



SESSION 04B

CCNA

طبقة وصلة المعطيات DATA LINK LAYER

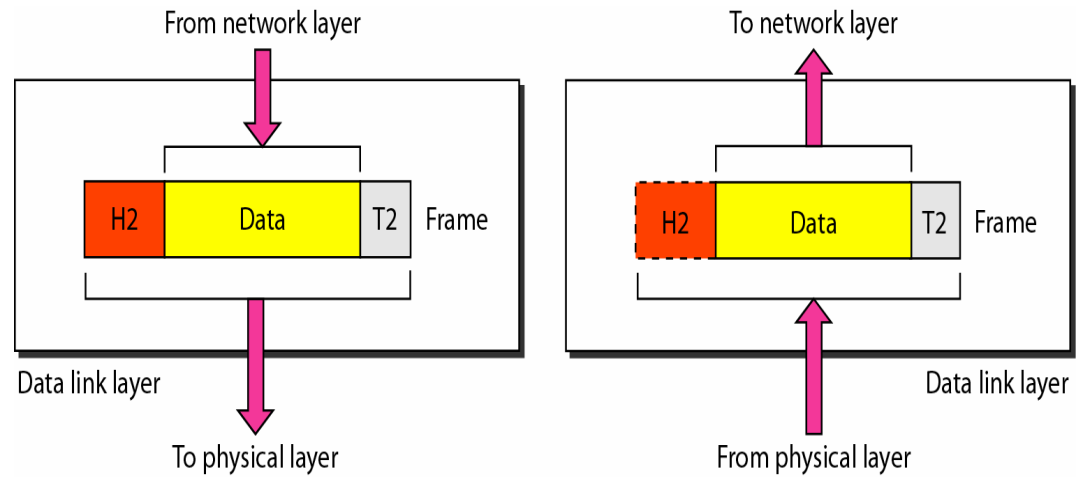
تهدف إلى حجب جميع مشاكل وأخطاء الطبقة الفيزيائية وتوفير **خدمة نقل خالية من الأخطاء** إلى طبقة الشبكة

تعمل على تأمين خدمة موثوقة نقطة لنقطة Point to point **(تحديد العقدة اللاحقة بشكل وحيد)** عن طريق تحقيق :

- **التأطير Framing**
- **العنونة الفيزيائية محلية وحيدة**
- التحكم بالتدفق Flow Control (هذه المهمة يوجد منها في طبقات أخرى)
- **التحكم بالأخطاء Error Control التي يمكن أن تحدث في الطبقة الفيزيائية**
- التحكم بالولوج Access Control (هذه المهمة يوجد منها في طبقات أخرى)

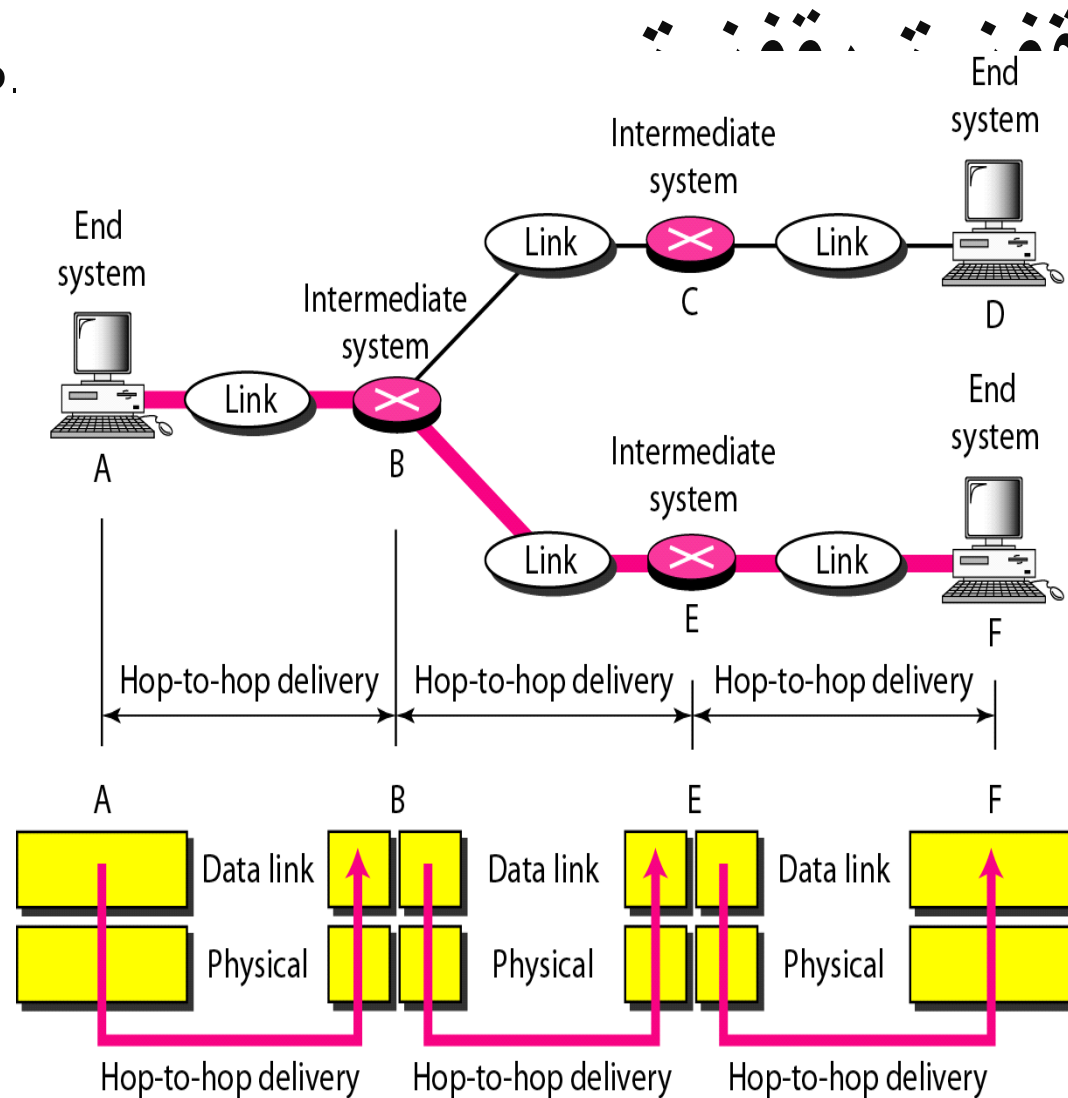
تضيف طبقة وصلة المعطيات ترويسة ولاحقة (تذييل) للطرود القادمة من طبقة الشبكة

طبقة وصلة المعطيات DATA LINK LAYER



HOP.

