

Настройка ERPS на коммутаторах SNR

Введение

В настоящее время для большинства сетевых инженеров, IT-отделов и телеком-компаний не стоит вопрос организовывать резервирование на сети или нет. Скорее стоит вопрос как именно реализовывать это самое резервирование, чтобы уменьшить время простоя. Требования непрерывности бизнес-процессов постоянно повышаются и то, что раньше было допустимо, в настоящее время может служить поводом для написания объяснительной. Сейчас мало кто может себе позволить иметь согласованный план резервирования, заключающийся в переключении патчкорда из одного коммутатора/маршрутизатора в другой в случае наличия проблем с каналом. В данной статье предлагается рассмотреть протокол L2-резервирования ERPS и его сравнение с семейством протоколов, наиболее распространенных на втором уровне модели OSI - семейством STP.

Описание протокола ERPS

ERPS(Ethernet Ring Protection Switching) - протокол, позволяющий осуществлять резервирование канала на втором уровне модели OSI путем физического создания петель и их логической блокировки. В каждом кольце выбирается R-APS VLAN, в котором будет ходить служебный трафик ERPS. Трафиковые VLAN'ы, которые нужно защищать от петель и разрывов, объединяются в MST-инстансы и называются protected VLAN. Также для каждого порта в кольце выбирается 1 из 3 возможных ролей: RPL owner, RPL neighbour или common. RPL owner должен быть 1 на кольцо и именно он при нормальных условиях должен выполнять блокировку петли и разблокировку канала в случае разрыва. RPL neighbour должен находиться с другой стороны линка от RPL owner и в текущей редакции стандарта G.8032/Y.1344 также может участвовать в блокировке/разблокировке канала. Common-порт, как можно судить по его названию, просто обычный порт, входящий в состав кольца и через который ходит служебный трафик в R-APS VLAN'е. Согласно стандарту G.8032/Y.1344 время сходимости должно составлять не более 50 мс при наличии в кольце не более 16 узлов. Также в настоящий момент в ERPS существует возможность выбора, будет кольцо revertive или non-revertive. В первом случае при восстановлении канала порт RPL-owner снова станет заблокированным и сбойный линк - рабочий, т.е. кольцо, вернется в исходное состояние. В случае если кольцо non-revertive, то возвращения в исходное состояние не произойдет.

Возникает резонный вопрос - ведь есть же уже семейство протоколов STP, которые решают аналогичную задачу резервирования. Зачем отходить от него? Ответ будет крыться во времени сходимости: для STP - это порядка 50 секунд, для RSTP - около 1-2 секунд, а для ERPS - 50 мс. Согласитесь, весомое преимущество. Но теперь уже возникает встречный вопрос - если же ERPS так хорош, почему не используется повсеместно? Во-первых, для его применения нужна специальная топология - кольцевая. В случае с STP его можно применить к любой топологии с любым количеством резервируемых линков, но все же помня про ограничение по количеству узлов. С ERPS номер с любой топологией не пройдет, нужны именно кольца или полукольца, о которых мы поговорим чуть позже. Во-вторых, у ERPS отличается механизм падения линка, который тоже описан ниже.

Основные алгоритмы работы ERPS

Штатная работа

Когда разрывов в кольце нет, то по нему ходят сигнальные сообщения "No Request". В данном режиме порт RPL owner заблокирован. Значение "Node State" в состоянии "IDLE".

Разрыв линка между RPL common'ами

В данном случае коммутаторы, которые обнаружили падение линка, после истечения "Hold Off Timer" посылают пакеты "Signal Failing". Коммутаторы, получившие пакет "Signal Failing", выполняют очистку таблицы MAC-адресов. Когда коммутаторы, на которых находятся RPL owner и RPL neighbour получают пакет "Signal Failing", они разблокируют указанные порты и также выполняют очистку таблицы MAC-адресов. Затем коммутаторы получают второй "Signal Failing"(от второго коммутатора, который зафиксировал падение линка) и снова выполняют очистку таблицы MAC-адресов. Назначение "Node State" в состоянии "PROTECTION".

