جامعة المنارة الخاصة
كلية الهندسة
هندسة الميكاترونيكس

تراسل البيانات

Data Transmission CECC505

مدرس المقرر
أ.د. مثنى علي القبيلي

الفصل الدراسي الأول | الأربعاء 9/11/2022 | العام الدراسي 2022-2023

Chapter 2: IP (Internet Protocol)

Le Protocol d'Internet

Learning outcomes

- What is the need to layers.
- Benefits of Layered Architecture.
- OSI Reference Model.
- TCP/IP Reference Model.
- DHCP, ARP, NAT & DNS
- IP v4 Vs IP v6.
- Addressing.
- Fragmentation.
- Subnetting.

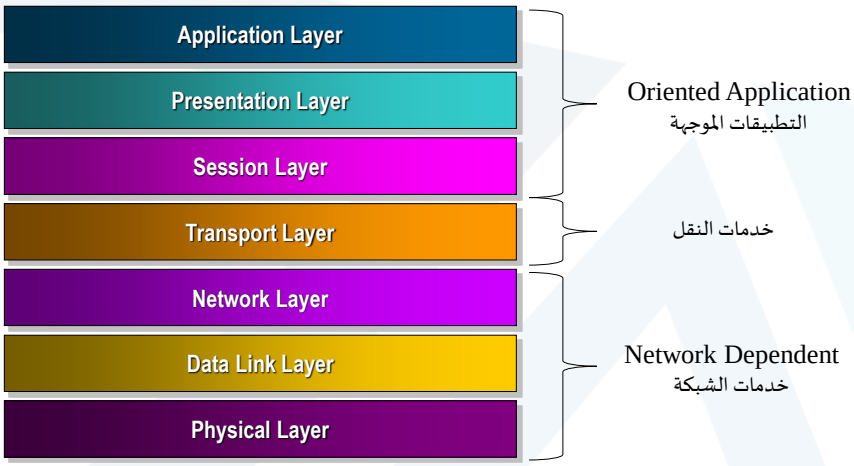
البروتوكول protocol

- هو عبارة عن مجموعة من القواعد والخطوات المستخدمة لتحقيق الاتصال بين محطتي عمل
- تقوم هذه القواعد بتعريف الآتي:
  - ✓ كيف يتم تجهيز الرسائل قبل إرسالها
  - ✓ كيف يتم إنشاء خط الاتصال بين محطات العمل
  - ✓ كيف يتم إدارة الاتصال بين المحطات
- يتم إنشاء هذه البروتوكولات وتكوينها بحيث تكون متوافقة مع أي نوع من محطات العمل standard protocols

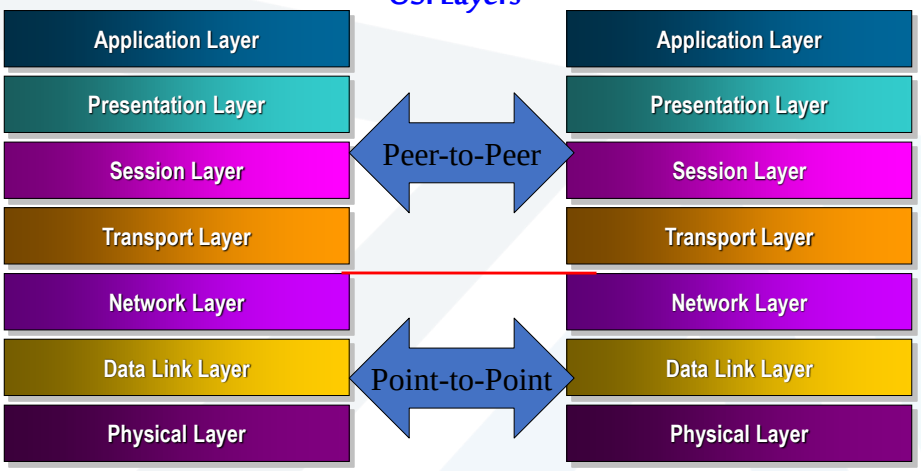
النماذج المرجعية Reference Models

- OSI(Open System Interconnection) Protocol model (7 layers): يعتمد على اقتراح قدمته منظمة المعايير الدولية ISO: International Standards Organization كخطوة أولى باتجاه المعايير الدولية للبروتوكولات المستخدمة في مختلف الطبقات
- TCP/IP model (4 layers)

