



Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Распределенные системы хранения данных

Лабораторная работа №4

Вариант 25

Преподаватель: Шешуков Д.М.

Выполнили: Жамков Иван и Ляо Ихун

Группа: Р33131

Санкт-Петербург

2023г.

## Задание:

Работа рассчитана на двух человек. Для выполнения и демонстрации лабораторной работы разрешено (и рекомендуется) использование своих компьютеров. В случае отсутствия возможности использования своего компьютера для выполнения лабораторной работы обратитесь к преподавателю для корректировки варианта и получения доступа к узлам.

В качестве хостов использовать одинаковые виртуальные машины.

В первую очередь настроить сеть виртуальных машин:

- Если VM запускаются на одном хосте, рекомендуется использовать NAT сеть.
- Если VM запускаются на различных хостах, рекомендуется использовать сетевые интерфейсы в режиме "Bridge"; для связи рекомендуется использовать проводное соединение.
- Проверить сетевую связность между всеми узлами (ping, ssh).

Для подключения к СУБД (например, через psql), использовать отдельную виртуальную или физическую машину.

Перед тем как "сломать" узел на этапе 2, рекомендуется выполнить снапшот виртуальной машины.

Для демонстрации наполнения базы, а также доступа на запись (см. задание ниже) использовать не меньше двух таблиц, трёх столбцов, пяти строк, двух транзакций, двух клиентских сессий. Данные не обязаны быть осмысленными, но должны быть легко отличимы - повторяющиеся строки запрещены.

### Этап 1:

Развернуть postgres на двух узлах в режиме трансляции логов. Не использовать дополнительные пакеты. Продемонстрировать доступ в режиме чтение/запись на основном сервере, а также что новые данные синхронизируются на резервный.

### Этап 2.1:

- а. Установить несколько клиентских подключений к СУБД.
- б. Продемонстрировать состояние данных и работу клиентов в режиме чтение/запись.

### Этап 2.2:

Симулировать недоступность основного узла - отключить сетевой интерфейс виртуальной машины, переключить его в изолированную подсеть и т.п.

### Этап 2.3:

- а. Найти продемонстрировать в логах релевантные сообщения об ошибках.
- б. Выполнить фейловер на резервный сервер.
- с. Продемонстрировать состояние данных и работу клиентов в режиме чтение/запись.

### Этап 3:

- а. Восстановить работу основного узла - откатить действие, выполненное с виртуальной машиной на этапе 2.2.
- б. Актуализировать состояние базы на основном узле - накатить все изменения данных, выполненные на этапе 2.3.
- с. Восстановить работу узлов в исходной конфигурации (в соответствии с этапом 1).
- д. Продемонстрировать состояние данных и работу клиентов в режиме чтение/запись.

## Этап 1. Настройка:

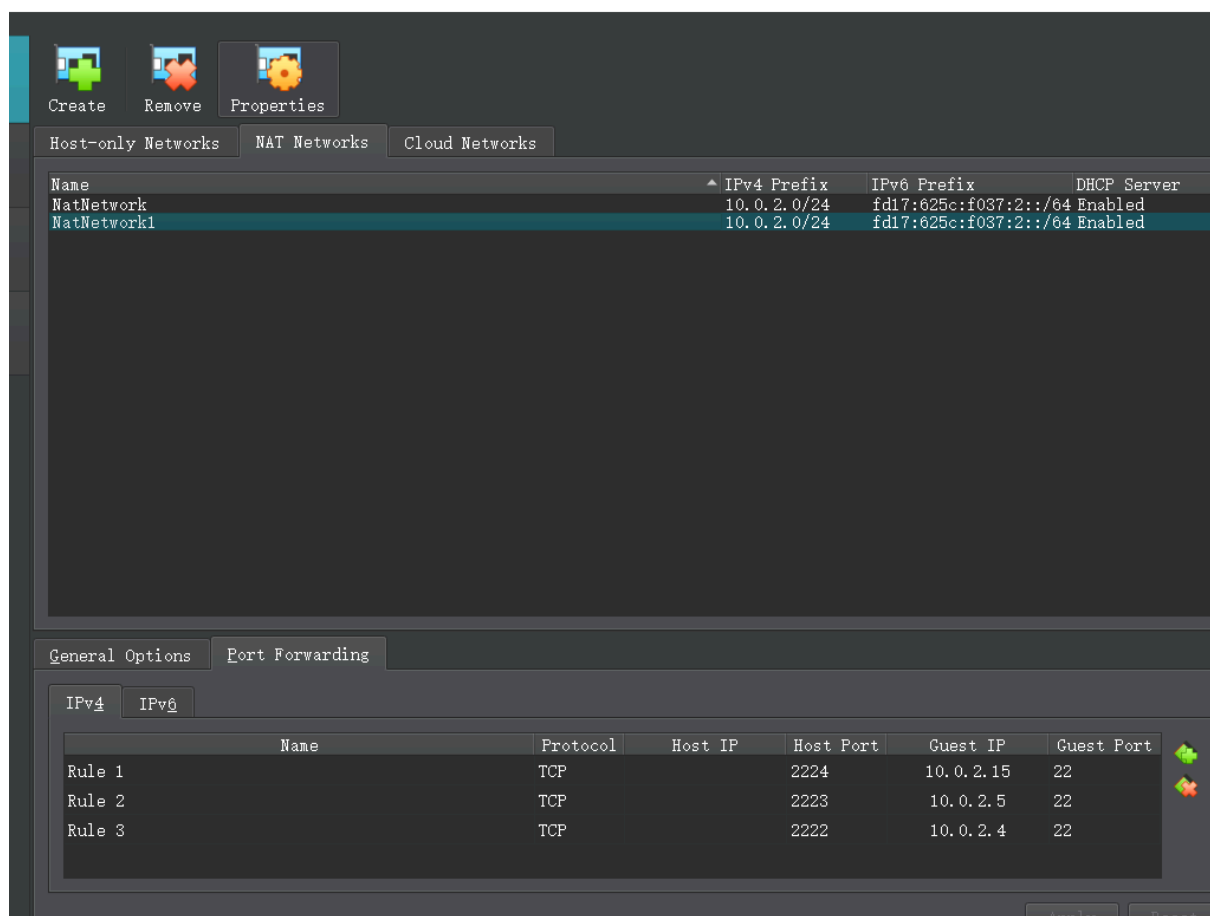
Создадим и настроим 3 виртуальные машины:

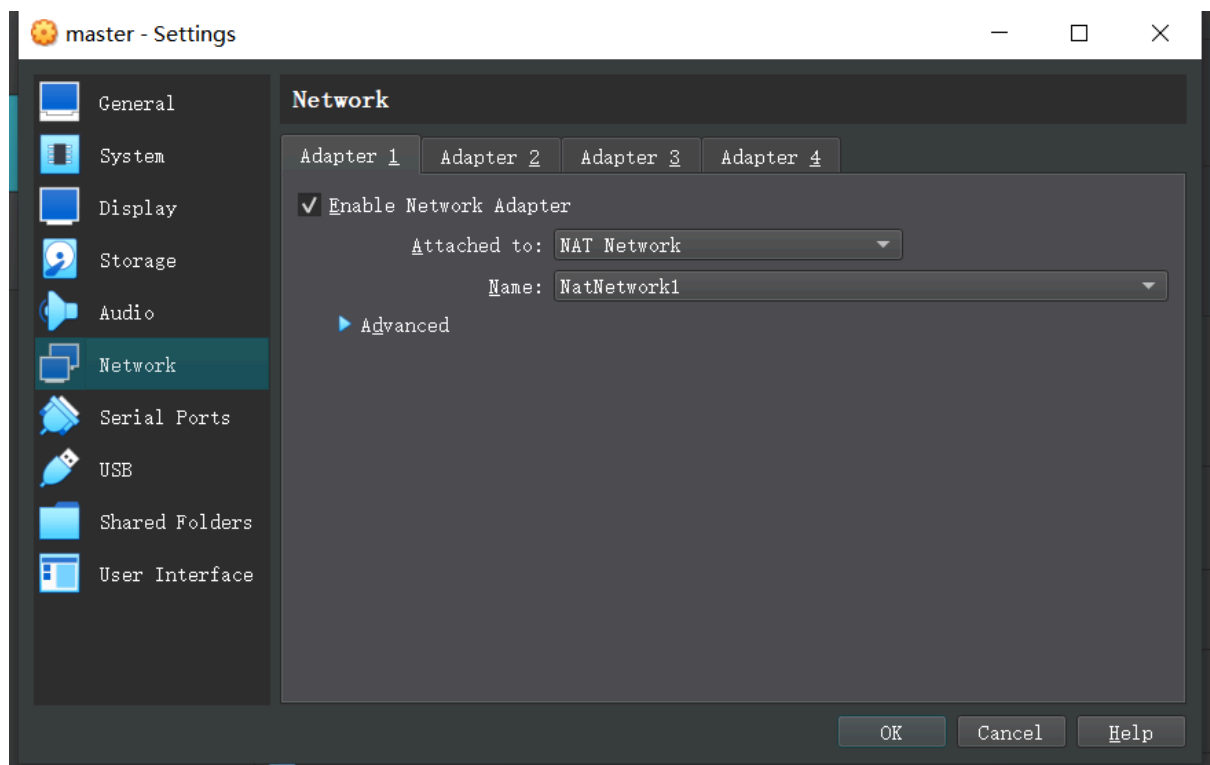
- master (A - основной)
- slave (B - резервный)
- desktop (для подключения через **psql**)

На первые 2 установим postgresql и конфигурируем доступ по **ssh** с **rsa key**.

### Настройка VirtualBox

Настроим сначала **“NAT сеть”** для виртуальных машин:





IP master:

```
liao@liao-VirtualBox:~$ hostname -I
10.0.2.15
liao@liao-VirtualBox:~$
```

IP slave:

```
liao@liao-VirtualBox:~$ hostname -I
10.0.2.5
liao@liao-VirtualBox:~$
```

Дальше, чтобы был доступ по **ssh**, нужно будет установить **ssh-server** командой:

**sudo apt-get install openssh-server**

## Настройка БД

### master

```
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal июн 11 10:36
liao@liao-VirtualBox: ~

# DO NOT DISABLE!
# If you change this first entry you will need to make sure that the
# database superuser can access the database using some other method.
# Noninteractive access to all databases is required during automatic
# maintenance (custom daily cronjobs, replication, and similar tasks).
#
# Database administrative login by Unix domain socket
local all postgres peer

# TYPE DATABASE USER ADDRESS METHOD
# "local" is for Unix domain socket connections only
local all all peer
# IPv4 local connections:
host all all 127.0.0.1/32 scram-sha-256
# IPv6 local connections:
host all all ::1/128 scram-sha-256
# Allow replication connections from localhost, by a user with the
# replication privilege.
local replication all peer
host replication all 127.0.0.1/32 scram-sha-256
host replication all ::1/128 scram-sha-256
host replication postgres 10.0.2.5/32 scram-s
ha-256

105,25-32 Bot
Right Ctrl
```