Восстановление линка между RPL common'ами

Как только коммутаторы обнаруживают восстановление линка, они запускают "Guard Timer" и начинают посылать пакеты "No Request". Коммутаторы, получившие пакет "No Request", выполняют очистку таблицы MAC-адресов. Коммутатор, на котором находится RPL owner, запускает таймер "WTR Timer". После того, как истечет таймер "Guard Timer" один из двух коммутаторов, который

зафиксировал восстановление линка, получит сообщение No Request с Node ID больше, чем свои, и разблокирует порт, который восстановился. В данном моменте времени состояние кольца будет "PENDING". Если значение "revertive mode" установлено в "revertive", то после истечения таймера "WTR Timer" коммутатор, один из портов которого RPL owner, посылает пакет "No request, RPL blocked" и блокирует порт RPL owner. После чего второй из коммутаторов, который обнаружил восстановление линка, разблокирует свой порт и кольцо вернется в исходное состояние "IDLE".

Разрыв линка между RPL owner и RPL neighbour

В случае разрыва линка между портами RPL owner и RPL neighbour коммутаторы начинают рассылать пакет "Signal Failing, Do not Flush", при получении которого остальные коммутаторы не будут сбрасывать таблицу MAC-адресов. Состояние кольца в данном случае будет "PROTECTION".

Восстановление линка между RPL owner и RPL neighbour

Алгоритм восстановления в данном случае напоминает ситуацию восстановления канала между RPL common-ами, за тем исключением, что в данном случае выставляется флаг "Do Not Flush" и коммутаторы не сбрасывают таблицу MAC-адресов.

Более подробно алгоритмы работы изложены в приложении III стандарта G.8032/Y.1344.

Особенности ERPS

Virtual channel

При настройке колец по умолчанию выставляется работа с virtual channel и идентификатор кольца Ring-ID 1. Поэтому, если при настройке колец не изменять данные параметры и задать одинаковый control vlan, то кольцо с полукольцом соберется, но разрыв 1 линка в любом из колец приведет к созданию петли. Для избежания этого можно либо задавать разные Ring-ID, либо разные control vlan, либо работать в режиме без virtual channel. Стоит отметить, что наличие/отсутствие virtual channel можно настроить только на полукольце. Нужно понимать, что virtual channel - это канал, который относится к major-ring'у, но позволяет передать через себя сигнальные сообщения sub-ring'a. В данном примере если упадет линк между WEST и EAST и линк между WEST и NORTH, то линк между WEST и SOUTH не разблокируется. Это происходит потому, что сигнальные сообщения "Signal Failing" относятся к major-ring'у, поэтому sub-ring никак реагировать не будет.

Детектирование падения линка

Обнаружить падение линка можно в двух случаях. Первый и наиболее распространенный - это падение физического интерфейса. Для того чтобы падение отрабатывалось штатно, нельзя ставить в кольцо два идущих подряд коммутатора, на которых не настроен ERPS.

Второй, и наиболее эксклюзивный способ - это настройка механизма CFM(connectivity fault management). Этот протокол позволяет настроить мониторинг от "точки до точки" на уровне L2 с помощью CCM-пакетов, которые отправляются с заданной периодичностью. Таким образом, появляется таймер, в течение которого отсутствие прихода CCM-пакета позволяет сделать вывод о разрыве канала и включить режим защиты в протоколе ERPS.

