, обнуляя суперблоки на дисках, чтобы подгото- виться к следующему шагу: мы создаем RAID1-массив, в котором есть vdb и vdc, и добавляем в него vdd как запасной диск.

```

[root@dmgeneralov ~]# umount /dev/md0
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --stop /dev/md0
[ 1142.896144] md0: detected capacity change from 520192 to 0
[ 1142.896219] md: md0 stopped.
mdadm: stopped /dev/md0
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --zero-superblock /dev/vdb1
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --zero-superblock /dev/vdc1
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --zero-superblock /dev/vdd1
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/vdb1 /dev/vdc1
mdadm: Note: this array has metadata at the start and
      may not be suitable as a boot device.  If you plan to
      store '/boot' on this device please ensure that
      your boot-loader understands md/v1.x metadata, or use
      --metadata=0.90
mdadm: size set to 260096K
Continue creating array? y
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
[ 1202.542682] md/raid1:md0: not clean -- starting background reconstruction
[ 1202.542764] md/raid1:md0: active with 2 out of 2 mirrors
[ 1202.542817] md0: detected capacity change from 0 to 520192
mdadm: array /dev/md0 started.
[root@dmgeneralov ~]# [ 1202.544473] md: resync of RAID array md0
[ 1204.107831] md: md0: resync done.

[root@dmgeneralov ~]# mdadm --add /dev/md0 /dev/vdc1
mdadm: Cannot open /dev/vdc1: Device or resource busy
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --add /dev/md0 /dev/vdd1
mdadm: added /dev/vdd1
[root@dmgeneralov ~]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 vdd1[2](S) vdc1[1] vdb1[0]
      260096 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 254.00MiB raid1 2 devices, 1 spare. Use mdadm --detail for more detail.
[root@dmgeneralov ~]#

```

Рис. 3.8: mdadm

Теперь, когда диск vdb помечается как нерабочий, он автоматически заменяется диском vdd, который восстанавливается из данных диска vdc.

```

[root@dmgeneralov ~]# mdadm /dev/md0 --fail /dev/vdb1
[ 1328.468814] md/raid1:md0: Disk failure on vdb1, disabling device.
[ 1328.468814] md/raid1:md0: Operation continuing on 1 devices.
mdadm: set /dev/vdb1 faulty in /dev/md0
[root@dmgeneralov ~]# [ 1328.589626] md: recovery of RAID array md0
[ 1329.945237] md: md0: recovery done.

[root@dmgeneralov ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Fri Dec 30 17:09:47 2022
    Raid Level : raid1
    Array Size : 268896 (254.00 MiB 266.34 MB)
  Used Dev Size : 268896 (254.00 MiB 266.34 MB)
    Raid Devices : 2
    Total Devices : 3
 Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Fri Dec 30 17:11:55 2022
      State : clean
 Active Devices : 2
 Working Devices : 2
 Failed Devices : 1
 Spare Devices : 0


Consistency Policy : resync

    Name : dmgeneralov:0 (local to host dmgeneralov)
    UUID : 26a167ee:c5b38449:bbc374b4:18c4ca3f
    Events : 37

   Number   Major   Minor   RaidDevice State
     2       252       49         0      active sync   /dev/vdd1
     1       252       33         1      active sync   /dev/vdc1

     0       252       17         -      faulty   /dev/vdb1
[root@dmgeneralov ~]# _

