



# **Network Protocols**

## **Practical session 1**

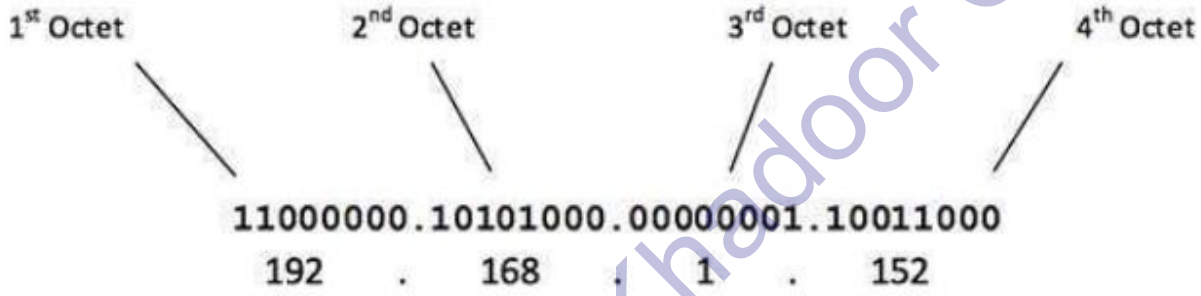
sleman khadoor  
slemankhadorit@gmail.com

## Addressing

قبل البدء بدراسة مفاهيم التوجيه وأشهر بروتوكولات التوجيه لابدّ من دراسة العناوين التي تستخدمها شبكة الانترنت والية توزيعها وإدارتها. حيث أن فهم عملية التوجيه مرتبط بالقدرة على فهم وتحليل هذه العناوين.

### عنوان الانترنت النسخة الرابعة

- يتكون عنوان ipv4 من 32 بت (4 بايت) تأخذ القيمة 0 أو 1 موزعة على أربع مجموعات يفصل بينها نقطة. تسمى المجموعة octet وتتكون من ثمانية بتات.



- يكتب عنوان ال ip وفق تمثيل عشري على شكل أربع أرقام عشرية تفصل بينها نقاط، وتتراوح قيمة كل رقم بين 0 و 255.

مثال : 80.200.155.23

- يرافق كل عنوان ip عنوان اخر مكون من 32 bit يسمى subnet mask ويستخدم لتمييز الشبكة التي ينتمي اليها الجهاز. ويتميز هذا القناع بأنه عبارة عن تتالي واحدات ومن ثم تتالي أصفار.
- يقسم عنوان ال ip إلى قسمين هما : معرّف الشبكة network ID ومعرّف الجهاز host ID كما سنوضح في المثال التالي :

- ليكن لدينا العنوان التالي 192.168.1.1 وقناع الشبكة الخاص به هو 255.255.255.0

عندها يكون العنوان مقسوما كما يلي : 192.168.1.1

معرّف الجهاز      معرّف الشبكة

ويستخلص معرف الشبكة من العنوان بإجراء عملية and بين عنوان ال IP وقناع الشبكة الخاص به.

## صفوف العناوين:

تنتمي عناوين الانترنت إلى صفوف بحسب قيم الجزء المخصص لمعرف الشبكة، وفيما يلي صفوف العناوين:

- الصف A:  
ويضم العناوين في المجال (1.0.0.0 - 126.255.255.255) مع قناع شبكة افتراضي 255.0.0.0
- الصف B:  
ويضم العناوين في المجال (128.0.0.0 - 191.255.255.255) مع قناع شبكة افتراضي 255.255.0.0
- الصف C:  
ويضم العناوين في المجال (192.0.0.0 - 223.255.255.255) مع قناع شبكة افتراضي 255.255.255.0
- الصف D:  
ويضم العناوين في المجال (224.0.0.0 - 239.255.255.255) ويستخدم في تقنية ال multicasting.
- الصف E:  
ويضم العناوين في المجال (240.0.0.0 - 255.255.255.254) ويستخدم في مجال الأبحاث والتطوير.