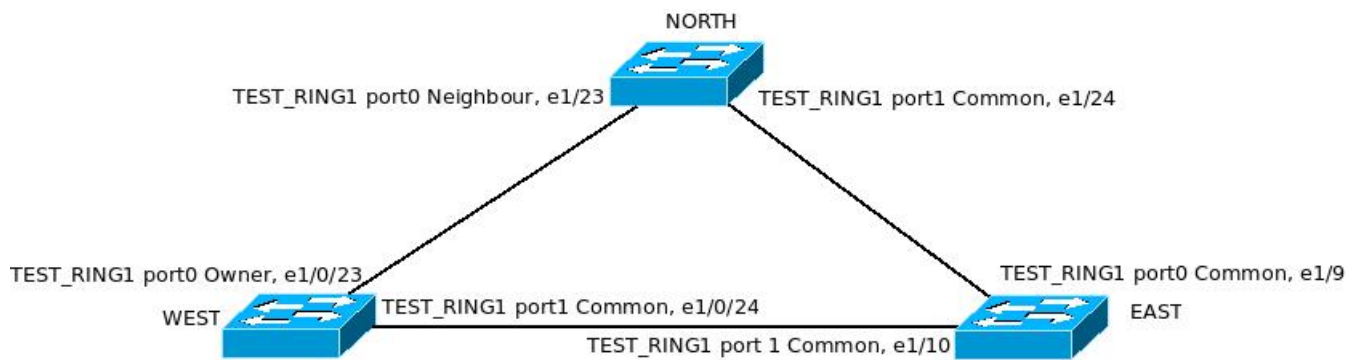
Одной из интересных особенностей ERPS является тот факт, что, несмотря на постоянное присутствие в канале пакетов NR(no request), при их не получении портом RPL owner, этот порт не будет предпринимать никаких действий по включению защитного механизма ERPS.

Настройка ERPS на коммутаторах SNR

Настройка 1 кольца

Для начала предлагается рассмотреть настройку простого случая - 1 кольца из 3 коммутаторов(WEST, EAST и NORTH). В качестве тестовых коммутаторов выступают следующие модели:

1. коммутатор WEST - [SNR-S2990G-24FX](#)
2. коммутатор EAST - [SNR-S2940-8G-v2](#)
3. коммутатор NORTH - [SNR-S2990G-48T](#)
4. коммутатор SOUTH - [SNR-S2960-24G](#)



Настройка коммутатора WEST:

```
#создаем VLAN, который будем защищать и VLAN, в котором будет ходить служебный #трафик ERPS
WEST(config)#vlan 2-3
#заходим в настройки конфигурирования MST
WEST(config)#spanning-tree mst configuration
#создаем экземпляр MST, который будем защищать с помощью ERPS
WEST(config-mstp-region)#instance 1 vlan 1-3
WEST(config-mstp-region)#exit
#создаем erps-кольцо test_ring1
WEST(config)#erps-ring test_ring1
#создаем erps-экземпляр 1
WEST(config-erps-ring)#erps-instance 1
#указываем, какой экземпляр MST будем защищать
WEST(config-erps-ring-inst-1)#protected-instance 1
#указываем, в каком VLAN'е будет ходить служебный трафик ERPS
WEST(config-erps-ring-inst-1)#control-vlan 2
#указываем, что port0 будет выполнять функцию "RPL owner"
WEST(config-erps-ring-inst-1)#rpl port0 owner
WEST(config-erps-ring-inst-1)#exit
WEST(config-erps-ring)#exit
WEST(config)#interface ethernet 1/0/23
#Переводим порт в режим транка, чтобы control и protected vlan'ы могли ходить
WEST(config-if-ethernet1/0/23)#switchport mode trunk
#назначаем интерфейсу ethernet1/0/23 роль port0(в данном случае роль будет RPL #owner)
WEST(config-if-ethernet1/0/23)#erps-ring test_ring1 port0
WEST(config-if-ethernet1/0/23)#interface ethernet 1/0/24
#назначаем интерфейсу ethernet1/0/24 роль port1(в данном случае роль будет #"по-умолчанию" - RPL common)
WEST(config-if-ethernet1/0/24)#erps-ring test_ring1 port1
```

Настройка коммутатора NORTH:

Настройка коммутатора NORTH производится аналогично WEST, кроме роли порта port0. Поскольку с другой стороны линка будет RPL owner, то port0 должен быть neighbour.

```
#указываем, что port0 будет выполнять функцию "RPL neighbour"
WEST(config-erps-ring-inst-1)#rpl port0 neighbour
```

В схеме мы видим, что port0 коммутатора WEST смотрит на port0 NORTH. Это вполне нормально, поскольку мы сами определяем значения port0 и port1. Port0 может смотреть как на port0, так и на port1. С port1 аналогично. Главное, чтобы соблюдалось правило: owner смотрит на neighbour, а common на common.

