

## Aktivní prvky fyzické a linkové vrstvy - Ethernet

Aktivní prvky se aktivně zapojují do komunikace, restauroují signál, provádí konverzi na jiný typ média a posílají data dále dle informací odpovídajících příslušné vrstvě. Proto jsou dále aktivní prvky rozděleny podle toho, na jaké vrstvě pracují.

### Aktivní prvky fyzické vrstvy – L1

Vzhledem k tomu, že **úkolem fyzické vrstvy (L1) je pouze věrný přenos jednotky informace**, tyto aktivní prvky **signál zesilují (opakují)**. V případě více portů jej i rozbočují.

Nedochází zde k načítání dat, a proto **nepoznají, kdy je na médiu kolizní stav** (signál degradován kolizí). Opakují dále i kolize. Proto obecně všechny tyto aktivní prvky **rozšiřují kolizní doménu**. Tj. všechna připojená zařízení mohou vstoupit do kolize.

Naopak společnou **výhodou je minimální zpoždění dat (latence)** způsobené průchodem aktivním prvkem.

V současné době se používá těchto aktivní prvků ve speciálních případech. Většinou ke konverzi média.

- **SFP. (Small Form-factor Pluggable)** Malý transceiver vkládaný do SFP portu switchu, který umožňuje komunikovat pomocí standardů Fibre Channel nebo Gigabit Ethernet (GbE) připojením optického kabelu. Je označován jako GBIC transceiver (GBIC je rozhraní ve switchi), SFP modules jsou také jako uváděny jako "mini-GBIC".  
**SFP+** ports are designed for 10Gb/s data rates.



Product specifications

Details	
Product code	S+85DLC03D
Connector	Dual LC UPC
Data Rate	10G

Details	
Distance	300m
Format	SFP+
Mode	MM
Tested ambient temperature	-40 to +70C
Wavelength	850nm
Suggested price	\$59.00

- **Média Konvertor (Converter) – tranceiver** - konvertor přenosového média s opakováním. Většinou 1:1. Například ke konverzi z TP na MM optiku v rámci LAN jako nejefektivnější řešení apod.  
I v současnosti je potřeba provádět množství různých konverzí signálu mezi různými médii.



### Micronet 10/100M Media MM Converter ST 2km SP373F

Obrázek je pouze ilustrační - tento převodník má ST konektor !

Compliant with IEEE802.3u 100BASE-TX standards for TP connection  
and IEEE802.3u 100BASE-FX standards for Fiber connection  
Extend the Ethernet distance by converting TP to Fiber-Optic  
Provide 10/100Mbps auto-sensing port with RJ-45 connector  
Provide Fiber-optic port with ST connector  
Support auto-negotiation functions in TP port to detect speed (10/100M)  
and duplex mode (full/half) automatically  
Support auto uplink (auto MDI/MDI-X) in TP port, no more cross-over cable  
Extend fiber-optic distance up to 2 km  
Support LFPT (Link-Fault-Pass-Through) function  
Mountable in SP382A converter chassis  
Provide DIP switch for setting

Podle typu přenosového média se používaly

- **Repeater (Opakovač)**- médium tenký koaxiální kabel (topologie BUS) později optické kabely či TP v rámci složitějších struktur jako **víceportový repeater** s příslušnými moduly - konvertory.

Platí **pravidlo max. 5segmentů 4opakovače 3obsazené segmenty**. Zpočátku se používal jednoportový. Později víceportový repeater signál navíc i rozbočoval. Používal se v první polovině 90tých let. Dnes se s touto technologií nesetkáme (**pouze 10Mbps**).



- **HUB (Rozbočovač, koncentrátor)** – médium TP (topologie STAR ). Pracuje na **nejnižší připojené přenosové rychlosti**. Změna rychlosti za provozu dělá potíže. **Zvládá pouze režim HD** a neumí FD.

**Rozšiřuje kolizní doménu**, protože pouze opakuje signál a neanalyzuje data. Rozbočuje všechny rámce všude a vzniká „neefektivní“ provoz.