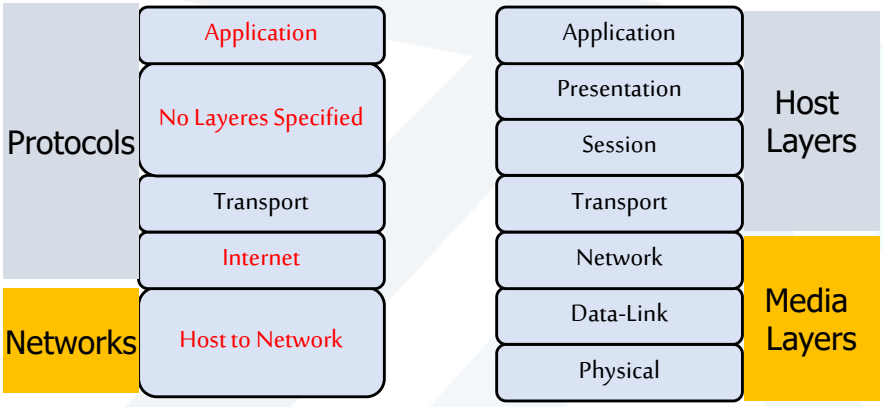
OSI Layers



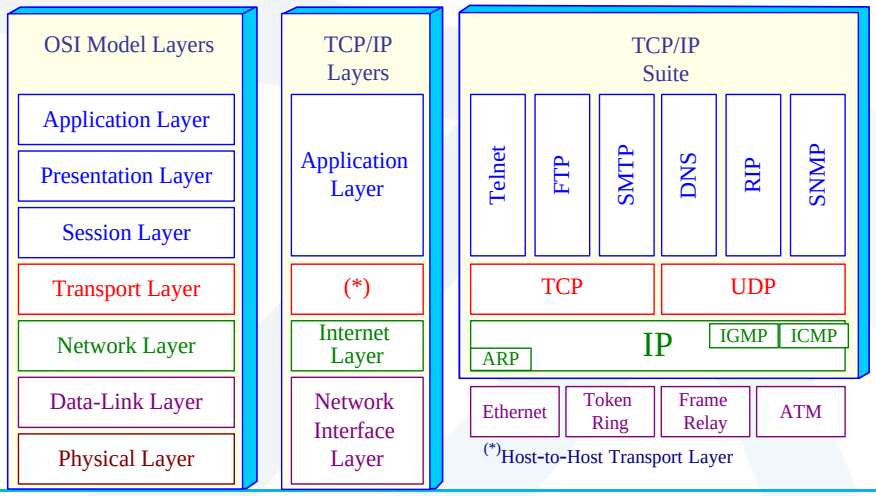
OSI Layers



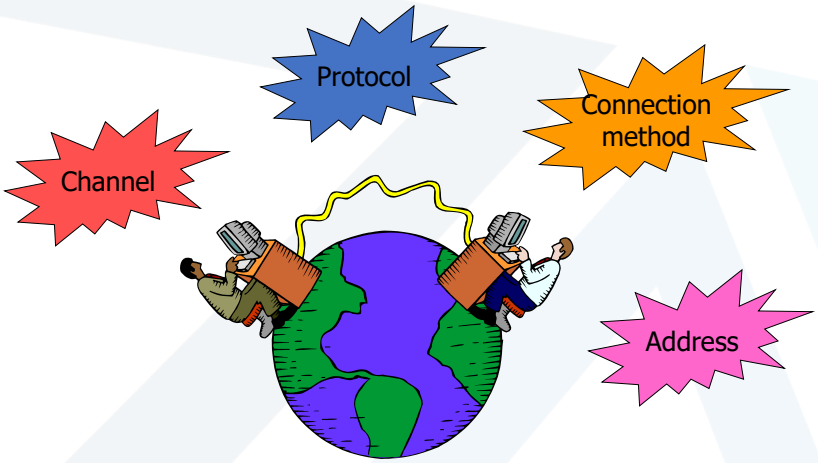
OSI Vs TCP/IP



OSI and TCP/IP architectural Model



How do computers send data?



