

Основы компьютерных сетей. Тема №8. Протокол агрегирования каналов: Etherchannel / Хабр

 habr.com/ru/articles/334778

Денис

8 августа 2017 г.



И снова всем привет! После небольшого перерыва, продолжаем грызть гранит сетевой науки. В данной статье речь пойдет о протоколе Etherchannel. В рамках данной темы поговорим о том, что такое агрегирование, отказоустойчивость, балансировка нагрузки. Темы важные и интересные. Желаю приятного прочтения.

Содержание

Итак, начнем с простого.

Etherchannel — это технология, позволяющая объединять (агрегировать) несколько физических проводов (каналов, портов) в единый логический интерфейс. Как правило, это используется для повышения отказоустойчивости и увеличения пропускной способности канала. Обычно, для соединения критически важных узлов (коммутатор-коммутатор, коммутатор-сервер и др.). Само слово Etherchannel

введено компанией Cisco и все, что связано с агрегированием, она включает в него. Другие вендоры агрегирование называют по-разному. Huawei называет это Link Aggregation, D-Link называет LAG и так далее. Но суть от этого не меняется.

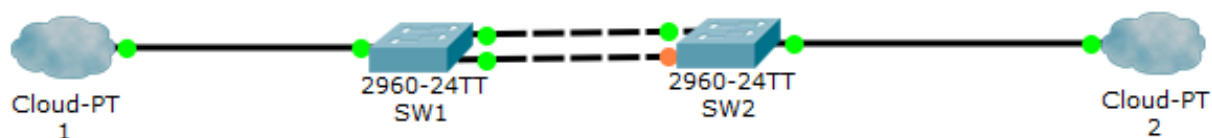
Разберем работу агрегирования подробнее.



Есть 2 коммутатора, соединенных между собой одним проводом. К обоим коммутаторам подключаются сети отделов, групп (не важен размер). Главное, что за коммутаторами сидят некоторое количество пользователей. Эти пользователи активно работают и обмениваются данными между собой. Соответственно им ни в коем случае нельзя оставаться без связи. Встает 2 вопроса:

1. Если линк между коммутаторами откажет, будет потеряна связь. Работа встанет, а администратор в страхе побежит разбираться в чем дело.
2. Второй вопрос не настолько критичен, но с заделом на будущее. Компания растет, появляются новые сотрудники, трафика становится больше, а каналы все те же. Нужно как-то увеличивать пропускную способность.

Первое, что приходит в голову — это докинуть еще несколько проводов между коммутаторами. Но этот поход в корне не верен. Добавление избыточных линков приведет к появлению петель в сети, о чем уже говорилось в предыдущей статье. Можно возразить, что у нас есть замечательное семейство протоколов STP и они все решат. Но это тоже не совсем верно. Показываю на примере того же Packet Tracer.



Как видим, из 2-х каналов, активен только один. Второй будет ждать, пока откажет активный. То есть мы добьемся некой отказоустойчивости, но не решим вопрос с увеличением пропускной способности. Да и второй канал будет просто так простаивать. Правильным хорошим тоном является такой подход, чтобы элементы сети не простаивали. Оптимальным решением будет создать из нескольких физических интерфейсов один большой логический и по нему гонять трафик. И на помощь приходит Etherchannel. В ОС Cisco 3 вида агрегирования:

1. 1) LACP или Link Aggregation Control Protocol — это открытый стандарт IEEE.
2. 2) PAgP или Port Aggregation Protocol — проприетарный протокол Cisco.
3. Ручное агрегирование.

Все 3 вида агрегирования будут выполнены только в следующих случаях:

- Одинаковый Duplex
- Одинаковая скорость интерфейсов
- Одинаковые разрешенные VLAN-ы и Native VLAN
- Одинаковый режим интерфейсов (access, trunk)

То есть порты должны быть идентичны друг другу.