**Rozšiřuje broadcast doménu**. „Smyčky“ neumí ošetřit a jejich vznikem dojde k zahlcení sítě např. při vyslání broadcastu. Proto je potřeba se jim vyhnout.

Platí **topologické omezení ohledně počtu HUBu v kaskádě**. Také vzhledem k vlastnostem TP tj. max, 100m. Při propojení HUBu MM optickým kabelem se vzdálenosti zvětšovaly. Podle těchto možností se dělily zařízení na **CLASS I a II**. CLASS II umožňoval vložit více aktivních prvků a tím větší vzdálenost mezi krajními KZ sítě..

**Pozn.: Uplink** – se nazývá **propojení aktivních prvků mezi sebou**. Jedná se o stejná síťová zařízení, proto je potřeba propojit správně vysílání a příjem signálu. V tomto případě je **propojení křížem – cross link**. Jestliže toto zařízení neumí automaticky detekovat a realizovat, je potřeba použít **křížený kabel (cross link kabel)**, ten je vždy **označen** pro odlišení od přímého kabelu.

Z důvodů problému s vytvářením kaskád pomocí uplinku se přešlo k realizaci propojení aktivních prvků (nejen u HUBu, ale i obecně) pomocí **vnitřní sběrnice a ,vytvářel se „stack zařízení“ („stohování“)**.



## Aktivní prvky linkové vrstvy – L2

**Aktivní prvky L2 analyzují MAC adresaci datového rámce a dle této informace přepínají do příslušného segmentu sítě pouze přínáležející rámce.** Tímto se podstatně zvyšuje propustnost sítě, protože komunikace v jednom segmentu neblokuje komunikaci v jiném.

Informace o MAC adresách **uchovávají v tabulce fyzických adres (MAC address table)**. Zde je přiřazena **k příslušnému portu fyzická adresa KZ**.

Svou funkcí omezují možnost odposlechu stanic – co se děje uvnitř jednoho segmentu je pro ostatní segmenty „neviditelné“. Jestliže MAC adresa dosud není v tabulce, přeposílají takovýto rámec do všech portů jako HUB (více v části věnované přepínači).

**Kolize nejsou čitelné, a proto je ignorují.** Dále přeposílají pouze analyzované rámce. Proto **omezují kolizní doménu**.

**Všesměrové rámce (broadcast) přeposílají do všech portů** (mimo toho odkud přišel). **Rozšiřují broadcast doménu**. Jestliže nemají nástroje (protokoly) pro zamezení vytváření smyček, musí se jim vyvarovat z důvodů zahlcení sítě (broadcast storming).

Aktivními prvky na L2 jsou

- **Bridge (Most)** – vytváří „most“ mezi dvěma segmenty sítě (má pouze dva porty, víceportový bridge je switch). Přenosovým médiem je většinou tenký koaxiální kabel (topologie BUS) nebo nověji se používá bridge pro přepínání mezi různými typy přenosových médií. V současnosti nejčastěji mezi segmentem sítě TP a WiFi.

