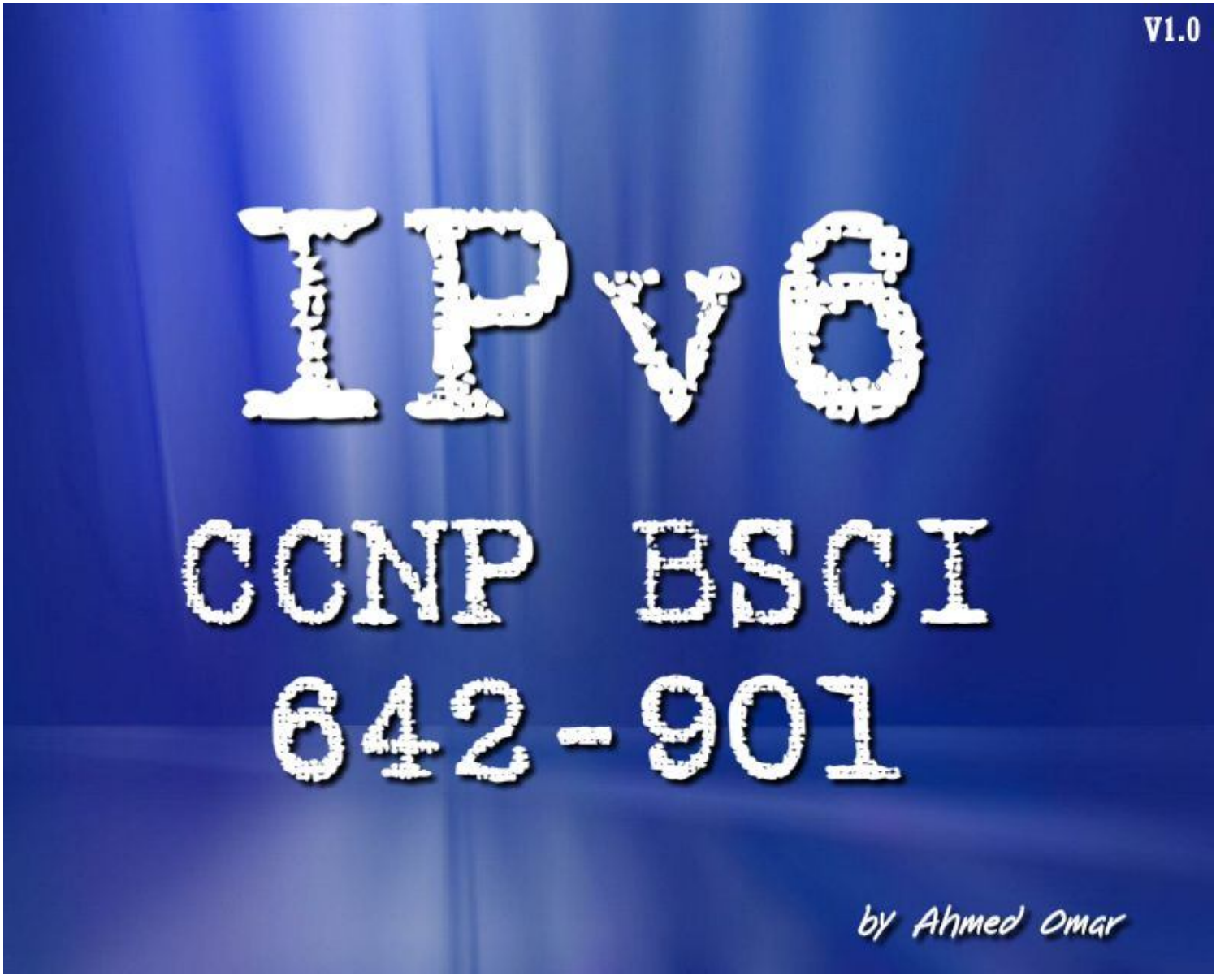

V1.0
IPv6
CCNP BSCI
642-901
by Ahmed Omar

قال تعالى:

(وَقَالَ الشَّيْطَانُ لَمَّا قُضِيَ الأمر إِنَّ اللّهَ وَعَدَكُمْ وَعْدَ الْحَقِّ وَوَعَدتُّكُمْ فَأَخْلَفْتُكُمْ وَمَا كَانَ لِيَ عَلَيْكُم مِّن سُلْطَانٍ إِلاَّ أَن دَعَوْتُكُمْ فَاسْتَجَبْتُمْ لِي فَلاَ تَلُومُونِي وَلُومُواْ أَنفُسَكُم مَّا أَنا بِمُصْرِخِكُمْ وَمَا أَنتُمْ بِمُصْرِخِيَّ إِنِّي كَفَرْتُ بِمَا أَشْرَكْتُمُونِ مِن قَبْلُ إِنَّ الظَّالِمِينَ لَهُمْ عَذَابٌ أَلِيمٌ)

(22) سورة إبراهيم

هذا العمل مقدم من أخوكم أحمد عمر محمود وهو عمل مجاني يستطيع كل إنسان الاستفادة منه عدا الأغراض التجارية والتي يهدف من خلالها الكسب المادي.
وأنا لا أرضى نسب هذا المحتوى إلى شخص غيري أو انتحال شخصية الكاتب وهذا والله حسبي ونعم الوكيل , إذا ورد أي أخطاء في الكتاب أو أردت الاستفسار عن اى شي في هذا المجال يمكن مراسلتي عبر البريد الالكتروني