Настройка коммутатора EAST:

Настройка коммутатора EAST осуществляется аналогично WEST и NORTH, за исключением того, что на EAST роли портов port0 и port1 не указываются, будут ли они RPL owner или neighbour, т.е. они становятся по умолчанию RPL common.

В схеме и в приложенном конфиг-файле номера портов, участвующих в создании ERPS-кольца отличаются, т.к. используются разные модели коммутаторов.

Проверка:

```
WEST#show erps status
```

ERPS ring: test_ring1 instance: 1 status:
Active: 1
Node State: IDLE
Time last topology change: Jan 01 00:50:11 2006

Port Interface Port-Status Signal-Status R-APS-NodeId BPR

Port0 Ethernet1/0/23 forwarding Non-failed 00-00-00-00-00-00 0
Port1 Ethernet1/0/24 blocked Non-failed 00-00-00-00-00-00 0
WEST#

Убеждаемся, что Signal-Status имеет значение Non-failed на всех портах и Node State в состоянии IDLE. Это говорит о том, что кольцо создалось и работает в штатном режиме.

Также можно вывести информацию о параметрах с помощью команды show erps instans

```
WEST#show erps instance
ERPS Ring: test_ring1
Instance: 1
Description: -
Protected Instance: 1
Revertive mode: revertive
R-APS MEL: 7
R-APS Virtual-Channel: with
Control Vlan: 2
Ring ID: 1
Guard Timer(10ms): 50
Holdoff Timer(seconds): 0
WTR Timer(min): 5
```

```
-----
Port    Role        Port-Status
-----
Port0   RPL owner   blocked
Port1   common     forwarding
```

Предлагается немного остановиться на параметрах, которые ранее не рассматривались.

Revertive mode - режим работы, при котором после устранения разрыва(состояние PENDING) кольцо переходит в исходное состояние (состояние IDLE) - разблокируются все порты, кроме RPL owner и neighbour. Non-Revertive mode - режим работы, при котором после устранения разрыва блокированным остается тот линк, на котором был разрыв. Состояние кольца в этом случае будет PENDING.

R-APS MEL - уровень R-APS сообщений. Если на порт приходит сообщение, у которого R-APS MEL меньше, чем задано в ERPS-инстансе, то сообщение дальше отправляться не будет.

R-APS virtual channel - наличие виртуального канала в кольце(major-ring), по которому будут ходить сигнальные сообщения полукольца(sub-ring'a).

Ring-ID - идентификатор ERPS-кольца, являющийся последним октетом MAC-адреса назначения служебных сообщений(PDU). По умолчанию Ring-ID равен 1 и MAC-адрес в данном случае будет 01:19:a7:00:00:01.