التوصيل



طبقة الشبكة

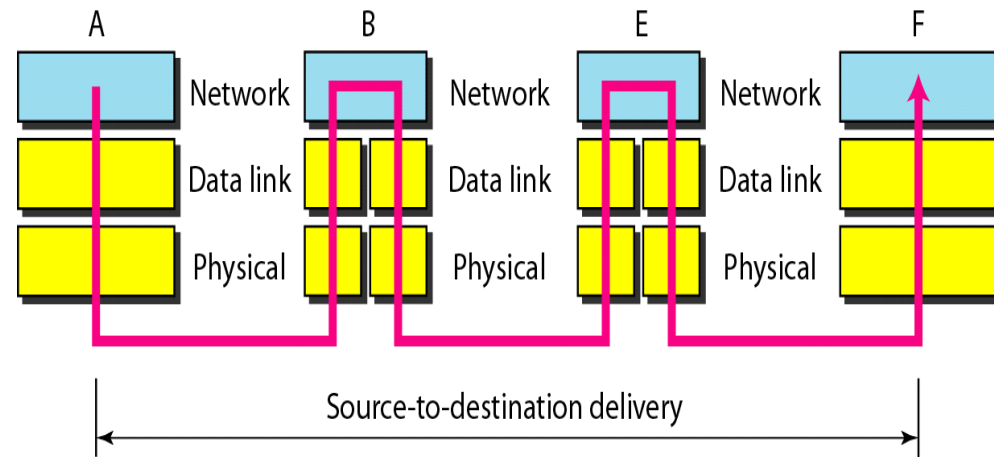
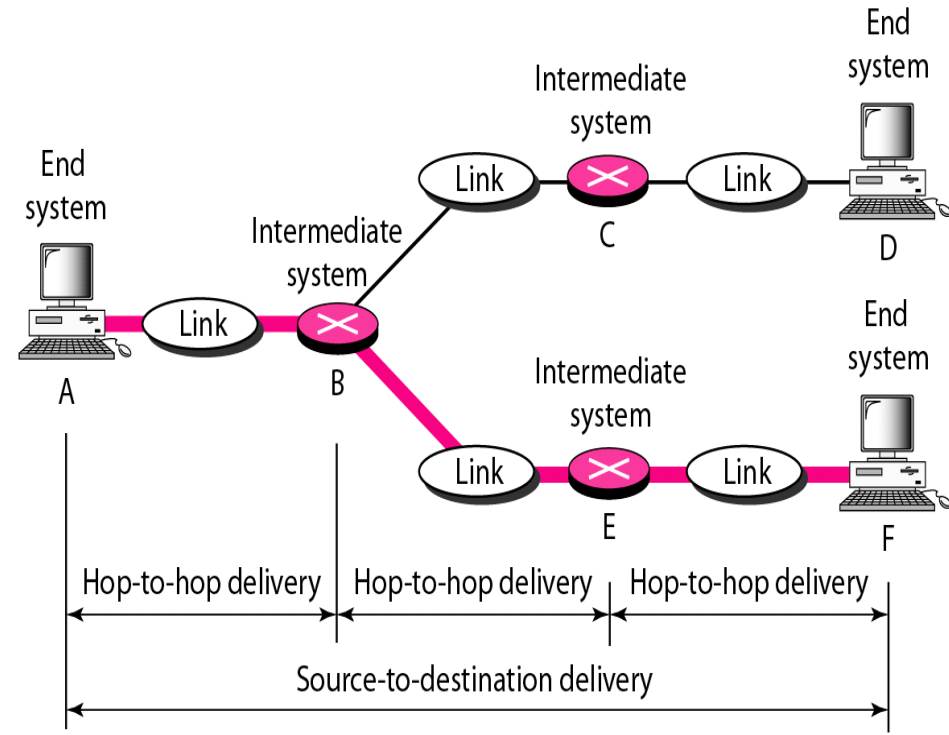
NETWORK LAYER

تهتم هذه الطبقة بطريقة تسيير الطرود من المصدر إلى الوجهة بعد اجتياز مجموعة من الشبكات الوسيطة

تحقق ما يلي :

- **العنونة المنطقية Logical addressing**
- **التسيير Routing (ايجاد الطريق الأفضل لتمرير الرزم من المصدر الأساسي إلى الوجهة النهائية)**
- يحتوي المسير على جدول يدعى جدول التوجيه يتم الاعتماد عليه في تمرير الطرود من المسير الحالي ضمن الطريق إلى الشبكة الهدف - عملية بناء هذا الجدول تدعى أيضاً **Routing**
- تحديد كون المسار معرف مسبقاً أو يحسب في حينه حسب ظروف الشبكة Static/Dynamic Routing
- تجزئة قطع الرسالة الطويلة (fragmentation) إلى طرود قصيرة وإعادة تجميعها لدى الوجهة
- معالجة الاختناقات Congestion control

التسليم مصدر لوجهة SOURCE-TO-DESTINATION DELIVERY

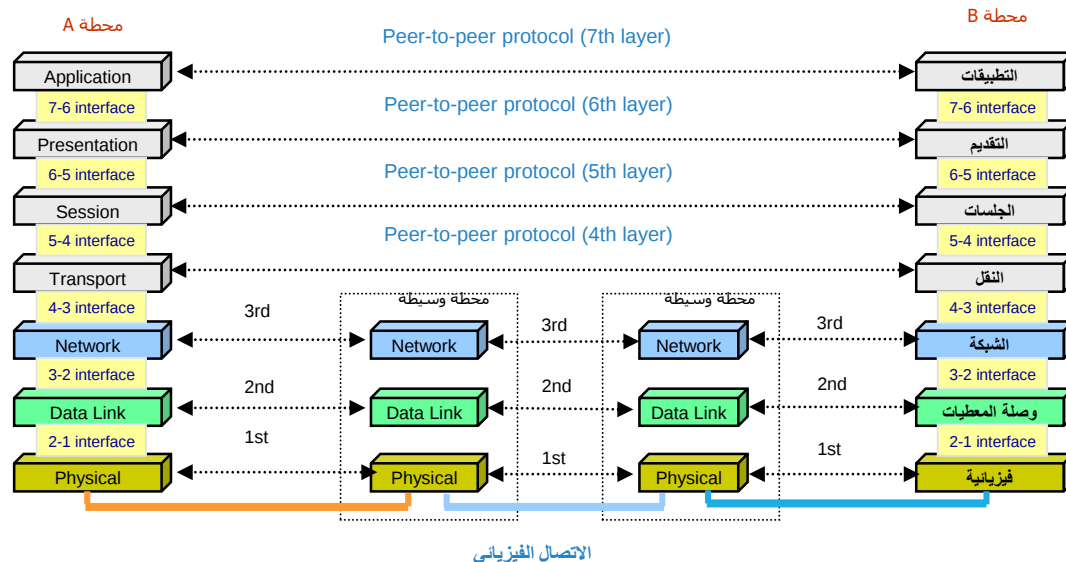


طبقة النقل TRANSPORT LAYER

تؤمن هذه الطبقة نقل الرسالة (نقلًا موثوقًا يعاني من البطء أو سريعًا يعاني من قلة الوثوقية) والتسليم من نمط إجرائية لإجرائية Process to process

المهام الأساسية لطبقة النقل:

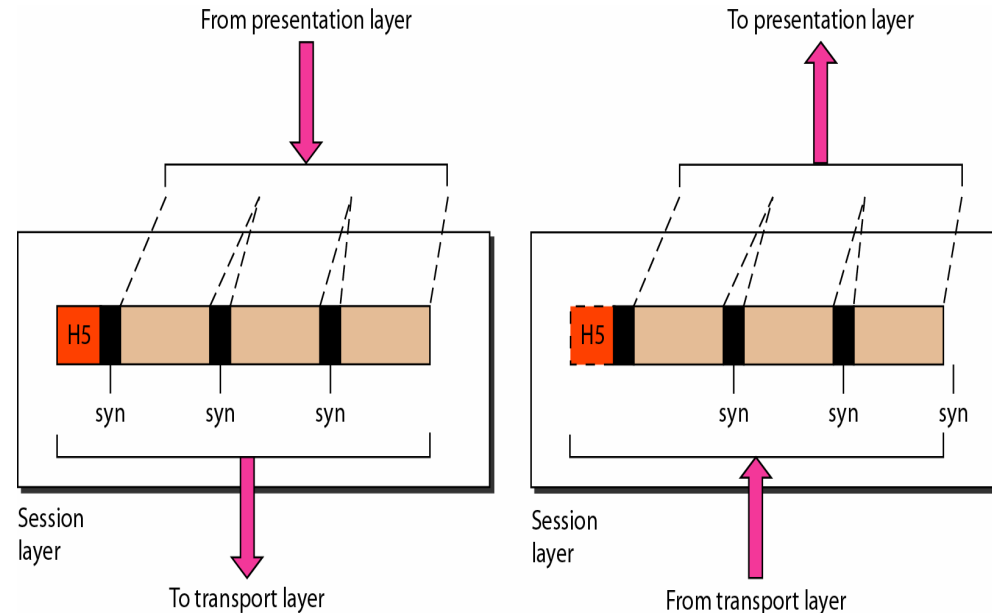
- عنوان نقاط الخدمة Service Point Addressing: تحديد التطبيق صاحب المعطيات في الطبقة السابعة
- التجزئة والتجميع Segmentation and Reassembly
- التحكم بالوصلة Connection Control: يمكن أن تكون طبقة النقل:
 - موصولة Connection-oriented أو
 - غير موصولة Connection-less
- التحكم بالتدفق
- التحكم بكمية الأخطاء



طبقة هذه الطبقة خدمات متقدمة لبعض التطبيقات، مثل : SESSION LAYER

■ **إدارة الحوار:** تسمح طبقة الجلسات لنظامين بالدخول ضمن حوار. فهي تسمح بتحقيق التواصل بين إجرائيتين بشكل بسيط أو مزدوج

■ **التزامن وتحديد نقاط العودة:** تسمح طبقة الجلسة لإجرائية ما بإضافة نقاط **تزامن** إلى سلسلة معطيات؛ فإذا وقع عطل ما أثناء الإرسال يمكن العودة إلى آخر نقطة **تزامن** بدلاً من إعادة الإرسال من جديد



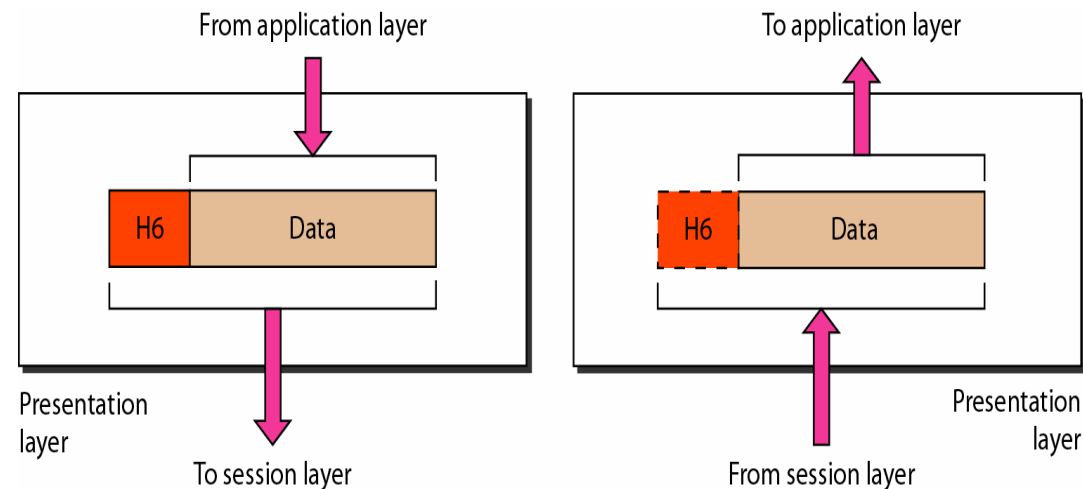
المعلومات المتراصلة Semantic ودلالة Syntax تهتم هذه الطبقة ^{بنحو} ^{بين} نظامين

PRESENTATION LAYER

التقديم

من المهام الأساسية لطبقة التقديم:

- **Translation** الترجمة
- **Encryption** التعمية
- **الضغط**

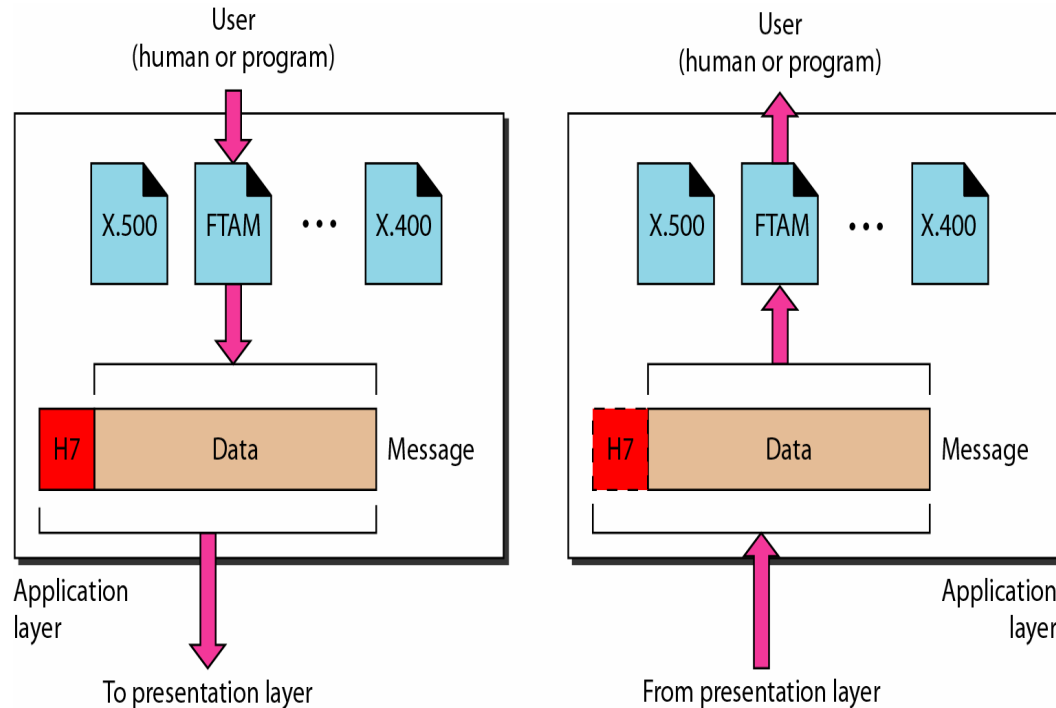


طبقة التطبيقات APPLICATION LAYER

تدير هذه الطبقة برمجيات المستثمر (التعامل مع المستخدم النهائي)

بعض التطبيقات المستخدمة في هذه الطبقة :

- SMTP - POP3 البريد الإلكتروني ()
- FTP - TFTP نقل الملفات والولوج إليها وإدارتها ()
- برمجيات البحث واستخلاص المعلومات