لاحظ أن مجموعة العناوين 127.0.0.0 - 127.255.255.255 ليست موجودة ضمن أحد الصفوف فهي محجوزة  
لما يسمى loopback address

## العناوين العامة والعناوين الخاصة

يحتاج كل جهاز موصول على الشبكة إلى عنوان IP فريد، ويكون هذا أمر سهل التحقيق ضمن شبكة صغيرة ولكنه ليس كذلك البتة في حالة شبكة كبيرة مثل شبكة الإنترنت.  
تقوم هيئة الأيانا (IANA) بإدارة وتوزيع عناوين الإنترنت على أصحاب الشبكات، وذلك عبر خمسة مسجلين معتمدين للعناوين في خمسة مواقع من العالم. ويقوم مزودو خدمات الإنترنت وأصحاب شبكات المؤسسات الكبيرة بشراء عناوين من المسجلين، ويحصل المستخدم النهائي بدوره على عنوان الإنترنت من مزود الخدمة الخاص به. وتسمى هذه العناوين بالعناوين

العامة public addresses وهي قابل للتوجيه على شبكة الإنترنت. ومن الناحية النظرية، فإن لكل جهاز متصل مع شبكة الإنترنت واحد من هذه العناوين.

ونظراً لانتشار العديد من الشبكات الخاصة والتي تعتمد تقانة الإنترنت ولكنها ليست متصلة مع شبكة الإنترنت، فقد عينت هيئة الـ IANA مجموعة من العناوين من الصفوف A، B و C تعرف باسم العناوين الخاصة private addresses لاستخدامها في الشبكات الخاصة. ويمكن استخدام هذه العناوين من قبل أي جهة داخل شبكة الاتصال الخاصة بما دون أي إذن، ولكن هذه العناوين غير قابلة للتوجيه على شبكة الإنترنت. إن النطاقات المخصصة للعناوين الخاصة هي:

✓ ضمن الصف A العناوين ضمن المجال 10.0.0.0 - 10.255.255.255

✓ ضمن الصف B العناوين ضمن المجال 172.16.0.0 - 172.31.255.255

✓ ضمن الصف C العناوين ضمن المجال 192.168.0.0 - 192.168.255.255

تسمح عناوين الإنترنت الخاصة أيضاً بتحقيق وفرة في استخدام العناوين، إذ يمكن لشركة لديها عدد كبير من الأجهزة أن تصلها على شبكة خاصة وتعطيها عناوين خاصة من الصفوف التي عرضناها أعلاه. ومن ثم تقوم الشركة بوصل هذه الشبكة الخاصة إلى الإنترنت باستخدام تقنية ترجمة عناوين الشبكة NAT: Network Address Translation. وهي تقانة تتيح تحويل العناوين الخاصة إلى عامة وبالعكس، ورغم أن هذه التقانة تفرض بعض المحدودية، ولكنها مستخدمة بكثافة في يومنا هذا وبأشكال مختلفة بسبب قلة العناوين العامة للإنترنت والذي يترافق في نفس الوقت مع ازدياد واتساع الطلب على استخدام الإنترنت بشكل هائل. ويلجأ العديد من مقدمي خدمات النفاذ إلى الإنترنت إلى هذه التقانة باعتبارها الحل المعتمد حالياً لتقديم الخدمة إلى عدد كبير من المستخدمين. (حيث أن استخدام بروتوكول الانترنت من النسخة السادسة سيلغي الحاجة لهذه التقنية)

## الشبكات الجزئية Subnets

تتضمن الصفوف A و B أعداداً كبيرة من العناوين، فكل شبكة من الصف A تحتوي على أكثر من 11 مليون عنوان، بينما تحتوي كل شبكة من الصف B على أكثر من 14 ألف عنوان.

إن بناء شبكات بهذا الحجم يتناقض مع مبادئ التصميم السليم للشبكات التي تقتضي بأن يتم تقسيم الشبكات الكبيرة إلى شبكات أصغر وذلك لأسباب عديدة أهمها:

✓ أسباب مرتبطة بالأداء وبضرورة الحد من مدى عمليات البث broadcast والتي تستهلك الكثير من عرض الحزمة.