Ahmed_it@windowslive.com

أو من خلال مدونتي :-

muslimtech.wordpress.com

1-مقدمة

2-IPv6 Features

3-تشريح IPv6

4-IPv6 Address Types

5-IPV6 & Routing Protocol

6-OSPFv3

7-Configuring OSPFv3 in IPv6

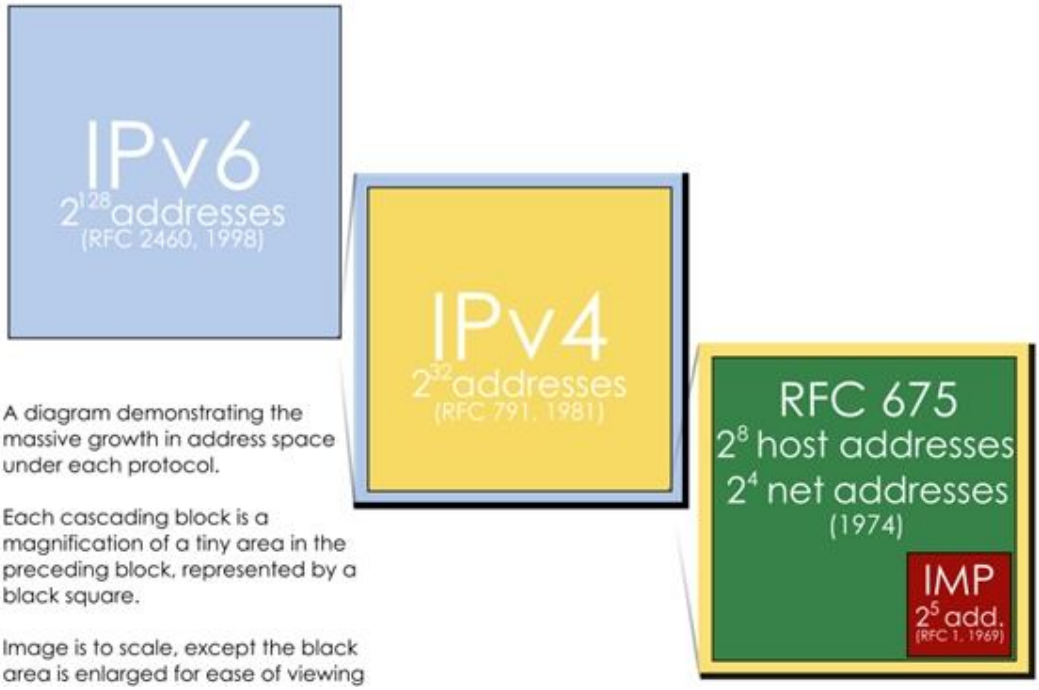
8-Transitioning IPv4 to IPv6

1-مقدمة

السلام عليكم ...

وكذلك حال التقنية دائما ما تجدد نفسها , تجدد نفسها حسب متطلباتها ولا تتجمد لفترات ودائما ما تلبي الاحتياجات ففي مايو 1974 نشرت IEEE مقالة تحت عنوان "A Protocol for Packet Network Interconnection." لكلا Vint Cerf و Bob Kahn وكانت تلك من أوائل المقالات التي تتحدث عن internet protocol لن ندخل في التفاصيل لأكن كانت هذه الوثيقة تتحدث برتوكول للinternetworking لمشاركة المصادر باستخدام الpacket switching.

وكانت هذا بمثابة أحد اختراع القطارات البخارية في سابق العصر , المهم أخذت العملية في التطور فمن RFC 675 إلي IPv4 والذي نعمل به إلى ألان منذ 1981 وقد اثبت نجاحا كبير وكان بقدر المسؤولية لأكن ألان أصبح ليس من الصواب التوقف عنده لأسباب عدة منها أن الIp Real لن تستطيع الشركات أن توفرها لكل الأشخاص والNAT كان حلا لجزء من المشكلة ولذلك جاء التخطيط لاستخدام برتوكول ذو خصائص أفضل من سابقيهم ويلبي جميع الاحتياجات



A diagram demonstrating the massive growth in address space under each protocol.

Each cascading block is a magnification of a tiny area in the preceding block, represented by a black square.

Image is to scale, except the black area is enlarged for ease of viewing

وفي عام 1998 ظهر إلي العالم المولود الجديد من عائلة IP انه الاصدار السادس فتعالي نتعرف معا علي هذا البرتوكول ,,,,,,,,,,,,

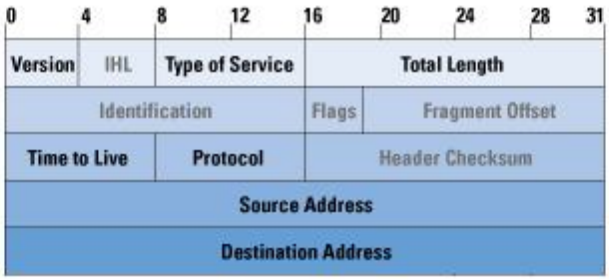
IPv6 Features-2

لا شك أن لIPv6 العديد من المميزات والتي سوف نوضحها ألان

1- Larger Address Space:
نعم هذا من أفضل مميزات هذا الإصدار العدد الهائل في عناوين الانترنت حيث أنه يتكون من 128 Bit وكلنا يعلم أن الIPv4 يتكون 32 Bit فتخيل معي كم الزيادة الواضح بين الإصدارين لذلك يستطيع ipv6 بمشيئة الله أن يوفر لكل جهاز Public Ip بل الشيء الرهيب هو انه من المعلوم أن عدد البشر يقارب 6.5 مليار بني أدم فان IPv6 سوف يوفر لكل واحد منهم عدد 2^{95} ip Address فلك أن تتخيل الكم من العناوين فسيكون بإمكان أي شخص استخدام أكثر من ip بدون Nat وذلك سوف يحقق المزيد من الخصوصية

2- Simplified header :
ومع أن IPv6 أحدث من IPv4 إلا أنة يحتوي على Header صغير عنة فمثلا لن تجد Checksum Field لأنك لن تكون محتاجا إلى عملية checksum لإلغاء الBroadcast في الIPv6
صورة توضح مقارنة بين Header Ipv4 & IPv6