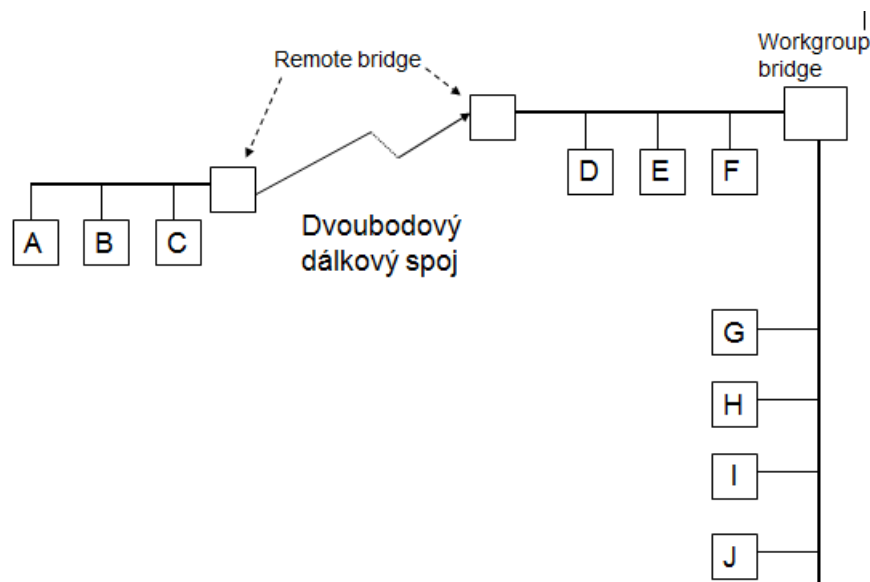


Dle vlastností se dělí na

**Transparentní bridge** - transparentní most se **podle adres odesílatele sám naučí, kde leží stanice** (více u switche).

**Remote bridge (vzdálený)**- chceme-li propojit lokální síť dvoubodovým spojem (větší vzdálenost). Po tomto **dvoubodovém spoji se přenáší pouze rámce určené vzdáleným stanicím. Tabulky obou mostů budou identické.** Filtrace rámců přicházejících z dvoubodového spoje je zbytečná (vše co přichází z tohoto spoje sem pustil druhý bridge). Je možná redukce funkcí těchto dvou mostů a to taková, že **remote bridge se rozhoduje o převedení rámce do dvoubodového spoje, v opačném směru přenáší všechny rámce.** Tyto bridge plní funkci směrovače na dvoubodovém spoji a MAC Address table má funkci směrovací tabulky.

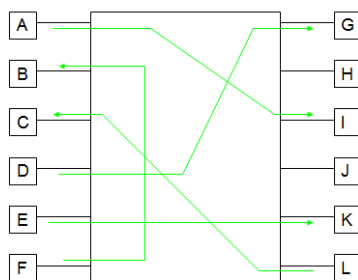
**Workgroup bridge** - jsou určené k **oddělení provozu malých skupin stanic** od zbytku sítě. Jejich **tabulka obsahuje pouze informace o adresách stanic skupiny a všechny ostatní stanice leží implicitně na druhé straně mostu** (podobná redukce funkce jako u remote bridge).



- **Switch (Přepínač) – L2Switch** – většinou médium TP nebo dle použitých modulů (topologie STAR ). Jedná se víceportový bridge. Obsahuje část **hardwarového řešení portů, část řízení a jádrem je přepínací matice (propojovací pole).** Přepínač je **optimalizován na výkon, tj. rychlost přepínání.** Cílem je co nejvyšší datová propustnost sítě. Je to v současnosti základní aktivní prvek LAN.

Používání ethernet přepínačů prošlo vývojem:

**Přepínaný Ethernet (Switched Ethernet)** - oddělením kolizních domén součtový tok v síti může být vyšší než je limit v každé z kolizních domén. Přenos rámců mezi dvěma připojenými segmenty neblokuje jiné přenosy přes tentýž switch.



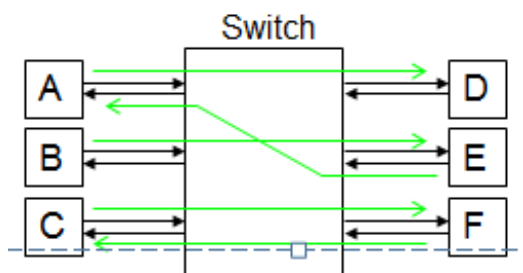
Znázorněné komunikace mohou probíhat současně

**Mikrosegmentace** – na porty switche je připojeno pouze jedno KZ. V segmentech sítě nejsou víceportové opakovače, ani sběrnice. Každý počítač tvoří samostatnou kolizní doménu.

**Full Duplex Ethernet** - dvě KZ (např. PC a port switche) propojené kabelem TP, který má zvlášť vysílací a přijímací pár mohou pracovat v režimu FD (full duplex) tj. současně vysílat i přijímat.