✓ أسباب مرتبطة بأمن الشبكات إذ من الضروري أن تعزل التجهيزات غير الآمنة ضمن شبكات خاصة بها ولا

تتواصل مع الشبكات الأخرى إلا بموجب ضوابط معينة.

ومن المؤكد أن تقسيم الشبكات إلى شبكات أصغر سيحتاج إلى المزيد من صفوف العناوين المتاحة، وبالتالي يصبح استخدام العناوين من الصفوف A و B عديم الكفاءة من ناحية استخدام العناوين بسبب الهدر الهائل الذي يمكن أن ينتج عن ذلك.

لم تكن هذه المشكلة مطروحة كثيراً في البداية، ولكن مع تنامي حجم الشبكات والازدياد المطرد في الطلب على العناوين، بات واضحاً أن الالتزام بالضوابط الصارمة لاستخدام صفوف العناوين ضمن الشبكات سيؤدي إلى استهلاك العناوين المتاحة بسرعة كبيرة جداً. وظهرت فكرة استعارة عدد من البتات المستخدمة في عنوان الجهاز كتمم لعنوان الشبكة بحيث تسمح بإنشاء المزيد من الشبكات. هذه الشبكات تعرف باسم الشبكات الجزئية subnets وهي أصغر في حجمها من الشبكات الأساسية التي تنتمي إلى الصفوف المذكورة، وتعتبر حلاً ممتازاً للمشكلة التي عرضناها.

فمثلاً شبكة من الصف C بإمكانها أن تحوي 254 جهاز، فإذا أردنا إنشاء شبكتين تحوي كل منهما 70 جهاز فقط سيكون العدد الإجمالي 140 جهاز وهو أقل من العدد المسموح ضمن شبكة من الصف C، ولكن في الحالة التقليدية كنا سنستخدم شبكتين من الصف C لتلبية متطلباتنا وسيحدث هدر كبير للعناوين، حيث سيبقى عدد كبير من العناوين في كل من الشبكتين غير مستخدماً.

بينما بالاعتماد على الشبكات الجزئية Subnets يمكن تقسيم شبكة من الصف C إلى شبكتين يمكن لكل منهما أن تحوي 126 جهاز وبهذه الطريقة تنخفض نسبة الهدر بشكل كبير.

## التقسيم إلى شبكات فرعية

التجزئة باستخدام قناع ذو حجم ثابت أو ما يسمى (FLSM(fixed length subnet mask

عند القيام بتجزئة شبكة علينا معرفة ثلاث نقاط رئيسية:

- 1- العدد الكلي للشبكات الجزئية التي نريدها.
  - 2- العدد الكلي للأجهزة التي ستكون موجودة ضمن الشبكة الجزئية.
  - 3- عنوان الشبكة الأساسي المتاح وقناع الشبكة الخاص به.
- انطلاقاً من هذه المعلومات، يجب أن نصل إلى الإجابات التالية:

1- قناع الشبكة الجزئية المستخدم في الشبكة .

2- الشبكات الجزئية المتاحة .

3- عناوين الشبكات الجزئية.

4- عنوان البث لكل شبكة جزئية.

5- عناوين الأجهزة المتاحة في كل شبكة جزئية.

يمكن كتابة قناع الشبكة إما بالشكل الطبيعي أو أن نضع الإشارة / يليها عدد الواحدات في قناع الشبكة.  
فمثلاً قناع الشبكة للصف C هو 255.255.255.0 يكتب على الشكل التالي 24/

الجدول التالية مفيدة :

القيم الثنائية والعشرية المستخدمة في قناع الشبكة

القيمة العشرية	القيمة الثنائية
0	00000000
128	10000000
192	11000000
224	11100000
240	11110000
248	11111000
252	11111100
254	11111110
255	11111111

القيم الممكنة لقناع الشبكة بالتمثيلين الممكنين

التمثيل العشري المنقط	التمثيل المختصر
255.0.0.0	/8
255.128.0.0	/9
255.192.0.0	/10
255.224.0.0	/11
255.240.0.0	/12
255.248.0.0	/13
255.252.0.0	/14
255.254.0.0	/15
255.255.0.0	/16

