

Akademickie
Centrum
Informatyki PS



Wydział Informatyki PS



Wydział Informatyki

Sieci komputerowe i Telekomunikacyjne

Transmisja w protokole IP

Krzysztof Bogusławski
tel. 4 333 950
kbogu@man.szczecin.pl

MENU

1. Komunikacja między komputerami

2. Z zastosowaniem mostu - bridge

3. Z zastosowaniem przełącznika - switch

4. Z zastosowaniem routera

Część pierwsza przedstawia bezpośrednią komunikację między komputerami znajdującymi się w tym samym segmencie sieci lokalnej.

Część druga i trzecia wyjaśnia jaki wpływ na tę komunikację ma sytuacja, gdy między komputerami znajduje się most pracujący w warstwie MAC lub przełącznik.

Ostatnia część opisuje sposób komunikowania się komputerów będących w różnych sieciach, które połączone są routerem IP..

MENU

1. Komunikacja między komputerami

2. Z zastosowaniem mosta

3. Z zastosowaniem przełącznika

4. Z zastosowaniem routera

Na początku wyjaśnimy w jaki sposób implementacja protokołu IP podejmuje decyzję, że datagram IP należy przesłać *bezpośrednio* między dwoma komputerami podłączonymi do *tej samej* sieci.

192.32.15.
1

192.32.15.
2



Powyżej widzimy dwa komputery połączone kablem w sieci lokalnej. Załóżmy, że oba te komputery wykorzystują do komunikacji protokół IP.

Komputer A korzysta z oprogramowania, który używa protokołu IP do przesyłania datagramów; mają one dotrzeć do komputera B.

192.32.15.1

192.32.15.2

A



B



To są adresy IP...

192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.15.2
255.255.255.0

A



B



To są adresy IP...oraz maski podsieci.

192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.15.2
255.255.255.0



Oprogramowanie IP na komputerze A musi wiedzieć, czy komputer B znajduje się w tej samej *domenie rozgłoszeniowej* (ang. *broadcast domain*). Domena rozgłoszeniowa oznacza obszar sieci, w jakim słyszane są rozgłoszenia (ang. *broadcasts*) adresów MAC. Innymi słowy, jeżeli dwa komputery znajdują się w tej samej domenie rozgłoszeniowej, będą słyszały rozgłoszenia wysyłane przez każdego z nich. Transmisje w *obrębie* domeny rozgłoszeniowej określa się mianem *intranetu*.

Transmisje *pomiędzy* domenami rozgłoszeniowymi tworzą *internet*..

192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.15.2
255.255.255.0



Aby sprawdzić czy komputer B jest w tej samej domenie rozgłoszeniowej, oprogramowanie na komputerze A przeprowadza porównanie...

192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.15.2
255.255.255.0



Adres źródłowy: $(192.32.15.1) \text{ AND } (255.255.255.0) = 192.32.15.0$

Aby sprawdzić czy komputer B jest w tej samej domenie rozgłoszeniowej, oprogramowanie na komputerze A przeprowadza porównanie...

Wykonuje operacje *binarne AND* na własnym adresie IP i swojej masce podsieci...

192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.15.2
255.255.255.0



Adres źródłowy: (192.32.15.1) **AND** (255.255.255.0) = **192.32.15.0**

Adres docelowy: (192.32.15.2) **AND** (255.255.255.0) = **192.32.15.0**

Aby sprawdzić czy komputer B jest w tej samej domenie rozgłoszeniowej, oprogramowanie na komputerze A przeprowadza porównanie...

...wykonuje operacje *binarne AND* na własnym adresie IP i swojej masce podsieci...

...następnie wykonuje operacje *binarne AND* na adresie komputera B i *swojej* masce podsieci (A nie wie jaka jest maska podsieci B).

192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.15.2
255.255.255.0



Adres źródłowy: (192.32.15.1) **AND** (255.255.255.0) = **192.32.15.0**

Adres docelowy: (192.32.15.2) **AND** (255.255.255.0) = **192.32.15.0**

Wynikiem tych operacji są dwa numery, w obu przypadkach takie same.

To informuje komputer A, że jest w tej samej domenie rozgłoszeniowej co komputer B.

