

Zpracoval:

Ing. Petr ORVOŠ

P Í S E M N Á P Ř Í P R A V A

na vyučování – IT 1

Předmět: POČÍTAČOVÉ SÍŤE

Téma: Tabulka MAC adres – přesměrování podle MAC adres

Cíl: Vysvětlit, jak se sestavuje CAM tabulka a procvičit přepojování na switchi.

Místo: učebna

Materiální zabezpečení: písemná příprava

Metoda: výklad s ukázkou

Obsah

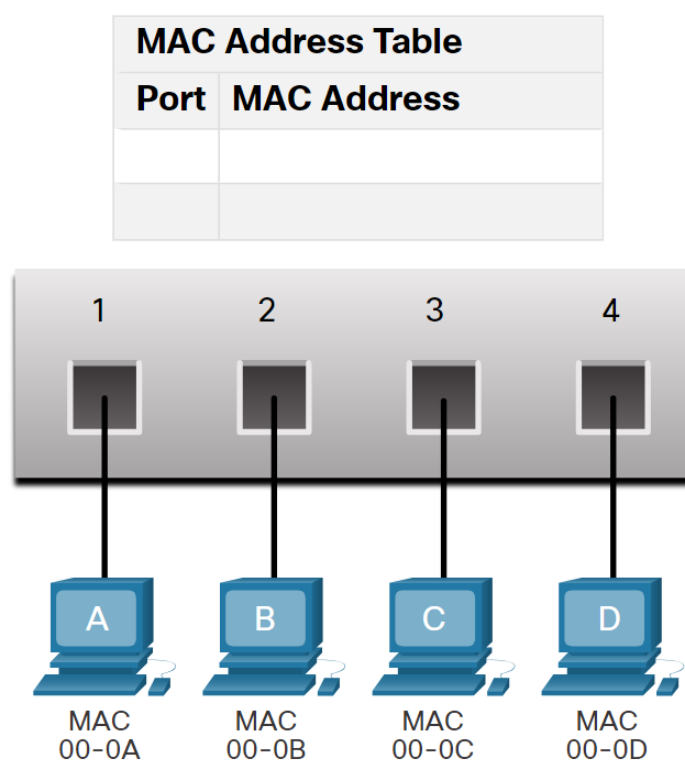
Tabulka MAC adres = CAM tabulka	2
Princip tvorby CAM tabulky.....	3
Princip směrování pomocí MAC adres na switchi.....	4
Filtrovací rámce	6
Příklady směrování na switchi pomocí MAC adres a portů.....	7

Tabulka MAC adres = CAM tabulka

Každý switch pracující na **2. vrstvě OSI modelu** (tj. L2 switch) používá **CAM tabulku** (Content Addressable Memory) k uchovávání MAC adres a portů, ke kterým jsou připojeny.

Pokud by switch pouze přesměřoval každý přijatý rámec přes všechny porty, síť by byla tak přetížená, že by se pravděpodobně úplně zastavila. Vůbec si není vědom toho, jaká data (protokol) jsou přenášena v datové části rámce, jako je například IPv4 paket, ARP zpráva nebo IPv6 ND paket. Přepínač se rozhoduje o přesměrování výhradně na základě MAC adres Layer 2 Ethernet.

Switch prozkoumává svou tabulku MAC adres a rozhoduje o přesměrování pro každý rámec, na rozdíl od starších ethernetových rozbočovačů (HUB), které opakují bity všech portů kromě příchozího portu.



Obrázek 1 Schéma prázdné tabulky MAC adres – „CAM tabulky“ (CISCO)

Poznámka: Adresy MAC jsou v tomto tématu pro demonstrační účely zkráceny.

Na obrázku byl čtyřportový switch právě zapnutý. V tabulce je zobrazena tabulka MAC adres, která se dosud nenaučila MAC adresy pro čtyři připojené počítače.

Princip tvorby CAM tabulky

1. Přijetí rámce

- Když switch obdrží ethernetový rámec, podívá se na zdrojovou MAC adresu a port, ze kterého rámec přišel.