### slave

```
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal июн 11 10:37
liao@liao-VirtualBox: ~

# configuration parameter, or via the -i or -h command line switches.
# DO NOT DISABLE!
# If you change this first entry you will need to make sure that the
# database superuser can access the database using some other method.
# Noninteractive access to all databases is required during automatic
# maintenance (custom daily cronjobs, replication, and similar tasks).
#
# Database administrative login by Unix domain socket
local all postgres peer

# TYPE DATABASE USER ADDRESS METHOD
# "local" is for Unix domain socket connections only
local all all peer
# IPv4 local connections:
host all all 127.0.0.1/32 scram-sha-256
# IPv6 local connections:
host all all ::1/128 scram-sha-256
# Allow replication connections from localhost, by a user with the
# replication privilege.
local replication all peer
host replication all 127.0.0.1/32 scram-sha-256
host replication all ::1/128 scram-sha-256
host replication postgres 10.0.2.15/32 scram-sha-256
-- REPLACE --

105,54-78 Bot
Right Ctrl
```

Добавим в файлы /etc/postgresql/14/main/pg\_hba.conf новые строки, которые разрешают подключаться master и slave друг к другу.

Изменяем параметры в postgresql.conf:

master:

```
listen_address = "localhost, 10.0.2.15"
wal_level = hot_standby
archive_mode = on
max_wal_senders = 2
hot_standby = on
```

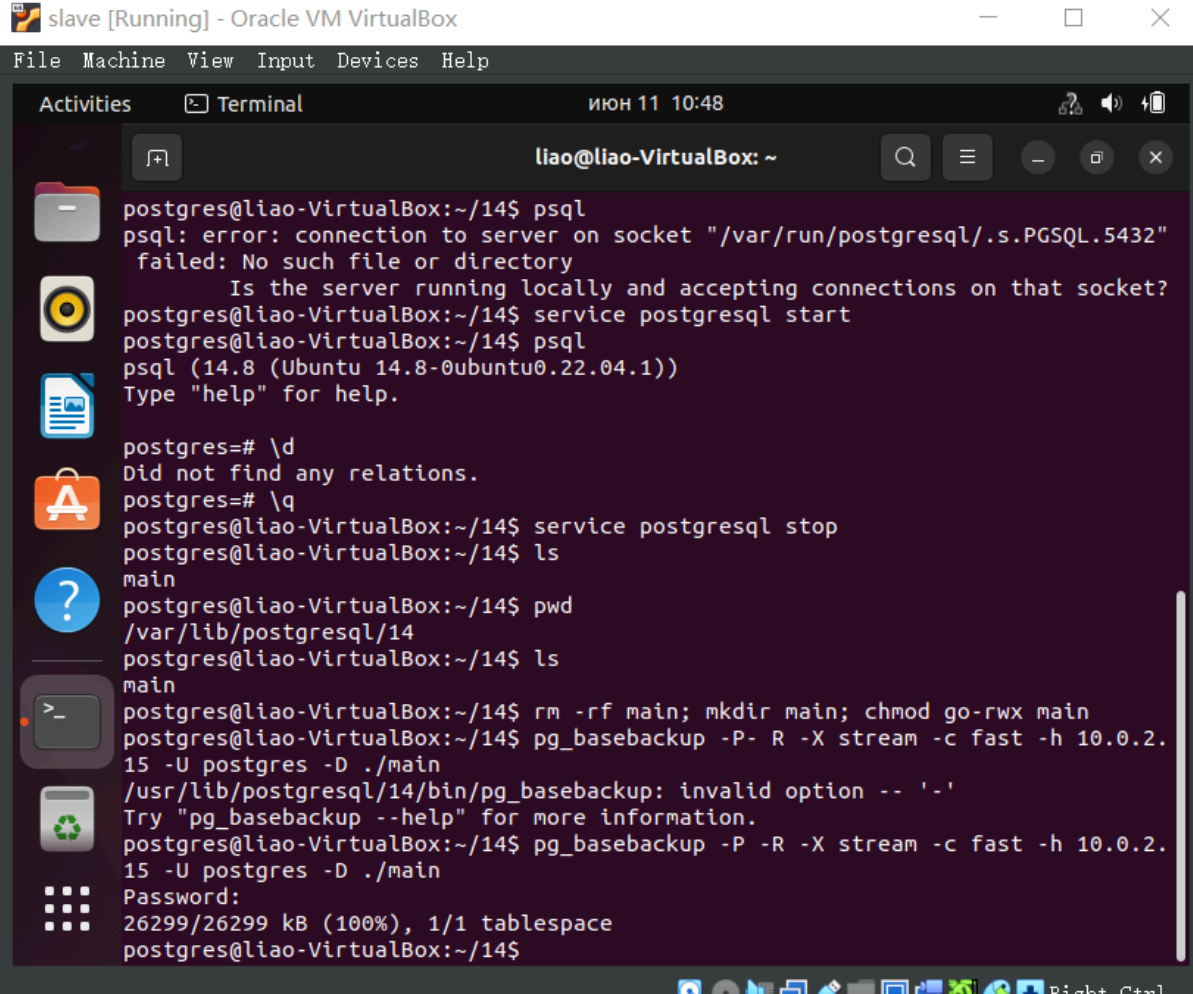
slave:

```
listen_address = "localhost, 10.0.2.5"
wal_level = hot_standby
archive_mode = on
max_wal_senders = 2
hot_standby = on
logging_collector = on # чтобы можем читать лог ошибок
```

После конфигуляции: **service postgresql restart**

## Этап 2.1:

Выгрузим БД с master:

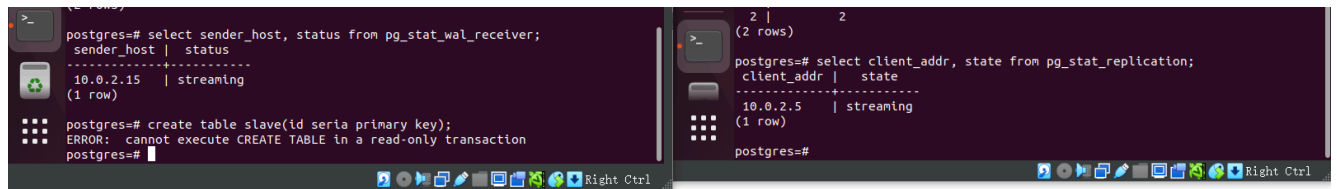


slave [Running] - Oracle VM VirtualBox

```
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal июн 11 10:48
liao@liao-VirtualBox: ~
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ psql
psql: error: connection to server on socket "/var/run/postgresql/.s.PGSQL.5432"
failed: No such file or directory
Is the server running locally and accepting connections on that socket?
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ service postgresql start
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ psql
psql (14.8 (Ubuntu 14.8-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# \d
Did not find any relations.
postgres=# \q
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ service postgresql stop
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ ls
main
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ pwd
/var/lib/postgresql/14
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ ls
main
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ rm -rf main; mkdir main; chmod go-rwx main
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ pg_basebackup -P -R -X stream -c fast -h 10.0.2.
15 -U postgres -D ./main
/usr/lib/postgresql/14/bin/pg_basebackup: invalid option -- '-'
Try "pg_basebackup --help" for more information.
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ pg_basebackup -P -R -X stream -c fast -h 10.0.2.
15 -U postgres -D ./main
Password:
26299/26299 kB (100%), 1/1 tablespace
postgres@liao-VirtualBox:~/14$
```

Проверяем состояния master и slave:



The image shows two terminal windows side-by-side. The left window is the 'slave' and the right is the 'master'. Both show the status of the replication process.

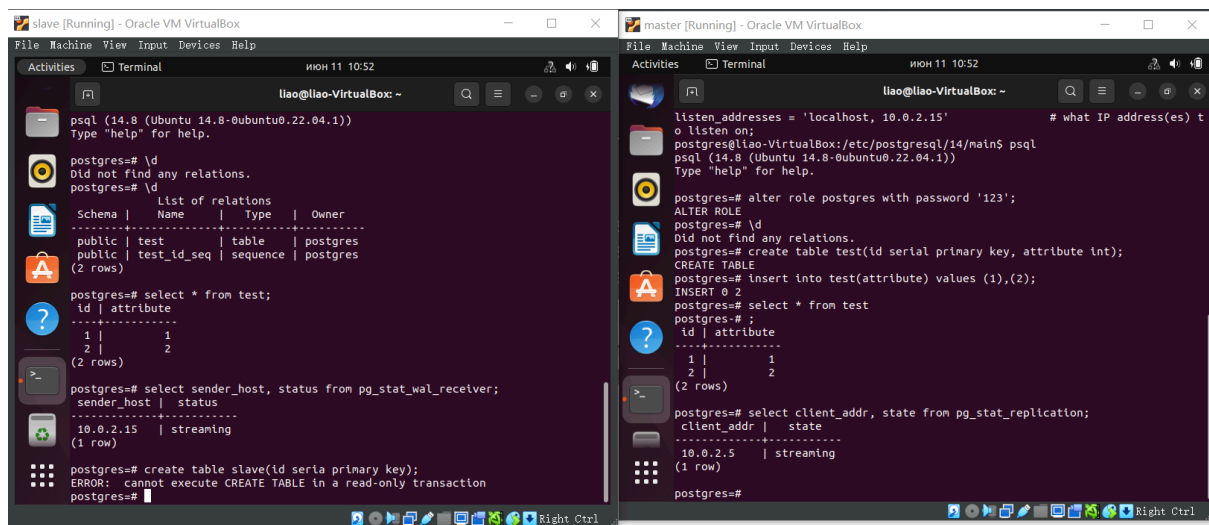
```
postgres=# select sender_host, status from pg_stat_wal_receiver;
sender_host | status
-----+-----
10.0.2.15   | streaming
(1 row)

postgres=# create table slave(id serial primary key);
ERROR: cannot execute CREATE TABLE in a read-only transaction
postgres=#
```

```
postgres=# select client_addr, state from pg_stat_replication;
client_addr | state
-----+-----
10.0.2.5    | streaming
(1 row)

postgres=#
```

Проверяем результат. Видим что сейчас slave автоматически делает синхронизацию с master. Slave имеет право чтения.