**Bezkolizní Ethernet** - na dvoubodovém full-duplex spoji nemohou vzniknout kolize.

Switch umožňuje využití bezkolizního plně duplexního provozu. Stanice, která vysílá rámec druhé stanici, může současně přijímat jiný rámec od jiné stanice



## Vlastnosti switche

### MAC Address Table

V tabulce jsou přiřazeny fyzické adresy k portům. Paměť je typu CAM/TC CAM. Tj. asociativní paměť nebo obsahem adresovatelná paměť. Porovnává vstupní data (index, značka) s tabulkou uložených dat a vrací adresu uložených dat. Při použití asociativní paměti je příslušná hodnota vrácena po jednom cyklu (taktu). Výhodou použití CAM paměti je vysoká rychlost reakce, čímž se výrazně snižuje latence v síťové komunikaci. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena CAM paměti a jejich vysoký příkon.

Pozn.: TCAM - pro vyhledání správného záznamu v tabulce je používána speciální varianta – TCAM paměť (anglicky **Ternary Content Addressable Memory**). Většina dražších switchů má několik TCAM pamětí, takže lze provádět všechna hledání v tabulkách současně (příchozí a odchozí pravidla firewallu, pravidla pro QoS a směrování na L2 nebo L3). Paměť TCAM je rozšířením principu CAM paměti na ternární (třístavové) rozhodování (0, 1 a X), kde prvky 0 a 1 vyjadřují exaktní hodnotu a na stavu prvku X nezáleží. Díky třístavovosti je možné aplikovat v prohledávání CAM tabulky funkci masky sítě.

Jestliže není adresa v tabulce, posílají se rámce na všechny porty.

port1	port2	port3	port4	port5	port6	port7
MAC1	MAC3	MAC4	MAC6	MAC7		MAC10
MAC2			MAC8			
MAC5			MAC9			
MAC11						

**Celkový počet záznamů je omezen.** Velikost paměti pro tabulku je dána určením switche. Při výběru zařízení je potřeba vzít v úvahu, kde bude pracovat a kolik KZ je potřeba zaznamenat do tabulky. Jedná se o **parametr switche – velikost MAC Add Table.** Udává se **maximální počet záznamů.** Jednotka je kMAC. Běžná hodnota je 8kMAC.

Tabulky mohou být

- **statické** - definované např. správcem sítě. Každé přemístění počítače nebo změna konfigurace sítě vyžaduje manuální zásah do tabulek.
- **dynamické** - switch si vytváří tabulku MAC adres během své práce sám (transparentní, učící se switch).

Pro načítání adres do tabulky se používá **metoda zpětného učení.** V tabulce se **zjišťuje přítomnost adresy nejen příjemce, ale adresy odesílatele (zpětně).** Jestliže údaj není dosud v tabulce, je zaznamenán. Takto se při běžném provozu rychle načtou MAC adresy. Aktivita KZ není způsobena pouze vysíláním dat aplikačních, ale většinou se jedná o data vyslaná na základě řídicích protokolů (např. ARP apod.).

Při **dynamickém režimu je záznam KZ v tabulce pouze dočasně.** Při neaktivitě KZ vyprší časový interval (timeout) a záznam se smaže. **Timeout je od 20-50sec.**

Pozn.: To, že switch zpočátku analyzuje obě adresy a posílá rámce všude, vede k tomu, že je pomalejší zpočátku než HUB.

### **Přepínací matice – propojovací pole**

**Switch je optimalizován na rychlost.** Proto podstatnou vlastností je jeho rychlost a propustnost. Proto **rychlost přepínání pole je důležitým parametrem.** Je dána maximální přepínací „frekvencí“ vnitřní sběrnice. **Switche, které jsou schopny přepínat deklarovanou rychlostí i při největší zátěži, nazýváme true speed, wire speed a nebo no blocking.** „Rychlost“ vnitřní sběrnice je typicky v řádech Gbps ( 50-90Gbps).

