

المحاضرة السادسة + المحاضرة السابعة

شبكة //

تهتم طبقة وصلة المعطيات بالنقل من عقدة إلى عقدة. لتحقيق ذلك تقوم بمجموعة من الوظائف مثل التأطير Framing والتحكم بالأخطاء والتدفق وتحقيق البروتوكولات التي تؤمن نقل الأطر بين العقد المتجاورة نقلاً موثقاً.

1. التأطير Framing

تقوم الطبقة الفيزيائية بنقل البتات على شكل إشارات من المصدر إلى الوجهة. هذه البتات تحتاج إلى تجميع ضمن أطر بشكل يسمح بالتمييز بين هذه الأطر. فالنظام البريدي، على سبيل المثال، يسمح بالتمييز بين الرسائل المختلفة عن طريق وضع كل رسالة داخل مغلف مستقل. فالتأطير على مستوى طبقة وصلة المعطيات يسمح بتمييز رسالة من مصدر محدد إلى وجهة محددة أو بالتمييز بين الرسالة وبين رسائل أخرى موجهة إلى وجهات مختلفة، وذلك عن طريق إضافة عنواني المصدر والوجهة. يفيد عنوان الوجهة بمعرفة إلى أين ستذهب الرسالة بينما تستفيد الوجهة من عنوان المصدر في حال أرادت إقرار الاستلام.

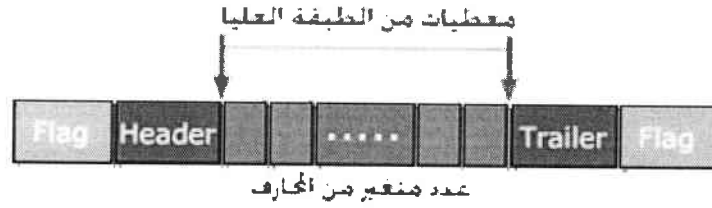
مع أنه من الممكن إرسال كامل الرسالة ضمن إطار واحد إلا أن ذلك غير مقبول عملياً، فتحريف أي بت من الرسالة، الذي يزداد احتمال وقوعه مع ازدياد طول الرسالة، يقتضي إعادة إرسال كل الرسالة من جديد، أضف إلى ذلك عدم فعالية التحكم بالتدفق وبالأخطاء.

الأطر ذات الطول الثابت Fixed-size framing

يمكن أن يكون طول الإطار ثابت أو متغير. الأطر ثابتة الطول لا تتطلب تحديد حدوداً للإطار بينما الأطر ذات الطول المتغير المستخدمة في الشبكات المحلية فإنها تحتاج إلى تعريف نهاية كل إطار وبداية الإطار التالي. لقد جرى، تاريخياً، استخدام طريقتين لتحقيق ذلك: طريقة محرفية التوجه Character-oriented وطريقة بنية التوجه Bit-oriented.

1. البروتوكولات محرفية التوجه Character-oriented protocols

تكون المعطيات، وفق هذا النوع من البروتوكولات، عبارة عن محارف مؤلفة من ثمانية بتات تستخدم أحد أنظمة الترميز المعروفة مثل نظام ASCII. تكون الترويسة Header واللاحقة Trailer من مضاعفات 8-bits. نضيف راية Flag مؤلفة من بايت واحد 8-bits للدلالة على بداية الإطار وراية أخرى للدلالة على نهايته؛ تنفع هذه الرايات في الفصل بين الأطر.



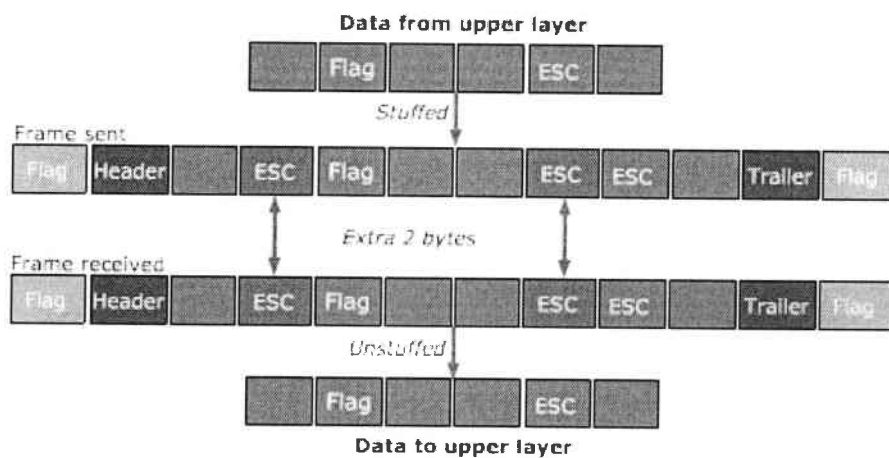
- تبعية الإطار وفق بروتوكول محرف التوجه -