العنونة الفيزيائية

تتم في الطبقة الثانية

هي عنونة فيزيائية محلية وحيدة

فيزيائية: يتم تثبيتها إلكترونياً على كرت الشبكة

محلية: لا يتم استخدامها إلا ضمن الشبكة التي تتبع لها الطرفية

وحيدة: لا يوجد طرفيتين في العالم تحملان نفس العنوان الفيزيائي

لا يمكن أن يتغير العنوان الفيزيائي للطرفية عند انتقالها من شبكة إلى أخرى

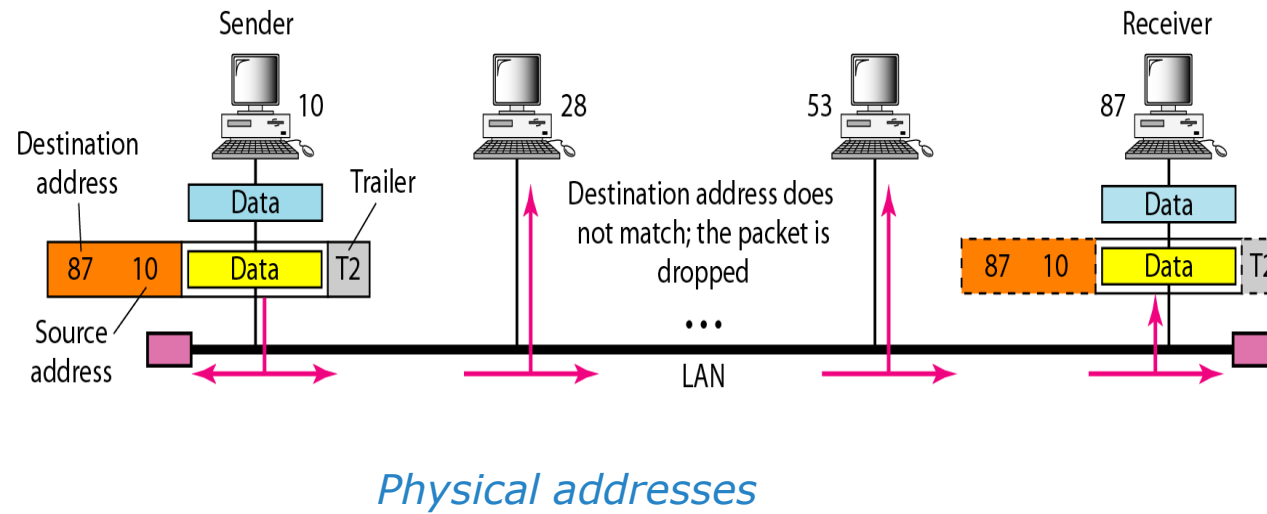
يتغير العنوان الفيزيائي ضمن الإطار عند انتقال الإطار من شبكة إلى أخرى

في الإطار يأتي عنوان العقدة اللاحقة قبل عنوان العقدة السابقة

أشهر الأمثلة: (Media Access Control) MAC address

- يتألف من 6 بايت (48 بت)
- 3Bytes اليسارية تخصص لرمز الشركة المصنعة
- 3Bytes اليمينية هي رقم تسلسلي تضمن الشركة المصنعة عدم تكراره

مثال 3: استخدام العناوين الفيزيائية



العنونة المنطقية

تتم في الطبقة الثالثة

هي عنونة منطقية تهدف إلى تحديد الشبكة التي تنتمي إليها الطرفية

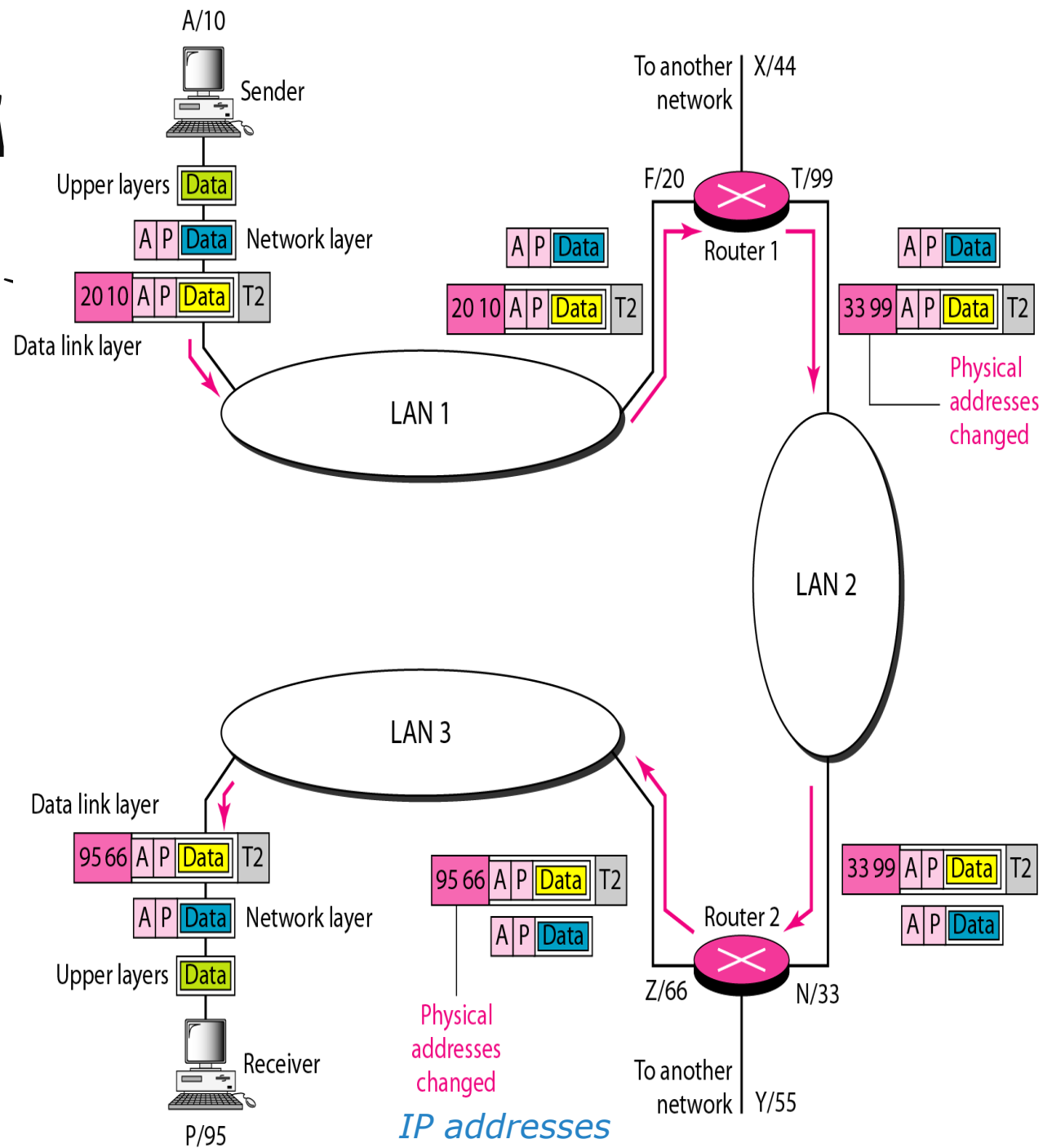
يتغير العنوان المنطقي للطرفية عند انتقالها من شبكة إلى أخرى