IPv4 Header



IPv6 Header

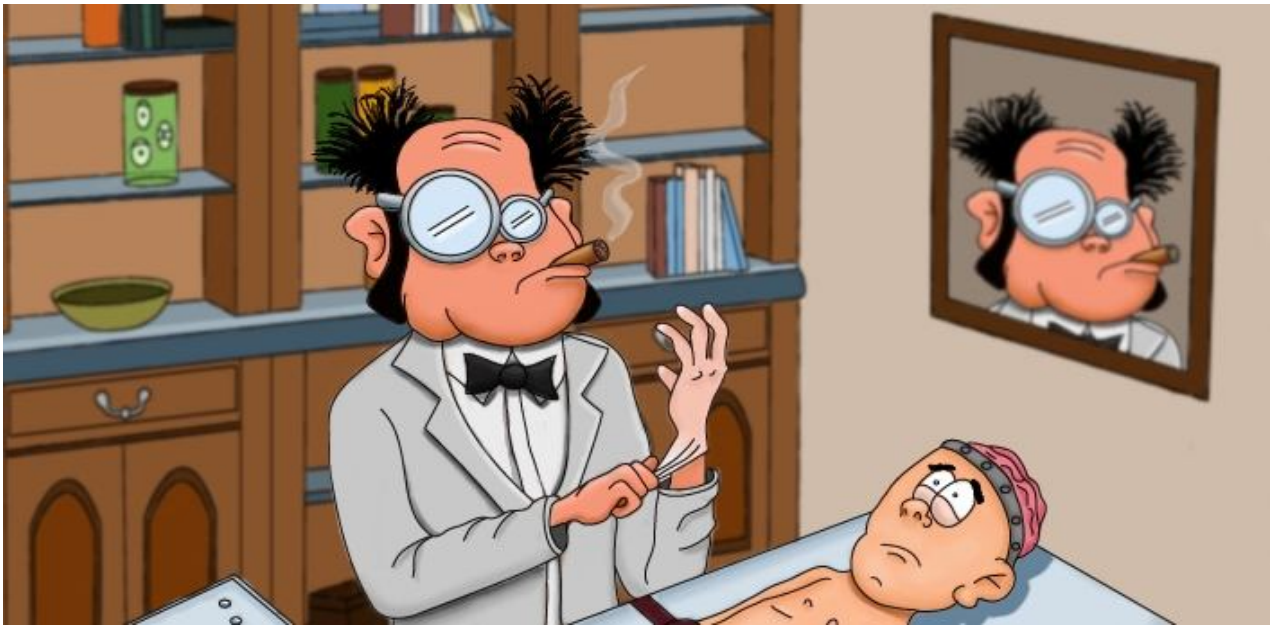
ممكن شخص يقول المفترض أن إعداد الIP في V6 أكثر من V4 إذا من المفترض أن يكون الHeader كبير .
والرد عن هذا التساؤل نسوقه بمثال :
وهو أن مثلا الشاشات القديمة كانت كبيرة الحجم وضخمة إما شاشات LCD فهي صغير وبسيطة وأداءها أفضل من الشاشات العادية

3-Mobility and security
يدعم IPv6 كلا من Mobile Ip, IPSec بشكل أفضل وأحسن من Ipv4
Mobile Ip: الحقيقة مصطلح Mobile هنا ليس معناه الهاتف الجوال كجهاز ولأكن يعني إمكانية التنقل بعنوان الip الخاص بك من مكان إلى أخر بعيد عن شبكتك وفي الحقيقة يدعم الIPv4 هذه الخاصية لأكن ليست بشكل automatically فتحتاج إلى بعض الإعدادات الإضافية أما Ipv6 فأنة يدعمها بشكل أفضل بكثير وبإمكانك الاطلاع علي الكثير من المعلومات حول هذه التقنية من خلال RFC 3775 وهذه الخاصية Built in ipv6

IPSec: طبعا الكثير منا درس الVPN لما لها من انتشار واسع في الحياة العملية سواء في مصر أو غيرها وطبعا طالما درست الVPN فأنت لازم تكون درست الIPSec وهو خاص بعملية التنقل الأمن وضمان حماية البيانات بين طرفين الIPv6 تكون فيه هذه الخاصية Built in متواجدة بشكل إلزامي

Transition richness-4
أجمل وأسهل طريق إلى تحول العالم إلى IPv6 , طبعا أنتم عارفين أن قضية أن تتحول المنظمات ومزودين خدمات الانترنت إلي نوعية جديدة من برتوكول إنترنت جديد من الممكن أن يواجه صعوبات من أهمها هو أن مع ضخامة الشبكة قد تبتعد المنظمات عن هذا التحول إذا كان سيترتب علية ضعف في الخدمة أو حتى توقف
لاكن عذرا فإن هذا لا يحدث مع IPv6 حيث انه يقدم حلول جيدة للغاية لضمان سهولة تحول العالم إليه,
بحيث انه يستطيع التوافق مع IPv4 بشكل رائع جدا وسوف تندهش من هذا التوافق فتعالى أقراء الأسطر التالية لتعرف
dual stack interface-1 وهو انك بإمكانك أن تقوم بإضافة عنوان IPv6 على interface تستخدم أيضا عنوان IPv4
IPv6 over IPv4-2 أو ما تعرف بتقنية 6to4 tunneling وهي تعنى إنني من الممكن أن استخدم شبكة تستخدم IPv4 لكي اجعل IPv6 يعبر من خلالها ليصل إلى IPv6 أخر طبعا تحتاج إلي شرح ولأكن ليس الآن