يصلح هذا النوع من البروتوكولات عند نقل النصوص فقط لأنه في هذه الحالة يمكننا اختيار محرف غير مستخدم ضمن النص للدلالة على الراية. لكن مع تنوع طبيعة المعطيات المتناقلة حالياً مثل الصور والفيديو والصوت، أصبح من غير الممكن ضمان عدم وجود الراية ضمن المعطيات. فإذا حدث ذلك فإن المستقبل عندما يقرأ حقل الراية في منتصف المعطيات فإنه يعتقد أنه وصل إلى نهاية الإطار. للتخلص من هذه المشكلة يتم استخدام طريقة حشو البايتات -Byte stuffing.

1.1 طريقة حشو البايتات Byte-stuffing

يتم إضافة بايت خاص إلى جزء الإطار المخصص للمعطيات فقط عندما يوجد محرف الراية. يدعى هذا المحرف عادةً بمحرف الإفلات ESC (Escape character). عندما يصادف المستقبل محرف الإفلات فإنه يحذفه ويعالج المحرف التالي على أنه محرف معطيات وليس محرف بداية أو نهاية الإطار.

إضافةً إلى ما سبق، فإنه يتم إضافة محرف الإفلات ESC عند وجود محرف ESC ضمن المعطيات نفسها كما هو موضح في الشكل التالي:

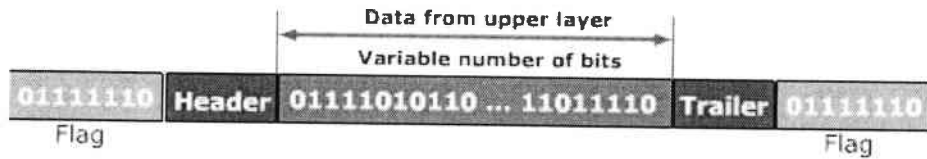


حشو البايتات وإزالة الحشو

تبقى لدينا مشكلة أخرى مع البروتوكولات محرفية التوجه أن بعض أنظمة الترميز الحديثة مثل Unicode تستخدم محارف ذات طول 16-bit أو 32-bit الأمر الذي يتعارض مع المحارف الثمانية.

2. البروتوكولات بتية التوجه Bit-oriented Protocols

يجري هنا ترميز جزء المعطيات من الإطار بسلسلة بتات التي يمكن أن تمثل الصوت والصورة والنصوص. تبقى الحاجة موجودة للفصل بين الأطر. تستخدم معظم البروتوكولات راية مكونة من ثمانية بتات 01111110 للدلالة على بداية أو نهاية كل إطار كما هو موضح في الشكل.



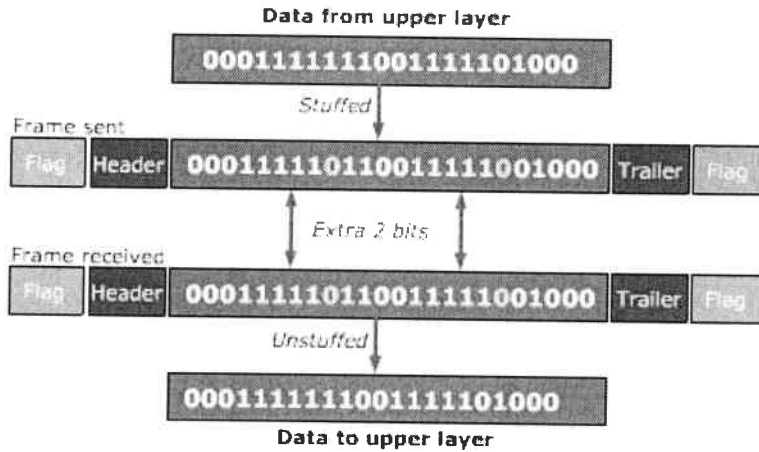
إطار وفق بروتوكول بتي التوجه

حتى نضمن عدم وجود راية البداية أو النهاية ضمن حقل المعطيات فإننا نقوم بتنفيذ طريقة الحشو البتي Bit stuffing.

1.2 طريق الحشو البتي Bit-stuffing

عندما يتم مصادفة صفر يليه خمس واحدات فإن المرسل يضيف صفر آخر بعدها. طبعاً يقوم المستقبل بحذف هذا البت الإضافي من المعطيات.

ملاحظة: تجري إضافة الصفر بعد مصادفة صفر تليه خمس واحدات بغض النظر عن البت التالي. يبين الشكل التالي كيفية إضافة البت لدى المرسل وكيفية حذفه لدى المستقبل.