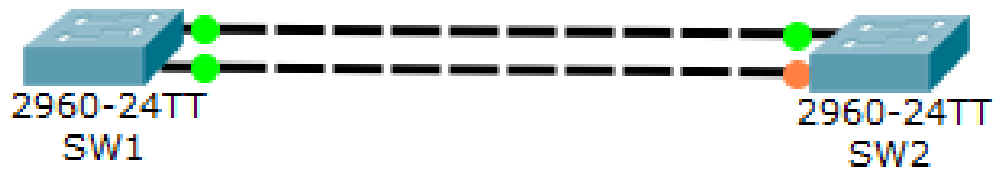
Теперь об их отличии. Первые 2 позволяют динамически согласоваться и в случае отказа какого-то из линков уведомить об этом.

Ручное агрегирование делается на страх и риск администратора. Коммутаторы не будут ничего согласовывать и будут полагаться на то, что администратор все предусмотрел. Несмотря на это, многие вендоры рекомендуют использовать именно ручное агрегирование, так как в любом случае для правильной работы должны быть соблюдены правила, описанные выше, а коммутаторам не придется генерировать служебные сообщения для согласования LACP или PAgP.

Начну с протокола LACP. Чтобы он заработал, его нужно перевести в режим **active** или **passive**. Отличие режимов в том, что режим **active** сразу включает протокол LACP, а режим **passive** включит LACP, если обнаружит LACP-сообщение от соседа. Соответственно, чтобы заработало агрегирование с LACP, нужно чтобы оба были в режиме **active**, либо один в **active**, а другой в **passive**. Составлю табличку.

Режим	Active	Passive
Active	Да	Да
Passive	Да	Нет

Теперь перейдем к лабораторке и закрепим в практической части.



Есть 2 коммутатора, соединенные 2 проводами. Как видим, один линк активный (горит зеленым), а второй резервный (горит оранжевым) из-за срабатывания протокола STP. Это хорошо, протокол отрабатывает. Но мы хотим оба линка объединить воедино. Тогда протокол STP будет считать, что это один провод и перестанет блокировать.

Заходим на коммутаторы и агрегируем порты.

SW1(config)#interface fastEthernet 0/1 - заходим на интерфейс

SW1(config-if)#shutdown - выключаем его (чтобы не было проблем с тем, что STP вдруг его заблокирует)

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to down

SW1(config-if)#channel-group 1 mode active - создаем интерфейс port-channel 1 (это и будет виртуальный интерфейс агрегированного канала) и переводим его в режим active.

Creating a port-channel interface Port-channel 1 - появляется служебное сообщение о его создании.

SW1(config-if)#no shutdown - включаем интерфейс.

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface Port-channel 1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel 1, changed state to up

SW1(config)#interface fastEthernet 0/2 - заходим на второй интерфейс

SW1(config-if)#shutdown - выключаем.

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to down

SW1(config-if)#channel-group 1 mode active - определяем в port-channel 1

SW1(config-if)#no shutdown - включаем.

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up

На этом настройка на первом коммутаторе закончена. Для достоверности можно набрать команду show etherchannel port-channel:

```

SW1#show etherchannel port-channel
      Channel-group listing:
      -----

Group: 1
-----
      Port-channels in the group:
      -----

Port-channel: Po1      (Primary Aggregator)
-----

Age of the Port-channel   = 00d:00h:08m:44s
Logical slot/port        = 2/1      Number of ports = 2
GC                        = 0x00000000    HotStandBy port = null
Port state                = Port-channel
Protocol                  = LACP
Port Security             = Disabled

Ports in the Port-channel:

Index   Load   Port      EC state      No of bits
-----+-----+-----+-----+-----
    0     00    Fa0/1     Active         0
    0     00    Fa0/2     Active         0
Time since last port bundled:  00d:00h:08m:43s    Fa0/2

```

Видим, что есть такой port-channel и в нем присутствуют оба интерфейса.

Переходим ко второму устройству.

SW2(config)#interface range fastEthernet 0/1-2 - переходим к настройке сразу нескольких интерфейсов.

SW2(config-if-range)#shutdown - выключаем их.

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to down

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to down

SW2(config-if-range)#channel-group 1 mode passive - создаем port-channel и переводим в режим passive (включится, когда получит LACP-сообщение).
Creating a port-channel interface Port-channel 1 - интерфейс создан.

SW2(config-if-range)#no shutdown - обратно включаем.