/17	255.255.128.0
/18	255.255.192.0
/19	255.255.224.0
/20	255.255.240.0
/21	255.255.248.0
/22	255.255.252.0
/23	255.255.254.0
/24	255.255.255.0
/25	255.255.255.128
/26	255.255.255.192
/27	255.255.255.224
/28	255.255.255.240
/29	255.255.255.248
/30	255.255.255.252

فمثلاً: نريد تقسيم شبكة من الصف C عناونها 192.168.10.0 وقناعها 255.255.255.0 إلى 8 شبكات في كل منها 20 جهازاً.

يتم تحديد قناع الشبكة الجزئية بناء على عدة عوامل، وذلك على الشكل التالي:

1- تحديد عدد البتات اللازمة لتعريف الشبكات الجزئية، وذلك عن طريق إيجاد القيمة sn بحيث يكون العدد  $2^{sn}$  هو أكبر أو يساوي عدد الشبكات الجزئية اللازمة. في حالة مثالنا هذا، فإن القيمة sn هي 3 باعتبار أن  $2^3 = 8$ ، ولو كان عدد الشبكات المطلوب هو 10 مثلاً لكان  $sn = 4$ .

3- تحديد عدد البتات اللازمة لعنونة الأجهزة المطلوبة.

وتطبق القاعدة التالية: عدد الأجهزة المتاحة في الشبكة  $= 2^n - 2$  حيث n هو عدد البتات المخصصة لعناوين الأجهزة. في مثالنا هذا نحتاج إلى 20 جهاز وبالتالي فإن قيمة  $n = 5$  باعتبار أن  $2^5 - 2 = 30$ .

2- يشترط أن يكون المجموع  $sn + n$  أصغر أو يساوي عدد البتات المتاحة للأجهزة في الشبكة الأساسية، وإلا كانت المسألة مستحيلة الحل.

في مثالنا هذا فإن المجموع هو 8 وهو يساوي عدد البتات المتاحة للأجهزة في شبكة من الصف C، وبالتالي فإن المسألة قابلة للحل.

4- نقوم بتحويل قناع الشبكة إلى الشكل المختصر ونضيف إليه قيمة sn لنحصل على قناع الشبكة الجزئية. في مثالنا هذا فإن قناع الشبكة من الصف C هو /24 ومع إضافة 3 يصبح /27.

للحصول على التمثيل العشري الموافق نقوم بما يلي:

إن القناع للشبكة C هو 255.255.255.0، ونضيف 3 بتات من بتات الجهاز إلى بتات الشبكة (هذه البتات خاصة بالشبكة الجزئية) فتصبح قيمة البات الأخير 224. فيصبح قناع الشبكة للشبكات الجزئية هو 255.255.255.224 .

بعد الانتهاء من حساب قناع الشبكة تنتقل لإيجاد الشبكات الجزئية المتاحة:

- للعثور على تلك الشبكات يجب طرح قيمة البات الذي يتضمن بتات الأجهزة من 256، وستكون قيمة عناوين الشبكات الجزئية من مضاعفات الفرق.

في مثالنا هذا فإن البات الذي يتضمن بتات الأجهزة هو البات الرابع، وقيمته 224، والفرق مع 256 هو 32. وبالتالي فإن عناوين الشبكات الجزئية ستكون 0، 32، 64، 96، 128، 160، 192، 224.

- إن عنوان الشبكة هو العنوان الأول من سلسلة العناوين لكل شبكة جزئية، وفي مثالنا هذا فإن عناوين الشبكات الجزئية هي:  
192.168.10.0 ، 192.168.10.32 ، 192.168.10.64 ، 192.168.10.96 ، 192.168.10.128 ، 192.168.10.160 ، 192.168.10.192 ، 192.168.10.224

- لتحديد عنوان البث لكل شبكة جزئية وهو العنوان الأخير من عناوين الشبكة. يكفي أن نطرح 1 من عنوان الشبكة الجزئية التالية للحصول على عنوان البث للشبكة الجزئية.