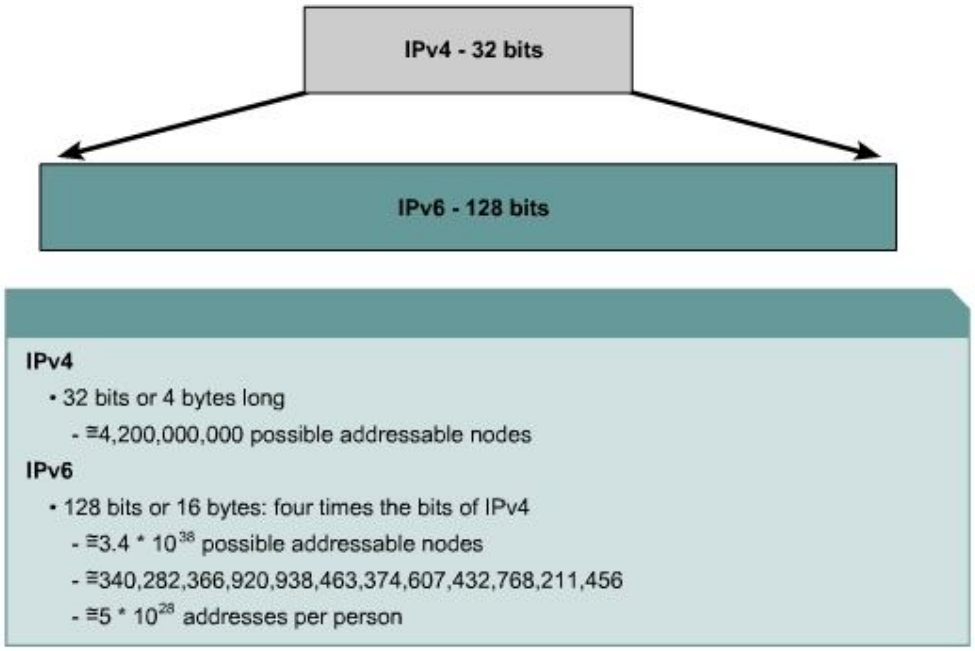
3-تشريح IPv6



أخواني وأخواتي ألان نحن على أعتاب معرفة التفاصيل الخفية لهذا البرتوكول

Large Address Space

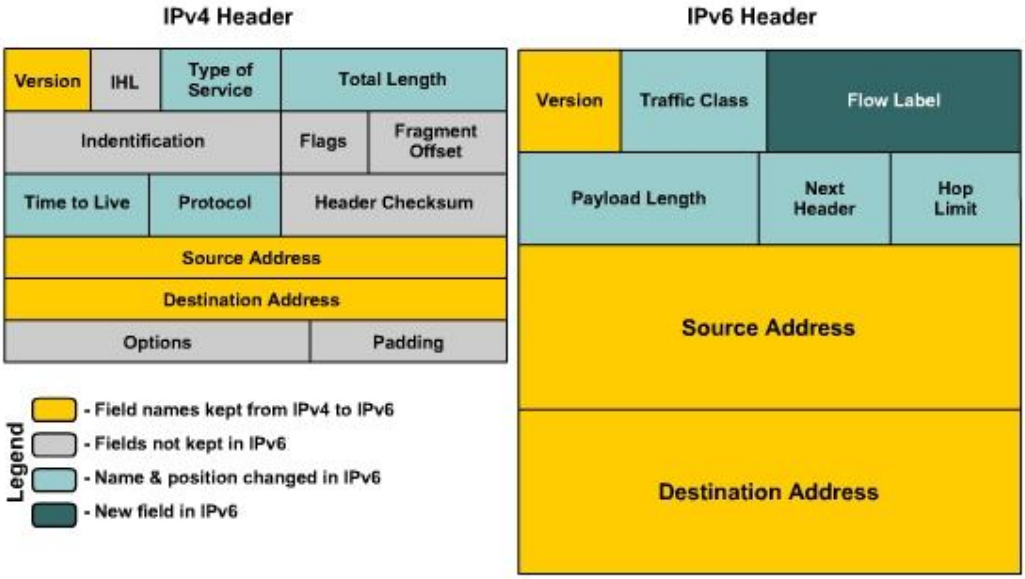
دائما ما نسمع على أن عدد الIP في IPv6 كبير جدا ولأكن الآن سوف نتحدث عنه بشيء من التفاصيل
يتكون IPv6 من Bit128 أو byte16 وهذا خلافا أن IPv4 يتكون من 32Bit أو 4byte
عدد العناوين المتاحة لIPv4= 4,200,000,000 التي من الممكن أن تستخدم
أما الأعداد المتاحة في IPv6 فتكون 3.4*10^128 بمعني أن لك بني ادم في هذا العالم له 5*10^28=؟؟؟ احسبها
وممكن نلخص سريعا أسباب الاتجاه لطلب أعداد كبيرة فنقول أن مثلا شبكات مثل شبكات IPTV,Voip,VOD فمذوبين الخدمة يحتاجون إلي جعل المشتركين يحصلون علي Public ip لما له من مزية أفضل من الNat
وهناك أجهزه تحتاج أيضا إلي Public Ip مثل Mobile , PDA وذلك لدخول شبكة الانترنت



دقق النظر في الصورة السابقة جيدا.

IPv6 packet header

والآن سوف نتكلم عن الHeader وهذا الجزء تأتي معظم الأسئلة فيه حول هل يوجد الField الفلاني في IPv6 Header وهكذا

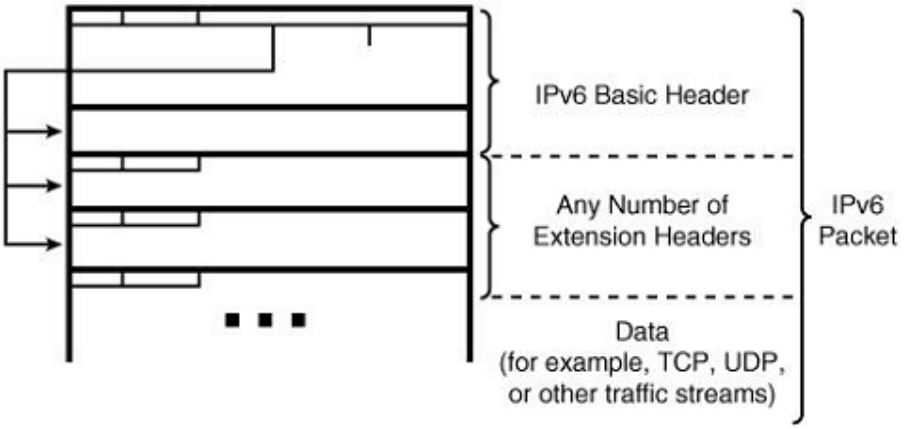


وفي هذه الصورة توضح الحقول المتشابه ب IPv4 و IPv6 وأيضا الحقول الجديدة مثل Flow Label والحقول التي اختفت مثل الحقول ذات اللون الرمادي
ومن الملاحظ أن ipv4 Header يتكون من 12 Field أما ipv6 فمثل ما انتم مشاهدين أصغر بكثير
وسوف نتحدث عن بعض هذه الFields
Version: يتكون من 4bit ويمثل هذا الحقل تحديد إصدار هذا العنوان وطبعا سوف يكون v6