**Propustnost switche (Throughput) nebo přenosová kapacita** je dalším důležitým parametrem. Udává se v **Mpps (paket per sec).** Délka rámce je uvedena a je většinou minimální (64B- 512b). Běžné hodnoty jsou **60-80Mpps (pro 64B rámce).**

### **Porty**

Důležitou vlastností switche je **možnost připojení KZ různou přenosovou rychlostí.** Aby to bylo možné, musí být **každý port vybaven vyrovnávací pamětí (buffer).** I z toho titulu, že například na server bude v obou směrech větší datový tok než na běžnou stanici. Switch musí být vybaven funkcí, která **umí řídit tok dat.** Tato funkce se nazývá **backpressure.** **I u bezkolizního ethernetu se využívá principu backoff** a to jeho **možnosti regulace toku dat v rámci přístupové metody.** V případě zaplnění nastavené hranice bufferu portu se vyše tzv. **simulovaná kolize** proti toku dat (**backpressure**) a tímto se zastaví načítání nových rámců a získá se čas na zpracování stávajících.

**Autonegotace (Autonegotiation) – nastavení parametrů portu dle možností KZ.** Jedná se o **nastavení přenosové rychlosti, režimu přenosu FD/HD a zda je port aktivní (enable/disable)** pomocí tzv. FLPs (FL Pulzy).

### **Režim práce switche**

- **store and forward** – analyzuje se celý rámec. Výhodou je možnost kontroly dat pomocí kontrolního součtu. Nevýhodou je velké zpoždění (latence) a velký rozptyl zpoždění (jiter). Ten je způsoben proměnnou délkou ethernetových rámců.

Pozn.: Tento způsob zpracování datových jednotek je běžný také u směrovačů.

- **cut trough** - analyzuje se pouze režijní část rámce. Není proto možné provést kontrolu dat. Režijní část je stejně dlouhá a proto je zpoždění konstantní a minimální (latence a jitter jsou minimální).



## Cisco WS-C4948-S

Společnost Cisco Systems je vedoucí světová společnost v oblasti přenosu dat, hlasu a obrazu a v oblasti LAN a WAN sítí. Téměř veškerý provozu Internetu je směrován produkty Cisco Systems. Do portfolia výrobků společnosti Cisco patří směrovače, přepínače sítí LAN, páteřní ATM přepínače, přístupové servery, software pro správu sítí a mnoho dalších produktů nutných pro provozování LAN a WAN síťových řešení. Všechna tato řešení využívají jedinečných vlastností operačního systému IOS (Internetworking Operating System) společnosti Cisco Systems, který umožňuje vytvořit homogenní síťovou infrastrukturu založenou na produktech jediné firmy.

Switch (Layer 2/3 omezeně/4) – 48x 10/100/1000Base-T a 4x slot pro SFP moduly (max. 48 portů zároveň). Verze SMI. Velikost 1RU. Jedná se o „wire speed“ switch (neblokované přepínání) – 96 Gbps přepínací matice, přenosová kapacita 72 mil. pps (pro 64B rámce).

Přepínače dále dělíme dle možností nastavení

- **management switch** – s vlastním managementem
- **transparentní switch** – bez možností dalšího individuálního nastavení

Mezi těmito typy switchů je podstatný cenový skok. Management switchy jsou dražší.

Dosud se jednalo o obecnou část, v další se zabýváme možnostmi management switchů. Dále je uvedeno univerzální prostředí switchy (i routerů – směrovačů) firmy Cisco, která má vedoucí postavení na trhu. Ostatní firmy (např. NORTEL) používají obdobné filozofie realizace managementu a to v základu většinou pomocí prostředí příkazové řádky.

## Management switchy – switching

Přístup do managementu je realizován prostřednictvím dvou rozhraní. Rozhraní jsou **sériové (RS232)** a **ethernetové** (dle standardu). **Sériové je označeno jako CONSOLE, je místní, řádkové a základní. Ethernetové je potom k dispozici prostřednictvím IP adresy odkudkoliv.** Umožňuje se připojit vzdáleně pomocí „**řádkového**“ **terminálu (telnet nebo SSH) nebo pomocí grafického prostředí (GUI) web browseru.** Prostředí příkazové řádky se nazývá CLI – Command Line Interface.