Types of Addresses in Internet

1- *Media Access Control* (MAC) addresses for the Access Control Layer

- Associated with network interface card (NIC)
- 48 bits

2- *IP addresses* for the Network Layer

- 32 bits for IPv4, and 128 bits for IPv6

3- *IP addresses + ports* for the Transport Layer

- E.g., 123.4.56.7:80

4- *Domain names* for the Application/human Layer

- E.g., www.google.com

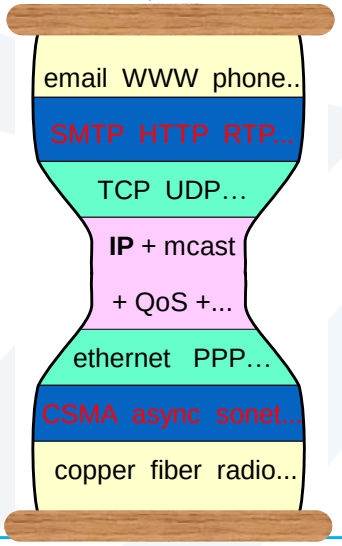
IP and MAC working together

- IP addresses are chosen by the local system administrator to suit the local network
- Ethernet addresses are built into the interface hardware by the manufacturer
- The two addresses bear absolutely no relationship to one another (as we would expect from the layering principles)
- **But Why Computers need MAC addresses!**
  If not – We couldn't use physical layer to send IP packets: we won't know where a particular IP packet should physically be sent

Translation of Addresses

- Translation between IP addresses and MAC addresses
  Address Resolution Protocol (**ARP**) for IPv4
  Neighbor Discovery Protocol (**NDP**) for IPv6
- Translation between IP addresses and domain names (Domain Name System (**DNS**))

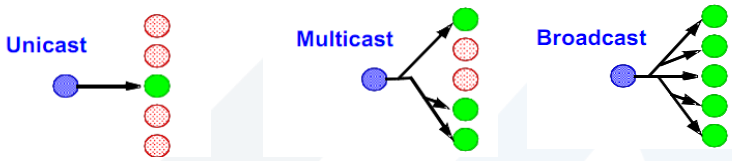
The Internet Protocol Hourglass



- requires more functionality from underlying networks

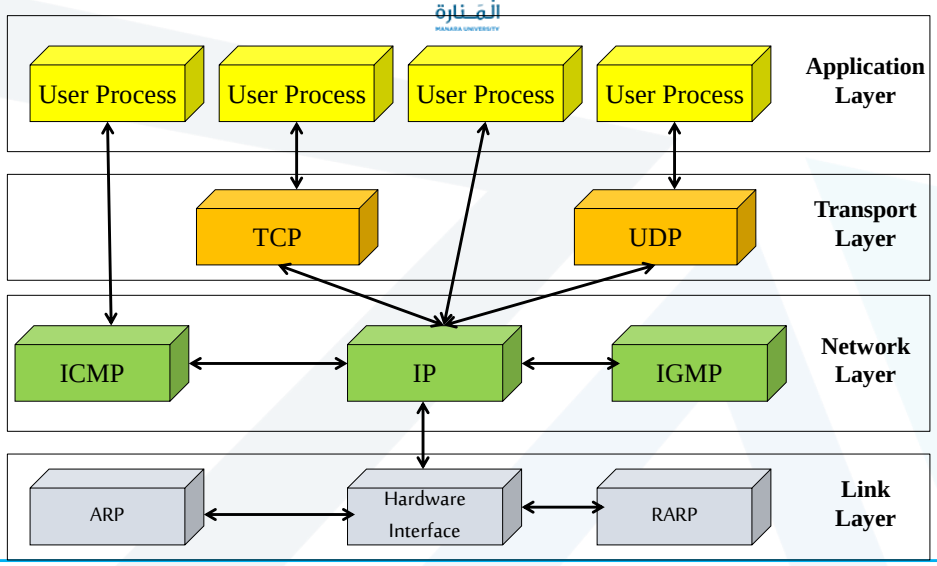
IP Service

- IP supports the following services:
  - One-to-one (**Unicast**)
  - One-to-many (**Multicast**)
  - One-to-all (**Broadcast**)



- IP Multicast actually supports a many-to-many service
- IP Multicast requires support of other protocols(IGMP, multicast routing…)

البروتوكول IP



IP v4

البروتوكول IP: Internet Protocol

- ✓ هو بروتوكول عام لإرسال المعطيات عبر كل نماذج الشبكات
- ← يعمل كجسر بين أنواع الشبكات المختلفة
- ✓ يتم تقسيم المعطيات إلى رزم Packets
- ✓ تكون هذه الرزم غير متصلة Connectionless (تسلك كل رزمة طريقاً خاصاً مستقلاً عن الرزم الأخرى)
- ← يمكن أن تأخذ كل رزمة طريقاً مختلفاً عن الرزم الأخرى
- ✓ هو بروتوكول يعمل في الطبقة 3 من OSI