```

Рис. 3.9: mdadm

После этого мы опять сбрасываем массив, чтобы создать новый массив: RAID1, состоящий из vdb и vdc, а затем добавляем в него vdd как запасной диск.

```

[root@dmgeneralov ~]# mdadm --stop /dev/md0
[ 1540.704554] md0: detected capacity change from 520192 to 0
[ 1540.704630] md: md0 stopped.
mdadm: stopped /dev/md0
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --zero-superblock /dev/vdb1
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --zero-superblock /dev/vdbc
mdadm: Couldn't open /dev/vdbc for write - not zeroing
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --zero-superblock /dev/vdc1
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --zero-superblock /dev/vdd1
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/vdb1 /dev/vdc1
mdadm: Note: this array has metadata at the start and
may not be suitable as a boot device. If you plan to
store '/boot' on this device please ensure that
your boot-loader understands md/v1.x metadata, or use
--metadata=0.90
mdadm: size set to 260096K
Continue creating array? y
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
[ 1581.535287] md/raid1:md0: not clean -- starting background reconstruction
[ 1581.535315] md/raid1:md0: active with 2 out of 2 mirrors
[ 1581.535353] md0: detected capacity change from 0 to 520192
mdadm: array /dev/md0 started.
[ 1581.535522] md: resync of RAID array md0
[root@dmgeneralov ~]# [ 1582.971379] md: md0: resync done.

[root@dmgeneralov ~]# mdadm --add /dev/md0 /dev/vdd1
mdadm: added /dev/vdd1
[root@dmgeneralov ~]# mount /dev/md0
[ 1604.324034] EXT4-fs (md0): mounted filesystem with ordered data mode. Quota mode: none.
[root@dmgeneralov ~]# _

```

Рис. 3.10: mdadm

После этого мы помечаем, что этот массив теперь должен иметь тип RAID5. Это не изменяет массив, потому что RAID5 с двумя дисками – это то же самое, что RAID1. Однако в массиве все еще есть один диск, который используется в качестве запасного.


```

[root@dmgeneralov ~]# mdadm --grow /dev/md0 --level=5
[ 1650.168344] raid6: skip pq benchmark and using algorithm avx2x4
[ 1650.168429] raid6: using avx2x2 recovery algorithm
[ 1650.173471] async_tx: api initialized (async)
[ 1650.215451] md/raid:md0: device vdc1 operational as raid disk 1
[ 1650.215541] md/raid:md0: device vdb1 operational as raid disk 0
[ 1650.228607] md/raid:md0: raid level 5 active with 2 out of 2 devices, algorithm 2
mdadm: level of /dev/md0 changed to raid5
[root@dmgeneralov ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
        Version : 1.2
        Creation Time : Fri Dec 30 17:16:06 2022
        Raid Level : raid5
        Array Size : 260096 (254.00 MiB 266.34 MB)
        Used Dev Size : 260096 (254.00 MiB 266.34 MB)
        Raid Devices : 2
        Total Devices : 3
        Persistence : Superblock is persistent

        Update Time : Fri Dec 30 17:17:15 2022
        State : clean
        Active Devices : 2
        Working Devices : 3
        Failed Devices : 0
        Spare Devices : 1


        Layout : left-symmetric
        Chunk Size : 64K

Consistency Policy : resync

        Name : dmgeneralov:0 (local to host dmgeneralov)
        UUID : 4ccd8e8b:8d4421e6:ec195982:7c54dfbd
        Events : 19

   Number   Major   Minor   RaidDevice State
    0         252       17         0      active sync    /dev/vdb1
    1         252       33         1      active sync    /dev/vdc1

    2         252       49         -      spare    /dev/vdd1
[root@dmgeneralov ~]#

```

Рис. 3.11: mdadm

Если изменить, что массив должен иметь три диска в себе, то запасной диск используется, чтобы распределить на него данные четности. Это изменило “форму” массива, и теперь он имеет в два раза больше объема, о чем мы получаем сообщение в консоли.

```

[root@dmgeneralov ~]# mdadm --grow /dev/md0 --raid-devices 3
[ 1848.797644] md: reshape of RAID array md0
[root@dmgeneralov ~]# [ 1852.737555] md: md0: reshape done.
[ 1852.739171] md0: detected capacity change from 520192 to 1040384

[root@dmgeneralov ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Fri Dec 30 17:16:06 2022
    Raid Level : raid5
    Array Size : 520192 (500.00 MiB 532.68 MB)
  Used Dev Size : 260096 (254.00 MiB 266.34 MB)
    Raid Devices : 3
    Total Devices : 3
 Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Fri Dec 30 17:20:39 2022
      State : clean
 Active Devices : 3
Working Devices : 3
 Failed Devices : 0
 Spare Devices : 0


    Layout : left-symmetric
    Chunk Size : 64K

Consistency Policy : resync

           Name : dmgeneralov:0 (local to host dmgeneralov)
          UUID : 4ccd8e8b:8d4421e6:ec195982:7c54dfbd
        Events : 36

   Number   Major   Minor   RaidDevice State
     0         252        17           0   active sync  /dev/vdb1
     1         252        33           1   active sync  /dev/vdc1
     2         252        49           2   active sync  /dev/vdd1

```

Рис. 3.12: mdadm

Наконец, мы удаляем массив, обнуляем суперблоки на дисках, и удаляем запись из fstab.

