Michel Bakni

▶ To cite this version:

Michel Bakni. . 2019, ⟨10.6084/m9.figshare.21799436⟩. ⟨hal-02147262⟩

HAL Id: hal-02147262
https://hal.science/hal-02147262

Submitted on 4 Jun 2019

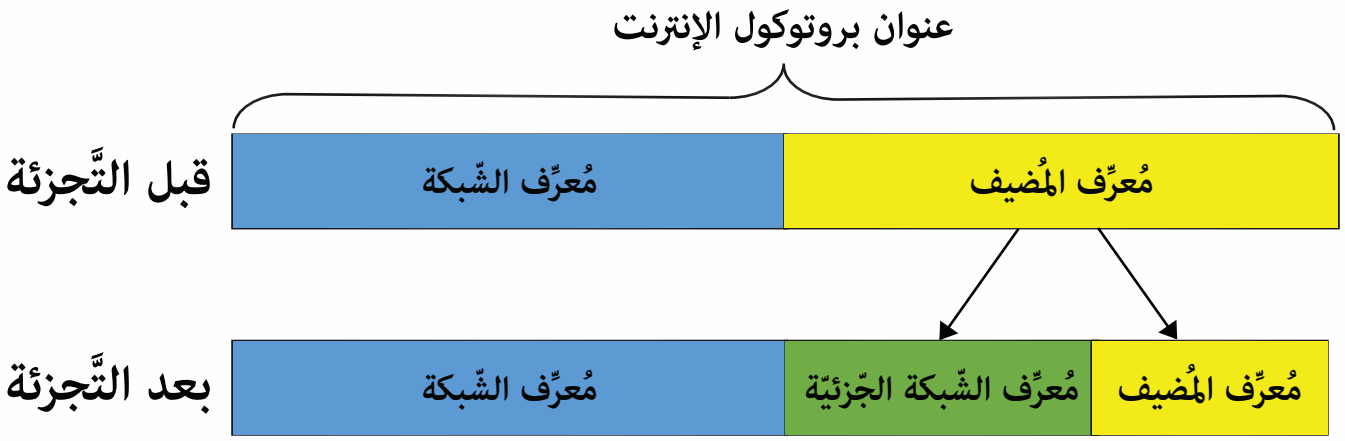
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike| 4.0 International License

مُذكَّرة في

أُصول تجزئة الشَّبكة



نُسخة مُنَقَّحة

مُذكّرة في

أُصول تجزئة الشَّبكة

م.بكني

الإصدار الثاني، 2019.

المُؤلّف: ميشيل نقولا بكني البريد الإلكتروني: Michelbakni@gmail.com

مراجعة وتدقيق: ساندرا هانبو البريد الإلكتروني:Sandra.hanbo@gmail.com

تصميم الغلاف: زينة خوري البريد الإلكتروني:Zeina159@hotmail.com

هذ العمل مُرخّص تحت رخصة المشاع الإبداعي نَسب المُصنَّف - الترخيص بالمثل 4.0 دولي. لك مطلق الحرية في:
1) المشاركة: نسخ وتوزيع ونقل العمل لأي وسط أو شكل. 2) التعديل: المزج، التحويل، والإضافة على العمل.
لأي غرض، بما في ذلك تجارياً.
لا يمكن للمرخِّص إلغاء هذه الصلاحيات طالما اتبعت شروط الرخصة. للإطلاع على نسخة من الرخصة، قم بزيارة الموقع: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ar

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercialShareAlike 4.0 International License. You are free to: 1) Share: copy and redistribute the material in any medium or format. 2) Adapt: remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.
The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms. To view a copy of this license, visit: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

الفهرس

الفهرس 4
فهرس الأشكال 6
فهرس الجداول 7
مُقدّمة الإصدار الأوّل 9
مُقدّمة الإصدار الثاني 10
بروتوكول الإنترنت 11
مُراجعة في العنونة في بروتوكول الإنترنت 11
الأساس الرياضيّ لعمليّة تجزئة الشبكة 14
عمليّة الضرب المنطقيّ 15
الانتقال بين نظاميّ العدّ الثنائيّ والعشريّ 16
الانتقال من النظام العشريّ إلى النظام الثنائيّ 16
الانتقال من النظام الثنائيّ إلى النظام العشريّ 18
نقل القناع من التمثيل العشريّ المُنقّط إلى تدوين البادئة وبالعكس 19
الانتقال من التمثيل العشري المُنقّط إلى تدوين البادئة 20
الانتقال من تدوين البادئة إلى التمثيل العشريّ المُنقّط 21
تجزئة الشبكة 22
حساب أطوال أقسام العنوان عِند تجزئة الشبكة 22
أثر أطوال الأقسام على مُحددات عمليّة التجزئة 25
حساب عنواني الشبكة والبثّ العام وأوّل وآخر عنوانين صالحين للاستخدام 27
حساب عناوين كلّ الشبكات الجزئيّة الناتجة عن التجزئة 33
قسما الشبكات الجزئيّة والمُضيف يمتدان ضمن خانةٍ واحدةٍ 33
قسما الشبكات الجزئيّة والمُضيف يمتدان على أكثر من خانة 37
اختيار أفضل قناع ليلائِم مُتطلّبات تصميم الشبكة 42
عمليّة تجزئةٍ مُحددةٌ بشرطٍ واحدٍ 43

عمليّة تجزئةٍ مُحددةٌ بشرطين 48
المُصطلحات 50
المراجع 51

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
1	اختلاف أطوال أقسام الشبكة والمُضيف في الأصناف القياسيّة الثلاثة	13
2	أقسام العناوين في الأصناف القياسيّة الثلاثة بعد التجزئة	23
3	أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة السادسة	24
4	أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة السابعة	25
5	أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الثامنة	25
6	أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الحاديّة عشرة	29
7	أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الثانية عشرة	30
8	أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الثالثة عشرة	31
9	أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الرابعة عشرة	35
10	أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الخامسة عشرة	38
11	أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة السادسة عشرة	40
12	أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة السابعة عشرة	44
13	أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الثامنة عشرة	47

فهرس الجداول

رقم الشكل	اسم الجدول	رقم الصفحة
1	أساس تقسيم الأصناف في عناوين بروتوكول الإنترنت	12
2	الأقنعة القياسيّة لأصناف بروتوكول الإنترنت	14
3	جدول الحقيقة الخاصّ بعمليّة الضرب المنطقيّ	15
4	عمليّة الضرب المنطقيّ في الحالة الدراسيّة الأولى	16
5	جدول عمليّة نقل الأعداد مِن نظام العدّ العشريّ إلى نظام العدّ الثنائيّ	17
6	الحالة الدراسيّة الثانية	18
7	أوزان المنازل الثمانيّة الأولى في نظام العدّ الثنائيّ	18
8	الحالة الدراسيّة الثالثة	19
9	جميع احتمالات قيم القناع بنظام العدّ الثنائيّ، وتوزّع الوحدان على المنازل فيها	20
10	الحالة الدراسيّة الرابعة	21
11	الحالة الدراسيّة الخامسة	22
12	حساب عنوان الشبكة في الحالة الدراسيّة الحاديّة عشرة	29
13	حساب عنوان الشبكة في الحالة الدراسيّة الثانية عشرة	31
14	حساب عنوان الشبكة في الحالة الدراسيّة الثالثة عشرة	32
15	المُكافِئات الثنائيّة من أجل أطوالٍ مُختلِفة لقسم الشبكات الجزئيّة	34
16	جميع حالات قسم الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة الرابعة عشرة	36
17	تفاصيل عناوين الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة الرابعة عشرة	36
18	بعض حالات لقسم الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسية الخامسة عشرة	38
19	تفاصيل عناوين الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة الخامسة عشرة	39
20	حساب قيم الخانات الأولى والثانية والثالثة لعناوين الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة السادسة عشرة	40

21	حساب قيم الخانات الأولى والثانية والثالثة لعناوين البثّ العام للشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة السادسة عشرة	41
22	تفاصيل عناوين الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة السادسة عشرة	42
23	قيم الأقنعة في الحالة الدراسيّة السابعة عشرة	46
24	قيم الأقنعة في الحالة الدراسيّة الثامنة عشرة	48
25	قيم الأقنعة وتفاصيل عناوين الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة التاسعة عشرة	49

مُقدّمة الإصدار الأوّل:

الحمدُ لمن وجبَ حمدُه، وعَظُم شأنه، الذي علّم الانسان بالقلم، هو من رفع شأن أصحاب العلم، وغرس فيهم عقولاً نوابغ وأفئدة صوارم، لا تجذع لقول الحق، ولا تملّ التدقيق والبحث، فجعلهم أمثلة تحتذى، ومنارات ترتجى، هو العالم العليم، وبه نستعين ..

أمّا بعد ..

رداً على الكثرة الوفيرة التي وردتني من استفسارات حول مسألة تجزئة الشبكات، وعن عمادِها، سواءَ عن الأسس النظريّة التي تدعمُها أو القواعد الرياضيّة التي تحكمُها، قمتُ بشكل حثيثٍ بإنجاز هذا العملِ ليكونَ تحفةَ الناظر، ومُنتهى الباحث، ومرجعاً عربيّ اللسان، وسليمَ اللغة وصحيح المنطق ومُمتع الأسلوب.

أمّا فيما يخصُ ترتيبَ ما جاءَ في هذه المُذكّرة فقد راعيتُ التتابع في التقديم، والتتالي في الطرح، فهي تبدأ بالسهل البسيط، ثُمّ تَجمّعُ المفاهيمَ والمبادئ، وتبني رويداً رويداً مفاهيمَ جديدةً أكثرَ تعقيداً وأشدَّ فعاليّة عِند الاستعمال.

وتطلبُ هذه المذكرةُ من قارئِها معرفةً بسيطةً بأساسيّات علوم الشبكات، وإلماماً مُتوسّطاً بأنظمةِ العدّ المُختلفة، وخاصةً الثنائيّ منها وقد تجاوزت متعمداً في غير موقعٍ بعضَ المفاهيم المُتعلقة بنظام العد الثنائي، لكي يبقى التركيزُ منصبّاً على الغرض الأساسيّ الذي كُتبت هذه المُذكرة من أجله وهو تجزئة الشبكة.

إنّ طبيعة هذه المذكرة والأسلوبَ الذي كتبت فيه، تجعل منها صالحة لحل أيّ قضيةٍ تتعلقُ بتجزئة الشبكات، أو تبديد أيّ غموضٍ يتعلقُ بحساباتها، وقد دعّمتها بتسع عشرة حالةً دراسيّة دقيقةَ الحلِ، بيّنةَ الأسلوب، مُرفقةً بالرسوم التوضيحيّة والجداول التفصيليّة التي تجعلُ تتبع مراحل الحل أمراً سهلاً يسيراً.

وإنّي لأترجى أن يَكونَ ما استغرقهُ إعدادُ هذه المذكرة من وقت، وما استنفذهُ من جهد، خيراً على هذه الأمّة فيصلحَ ما أفسده الدهرُ في بنيانها وينيرَ دربَ الماضين في ركابها .

اللاذقية 10-3-2015

مُقدّمة الإصدار الثاني:

الحمدُ لله الذي أعظمَ للعلماء أجورَهم، وشرحَ بالمعرفة صدورَهم، الذي علّمَ الإنسان بالقلم، أرادَهُ على صورتِه ومثالِه، فأحسن التصميم، ونفخَ فيه من روحه، فجاءَ في أتمّ تقويم، هو أهلُ المدحِ والثناء، نحمدُهُ على توفيقه ولا نَمَلُّ، ونشكرُهُ على امتنانِه ولا نَكِلُّ، وبهِ نستعين ..

أمّا بعدُ ..

أربعة أعوامٍ قد مرّت على طرح الإصدار الأوّل من كتاب "مُذكّرةٌ في أصول تجزئة الشبكة"، لاقى فيه ما لاقاهُ من استحسانٍ وانتقاد، وقد حَرصْتُ على تجميع الاثنين، ليَكونا تغذيّةً راجعةً تفيدُ في إخراج نسخةٍ أُخرى مُنقّحةٍ أصوّب فيها ما ورد من أخطاءٍ مطبعيّة، وأوضّح صياغة بعض العبارات، لتبديد غموضُها، وشرح مقصدِها، وقد أُفِدتُ إفادةً جمّة من رسائل البريد الإلكترونيّ التي وردتني بهذا الخصوص، فاقتضى الأمر التنويه شُكراً لأصحابها.

أمّا عن التغيرات التي أصابت هذا الإصدار، فبعضُها كان استبدالاً لتعابيرَ مُعرّبة وجدْتُ خلال بحثيّ في السنين الماضيّة بدائلَ أفضل لها، كاستبدال تعبير "الشبكة الفرعيّة" بآخرَ هو "الشبكة الجزئيّة"، وغيرُ ذلك. بالإضافة إلى ضبط أجزاءٍ من النصّ بالشكل، خاصّةً الحروفَ المُشددة، وبعض الكلمات التي يؤثّر ضبطُها بالشكل على معناها مثل "موافِقة" و"موافَقة"، وغيرُ ذلك.

وإنيّ إذ أطرحُ الإصدار الثاني من الكتاب تحت رخصة المشاع الإبداعيّ، ليَكون مُتاحاً للجميع في الفضاء العام بشكلٍ قانونيّ، أترجّى أن يُثري هذا الكتابُ بمُحتواه أبناءَنا الطلبة من الناطقين بالعربيّة، فيُغني معارفَهم ويُوسّع مداركَهم، ويُعينهم في رحلتهم العلميّة، ويخدم بذلك صالحَ الأمّة، ويُعلي شأنَها بين الأقوام والشعوب.

واللهُ من وراء المقصد

وهو الموفق والمعين

بايون 28-4-2019

مُذكّرة في
أُصول تجزئة الشَّبكة

• بروتوكول الإنترنت

بروتوكول الإنترنت Internet Protocol IP هو بروتوكول تشبيكٍ يعمل في الطبقة الثالثة من نموذج الإنترنت TCP/IP، طُوّرت إصدارته الأولى في سبعينيات القرن العشرين على يد مجموعةٍ من مُهندسي وكالة مشاريع الأبحاث الدفاعيّة المُتطوّرة DARPA التابعة لوزارة الدفاع الأمريكيّة DoD .

يعمل بروتوكول الإنترنت على إنجاز وظيفتين أساسيّتين هُما العنونة Addressing والتقطيع Fragmentation، وللعنونة دورٌ جوهريٌّ في تحديد ملامح الشكل الحاليّ لشبكات البيانات، حيثُ تعتمدُ عمليّة التوجيه Routing بشكلٍ مُطلقٍ على آليّة العنونة الخاصّة ببروتوكول التشبيك.

لبروتوكول الإنترنت إصداران قيد الاستعمال فقط، هُما الإصدار الرابع IPv4 والإصدار السادس IPv6[1]، وسيُشار في هذه المُذكّرة إلى عناوين الإصدار الرابع من بروتوكول الإنترنت بالشكل الآتي: بروتوكول الإنترنت، أيّ بدون ذكر رقم الإصدار.