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up

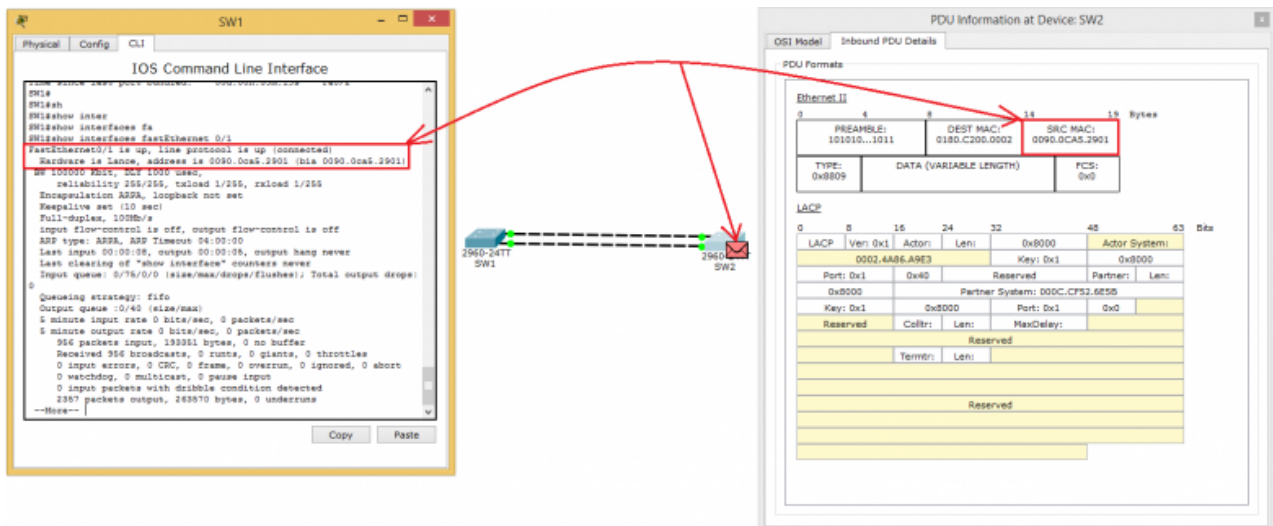
%LINK-5-CHANGED: Interface Port-channel 1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel 1, changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up

После этого канал согласуется. Посмотреть на это можно командой show etherchannel summary:



Видим, что SW1 отправляет соседу LACP-сообщение. Смотрим на поле Ethernet. В Source он записывает свой MAC-адрес, а в Destination мультикастовый адрес 0180.C200.0002. Этот адрес слушает протокол LACP. Ну и выше идет «длинная портянка» от LACP. Я не буду останавливаться на каждом поле, а только отмечу те, которые, на мой взгляд, важны. Но перед этим пару слов. Вот это сообщение используется устройствами для многих целей. Это синхронизация, сбор, агрегация, проверка активности и так далее. То есть у него несколько функций. И вот перед тем, как это все начинает работать, они выбирают себе виртуальный MAC-адрес. Обычно это наименьший из имеющихся.

Port	Link	VLAN	IP Address	MAC Address
FastEthernet0/1	Up	1	--	0090.0CA5.2901
FastEthernet0/2	Up	1	--	0090.0CA5.2902
FastEthernet0/3	Down	1	--	0090.0CA5.2903
FastEthernet0/4	Down	1	--	0090.0CA5.2904
FastEthernet0/5	Down	1	--	0090.0CA5.2905
FastEthernet0/6	Down	1	--	0090.0CA5.2906
FastEthernet0/7	Down	1	--	0090.0CA5.2907
FastEthernet0/8	Down	1	--	0090.0CA5.2908
FastEthernet0/9	Down	1	--	0090.0CA5.2909
FastEthernet0/10	Down	1	--	0090.0CA5.290A
FastEthernet0/11	Down	1	--	0090.0CA5.290B
FastEthernet0/12	Down	1	--	0090.0CA5.290C
FastEthernet0/13	Down	1	--	0090.0CA5.290D
FastEthernet0/14	Down	1	--	0090.0CA5.290E
FastEthernet0/15	Down	1	--	0090.0CA5.290F
FastEthernet0/16	Down	1	--	0090.0CA5.2910
FastEthernet0/17	Down	1	--	0090.0CA5.2911
FastEthernet0/18	Down	1	--	0090.0CA5.2912
FastEthernet0/19	Down	1	--	0090.0CA5.2913
FastEthernet0/20	Down	1	--	0090.0CA5.2914
FastEthernet0/21	Down	1	--	0090.0CA5.2915
FastEthernet0/22	Down	1	--	0090.0CA5.2916
FastEthernet0/23	Down	1	--	0090.0CA5.2917
FastEthernet0/24	Down	1	--	0090.0CA5.2918
GigabitEthernet0/1	Down	1	--	0090.0CA5.2919
GigabitEthernet0/2	Down	1	--	0090.0CA5.291A
Vlan1	Down	1	<not set>	0002.4A86.A9E3
Port-channel 1	Up	1	<not set>	00E0.A328.A7D4
Hostname: SW1				
Physical Location: Intercity, Home City, Corporate Office, Main Wiring Closet				