**Operační systém** používaný v rámci managementu se nazývá **IOS**. Používají se **tři „pracovní“ módy User Exec, Privileged Exec a Global Configuration**. Každý slouží k určité činnosti jejichž oddělení je vhodné. User Exec mode – základní mód bez možnosti změn nastavení a zjištění konfigurace, vhodný pouze pro servisní úkony – ping apod. Privileged Exec mode zjištění aktuálního stavu a konfigurace a „systémové“ úkony – kopírování souboru apod. Configuration mode – nastavení a konfigurace.

### VLAN – virtuální LAN

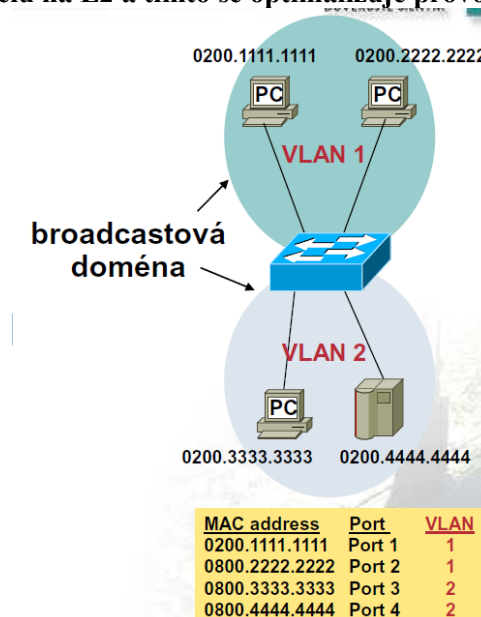
**Uzavřená skupina uživatelů, která je tvořena skupinou fyzických portů, které patří do logické skupiny.** Obdoba rozdělení fyzického média na oblasti. Z důvodu umožnění vzájemné komunikace se většinou jedná o **IP Subnet (podsíť sítě LAN)**.

Vlastnosti:

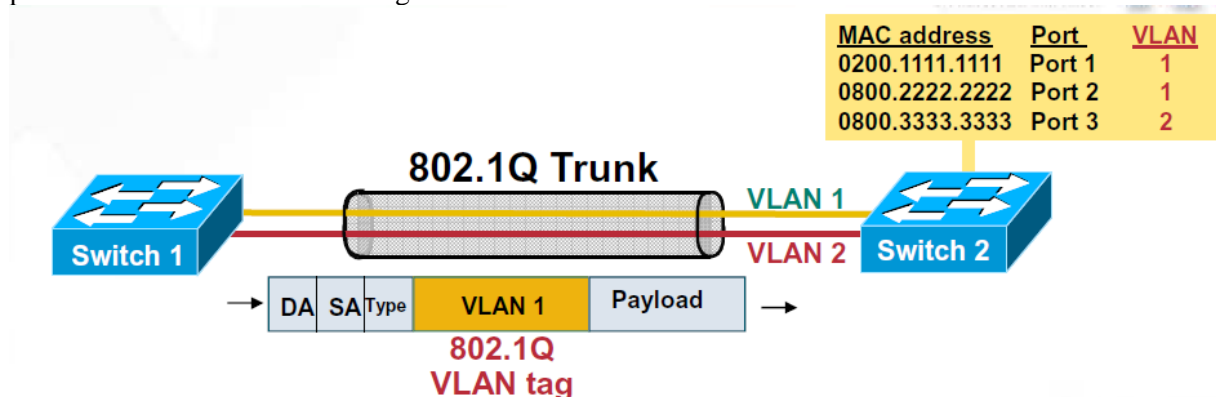
- **separují se takto MAC Address table dle VLAN**



- separují i ostatní funkce jako např. implementace STP i MIB
- každá VLAN je jedna broadcast doména, používá se k zmenšení velikosti broadcastové domény
- izolují se skupiny uživatelů na L2 a tímto se optimalizuje provozní zatížení switche