مُراجعة في العنونة في بروتوكول الإنترنت:

يُقسّمُ مجال عناوين بروتوكول الإنترنت إلى خمسة أقسامٍ تُسمّى أصنافاً، وهي A وB وC وD وE، في حين تُخصص الأصناف الثلاثة الأولى لعنونة المُضيفين، فإنّ الصَنف D استُخدم لعناوين البثّ المَجموعاتيّ Multicast[2]، فيما حُجِزَ الصَنف E لاستخداماتٍ تجريبيّة. وسيُغفل ذكر الصنفين D وE فيما سيأتي.

يُكتب عنوان بروتوكول الإنترنت باستعمال نظام العدّ الثنائيّ Binary System، طوله هو 32 بت، مُقسّمٌ إلى أربع خاناتٍ Octet طول كُلّ منها ثمانية بتات. للتسهيل، يُمكن استعمالُ التمثيل العشريّ المُنقّط

(1) للإصدار الرابع انظر [1] في ثبت المراجع، وللإصدار السادس انظر: RFC 8200: Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification.

(2) بهذا الخصوص انظر: RFC 3171: IANA Guidelines for IPv4 Multicast Address Assignments.

Decimal Notation Dotted لكتابة عناوين بروتوكول الإنترنت، حيث يتمّ تمثيل كل خانةٍ بعددٍ عشريّ وحيدٍ تتراوح قيمتُه بين العددين 0 و 255.

تمّ تقسيم مجال العناوين بحسب نظام العدّ الثنائيّ، ولا بد من إتقان هذا النظام وعمليّاته الأساسيّة، لفهم عمليّة تجزئة الشبكة بشكلٍ سليم. وتتكوّن الخانة الأولى يساراً من ثماني بتات، وقد جرى تقسيم الأصناف اعتماداً على قيمتها. في الصَنف A، تمُّ تثبيت قيمة البت الأول لتكون $(0)_2$، مع إمكانيّة اختيار أيّ قيمة للبتات السبعة المُتبقية، فيتراوح مجال الخانة الأولى بين القيمتين $(0)_{10}$ $(\mathbf{0}0000\ 0000)_2$ و $(127)_{10}$ $(\mathbf{0}111\ 1111)_2$، وقد مُنِعَ استعمال أيّ من القيمتين $(0)_{10}$ و $(127)_{10}$ في الخانة الأولى في عناوين المُضيفين لأسبابٍ مُختلفةٍ لا مجال لذكرها هاهُنا[3]، فأصبح المجال الفعليّ للخانة الأولى في الصَنف A يتراوح بين $(1)_{10}$ و $(126)_{10}$.

أمّا في الصَنف B، فقد تمّ تثبيت أول بتين من الخانة الأولى على القيمة $(10)_2$، فيَكون مجال الخانة الأولى محصُوراً بين القيمتين $(128)_{10}$ $(\mathbf{10}00\ 0000)_2$ و $(191)_{10}$ $(\mathbf{10}11\ 1111)_2$. أمّا في الصَنف C، فتمّ تثبيت أوّل ثلاث بتات من الخانة الأولى على القيمة $(110)_2$، فيَكون مجالها مَحصوراً بين القيمتين $(192)_{10}$ $(\mathbf{110}0\ 0000)_2$ و$(223)_{10}$ $(\mathbf{110}1\ 1111)_2$. ويُبين الجدول (1) هذا التصنيف.

الجدول (1): أساس تقسيم الأصناف في عناوين بروتوكول الإنترنت

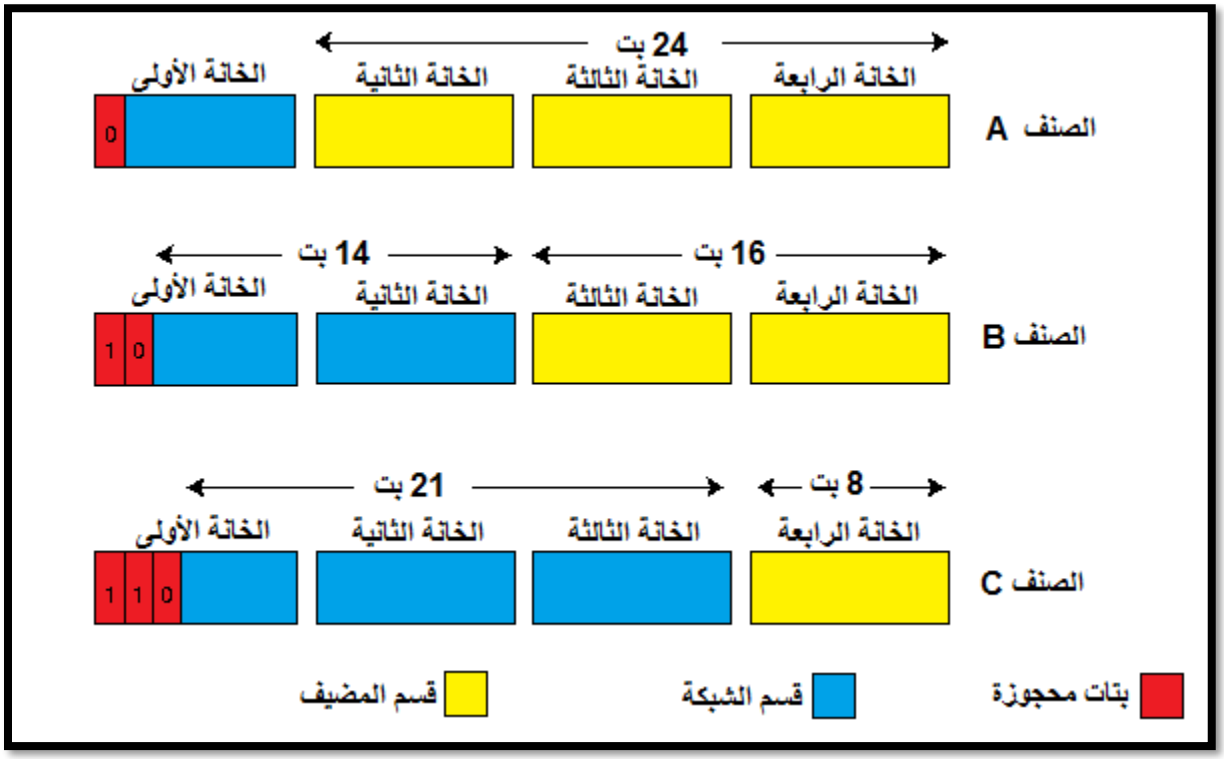
الصَنف	مجال الخانة الأولى	تتابعٌ إجباريّ للبتات في الخانة الأولى من اليسار
A	1 ← 126	0xxx xxxx
B	128 ← 191	10xx xxxx
C	192 ← 223	110x xxxx

يُقسّمُ عنوان بروتوكول الإنترنت القياسيّ إلى قسمين، هُما قسم الشبكة Network Identifier NID وقسم المُضيف Host Identifier HID. يَختلف عدد الخانات في كل قسمٍ بحسب الصَنف، ففي الصَنف A، يمتدّ قسم الشبكة على الخانة الأولى من اليسار فقط، وتُشكّل الخانات الثلاثة الأخرى قسم المُضيف، أمّا في الصَنف B، فيتشارك القسمان الخانات بالتساوي، ويمتدّ كلٌّ منهما على خانتين. وفي الصَنف C، يمتدّ قسم

[3] بهذا الخصوص انظر: RFC 3330: Special-Use IPv4 Addresses.

الشبكة على الخانات الثلاث الأولى لِتبقى خانةٌ واحدةٌ لقسم المُضيف، ويُبيّن الشكل (1) قسميّ الشبكة والمُضيف في الأصناف القياسيّة الثلاثة.

تشترك جميع العناوين التي تنتمي لنفس الشبكة بقسم الشبكة، وتختلف بقسم المُضيف. ويُسمّى العنوان الذي تَكون قيمة قسم المُضيف فيه أصفاراً في نظام العدّ الثنائيّ بعنوان الشبكة Network Address، وهو عنوانٌ مَحجوزٌ لا يُمكن منحه لأيّ مُضيفٍ.



الشكل (1): اختلاف أطوال أقسام الشبكة والمُضيف في الأصناف القياسيّة الثلاثة.

قناع الشبكة هو عددٌ رياضي يُكتب بشكلٍ مُشابهٍ لعنوان بروتوكول الإنترنت، فهو بطول 32 بتٍ مُقسّمةٍ إلى أربعة أقسامٍ يُسمّى كلٌ منها خانةً، ويُمكن التعبير عنه بنظام العدّ الثنائيّ أو بالتمثيل العشريّ المُنقّط. وللقناع ميّزةٌ فريدةٌ، فإن كُتب بنظام العدّ الثنائيّ، فهو، بدءاً من اليسار، يَتكوّن مِن تتابعٍ وحيدٍ غير مُنقطعٍ من الوحدان، يليه تتابعٌ وحيدٌ غير مُنقطعٍ من الأصفار، أيّ أنّ القناع مُكوّنٌ مِن مَجموعة وحدانٍ وحيدةٍ تليها مَجموعة أصفارٍ

وحيدة. يُعبّر عنوان الشبكة، إذا أُرفق بالقناع، عن كامل مجال العناوين الذي تُغطّيه الشبكة، وله أهميّةٌ خاصّةٌ في عمليّة التوجيه.

هناك قناعٌ خاصٌّ لكلّ صَنفٍ قياسيّ، يُسمّى قناع الصَنف القياسيّ، ويَكون عدد الوحدان فيه مُساويّاً لعدد البتات في قسم الشبكة مُضافاً إليه عدد البتات المَحجُوزة. ففي قناع الصَنف A القياسيّ، يُوجَد 8 وحدان مُتتاليّة، يليها 24 صِفراً. أمّا في قناع الصَنف B القياسيّ فهناك 16 واحداً يليه 16 صِفراً. وأخيراً، فإنّ عدد الوحدان في قناع الصَنف القياسيّ C هو 24 واحداً يليه 8 أصفارٍ. يَجمع الجدول (2) جميع التفاصيل المُتعلّقة بأقنعة الأصناف ويُوضّحها بنظاميّ العدّ العشريّ والثنائيّ.

الجدول (2): الأقنعة القياسيّة لأصناف بروتوكول الإنترنت

الصَنف	القناع بالنظام الثنائيّ	أشكال الكتابة المُختصرة	
		التمثيل العشريّ المُنقّط	تدوين البادئة
A	1111 1111 0000 0000 0000 0000 0000 0000	255.0.0.0	/8
B	1111 1111 1111 1111 0000 0000 0000 0000	255.255.0.0	/16
C	1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000	255.255.255.0	/24

- **الأساس الرياضيّ لعمليّة تجزئة الشبكة**

تعتمد عمليّة تجزئة الشبكة على مَجموعةٍ من المهارات الرياضيّة التي يُمكن إنجاز كلّ مِنها بشكلٍ مُستقلٍ، ولكن لا غِنى عنها جميعاً لنجاح عمليّة التجزئة، ويمكن جمع هذه المهارات في ثلاث عمليّات هي:

أ- عمليّة الضرب المنطقيّ AND.

ب- نقل الأعداد بين النظامين الثنائيّ والعشريّ.

ت- نقل القناع من التمثيل العشريّ المُنقّط إلى تدوين البادئة Prefix وبالعكس.

أوّلاً: عمليّة الضرب المنطقيّ

في نظام العدّ الثنائيّ، تُعرّف عمليّة الضرب المنطقيّ بأنّها عمليةٌ رياضيّةٌ تجري على بتين اثنين وينتجُ عنها بتٌ وحيد، تتحدد قيمَتُهُ بحسب قيمة البتين، فإن كانت قيمة أحد البتين صِفراً أو كانا كلاهُما كذلك، كان الناتج صِفراً، وإن كانت قيمة كلّ مِنهُما واحداً، كان الناتج واحداً. يُبيّن الجدول (3) جميع الحالات المُمكنة، ويُسمّى هذا الجدولُ بجدول الحقيقة Truth table لعمليّة الضرب المنطقيّ.

تجري عمليّة الضرب المنطقي بين عددين من نفس الطول على أساس البت، وإذا كانا مُكوّنين مِن أكثر مِن بت، فيَكون لكلّ بِتٍ منزلةٌ واحدة، ويبدأُ ترقيمُ فهرس المَنزلة من القيمة 0 للبت الأول من اليمين، ثُمّ تزداد قيمة فهرس المنزلة بمقدار واحدٍ لكلّ بتٍ مع الاتجاه إلى اليسار. إذا كان العددان مُكوّنين من أكثر من بت، فإنّ عمليّة الضرب المنطقيّ تحصل عبر ضرب كل بتين متساويين في فهرس المنزلة.

الجدول (3): جدول الحقيقة الخاصّ بعمليّة الضرب المنطقيّ

قيمة البت الأوّل	قيمة البت الثاني	ناتج العمليّة
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

حالةٌ دراسيّةٌ (1): إجراء عمليّة الضرب المنطقي بين العددين الثُنائيين $(0111\ 0110)_2$ و $(0100\ 1100)_2$.

يُبيّن الجدول (4) إجراء عمليّة الضرب المنطقيّ في الحالة الدراسيّة الأولى، وتجري العمليّة بين كل بتين لهما نفس فهرس المنزلة في العددين.

تُستخدم عمليّة الضرب المنطقيّ لحساب عنوان الشبكة، ويتمّ إجراؤها بين العنوان المدروس وقناع الشبكة، حيث تُطبّق هذه العمليّة 32 مرّة على التتابع من أجل كُلّ بتين لهما نفس فهرس المنزلة في العنوان والقناع.

الجدول (4): عمليّة الضرب المنطقيّ في الحالة الدراسيّة الأولى

فهرس المَنزلة	0	1	2	3	4	5	6	7
العدد الأول	0	1	1	0	1	1	1	0
العدد الثاني	0	0	1	1	0	0	1	0
النتيجة	0	0	1	0	0	0	1	0

ثانياً: الانتقال بين نظاميّ العدّ الثنائيّ والعشريّ

يُستعمل نظام العدّ العشريّ لكتابة الأرقام التي تُمثّل كلّ خانةٍ في عنوان بروتوكول الإنترنت، في حين أنّ الأصل في كتابة العنوان هو استخدام نظام العدّ الثنائيّ، ولكن نظراً لصعوبة كتابة وحفظ ونقل التتابعات الطويلة من البتات، تمّ اعتمادُ التمثيل العشريّ المُنقّط لكتابة عنوان بروتوكول الإنترنت، فالتمثيل العشريّ المُنقّط ليس بديلاً عن استخدام النظام الثنائيّ في كتابة عناوين بروتوكول الإنترنت، بل هو مُكافئٌ أسهل في الاستعمال.

إنّ طول كلّ خانةٍ من خانات العنوان هو 8 بتات فقط، أيّ لا يُمكن ترميز أعدادٍ عشريّة أكبر من $(2^8-1=255)$ في خانة واحدة. ومعنى ذلك استحالة وجود خانةٍ تحتوي على قيمةٍ عدديّةٍ أكبر مِن 255، وجميعُ الأعداد التي سيتمّ التعامل معها في عناوين بروتوكول الإنترنت مَحصورةٌ بين العددين $(0)_{10}$ $(0000\ 0000)_2$ و $(255)_{10}$ $(1111\ 1111)_2$.