البروتوكول IP: Internet Protocol

- ✓ يتم استخدامه لإرسال رزم البيانات عبر الانترنت
- ✓ هو بروتوكول الشبكة الأكثر استخداماً في العالم
- ✓ يعمل كجسر بين أنواع الشبكات المختلفة
- ✓ له وظيفتين أساسيتين: العنونة و التجزئة
- ✓ يحصل كل جهاز على رقم فريد يعطيه عنواناً منطقياً من أجل التعريف
- ✓ تتكون رزمة بيانات IP من ترويسة والمعلومات المراد إرسالها
- ✓ تحوي الترويسة معلومات أساسية للتحكم بكيفية الإرسال
- ✓ الطول الأعظمي الممكن لرزمة البيانات هو 65535 بايت

البروتوكول IP: العنونة

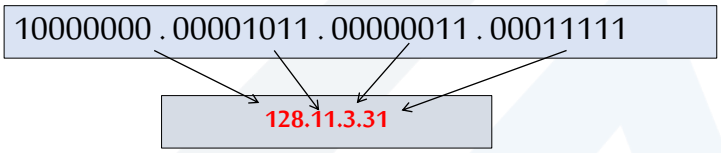
- عبارة عن عنوان من 32 أو 128 بت
- يمثل رقم الشبكة ومعرّف فريد للجهاز ضمن هذه الشبكة ((Network Id (NID)+ Host Id (HID)
- لا يكون هذا العنوان مثبتاً في الجهاز عند التصنيع، بل يمكن تغييره من قبل مدير الشبكة أو من قبل برامج مؤتمتة على الشبكة
- هذه العناوين أسهل للحفظ من العناوين الفيزيائية
- اسم المضيف، اسم النطاق المؤهل بالكامل:FQDN: Fully-Qualified Domain Name
- هو عبارة عن اسم بشري يعطى للحاسب أو الجهاز دون الحاجة لتذكر الأرقام مثل www.google.com بدلاً من

66.249.64.0 - 66.249.95.255
72.14.192.0 - 72.14.255.255
74.125.0.0 - 74.125.255.255
209.85.128.0 - 209.85.255.255
216.239.32.0 - 216.239.63.255

- يقوم نظام أسماء النطاقات DNS: Domain Naming System بربط أسماء النطاقات بعناوين IP منطقية. مثلا: www.microsoft.com هو: 199.97.31.1

IPv4

- يكون العنوان بطول 32 بت
- للتبسيط يقسم العنوان إلى 4 أرقام مختلفة مجالها من 0 إلى 255، ويكون الترميز عشرياً من أجل سهولة القراءة والحفظ
- يمثل كل رقم 8 بتات
- تفصل هذه الأرقام الأربعة عن بعضها بنقاط



- تمثل الأرقام الموجودة إلى اليسار رقماً فريداً للشبكة أو شبكة LAN
  تسمى هذه الأرقام برقم الشبكة NID
- الأرقام المتبقية على اليمين محجوزة للأرقام الفريدة الخاصة بالأجهزة المضيفة (الحواسب وأجهزة الشبكة) HID

EXAMPLE

Find the error, if any, in the following IP addresses:

a. 111.56.045.78

b. 221.34.7.8.20

c. 75.45.301.14

d. 11100010.23.14.67

Solution

a. There are no leading zeroes in dotted-decimal notation (045).

b. We may not have more than four numbers in an IP address.

c. In dotted-decimal notation, each number is less than or equal to 255; 301 is outside this range.

d. A mixture of binary notation and dotted-decimal notation is not allowed.

البروتوكول IPv4: العنونة

- يجب اتخاذ قرار بشأن عدد البتات من عنوان IP التي ستمثل رقم الشبكة وعدد البتات التي ستمثل رقم المضيف
- كلما كان رقم الشبكة أطول كلما كان رقم المضيف أقصر
  ← إذا كان رقم الشبكة طويلاً، يكون عدد الأجهزة المضيفة الممكنة في الشبكة محدوداً
- يتم تمثيل العنوان من 32 بت في 3 حقول (صنف A, B, C)، أو في حقلين (صنف D) من أجل زيادة عدد احتمالات العناوين