2. Uložení MAC adresy do CAM tabulky

- Pokud tam tato adresa ještě není, switch ji uloží do tabulky spolu s číslem portu.
- Pokud už tam je, zkontroluje, zda odpovídá stejnému portu – pokud ne, aktualizuje záznam.

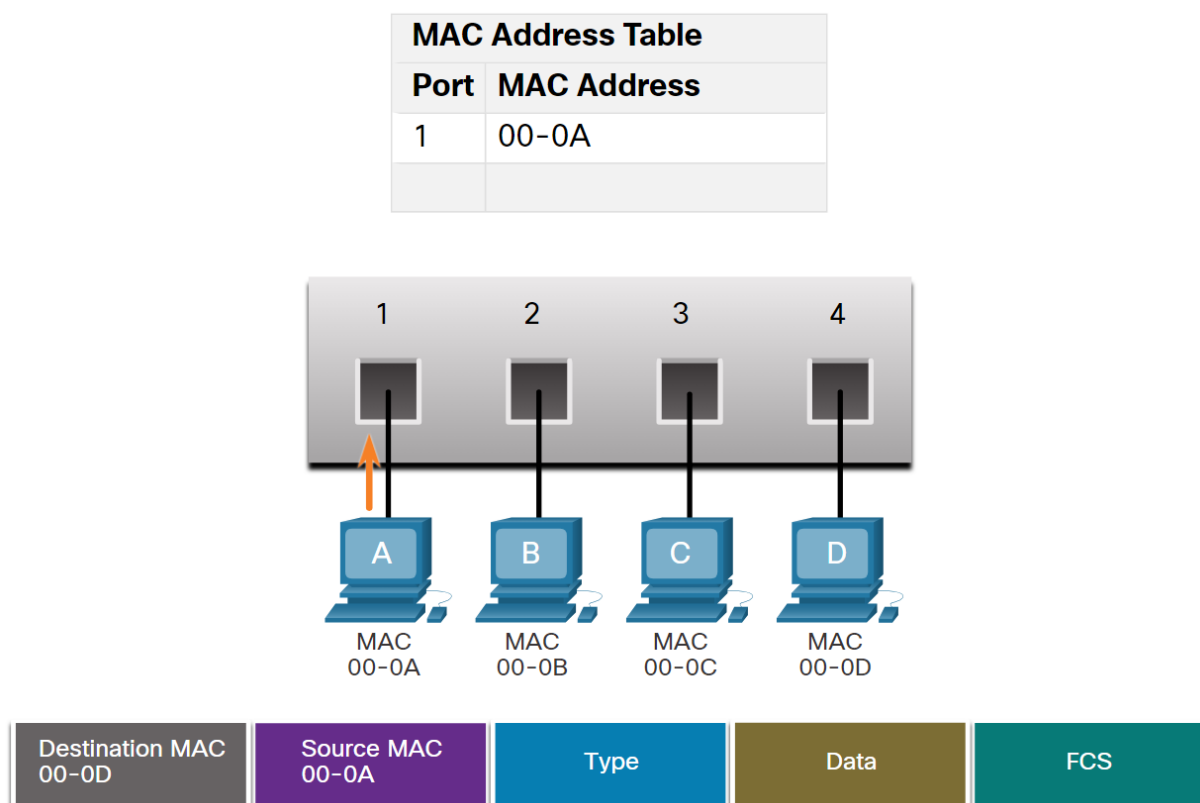
3. Vyhledání cílové MAC adresy

- Switch se podívá na **cílovou MAC adresu** v přijatém rámci.
- Pokud ji **najde v CAM tabulce**, pošle rámec **přímo na daný port**.
- Pokud ji **nenajde**, vyšle rámec **všem portům kromě zdrojového** (flooding).

4. Dynamická obnova

- Záznamy v CAM tabulce mají **časový limit** (např. 5 minut), po kterém se smažou, pokud nejsou znovu použity.