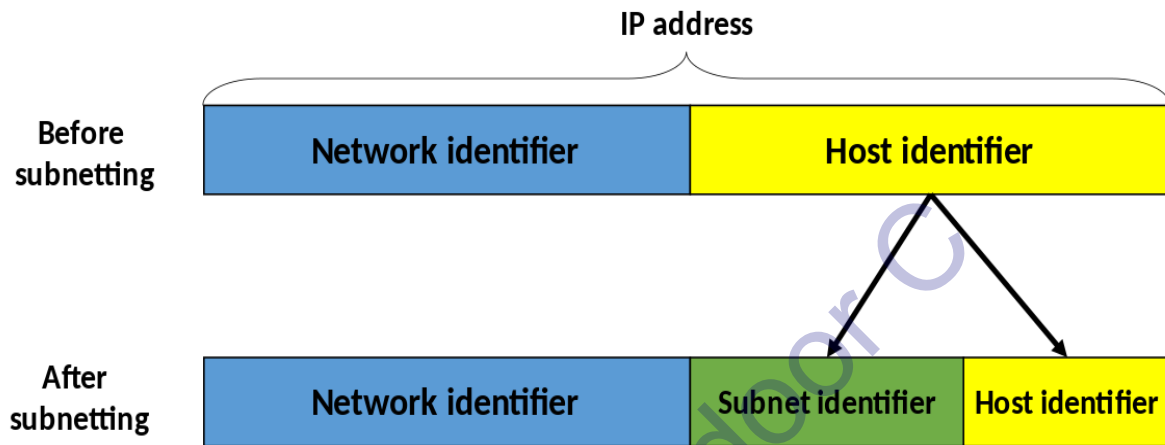
- تحديد عناوين الأجهزة في كل شبكة جزئية، وهي العناوين المحصورة بين عنوان الشبكة وعنوان البث.

يعرض الجدول التالي النتائج الخاصة بالمثل الذي درسناه:

عنوان الشبكة الجزئية	عنوان البث
192.168.10.0	192.168.10.31
192.168.10.32	192.168.10.63
192.168.10.64	192.168.10.95
192.168.10.96	192.168.10.127
192.168.10.128	192.168.10.159
192.168.10.160	192.168.10.191



192.168.10.223	192.168.10.192
192.168.10.255	192.168.10.224



التجزئة باستخدام قناع ذو حجم متغير أو ما يسمى (VLSM (Variable length subnet mask الحالة السابقة من التجزئة مناسبة عندما يراد تقسيم الشبكة إلى عدد من الشبكات ذات الأحجام المتماثلة، ولكن عندما يراد تقسيم الشبكة إلى شبكات مختلفة الحجم لابد من استخدام تقنية VLSM والتي تعرف بتجزئة الشبكة الجزئية أو يقال له subnetting . a subnet

فمثلاً الوصلة بين موجهين من غير المنطقي أن تكون شبكة جزئية لها نفس الحجم المخصص لشبكة خاصة تحوي العديد من الأجهزة.

وتتلخص خطوات العملية ب :

- ✓ نبدأ بترتيب الشبكات الجزئية تنازلياً بحسب الحجم، أي أن الشبكة الجزئية الأكبر هي في البداية.
- ✓ يتم تخصيص القناع المناسب للشبكة الأكبر، حيث أن القناع المناسب هو الذي يسمح بتخصيص أصغر كتلة عناوين كافية (الكتلة هي من قوى الرقم 2) مثال: في حال كانت لدينا شبكة جزئية تحتاج إلى 10 عناوين، فإن الكتلة المناسبة حجمها 16.
- ✓ بعد الانتهاء من الخطوة السابقة يتم جرد كتل العناوين المتبقية وترتب بشكل تصاعدي.
- ✓ يتم البحث عن كتلة عناوين جديدة لتناسب الشبكة الجزئية التالية .
- ✓ تعداد الخطوات 2 و 4 حتى الانتهاء.