Traffic Class: يتكون من 8bit وهو مماثل للحقل ToS الموجود في IPv4 ويستخدم لأجل تحسين وزيادة جودة الخدمة "QoS"
Flow Label: ويتكون من 20 Bit ويستخدمها الSource دائما لتمييز الPacket لكي يكون جزء من تدفق معين وهي أشبه في عملها بmpls حيث تكون هذه البتات عبارة عن label
Next Header: وهذا يوضح الHeader التالي هل هو TCP أم UDP أم Extension
Payload length:16-bit ويمثل نفس خصائص الحقل total length الموجود في IPv4
Hop limit: 8-bit وهذا يعبر عن عدد الHops التي سوف ينتقل فيها هذه هذه الPacket , كل روتر تعبر منه الPacket يستطيع أن يذود هذا الحقل بواحد وهذا الحقل مماثل للTTL Field الموجود في IPv4
Source & Destination Address: طبعا معروفة وهي عنوان المرسل وعنوان المستقبل
ومن الحقول التي كانت في ipv4 ولا توجد في ipv6
Header Length , Identification , Flags , Fragment Offset , Header Checksum

Extension Headers

لما تأتي وتقارن الHeader الخاص بIPv6 وIPv4 أول شيء ممكن تقوله هو أن IPv4 Header أكبر من IPv6 Header طيب لماذا ؟
لأنهم قالوا شيء جميل جدا وهو أن هناك حقول ليس دائما ما تستخدم فلماذا نضعها بشكل دائم في ال? Header ولان هذه الField قد لا تحمل أي معلومات فقاموا بجعلها مثل الخيارات من أرادها فليقم بوضعها ومن لم يريدها فهي لن تكون موجودة
طيب جميل جدا , فإذا أرادت أن تستخدم هذه الإضافات فعليك أن تضعها فيما يسمي Extension Header
يعني ممكن نقول انه Header إضافي يركب علي الHeader الأساسي وذلك لإضافة Option جديد للHeader
وهذه الصورة توضح مكان الExtension Header



ممكن نقول أنها مثل المكعبات !!
طيب من المختص بفحص ومعالجة الحقول المتواجدة داخل هذا الheader؟
عموما هو الجهاز أو بمعنى اصح الNode الذي سوف يكون الDestination لهذه الPacket
ولأكن هناك نوع من الExtension Header يحتاج إلي أن يتم فحصه في كل Node موجودة في المسار
طيب ما هي الحقول التي من الممكن أن تتواجد في هذا الHeader كOption؟
عند استخدام أكثر من Extension Header في الPacket يكون تتابع أو ترتيب الHeader مثل السلسلة الآتية
IPv6 Header-1: وهو الHeader الأساسي الذي قمنا بشرحه في الأعلى
Hop-by-Hop Option Header-2: وهو أحد الخيارات التي من الممكن إضافتها للHeader وطبعا من أهم الملاحظات علية أن كل Node يعبر من خلاله إلي الDestination يقوم هذا ال Node بمعالجته "processing" وقيمته تساوي صفر في حقل الNext header ومن أمثلة استخدامه هي عمليات Router Alert وتتضمن
Resource Reservation Protocol (RSVP)
Multicast Listener Discovery (MLD) messages
لمزيد من المعلومات أبحث في RFC 2711, IPv6 Router Alert Option لا كن لا تبحر فأنت لست ملزما به في الوقت الحالي
Destination option Header (When a Routing Header is used)-3: قيمتها في الNext Header تساوي 60

والمخول له بعمل processing له هو إي Destination موجود في Routing Header "*والذي سوف نشرحه في الخطوة القادمة*"وبما في ذلك الDestination المرسلة له بالإضافة إلى ذلك ممكن لهذا الHeader أن يأتي بعد أي نوع من أنواع Encapsulation Security payload Header(ESP)
واكبر مثال علي استخدام هذا الHeader هو عند استخدام Mobile ip
Routing Header-4:قيمته فيNext-Header تساوي 43 ويستخدم لل Source Routing & Mobile IPv6
Fragment Header-5:تأخذ القيمة 44 في الNext Header Field وتستخدم عندما يريد الSource تقسيم الPacket التي تكون اكبر من الMTU الخاصة بالمسار الذي بينه وبين الDestination
والحقيقة أن IPv6 يختلف عن IPv4 في شيء مهم وهو أن الروترات التي كانت تتواجد في منتصف الطريق تستطيع تقسيم الPacket على MTU لأكن في IPv6 الموضوع أختلف حيث أن المسئول عن هذه المهمة هو الNode الذي صنع هذه الPacket فيقوم بمعرفة أقل MTU في المسار المؤدى إلى الDestination ثم يقسم علي هذا الأساس ولأكن السؤال هنا هو كيف يعرف اقل MTU؟ والإجابة تكون عن طريق ما يسمى Path MTU Discovery (PMD)
Authentication Header and Encapsulation Security payload Header-6:
قيمة ال Authentication header=51 في حقل الNext header وقيمة ال Encapsulation Payload Header=50 ويستخدما مع IPSec ومهامه الحماية وما شابة من عمليات الSecurity
Upper-layer-Header-7: ويقصد بها الTransport Header ويأخذ الTCP القيمة 6 والUDP القيمة 17 في Next Header Field

صورة توضح القيم المختلفة في الNext Header

Header	Next Header Value
Hop-By-Hop Options	0
Routing	43
Fragment	44
Encapsulating Security Payload (ESP)	50
Authentication Header (AH)	51
Destination Options	60
TCP/IP Protocols	Protocol number value defined for that protocol (such as TCP = 6, UDP = 17, OSPF = 89, and so on)
No Next Header	59

IPv6 Address Representation

تكلمنا كثيرا فيما سبق عن خصائص الIPv6 ثم تكلمنا عن شكل الHeader و لا كن حتى الآن لم نري الشكل الذي يكون علية هذا الإصدار من العناوين وفي هذا الجزء سوف نتكلم على شكل الIPv6

يتكون من 128 هذه الBits تكتب بالHexadecimal وبعد كل أربعة من الHexadecimal تأتي ما يسمى بال Colons:
والأربع أرقام Hexadecimal يساوى 16 Bit
نطلق علي هذه الهيئة "coloned hex"

2035:0001:2BC5:0000:0000:087C:0000:000A

بالألوان

2035:0001:2BC5:0000:0000:087C:0000:000A

نعم هذه الأرقام الكبيرة والتي تشبه الMac Address هي IPv6 وهذه كانت الصيغة الرئيسية للIPv6 تتكون من 8 قطاع كل قطاع"segment" فيه Hexadecimal 4 بما يعادل 16Bit
وهذا هو شكل ipv6 وعلية ملخص ما سبق