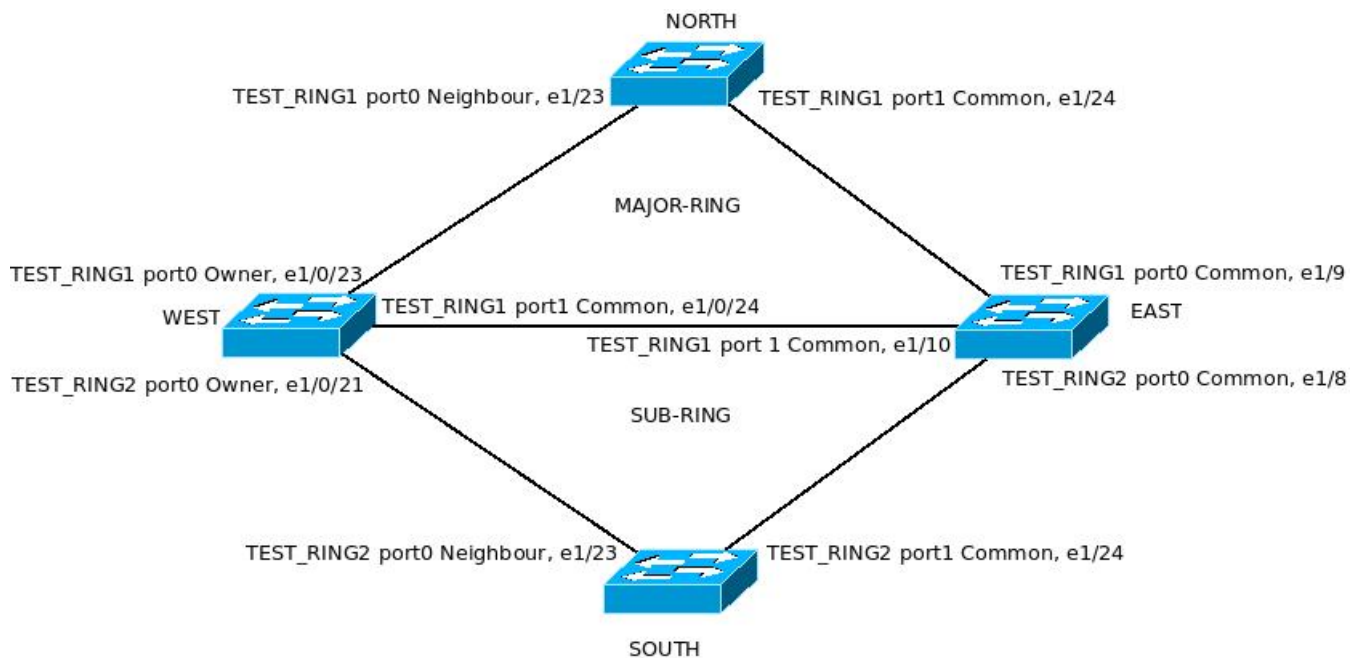
Guard Timer - таймер, до истечения которого не будут обрабатываться сигнальные сообщения.

Holdoff Timer - таймер, до истечения которого будет игнорироваться неработоспособность линка, давая возможность линку восстановиться без срабатывания ERPS.

WTR (wait-to-restore) Timer - таймер, до истечения которого при восстановлении линка не будет переключение к исходной схеме блокировки портов в случае работы в revertive mode.

Настройка 1 кольца с полукольцом

На следующем этапе предлагается немного усложнить схему, оставив уже настроенное кольцо и подключить к коммутаторам WEST и EAST еще и SOUTH. Таким образом, к существующему кольцу(major-ring) мы подключаем полукольцо(sub-ring). Полукольцо получается из-за того, что линк между WEST и EAST уже принадлежит кольцу WEST-EAST-NORTH и мы не можем на этих же портах коммутаторов WEST и EAST прописать, что они относятся также к кольцу WEST-EAST-SOUTH.



Настройка коммутатора WEST:

```
#создадим отдельный vlan, в котором будет ходить сигнальный трафик второго кольца
WEST(config)#vlan 4
WEST(config)#erps-ring test_ring2
#указываем, что будет полукольцо
WEST(config-erps-ring)#open-ring
WEST(config-erps-ring)#erps-instance 1
WEST(config-erps-ring-inst-1)#rpl port0 owner
WEST(config-erps-ring-inst-1)#protected-instance 1
WEST(config-erps-ring-inst-1)#control-vlan 4
WEST(config-erps-ring-inst-1)#exit
WEST(config-erps-ring)#exit
#указываем, что порт 1/0/21 будет port0, а port1 не существует, т.к. это полукольцо
WEST(config)#interface ethernet 1/0/21
WEST(config-if-ethernet1/0/21)#switchport mode trunk
WEST(config-if-ethernet1/0/21)#erps-ring test_ring2 port0 port1-none
```

Настройка коммутатора EAST:

Настройка коммутатора EAST осуществляется аналогично WEST, за исключением того, что rpl port0 не указывается, т.е. port0 будет RPL common, а port1 существовать не будет.