192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.15.2
255.255.255.0



Adres źródłowy: (192.32.15.1) **AND** (255.255.255.0) = **192.32.15.0**

Adres docelowy: (192.32.15.2) **AND** (255.255.255.0) = **192.32.15.0**

Aby wysłać dane do komputera w tej samej domenie rozgłoszeniowej, komputer A musi znaleźć adres MAC komputera docelowego (dotąd znany jest tylko adres IP).

Służy do tego protokół ARP (ang. *Address Resolution Protocol*), omówiony w innej prezentacji.

MENU

1. Komunikacja między komputerami

2. Zastosowanie mostu - bridge

3. Zastosowanie przełącznika - switch

4. Zastosowanie routera

Sprawdźmy, jak zmienia się sytuacja gdy między komputerami znajduje się most pracujący w warstwie drugiej (ang. *MAC Layer Bridge*).

A



Bridge

B



W podobnym przykładzie, dwie części lokalnej sieci połączone są mostem pracującym w warstwie MAC (ang. *MAC-Layer Transparent Bridge*). Komputery A i B podłączone są do różnych segmentów sieci lokalnej. Jaki wpływ ma ta sytuacja na transmisje wykorzystujące protokół IP?

A



Bridge



B

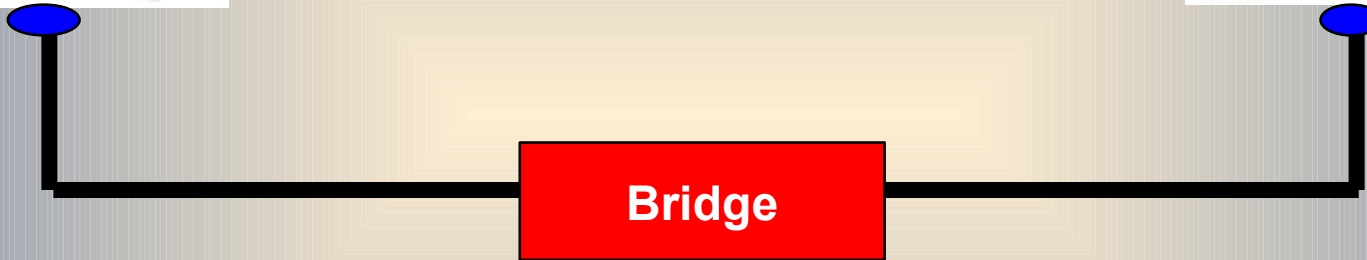
W rzeczywistości, komputery A i B mają te same adresy IP i maski podsieci, jakby były podłączone do tej samej części sieci lokalnej.

Dla komunikacji IP most jest zasadniczo “przeźroczysty”.

A



B



← ARP →

Efektom ubocznym takiej “przezroczystej” konfiguracji jest konieczność przepuszczania przez most komunikatów rozgłoszeniowych (jak np. ARP).

Każda próba blokady transmisji ARP powoduje utratę łączności pomiędzy komputerami.

Domena rozgłoszeniowa
(ang. Broadcast Domain)



Bridge

Możemy więc powiedzieć, że oba komputery znajdują się w tej samej domenie rozgłoszeniowej (mimo iż są rozdzielone przez most).