لا يتغير العنوان المنطقي ضمن الرزمة عند انتقال الرزمة من شبكة إلى أخرى

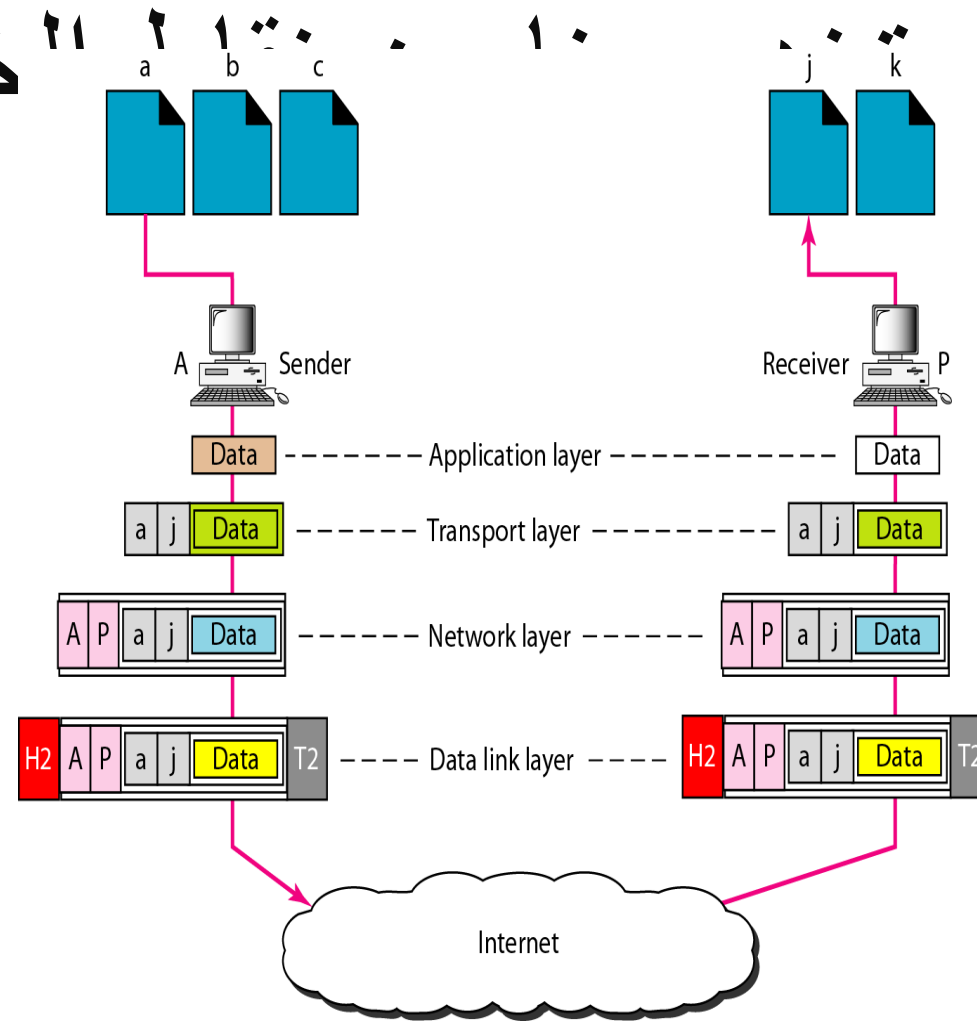
IPv4 (32bits) – IPv6 (128bits) أشهر الأمثلة:

- يتألف من قسمين ليس بالضرورة متساويين
- Net id القسم اليساري لتحديد الشبكة
- host id القسم اليميني لتمييز الطرفية ضمن الشبكة

لفيزيائية المنطقية



مثال 5: ١ خدمة أو أرقام البوابات



أرقام المنافذ تمثل على 16 خانة

الأرقام من 0 إلى 1023 محبوزة وتدعى

Total number of IPs= 2^{32}

$2^{10}=1\text{K}$

11111111.11111111.11111110.00000000

$2^{20}=1\text{M}$

255.255.254.0

$2^{30}=1\text{G}$

NETWORK

HOST

191.168.7.3/23

IPv4 Addresses

191.168.00000111 00000011

Net add: 191.168.00000110 00000000

Net add: 191.168.6.0/23

192 . 168 . 10 . 1

DOTTED DECIMAL ADDRESS

11000000 10101000 00001010 00000001

32-BIT ADDRESS

The computer using this IP address is on network

192.168.10.0.

$2^{16}=(2^6)*(2^{10})=64\text{K}$

OCTET

OCTET

OCTET

OCTET

$2^8=256$

$2^{32}=(2^2)*(2^{30})=4\text{G}$

تعريف هامة

قناع الشبكة Subnet Mask: يرتبط بعنوان IP وهو عبارة عن 32 خانة ثنائية تحتوي على القيمة 1 في الخانات المقابلة لجزء الشبكة وعلى القيمة 0 في الخانات المقابلة لجزء المضيف، يستخدم من قبل الطرفيات والعقد الشبكية لتحديد جزء الشبكة من خلال عملية AND ما بين العنوان وقناعه.

البادئة Prefix: هي عبارة عن عدد صحيح يأخذ قيمه ما بين 1 و 30 ضمناً يضاف إلى نهاية العنوان ويدل على عدد الخانات المخصص لجزء الشبكة في هذا العنوان كبديل لقناع الشبكة. (لا يمكن أن يأخذ القيمة صفر لأنه في هذه الحالة لا يوجد جزء شبكة، ولا يمكن أن يأخذ قيمة أكبر من 30 لأنه لا يوجد شبكة بأقل من خانتين في جزء المضيف «خانتين أي فقط جهازين مضيف»)

لانتقال من قناع الشبكة إلى البادئة وبالعكس: البادئة هي عدد الخانات ذات القيمة 1 ضمن قناع الشبكة، وقناع الشبكة هو 32 خانة تبدأ من اليسار بعدد يساوي إلى prefix من الخانات ذات القيمة 1 وتستكمل بخانات ذات القيمة 0.

عنوان الشبكة Network add: يستخدم للدلالة على الشبكة كاملة من قبل العقد الشبكية، وهو عنوان يحتوي على القيمة صفر في جميع خانات جزء المضيف. تم تخصيص العنوان الذي يحتوي على أصفار في خانات جزء المضيف للشبكة ولا يحق تخصيصه لأي مضيف.

عنوان النشر Broadcast Add: تم تخصيص العنوان الذي يحتوي في جميع خانات جزء المضيف على القيمة 1 كعنوان نشر ولا يحق تخصيصه لأي مضيف.

لإيجاد العدد الكلي لعناوين IP ضمن شبكة معينة: $2^{(32-\text{prefix})}$

لإيجاد العدد الكلي لأجهزة المضيف ضمن شبكة معينة: $2^{(32-\text{prefix})} - 2$

تبدأ عناوين أجهزة المضيف من (عنوان الشبكة + 1) وتنتهي بـ (عنوان النشر - 1)

يجب تحديد كل من اللاحقة – قناع الشبكة – عنوان الشبكة – عنوان النشر(البث) – عدد
الـ HOSTS – مجال تغير عناوين المشتركين

130.15.7.48/20 (host IP)

130.15.(00000111).48/20

SM:255.255.(11110000).0=255.255.240.0

Net add: 130.15.0.0/20

BA:130.15.15.255/20

#Ips= $2^{(32-20)}=2^{12}=4*1024=4096$ IPs

#Hosts=#Ips-2= $2^{(32-20)}-2=4094$ hosts

1st IP: 130.15.0.1 /20 – Last Ip: 130.15.15.254/20

ما هي أنماط التراسل على الشبكات مع مثال؟

من طرفية إلى أخرى (unicast):

- يتم توزيع العناوين المنطقية من قبل المصمم عند اختياره لعنوان الشبكة ضمن فضاء عناوين مخصص لهذا النمط من التراسل.

تراسل متعدد الطرفيات (multicast): يتم إرسال رسالة من قبل طرفية أو عقدة شبكية إلى مجموعة من الطرفيات والعقد الشبكية التي ليس من الضرورة أن تنتمي إلى نفس الشبكة في نفس اللحظة. نقل معلومات بروتوكولات التوجيه - خدمات شبكية على الطبقة الثالثة والرابعة.