الانتقال من النظام العشريّ إلى النظام الثنائيّ

لإيجاد المُكافئ الثنائيّ للأعداد المكتُوبة بنظام العدّ العشريّ في عناوين بروتوكول الإنترنت تُتبع الخوارزميّة:

1. حساب جميع مُضاعَفات العدد 2 وصولاً إلى القيمة 128 التي تُمثّل آخر مُضاعَف للعدد 2 يُمكنُ تمثيله بخانةٍ واحدةٍ، ثُمّ حساب مُضاعَفات العدد 2 انطلاقاً من العدد 1، وذلك بضربِه بالعدد 2، ثُمّ بضربِ الناتج بالعدد 2، وهكذا ... وستكون النتيجة هي المَجموعة: {1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128}.
2. إنشاء الجدول (5)، الذي يبدأ بأكبر مُضاعَفٍ تمّ حسابه للعدد 2، وهو العدد 128.
3. إذا كان العدد 128 أكبر من العدد المُراد نقله:

أ- الانتقال إلى الخطوة التاليّة بدون إجراء أيّ عمليّة.

ب-القيمة الجديدة للمرحلة التاليّة هي القيمة الجديدة للمرحلة الحاليّة.

ت- وضع القيمة 0 في حقل القيمة النهائيّة.

ث-الانتقال إلى السطر التالي.

إذا كان العدد 128 أصغر من العدد المُراد نقله:

أ- طرح المُضاعَف من العدد المُراد نقله.

ب- القيمة الجديدة للمرحلة التالية هي ناتج عملية الطرح في الخطوة الفرعيّة السابقة.

ت-وضع القيمة 1 في حقل القيمة النهائيّة.

ث-الانتقال إلى السطر التالي.

4. تكرار الخطوة 3 مع المُضاعَف التالي وصُولاً لأصغر مُضاعَفٍ، وهو العدد 2 نفسه، ثُمّ إضافة آخر قيمةٍ في عمود القيمة الجديدة، وستكون حصراً 0 أو 1، إلى أسفل عمود القيمة النهائيّة.
5. قراءة العدد الثنائيّ في عمود القيمة النهائيّة من الأسفل إلى الأعلى، أيّ مِن الخانة الأدنى فهرساً فيه إلى الخانة ذات الفهرس الأعلى.

الجدول (5): جدول عمليّة نقل الأعداد مِن نظام العدّ العشريّ إلى نظام العدّ الثنائيّ

مُضاعَفات العدد 2	المُضاعَف التالي أكبر من القيمة الجديدة ؟	العمليّة	القيمة الجديدة	القيمة النهائيّة

<u>حالةٌ دراسيّةٌ (2)</u>: إيجاد المُكافئ الثنائيّ للعدد العشريّ $(200)_{10}$.

يُبيّن الجدولُ (6) استخدام الخوارزميّة السابقة لحساب المُكافئ الثنائيّ.

وتَكون النتيجة النهائيّة:

$$(200)_{10} = (11001000)_2$$

الجدول (6): الحالة الدراسيّة الثانية

مُضاعَفات العدد 2	المُضاعَف التالي أكبر من القيمة الجديدة ؟	العمليّة	القيمة الجديدة	القيمة النهائيّة
128	لا	128 −200	72	1
64	لا	64−72	8	1
32	نعم	−	8	0
16	نعم	−	8	0
8	لا	8−8	0	1
4	نعم	−	0	0
2	نعم	−	0	0
إضافة آخر قيمة في عمود القيمة الجديدة إلى أسفل عمود القيمة النهائية				0

الانتقال من النظام الثنائيّ إلى النظام العشريّ

لإيجاد المُكافئ العشريّ لعددٍ مكتوبٍ بنظام العدّ الثنائي، ومُكوّن من ثمانية بتات، تُتبع الخوارزميّة التاليّة:

1. ترقيم الخانات بدءاً من اليمين، وانطلاقاً من الصفر، وتُسمّى هذه الأرقام بالمنازل (جمع منزلة).
2. إيجاد وزن كل منزلة باستخدام العلاقة 2^x، حيث x هي فهرس المنزلة، ويُبيّن الجدول (7) أوزان المنازل للبتات الثمانيّة بالترتيب.
3. إيجاد القيمة العشريّة المُكافئة لكل بتٍ من خلال حساب جداء قيمة البت في وزنه.
4. إيجاد مَجموع القيم العشريّة، والناتج هو المُكافئ العشريّ للعدد الثنائيّ.

الجدول (7): أوزان المنازل الثمانيّة الأولى في نظام العدّ الثنائيّ

فهرس المنزلة	0	1	2	3	4	5	6	7
وزن المنزلة	1	2	4	8	16	32	64	128

حالةٌ دراسيّةٌ (3): إيجاد المُكافئ العشريّ للعدد الثنائيّ $(1011\ 1001)_2$.

يُبيّن الجدول (8) استخدام الخوارزميّة السابقة لحساب المُكافئ العشريّ.

الجدول (8): الحالة الدراسيّة الثالثة

فهرس المنزلة	0	1	2	3	4	5	6	7
وزن المنزلة	1	2	4	8	16	32	64	128
قيمة البت	1	0	0	1	1	1	0	1
القيمة العشريّة	1x1	2x0	4x0	8x1	16x1	32x1	64x0	128x1
	1	0	0	8	16	32	0	128
المَجموع	185 = 128 + 32 + 16 + 8 + 1							

وتكون النتيجة النهائيّة:

$$(185)_{10} = (1011\ 1001)_2$$

ثالثاً: نقل القناع من التمثيل العشريّ المُنقّط إلى تدوين البادئة وبالعكس

يتكوّن قناع الشبكة من أربع خانات طول كلّ منها ثمانية بتات، وهو يُكتب بنظام العدّ الثنائيّ، ويتمّ نقل قيمة كُلّ خانةٍ فيه إلى العدد العشريّ المُقابل، يكون عدد الأعداد التي تحتوي على مجموعة وحدانٍ مُتتاليةٍ غير مُنقطعةٍ محدوداً، وهناكَ تسعُ قيمٍ مُختلفةٍ فقط لأيّ خانةٍ في القناع، وهي إحدى القيم من المجموعة التالية: {0, 128, 192, 224, 240, 248, 252, 254, 255}، إنّ حفظ هذه القيم يُسهّل ويُسرّع عمليّة نقل الأقنعة بين أنظمة الكتابة المُختلفة. ويُبيّن الجدول (9) هذه الأعداد في نظام العدّ العشريّ مع مُقابِلاتها الثنائيّة.

يُكتب القناع بواحدةٍ من طريقتين، الأولى هي التمثيل العشريّ المُنقّط، حيث تُكتب القيم العشريّة للخانات الأربعة مَفصولةً بنقاط. أمّا الثانية، فهي طريقة تدوين البادئة، حيث يتمّ عدّ الوحدان المُتتاليّة في القناع، وليكُن عددها x مثلاً، ثُمّ يُكتب القناع بالشكل /x. إنّ كلتا الطريقتين مُتكافئتان، ويُمكن نقل أيّ قناعٍ مكتوبٍ بأحد الشكلين إلى الآخر وبالعكس[4].

[4] بهذا الخصوص انظر ص2 في: RFC 1878 Variable Length Subnet Table For IPv4.

الجدول (9): جميع احتمالات قيم القناع بنظام العدّ الثنائيّ، وتوزّع الوحدان على المنازل فيها

الفهرس / القيمة	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	1	0	0	0	0	0	0	0
192	1	1	0	0	0	0	0	0
224	1	1	1	0	0	0	0	0
240	1	1	1	1	0	0	0	0
248	1	1	1	1	1	0	0	0
252	1	1	1	1	1	1	0	0
254	1	1	1	1	1	1	1	0
255	1	1	1	1	1	1	1	1

الانتقال من التمثيل العشريّ المُنقّط إلى تدوين البادئة

يُمكن نقل أيّ قناعٍ مَكتوبٍ بالتمثيل العشريّ المُنقّط إلى تدوين البادئة باتباع الخوارزميّة التاليّة:

1. نقل الأعداد العشريّة في خانات القناع الأربعة إلى أعداد ثنائيّةٍ مكتوبةٍ بنفس الترتيب.
2. عدّ الوحدان المُتتاليّة، وليكُن عددها x، فيَكون القناع بتدوين البادئة هو x/.

حالةٌ دراسيّةٌ (4): نقل القناع 255.240.0.0 المَكتوب بالتمثيل العشريّ المُنقّط، إلى تدوين البادئة.

يُمكن الاستعانة بالجدول (9) لنقل الأرقام بين نظامي العدّ العشريّ والثنائيّ، دون الحاجة لإجراء الحساب الرياضيّ من أجل كُلّ قيمةٍ، أمّا الجدول (10) فيُبيّن مراحل الحلّ بالتفصيل.

الجدول (10): الحالة الدراسيّة الرابعة

القناع بالتمثيل العشريّ المُنقّط	0	0	240	255
القناع بنظام العدّ الثنائيّ	0000 0000	00000 0000	1111 0000	11111 1111
عدد الوحدان	0	0	4	8
عدد الوحدان الكُليّ هو 12 و تدوين البادئة للقناع هو 12/				

الانتقال من تدوين البادئة إلى التمثيل العشريّ المُنقّط

يُمكن نقل أيّ قناع مكتوبٍ بتدوين البادئة إلى التمثيل العشريّ المُنقّط باتباع الخوارزمية:

1. كتابة عددٍ من الوحدان يُوافِق طول القناع، فطول القناع هو مافيه مِن وحدانٍ. فمثلاً، إذا كان تدوين البادئة هو 10/، فيجب كتابة عشر وحدان مُتتاليّة.
2. إكمال عدد البتات إلى 32 بتٍ بإضافة أصفارٍ من جهة اليمين.
3. تقسيم الناتج إلى أربع خاناتٍ، كلٌ منها بطول ثمانيّة بتات.
4. نقل مُحتوى كلّ خانةٍ من نظام العدّ الثنائيّ إلى نظام العدّ العشريّ
5. كتابة الخانات الأربعة مَفصولةً بنقاط (.)، بذات ترتيب ورودها.

<u>حالةٌ دراسيّةٌ (5):</u> نقل القناع 15/ المكتوب بتدوين البادئة إلى التمثيل العشريّ المُنقّط.

يُبيّن الجدول (11) تطبيق الخوارزميّة السابقة لنقل القناع إلى التمثيل العشريّ المُنقّط المُكافئ وهو 255.254.0.0. يُمكن الاعتماد على الجدول (9) لتسهيل عمليّة نقل القناع مِن نظام العدّ الثنائيّ إلى العشريّ في الخطوة الأخيرة.

الجدول (11): الحالة الدراسيّة الخامسة

كتابة عدد الوحدان المُوافِق	1111 1111 1111 111			
إضافة الأصفار من اليمين	1111 1111 1111 1110 0000 0000 0000 0000			
التقسيم إلى أربع خانات	1111 1111	1111 1110	0000 0000	0000 0000
القيمة العشريّة المُكافئة	255	254	0	0

- **تجزئة الشبكة**

تُعرّف عمليّة التجزئة القياسيّة للشبكة بأنّها إنتاج شبكاتٍ جزئيّة ذوات مجالات عناوين أصغر مِن مجال عناوين شبكة قياسيّة ما مِن الأصناف A أو B أو C[5]. تجري عمليّة التجزئة على عناوين الشبكات فقط، ولها أساسٌ رياضيٌّ يعتمد على بُنية عنوان بروتوكول الإنترنت ونظام العدّ الثنائيّ.

تُضيف عمليّة تجزئة الشبكة قسماً جديداً هو قسم الشبكات الجزئيّة Subnet Identifier SID، ليصبح عدد الأقسام المُكوّنة للعنوان أربعةً بدلاً من ثلاثةٍ. بعد التجزئة، يظلُّ طولا قسمي البتات المَحجوزة والشبكة كما كانا بدون تغيير، أمّا قسم المُضيف فإنّه يخسر عدداً من بتاته التي تُقتطَع لتشكيل قسم الشبكات الجزئيّة.

<u>أولاً:</u> حساب أطوال أقسام العنوان عِند تجزئة الشبكة

لإنجاز عمليّة التجزئة، أيّاً كان صَنف عنوان الشبكة، يجب حساب أطوال الأقسام الأربع التي تُشكّل العنوان وهي قسم الشبكة وقسم الشبكات الجزئيّة وقسم المُضيف، أيّاً كان صنف الشبكة التي يتمّ تجزئتها، وطول كلّ قسمٍ هو عدد البتات فيه.

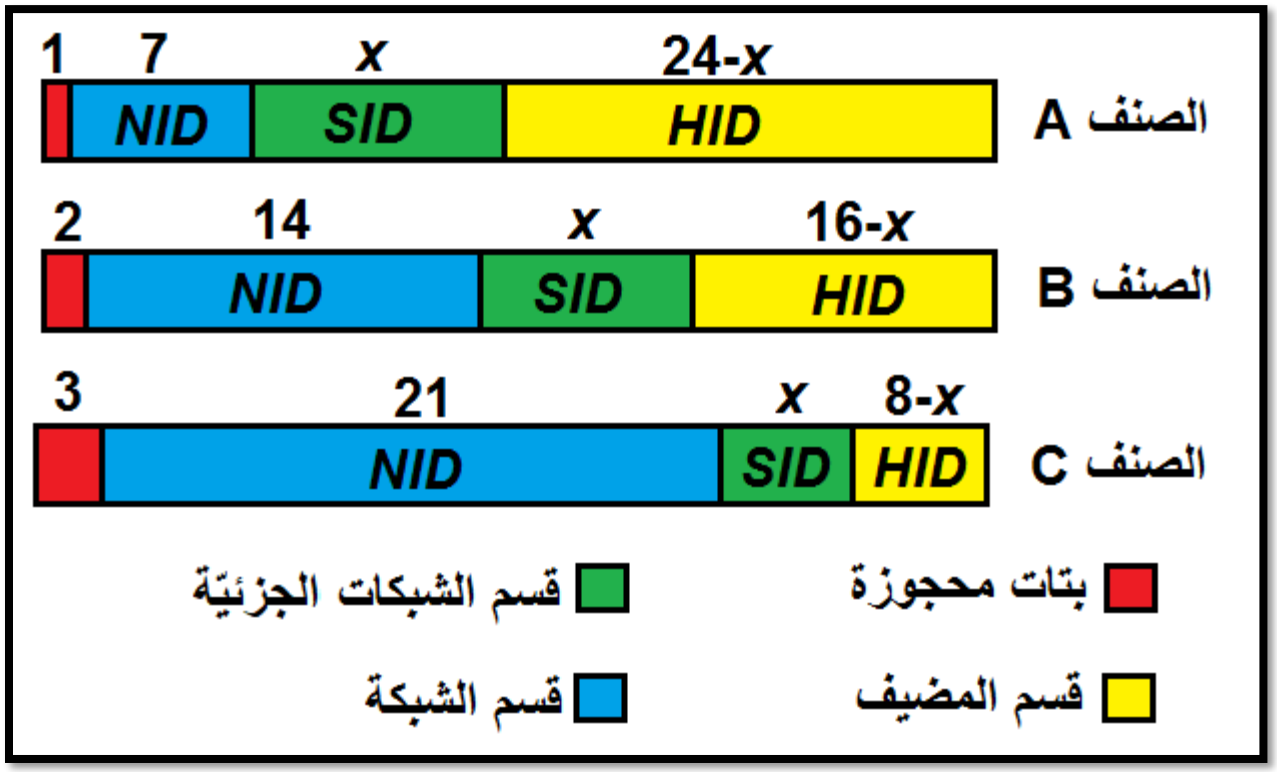
بسبب وجود ثلاثة أصنافٍ قياسيّة للعناوين، فهناك ثلاث حالاتٍ مُمكنةٌ للتجزئة القياسيّة، ويُبيّن الشكل (2) هذه الحالات وهي:

1. تجزئة شبكة قياسيّة من الصَنف C.
2. تجزئة شبكة قياسيّة من الصَنف B.
3. تجزئة شبكة قياسيّة من الصَنف A.