Настройка коммутатора SOUTH:

настройка коммутатора SOUTH аналогична настройке коммутатора NORTH за исключением того, что будет создано кольцо erps_ring2 с параметром open-ring, в котором будет control vlan 4.

Конфигурационные файлы для настройки 1 кольца с полукольцом.

Коммутатор EAST

```
EAST#show running-config
!
no service password-encryption
!
hostname EAST
sysLocation Building 57/2,Predelnaya st, Ekaterinburg, Russia
sysContact support@nag.ru
!
username admin privilege 15 password 0 admin
!
authentication line console login local
!
!
```

```
!  
!  
!  
!  
!  
!  
spanning-tree mst configuration  
instance 0 vlan 5-4094  
instance 1 vlan 1-4  
exit  
!  
!  
!  
!  
!  
vlan 1-4  
!  
erps-ring test_ring1  
erps-instance 1  
wtr-timer 1  
protected-instance 1  
control-vlan 2  
exit  
!  
erps-ring test_ring2  
open-ring  
raps-virtual-channel with  
erps-instance 1  
wtr-timer 1  
protected-instance 1  
control-vlan 4  
exit  
!  
Interface Ethernet1/1  
!  
Interface Ethernet1/2  
!  
Interface Ethernet1/3  
!  
Interface Ethernet1/4  
!  
Interface Ethernet1/5  
!  
Interface Ethernet1/6  
!  
Interface Ethernet1/7  
!  
Interface Ethernet1/8  
switchport mode trunk  
erps-ring test_ring2 port0 port1-none  
!  
Interface Ethernet1/9  
switchport mode trunk  
erps-ring test_ring1 port0  
!  
Interface Ethernet1/10  
switchport mode trunk  
erps-ring test_ring1 port1  
!  
interface Vlan1  
ip address 192.168.1.5 255.255.255.0  
!  
interface Vlan3  
ip address 192.168.3.5 255.255.255.0  
!  
!  
no login  
!
```

end

Коммутатор WEST

```
WEST#show running-config
!
no service password-encryption
!
hostname WEST
sysLocation Building 57/2,Predelnaya st, Ekaterinburg, Russia
sysContact support@nag.ru
!
authentication logging enable
!
username admin privilege 15 password 0 admin
!
authentication line console login local
!
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mst configuration
instance 0 vlan 5-4094
instance 1 vlan 1-4
exit
!
!
!
Interface Ethernet0
!
!
!
vlan 1-4
!
erps-ring test_ring1
erps-instance 1
wtr-timer 1
rpl port0 owner
protected-instance 1
control-vlan 2
exit
erps-ring test_ring2
open-ring
raps-virtual-channel with
erps-instance 1
wtr-timer 1
rpl port0 owner
protected-instance 1
control-vlan 4
exit
!
Interface Ethernet1/0/1
!
Interface Ethernet1/0/2
!
Interface Ethernet1/0/3
!
Interface Ethernet1/0/4
!
Interface Ethernet1/0/5
!
Interface Ethernet1/0/6
```

```

!
Interface Ethernet1/0/7
!
Interface Ethernet1/0/8
!
Interface Ethernet1/0/9
!
Interface Ethernet1/0/10
!
Interface Ethernet1/0/11
!
Interface Ethernet1/0/12
!
Interface Ethernet1/0/13
!
Interface Ethernet1/0/14
!
Interface Ethernet1/0/15
!
Interface Ethernet1/0/16
!
Interface Ethernet1/0/17
!
Interface Ethernet1/0/18
!
Interface Ethernet1/0/19
!
Interface Ethernet1/0/20
!
Interface Ethernet1/0/21
switchport mode trunk
erps-ring test_ring2 port0 port1-none
!
Interface Ethernet1/0/22
switchport mode trunk
!
Interface Ethernet1/0/23
switchport mode trunk
erps-ring test_ring1 port0
!
Interface Ethernet1/0/24
switchport mode trunk
erps-ring test_ring1 port1
!
Interface Ethernet1/0/25
!
Interface Ethernet1/0/26
!
Interface Ethernet1/0/27
!
Interface Ethernet1/0/28
!
interface Vlan1
ip address 192.168.1.3 255.255.255.0
!
interface Vlan3
ip address 192.168.3.3 255.255.255.0
!
!
no login
!
captive-portal
!
end