The image shows two terminal windows side-by-side. The left window is the 'slave' and the right is the 'master'. Both show the setup and replication process.

```
psql (14.8 (Ubuntu 14.8-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# \d
Did not find any relations.
postgres=# \d
List of relations
Schema | Name      | Type  | Owner
-----+-----+-----+-----
public | test      | table | postgres
public | test_id_seq | sequence | postgres
(2 rows)

postgres=# select * from test;
 id | attribute
----+-----
  1 |      1
  2 |      2
(2 rows)

postgres=# select sender_host, status from pg_stat_wal_receiver;
sender_host | status
-----+-----
10.0.2.15   | streaming
(1 row)

postgres=# create table slave(id serial primary key);
ERROR: cannot execute CREATE TABLE in a read-only transaction
postgres=#
```

```
listen_addresses = 'localhost, 10.0.2.15' # what IP address(es) to listen on;
postgres@liao-VirtualBox:/etc/postgresql/14/main$ psql
psql (14.8 (Ubuntu 14.8-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

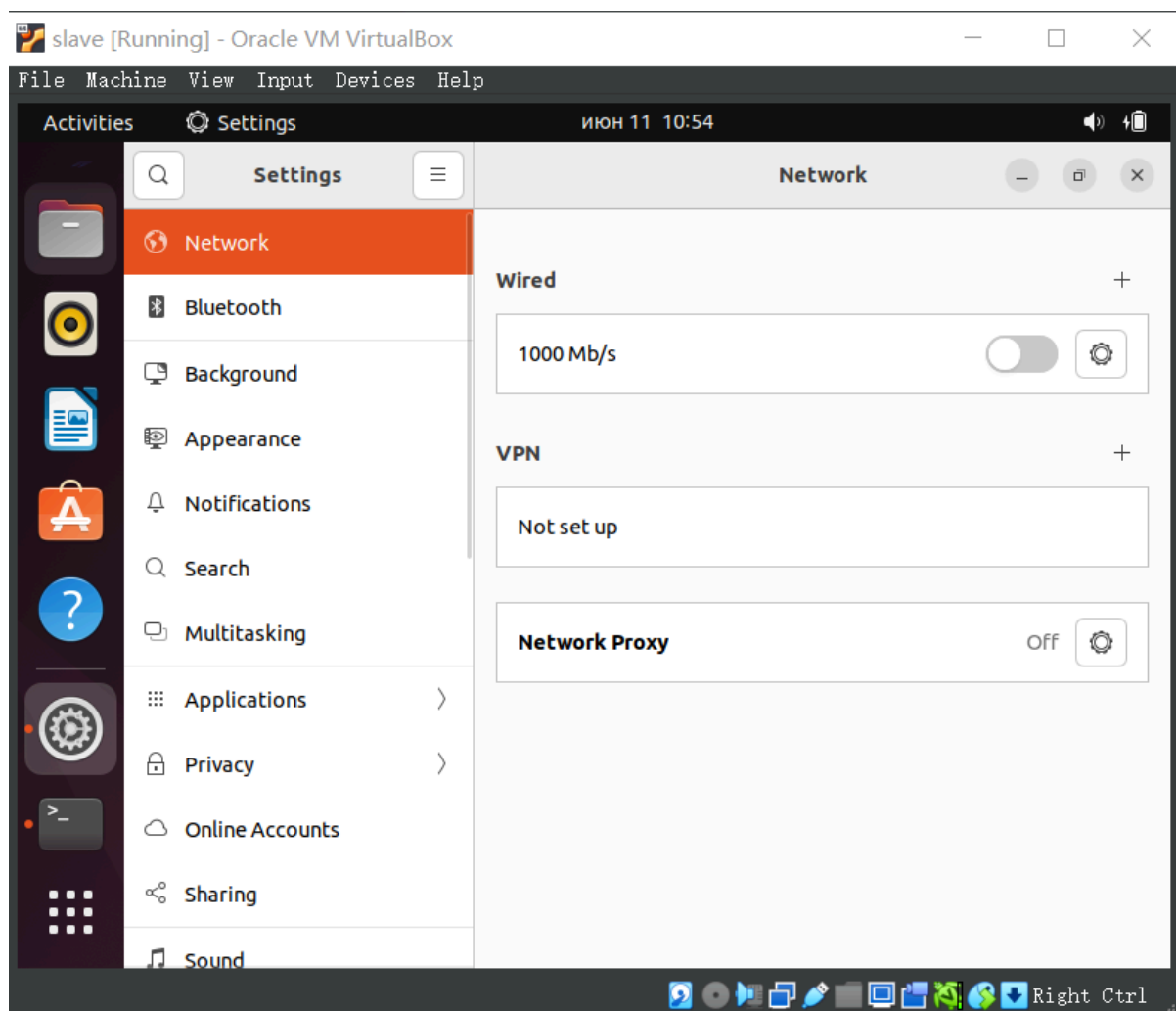
postgres=# alter role postgres with password '123';
ALTER ROLE
postgres=# \d
Did not find any relations.
postgres=# create table test(id serial primary key, attribute int);
CREATE TABLE
postgres=# insert into test(attribute) values (1),(2);
INSERT 0 2
postgres=# select * from test
 id | attribute
----+-----
  1 |      1
  2 |      2
(2 rows)

postgres=# select client_addr, state from pg_stat_replication;
client_addr | state
-----+-----
10.0.2.5    | streaming
(1 row)

postgres=#
```

## Этап 2.2. Сбой:

Выключаем подключение на slave.



## Этап 2.3. Отработка:

Логи на **slave** узле:

Внимание! Здесь нужно в начале поставить `logging_collector = on` чтобы мы могли читать лог.





liao@liao-VirtualBox: ~



/2000100

2023-06-11 10:48:58.940 MSK [2545] LOG: database system is ready to accept read-only connections

2023-06-11 10:48:58.962 MSK [2551] LOG: started streaming WAL from primary at 0/3000000 on timeline 1



2023-06-11 10:52:21.627 MSK [2565] postgres@postgres ERROR: cannot execute CREATE TABLE in a read-only transaction

2023-06-11 10:52:21.627 MSK [2565] postgres@postgres STATEMENT: create table slave(id serial primary key);



2023-06-11 10:54:44.879 MSK [2551] FATAL: terminating walreceiver due to timeout



2023-06-11 10:54:44.879 MSK [2547] LOG: invalid record length at 0/3024DE8: wanted 24, got 0

2023-06-11 10:54:44.882 MSK [2640] FATAL: could not connect to the primary server: connection to server at "10.0.2.15", port 5432 failed: Network is unreachable



Is the server running on that host and accepting TCP/IP connections?