Port	Link	VLAN	IP Address	MAC Address
FastEthernet0/1	Up	1	--	0050.0F25.1C01
FastEthernet0/2	Up	1	--	0050.0F25.1C02
FastEthernet0/3	Down	1	--	0050.0F25.1C03
FastEthernet0/4	Down	1	--	0050.0F25.1C04
FastEthernet0/5	Down	1	--	0050.0F25.1C05
FastEthernet0/6	Down	1	--	0050.0F25.1C06
FastEthernet0/7	Down	1	--	0050.0F25.1C07
FastEthernet0/8	Down	1	--	0050.0F25.1C08
FastEthernet0/9	Down	1	--	0050.0F25.1C09
FastEthernet0/10	Down	1	--	0050.0F25.1C0A
FastEthernet0/11	Down	1	--	0050.0F25.1C0B
FastEthernet0/12	Down	1	--	0050.0F25.1C0C
FastEthernet0/13	Down	1	--	0050.0F25.1C0D
FastEthernet0/14	Down	1	--	0050.0F25.1C0E
FastEthernet0/15	Down	1	--	0050.0F25.1C0F
FastEthernet0/16	Down	1	--	0050.0F25.1C10
FastEthernet0/17	Down	1	--	0050.0F25.1C11
FastEthernet0/18	Down	1	--	0050.0F25.1C12
FastEthernet0/19	Down	1	--	0050.0F25.1C13
FastEthernet0/20	Down	1	--	0050.0F25.1C14
FastEthernet0/21	Down	1	--	0050.0F25.1C15
FastEthernet0/22	Down	1	--	0050.0F25.1C16
FastEthernet0/23	Down	1	--	0050.0F25.1C17
FastEthernet0/24	Down	1	--	0050.0F25.1C18
GigabitEthernet0/1	Down	1	--	0050.0F25.1C19
GigabitEthernet0/2	Down	1	--	0050.0F25.1C1A
Vlan1	Down	1	<not set>	000C.CF52.6E5B
Port-channel 1	Up	1	<not set>	0002.4AAB.BCE0
Hostname: SW2				
Physical Location: Intercity, Home City, Corporate Office, Main Wiring Closet				

И вот эти адреса они будут записывать в поля LACP.

Выделенная строчка показывает для какой именно цели было послано данное сообщение. Вот суть его работы. Теперь это единый логический интерфейс port-channel. Можно зайти на него и убедиться:

```
SW1(config)#interface port-channel 1
SW1(config-if)#?
arp Set arp type (arpa, probe, snap) or timeout
bandwidth Set bandwidth informational parameter
cdp Global CDP configuration subcommands
delay Specify interface throughput delay
description Interface specific description
duplex Configure duplex operation.
exit Exit from interface configuration mode
hold-queue Set hold queue depth
no Negate a command or set its defaults
service-policy Configure QoS Service Policy
shutdown Shutdown the selected interface
spanning-tree Spanning Tree Subsystem
speed Configure speed operation.
storm-control storm configuration
switchport Set switching mode characteristics
tx-ring-limit Configure PA level transmit ring limit
```

И все действия, производимые на данном интерфейсе автоматически будут приводить к изменениям на физических портах. Вот пример:

```
SW1(config-if)#switchport mode trunk
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel 1, changed state to
down
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel 1, changed state to
up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to
down
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to
up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to
down
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to
up
```

Стоило перевести port-channel в режим trunk и он автоматически потянул за собой физические интерфейсы. Набираем **show running-config**:

```

SW1#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1254 bytes
!
version 12.2
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname SW1
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/1
channel-group 1 mode active
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/2
channel-group 1 mode active
switchport mode trunk
!
*****
interface Port-channel 1
switchport mode trunk
!