MENU

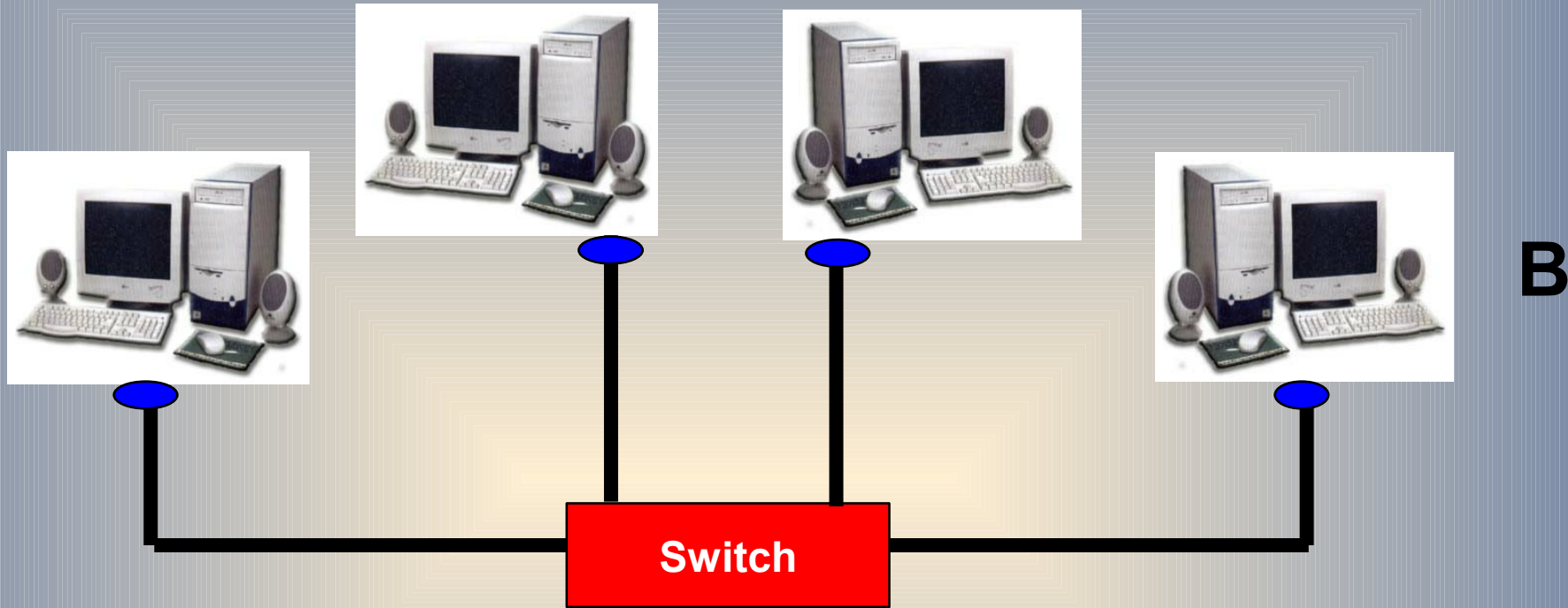
1. Komunikacja między komputerami

2. Zastosowanie mostu - bridge

3. Zastosowanie przełącznika - switch

4. Zastosowanie routera

Przełączniki (ang. *LAN Switches*) są nowymi interesującymi urządzeniami pracującymi w sieci. Jak wpływają one na komunikację IP?



Na tym schemacie widzimy, że komputery A i B podłączone są do tego samego przełącznika.

Przełączniki (ang. *Switches*) są wieloportowymi mostami warstwy MAC zapewniającymi określoną przepustowość każdemu portowi.

Typowe przełączniki wyposażone są w 8, 12, 16, 24 lub 64 połączenia do pojedynczego urządzenia mostującego.