(5) انظر [3] في ثبت المراجع.

لحساب عدد البتات في الأقسام الأربع، أيّاً كان صَنف الشبكة التي سيتمّ تجزِئَتُها، تُتبع الخطوات التاليّة:

1. يتحدد طول قسم الشبكة وعدد البتات المَحجوزة بمعرفة الصَنف، ويتحدد الصَنف بالقيمة العدديّة للخانةِ الأولى من العنوان بحسب الجدول (1)، وهو في الأصناف القياسيّة A وB وC على التوالي 7 و14 و21 بتاً، ويتعلّق عدد البتات المَحجوزة بالصَنف أيضاً، وعددها 1 و2 و3 من أجل الأصناف القياسيّة بنفس الترتيب السابق.
2. يُمثّل عدد الوحدان في القناع مَجموع أطوال البتات المَحجوزة وقسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة.
3. يُمثّل عدد الأصفار في القناع طول قسم المُضيف.



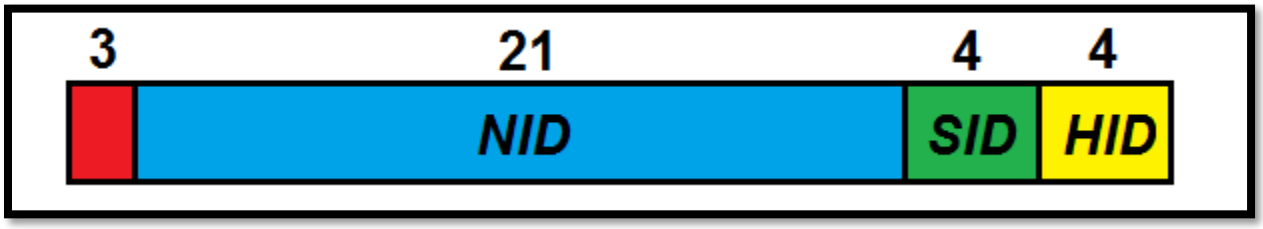
الشكل (2): أقسام العناوين في الأصناف القياسيّة الثلاثة بعد التجزئة.

<u>حالةٌ دراسيّةٌ (6):</u> تحديد أطوال أقسام العنوان عِند تجزئة الشبكة القياسيّة 200.100.10.0 بحسب القناع 255.255.255.240.

العنوان مِن الصَنف C، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 200، وهي تُحقِق المُتراجِحة (192 ≤ 200 ≤ 223)، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو ثلاث بتاتٍ، وطول قسم الشبكة هو 21 بتاً.

لتحديد عدد الوحدان في القناع، يُمكن الاستعانة بالجدول (9) وسيَكون العدد هو (28=4+8+8+8)، وهو يُشكّل مجموع أطوال البتات المَحجوزة وقسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة، وبالتالي يَكون طول قسم الشبكات الجزئيّة هو (4=3−21−28) بتات.

عدد الأصفار في القناع هو 4 أصفارٍ وهذا هو طول قسم المُضيف، ويُبيّن الشكل (3) أطوال الأقسام في الحالة الدراسيّة السادسة.



الشكل (3): أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة السادسة.

<u>حالةٌ دراسيّةٌ (7):</u> تحديد أطوال أقسام العنوان عِند تجزئة الشبكة القياسيّة 150.150.0.0 بحسب القناع 255.255.255.128.

العنوان مِن الصَنف B، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 150، وهي تُحقِق المُتراجِحة (128 ≤ 150 ≤ 191)، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو بتان فقط، وطول قسم الشبكة هو 14 بتاً.

لتحديد عدد الوحدان في القناع، يُمكن الاستعانة بالجدول (9) وسيَكون العدد هو (25=1+8+8+8)، وهو يُشكّل مجموع أطوال البتات المَحجوزة وقسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة، وبالتالي يَكون طول قسم الشبكات الجزئيّة هو (9=2−14−25) بت.

عدد الأصفار في القناع هو 7 أصفارٍ وهذا هو طول قسم المُضيف، ويُبيّن الشكل (4) أطوال الأقسام في الحالة الدراسيّة السابعة.

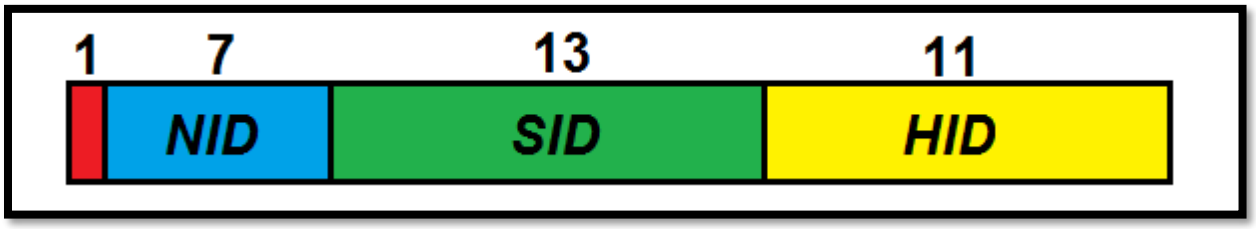
الشكل (4): أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة السابعة.

حالةٌ دراسيّةٌ (8): تحديد أطوال أقسام العنوان عِند تجزئة الشبكة القياسيّة 10.0.0.0 بحسب القناع 255.255.248.0.

العنوان من الصَنف A، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 10، وهي تُحقِق المُتراجِحة ($1 \geq 10 \geq 126$)، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو بتٌ واحدٌ فقط، وطول قسم الشبكة هو 7 بتات.

لتحديد عدد الوحدان في القناع، يُمكن الاستعانة بالجدول (9) وسيَكون العدد هو (8+8+5=21)، وهذا يُشكّل مجموع أطوال البتات المَحجوزة وقسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة، وبالتالي يَكون طول قسم الشبكات الجزئيّة هو (21−1−7=13) بت.

عدد الأصفار في القناع هو 11 صِفراً، وهذا هو طول قسم المُضيف، ويُبيّن الشكل (5) أطوال الأقسام في الحالة الدراسيّة الثامنة.



الشكل (5): أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الثامنة.

ثانياً: أثر أطوال الأقسام على مُحددات عمليّة التجزئة

لا يتمّ اختيار عدد البتات في قسمي الشبكات الجزئيّة والمُضيف بشكل عشوائيّ، بل يرتبط ذلك بشكلٍ أساسيّ بعدد الشبكات الجزئيّة الناتج عن التجزئة، وأيضاً بعدد العناوين المُتاحة للاستخدام في كلّ منها.

يحسب عدد الشبكات الجزئيّة الناتج عن عمليّة التجزئة بالعلاقة: (2^{SID})، حيث يُمثّل المُتغيّر SID عدد البتات في قسم الشبكات الجزئيّة، وسيَكون عدد الشبكات الناتج عن عملية التجزئة من مَجموعة مُضاعَفات العدد 2 وهي {... 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256}[6]. ومعنى ذلك أنّه مِن غير المُمكن، على سبيل المثال، تجزئة شبكةٍ قياسيّةٍ إلى 10 شبكات جزئيّة فقط، بل يتمّ تجزئَتُها إلى 16 شبكة جزئيّة، ثُمّ يجري استخدام 10 شبكاتٍ جزئيّةٍ من العدد الإجماليّ الناتج.

أمّا عدد العناوين المُتاحة في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ ناتجةٍ فيتعلّق بعدد البتات في قسم المُضيف، ويُحسب بالعلاقة (2^{HID} – 2)، حيث يُمثّل المُتغيّر HID عدد البتات في قسم المُضيف. ومعنى ذلك أنّ عدد بتات قسم المُضيف لا يُمكن أن يَكون 1 [7]، لأنّ عدد العناوين المُتاحة للاستخدام عِندها سيَكون صِفراً، ولا يُمكن أيضاً أن تتمّ التجزئة ليَكون عدد العناوين المُتاحة في كلّ شبكةٍ جزئيّة عدداً كيفيّاً، بل يجب أن يَكون عدد العناوين المُتاحة أحد عناصر المجموعة {... 126, 62, 30, 14, 6, 2 }.

<u>حالةٌ دراسيّةٌ (9):</u> حساب أطوال أقسام العنوان وقناع الشبكات الجزئيّة لتجزئة الشبكة 170.16.0.0 إلى 6 شبكاتٍ جزئيّةٍ.

الشبكة المدروسِة من الصَنف B، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 170، وهي تُحقِق المُتراجِحة (128≤ 170 ≤ 191) فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو بتان فقط، وطول قسم الشبكة هو 14 بتاً.

لحساب طول قسم الشبكات الجزئيّة يجب تحديد أوّل مُضاعَف للعدد 2 أكبر أو يساوي عدد الشبكات الجزئيّة المطلوب، وسيَكون 8 بتات في هذه الحالة، لأنّ (4 ≤ 6 ≤ 8)، ويَكون عدد بتات قسم الشبكات الجزئيّة هو 3 بتات، لأنّ ($8=2^3$).

لحساب طول قسم المُضيف، يجب طرح مجموع أطوال الأقسام المعلومة من طول العنوان الكليّ، وهو 32 بتاً، وسيَكون طول قسم المُضيف هو 13 بتاً، لأنّ (32−14−2−3=13).

لحساب طول القناع يجب إيجاد مجموع أطوال البتات المَحجوزة مع قسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة، وسيَكون القناع 19/ أو 255.255.224.0، لأنّ (19=3+14+2).

---

[6] بهذا الخصوص انظر ص6 في: RFC 4632: Classless Inter-domain Routing (CIDR): The Internet Address Assignment and Aggregation Plan.

[7] يُستثنى من هذا التعميم حالة خاصة وردت في: RFC 3021: Using 31-Bit Prefixes on IPv4 Point-to-Point Links.

ثالثاً: حساب عنواني الشبكة والبثّ العام وأوّل وآخر عنوانين صالحين للاستخدام

يُحجب عنوانان من الاستخدام في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ، ولا يُمكن منحهما لأيّ مُضيفٍ، وهما عنوانا الشبكة الجزئيّة Subnet Address والبثّ العام Broadcast address. لذلك، يتمّ طرح العدد 2 من إجماليّ عدد العناوين المُتاحة في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ.

عنوان الشبكة هو أصغر عنوانٍ في مجال العناوين، ويُوافِق العنوان الذي تكون قيمة قسم المُضيف فيه صِفريّة بحسب نظام العدّ الثنائيّ. إذا أُرفق هذا العنوان مع قناع الشبكة، فهو يُمثّل كامل مجال العناوين. أمّا عنوان البثّ العام، فهو أكبر عنوانٍ في مجال العناوين، وهو عنوان لكل المُضيفين، ويُوافِق العنوان الذي تكون قيمة قسم المُضيف فيه وحداناً بحسب نظام العدّ الثنائيّ، وهو يُستخدم كعنوان وجهةٍ لرسائلِ البثّ العام[8].

إنّ أوّل عنوانٍ مُتاحٍ للاستخدام هو العنوان الذي يلي عنوان الشبكة، ويُمكن منح هذا العنوان لمنفذ أحد التجهيزات في الشبكة، فيُصبح عِندها مُضيفاً Host للعنوان. يُمكن حساب هذا العنوان بزيادة قيمة $(1)_2$ على عنوان الشبكة. أمّا آخر عنوانٍ يُمكن استخدامه في مجال العناوين، فهو العنوان الذي يَسبِق عنوان البثّ العام، ويُمكن حسابه بإنقاص قيمة $(1)_2$ من عنوان البثّ العام.

حالةٌ دراسيّةٌ (10): حساب أطوال أقسام العنوان وقناع الشبكات الجزئيّة، لتجزئة الشبكة القياسيّة 195.190.1.0 إلى عددٍ مِن الشبكات الجزئيّة في كلّ مِنها 12 عنواناً مُتاحاً للاستخدام.

الشبكة المدروسَة مِن الصَنف C، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 195، وهي تُحقِق المُتراجِحة $(191 \geq 195 \geq 223)$، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو 3 بتاتٍ، وطول قسم الشبكة هو 21 بتاً.

من أجل تقسيم الشبكة ليَكون هناك 12 عنواناً مُتاحاً، سيَكون عدد العناوين الكليّ المَطلوب هو 14 عنواناً بعد إضافة عنوانيّ الشبكة والبثّ العام. يجب تحديد أول مُضاعَفٍ للعدد 2 أكبر أو يساوي عدد العناوين الكليّ المطلوب، وهو 16 في هذه الحالة، لأنّ $(8 \geq 14 \geq 16)$، ويَكون عدد بتات قسم المُضيف هو 4، لأنّ $(16=2^4)$.

[8] بهذا الخصوص انظر ص5-6 في: RFC 1219: On the Assignment of Subnet Numbers.

لحساب طول قسم الشبكات الجزئيّة، يجب طرح أطوال الأقسام جميعاً من طول العنوان الكليّ، وهو 32 بت، وسيَكون طول قسم الشبكات الجزئيّة هو 4، لأنّ (4=4−3−21−32).

لحساب طول القناع يجب إيجاد مجموع أطوال البتات المَحجوزة مع قسمي الشبكة والشبكات الجزئيّة، وسيَكون القناع 28/ أو 255.255.255.240، لأنّ (28=4+21+3).

حالةٌ دراسيّةٌ (11): حساب عنواني الشبكة والبثّ العام وأوّل وآخر عنوانين مُتاحين للاستخدام في الشبكة الجزئيّة التي ينتمي إليها العنوان: 200.220.3.7/28.

أ- تحديد أطوال الأقسام الأربعة

الشبكة المدروسَة من الصَنف C، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 200، وهي تُحقِق المُتراجِحة (191 ≤ 200 ≤ 223)، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو 3 بتات، وطول قسم الشبكة هو 21 بتاً.