Poznámka: Ve výchozím nastavení většina ethernetových přepínačů uchovává záznam v tabulce po dobu 5 minut. Pokud zdrojová adresa MAC v tabulce existuje, ale na jiném portu, přepínač ji považuje za novou položku. Položka je nahrazena použitím stejné adresy MAC, ale s aktuálnějším číslem portu.

Příklad:

Obrázek 2 Jak se switch učí MAC adresy a ukládá je do CAM tabulky (CISCO)

1. PC-A vyšle ethernetový rámec.
2. Switch přidá číslo portu a MAC adresu pro PC-A do tabulky MAC adres.

Princip směrování pomocí MAC adres na switchi

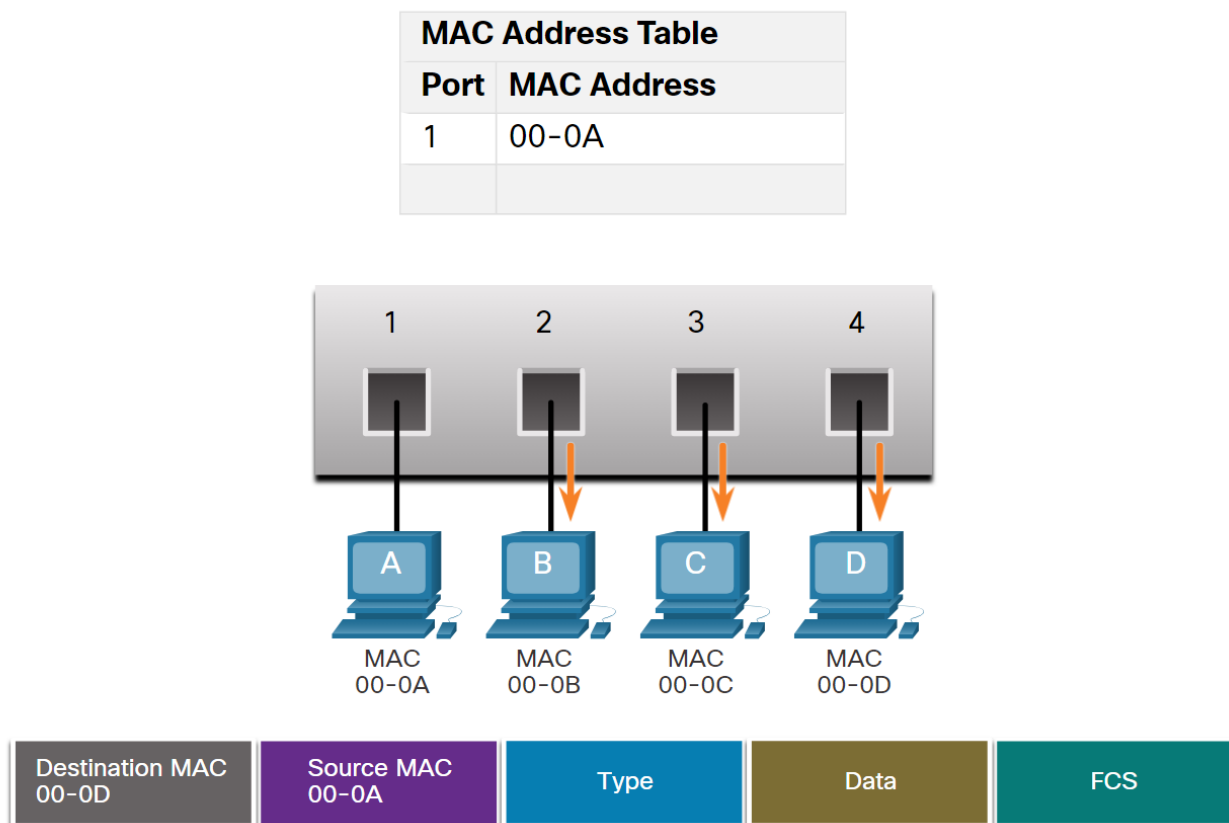
Na rozdíl od routeru, který směruje podle IP adres, switch pracuje výhradně s **MAC adresami**. Přeposílání rámců funguje takto:

1. **Switch přijme ethernetový rámec** a podívá se na cílovou MAC adresu.
2. **Pokud ji má v CAM tabulce**, pošle rámec **přímo** na správný port.
3. **Pokud ji nezná**, provede **flooding** a čeká na odpověď.
4. Když cílové zařízení odpoví, switch se naučí jeho MAC adresu a uloží ji do CAM tabulky.