	الحجم الكلي لحقل العنوان 32 بت			
	ترميز الصنف	المقابل العشري	ترميز الشبكة Network ID	ترميز المضيف Host ID
Classe A	1bit (0)	1.0.0.0 ÷ 127.255.255.255	7bits	24bits
Classe B	2bits (10)	128.0.0.0 ÷ 191.255.255.255	14bits	16bits
Classe C	3bits (110)	192.0.0.0 ÷ 223.255.255.255	21bits	8bits
	ترميز الصنف		**عنوان المجموعة**	
Classe D	4bits (1110)	224.0.0.0 ÷ 239.255.255.255	28 bits	
Classe E	5bits (1111(0/1))	240.0.0.0 ÷ 255.255.255.255	27 bits (محجوز لاستخدامات مستقبلية)	

128 شبكة
16 مليون محطة

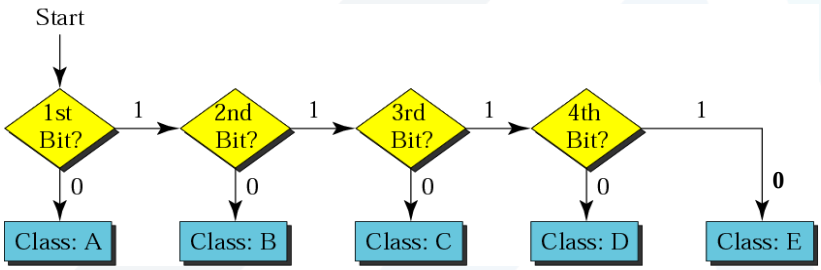
16384 شبكة
65534محطة

2 مليون شبكة
254محطة

تدعم العنونة في شبكات البث المجموعاتي، البيانات موجهة إلى عدة محطات

Finding the address class

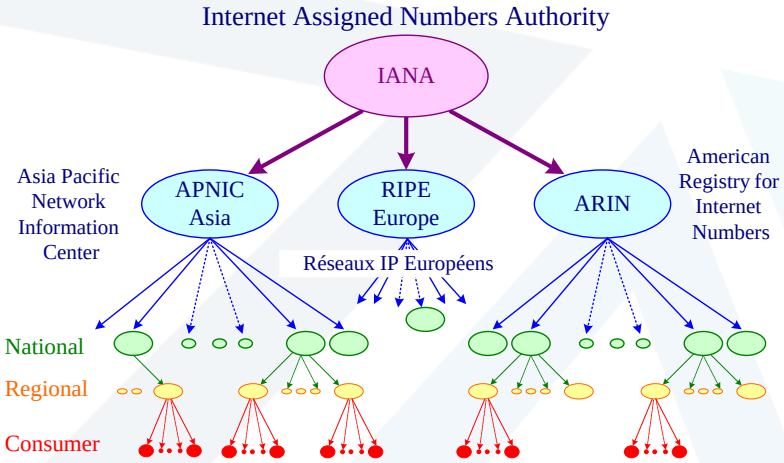
- 0.0.0.0 محجوز من قبل موجهات سيسكو للإشارة إلى الوجهة الافتراضية Default Route عند توجيه رزم البيانات
- 127.0.0.0 محجوز للحلقات الرجعية Loop Back ليستخدمه الجهاز في الفحص الذاتي



Private Vs Public IP Addresses

- Whatever connects directly into **Internet** must have **public** (globally unique) **IP address**
- There is a shortage of public IPv4 address
- So **Private IP addresses** can be used **within a private network**
- Three address ranges are reserved for private usage:
  - ✓ 10.0.0.0 – 10.255.255.255
  - ✓ 172.16.0.0 – 172.31.255.255
  - ✓ 192.168.0.0 – 192.168.255.255
- A **private IP is mapped to a Public IP**, when **the machine has to access the Internet**