```

И действительно это так.

Теперь расскажу про такую технологию, которая заслуживает отдельного внимания, как Load-Balance или на русском «балансировка». При создании агрегированного канала надо не забывать, что внутри него физические интерфейсы и пропускают трафик именно они. Бывают случаи, что вроде канал агрегирован, все работает, но наблюдается ситуация, что весь трафик идет по одному интерфейсу, а остальные простаивают. Как это происходит объясню на обычном примере. Посмотрим, как работает Load-Balance в текущей лабораторной работе.

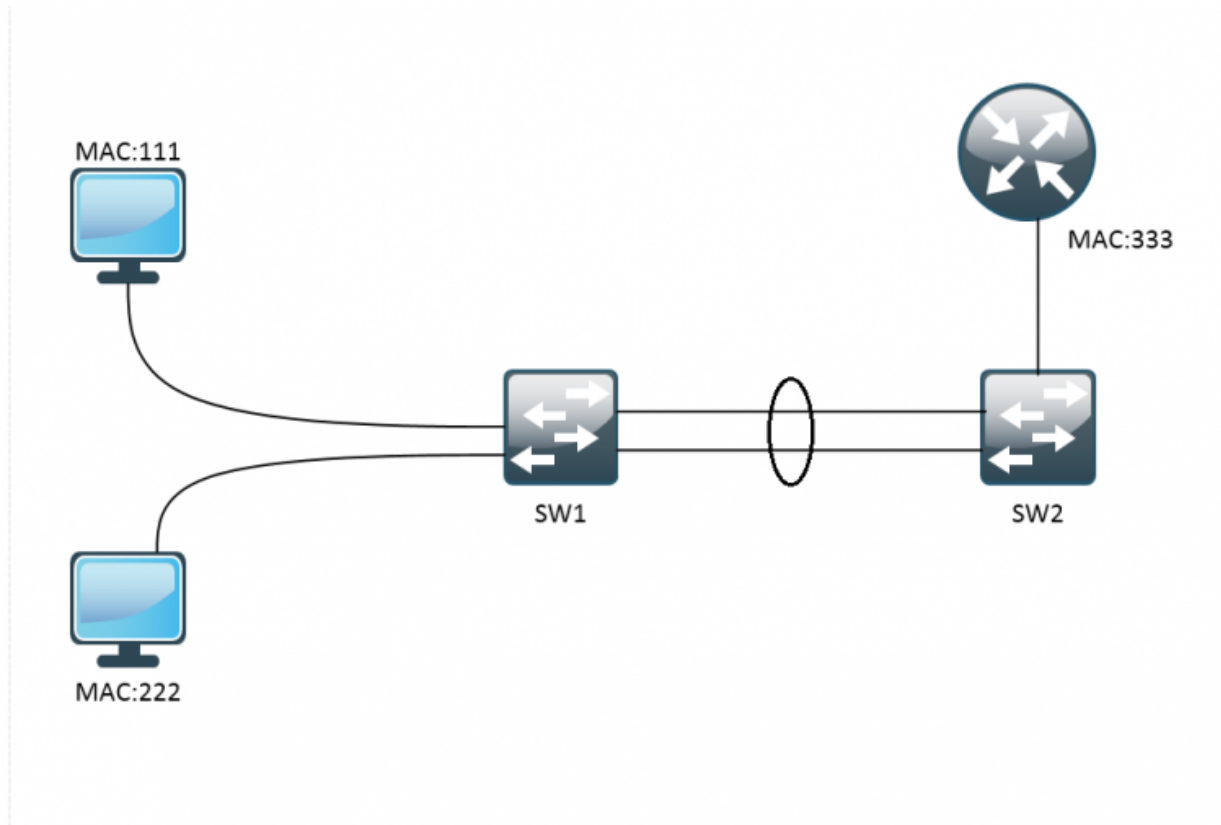
```

SW1#show etherchannel load-balance
EtherChannel Load-Balancing Operational State (src-mac):
Non-IP: Source MAC address
  IPv4: Source MAC address
  IPv6: Source MAC address

```

На данный момент он выполняет балансировку исходя из значения MAC-адреса. По умолчанию балансировка так и выполняется. То есть 1-ый MAC-адрес она пропустит через первый линк, 2-ой MAC-адрес через второй линк, 3-ий MAC-адрес снова через

первый линк и так будет чередоваться. Но такой подход не всегда верен. Объясняю почему.