Switch tedy **neposílá rámce do jiných sítí** – to je práce routeru. Switch jen „propojuje“ zařízení v rámci jedné lokální sítě (LAN).

Pokud existuje cílová MAC adresa unicastového vysílání, přepínač bude hledat shodu mezi cílovou adresou MAC rámce a položkou v tabulce adres MAC. **Pokud je cílová MAC adresa v tabulce, přešle rámec na zadaný port. Pokud cílová MAC adresa není v tabulce, switch předá rámec všem portům kromě příchozího portu.**

Jak je znázorněno na obrázku, přepínač nemá ve své tabulce pro PC-D cílovou MAC adresu, takže pošle rámec ven na všechny porty kromě portu 1.



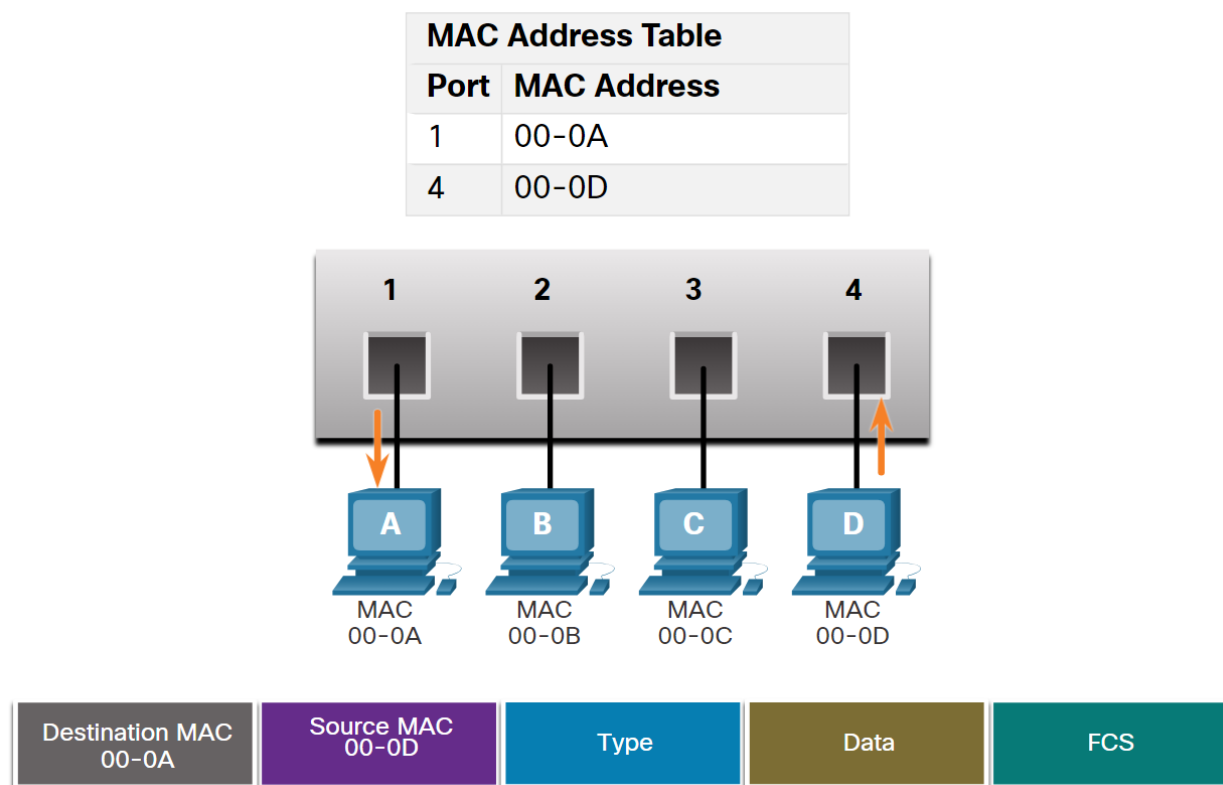
Obrázek 3 Jak switch předává rámec, když nezná cílové zařízení (CISCO)