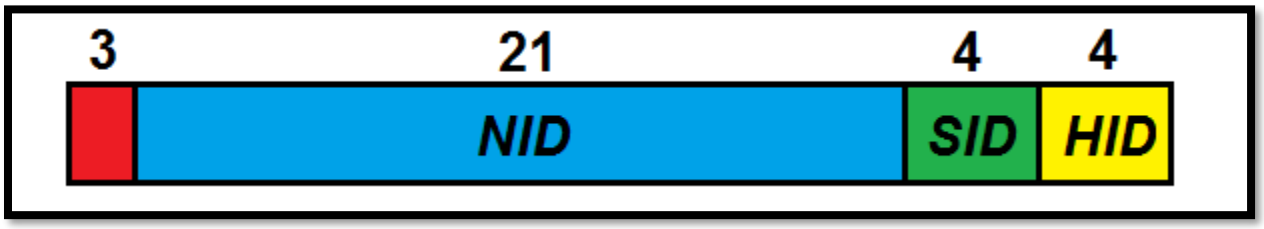
عدد الوحدان في القناع هو 28 واحداً، وهو يُشكّل مجموع أطوال قسم البتات المَحجوزة وقسم الشبكة وقسم الشبكات الجزئيّة، وبالتالي يكون طول قسم الشبكات الجزئيّة هو (4=3−21−28) بتاً.

عدد الأصفار في القناع هو 4 أصفارٍ، وهذا هو طول قسم المُضيف.

ب- حساب عنواني الشبكة والبثّ العام

لحساب عنوان الشبكة يجب إجراء عملية الضرب المنطقيّ بين العنوان المدروس والقناع، حيث يُكافَئ القناع بالتمثيل العشري المُنقّط بالشكل 255.255.255.240، ويُبيّن الجدول (12) إجراء هذه العمليّة، وقد تمّ إغفال كيفيّة إيجاد المُكافِئات الثنائيّة للأعداد العشريّة أو بالعكس للاختصار.

لحساب عنوان البثّ العام يجب استبدال الأصفار في قسم المُضيف بوحدان، وبما أنّ طول قسم المضيف هو 4 بتاتٍ مُمتدةٌ ضمن خانة واحدة فقط هي الخانة الرابعة، فإنّ قيمة الخانة الأخيرة ستتغيّر من $(\mathbf{0000}\ 0000)_2$ إلى $(\mathbf{1111}\ 0000)_2$ وهي تُكافئ القيمة $(15)_{10}$، ويَكون عنوان البثّ العام هو: 200.220.3.15.



الشكل (6): أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الحاديّة عشرة.

الجدول (12): حساب عنوان الشبكة في الحالة الدراسيّة الحاديّة عشرة

فهرس الخانة	الرابعة	الثالثة	الثانية	الأولى
العنوان بالنظام بالعشريّ	7	3	220	200
القناع بالنظام العشريّ	240	255	255	255
العنوان بالنظام الثنائيّ	0000 0111	0000 0011	1101 1100	1100 1000
القناع بالنظام الثنائيّ	1111 0000	1111 1111	1111 1111	1111 1111
ناتج عمليّة الضرب المنطقيّ	0000 0000	0000 0011	1101 1100	1100 1000
المُكافِئ العشريّ للناتج	0	3	220	200

لحساب أوّل عنوانٍ مُتاحٍ للاستخدام يجب إضافة القيمة $(1)_2$ إلى عنوان الشبكة، فيَنتج العنوان 200.220.3.1. أمّا لحساب آخر عنوانٍ مُتاحٍ للاستخدام، فيجب طرح القيمة $(1)_2$ من عنوان البثّ العام، فيَنتج العنوان 200.220.3.14.

أيّ أنّ عناوين الشبكة 200.220.3.0/28 الصالحة للاستعمال تمتدّ على مجالٍ يضمّ 14 عنواناً، يقع بين العنوانين 200.220.3.1 و200.220.3.14.

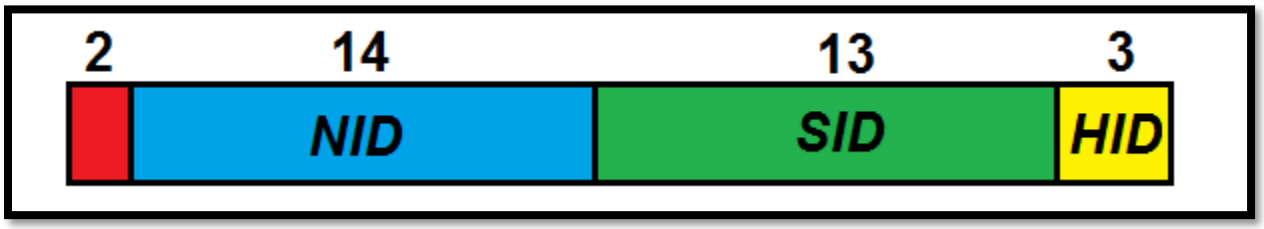
<u>حالةٌ دراسيّةٌ (12):</u> حساب عنوانيّ الشبكة والبثّ العام و أوّل وآخر عنوانين مُتاحين للاستخدام في الشبكة الجزئيّة التي يُوجَد فيها العنوان 170.16.3.22 مع القناع 255.255.255.248.

أ- تحديد أطوال الأقسام الأربعة

الشبكة المدروسَة من الصَنف B، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 170، وهي تُحقِق المُتراجِحة $(191 \leq 170 \leq 128)$، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو بتان اثنان، وطول قسم الشبكة هو 14 بتاً.

عدد الوحدان في القناع هو 29، وهذا يُشكّل مجموع أطوال البتات المَحجوزة وقسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة، وبالتالي يَكون طول قسم الشبكات الجزئيّة هو (13=2−14−29) بتاً.

عدد الأصفار في القناع هو 3 أصفارٍ وهذا هو طول قسم المُضيف. ويُبيّن الشكل (7) أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الثانية عشرة.



الشكل (7): أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الثانية عشرة.

ب- حساب عنوانيّ الشبكة والبثّ العام

لحساب عنوان الشبكة يجب إجراء عمليّة الضرب المنطقيّ بين العنوان المدروس والقناع، حيث يُكافَئ القناع بتدوين البادئة فيكتب بالشكل: 29/، ويُبيّن الجدول (13) إجراء هذه العملية، وقد تمّ إغفال عرض كيفيّة إيجاد المُكافِئات الثنائيّة للأعداد العشريّة أو بالعكس للاختصار.

لحساب عنوان البثّ العام يجب استبدال الأصفار في قسم المُضيف بوحدان، وبما أنّ طول قسم المُضيف هو 3 بتاتٍ مُمتدةٌ على خانةٍ واحدةٍ هي الخانة الرابعة، فإنّ قيمة الخانة الأخيرة ستتحوّل من $(0001\ \mathbf{0000})_2$ إلى $(0001\ \mathbf{0111})_2$، وهي تُكافِئ القيمة العشريّة 23، ويَكون عنوان البثّ العام هو: 170.16.3.23. ويُبيّن الجدول (13) التفاصيل المُتعلّقة بعمليّة الضرب المنطقيّ لحساب عنوان الشبكة.

أمّا لحساب أوّل عنوان مُتاحٍ للاستخدام فيجب إضافة القيمة $(1)_2$ إلى عنوان الشبكة، فيَنتج العنوان 170.16.3.17، ولحساب آخر عنوانٍ مُتاحٍ للاستخدام يجب طرح القيمة $(1)_2$ من عنوان البثّ العام فيَنتج العنوان 170.16.3.22. أيّ تمتدّ الشبكة 170.16.3.16/29 على مجالٍ يضمّ 6 عناوين، يقع بين العنوانين 170.16.3.17 و170.16.3.22.

الجدول (13): حساب عنوان الشبكة في الحالة الدراسيّة الثانية عشرة

فهرس الخانة	الرابعة	الثالثة	الثانية	الأولى
العنوان بالنظام بالعشريّ	22	3	16	170
القناع بالنظام العشريّ	248	255	255	255
العنوان بالنظام الثنائيّ	0001 0110	0000 0011	0001 0000	1010 1010
القناع بالنظام الثنائيّ	1111 1000	1111 1111	1111 1111	1111 1111
ناتج عملية الضرب المنطقيّ	0001 0000	0000 0011	0001 0000	1010 1010
المُكافئ العشريّ للناتج	16	3	16	170

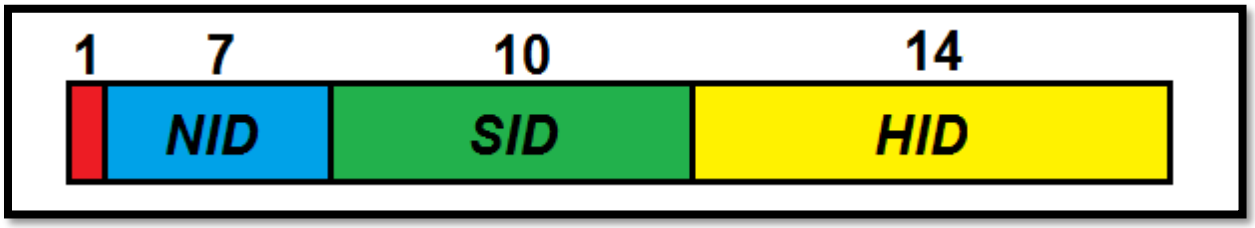
حالةٌ دراسيّةٌ (13): حساب عنوانيّ الشبكة والبثّ العام وأوّل وآخر عنوانين مُتاحين للاستخدام في الشبكة التي ينتمي إليها العنوان (115.12.3.7/18).

أ- تحديد أطوال الأقسام الأربعة

الشبكة المدروسَة من الصَنف A، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 115، وهي تُحقق المُتراجِحة ($1 \leq 115 \leq 128$)، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو 1، وطول قسم الشبكة هو 7 بتات.

عدد الوحدان في القناع هو 18، وهذا يُشكّل مجموع أطوال البتات المَحجوزة وقسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة، وبالتالي يَكون طول قسم الشبكات الجزئيّة هو (18-7-1=10) بت.

عدد الأصفار في القناع هو 14 صِفراً، وهو طول قسم المُضيف. ويُبيّن الشكل (7) أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الثالثة عشرة.



الشكل(8): أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الثالثة عشرة.

ب- حساب عنوانيّ الشبكة والبثّ العام

لحساب عنوان الشبكة يجب إجراء عملية الضرب المنطقيّ بين العنوان المدروس والقناع، حيث يُكافَئ القناع بالتمثيل العشريّ المُنقّط بالشكل: 255.255.192.0. ويُبيّن الجدول (14) إجراء هذه العمليّة، وقد تمّ إغفال عرض كيفيّة إيجاد المُكافئات الثنائيّة للأعداد العشريّة أو بالعكس للاختصار.

لحساب عنوان البثّ العام، يجب استبدال الأصفار في قسم المُضيف بوحدان. إنّ طول قسم المُضيف هو 14 بتاً، تمتدّ على خانتين هما الخانتان الثالثة والرابعة، وستتحوّل قيمة هاتين الخانتين مِن $(0000\ 0000\ .\ 0000\ 0000)_2$ إلى $(0011\ 1111\ .\ 1111\ 1111)_2$ وهذا يُكافِئ القيمتين $(63)_{10}$ و$(255)_{10}$ على التوالي، ويَكون عنوان البثّ العام هو: 115.12.63.255.

الجدول (14): حساب عنوان الشبكة في الحالة الدراسيّة الثالثة عشرة

فهرسُ الخانة	الرابعة	الثالثة	الثانية	الأولى
العنوان بالنظام بالعشريّ	7	3	12	115
القناع بالنظام العشريّ	0	192	255	255
العنوان بالنظام الثنائيّ	0000 0111	0000 0011	0000 1100	0111 0011
القناع بالنظام الثنائيّ	0000 0000	1100 0000	1111 1111	1111 1111
ناتج عملية الضرب المنطقيّ	0000 0000	0000 0000	0000 1100	0111 0011
المُكافِئ العشريّ للناتج	0	0	12	115

لحساب أوّل عنوانٍ مُتاحٍ للاستخدام يجب إضافة القيمة $(1)_2$ إلى عنوان الشبكة، وتجري عمليّة الإضافة على العنوان مَكتوباً بنظام العدّ الثنائيّ، ثُمّ تتمّ عمليّة النقل إلى نظام العدّ العشريّ، فيَنتج العنوان 115.12.0.1. أمّا لحساب آخر عنوانٍ مُتاحٍ للاستخدام، فيجب طرح القيمة $(1)_2$ من عنوان البثّ العام مكتوباً بنظام العدّ الثنائيّ، ثُمّ نقله لنظام العدّ العشريّ فيَنتج العنوان 115.12.63.254.

أيّ تمتدّ عناوين الشبكة 115.12.0.0/18 المُتاحة للاستعمال على مجالٍ يضمّ $(2^{14}-2=16382)$ عنواناً، ويقع بين العنوانين 115.12.0.1 و115.12.63.254.

رابعاً: حساب عناوين كلّ الشبكات الجزئيّة الناتجة عن التجزئة

يُمكن تجزئة شبكةٍ قياسيّةٍ إلى عدد من الشبكات الجزئيّة من مُضاعَفات العدد 2. يَكون لكلّ شبكةٍ جزئيّةٍ عنوانٌ خاصٌّ بها يُمثّل مجال العناوين الذي تُغطّيه. عِند التجزئة لعددٍ مُحددٍ من المُضيفين، يُمكن تمييز حالتين، هما:

أ- قسما الشبكات الجزئيّة والمُضيف يمتدّان ضمن خانةٍ واحدةٍ فقط.

ب-أحد قسمي الشبكات الجزئيّة أو المُضيف أو كلاهما يمتدّ على أكثر من خانةٍ.

ولكلّ حالةٍ من الحالتين السابقتين أسلوب مُعالجةٍ خاصٌ به.

قسما الشبكات الجزئيّة والمُضيف يمتدان ضمن خانةٍ واحدةٍ

تشمل هذه الحالة عناوين الشبكات من الصنف C فقط، حيث لا يتجاوز قسما الشبكات الجزئيّة والمُضيف حدود الخانة الرابعة. ولإيجاد كُلّ عناوين الشبكات الجزئيّة المتاحة يُمكن اتباع الخوارزميّة التاليّة:

1. حساب عنوان الشبكة القياسيّة، ثُمّ تحديد أطوال أقسام العنوان الذي سينتج عن التجزئة (البتات المَحجوزة – قسم الشبكة – قسم الشبكات الجزئيّة – قسم المُضيف).
2. كتابة كلّ الحالات المُمكنة لقسم الشبكات الجزئيّة، ويختلف عدد الحالات بحسب طول القسم، أي بحسب عدد بتات فيه. ويُحسب عدد الحالات بالعلاقة (2^{SID})، حيث يُمثّل المُتغيّر SID عدد البتات في قسم الشبكات الجزئيّة. تتطلب هذه الخطوة معرفةً جيّدة بنظام العدّ الثنائيّ، وفي حال عدم توافرها، يُمكن الاعتماد على الجدول (15) الذي يُبيّن ترميز أوّل 16 حالةً مُمكنة في نظام العدّ الثنائيّ، مِن أجل عدد بتات مُساوٍ للقيم 2 و3 و4 على الترتيب في قسم الشبكات الجزئيّة.