- كل خدمة يتم تخصيصها بأحد العناوين التي تنتمي إلى حزمة معينة مخصصة لهذا النمط من التراسل.

تراسل النشر (broadcast): يتم إرسال نفس الرسالة إلى كامل الطرفيات التي تنتمي إلى شبكة معينة في آن واحد.

- كل شبكة يتم تخصيص عنوان فيها كعنوان نشر - هو العنوان الذي يحتوي على القيمة 1 في جميع خانات جزء المضيف.

- بالتالي هي تؤخذ من نفس مجال unicast

سميت العناوين المخصصة للتراسل unicast والتراسل broadcast باسم عناوين المضيف **host addresses**.

تم اقتطاع جزء من العناوين من أجل التجارب العلمية أطلق عليه اسم **experimental**

تم تخصيص عناوين محددة لخدمات معينة على الشبكة أهمها:

- 0.0.0.0 مخصص لما يسمى default route
- 255.255.255.255 مخصص لما يسمى all host broadcast وهو نشر على مختلف الجهات والشبكات

host – multicast - ما هو فضاء العناوين المخصص لكل من ?experimental

Type of Address	Usage	Reserved IPv4 Address Range	RFC
Host Address	used for IPv4 hosts	0.0.0.0 to 223.255.255.255	790
Multicast Addresses	used for multicast groups on a local network	224.0.0.0 to 239.255.255.255	1700
Experimental Addresses	• used for research or experimentation • cannot currently be used for hosts in IPv4 networks	240.0.0.0 to 255.255.255.254	1700 3330

القاعدة الأولى في اختيار عناوين الشبكات: يجب أن يكون من فضاء عناوين المضيف وبالتالي البايت اليساري أصغر أو يساوي 223 مع الانتباه إلى عدم استخدام عنوان يأخذ قيمة البايت اليساري تساوي إلى الصفر كون هذه الحزمة من العناوين مخصصة لبعض الخدمات الشبكية وأهمها default route.

أسئلة هامة

من الذي يقوم بتخصيص العناوين المنطقية؟

- في حال كانت الشبكة خاصة بشركة معينة أو منزل أو جامعة أو أي جهة خاصة (private IP عنوان خاص) فيقع على عاتق مصمم الشبكة اختيار العناوين المنطقية، وفي معظم الحالات المنزلية يتم استخدام مخدم خاص بذلك هو مخدم DHCP. (التوزيع إما يدوي أو آلي باستخدام بروتوكول)
- أما في حال كانت الشبكة تنتمي إلى الأنترنت فيتم تخصيص العنوان (يسمى public IP عنوان عام) من قبل مزود الخدمة المتصلة به الشبكة.

كيف نضمن ألا يكون هناك طرفيتين بنفس العنوان المنطقي على الأنترنت

- IANA قسمت العالم إلى RIRs وقسمت فضاء عناوين المضيف عليها
- كل RIR قسم حصته على الدول التابعة له
- كل دولة قسمت الحصة الخاصة بها على مزودي الخدمة فيها ISP
- يضمن ISP ألا يعطي نفس العنوان إلى أكثر من جهة.

كيف نضمن ألا يتواجد نفس العنوان ضمن شبكة خاصة وضمن الأنترنت؟

- تم فصل فضاء العناوين الخاصة عن فضاء العناوين العامة: تم تخصيص عناوين محددة للشبكات الخاصة
- لا يقبل ISP بإدخال أي رزمة تحمل عنوان خاص: وبالتالي لن يكون هناك عناوين خاصة على الأنترنت وبالتالي نضمن عدم وجود conflict.
- يقع على عاتق مصمم الشبكة الخاصة (أو DHCP) أن يوزع العناوين ويضمن عدم تكرار نفي العنوان لأكثر من طرفية على الشبكة الخاصة.

أسئلة هامة

كيف يستطيع مستخدم ضمن شبكة خاصة التعامل مع الأنترنت والمزود يمنع العناوين الخاصة؟

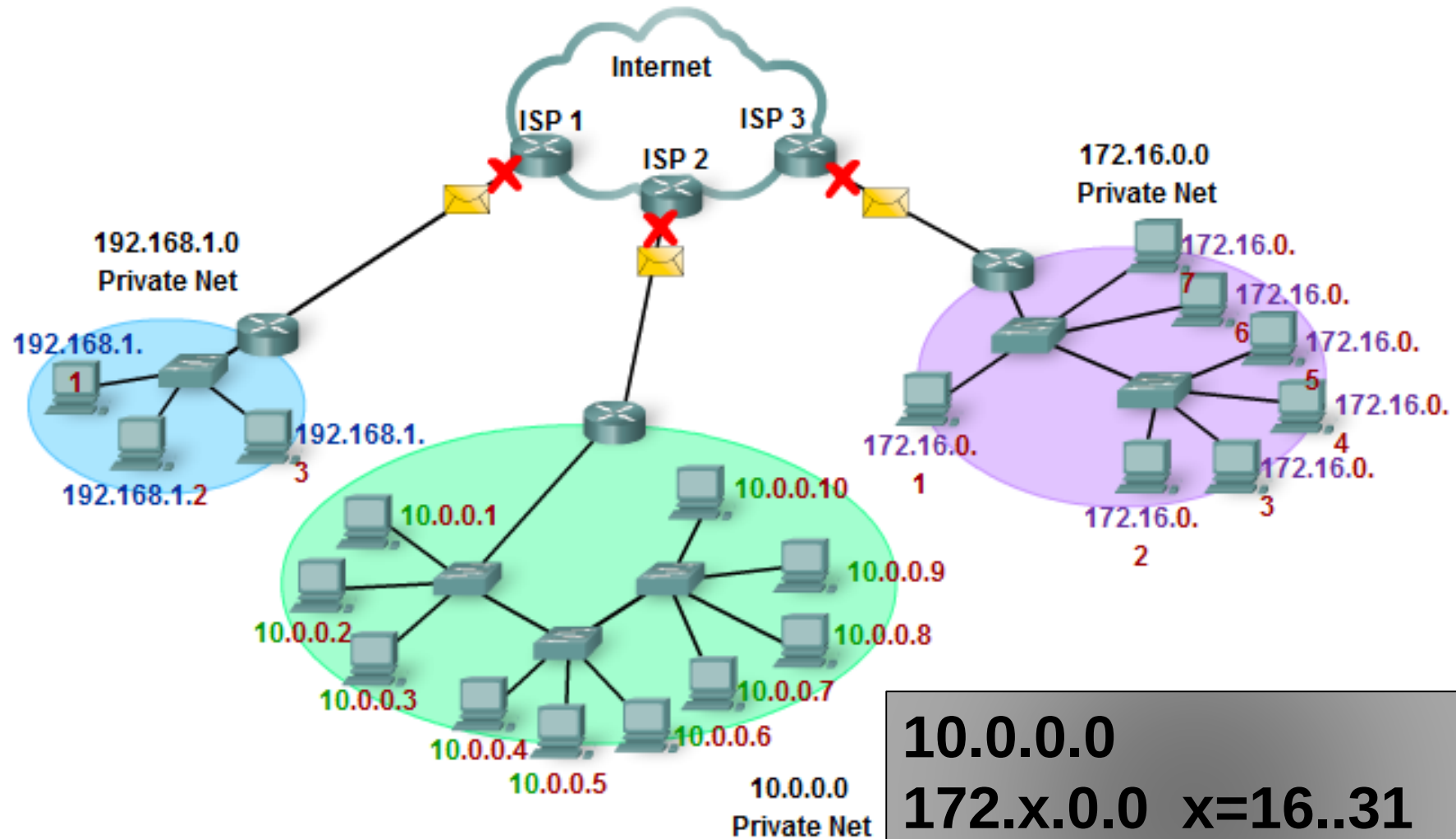
- يتم استخدام تقنية (NAT (Network Address Translation في الجهاز الموصلة من خلاله الشبكة مع المزود، يقوم هذا الجهاز بأخذ عنوان public من الـ ISP ومن ثم يقوم بإعارته لأي طرفية من الشبكة الخاصة ترغب بالدخول إلى الأنترنت.
- تتشارك جميع الطرفيات ضمن الشبكة الخاصة على العنوان العام المأخوذ من مزود الخدمة
- بعض الشركات تستأجر أكثر من عنوان عام في آن واحد لتضمن جودة خدمة معينة لموظفيها كونه التشاركية تصبح على أكثر من عنوان عام بدلاً من عنوان عام وحيد

ما هي العناوين المخصصة للشبكات الخاصة.