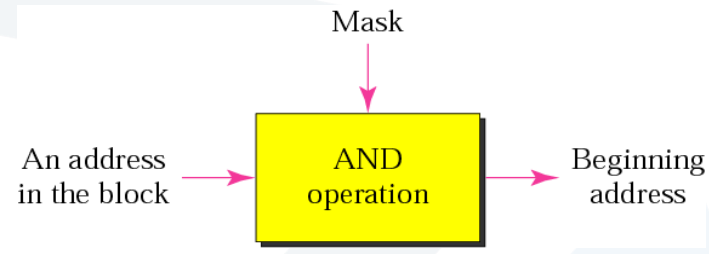
Managing the Address Space



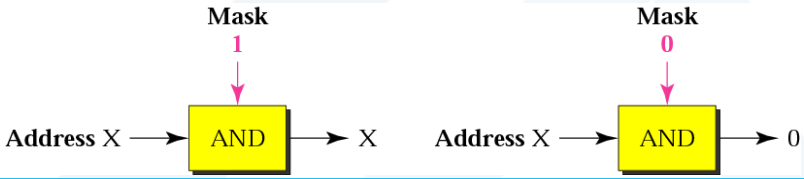
البروتوكول IPv4: العنونة

- تمتلك بعض العناوين معنى خاصاً، فمثلاً من غير الممكن إسناد العناوين 0.0.0.0 و 255.255.255.255 إلى مضيف
- يكون عنوان المضيف هو العنوان الأول في الشبكة الجزئية
- بينما يكون عنوان البث العام Broadcast هو العنوان الأخير في الشبكة الجزئية
- عندما ترسل رزمة بيانات إلى عنوان بث عام فإنها ستصل إلى كل المضيفين الموجودين في الشبكة
- يملك البث العام استخدامات خاصة جداً عندما يحتاج مضيف ما أن يتصل مع كل المضيفين الآخرين في الشبكة
- إحدى الاستخدامات العامة للبث العام هي مع البروتوكول ICMPوذلك عندما يحتاج مضيف ما أن يجد أي من الموجهات موجودة في الشبكة ولذلك يرسل طلب بث عام Broadcast query إلى كل المحطات في الشبكة طالباً منهم أن يجيبوا في حال كانوا موجهات موجودة

Masking concept



AND operation



Default masks

	Mask in binary	Mask in dotted-decimal
Classe A	11111111 . 00000000 . 00000000 . 00000000	255 . 0 . 0 . 0
Classe B	11111111 . 11111111 . 00000000 . 00000000	255 . 255 . 0 . 0
Classe C	11111111 . 11111111 . 11111111. 00000000	255 . 255 . 255 . 0

Subnetting Examples

	الحجم الكلي لحقل العنوان 32 بت				
	ترميز الصنف Start bits	المقابل العشري	Subnet Mask	ترميز الشبكة Network ID	ترميز المضيف Host ID
Classe A	1bit (0)	1.0.0.0 ÷ 126.255.255.255	255.0.0.0	7bits	24bits
Classe B	2bits (10)	128.0.0.0 ÷ 191.255.255.255	255.255.0.0	14bits	16bits
Classe C	3bits (110)	192.0.0.0 ÷ 223.255.255.255	255.255.255.0	21bits	8bits

- ليكن لديك عنوان IP التالي: 100.120.50.30 والمطلوب: أوجد NID، HID، Subnet Mask، عنوان المضيف الأول First Host في الشبكة، عنوان المضيف الأخير Last Host في الشبكة، وعنوان البث العام Broadcast في الشبكة؟

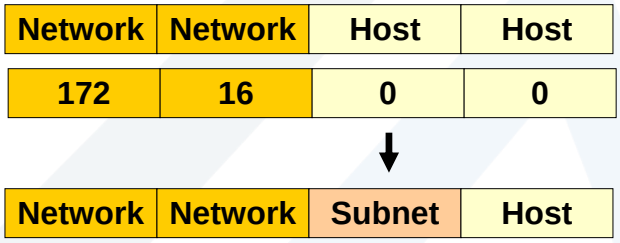
- ✓ NID: 100
- ✓ HID: 120.50.30
- ✓ Subnet Mask: 255.0.0.0
- ✓ First Host: 100.0.0.1
- ✓ Last Host: 100.255.255.254
- ✓ Broadcast Address: 100.255.255.255

تقويم

IP @	72.16.20.40	220.70.60.50	100.260.20.1	191.100.8.60
NID				
HID				
D.Subnet mask				
First Host				
Last Host				
Broadcast @				

Borrowing Bits to Grow a Subnet

- الفكرة الأساسية للتشبيك الجزئي هو باقتطاع جزء من قسم المضيف (أي HID) لخلق الشبكة الجزئية
- تنص القواعد بأنه لا يمكن استخدام بت واحد لتقسيم الشبكة إلى عدة شبكات فرعية (أي يتم تحويل بتين على الأقل)
- وتنص أيضاً على الإبقاء على بتين متاحين للاستخدام من أجل Host ID وبأنه من غير الممكن أن تكون كل بتات الشبكات الجزئية كلها واحدات أو كلها أصفار بنفس الوقت