لا يَختلف هذا الترميز مهما كان طول قسم الشبكات الجزئيّة. فمثلاً، سيَكون ترميز الحالة ذات الفهرس 2 هو $(10)_2$، عِندما يَكون طول قسم الشبكات الجزئيّة مُساوٍ للقيمة 2، و $(010)_2$ من أجل طولٍ مُساوٍ للقيمة 3، و$(0010)_2$ من أجل طولٍ مساوٍ للقيمة 4، و$(00010)_2$ من أجل طولٍ مُساوٍ للقيمة 5، لأنّ زيادة الأصفار من اليسار لا تُؤثّر على قيمة العدد.

الجدول (15): المُكافِئات الثنائيّة من أجل أطوالٍ مُختلِفة لقسم الشبكات الجزئيّة

الحالة	الحالات المُمكِنة عِندما (SID=2)	الحالات المُمكِنة عِندما (SID=3)	الحالات المُمكِنة عِندما (SID=4)
0	00	000	0000
1	01	001	0001
2	10	010	0010
3	11	011	0011
4		100	0100
5		101	0101
6		110	0110
7		111	0111
8			1000
9			1001
10			1010
11			1011
12			1100
13			1101
14			1110
15			1111

3. من أجل كل حالةٍ من الحالات المُمكنة، يجري توليد عنوان الشبكة الجزئيّة بحسب نظام العدّ الثنائيّ كما مايلي:

a. تظلّ أطوال وقيم البتات المَحجوزة وقسم الشبكة كما هما بدون تغيير، وهما مُشتركان بين عنوان الشبكة القياسيّة وجميع عناوين الشبكات الجزئيّة.

b. يُضاف قسم الشبكات الجزئيّة بحسب القيمة المُوافِقة لكلّ حالة.

c. يَكون قسم المُضيف صِفريّاً، لأنّ العنوان المَحسوب هو عنوان شبكةٍ.

4. نقل العنوان إلى التمثيل العشريّ المُنقّط.
5. حساب عناوين البثّ العام وأوّل وآخر عنوانين مُتاحين للاستخدام في كل شبكة جزئيّة مَحسوبةٍ في الخطوات السابقة.

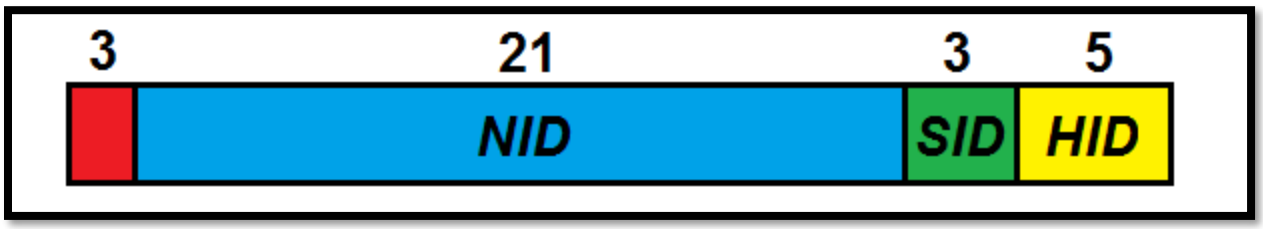
حالةٌ دراسيّةٌ (14): حساب كُلّ عناوين الشبكات الجزئيّة والبثّ العام وأوّل وآخر عنوانين صالحين للاستخدام في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ ناتجةٍ عن تجزئة الشبكة القياسيّة 200.100.10.0 وفق القناع 255.255.255.224.

أ- تحديد أطوال الأقسام الأربعة

الشبكة المدروسِة من الصَنف C، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 200، وهي تُحقق المُتراجِحة $192 \leq 200 \leq 223$، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو 3 بتات، وطول قسم الشبكة هو 21 بتاً.

عدد الوحدان في القناع هو 27 واحداً، وهو يُشكّل مجموع أطوال البتات المَحجوزة وقسم الشبكة وقسم الشبكات الجزئيّة، وبالتالي يَكون طول قسم الشبكات الجزئيّة هو (27-21-3=3) بت.

عدد الأصفار في القناع هو 5 أصفار، وهو طول قسم المُضيف. ويُبيّن الشكل (9) أقسام العنوان الأربعة في الحالة الدراسيّة الرابعة عشرة، حيث يتشارك قسما الشبكات الجزئيّة و المُضيف بتات الخانة الأخيرة من خانات العنوان ولا يتجاوزان حدودها.



الشكل(9): أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الرابعة عشرة.

ب- حساب عناوين الشبكات الجزئيّة

عدد بتات قسم الشبكات الجزئيّة هو 3 بتاتٍ، أيّ هناك (2^3=8) شبكاتٍ جزئيّة. ويُبيّن الجدول (16) جميع حالات قسم الشبكات الجزئيّة مع حساب قيمة الخانة الرابعة من أجل قيمٍ صِفريّة وواحديّة لقسم المُضيف.

ويُمكن استخدام الجدول (15) للحصول على قيمة الخانة الرابعة، وأيضاً ولحساب عناوين الشبكات الجزئيّة وعناوين البثّ العام.

الجدول (16): جميع حالات قسم الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة الرابعة عشرة

حالات قسم الشبكات الجزئيّة	قيمة الخانة الرابعة من أجل قسم مُضيفٍ كلّه أصفار		قيمة الخانة الرابعة من أجل قسم مُضيفٍ كلّه وحدان	
000	**000**0 0000	0	**000**1 1111	31
001	**001**0 0000	32	**001**1 1111	63
010	**010**0 0000	64	**010**1 1111	95
011	**011**0 0000	96	**011**1 1111	127
100	**100**0 0000	128	**100**1 1111	159
101	**101**0 0000	160	**101**1 1111	191
110	**110**0 0000	192	**110**1 1111	223
111	**111**0 0000	224	**111**1 1111	255

الجدول (17): تفاصيل عناوين الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة الرابعة عشرة

عنوان الشبكة الجزئيّة	أوّل عنوانٍ مُتاح	آخر عنوانٍ مُتاح	عنوان البثّ العام
200.100.10.0	200.100.10.1	200.100.10.30	200.100.10.31
200.100.10.32	200.100.10.33	200.100.10.62	200.100.10.63
200.100.10.64	200.100.10.65	200.100.10.94	200.100.10.95
200.100.10.96	200.100.10.97	200.100.10.126	200.100.10.127
200.100.10.128	200.100.10.129	200.100.10.158	200.100.10.159
200.100.10.160	200.100.10.161	200.100.10.190	200.100.10.191
200.100.10.192	200.100.10.193	200.100.10.222	200.100.10.223
200.100.10.224	200.100.10.225	200.100.10.254	200.100.10.255

لحساب أوّل عنوانٍ مُتاح في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ يتمّ إضافة قيمة $2_{(1)}$ إلى عنوان الشبكة الجزئيّة. أمّا لحساب آخر عنوانٍ مُتاحٍ للاستخدام في مجال العناوين الذي تغطّيه الشبكة، فيتمّ طرح القيمة $2_{(1)}$ من عنوان البثّ العام الخاصّ بها. ويُبيّن الجدول (17) تفاصيل الحسابات للشبكات الجزئيّة الثمانيّة.

قسما الشبكات الجزئيّة والمُضيف يمتدان على أكثر من خانة

تَشمل هذه الحالة عناوين الشبكات من الصَنفين A وB، ولا يُوجد اختلافٌ في آليّة التجزئة، حيث تَصْلُح خوارزميّة الحلّ السابقة في هذه الحالة أيضاً. ولكنّ يجب الانتباه في الخطوتين الثانية والثالثة مِنها إلى احتمال امتداد أحد قسميّ الشبكات الجزئيّة أو المُضيف أو كلاهما معاً على أكثر مِن خانةٍ، خاصّةً عِند إجراء عمليّة النقل إلى نظام العدّ العشريّ. ويجب عِندها نقل الأعداد الثنائيّة في كلّ خانةٍ على حدىً بغض النظر عن امتداد العدد الثنائيّ على أكثر مِن خانةٍ.

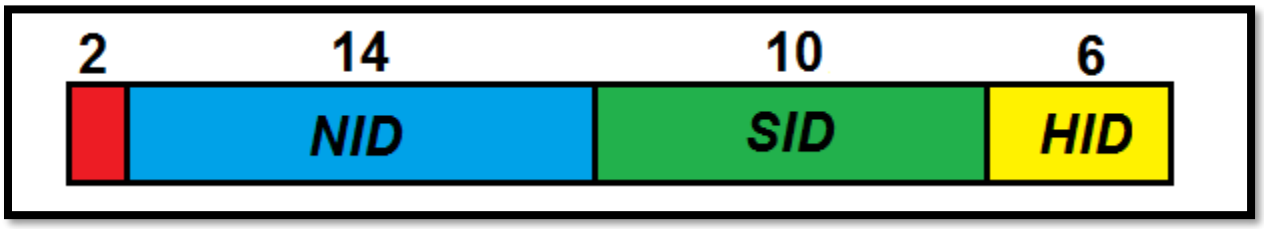
حالةٌ دراسيّةٌ (15): حساب كُلّ عناوين الشبكات الجزئيّة و البثّ العام وأوّل وآخر عنوانٍ لجميع الشبكات الجزئيّة الناتجة عن تجزئة الشبكة 130.4.0.0 باستخدام القناع 255.255.255.192.

أ- تحديد أطوال الأقسام الأربعة:

الشبكة المدروسة من الصَنف B، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 130، وهي تُحقِق المُتراجِحة $(128 \leq 130 \leq 191)$، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو بتان فقط، وطول قسم الشبكة هو 14 بتاً.

يكتب القناع بتدوين البادئة بالشكل 26/ أيضاً، فيَكون عدد الوحدان في القناع هو 26 واحداً، وهذا يُشكّل مجموع أطوال البتات المَحجوزة وقسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة، وبالتالي يَكون طول قسم الشبكات الجزئيّة هو (10=2-14-26) بتاً.

عدد الأصفار في القناع هو 6 أصفارٍ وهذا هو طول قسم المُضيف. ويُبيّن الشكل (10) أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الخامسة عشرة، حيث يمتدّ قسم الشبكات الجزئيّة على الخانتين الثالثة والرابعة معاً.



الشكل (10): أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الخامسة عشرة.

ب- حساب عناوين الشبكات الجزئيّة

عدد بتات قسم الشبكات الجزئيّة هو 10 بتاتٍ، أيّ هناك (2^{10}=1024) شبكةٍ جزئيّةٍ، ويُبيّن الجدول (18) بعضاً من هذه الحالات مع حساب قيمة الخانتين الثالثة والرابعة من أجل قيم صفريّة وواحديّة لقسم المُضيف. على الرغم من إدراج آخر شبكتين يمكن حسابهما في الجدول، فإنّ إجراء عمليّة الحساب بحدّ ذاتها يتطلّب مهاراتٍ خاصّة في نظام العدّ الثنائيّ، وهذا ليس محل البحث هاهنا [9].

الجدول (18): بعض حالات لقسم الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسية الخامسة عشرة

حالات قسم الشبكات الجزئيّة	قيمة الخانتين الثالثة والرابعة من أجل قسم مضيف كله أصفار		قيمة الخانتين الثالثة والرابعة من أجل قسم مضيف كله وحدان	
0000 0000 00	**0000 0000.00**00 0000	0.0	**0000 0000.00**11 1111	0.63
0000 0000 01	**0000 0000.01**00 0000	0.64	**0000 0000. 01**11 1111	0.127
0000 0000 10	**0000 0000.10**00 0000	0.128	**0000 0000.10**11 1111	0.191
0000 0000 11	**0000 0000.11**00 0000	0.192	**0000 0000.11**11 1111	0.255
0000 0001 00	**0000 0001.00**00 0000	1.0	**0000 0001.00**11 1111	1.63
0000 0001 01	**0000 0001.01**00 0000	1.64	**0000 0001.01**11 1111	1.127
0000 0001 10	**0000 0001.10**00 0000	1.128	**0000 0001.10**11 1111	1.191
:	:	:	:	:
1111 1111 10	**1111 1111 10**00 0000	255.128	**1111 1111.10**11 1111	255.191
1111 1111 11	**1111 1111 11**00 0000	255.192	**1111 1111.11**11 1111	255.255

لحساب أوّل عنوانٍ مُتاحٍ في كل شبكة جزئيّة، يتمّ إضافة القيمة $(1)_2$ إلى عنوان الشبكة. أمّا لحساب آخر عنوان مُتاحٍ للاستخدام من مجال العناوين الذي تغطّيه الشبكة، فيتمّ طرح القيمة $(1)_2$ من عنوان البثّ العام

[9] بهذا الخصوص انظر الملحق F في [4] ثبت المراجع.

الخاصّ بها. ويُبيّن الجدول (19) تفاصيل العمليّات الحسابيّة السابقة للشبكات الجزئيّة واللاتي تمّ حساب قيم الخانتين الثالثة فيهنّ.

الجدول (19): تفاصيل عناوين الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة الخامسة عشرة

عنوان الشبكة الجزئيّة	أوّل عنوانٍ مُتاح	آخر عنوانٍ مُتاح	عنوان البثّ العام
130.4.0.0	130.4.0.1	130.4.0.62	130.4.0.63
130.4.0.64	130.4.0.65	130.4.0.126	130.4.0.127
130.4.0.128	130.4.0.129	130.4.0.190	130.4.0.191
130.4.0.192	130.4.0.193	130.4.0.254	130.4.0.255
130.4.1.0	130.4.1.1	130.4.1.62	130.4.1.63
130.4.1.64	130.4.1.65	130.4.1.126	130.4.1.127
130.4.1.128	130.4.1.129	130.4.1.190	130.4.1.191
:	:	:	:
130.4.255.128	130.4.255.129	130.4.255.190	130.4.255.191
130.4.255.192	130.4.255.193	130.4.255.254	130.4.255.255

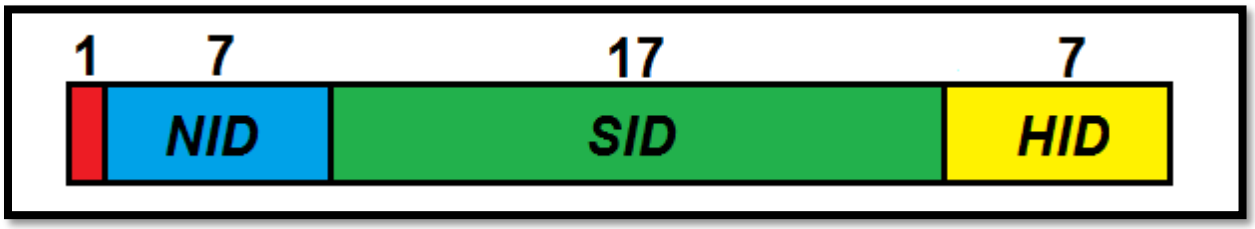
<u>حالةٌ دراسيّةٌ (16):</u> حساب كُلّ عناوين الشبكات الجزئيّة والبثّ العام وأوّل وآخر عنوانين لجميع الشبكات الجزئيّة الناتجة عن تجزئة الشبكة القياسيّة 11.0.0.0 باستخدام القناع 255.255.255.128.