```

Коммутатор NORTH

Коммутатор NORTH

КОММУТАТОР NORTH

NORTH#show running-config

!

no service password-encryption

!

hostname NORTH

sysLocation Building 57/2,Predelnaya st, Ekaterinburg, Russia

sysContact support@nag.ru

!

authentication logging enable

!

username admin privilege 15 password 0 admin

!

authentication line console login local

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

spanning-tree mst configuration

instance 0 vlan 5-4094

instance 1 vlan 1-4

exit

!

!

!

!

!

!

!

vlan 1-4

!

erps-ring test_ring1

erps-instance 1

wtr-timer 1

rpl port0 neighbour

protected-instance 1

control-vlan 2

exit

!

Interface Ethernet1/1

switchport mode trunk

!

Interface Ethernet1/2

!

Interface Ethernet1/3

!

Interface Ethernet1/4

!

Interface Ethernet1/5

!

Interface Ethernet1/6

!

Interface Ethernet1/7

!

Interface Ethernet1/8

!

Interface Ethernet1/9

!

Interface Ethernet1/10

!

Interface Ethernet1/11

```

!
Interface Ethernet1/12
!
Interface Ethernet1/13
!
Interface Ethernet1/14
!
Interface Ethernet1/15
!
Interface Ethernet1/16
!
Interface Ethernet1/17
!
Interface Ethernet1/18
!
Interface Ethernet1/19
!
Interface Ethernet1/20
!
Interface Ethernet1/21
!
Interface Ethernet1/22
!
Interface Ethernet1/23
switchport mode trunk
erps-ring test_ring1 port0
!
Interface Ethernet1/24
switchport mode trunk
erps-ring test_ring1 port1
!
Interface Ethernet1/25
switchport mode trunk
!
Interface Ethernet1/26
switchport mode trunk
!
Interface Ethernet1/27
!
Interface Ethernet1/28
!
interface Vlan1
ip address 192.168.1.6 255.255.255.0
!
interface Vlan3
ip address 192.168.3.6 255.255.255.0
!
no login
!
end

```

Коммутатор SOUTH

```

SOUTH#show running-config
!
no service password-encryption
!
hostname SOUTH
sysLocation Building 57/2,Predelnaya st, Ekaterinburg, Russia
sysContact support@nag.ru
!
authentication logging enable
!
username admin privilege 15 password 0 admin
!
authentication line console login local
!
!
!
!
!