192.32.15.1
255.255.255.0



192.32.15.2
255.255.255.0

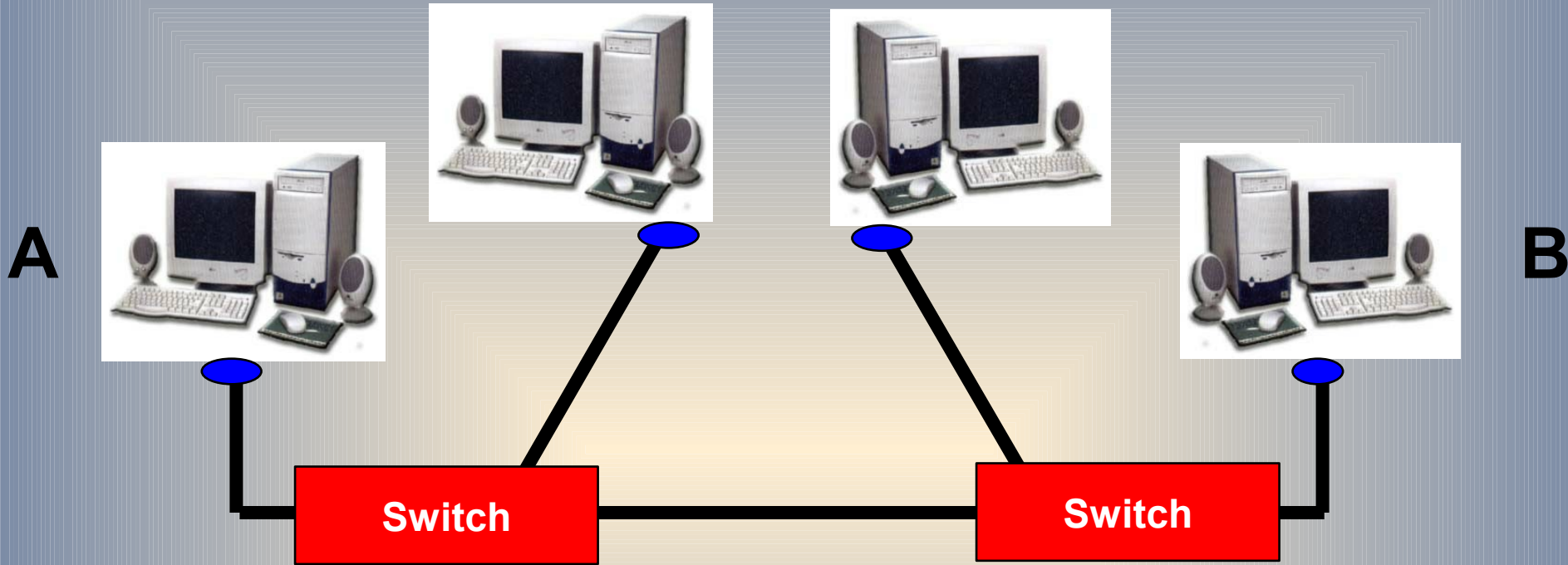


Switch

ARP

Aby komputery podłączone do tego samego przełącznika mogły się komunikować, muszą mieć ten sam identyfikator sieci oraz tę samą maskę podsieci.

Do transmisji danych między komputerami służy standardowa procedura wykorzystująca protokół ARP.



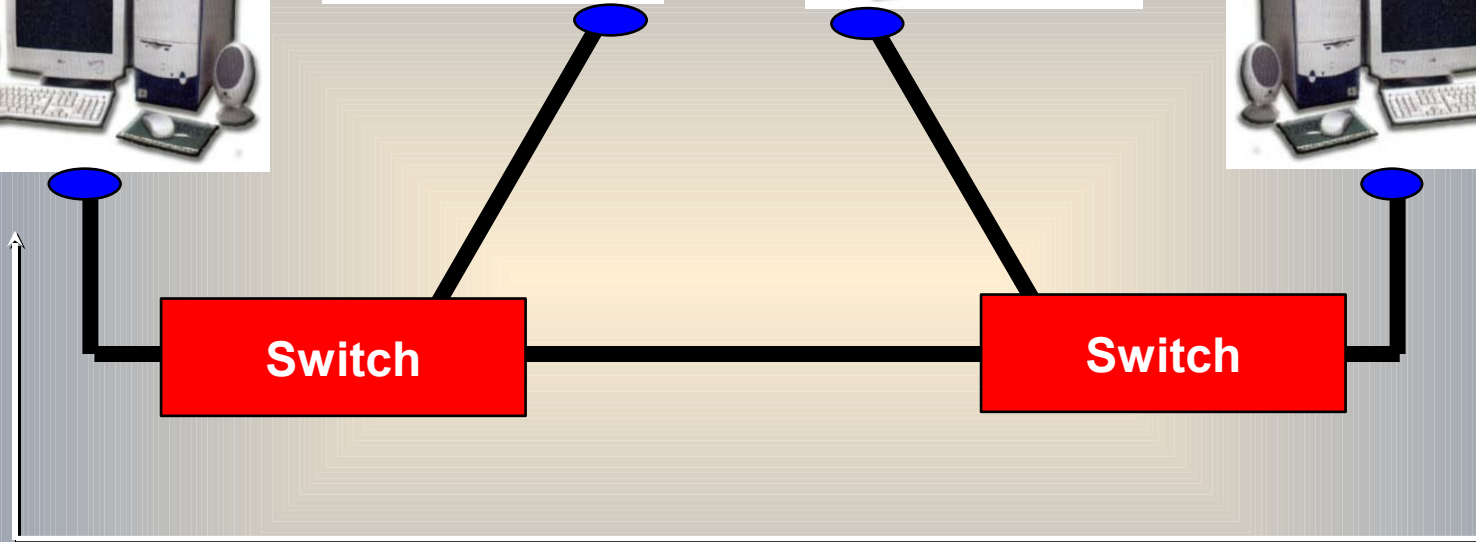
Oczywiście komputery A i B nie muszą być podłączone do *tego samego* przełącznika.