أ- تحديد أطوال الأقسام الأربعة

الشبكة المدروسَة من الصَنف A، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 11، وهي تُحقِق المُتراجِحة ($1 \leq 11 \leq 128$)، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو بتٌ واحدٌ، وطول قسم الشبكة هو 7 بتاتٍ.

يُكتب تدوين البادئة بالشكل 25/ أيضاً، فيَكون عدد الوحدان في القناع هو 25 واحداً، وهو يُشكّل مَجموع أطوال البتات المَحجوزة وقسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة، وبالتالي يَكون طول قسم الشبكات الجزئيّة هو (25-7-1=17) بتاً.

عدد الأصفار في القناع هو 7 أصفارٍ، وهذا هو طول قسم المُضيف. ويُبيّن الشكل (11) أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة السادسة عشرة، حيث يمتدّ قسم الشبكات الجزئيّة على الخانات الثانية والثالثة الرابعة.



الشكل(11): أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة السادسة عشرة.

ب- حساب عناوين الشبكات الجزئيّة

عدد بتات قسم الشبكات الجزئيّة هو 17 بتاً، أيّ هناك (2^{17}=131072) شبكةٍ جزئيّةٍ. ويُبيّن الجدول (20) كيفيّة حساب قيم الخانات الثانية والثالثة والرابعة لعناوين أوّل سبع شبكاتٍ جزئيّة وآخر اثنتين.

الجدول (20): حساب قيم الخانات الأولى والثانية والثالثة لعناوين الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة السادسة عشرة.

حالات قسم الشبكات الجزئيّة	قيمة الخانات الثانية والثالثة والرابعة من أجل قسم مُضيفٍ كلّه أصفار	
0000 0000 0000 0000 0	**0000 0000.0000 0000.**0000 0000	0.0.0
0000 0000 0000 0000 1	**0000 0000.0000 0000.1**000 0000	0.0.128
0000 0000 0000 0001 0	**0000 0000.0000 0001.0**000 0000	0.1.0
0000 0000 0000 0001 1	**0000 0000.0000 0001.1**000 0000	0.1.128
0000 0000 0000 0010 0	**0000 0000.0000 0010.0**000 0000	0.2.0
0000 0000 0000 0010 1	**0000 0000.0000 0010.1**000 0000	0.2.128
0000 0000 0000 0011 0	**0000 0000.0000 0011.0**000 0000	0.3.0
:	:	:
1111 1111 1111 1111 0	**1111 1111.1111 1111.0**000 0000	255.255.0
1111 1111 1111 1111 1	**1111 1111.1111 1111.1**000 0000	255.255.128

لا يُؤثّر امتداد قسم الشبكات الجزئيّة على أكثر من خانةٍ على خوارزميّة الحلّ، ولكنّ يجب الانتباه عِند نقل الأعداد إلى نظام العدّ العشريّ، فالنقل يتمّ على أساس حدود الخانة، وليس على أساس امتداد العدد. أمّا الجدول (21)، فيُبيّن كيفيّة حساب قيم الخانات الثانية والثالثة والرابعة لعناوين البثّ العام لأوّل سبع شبكاتٍ جزئيّة وآخر اثنتين.

الجدول (21): حساب قيم الخانات الأولى والثانية والثالثة لعناوين البثّ العام للشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة السادسة عشرة

حالات قسم الشبكات الجزئيّة	قيمة الخانات الثانية والثالثة والرابعة من أجل قسم مُضيفٍ كلّه وحدان	
0000 0000 0000 0000 0	**0000 0000.0000 0000.0**111 1111	0.0.127
0000 0000 0000 0000 1	**0000 0000.0000 0000.1**111 1111	0.0.255
0000 0000 0000 0001 0	**0000 0000.0000 0001.0**111 1111	0.1.127
0000 0000 0000 0001 1	**0000 0000.0000 0001.1**111 1111	0.1.255
0000 0000 0000 0010 0	**0000 0000.0000 0010.0**111 1111	0.2.127
0000 0000 0000 0010 1	**0000 0000.0000 0010.1**111 1111	0.2.255
0000 0000 0000 0011 0	**0000 0000.0000 0011.0**111 1111	0.3.127
:	:	:
1111 1111 1111 1111 0	**1111 1111.1111 1111.0**111 1111	255.255.127
1111 1111 1111 1111 1	**1111 1111.1111 1111.1**111 1111	255.255.255

لحساب أوّل عنوان مُتاحٍ في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ، يتمّ إضافة قيمة $(1)_2$ إلى عنوان الشبكة. أمّا لحساب آخر عنوانٍ مُتاحٍ للاستخدام في مجال العناوين الذي تُغطّيه الشبكة، فيتمّ طرح القيمة $(1)_2$ من عنوان البثّ العام الخاصّ بها. ويُبيّن الجدول (22) تفاصيل الحسابات لأوّل سبع شبكاتٍ وآخر اثنتين.

الجدول (22): تفاصيل عناوين الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة السادسة عشرة

عنوان الشبكة الجزئيّة	أوّل عنوانٍ مُتاح	آخر عنوانٍ مُتاح	عنوان البثّ العام
11.0.0.0	11.0.0.1	11.0.0.126	11.0.0.127
11.0.0.128	11.0.0.129	11.0.0.254	11.0.0.255
11.0.1.0	11.0.1.1	11.0.1.126	11.0.1.127
11.0.1.128	11.0.1.129	11.0.1.254	11.0.1.255
11.0.2.0	11.0.2.1	11.0.2.126	11.0.2.127
11.0.2.128	11.0.2.129	11.0.2.254	11.0.2.255
11.0.3.0	11.0.3.1	11.0.3.126	11.0.3.127
:	:	:	:
11.255.255.0	11.255.255.1	11.255.255.126	11.255.255.127
11.255.255.128	11.255.255.129	11.255.255.254	11.255.255.255

<u>خامساً:</u> اختيار أفضل قناع ليلائم مُتطلّبات تصميم الشبكة

تلعب عمليّة اختيار القناع دوراً بارزاً في تصميم الشبكات، فهي التي تُحدد عدد الشبكات الجزئيّة، وعدد العناوين المُتاحة للاستخدام في كلّ مِنها. في بعض الأحيان، قد لا يُناسب التصميم إلا قناعٌ وحيدٌ، ولكن في أحيان كثيرةٍ أخرى قد يُحقق أكثر من قناعٍ مُتطلّبات التصميم، ويجب عِندها اختيار القناع الأكثر مُلاءَمةً للتصميم واستخدامه.

قد تحدد مُتطلّبات عمليّة التجزئة شرطاً وحيداً هو عددٌ محددٌ للعناوين المُتاحة في كلّ شبكةٍ جزئيةٍ، أو عددٌ مُحددٌ من الشبكات الجزئيّة، وتكون عملية التجزئة عِندها أحاديّة الشرط، أو قد تَجْمَع المُتطلّبات الشرطين معاً، فتكون عمليّة التجزئة ثنائيّة الشرط. باختصار، يُمكن التمييز بين حالتين:

أ- عمليّة تجزئةٍ مُحددةٌ بشرطٍ وحيدٍ.

ب- عمليّة تجزئةٍ مُحددةٌ بشرطين.

عمليّة تجزئةٍ مُحددةٌ بشرطٍ واحدٍ

تفرض مُتطلّبات الشبكة حدوداً على التصميم، قد تَكون على عدد العناوين المُتاحة في كل شبكةٍ جزئيّة، أو على عدد الشبكات الجزئيّة التي يجب أن تَنتُج عن التجزئة. وبكلتا الحالتين، فإنّ وجود أكثر مِن قناعٍ يُلائِم مُتطلّبات التصميم احتمالٌ وارد.

إذا كانت مُتطلّبات التصميم تُحدد عدد الشبكات الجزئيّة الناتجة عن التجزئة فقط، فعدد بتات قسم الشبكات الجزئيّة سيَكون مِحور الاهتمام، وتُتبع عِندها الخوارزميّة التالية:

1. تحديد أطوال الأقسام الأربعة للعنوان، أيّ أقسام الشبكة والشبكات الجزئيّة والمُضيف بالإضافة لعدد البتات المَحجوزة بحسب المُعطيات المُتوافِرة.
2. كتابة القناع الذي يُلائِم التقسيم السابق بتدوين البادئة. إنّ طول القناع هو مَجموع البتات المَحجوزة وطوليّ قسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة. والقناع الناتج، وليَكُن x/، هو الحدّ الأدنى لقناع التجزئة الذي يُحقق التقسيم السابق.
3. زيادة طول قسم الشبكات الجزئيّة على حساب قسم المُضيف بشكلٍ تدريجيّ، وبمقدار واحدٍ في كل عمليّة زيادةٍ، ثُمّ إيجاد القناع المُوافِق في كلّ مرة، وستَكون النتيجة مَجموعة الأقنعة (x+1/) و(x+2/) و(x+3/) ...
4. التوقف عِند القناع المكتوب بتدوين البادئة بالشكل: 30/، لأنّه الحدّ الأقصى للقناع الذي يُحقق التقسيم السابق، ويَكون طول قسم المُضيف عِندها هو بتان فقط، وهو أدنى طولٍ مُمكنٍ لهذا القسم[10]. ويَكون القناع الذي يُحقق أصغر حجمٍ مُمكن للشبكات للجزئيّة الناتجة هو أوّل قناعٍ تمّ حسابه، وهو الحدّ الأدنى الذي يُحقق التقسيم.

أيّ يتمّ تحديد الحدّ الأدنى لمَجموعة الاقنعة التي تُحقق مُتطلّبات التجزئة حسابيّاً. أمّا الحدّ الأعلى، فهو القناع 30/، وجميع الأقنعة المَحصورة بين الحدّين السابقين تُحقق مُتطلّبات التجزئة.

[10] يُستثنى من هذا التعميم حالة خاصة وردت في: RFC 3021: Using 31-Bit Prefixes on IPv4 Point-to-Point Links.

حالةٌ دراسيّةٌ (17): حساب جميع الأقنعة التي تحقق تجزئة للشبكة 1.0.0.0/8 إلى 30 شبكةٍ جزئيةٍ على الأقل.

أ- تحديدُ أطوال الأقسام الأربعة

الشبكة المدروسَة مِن الصَنف A، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 1، وهي تُحقِق المُتراجِحة ($1 \leq 1 \leq 128$)، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو بتٌ واحد فقط، وطول قسم الشبكة هو 7 بتاتٍ.

لحساب طول قسم الشبكات الجزئية اللازم للتجزئة للحصول على 30 شبكة جزئيّة، وبمُراجعة مُضاعَفات العدد 2 في الجدول (7)، يُمكن مُلاحظة أنّ المُتراجِحة ($16 < 30 \leq 32$) أو ($2^4 < 30 \leq 2^5$) مُحقّقَة، فعدد بتات قسم الشبكات الجزئيّة الأدنى الذي يُحقق مُتطلّبات التجزئة السابقة هو 5 بتات.

إنّ أدنى طول للقناع يُحقِق مَطلب التجزئة إلى 30 شبكةٍ جزئيّةٍ هو مَجموع عدد البتات المَحجوزة مع طوليّ قسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة، أي (1+7+5=13)، وسيَكون القناع 13/ أو 255.248.0.0.

عدد الأصفار في القناع هو 19 صِفراً وهو طول قسم المُضيف. ويُبيّن الشكل (12) أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة السابعة عشرة.

الشكل (12): أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة السابعة عشرة.

ب- تحديد جميع الأقنعة التي تحقق مُتطلّبات التجزئة

بعد معرفة الحدّ الأدنى لقيمة القناع الذي يُحقق مُتطلّبات التصميم، يجب تحديد جميع الأقنعة الأخرى التي تُجزّئ الشبكة القياسيّة السابقة إلى 30 شبكةٍ جزئيّةٍ على الأقل. جميع الأقنعة المَحصورة بين القناعين 13/ و30/ تُحقِق ذلك، ويُبين الجدول (23) جميع هذه الحالات وعدد الشبكات الجزئيّة في كلّ منها، ويُبيّن العمود

الأخير من ذات الجدول عدد الشبكات الجزئيّة من أجل كلّ قناعٍ، وهو يُحسب بالعلاقة (2^{SID})، حيث يُمثّل المُتغيّر SID عدد بتات قسم الشبكات الجزئيّة. إنّ جميع القيم المَحسوبة تُحقِق شرط التصميم وهو وجود 30 شبكة جزئيّة على الأقل.

أمّا إذا كانت مُتطلّبات التصميم تُحدد عدد المُضيفين في كل شبكةٍ جزئيّةٍ فقط، فيّكون طول قسم المُضيف هو محور الاهتمام، وتُتبع عِندها الخوارزميّة التاليّة:

1. تحديد أطوال الأقسام الأربعة للعنوان، الشبكة والشبكات الجزئيّة والمُضيف بالإضافة لعدد البتات المَحجوزة بحسب صَنف الشبكة التي يتمّ تجزِئَتُها.
2. كتابة القناع الذي يُلائِم التقسيم السابق بتدوين البادئة، وطول القناع هو مَجموع البتات المَحجوزة وطولي قسمي الشبكة والشبكات الجزئيّة. والقناع الناتج، وليَكُن x/، هو الحدّ الأقصى لقناع التجزئة الذي يُحقق التقسيم السابق.
3. زيادة طول قسم المُضيف على حساب قسم الشبكات الجزئيّة بشكلٍ تدريجيّ، وبمقدار واحدٍ في كلّ عمليّة زيادةٍ، ثُمّ إيجاد القناع المُوافِق في كلّ مرّةٍ، والنتيجة ستَكون مَجموعة الأقنعة (x-1/) و(x-2/) و(x-3/) ...
4. التوقّف عِند القيمة التي تسبق قيمة قناع الشبكة القياسيّة التي يتمّ تجزِئَتها، وذلك لأنّه يُمثّل الحدّ الأدنى الذي يُحقق مُتطلّبات التجزئة. ويَكون أفضل قناعٍ من حيث التوفير في استهلاك العناوين هو أوّل قناع تمّ حسابه، وهو الحدُّ الأعلى الذي يُحقق التقسيم. أمّا قيم الأقنعة القياسيّة للأصناف فهي 8/ أو 255.0.0.0 من أجل الصَنف A، و16/ أو 255.255.0.0 من أجل الصَنف B و24/ أو 255.255.255.0 من أجل الصَنف C، كما ورد سابقاً

الجدول (23): قيم الأقنعة في الحالة الدراسيّة السابعة عشرة

طول قسم الشبكات الجزئيّة	القناع		عددُ الشبكاتِ الجزئيّةِ
5	255.248.0.0	/13	32
6	255.252.0.0	/14	64
7	255.254.0.0	/15	128
8	255.255.0.0	/16	256
9	255.255.128.0	/17	512
10	255.255.192.0	/18	1024
11	255.255.224.0	/19	2048
12	255.255.240.0	/20	4096
13	255.255.248.0	/21	8192
14	255.255.252.0	/22	16384
15	255.255.254.0	/23	32768
16	255.255.255.0	/24	65536
17	255.255.255.128	/25	131072
18	255.255.255.192	/26	262144
19	255.255.255.224	/27	524288
20	255.255.255.240	/28	1048576
21	255.255.255.248	/29	2097152
22	255.255.255.252	/30	4194304

حالةٌ دراسيّةٌ (18): حساب جميع الأقنعة التي تُحقِق تجزئة للشبكة 150.150.0.0/16 بحيث يَكون في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ ناتجةٍ 1000 عنوانٍ مُتاح للاستخدام على الأقل.