2023-06-11 10:54:49.888 MSK [2641] FATAL: could not connect to the primary server: connection to server at "10.0.2.15", port 5432 failed: Network is unreachable



Is the server running on that host and accepting TCP/IP connections?

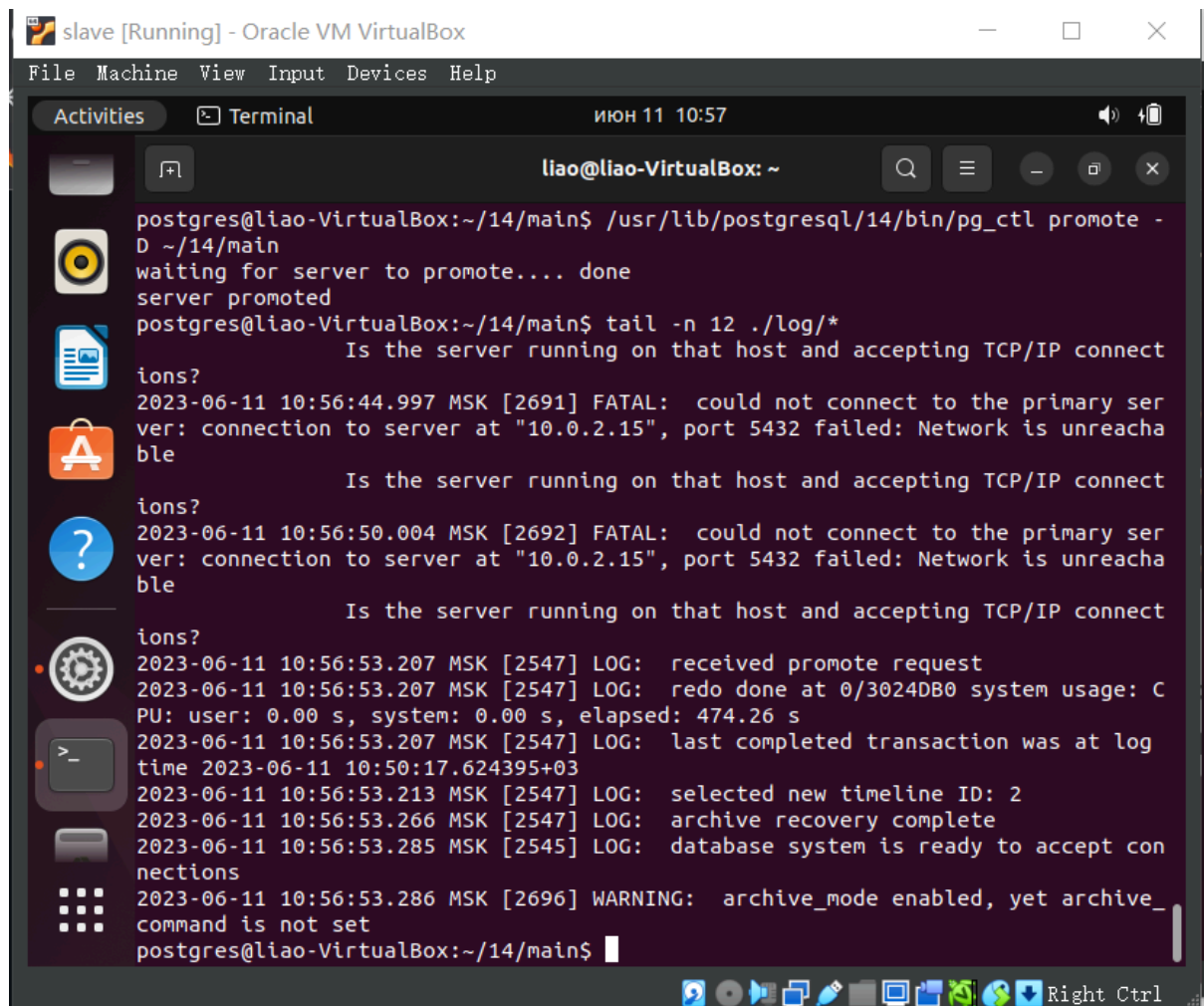
2023-06-11 10:54:54.889 MSK [2642] FATAL: could not connect to the primary server: connection to server at "10.0.2.15", port 5432 failed: Network is unreachable



Is the server running on that host and accepting TCP/IP connections?

2023-06-11 10:54:59.901 MSK [2643] FATAL: could not connect to the primary server