حشو البتات وإزالة الحشو

2. بروتوكولات التحكم بالتدفق وبالأخطاء

التحكم بالتدفق

يعتبر التحكم بالتدفق من أهم واجبات طبقة وصلة المعطيات حيث يسعى إلى تحديد كمية المعطيات التي يستطيع المرسل إرسالها قبل استلام إقرار من المستقبل. الهدف الأساسي للتحكم بالتدفق هو عدم إغراق المستقبل بمعطيات غير قادر على معالجتها بسبب سرعته المحدودة أو حجم الذاكرة المتوفرة له. لذلك يجب أن يستطيع المستقبل إعلام المرسل قبل الوصول إلى حدوده القصوى ليبطئ إرساله أو ليووقفه لفترة مؤقتة. بما أن سرعة المعالجة بشكل عام أقل من سرعة نقل المعطيات فيجب أن يتوفر لدى المستقبل ذاكرة دائرية Buffer يخزن فيها المعطيات قبيل معالجتها. فعندما تصبح الذاكرة شبه ممتلئة، يجب أن يكون باستطاعة المستقبل إعلام المرسل لتخفيف سرعة الإرسال.

تعريف: التحكم بالتدفق هو مجموعة الإجراءات المستخدمة لتحديد كمية المعطيات التي يستطيع المرسل إرسالها قبل انتظار استلام إقرار من المستقبل.

التحكم بالأخطاء

يشمل التحكم بالأخطاء بشكل عام على آليات اكتشاف أخطاء النقل وتصحيحها. فهو يسمح للمستقبل بإعلام المرسل عن الأطر الضائعة أو المحرفة أثناء النقل وينسق آلية إعادة نقل هذه الأطر مع المرسل. أما على مستوى طبقة وصلة المعطيات فيتم التصحيح عن طريق إعادة النقل أو ما يعرف بطلب الإعادة الآلي ARQ (Automatic repeat request).

البروتوكولات

تفيد البروتوكولات في ضم وظائف التأطير والتحكم بالتدفق والأخطاء معاً لتحقيق النقل السليم للمعطيات من عقدة إلى أخرى. يتم تحقيق البروتوكول باستخدام لغة برمجة ما. سنقسم فيما يلي البروتوكولات إلى نوعين: النوع الأول وهو نظري ولا يوجد في الحياة العملية إذ يعتمد على كون قناة الاتصال مثالية بينما يعتمد النوع الثاني على كون قناة الاتصال غير مثالية.

1.2 بروتوكولات القناة المثالية

تعريف:

القناة المثالية: هي القناة التي لا تضيق الأطر ولا تحرفها ولا تكررهما.

تحريف الأطر: تغيير بت أو أكثر في الإطار المرسل.

الوحدة السابعة
العنوان المنطقية لبروتوكول IPv4

سنناقش في هذه الوحدة مفاهيم العنونة والشبكات الجزئية المستخدمة ضمن الإنترنت. نستخدم بكثرة مصطلح عنوان IP للدلالة على العنوان المنطقي لجهاز أو لمضيف Host كما جرت العادة على تسميته ضمن شبكة الإنترنت.

1. عناوين IPv4

يتكون عنوان IP من 32 bits وهو يُعرّف تعريفاً وحيداً على مستوى العالم بأسره. نقصد بكون عنوان IP وحيداً أنه يعرف اتصالاً وحيداً بالإنترنت. لا يمكن لجهازين واقعين على الإنترنت امتلاك نفس عنوان IP في نفس الوقت. طبعاً يمكن لجهاز امتلاك عنوان IP لفترة محددة من الوقت، كفترة اتصاله بالإنترنت، ومن ثم تحرير العنوان لجهاز آخر. إذا احتوى جهاز ما على عدة وصلات مع الإنترنت فيجب تخصيص عنوان IP لكل وصلة.

1.1 فضاء العنونة

تعريف: فضاء العنونة هو المجموع الكلي للعناوين التي يستخدمها بروتوكول IPv4. إذا استخدم بروتوكولاً ما N bits لتعريف العنوان فإن فضاء العنونة يكون 2^N . يستخدم الإصدار الرابع من بروتوكول IP 32 بت للعنونة مما يعني أننا نستطيع عنونة 2^{32} جهازاً أو 4,294,967,296. لكن لم يجر استخدام فضاء العنونة هذا بشكل جيد بسبب بعض القيود الموضوعية عليه الأمر الذي أدى إلى هدر جزء كبير من العناوين.