4 Выводы

Я получил опыт работы с mdadm в Linux.

5 Контрольные вопросы

1. Приведите определение RAID.

RAID – метод объединения нескольких физических дисков в один логический, который обладает лучшими характеристиками производительности и/или надежности, чем каждый из дисков по отдельности.

2. Какие типы RAID-массивов существуют на сегодняшний день?

Чаще всего используют RAID0/striping, а также RAID1/mirroring, RAID5 или RAID6 – причем, в комбинации с striping, их называют RAID10, RAID50 или RAID60.

3. Охарактеризуйте RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6, опишите алгоритм работы, назначение, приведите примеры применения

RAID1 (mirroring) делает так, что два или более диска являются полными копиями друг друга. Когда производится запись, она происходит на все диски, а когда выполняется чтение, оно может идти из любого из активных дисков (для производительности можно выбрать самый быстрый из них, или же сделать балансировку нагрузки). Таким образом, RAID1 обеспечивает наилучшую надежность (потому что любого одного диска достаточно, чтобы восстановить данные), но самую худшую производительность (потому что время записи не может быть меньше времени записи на самый медленный диск), а также самый большой объем занимаемого места (получается используемый объем одного диска, который требует двух таких физических объемов).

RAID0 (striping) делает так, что данные записываются на несколько дисков, но не копируются. Самый простой способ это сделать – логически склеить конец первого диска и начало второго, но на практике секторы диска перемежаются между двумя дисками. Этот метод увеличивает производительность (потому что работа с блоком данных разбита на два диска, и поэтому время доступа делится на два), и увеличивает используемый объем (потому что объем двух дисков складывается), но понижает надежность (потому что если один из дисков выйдет из строя, то все данные на этом диске будут потеряны).

RAID5 (striping with parity) – это улучшение более старой схемы RAID4.

В RAID4 все диски кроме одного содержат данные, а один диск содержит контрольную сумму (parity) для данных на других дисках. Благодаря этой схеме увеличивается надежность, потому что можно восстановить потерю любого одного из дисков, и увеличивается объем, потому что все кроме одного диска используются для хранения данных.

Однако у этой схемы есть недостаток в том, что для каждой записи требуется записать данные на диск, куда идет запись, а также на тот один диск контрольных сумм, поэтому производительность записи ограничена скоростью диска контрольных сумм. RAID5 решает эту проблему: контрольные суммы вместо этого распределяются между всеми дисками. Тогда производительность записи каждого блока ограничена самым медленным диском из пары (диск с блоком – диск с контрольной суммой), что в среднем увеличивает производительность записи.

RAID6 – это аналог RAID5, но в нем используется в два раза больше контрольных сумм. Это сильнее ограничивает производительность, и снижает используемый объем, но позволяет восстанавливать потерю любых двух дисков, а не только одного.

Каждый из этих RAID-уровней можно комбинировать с RAID0, чтобы получить RAID10, RAID50, RAID60 и т.д. Если это сделать, то повышается надежность и скорость восстановления: если один из дисков выйдет из строя, то теряется только

половина данных, и восстановление занимает половину времени. Помимо этого, если выйдут из строя два диска, составляющие одну striping-пару, то это считается как потеря только одного диска, поэтому это не приведет к потере данных.

Например, рассмотрим RAID10 из четырех дисков, где есть диски 0, 1, 2 и 3, и диск 0 и 1 – это одна striping-пара, а диск 2 и 3 – это другая striping-пара. Потеря любого одного диска восстановима. Если потерян диск 0, то потеря диска 1 не будет катастрофической. Если потерян диск 0 и 2, то это уже приведет к потере данных. Если потерян диск 0 и 3, и RAID-контроллер достаточно умный, то это также можно восстановить, потому что диск 1 и 2 будут содержать между собой содержимое диска 0 и 3. Таким образом, RAID10 позволяет восстановить потерю любого одного диска, а также некоторые случаи потери двух дисков.