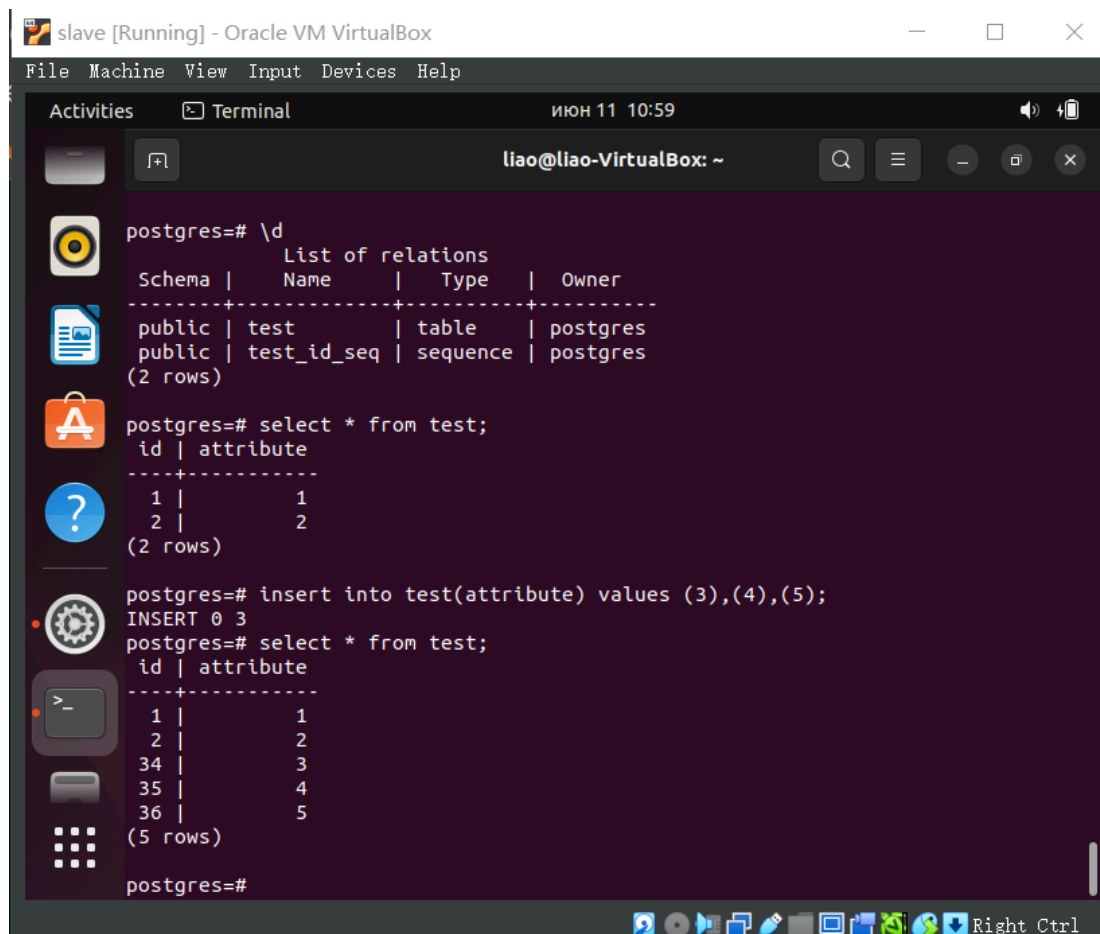
Выполним failover с помощью команды и посмотрим лог:



The screenshot shows a terminal window titled "slave [Running] - Oracle VM VirtualBox". The terminal output shows the execution of the `pg_ctl promote` command, which successfully promotes the slave server. Subsequent `tail` commands show log messages indicating that the primary server is unreachable and that the slave has received a promote request, completed recovery, and is now ready to accept connections. A warning message indicates that `archive_mode` is enabled but the `archive_command` is not set.

```
postgres@liao-VirtualBox:~/14/main$ /usr/lib/postgresql/14/bin/pg_ctl promote -D ~/14/main
waiting for server to promote.... done
server promoted
postgres@liao-VirtualBox:~/14/main$ tail -n 12 ./log/*
Is the server running on that host and accepting TCP/IP connections?
2023-06-11 10:56:44.997 MSK [2691] FATAL:  could not connect to the primary server: connection to server at "10.0.2.15", port 5432 failed: Network is unreachable
Is the server running on that host and accepting TCP/IP connections?
2023-06-11 10:56:50.004 MSK [2692] FATAL:  could not connect to the primary server: connection to server at "10.0.2.15", port 5432 failed: Network is unreachable
Is the server running on that host and accepting TCP/IP connections?
2023-06-11 10:56:53.207 MSK [2547] LOG:  received promote request
2023-06-11 10:56:53.207 MSK [2547] LOG:  redo done at 0/3024DB0 system usage: CPU: user: 0.00 s, system: 0.00 s, elapsed: 474.26 s
2023-06-11 10:56:53.207 MSK [2547] LOG:  last completed transaction was at log time 2023-06-11 10:50:17.624395+03
2023-06-11 10:56:53.213 MSK [2547] LOG:  selected new timeline ID: 2
2023-06-11 10:56:53.266 MSK [2547] LOG:  archive recovery complete
2023-06-11 10:56:53.285 MSK [2545] LOG:  database system is ready to accept connections
2023-06-11 10:56:53.286 MSK [2696] WARNING:  archive_mode enabled, yet archive_command is not set
postgres@liao-VirtualBox:~/14/main$
```

Сейчас slave имеет право записи.



```
slave [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal июн 11 10:59
liao@liao-VirtualBox: ~

postgres=# \d
List of relations
Schema | Name | Type | Owner
-----+-----+-----+-----
public | test | table | postgres
public | test_id_seq | sequence | postgres
(2 rows)

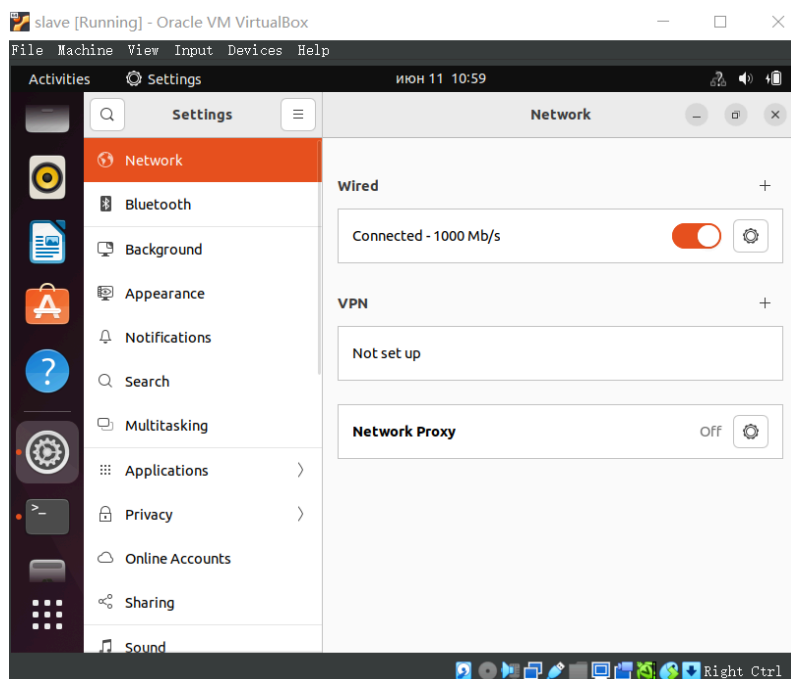
postgres=# select * from test;
id | attribute
---+-----
1 | 1
2 | 2
(2 rows)

postgres=# insert into test(attribute) values (3),(4),(5);
INSERT 0 3
postgres=# select * from test;
id | attribute
---+-----
1 | 1
2 | 2
34 | 3
35 | 4
36 | 5
(5 rows)

postgres=#
```