Вот есть некая условная сеть. К SW1 подключены 2 компьютера. Далее этот коммутатор соединяется с SW2 агрегированным каналом. А к SW2 подключается маршрутизатор. По умолчанию Load-Balance настроен на src-mac. И вот что будет происходить. Кадры с MAC-адресом 111 будут передаваться по первому линку, а с MAC-адресом 222 по второму линку. Здесь верно. Переходим к SW2. К нему подключен всего один маршрутизатор с MAC-адресом 333. И все кадры от маршрутизатора будут отправляться на SW1 по первому линку. Соответственно второй будет всегда простаивать. Поэтому логичнее здесь настроить балансировку не по Source MAC-адресу, а по Destination MAC-адресу. Тогда, к примеру, все, что отправляется 1-ому компьютеру, будет отправляться по первому линку, а второму по второму линку.

Это очень простой пример, но он отражает суть этой технологии. Меняется он следующим образом:

```
SW1(config)#port-channel load-balance ?
dst-ip Dst IP Addr
dst-mac Dst Mac Addr
src-dst-ip Src XOR Dst IP Addr
src-dst-mac Src XOR Dst Mac Addr
src-ip Src IP Addr
src-mac Src Mac Addr
```

Здесь думаю понятно. Замечу, что это пример балансировки не только для LACP, но и для остальных методов.

Заканчиваю разговор про LACP. Напоследок скажу только, что данный протокол применяется чаще всего, в силу его открытости и может быть использован на большинстве вендоров.

Тем, кому этого показалось мало, могут добыть LACP [здесь](#), [здесь](#) и [здесь](#). И вдобавок [ссылка](#) на данную лабораторку.

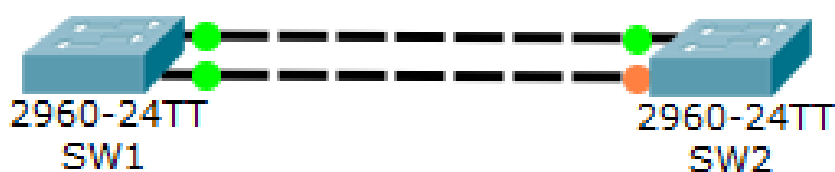
Теперь про коллегу PAgP. Как говорилось выше — это чисто «цисковский» протокол. Его применяют реже (так как сетей, построенных исключительно на оборудовании Cisco меньше, чем гетерогенных). Работает и настраивается он аналогично LACP, но Cisco требует его знать и переходим к рассмотрению.

У PAgP тоже 2 режима:

1. Desirable — включает PAgP.
2. Auto — включиться, если придет PAgP сообщение.

Режим	Desirable	Auto
Desirable	Да	Да
Auto	Да	Нет

Собираем аналогичную лабораторку.



И переходим к SW1:

SW1(config)#interface range fastEthernet 0/1-2 - выбираем диапазон интерфейсов.

SW1(config)#shutdown - выключаем.

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to down

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to down

SW1(config-if-range)#channel-group 1 mode desirable - создаем port-channel и переключаем его в режим desirable (то есть включить).
Creating a port-channel interface Port-channel 1

Теперь переходим к настройке SW2 (не забываем, что на SW1 интерфейсы выключены и следует после к ним вернуться):

SW2(config)#interface range fastEthernet 0/1-2 - выбираем диапазон интерфейсов.