1.1.1 التدوين Notation

يمكنك تدوين عنوان IP باستخدام طريقتين:

• التدوين الثنائي Binary

يجري هنا كتابة العنوان على شكل 32 بت (أو أربعة بايتات) مثل العنوان التالي:

01110101 10010101 00011101 00000010

• التدوين العشري المنقط Dotted-decimal Notation

يفيد التدوين العشري في جعل العنوان أقل حجماً وأسهل للقراءة والحفظ. نكتب هنا كل بايت من البايئات الأربعة المكونة للعنوان بالشكل العشري مع إضافة نقطة بين البايئات مثل العنوان التالي:

117.149.29.2

2. العنونة الصفية Classful Addressing

سنناقش بإيجاز عناوين IP الصفية (التي توزع إلى عدة صفوف) وذلك لأنها تخرج من الخدمة تدريجياً. يكون عنوان IP هنا موزعاً على خمسة صفوف: A, B, C, D, and E. يشغل كل صف جزءاً من فضاء العنونة المتاح.

يمكننا معرفة الصف الذي ينتمي إليه عنوان ما من خلال البتات الأولى للعنوان (من اليسار) إذا كان مدوناً بالصيغة الثنائية أو من خلال البتات الأولى من اليسار إذا كان مدوناً بالصيغة العشرية.

يبين الشكل التالي صفوف العنونة المستخدمة وبتات أو بايتات الدلالة على نوع الصف.

	First byte	Second byte	Third byte	Fourth byte		First byte	Second byte	Third byte	Fourth byte
Class A	0				Class A	0-127			
Class B	10				Class B	128-191			
Class C	110				Class C	192-223			
Class D	1110				Class D	224-239			
Class E	1111				Class E	240-255			

a. Binary notation

b. Dotted-decimal notation

– إيجاد صفوف العناوين وفق الترميز الثنائي أو العشري –

تكمن المشكلة مع هذا النوع من العناوين في كونها مقسمة إلى أعداد ثابتة من الكتل وكل كتلة مؤلفة من حجم ثابت أيضاً.

الاستخدام	حجم الكتلة	عدد الكتل	الصف
Unicast وحيد الوجهة	128	128	A
وحيد الوجهة	16,384	65,536	B
وحيد الوجهة	2,097,152	256	C
Multicast متعدد الوجهات	1	268,435,456	D
محجوز	1	268,435,456	E

جدول 1 – عدد الكتل وحجمها ضمن صفوف عناوين IPv4

عندما تطلب أي مؤسسة كتلة عناوين فكانت تخصص بكتلة تنتمي إلى أحد الصفوف A, B, or C وذلك حسب حجم المؤسسة. لاحظ أن الصف A يحوي عناوين تزيد عن حاجة أكبر الشركات مما يعني أنه يجري هدر معظم هذه العناوين. كذلك الأمر بالنسبة للصف B الذي يزيد عن حاجة الكثير من المؤسسات؛ فهنا أيضاً يوجد هدر. بالنسبة للصف C فهو أصغر من حاجة معظم المؤسسات. الصف D مخصص للإرسال متعدد الوجهات والصف E مخصص للتجارب.

1.2 معرف الشبكة ومعرف المضيف Netid and Hostid

يجري تقسيم عنوان IP في الصفوف A, B, and C فقط إلى معرف شبكة ومعرف مضيف ذات أطوال متغيرة ومتعلقة بصف العناوين. يبين الجدول التالي بعض البايتات المخصصة لمعرفة الشبكة باللون الأزرق ولمعرفة المضيف.

الصف	التمثيل الثنائي لقناع الشبكة	التمثيل العشري لقناع الشبكة	CIDR
A	11111111 00000000 00000000 00000000	255.0.0.0	/8
B	11111111 11111111 00000000 00000000	255.255.0.0	/16
C	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255.0	/24

الجدول 2 - قناع الشبكة الافتراضي للعناوين المصنفة

لاحظ أننا نستخدم ضمن الصف A بايتاً واحداً للدلالة على معرف الشبكة وثلاثة بايتات للدلالة على معرف المضيف (المحطة) داخل الشبكة. بينما نستخدم، ضمن الصف B، بايتين للدلالة على معرف الشبكة وبايتين للدلالة على معرف المضيف.

ونخصص أخيراً ثلاثة بايتات لمعرفة الشبكة وبايت واحد لمعرفة المضيف ضمن الصف C.

2.2 مفهوم قناع الشبكة Net Mask

مع العلم أن الأقسام المخصصة لمعرفة الشبكة وتلك المخصصة لمعرفة المضيف محددة تحديداً ثابتاً إلا أننا نستطيع أن نستخدم مفهوم قناع الشبكة الذي يتكون من 32 بت. يبين الجدول 2 قناع الشبكة الافتراضي المستخدم لصفوف العناوين A, B, and C فقط.