- كل ما يبدأ بالرقم 10 من اليسار
- كل ما يبدأ بالرقم 172 ومن ثم رقم ما بين 16 و 31 ضمناً

القاعدة الثانية في اختيار عناوين الشبكات: يجب أن يكون من العناوين المخصصة للشبكات الخاصة في حال كانت الشبكة خاصة ويجب أن يكون من العناوين العامة في حال كانت الشبكة تنتمي إلى الأنترنت (موصولة مع ISP بشكل مباشر) يمنع منعاً باتاً إعطاء شبكتين جزئيتين (تابعتين لنفس الشبكة الخاصة) خاصيتين نفس العنوان الخاص يمنع منعاً باتاً إعطاء شبكتين public نفس العنوان (حتى ولو كانتا تابعتين لشبكتين مختلفتين) يمنع بأي شبكة أن يكون هناك طرفيتين لهما نفس العنوان

Private Addresses Used in Networks without NAT



كيف تم تصنيف العناوين؟

اعتبرت multicast صنف D وهي جميعها تبدأ من اليسار بالخانات (1110)

اعتبرت experimental الصنف E وهي جميعها تبدأ من اليسار بالخانات (1111)

تم تقسيم فضاء عناوين host إلى ثلاثة أصناف:

- الصنف A: يبدأ من اليسار بقيمة ما بين 1 و 127 ضمناً (يبدأ بخانة تساوي إلى الصفر من اليسار) ويجب أن تكون البادئة أكبر أو تساوي إلى 8. (تستخدم للشبكات الكبيرة: عدد أجهزة المضيف فيها أكبر تماماً من $2^{16}-2$)
- Class A private $\leq$: يبدأ من اليسار بالقيمة 10 والبادئة أكبر أو تساوي 8
- الصنف B: يبدأ من اليسار بقيمة ما بين 128 و 191 ضمناً (يبدأ من اليسار بالخانات 10) ويجب أن تكون البادئة أكبر أو تساوي إلى 16. (تستخدم للشبكات المتوسطة: عدد أجهزة المضيف أكبر تماماً من 254 وأصغر أو يساوي $2^{16}-2$)
- Class B private $\leq$: يبدأ من اليسار 172 ومن ثم رقم ما بين 16 و 31 ضمناً والبادئة أكبر أو تساوي 16
- الصنف C: يبدأ من اليسار بقيمة ما بين 192 و 223 ضمناً (يبدأ من اليسار بالخانات 110) ويجب أن تكون البادئة أكبر أو تساوي إلى 24. (تستخدم للشبكات الصغيرة: عدد أجهزة المضيف أصغر أو يساوي 254)
- Class C private: تبدأ من اليسار 192 ومن ثم 168 والبادئة أكبر أو تساوي 24

هناك ثلاثة أنماط للعنونة يمكن اعتماد أحدها أثناء التصميم:

- العنونة وفق الأصناف (تستخدم فقط في الشبكات الخاصة وعندما يكون عدد الشبكات قليل نسبياً - أصغر أو يساوي من 273)
- العنونة وفق التجزئة التقليدية FLISM (تستخدم عندما تكون حجوم الشبكات متساوية من حيث عدد أجهزة المضيف)
- العنونة وفق الحاجة VLISM (يفضل استخدامها دائماً) (الأعلى تعقيداً والأكثر أمناً وفعالية)

IP Address Classes

Address Class	1st octet range (decimal)	1st octet bits (green bits do not change)	Network(N) and Host(H) parts of address	Default subnet mask (decimal and binary)	Number of possible networks and hosts per network
A	1-127**	00000000-01111111	N.H.H.H	255.0.0.0	128 nets (2^7) 16,777,214 hosts per net ($2^{24}-2$)
B	128-191	10000000-10111111	N.N.H.H	255.255.0.0	16,384 nets (2^{14}) 65,534 hosts per net ($2^{16}-2$)
C	192-223	11000000-11011111	N.N.N.H	255.255.255.0	2,097,150 nets (2^{21}) 254 hosts per net (2^8-2)
D	224-239	11100000-11101111	NA (multicast)		
E	240-255	11110000-11111111	NA (experimental)		

عنوانة وفق الأصناف

** All zeros (0) and all ones (1) are invalid hosts addresses.

العنونة وفق الأصناف

عند اختيار عنوان الشبكة من الصنف A (البايت اليساري يقع ما بين 1 و 127) (عدد أجهزة المضيف في الشبكة أكبر تماماً من $2^{16}-2$) يجب أن تكون البادئة تساوي إلى 8

عند اختيار عنوان الشبكة من الصنف B (البايت اليساري يقع ما بين 128 و 191) (عدد أجهزة المضيف في الشبكة أكبر تماماً من 254 وأصغر أو يساوي $2^{16}-2$) يجب أن تكون البادئة تساوي إلى 16

عند اختيار عنوان الشبكة من الصنف C (البايت اليساري يقع ما بين 192 و 223) (عدد أجهزة المضيف في الشبكة أصغر أو يساوي 254) يجب أن تكون البادئة تساوي إلى 24