Segment1 16 bit	Segment2 16 bit	Segment3 16 bit	Segment4 16 bit	Segment5 16 bit	Segment6 16 bit	Segment7 16 bit	Segment8 16 bit
H H H H	H H H H	H H H H	H H H H	H H H H	H H H H	H H H H	H H H H

H= One Hexadecimal Digit ملحوظة

طيب ممكن واحد يقول *كل هذه أرقام حسبي الله ونعم الوكيل!!*
لا الحقيقة أن الميزة الجميلة جدا أنك من الممكن أن تكتب العنوان بصيغ مختصرة تسهل عليك وعلينا الفهم , هذه الصيغ تخضع لقوانين محددة فتعال معا نعرف سويا بالأمثلة الصيغ المختلفة لكتابة عنوان IPv6

المثال:
3ffe:1944:0100:000a:0000:00bc:2500:0d0b
طبعا المنظر مرعب
القاعدة الأولي أي segment يكون كل محتواها يساوي صفر من الممكن اختصارها إلى 0 واحد فقط
3ffe:1944:0100:000a:0:00bc:2500:0d0b
طبعا اختصارها في الكتابة فقط لأكن أنت عندما تشاهدها أول شيء يجب أن تعرفه أن هناك أربع Hexadecimal Digits موجودين

القاعدة الثانية
3ffe:1944:0100:000a:0:00bc:2500:0d0b
أي صفر علي اليسار **داخل الsegmentالواحدة** من الممكن عدم كتابتها وأنا أكرر من الممكن عدم كتابتها ولا يعنى ذلك أنك حذفتها وبذلك قل عدد الBit في الipv6
وسوف يكون الشكل
3ffe:1944:100:a:0:bc:2500:d0b

القاعدة الثالثة
ff02:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0005
لو عندك واحد segment أو أكثر في داخل العنوان ويساوي أصفار **فقط** من الممكن اختصارهم جميعا من خلال استبدالهم
ب:: Double Colons
إذا سيكون العنوان بالشكل الأتي
ff02::5
ملحوظة طبقنا قاعدتين في هذا المثال القاعدة الأولي والثالثة بالنسبة للقاعدة الأولي فطبقنها في الSegment الأخير

هناك شيء غاية في الأهمية وأحتاج منك التركيز
وهو ماذا لو جاء إليك المثال التالي
2001:0d02:0000:0000:0014:0000:0000:0095
طبعا أنت سوف تنظر وتقول إذا سوف نبدل الآتي
2001:0d02:0000:0000:0014:0000:0000:0095
وسوف نكتبها بهذه الطريقة
2001:d02::14::95 وهذا خطاء كبير
والسبب أن من شروط القاعدة أن الdouble Colons يجب أن تكتب مرة واحدة في الIP
إذا سوف يكون الحل الصحيح هو
2001:d02::14:0:0:95
أو
2001:d02:0:0:14::95
والسبب في ذلك أنها قد تتحمل أكثر من معني
فأنت لو كتبت مثل الإجابة الخاطئة
2001:d02::14::95
فمن الممكن لقارئها الاختلاف في معرفة العنوان الحقيقي من الاختصار
فقد يظنه يعني
2001:0d02:0000:0000:0014:0000:0000:0095
أو
2001:0d02:0000:0000:0000:0014:0000:0095

أو
2001:0d02:0000:0014:0000:0000:0000:0095

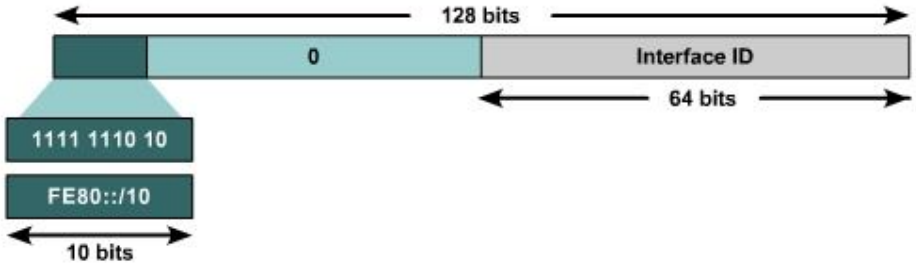
طبعا أنا محتاج منك أن تقوم بالبحث على عناوين وتقوم باختصارها وإذا قابلتك أي مشكلة مدونتي وبريدي متواجدين

IPv6 Address Types-4

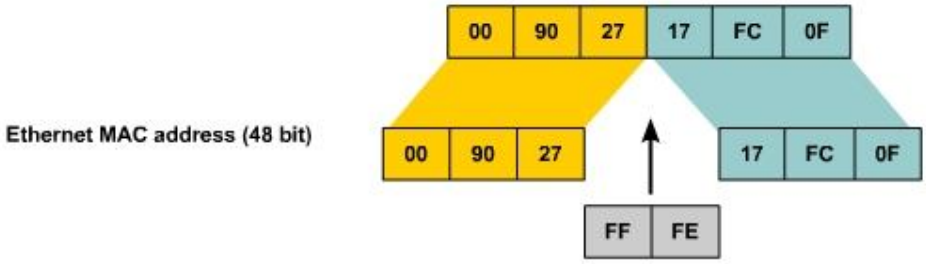
مثل ما IPv4 كان يتكون من عدة أنواع مثل unicast, multicast, broadcast
فإن IPv6 أيضا يتكون من عدة أنواع ولأكن هناك اختلاف
هناك ثلاث أنواع من العناوين في IPv6 وهم:
Unicast-1
Multicast-2
Anycast-3