يفيد القناع في إيجاد الجزء المخصص لمعرفة الشبكة أو لمعرفة المضيف من عنوان IP ما. فمثلاً بما أن قناع الشبكة للصف A مكون من ثمانية وحدات متتالية فهذا يعني أن أول بايت من

العنوان هو عنوان الشبكة (أي أن الواحدات المتتالية تحدد معرف الشبكة والأصفار المتتالية تحدد معرف المضيف).

يظهر العمود الأخير من الجدول القناع مكتوباً بالصيغة $n/$ حيث يأخذ المتحول n القيم: 8, 16, or 24. يدعى هذا التدوين Slash Notation أو Classless Interdomain Routing (CIDR). يستخدم هذا التدوين في عناوين IP اللاصفية الذي سناقشها لاحقاً.

3.2 الشبكات الجزئية Subnetting

خلال فترة استخدام العناوين الصفية، كان من الممكن إدخال مستوي ثالث من الهرمية عن طريق معرف الشبكة الجزئية Subnetid. يجري تحقيق ذلك عن طريق زيادة عدد الواحدات المعروفة لرقم الشبكة بحيث يدل العدد الإضافي من الواحدات على معرف الشبكة الجزئية. بذلك، تستطيع أي مؤسسة كبيرة أن تقسم العناوين إلى عدة مجموعات وتعطي لكل مجموعة معرف شبكة جزئية خاص بها.

3. العنوان اللاصفية Classless Addressing

تفيد العنوان اللاصفية بتجاوز القيود التي وضعتها العنوان الصفية وبالمقدرة على توزيع عدد أكبر من الكتل ومن العناوين. لا توجد، في هذه الحالة، أية صفوف عنوانية بينما نحافظ على آلية منح العناوين عن طريق الكتل.

1.3 كتل العناوين Address Blocks

عندما تريد مؤسسة ما الاتصال بالإنترنت، فإنه يتم منحها كتلة (أو مجال) عناوين. يتعلق حجم الكتلة (أي عدد العناوين الممنوحة) بحجم المؤسسة وطبيعة عملها. فيمكننا تخصيص الحواسيب المنزلية بكتلة مؤلفة من عنوانين فقط بينما تخصص مؤسسة كبيرة مثل مزود خدمات الإنترنت Internet Service Provider (ISP) بعدة آلاف من العناوين حسب حاجته.

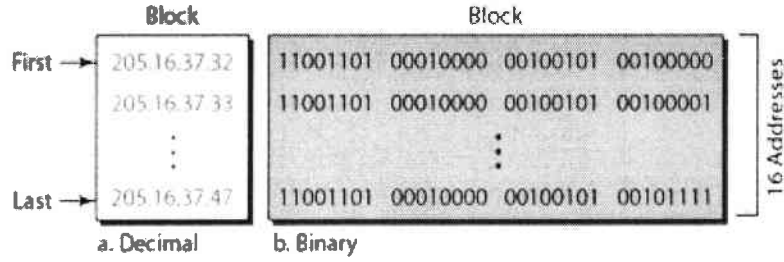
القيود الموضوعية:

لتسهيل عملية توزيع العناوين، تضع سلطات الإنترنت القيود التالية على كتل العناوين اللاصفية:

- 1- يجب أن تكون العناوين ضمن الكتلة متسلسلة (أي كل عنوان يلي العنوان السابق).
- 2- يجب أن يكون عدد عناوين كتلة ما من أس 2 (1, 2, 4, 8, ...).
- 3- يجب أن يقبل العنوان الأول من الكتلة القسمة على عدد العناوين المخصصة.

مثال 1

يبين الشكل التالي كتلة عناوين بالتدوين الثنائي والعشري ممنوحة إلى شركة تحتاج 16 عنوان.



كتلة مكونة من 16 عنوان ممنوحة لشركة صغيرة

لاحظ أننا احترمنا القيود الثلاثة السابقة؛ العناوين متسلسلة و عدد العناوين ه و 16 (أي 2^4) والعنوان الأول يقبل القسمة على 16.

2.3 قناع الشبكة Mask

تعتمد أفضل طريقة لتحديد كتلة عناوين على اختيار عنوان ما من الكتلة والقناع. كما قلنا سابقاً، يتألف القناع من 32 بت لكن الاختلاف الوحيد هنا أن عدد الواحدات ضمن القناع يمكن أن يتدرج من الصفر إلى 32. لذلك نستعوض عن القناع بالتدوين $/n$ حيث تدل n على عدد الواحدات ضمن القناع.

نتيجة: يمكن تعريف كتلة عناوين ضمن عناوين IPv4 اللاصفية وفق

$$x.y.z.t/n$$

حيث تعرف القيمة $x.y.z.t$ أحد العناوين ويحدد $/n$ القناع

لاحظ أن العنوان مع $/n$ يحددان جميع المعلومات المطلوبة من الكتلة (أي عدد العناوين وأول عنوان وآخر عنوان ضمن الكتلة).