عدد الشبكات الممكنة من أجل prefix معين يساوي إلى $2^{(prefix - fixed bits)}$

ما هو عدد شبكات class A classful الممكنة

ما هو عدد شبكات class B classful الممكنة

ما هو عدد شبكات class C classful الممكنة

ما هو عدد أجهزة المضيف الأعظمي في شبكة class A classful

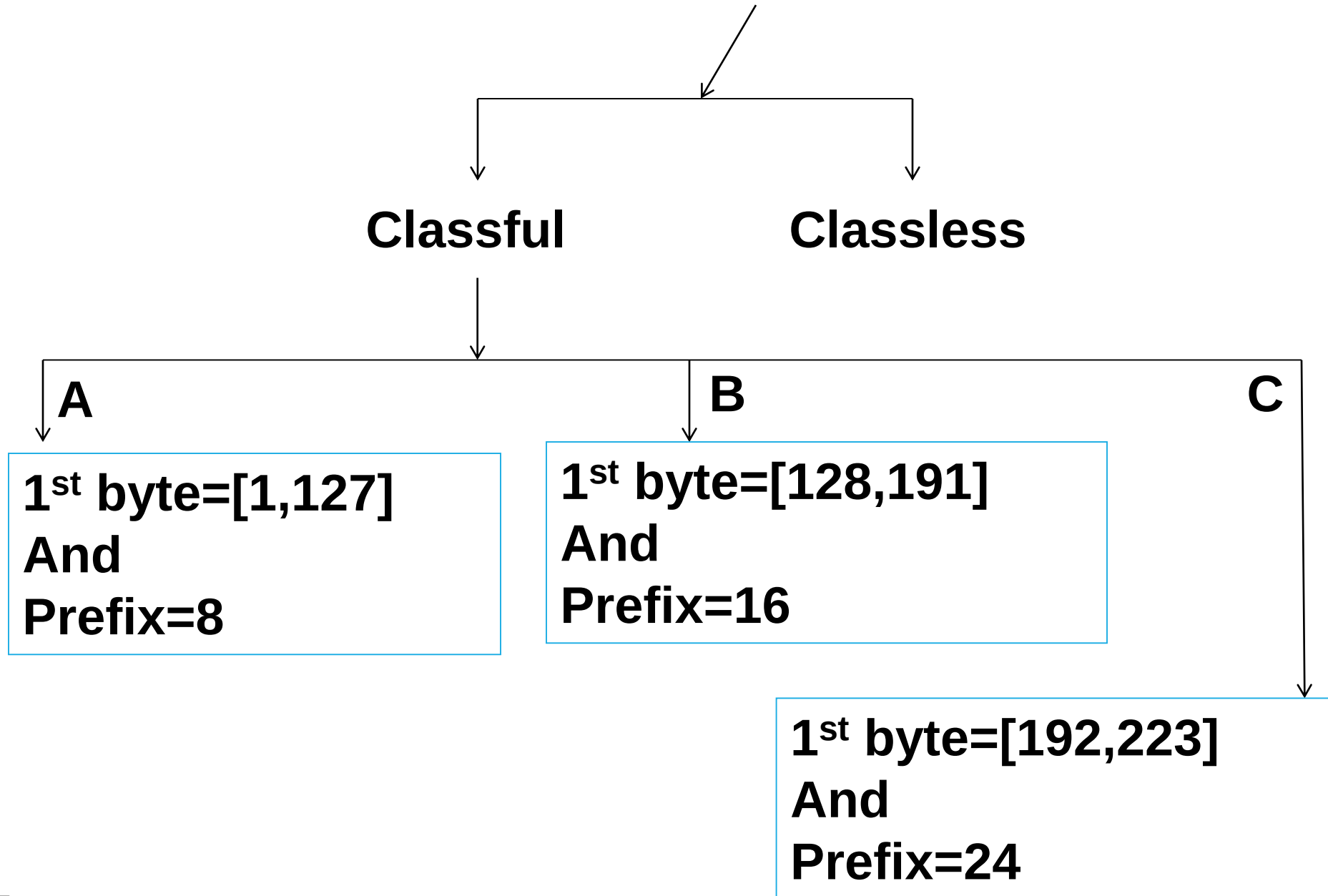
ما هو عدد أجهزة المضيف الأعظمي في شبكة class B classful

ما هو عدد أجهزة المضيف الأعظمي في شبكة class C classful

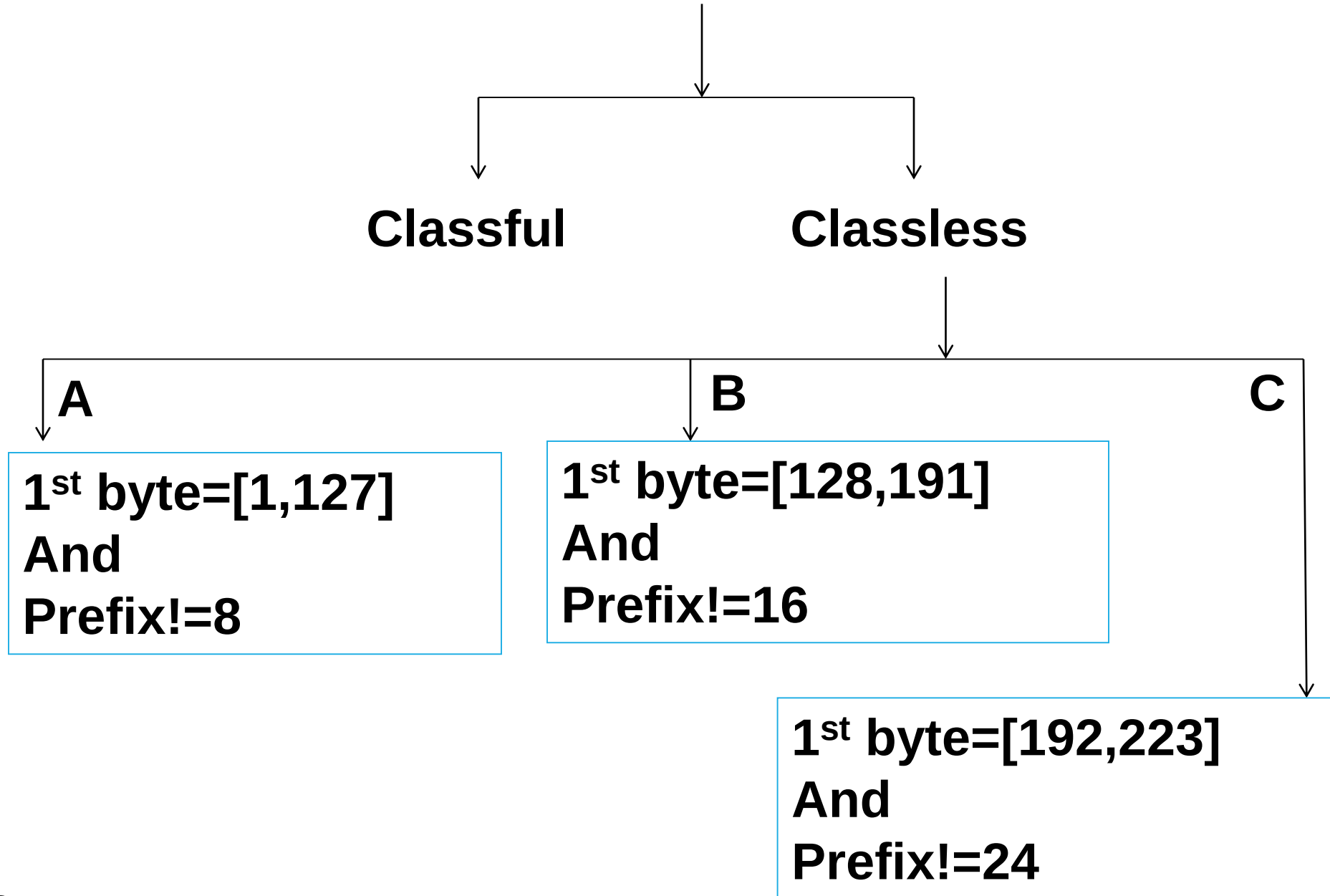
تم إطلاق مصطلح default Subnet Mask (قناع الشبكة الافتراضي) على قناع الشبكة الخاص بالحالة classful

ما هو قناع الشبكة الافتراضي في حالة class A و class B و class C؟

IPv4 addresses (host)



IPv4 addresses



EXAMPLES

10.0.0.1 / 8 : private classful A

9.1.2.0 / 24: public classless A

9.1.2.0 / 8 : class A public classful

10.7.1.1 / 22: class A private classless

172.15.0.1 / 16: class B public classful

172.15.0.1 / 19: class B public classless

172.31.0.5 / 16: class B private classful

172.31.4.8 / 18: class B private classless

IP INFO

multicast/Experimental/invalid/HOST

If host:

- Class
- Private/public
- Prefix and SM
- Classful/classless
- **Net add / Broadcast**
- Total number of hosts
- 1st host and last host