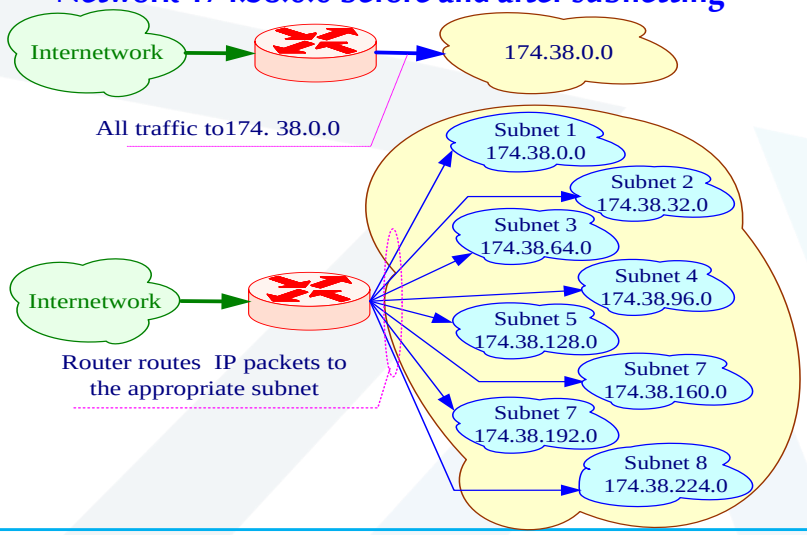
Subnetting

- ليس من العملي أن يكون لدينا Class A مع 16 مليون عقدة أو Class B مع 65 ألف مضيف ضمن نفس مجال البث العام
- تقسيم شبكة IP إلى شبكات أصغر، كل منها محددة بموجه IP وتأخذ محدد شبكة جزئية جديد *subnetted network ID* new، والذي هو مجموعة جزئية من محدد الشبكة الأصلية المعتمدة على الصنف
- لإخبار عقدة IP تماماً كيف ستستخلص محدد الشبكة، الصنف المستخدم أو الشبكة الجزئية، يتم استخدام قناع الشبكة الجزئية

Network ID	Subnet ID	Host ID
00963	41/43/11....	

- تشترك كافة محطات العمل بـ Network ID وتختلف بـ HID
- الغاية من تقسيم الشبكة إلى شبكات فرعية هو:
  - ✓ التقليل من حركة المرور والازدحام في الشبكة الرئيسية بتقسيمها إلى عدة شبكات فرعية وتوزيع الأجهزة على هذه الشبكات الفرعية، حيث أنه كلما قل عدد الأجهزة كلما قل الازدحام في الشبكة
  - ✓ تحسين أداء الشبكة من حيث زيادة فعالية عرض الحزمة في الشبكة
  - ✓ تسهيل إدارة الشبكة

Network 174.38.0.0 before and after subnetting



Subnetting

- Subnetting هي عبارة عن إجرائية بثلاث خطوات:
  - ✓ تحديد عدد بتات المضيفين التي سيتم استخدامها من أجل الشبكة الجزئية
  - ✓ ترقيم محددات الشبكة الجزئية الجديدة
  - ✓ ترقيم عناوين IP لكل محدد شبكة جزئية جديدة

Advantages of subnetting a network include the following:

- ❖ Reducing network congestion by limiting the range of broadcasts using routers
- ❖ Enabling different networking architectures to be joined

Borrowing Bits to Grow a Subnet

- من أجل كل صنف عنونة IP، يمكن اقتطاع عدد محدد من البتات من جزء المضيف للاستخدام كقناع تجزيء subnet mask
- Remember that the addresses with all ones (broadcast address) & all zeroes (local network) cannot be used as they have special meanings.

Bits Available for Creating Subnets		
Address Class	***Host Bits***	***Bits Available for Subnet***
A	**24**	**22**
B	**16**	**14**
C	**8**	**6**

Knowing How to Calculate Subnets

non-Cisco

- To determine the number of subnets & hosts per subnet available for any of the available subnet masks, 2 simple formulas to calculate these numbers:

$$number\ of\ \ subnets = 2^{number\ of\ \ bits\ used\ \ \ for\ subnets} - 2$$

$$number\ of\ \ Hosts\ per\ subnet = 2^{number\ of\ \ bits\ used\ \ \ for\ hosts} - 2$$

CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- It is a simplified method of representing a subnet mask. CIDR identifies the number of binary bits set to a 1 (or on) in a subnet mask, preceded by a slash.
- For example, a subnet mask of 255.255.255.240 would be represented as follows in binary:

11111111.11111111.11111111.11110000

- The first 28 bits of the above subnet mask are set to 1. The CIDR notation for this subnet mask would thus be /28.
- The CIDR mask is often appended to the IP address. For example, an IP address of 192.168.1.1 and a subnet mask of 255.255.255.0 would be represented as follows using CIDR notation:

192.168.1.1 /24

Class A Subnetting Options

# bits	Subnet Mask	CIDR	# Subnets	# Hosts	Nets * Hosts
2	255.192.0.0	/10	2	4194302	8388604
3	255.224.0.0	/11	6	2097150	12582900
4	255.240.0.0	/12	14	1048574	14680036
5	255.248.0.0	/13	30	524286	15728580
6	255.252.0.0	/14	62	262142	16252804
7	255.254.0.0	/15	126	131070	16514820
8	255.255.0.0	/16	254	65534	16645636
9	255.255.128.0	/17	510	32766	16710660
10	255.255.192.0	/18	1022	16382	16742404
11	255.255.224.0	/19	2046	8190	16756740
12	255.255.240.0	/20	4094	4094	16760836
13	255.255.248.0	/21	8190	2046	16756740
14	255.255.252.0	/22	16382	1022	16742404
15	255.255.254.0	/23	32766	510	16710660
16	255.255.255.0	/24	65534	254	16645636
17	255.255.255.128	/25	131070	126	16514820
18	255.255.255.192	/26	262142	62	16252804
19	255.255.255.224	/27	524286	30	15728580
20	255.255.255.240	/28	1048574	14	14680036
21	255.255.255.248	/29	2097150	6	12582900
22	255.255.255.252	/30	4194302	2	8388604

Class B Subnetting Options

# bits	Subnet Mask	CIDR	# Subnets	# Hosts	Nets * Hosts
2	255.255.192.0	/18	2	16382	32764
3	255.255.224.0	/19	6	8190	49140
4	255.255.240.0	/20	14	4094	57316
5	255.255.248.0	/21	30	2046	61380
6	255.255.252.0	/22	62	1022	63364
7	255.255.254.0	/23	126	510	64260
8	255.255.255.0	/24	254	254	64516
9	255.255.255.128	/25	510	126	64260
10	255.255.255.192	/26	1022	62	63364
11	255.255.255.224	/27	2046	30	61380
12	255.255.255.240	/28	4094	14	57316
13	255.255.255.248	/29	8190	6	49140
14	255.255.255.252	/30	16382	2	32764

Class C Subnetting Options

# bits	Subnet Mask	CIDR	# Subnets	# Hosts	Nets * Hosts
2	255.255.255.192	/26	2	62	124
3	255.255.255.224	/27	6	30	180
4	255.255.255.240	/28	14	14	196
5	255.255.255.248	/29	30	6	180
6	255.255.255.252	/30	62	2	124

Exercise 1

- ليكن لدينا عنوان IP التالي: 100.0.0.0

استخدم القناع 255.255.0.0 لتقسيم الشبكة السابقة إلى عدة شبكات فرعية.

والمطلوب:

1. **احسب عدد الشبكات الفرعية.**
2. **احسب عدد محطات العمل التابعة لكل شبكة جزئية.**
3. **خذ شبكة جزئية ما واحسب عنوان أول حاسب فيها وعنوان آخر حاسب وعنوان البث العام لهذه الشبكة الجزئية.**

Exercise 2

- ليكن لدينا عنوان IP التالي: 172.50.20.30

استخدم القناع 255.255.224.0 لتقسيم الشبكة السابقة إلى عدة شبكات فرعية.

والمطلوب:

1. **احسب عدد الشبكات الفرعية.**
2. **احسب عدد محطات العمل التابعة لكل شبكة جزئية.**
3. **استنتج عناوين الشبكات الفرعية.**
4. **خذ شبكة جزئية ما واحسب عنوان أول حاسب فيها وعنوان آخر حاسب وعنوان البث العام لهذه الشبكة الجزئية.**

Exercise 3

- ليكن لدينا عنوان IP التالي: 200.100.100.0

نريد تقسيم الشبكة إلى شبكتين فرعيتين.

والمطلوب:

1. **استنتج القناع المناسب.**
2. **استنتج عنو انا تلك الشبكتين الفرعيتين.**
3. **استنتج عنوان أول حاسب وعنوان آخر حاسب وعنوان البث العام لكلتا الشبكتين الفرعيتين.**

Thanks