• أول عنوان داخل الكتلة

يمكن حساب أول عنوان داخل الكتلة عن طريق تصفير بتات أقصى اليمين الـ $32-n$ وفق التدوين الثنائي.

مثال 2

جرى منح شركة صغيرة كتلة عناوين. نعرف أن أحد هذه العناوين هو $205.16.37.39/28$. ما هو أول عنوان ضمن الكتلة؟

إيضاح: يظهر الحل بعد النقر على زر الجواب.

الحل

التمثيل الثنائي للعنوان هو $11001101 00010000 00100101 00100111$.

نصف البتات اليمينية الـ 28 - 32 (أي الأربعة الأولى) فيصبح العنوان هو

11001101 00010000 00100101 00100000

التمثيل العشري للعنوان الثنائي السابق هو: 205.16.37.32 وهو أول عنوان ضمن الكتلة المطابق للشكل العلوي.

• آخر عنوان داخل الكتلة

نحصل على آخر عنوان ضمن الكتلة عن طريق وضع قيمة البتات الـ $32-n$ اليمينية تساوي الواحد.

تمرين: احسب آخر عنوان ضمن المثال السابق.

• عدد عناوين ضمن الكتلة

وهو الفرق بين آخر عنوان وأول عنوان أو يمكن حسابه مباشرة من الصيغة 2^{32-n} .

عنوان الشبكة

يجري عادةً تخصيص أول عنوان ضمن الكتلة كعنوان خاص يدل على الشبكة نفسها ولا يمنح لأي حاسب. يدل هذا العنوان على المؤسسة نفسها ويفيد في التعريف عنها ضمن الإنترنت.

3.3 الهرمية

• الهرمية من المستوى الثاني (بدون شبكات جزئية):

يستطيع عنوان IP أن يعرف مستويين هرميين عندما لا نستخدم التجزئة. فتعرف البتات n من أقصى اليسار $x.y.z.t/n$ الشبكة وتعرف بقية البتات اليمينية (أي $32-n$) المضيف. يدعى معرف الشبكة بالسابقة Prefix ومعرف المضيف باللاحقة Suffix.

• الهرمية من المستوى الثالث (مع التجزئة):

يمكن أن تلجأ أي شركة منحت كتلة كبيرة من العناوين إلى تجزئة هذه الكتلة إلى مجموعة من الشبكات الجزئية Subnets وتوزيع العناوين بين هذه الشبكات الجزئية. يجري هذا التقسيم بطريقة شفافة بالنسبة للعالم الخارجي الذي يظل يرى هذه الشركة كأنها مكونة من شبكة واحدة لكن داخلياً يوجد عدة شبكات جزئية. ترسل جميع الرسائل إلى عنوان المسير الذي يحقق عملية ربط الشركة ببقية الإنترنت؛ يقوم المسير بتسيير الرسائل إلى الشبكة الجزئية المناسبة. يتوجب على الشركة، لتحقيق ذلك، خلق كتل جزئية وتوزيعها على

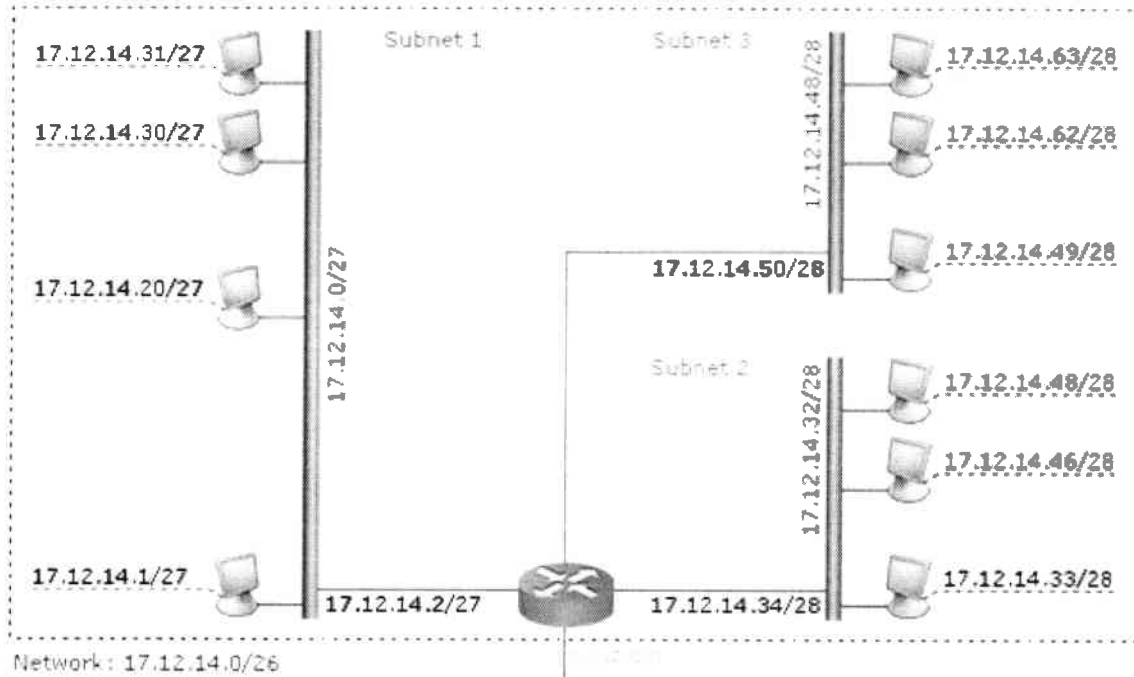
الشبكات الجزئية. تمتلك الشركة قناع خاص بها كذلك سوف تمتلك كل شبكة جزئية قناع آخر خاص بها.