Unicast

طبعا كان متواجد في IPv4 ويعنى أن جهاز واحد يكلم جهاز واحد one-to-one
وهناك ثلاث أنواع من الUnicast ولأكن في الBSCI أكتفي بنوعين وسوف أذكر الثلاثة
Link-local unicast address-1
وهو مثل الAPIPA أو الIP Private في IPv4 والذي يقع بين 169.254.1.0 to 169.254.254.255
والحواسب تأخذه إذا لم تجد عناوين تأخذه من الDHCP أو عن طريق Static ip
والحقيقة أنه هذا النوع من الUnicast لا يستطيع أن يقوم بالخروج خارج الشبكة والوصول إلي أي Destination خارج الشبكة بل يعمل فقط داخل الشبكة ليس له Routing
و يبدءا العنوان الخاص بهذا النوع دائما ب1111111010 ما يعادل **FF80::/10** بالHexadecimal
ملحوظة 10/ تعنى عدد الBits الخاصة بعنوان الشبكة وطبعا أنسى موضوع الـ<<.255.255 وهكذا ففي الIPv6 لا توجد إنما دائما تكتب بصيغة 128/, 64/, 10/ وهكذا
السؤال هنا كيف يحصل أي Node علي عنوان Link-local
ولمعرفة الجواب يجب عليك معرفة طريقة تسمي EUI-64
Eui-64 هي طريقة يستطيع الحاسب من خلالها الحصول علي عنوان من وذلك بالاستفادة من الMac Address الخاص به
فتعال معي نشرح بالتفصيل كيف يحصل الحاسب علي Local-Link
1- عندما يبدءا الحاسب بالعمل ولا يجد من يعطيه عناوين سواء DHCP أو static يبدءا هو بتكوين العنوان
2-طبعا عنوان الIPv6 يتكون من 128 bit فيقوم الحاسب أولا بتكوين أول 64bit وسوف تكون خاصة بالPrefix أي NetworkID وهذه تتكون من خلال الأتي أول عشرة Bit سوف تكون 1111111010 بمعنى أخر **FF80** التي ذكرت فوق
وبقيت الBit إلي أن يصل إلي 64 Bit بمعنى أخر نصف عدد الBits تساوي 0 والذي يقدر عددهم ب54bit
إذا سوف يكون أول 64 Bit بالشكل التالي



طيب باقي الBit 64 وهنا يجب أن تركز فإن جل عمل الEui-64 هنا
يقوم الجهاز بتكوين الجزء الباقي وهو الخاص بالجهاز ويطلق علية interface id يأخذ الMac Address الخاص بكرت الشبكة مع التعديلات الآتية
طبعا أن تعلم أن الMac يتكون من 48bit وأنت تحتاج إلي 64 bit إذا فسوف تحتاج إلي 16 Bit
يقوم الجهاز تلقائيا بوضع هذه الHexadecimal4 وهم FF FE وهم ثابتين في أي عنوان



Site-link Unicast Address-2

وهذه هي التي لم تتحدث عنها BSCI إلا في نبذة صغيرة للغاية ويمكن السبب في هذا هو أن أصلا الGlobal ip يكفى وزيادة فلماذا نحتاج للprivate أما بالنسبة للحماية فالحماية تؤمنها

هذا النوع من العناوين يشبه الPrivate ip in ipv4 والذي كان يستخدم في الWan

وهذه كانت عناوينه طبعا المفروض أنت تكون مذاكر ipv4 قبل هذا الشرح

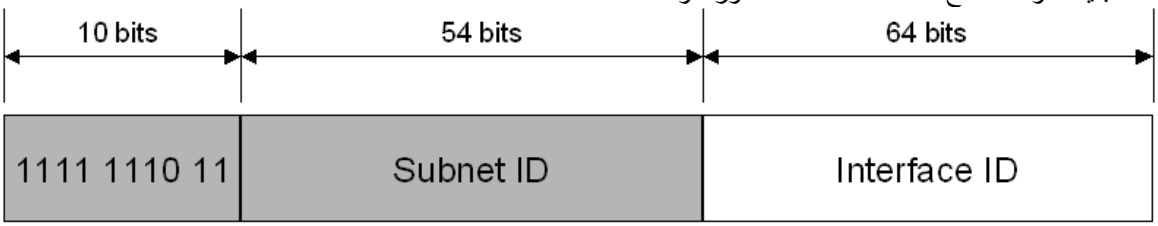
```
10.0.0.0        -   10.255.255.255  (10/8 prefix)
172.16.0.0      -   172.31.255.255  (172.16/12 prefix)
192.168.0.0     -   192.168.255.255 (192.168/16 prefix)
```

هذه كانت العناوين في ipv4 أما في ipv6

فكل عنوان يبدءا ب FFC0 بمعنى أن أول عشرة Bit يكونون بالشكل التالي 11 1110 1111

أول ما تشاهد هذا العنوان تعرفا أنه Site-link

أما البقية فسوف تحتاج منك مشاهده هذه الصورة أولا



تكون الbit54 التالية خاصة للSubnet id

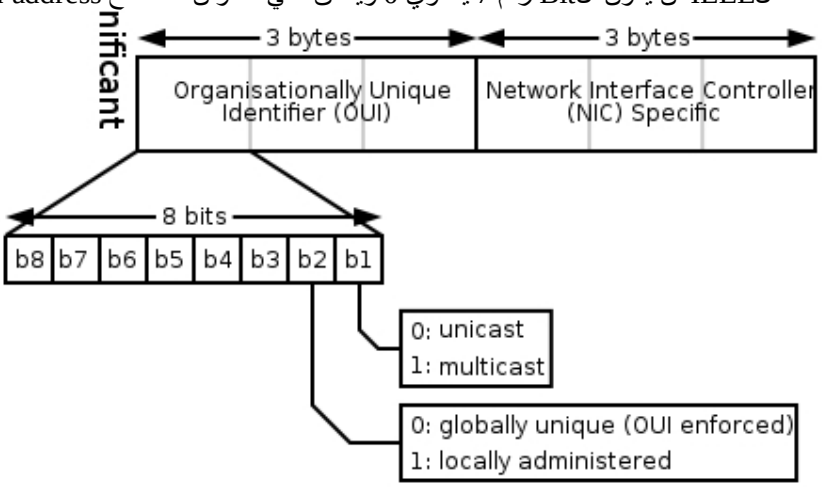
وأما الباقي وهم 64bit فيكونون خاصين بعنوان الجهاز نفسه

مع ملحوظة أن الbit رقم 7 في الEUI أو ما تسمى بIPv6 interface identifier تسمى بUniversal Bit