SW2(config-if-range)#channel-group 1 mode auto - создаем port-channel и переводим в auto (включиться, если получит PAgP-сообщение).
Creating a port-channel interface Port-channel 1

Возвращаемся к SW1 и включаем интерфейсы:

```
SW1(config)#interface range fastEthernet 0/1-2
```

```
SW1(config-if-range)#no shutdown
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface Port-channel 1, changed state to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel 1, changed state to up
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up
```

Вроде как все поднялось. Проверим. SW1:

```
<source>SW1#show etherchannel summary
```

```
Flags: D - down P - in port-channel
```

```
I - stand-alone s - suspended
```

```
H - Hot-standby (LACP only)
```

```
R - Layer3 S - Layer2
```

```
U - in use f - failed to allocate aggregator
```

```
u - unsuitable for bundling
```

```
w - waiting to be aggregated
```

```
d - default port
```

```
Number of channel-groups in use: 1
```

```
Number of aggregators: 1
```

```
Group Port-channel Protocol Ports
```

```
-----+-----+-----+-----
```

```
1 Po1(SU) PAgP Fa0/1(P) Fa0/2(P)
```

SW2:

Port Aggregation Protocol

```
Version: Info PDU (0x01)
  ▸ Flags: 0x05, Slow Hello, Consistent State
    Local Device ID: aa:bb:cc:00:04:00 (aa:bb:cc:00:04:00)
    Local Learn Capability: Arbitrary Distribution (0x02)
    Local Port Hot Standby Priority: 128
    Local Sent Port ifindex: 6
    Local Group Capability: 0x00010001
    Local Group ifindex: 19
    Partner Device ID: aa:bb:cc:00:03:00 (aa:bb:cc:00:03:00)
    Partner Learn Capability: Arbitrary Distribution (0x02)
    Partner Port Hot Standby Priority: 128
    Partner Sent Port ifindex: 6
    Partner Group Capability: 0x00010001
    Partner Group ifindex: 19
    Partner Count: 1
    Number of TLVs: 2
  ▸ TLV Entry #1
  ▸ TLV Entry #2
```

Последнее, что осталось — это ручное агрегирование. У него с агрегированием все просто:

Режим	On
On	Да

При остальных настройках канал не заработает.

Как говорилось выше, здесь не используется дополнительный протокол согласования, проверки. Поэтому перед агрегированием нужно проверить идентичность настроек интерфейсов. Или сбросить настройки интерфейсов командой:

```
Switch(config)#default interface faX/X
```

В созданной лабораторке все изначально по умолчанию. Поэтому я перехожу сразу к настройкам.

```
SW1(config)#interface range fastEthernet 0/1-2
```

```
SW1(config-if-range)#shutdown
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to administratively down
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to down
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to administratively down
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to down
```

```
SW1(config-if-range)#channel-group 1 mode on - создается port-channel и сразу включается.
```

```
Creating a port-channel interface Port-channel 1
```

```
SW1(config-if-range)#no shutdown
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface Port-channel 1, changed state to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel 1, changed state to up
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up
```

И аналогично на SW2:

```
SW2(config)#interface range fastEthernet 0/1-2
```

```
SW2(config-if-range)#channel-group 1 mode on  
Creating a port-channel interface Port-channel 1
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface Port-channel 1, changed state to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel 1, changed state to  
up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to  
down
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to  
up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to  
down
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to  
up
```

Настройка закончена. Проверим командой show etherchannel summary:

```
SW1#show etherchannel summary  
Flags: D - down P - in port-channel  
I - stand-alone s - suspended  
H - Hot-standby (LACP only)  
R - Layer3 S - Layer2  
U - in use f - failed to allocate aggregator  
u - unsuitable for bundling  
w - waiting to be aggregated  
d - default port
```

```
Number of channel-groups in use: 1  
Number of aggregators: 1
```

```
Group Port-channel Protocol Ports
```

```
-----+-----+-----+-----  
1 Po1(SU) - Fa0/1(P) Fa0/2(P)
```

Порты с нужными параметрами, а в поле протокол "-". То есть дополнительно ничего не используется.

Как видно все методы настройки агрегирования не вызывают каких-либо сложностей и отличаются только парой команд.

Под завершение статьи приведу небольшой Best Practice по правильному агрегированию. Во всех лабораторках для агрегирования использовались 2 кабеля. На самом деле можно использовать и 3, и 4 (вплоть до 8 интерфейсов в один port-

channel). Но лучше использовать 2, 4 или 8 интерфейсов. А все из-за алгоритма хеширования, который придумала Cisco. Алгоритм высчитывает значения хэша от 0 до 7.