لنفترض أنه تم منح شركة ما كتلة العناوين 17.12.40.0/26، أي ما مقداره 64 عنوان. لنفترض أيضاً أن الشركة مكونة من ثلاثة مكاتب وأنها تحتاج إلى تقسيم الكتلة السابقة إلى 3 كتل جزئية تحوي على التوالي: 32 و 16 و 16 عنواناً. يمكننا إيجاد القناع الجديد كما يلي:

* بافتراض أن قناع الشبكة الجزئية الأولى هو $n1$ ، يندرج عنه أن $2^{32-n1} = 32$. أي أن $n1=27$.

* بنفس الطريقة نستنتج أن $n2=28$ و $n3=28$.

بالنتيجة، يصبح لدينا القناع 26 للشركة وثلاثة أقنعة لكل شبكة جزئية كما هو موضح بالشكل التالي.



- إعداد و عنوانه شبكة مجزئة -

إعداد و عنوانه شبكة مجزئة

لنرى إذا كان بإمكاننا إيجاد عناوين الشبكة الجزئية من خلال أحد عناوين الأجهزة الموجودة ضمنها.

* في الشبكة الجزئية Subnet1، إن العنوان 17.12.14.29/27 يمكن أن يعطينا عنوان الشبكة الجزئية إذا استخدمنا القناع /27 وذلك لأن:

Host : 00010001 00001100 00001110 00011101

Mask: /27
Subnet: 00010001 00001100 00001110 00000000 → (17.12.14.0)

في الشبكة الجزئية Subnet2، إن العنوان 17.12.14.45/28 يمكن أن يعطينا عنوان الشبكة الجزئية إذا استخدمنا القناع /28 وذلك لأن:

Host : 00010001 00001100 00001110 00101101
Mask: /28
Subnet: 00010001 00001100 00001110 00100000 → (17.12.14.32)

في الشبكة الجزئية Subnet3، إن العنوان 17.12.14.50/28 يمكن أن يعطينا عنوان الشبكة الجزئية إذا استخدمنا القناع /28 وذلك لأن:

Host : 00010001 00001100 00001110 00110010
Mask: /28
Subnet: 00010001 00001100 00001110 00110000 → (17.12.14.48)

تمرين :

تحقق أن تطبيق القناع /26 على أي عنوان من العناوين يعطينا عنوان الشبكة 17.12.14.0/26. يمكننا الآن القول أنه باستخدام الشبكات الجزئية أصبح لدينا ثلاثة مستويات من الهرمية؛ سابقتين للشبكة وللشبكة الجزئية ولاحقة للمضيف.

1.3.3 هرمية متعددة المستويات

لا تضع بنية العناوين اللاصفية أية قيود على عدد المستويات الهرمية. فيمكن، على سبيل المثال، لمزود خدمات إنترنت وطني أن يقسم كتلة العناوين الممنوحة له إلى مجموعة من الكتل الجزئية ويمنح كل كتلة إلى مزود إنترنت إقليمي الذي يقوم بدوره بتجزئة العناوين الممنوحة له إلى مجموعات جزئية ومنحها لمزودي إنترنت محليين. يقوم مزود الإنترنت المحلي بتقسيم كتلة العناوين الممنوحة له ويوزعها على المؤسسات. في النهاية، تستطيع أي مؤسسة تقسيم كتلة العنونة على شبكات جزئية.