Zazwyczaj połączenia między przełącznikami są jedynie rozszerzeniem domeny rozgłoszeniowej wykorzystującym prostą wymianę tablic adresowych.

192.32.15.1
255.255.255.0



192.32.15.2
255.255.255.0



ARP

Sieć z wieloma przełącznikami jest całkowicie niewidzialna dla komunikacji IP; komputery bezpośrednio posługują się protokołem ARP aby otrzymać adres celu.

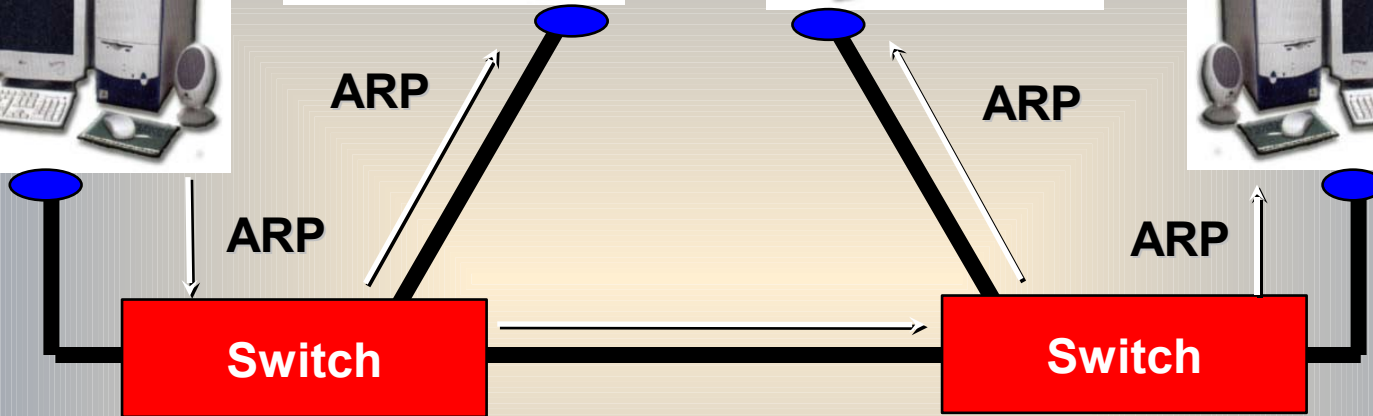
Aby przesłać dane do komputera w *tej samej* domenie rozgłoszeniowej, implementacja IP wykorzystuje protokół ARP *bezpośrednio* dla adresu IP *komputera docelowego*.

Ta prosta reguła podsumowuje działanie algorytmu transmisji w protokole IP dla komputerów w tym samym segmencie LAN i dla segmentów LAN połączonych mostami lub przełącznikami.

192.32.15.1
255.255.255.0



192.32.15.2
255.255.255.0



Jednym z efektów ubocznych wynikających z konstrukcji przełączników jest fakt, że rozgłoszenia ARP (i inne) *muszą* “zalewać” całą sieć lokalną.

Każde takie rozgłoszenie zajmuje czas komputera który je odebrał; ponadto marnotrawiona jest cenna przepustowość sieci.

Aby umożliwić sieci rozbudowę, musimy zastosować technologie routingu.