### Этап 3. Восстановление:

Сначала включаем сеть.



Перед восстановлением нужно вручную определить пароль пользователя postgres на slave чтобы master смог сделать синхронизацию.

```
liao@liao-VirtualBox:~$ sudo passwd postgres
New password:
BAD PASSWORD: The password is shorter than 8 characters
Retype new password:
Sorry, passwords do not match.
New password:
BAD PASSWORD: The password is shorter than 8 characters
Retype new password:
passwd: password updated successfully
```

На master делаем синхронизацию

master [Running] - Oracle VM VirtualBox

File Machine View Input Devices Help

Activities Terminal июн 11 11:13

liao@liao-VirtualBox: ~

```
liao@liao-VirtualBox:~$ sudo su - postgres
postgres@liao-VirtualBox:~$ ls
14
postgres@liao-VirtualBox:~$ cd 14
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ ls
main
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ rm -rf main; mkdir main; chmod go-rwx main
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ ls
main
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ rsync -avv postgres@10.0.2.5:~/14/* ~/14/
opening connection using: ssh -l postgres 10.0.2.5 rsync --server --sender -vvl
ogDtpre.iLsfxCiVv . "~/14/*" (10 args)
postgres@10.0.2.5's password:
receiving incremental file list
delta-transmission enabled
main/
main/Pg_VERSION
main/backup_label.old
main/backup_manifest
main/current_logfiles
main/postgresql.auto.conf
main/postmaster.opts
main/postmaster.pid
main/base/
main/base/1/
main/base/1/112
main/base/1/113
main/base/1/1247
main/base/1/1247_fsm
```

Right Ctrl

```
master [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal июн 11 11:15
liao@liao-VirtualBox: ~
main/pg_wal/archive_status/
main/pg_wal/archive_status/000000010000000000000003.partial.ready
main/pg_wal/archive_status/00000002.history.ready
main/pg_xact/
main/pg_xact/0000
total: matches=0 hash_hits=0 false_alarms=0 data=77334492
sent 18,480 bytes received 77,409,964 bytes 22,122,412.57 bytes/sec
total size is 77,334,492 speedup is 1.00
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ ls
main
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ service postgresql restart
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ \d
d: command not found
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ psql
psql (14.8 (Ubuntu 14.8-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# select * from test;
 id | attribute
----+-----
  1 |         1
  2 |         2
 34 |         3
 35 |         4
 36 |         5
(5 rows)

postgres=#
```

На slave создали standby.signal, из-за чего slave потерял право записи.

```
master [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal июн 11 11:16
liao@liao-VirtualBox: ~
main/pg_wal/archive_status/00000002.history.ready
main/pg_xact/
main/pg_xact/0000
total: matches=0 hash_hits=0 false_alarms=0 data=77334492
sent 18,480 bytes received 77,409,964 bytes 22,122,412.57 bytes/sec
total size is 77,334,492 speedup is 1.00
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ ls
main
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ service postgresql restart
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ \d
d: command not found
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ psql
psql (14.8 (Ubuntu 14.8-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# select * from test;
 id | attribute
----+-----
  1 |         1
  2 |         2
 34 |         3
 35 |         4
 36 |         5
(5 rows)

postgres=# insert into test(attribute) values (6);
INSERT 0 1
postgres=#

slave [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Activities Terminal июн 11 11:16
liao@liao-VirtualBox: ~
Retype new password:
passwd: password updated successfully
liao@liao-VirtualBox: $ sudo su - postgres
postgres@liao-VirtualBox:~$ ls
14 snap
postgres@liao-VirtualBox:~$ cd 14
postgres@liao-VirtualBox:~/14$ cd main
postgres@liao-VirtualBox:~/14/main$ touch ~/14/main/standby.signal
postgres@liao-VirtualBox:~/14/main$ service postgresql/restart
postgresql/restart: unrecognized service
postgres@liao-VirtualBox:~/14/main$ service postgresql restart
postgres@liao-VirtualBox:~/14/main$ psql
psql (14.8 (Ubuntu 14.8-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# select * from test;
 id | attribute
----+-----
  1 |         1
  2 |         2
 34 |         3
 35 |         4
 36 |         5
 37 |         6
(6 rows)

postgres=# insert into test(attribute) values (3),(4),(5);
ERROR:  cannot execute INSERT in a read-only transaction
postgres=#
```

## Вывод:

В данной лабораторной работе была проведена настройка виртуальных машин, объединение их в NAT сеть, настройка балансировки нагрузки и работа с отказоустойчивостью.