1. Cílová MAC adresa není v tabulce.
2. Switch přesměruje rámec ven na všechny ostatní porty.

Poznámka: Pokud je cílová adresa MAC broadcastová nebo multicastová, je rámec také replikován všemi porty kromě příchozího portu.

Filtrační rámce

Protože switch přijímá rámce z různých zařízení, je schopen naplnit svou tabulku MAC adres prozkoumáním zdrojové MAC adresy každého rámce. Když tabulka MAC adres přepínače obsahuje cílovou MAC adresu, je schopen filtrovat rámec a přeměrovat jeden port.



Obrázek 4 Switch vkládá nový údaj do CAM tabulky při vysílání PC-D a zároveň přeposílá jen na port 1 (CISCO)

Na obrázku PC-D odpovídá zpět na PC-A. Přepínač vidí MAC adresu PC-D v příchozím rámci na portu 4. Přepínač poté vloží MAC adresu PC-D do tabulky MAC adres spojené s portem 4. Protože přepínač má v tabulce MAC adres cílovou MAC adresu pro PC-A, pošle rámec pouze z portu 1, jak je znázorněno na obrázku.

Poté pokud PC-A pošle další snímek do PC-D, jak je znázorněno na obrázku. Tabulka MAC adres již obsahuje MAC adresu pro PC-A; Proto se pětiminutový časovač aktualizace pro danou položku vynuluje. Dále, protože tabulka přepínačů obsahuje cílovou MAC adresu pro PC-D, posílá rámec pouze z portu 4.

Příklady směrování na switchi pomocí MAC adres a portů

Příklad tabulky MAC adres na switchi:

MAC adresa	Port
00:A1:B2:C3:D4	1
11:22:33:44:55	2
AA:BB:CC:DD:EE	3
FF:EE:DD:CC:BB	4

1. Zařízení na portu 1 posílá rámec na zařízení s MAC 11:22:33:44:55

Switch ví, že MAC 11:22:33:44:55 je na portu 2 → **pošle rámec na port 2.**

2. Zařízení na portu 3 posílá rámec na zařízení s MAC FF:EE:DD:CC:BB

Switch vidí v tabulce, že MAC FF:EE:DD:CC:BB je na portu 4 → **pošle rámec na port 4.**

3. Zařízení na portu 2 posílá rámec na neznámou MAC adresu (není v tabulce)

Switch neví, kam ji poslat → **pošle rámec na všechny porty kromě 2 (flooding).**

4. Nové zařízení na portu 5 posílá rámec na 00:A1:B2:C3:D4

Switch už ví, že 00:A1:B2:C3:D4 je na portu 1 → **pošle rámec na port 1.**

Zároveň se naučí MAC adresu zařízení na portu 5 a přidá ji do tabulky.

5. Zařízení na portu 4 komunikuje s 11:22:33:44:55

Switch ví, že 11:22:33:44:55 je na portu 2 → **pošle rámec na port 2.**

6. Po 5 minutách nečinnosti se z CAM tabulky smaže MAC adresa z portu 3

Pokud zařízení na portu 3 pošle rámec, switch jej opět pošle všem (flooding) a znovu se MAC naučí.

Zdroje:

CISCO NetACAD

Jiří Peterka – Archiv článků a přednášek [<http://www.earchiv.cz/>]

Ing. Vojtěch Novotný – Úvod do počítačových sítí