MENU

1. Komunikacja między komputerami

2. Zastosowanie mostu - bridge

3. Zastosowanie przełącznika - switch

4. Zastosowanie routera

A



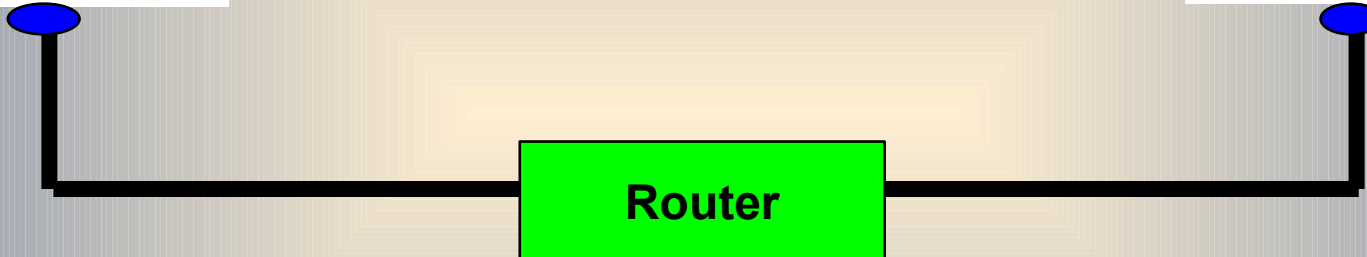
B



Na tym schemacie widzimy, że komputery A i B są połączone przez router IP.

192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.15.2
255.255.255.0



Adresy IP, które wykorzystywaliśmy do tej pory nie będą działać poprawnie, gdy komputery połączone są przez router.

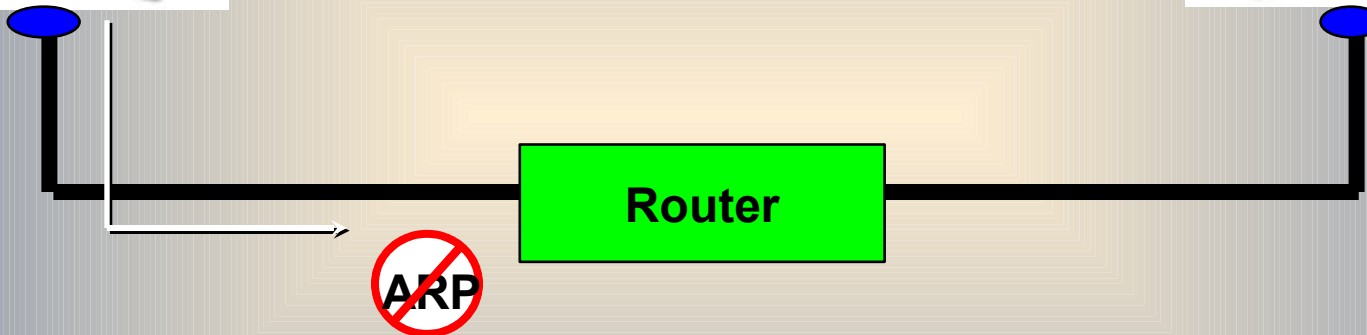
192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.15.2
255.255.255.0

A



B



Jedną z przyczyn jest fakt, że router *nie może* przekazywać komunikatów rozgłoszeniowych. Oznacza to, że żądania ARP wysyłane przez komputer A nigdy nie zostaną odebrane przez komputer B.

192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.16.2
255.255.255.0

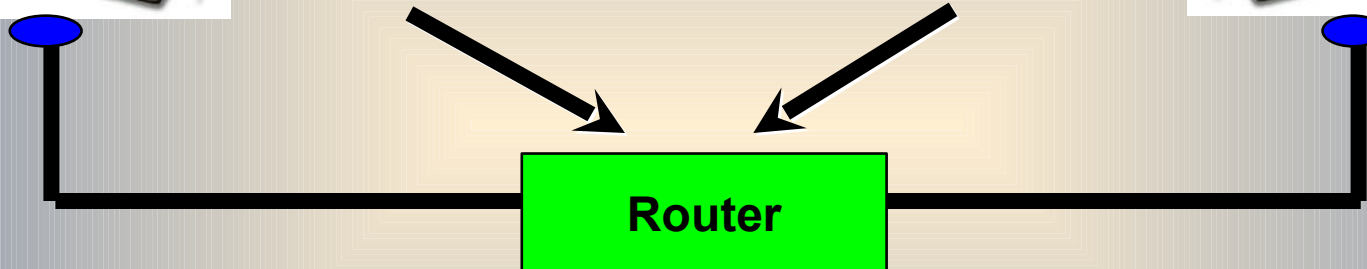
A



192.32.15.15

192.32.15.16

B



Drugim problemem wynika z tego, że porty routera muszą mieć przypisane adresy IP. Jak widać powyżej, w zastosowanym schemacie adresowania oba porty mają ten sam identyfikator sieci (zaznaczony na czerwono). Wewnętrzna tablica routowania nie miałaby możliwości rozróżnienia który port jest którym.