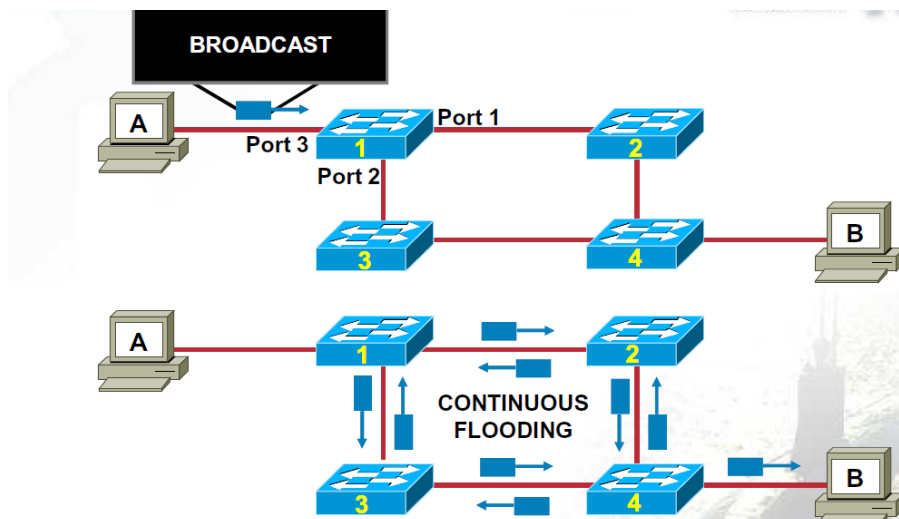
VLAN lze vytvořit ve složitější struktuře množiny switchů. Předávání informace o příslušnosti k VLAN je prováděno pomocí **VTP – VLAN Trunk Protocol**. Porty, kterými jsou switche propojeny tj. **uplinky, pracují v trunk režimu**. Rámce zde přenášené jsou podle IEEE 802.1q, tj. s informací o příslušnosti k VLAN – VLAN tag.



Pozn.: **Nativní VLAN** - jediná VLAN bez TAGu (většinou VLAN1). Může být i jakákoliv VLAN, ale musí být stejná na obou koncích uplinku.

## Spanning Tree

Switche rozšiřují broadcast doménu. **Při zapojení switchů do smyčky dojde proto k cyklení a množení broadcastového vysílání (Traffic Storms)**. Vytvoření takovéto smyčky zatíží aktivní prvky na cca 80-90% a na vlastní provoz nezbývá takřka kapacita. Síť kolabuje.



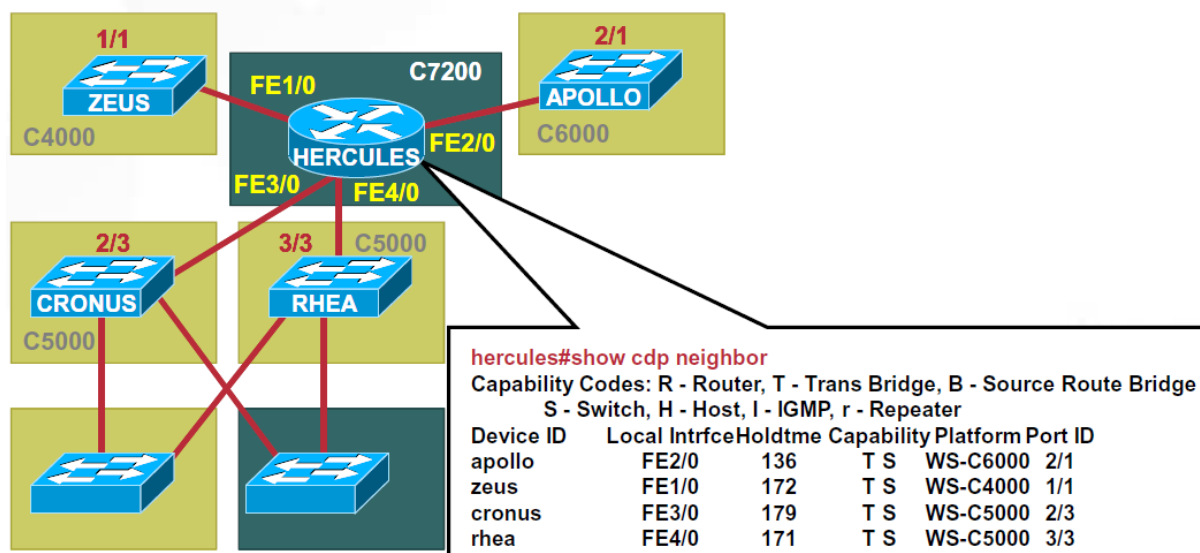
Zapojení do smyčky je na druhou stranu **výhodné z hlediska spolehlivosti sítě**, automatické přeměření provozu při výpadku jedné větve. Protože je zde jedná větev navíc nazývá se tato síť **jako redundantní**.