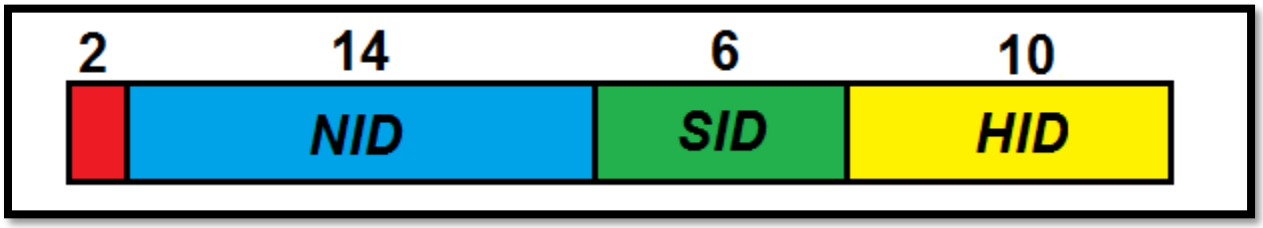
أ- تحديد أطوال الأقسام الأربعة

الشبكة المدروسَة من الصَنف B، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 150، وهي تُحقِق المُتراجِحة (192 ≤ 150 ≤ 128)، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو بتين فقط، وطول قسم الشبكة هو 14 بتاً.

لحساب طول قسم الشبكات الجزئيّة اللازم للتجزئة للحصول على 1000 عنوانٍ مُتاح في كل شبكة جزئيّة، وبمُراجعة مُضاعَفات العدد 2، يُمكن مُلاحظة أنّ (1022 ≤ 1000 > 510) أو (2^{9}-2 < 1000 ≤ 2^{10}-2)، أي أنّ عدد بتات قسم المُضيف المُوافِق هو 10 بتاتٍ، ويَكون طول قسم الشبكات الجزئيّة المُوافِق هو (32-14-2-10=6) بتات.

إنّ أقصى طولٍ للقناع يُحقق مُتطلّبات التجزئة بحيث يَكون في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ 1000 مُضيفٍ هو مَجموع عدد البتات المَحجوزة وطوليّ قسميّ الشبكة والشبكة الجزئيّة، أيّ (22=6+14+2)، والقناع المُوافِق هو 22/ أو 255.255.252.0.

يُبيّن الشكل (13) أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الثامنة عشرة.



الشكل (13): أقسام العنوان في الحالة الدراسيّة الثامنة عشرة

ب- تحديد جميع الأقنعة التي تحقق متطلبات التجزئة

بعد معرفة الحدّ الأقصى لطول القناع الذي يُحقق مُتطلّبات التصميم، يجب تحديد جميع الأقنعة الأُخرى التي تُجزّئ الشبكة القياسيّة السابقة إلى شبكات جزئيّة في كلّ منها 1000 عنوانٍ مُتاحٍ على الأقل، وجميع الأقنعة المَحصورة بين القناعين 22/ و17/ تُحقق ذلك. ويُبيّن الجدول (24) جميع هذه الحالات وعدد العناوين المُتاحة للاستخدام في كلّ شبكةٍ جزئيّة، بالإضافة لعدد العناوين المُتاحة للاستخدام من أجل كُلّ قناعٍ، ويُحسب هذا

العدد باستعمال العلاقة (2^{HID}-2)، حيث يُمثّل المُتغيّر HID عدد البتات في قسم المُضيف. إنّ جميع القيم المَحسوبة تُحقِق شرط التصميم، وهو وجود 1000 عنوانٍ مُتاحٍ للاستخدام على الأقل في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ.

الجدول (24): قيم الأقنعة في الحالة الدراسيّة الثامنة عشرة

طول قسم المُضيف	القناع		عدد العناوين المُتاحة للاستخدام في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ
10	255.255.252.0	/22	1022
11	255.255.248.0	/21	2046
12	255.255.240.0	/20	4094
13	255.255.224.0	/19	8190
14	255.255.198.0	/18	16382
15	255.255.128.0	/17	32766

عمليّة تجزئة مُحددةٌ بشرطين

إذا كانت مُتطلّبات التصميم تُحدد عدد الشبكات الجزئيّة الناتجة عن التجزئة وعدد المُضيفين في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ، فإنّ عدد بتات قسميّ الشبكات الجزئيّة والمُضيف سيَكونا مِحور الاهتمام معاً، في هذه الحالة، يُحدد عدد الشبكات الجزئيّة المَطلوب الحدّ الأدنى لطول القناع الذي يُمكن استخدامه، ويُعرّف عددُ العناوين المُتاحة للاستخدام في كلّ شبكةٍ جزئيّةٍ الحدَّ الأقصى لطول القناع، وتُتبع في هذه الحالة الخوارزميّة التاليّة:

1. تحديد صَنف الشبكة المدروسَة، وذلك لتحديد عدد البتات المَحجوزة وطول قسم الشبكة.
2. تحديد الطول الأقصى للقناع مِن مُتطلّبات عدد المُضيفين، حيث يتمّ حساب عدد بتات قسم المُضيف، وليَكُن x، من الشرط المُعطى، فيَكون عدد الوحدان في القناع هو (32–x).
3. تحديد الطول الأدنى للقناع مِن مُتطلّبات عدد الشبكات الجزئيّة، حيث يتمّ حساب عدد البتات في قسم الشبكات الجزئيّة، ويَكون عدد الوحدان في القناع هو مَجموع عدد البتات المَحجوزة وطولي قسميّ الشبكة والشبكات الجزئيّة.
4. جميع الأقنعة ذات الطول المَحصور بين الحدّين الأدنى والأعلى تُحقق مُتطلّبات التجزئة.

حالة دراسيّة (19): حساب جميع الأقنعة التي تُحقِق تجزئةً للشبكة القياسيّة 160.150.0.0 إلى 60 شبكةٍ جزئيّةٍ في كلّ مِنها 100 عنوانٍ مُتاحٍ على الأقل.

الشبكة المدروسَة من الصَنف B، لأنّ قيمة الخانة الأولى هي 160، وهي تُحقِق المُتراجِحة ($192 \geq 160 \geq 128$)، فيَكون عدد البتات المَحجوزة هو بتان فقط، وطول قسم الشبكة هو 14 بتاً.

يَتعلّق طول القناع الأقصى بعدد المُضيفين، وبمُلاحظة مُضاعَفات العدد 2، فإنّ المُتراجِحة ($126 \geq 100 > 62$) أو ($2^7-2 \geq 100 > 2^6-2$) مُحققة، وعدد بتات قسم المضيف هو 7 بتاتٍ، ما يعني أنّ طول القناع الأقصى هو (32−7=25) بتاً، وأقصى طولٍ للقناع يُحقِق التقسيمة السابقة هو 25/ أو 255.255.255.128.

يتعلّق طول القناع الأدنى بعدد الشبكات الجزئيّة، وبمُلاحظة مُضاعَفات العدد 2، فإنّ المُتراجِحة ($64 \geq 60 > 32$) أو ($2^6 \geq 60 > 2^5$) مُحققَة، وعدد بتات قسم الشبكات الجزئيّة هو 6 بتاتٍ، ما يعني أن الطول الأدنى للقناع هو (14+2+6=22) بتاً، وأدنى طولٍ للقناع يُحقق التقسيمة السابقة هو 22/ أو 255.255.252.0.

إنّ جميع الأقنعة المَحصورة بين القناعين السابقين تُحقِق مُتطلّبات التجزئة، ويُبيّن الجدول (25) الأقنعة المُوافِقة وعدد الشبكات الجزئيّة والعناوين المُتاحة في كلٍ منها.

الجدول (25): قيم الأقنعة وتفاصيل عناوين الشبكات الجزئيّة في الحالة الدراسيّة التاسعة عشرة

القناع		طول قسم المُضيف	عدد العناوين المُتاحة	طول قسم الشبكات الجزئيّة	عدد الشبكات الجزئيّة الناتجة
/22	255.255.252.0	10	1022	6	64
/23	255.255.254.0	9	510	7	128
/24	255.255.255.0	8	254	8	256
/25	255.255.255.128	7	126	9	512

المُصطلحات

A	
Addressing	عنونة
B	
Binary System	نظام عدّ ثنائيّ
Broadcast	بثّ عام
D	
Dotted decimal notation	تمثيل عشريّ مُنقّط
F	
Fragmentation	تقطيع
H	
Host identifier HID	قسم المُضيف
Host	مُضيف
I	
Internet protocol IP	بروتوكول الإنترنت
M	
Multicast	بثّ مَجموعاتي
N	
Network identifier NID	قسم الشبكة
Network address	عنوان الشبكة
O	
Octet	خانة
P	
Prefix	بادئة
R	
Routing	توجيه
S	
Subnet identifier SID	قسم الشبكات الجزئيّة
T	
Truth table	جدول حقيقة

المراجع

[1] Postel, J., "Internet Protocol", STD 5, RFC 791, DOI 10.17487/RFC0791, September 1981.

[2] Mogul, J., "Internet subnets", RFC 917, DOI 10.17487/RFC0917, October 1984.

[3] Mogul, J. and J. Postel, "Internet Standard Subnetting Procedure", STD 5, RFC 950, DOI 10.17487/RFC0950, August 1985.

[4] W.Odom, "CCENT/CCNA ICND1 Official Exam Certification Guide", 2ed Edition, Cisco Press, ISBN 1587201828, 2007.

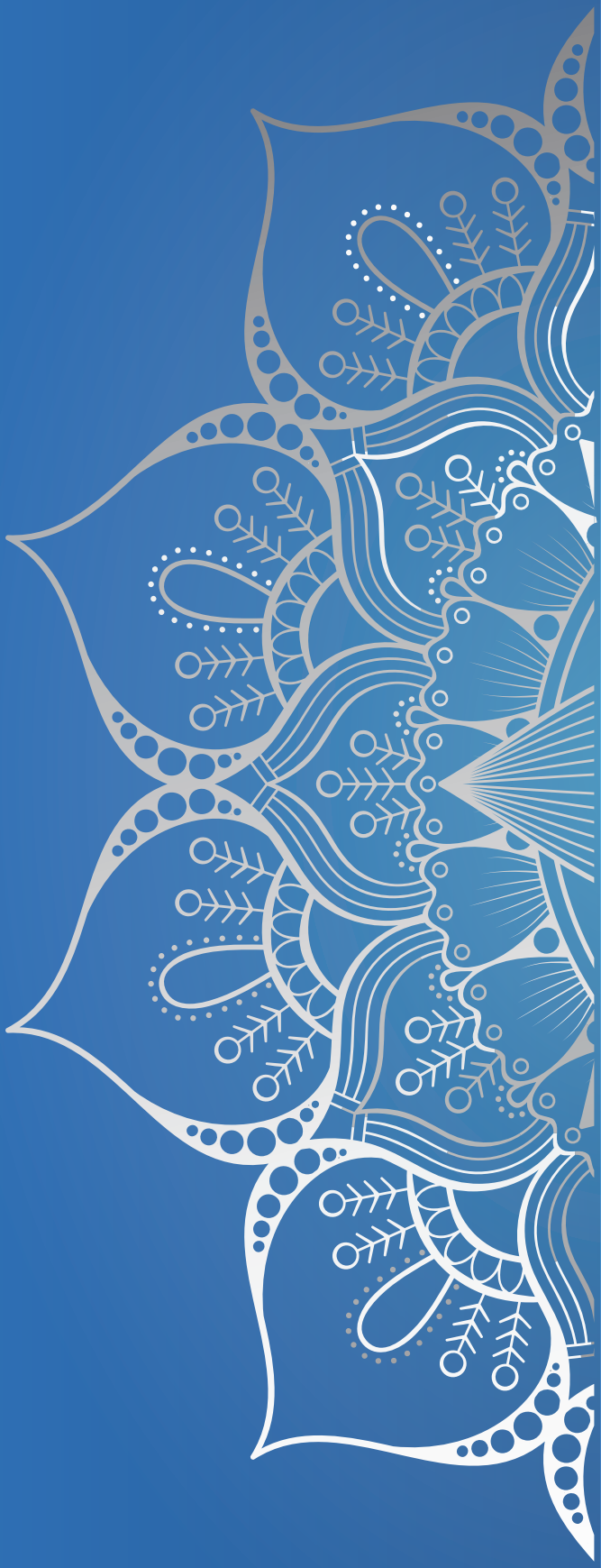
[5] H. A. Thurston, "The Number System", Courier Corporation, ISBN 0486458067, 2012.

Ltd., ISBN 9788120332836, 2008.

[6] T.Lammel, "CompTIA Network+ Deluxe Study Guide - Exam N10-004", SYBEX Inc. Alameda, ISBN:0470427485, 2009

[7] W.Odom, "Cisco CCENT/CCNA ICND1 100-101", Academic Edition, Cisco Press, ISBN 1587144859, 2013.

■ تمّت ■



عن الكتاب

مذكّـرةٌ في أصـول تجزئـة الشـبكة هـو كتـابٌ مُوجّـهٌ لطـلاب هندسـات المعلوماتيّـة والاتصـالات والحوسـبة الآليّـة الناطقـين باللغـة العربيّـة، ولكنّـه أيضـاً مكتـوبٌ بلغـةٍ بسـيطةٍ وبأسـلوبٍ سـهلٍ يجعلُـهُ مُتاحـاً لغـير المُختصّـين ممـن يملكـون معرفـةً أوليّـة بأساسـيّات الرياضيّـات والحوسـبة. يـشرحُ هـذا العمـل القواعـدَ الرياضيّـة الناظمـة لعمليـة تجزئِـة الشـبكة، ويُوضّـح كيفيّـة الاسـتفادة مِنهـا في تطبيقـاتٍ عمليّـة انطلاقـاً مـن المبـادئ النظريّـة. بالإضافـة لذلـك، يضـمّ هـذا الكتـاب بـين دفّتيـه باقـةً مِـن الحـالاتِ الدراسـيّة التـي تتـدرج في مسـتواها مِـن السـهلِ البسـيط إلى الصعـبِ المُعقّـد، وهـي مُرفَقـةٌ بحلـولٍ تفصيليّـة وبتعليقـاتٍ إضافيّـة تُغنـي الطلبـةَ والقُـراءَ وتُوسّـع مداركهم.

تصميم الغلاف: زينة خوري