192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.16.2
255.255.255.0

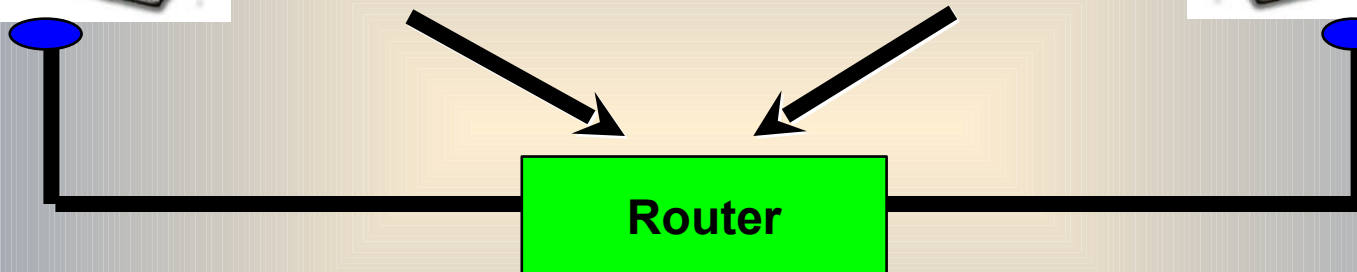
A



192.32.15.15

192.32.16.16

B



Ten rysunek pokazuje zastosowanie zmienionego schematu adresowania. Jak widzimy, identyfikatory sieci po lewej stronie (192.32.15.0) są inne niż te po prawej. (Wszystkie identyfikatory sieci zaznaczone są na czerwono.)

192.32.15.1
255.255.255.0

192.32.16.2
255.255.255.0



Router

Adres źródłowy: (192.32.15.1) **AND** (255.255.255.0) = **192.32.15.0**

Adres docelowy: (192.32.16.2) **AND** (255.255.255.0) = **192.32.16.0**

Teraz, gdy komputer A przeprowadza wcześniej opisane porównanie, uzyskane wyniki różnią się od siebie.

Tym samym oprogramowanie A ustaliło, że komputer B znajduje się w *innej* domenie rozgłoszeniowej.

Aby komunikacja między dwiema domenami rozgłoszeniowymi była możliwa, konieczne jest wykorzystanie routera.

192.32.15.1
255.255.255.0



192.32.16.2
255.255.255.0



192.32.15.15

Router

Domena rozgłoszeniowa #1

Domena rozgłoszeniowa #2

Oprogramowanie A musi znać adres IP routera który znajduje się w *tej samej domenie rozgłoszeniowej*.

Istnieje kilka sposobów pozyskania tej informacji, założmy jednak iż adres ten jest znany – 192.32.15.15. Router wykorzystywany do transmisji datagramów IP poza domene rozgłoszeniową nazywa się *bramką sieciową* (ang. *Default Router*).

192.32.15.1
255.255.255.0



192.32.16.2
255.255.255.0



192.32.15.15

ARP

Router

Domena rozgłoszeniowa #1

Domena rozgłoszeniowa #2

Oprogramowanie A wysłało żądanie ARP dla adresu *bramki sieciowej*.

Adres ten (z definicji) musi znajdować się w tej samej domenie rozgłoszeniowej.

W czasie gdy oprogramowanie oczekuje na właściwy adres MAC, datagramy IP (oznaczone jako czerwone prostokąty) są kolejkowane.