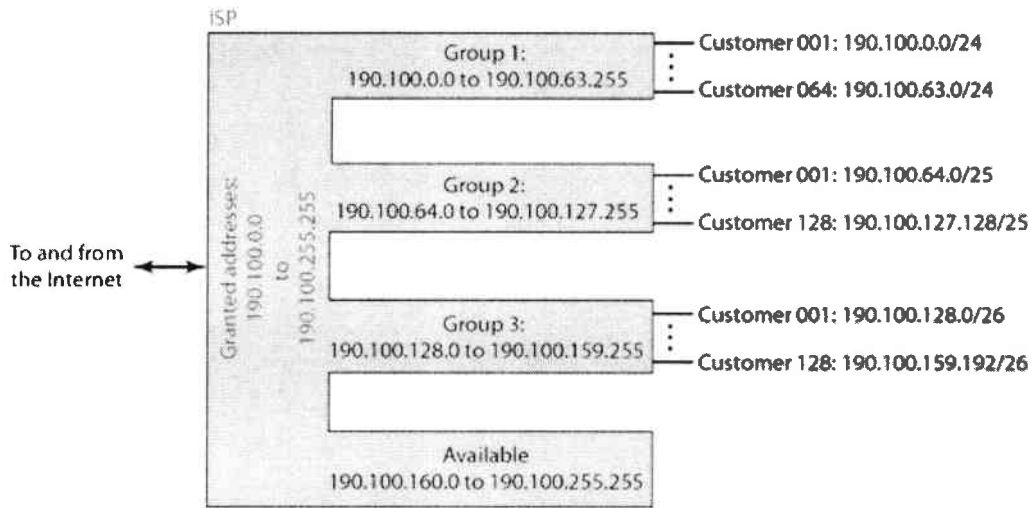
2.3.3 تخصيص العناوين

لكن من هي الجهة المسؤولة عن تخصيص العناوين؟ لقد جرى منح هذه المسؤولية إلى سلطة عامة تسمى (Internet Corporation for Assigned Names and Addresses (ICANN). إلا أن هذه السلطة لا تخصص العناوين إلى المؤسسات مباشرة بل تخصص كتل ضخمة إلى مزودي خدمة الإنترنت. يقوم هنا كل مزود خدمة إنترنت بتقسيم الكتلة الممنوحة له وتوزيعها على المستثمرين.

مثال 3

مُنح مزود خدمة إنترنت كتلة العناوين 190.100.0.0/16 أي 65,536 عنوان. يحتاج مزود الخدمة هذا إلى تخصيص كتلة العناوين هذه إلى المجموعات التالية:

- * تضم المجموعة الأولى 64 زبون؛ كل زبون يحتاج 256 عنواناً.
 - * تضم المجموعة الثانية 128 زبون؛ كل زبون يحتاج 128 عنواناً.
 - * تضم المجموعة الثالثة 128 زبون؛ كل زبون يحتاج 64 عنواناً.
- صمم الكتل الجزئية وبين أنه ما زال يوجد عناوين متاحة.



مثال عن تخصيص عناوين مزود خدمة إنترنت

1. المجموعة الأولى

بما أن كل زبون يحتاج 256 عنواناً فإننا بحاجة إلى 8 بتات لعنونة الأجهزة. سيكون طول

السابقة $24 = 32 - 8$. أما العناوين فهي:

الزبون الأول 190.100.0.0/24 إلى 190.100.0.255/24

الزبون الثاني 190.100.1.0/24 إلى 190.100.1.255/24

.....

.....

.....

الزبون رقم 64 190.100.63.0/24 إلى 190.100.63.255/24

المجموع الكلي للعناوين المخصصة : $64 \times 256 = 16,384$

2. المجموعة الثانية

بما أن كل زبون يحتاج 128 عنواناً فإننا بحاجة إلى 7 بتات لعنونة الأجهزة. سيكون طول السابقة $25 = 32 - 7$. أما العناوين فهي:

الزبون الأول 190.100.64.0/25 إلى 190.100.64.127/25

الزبون الثاني 190.100.64.128/25 إلى 190.100.64.255/25

.....

.....

.....

الزبون رقم 128 190.100.127.128/25 إلى 190.100.127.255/25

المجموع الكلي للعناوين المخصصة : $128 \times 128 = 16,384$

3. المجموعة الثالثة

بما أن كل زبون يحتاج 64 عنواناً فإننا بحاجة إلى 6 بتات لعنونة الأجهزة. سيكون طول السابقة $26 = 32 - 6$. أما العناوين فهي:

الزبون الأول 190.100.128.0/26 إلى 190.100.128.63/26

الزبون الثاني 190.100.128.64/26 إلى 190.100.128.127/26

.....

.....

.....

الزبون رقم 128 190.100.159.192/26 إلى 190.100.159.255/26

المجموع الكلي للعناوين المخصصة : $128 \times 64 = 8,1924$

عدد العناوين الممنوحة إلى مزود الخدمة: 65,535

عدد العناوين التي خصصها مزود الخدمة: 40,960

عدد العناوين المتاحة : 24,576