Z výše uvedeného **vyžadujeme loop-free (bezesmyčkovou) topologii v redundantní síti**. STP (Spanning Tree Protocol) umí i automatickou obnovu v případě výpadku linky. **Konvergence účinnosti protokolu je typicky 30 – 50 sec (velmi pomalé)**. Projeví se zablokováním příslušných smyčku vytvářejících portů.

### Cisco Discovery Protocol

**CDP je oznamovací protokol, který je nezávislý na mediu a komunikačním protokolu.** Viditelný je pouze u sousedů a na všech zařízeních. **Slouží ke správě zařízení a sítě.**

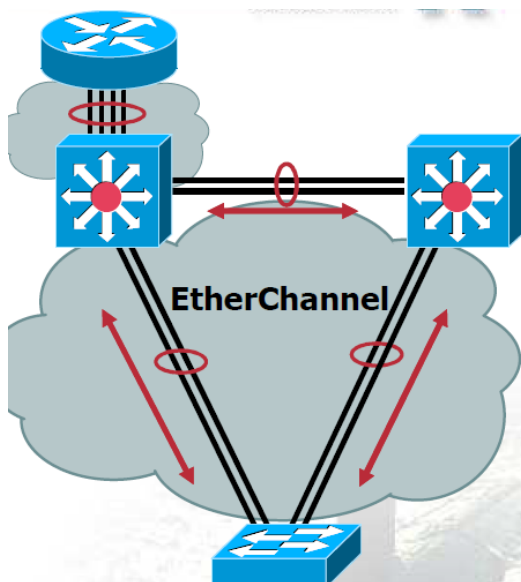
Zařízení si periodicky vyměňují parametry. Každé zařízení má “CDP” cache table a plní CDP MIB Tabulky mohou být vyčteny management aplikacemi – správa.



## EtherChannel

Z důvodů zajištění vyšší **prostupnosti** se používá logická agregace **stejných** linek (až 8) 10/100/1000/10GE ports. **Funguje mezi switchy, routery a síťovými kartami některých výrobců.** EtherChannel lze realizovat jedinečně jako **point-to-point** a pro protokoly vypadá jako jedna logická linka.

EtherChannel Protocols jsou Cisco's PAgP (Port Agregation Protocol) a IEEE 802.3ad LACP.



## Power over Ethernet

**Funkci napájení PoE je možné použít pro všechna zařízení splňující IEEE 802.3af.** Jedná se většinou o IP phones, Access Points, IP Video Cameras, atd. Pokud zařízení dodržuje standard, tak je výrobce nepodstatný. **Zařízení (např. typu Cisco Catalyst 3750) automaticky detekuje typ zařízení a dodává patřičný výkon bez jakékoliv konfigurace.** Připojení PoE je pak řízené či neřízené ( management/ no management).

Typické parametry:

370 Wattů dedikovaných pro PoE zařízení – není potřeba externího zdroje

- 24 port switch: 15.4 W může být dodáváno pro všech 24 portů
- 48 port switch: 24 portů na 15.4 W, 48 portů na 7.7 W nebo cokoliv mezi

Pojmy

PSE -Power sourcing equipment – zdroj napájení – switch, PoE injektor – napaječ

PD – Powered device – napájené zařízení

Powering devices – napaječ – většinou kabel TP - standardní parametry napájení – až 57V , až 960mA na pár, 2 páry pro napájení

LLDP – Link Layer Discovery Protocol – protokol pro management napájení

EEE – Energy-Efficient Ethernet – standard pro charakteristiky napájení zařízení

4PPoE – standard pro 4 pár TP