192.32.15.1
255.255.255.0



192.32.16.2
255.255.255.0



192.32.15.15

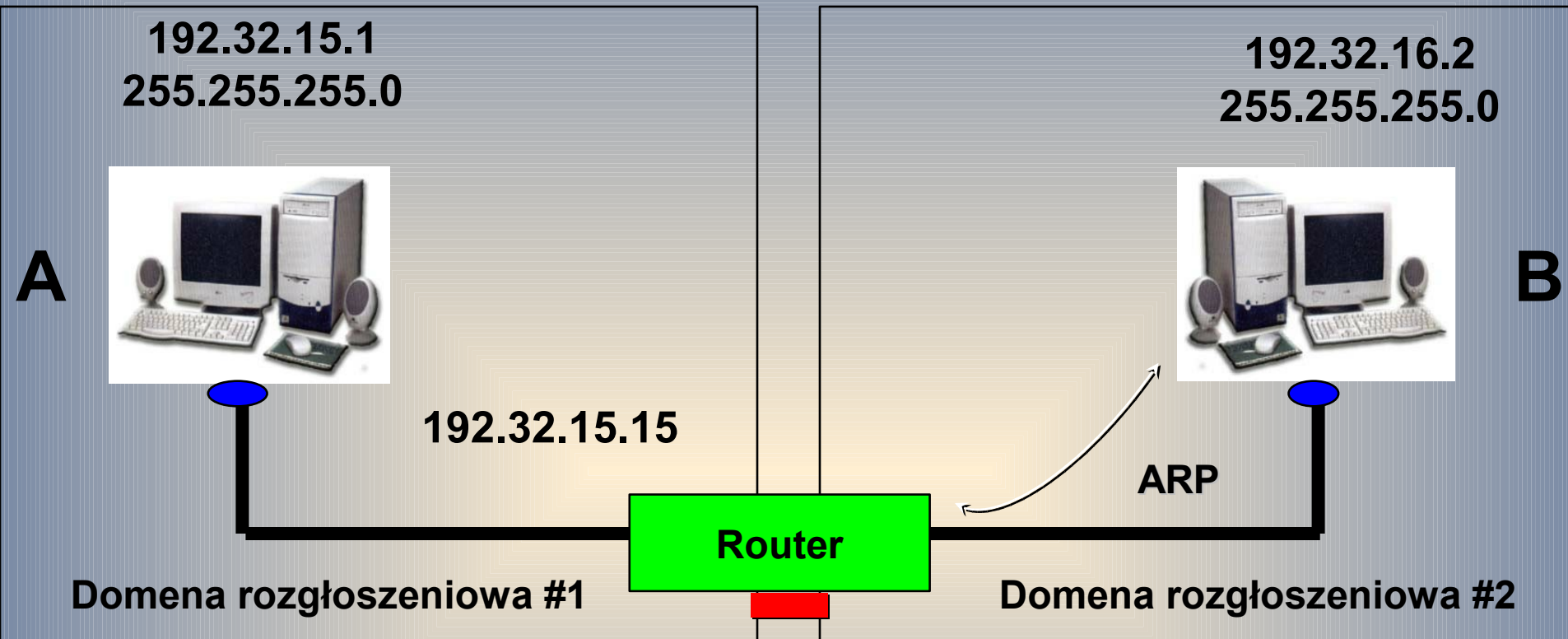
ARP

Router

Domena rozgłoszeniowa #1

Domena rozgłoszeniowa #2

Gdy tylko komputer A otrzyma odpowiedź na żądanie ARP, wysyła dane przeznaczone dla komputera B do bramki sieciowej.



Router sprawdza datagramy czy adres IP przeznaczenia jest znany. Algorytm tego postępowania wyjaśniony jest w innej prezentacji. W tym przypadku router wie, że część sieci w której znajduje się komputer B jest bezpośrednio do niego podłączona. Router korzysta więc z protokołu ARP aby otrzymać adres MAC tego komputera.

Adres IP komputera B wpisany jest w datagramy IP jako adres przeznaczenia. W czasie oczekiwania na odpowiedź ARP router kolejkuje nadchodzące dane.

192.32.15.1
255.255.255.0



192.32.16.2
255.255.255.0



192.32.15.15

Router

ARP

Domena rozgłoszeniowa #1

Domena rozgłoszeniowa #2

Gdy tylko router otrzyma odpowiedź ARP, kolejkowe dane są przesłane do komputera B.

Aby przesłać dane do komputera w *tej samej* domenie rozgłoszeniowej, implementacja IP wykorzystuje protokół ARP *bezpośrednio* dla adresu IP *komputera docelowego*.

Aby przesłać dane do komputera, który znajduje się w *innej* domenie rozgłoszeniowej, implementacja IP korzysta z protokołu ARP oraz adresu *bramki sieciowej*.

Tak oto przedstawiają się dwie „Złote reguły” stosowane przez oprogramowanie komputera.

Koniec

Inne prezentacje znajdują się na stronie:

<http://kbogu.man.szczecin.pl>