4	2	1	Десятичное значение
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	1	3
1	0	0	4
0	0	1	1
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

Данная таблица отображает 8 значений в двоичном и десятичном виде.

На основании этой величины выбирается порт Etherchannel и присваивается значение. После этого порт получает некую «маску», которая отображает величины, за которые тот порт отвечает. Вот пример. У нас есть 2 физических интерфейса, которые мы объединяем в один port-channel.

Значения раскидаются следующим образом:

- 1) 0x0 — fa0/1
- 2) 0x1 — fa0/2
- 3) 0x2 — fa0/1
- 4) 0x3 — fa0/2
- 5) 0x4 — fa0/1
- 6) 0x5 — fa0/2
- 7) 0x6 — fa0/1
- 8) 0x7 — fa0/2

В результате получим, что половину значений или паттернов возьмет на себя fa0/1, а вторую половину fa0/2. То есть получаем 4:4. В таком случае балансировка будет работать правильно (50/50).

Теперь двинемся дальше и объясню, почему не рекомендуется использовать, к примеру 3 интерфейса. Составляем аналогичное сопоставление:

- 1) 0x0 — fa0/1
- 2) 0x1 — fa0/2
- 3) 0x2 — fa0/3
- 4) 0x3 — fa0/1
- 5) 0x4 — fa0/2
- 6) 0x5 — fa0/3
- 7) 0x6 — fa0/1
- 8) 0x7 — fa0/2

Здесь получаем, что fa0/1 возьмет на себя 3 паттерна, fa0/2 тоже 3 паттерна, а fa0/3 2 паттерна. Соответственно нагрузка будет распределена не равномерно. Получим 3:3:2. То есть первые два линка будут всегда загруженнее, чем третий.

Все остальные варианты я считать не буду, так как статья растянется на еще больше символов. Можно только прикинуть, что если у нас 8 значений и 8 линков, то каждый линк возьмет себе по паттерну и получится 1:1:1:1:1:1:1:1. Это говорит о том, что все интерфейсы будут загружены одинаково. Еще есть некоторое утверждение, что агрегировать нужно только четное количество проводов, чтобы добиться правильной балансировки. Но это не совсем верно. Например, если объединить 6 проводов, то балансировка будет не равномерной. Попробуйте посчитать сами. Надеюсь алгоритм понятен.

У Cisco на сайте по этому делу есть хорошая статья с табличкой. Можно почитать по данной [ссылке](#). Если все равно останутся вопросы, пишите!

Раз уж так углубились, то расскажу про увеличение пропускной способности. Я специально затронул эту тему именно в конце. Бывают случаи, что срочно нужно увеличить пропускную способность канала. Денег на оборудование нет, но зато есть свободные порты, которые можно собрать и пустить в один «толстый» поток. Во многих источниках (книги, форумы, сайты) утверждается, что соединяя восемь 100-мегабитных портов, мы получим поток в 800 Мбит/с или восемь гигабитных портов дадут 8 Гбит/с. Вот кусок текста из «цисковской» [статьи](#).

EtherChannel Overview

EtherChannel bundles up to eight individual Ethernet links into a single logical link that provides an aggregate bandwidth of up to 800 Mbps (Fast EtherChannel), 8 Gbps (Gigabit EtherChannel), or 80 Gbps (10 Gigabit EtherChannel) between a Catalyst 4500 or 4500X series switch and another switch or host.

Теоретически это возможно, но на практике почти недостижимо. Я по крайней мере не встречал. Если есть люди, которые смогли этого добиться, я буду рад услышать. То есть, чтобы это получить, нужно учесть кучу формальностей. И вот те, которые я описывал, только часть. Это не значит, что увеличения вообще не будет. Оно, конечно будет, но не настолько максимально.

На этом статья подошла к концу. В рамках данной статьи мы научились агрегировать каналы вручную, а также, при помощи протоколов LACP и PAgP. Узнали, что такое балансировка, как ею можно управлять и как правильно собирать Etherchannel для получения максимального распределения нагрузки. До встречи в следующей статье!