```

```
!  
!  
!  
!  
spanning-tree mst configuration  
instance 0 vlan 4-4094  
instance 1 vlan 1-3  
exit  
!  
!  
!  
!  
!  
vlan 1-4  
!  
erps-ring test_ring2  
open-ring  
raps-virtual-channel with  
erps-instance 1  
wtr-timer 1  
rpl port0 neighbour  
protected-instance 1  
control-vlan 4  
exit  
!  
Interface Ethernet1/1  
!  
Interface Ethernet1/2  
!  
Interface Ethernet1/3  
!  
Interface Ethernet1/4  
!  
Interface Ethernet1/5  
!  
Interface Ethernet1/6  
!  
Interface Ethernet1/7  
!  
Interface Ethernet1/8  
!  
Interface Ethernet1/9  
!  
Interface Ethernet1/10  
!  
Interface Ethernet1/11  
!  
Interface Ethernet1/12  
!  
Interface Ethernet1/13  
!  
Interface Ethernet1/14  
!  
Interface Ethernet1/15  
!  
Interface Ethernet1/16  
!  
Interface Ethernet1/17  
!  
Interface Ethernet1/18  
!  
Interface Ethernet1/19  
!  
Interface Ethernet1/20  
!  
Interface Ethernet1/21  
!  
Interface Ethernet1/22  
!  
Interface Ethernet1/23  
switchport mode trunk  
erps-ring test_ring2 port0  
!  
Interface Ethernet1/24  
switchport mode trunk  
erps-ring test_ring2 port1
```

```
!  
Interface Ethernet1/25  
!  
Interface Ethernet1/26  
!  
Interface Ethernet1/27  
!  
Interface Ethernet1/28  
!  
interface Vlan1  
ip address 192.168.1.4 255.255.255.0  
!  
interface Vlan3  
ip address 192.168.3.4 255.255.255.0  
!  
no login  
!  
end
```

Результаты тестов на коммутаторах SNR

Схема представляет собой кольцо из пяти коммутаторов. Тестируемые ПК находятся на соседних коммутаторах. В нормальном режиме трафик идет по большому кольцу. Во время теста физически разрывается линк на коммутаторе с тестовым ПК, после чего трафик идет всего через 2 коммутатора. На коммутаторах SNR для ускорения времени сходимости следует ввести команду "port-scan mode interrupt". Тест представляет собой запуск пинга каждые 0,01 секунды с одного ПК до второго. Таймеры для ERPS: Hold-off timer - 0s, Guard timer - 10ms. Таймеры для RSTP: Hello timer - 2s, со стороны обоих ПК порты включены в режим portsfast. Ниже таблица со временем сходимости для каждого теста и среднее за 10 тестов. "Реверс" - время сходимости при восстановлении разорванного линка.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	среднее время, с
ERPS	0,19	0,02	0,27	0,05	0,1	0,14	0,14	0,13	0,02	0,16	0,122
ERPS реверс	0,03	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,05	0,03	0,03	0,032
RSTP	0,93	0,93	0,87	1	0,96	0,8	0,93	1,01	0,86	1,02	0,931
RSTP реверс	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,011

Таблица 1. Время сходимости ERPS и RSTP

Что удивило, при восстановлении канала быстрее оказался RSTP. Правда, разница составила всего 2 сотые секунды. Зато при пропадании линка, как и ожидалось, ERPS переключался быстрее, чем RSTP. Причем разница составляет почти целую секунду.

Заключение

Тестовое кольцо ERPS настроено, резервирование отработано, время переключения проверено. Думаю, что пора подвести итог - вспомнить преимущества и недостатки этого протокола. И начнем, пожалуй, с последних.

К "минусам" можно сразу отнести отсутствие в самом протоколе мониторинга пропадания линка на логическом уровне. Таймер с функциональностью "keep alive" отсутствует даже как вспомогательный механизм. Небольшими недостатками являются относительная сложной настройки и его применимость к уже существующей сети, поскольку требуется именно кольцевая топология, которую не всегда возможно будет реализовать за приемлемые средства.

Нейтральной особенностью является наличие 1 резервного линка на кольцо, что, с одной стороны повышает утилизацию сети при наличии резервирования, а с другой - приводит к отсутствию связности при 2 разрывах и более в 1 кольце.

Главной положительной особенностью является время сходимости. Только ради этого уже можно всерьез задумываться о внедрении этого протокола на сети. Приятным дополнением к этому станет наличие таймера "hold-off", который исключит полную неработоспособность сети в случае частого изменения состояния порта, чего нельзя сказать про семейство STP. Также еще следует отметить низкую нагрузку на CPU по сравнению с STP, ведь в ERPS логика довольно проста: есть аварийное сообщение - разблокировать порт, нет - заблокировать.