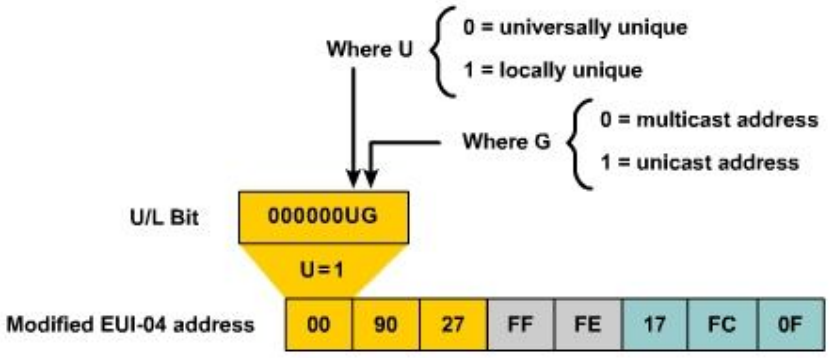
وهذا يدعونا للحديث قليلا عن الMAC Address

في الحقيقة أن شركة الIEEE عندما تعطى اى شركة مصنعة للMAC Address OUI مخصص لها حتى ويكون هو أول 24 BIT موجودة في الMAC

تتعمد الIEEE أن يكون الBit رقم 7 يساوي 0 ويطلق علي العنوان مصطلح universally administered address



والحقيقة أنه من المكن أن يتم تغيير هذا العنوان من خلال أوامر مختلفة وهنا يطلق عليةlocally administered address



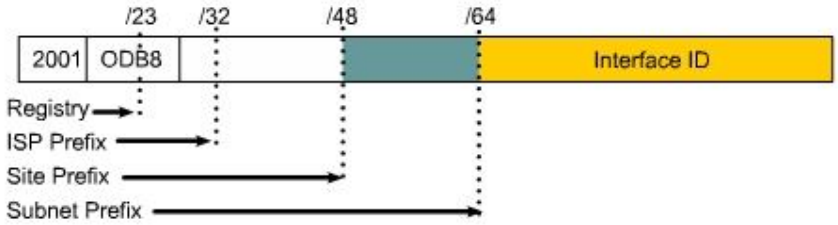
والسؤال الذي يطرح نفسه هل من الممكن استخدام طريقة الEUI-64 مع هذا النوع من الunicast
الإجابة نعم
وهذا من خلال أن تقوم بكتابة الأوامر التالية
1- كتابة أمر تفعيل الipv6 في الروترات وهذا طبعا إذا لم يكن مفعل

```
ipv6 unicast-routing
```

ثم تدخل إلي الinterface وتكتب الأمر

```
ipv6 address fec0:0:0:3::/64 eui-64
```

هذا النوع من العناوين يقبل الRouting والاتصال بأكثر من شبكة عكس الlocal Link
Global unicast address-3
النوع الثالث وهو الأكثر انتشارا وهو يساوي عناوين Public ip في IPv4
يبدأ هذا النوع من الunicast ب 001 Bit بمعني 2000::/3



والمسئول عن هذه العناوين هي شركة IANA
وتختلف العناوين التي من الممكن أن تعطي لك فمثلا
إذا كانت شركتك كبيرة جدا وتحتاج لوجود أكثر من شبكة مثلا فالPrefix الذي سوف تحتاجه سوف يكون 48/ وبهذا سوف يكون لديك 64-48=16 بت خاصة بالSubnets للفروع ويطلق عليها أيضا "SLA "Site-level Aggregator
وإذا كانت الشركة متوسطة الحجم وتحتاج لشبكة واحدة مثلا فسوف تحتاج Prefix يساوي 64/
أما إذا كنت تحتاج عنوان لجهاز واحد فقط فأنت سوف تحتاج prefix 128/

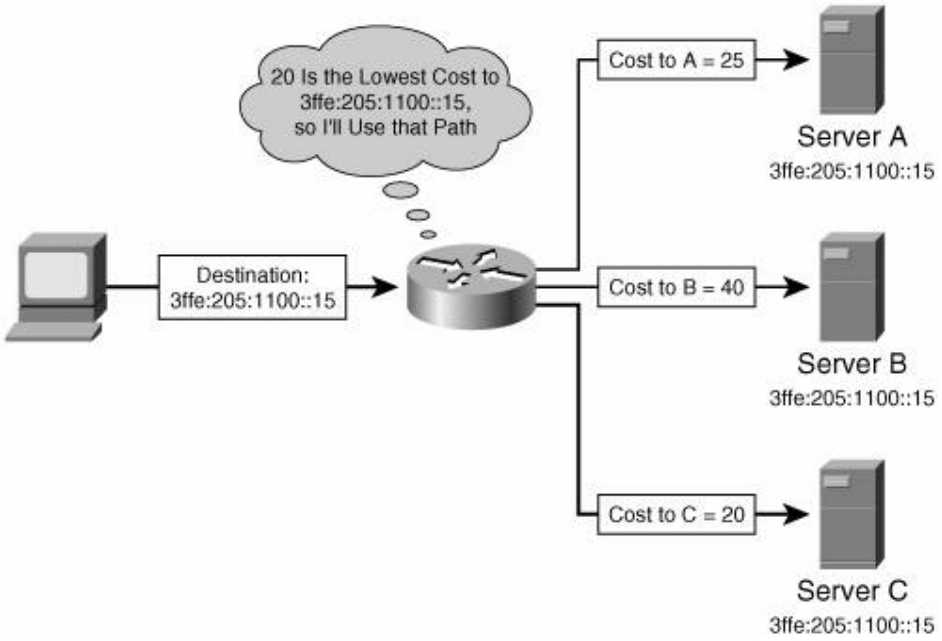
السؤال هنا هل ممكن استخدم طريقة الEUI-64 مع عناوين ال Global ؟ الإجابة نعم
مثال

```
ipv6 address 2001:0:0:3::/64 eui-64
```

Anycast Addresses

ما هذا النوع من العناوين ؟ فهو جديد ولم يكن متواجد في ipv4
الحقيقة أنك عندما تعرف ما هو سوف تعرف جيدا إلى أي مدى حارب المطورون لتقديم خدمات وخيارات مميزه لهذا البرتوكول.

فالAnycast عنوان يستطيع يهدف في الأساس إلى خدمة الأجهزة الأخري وهو يعمل كالDestination ip وسوف تعلم ما الحكمة فيها والشيء المميز أن هذا النوع من العناوين يستطيع أن يوضع في أكثر من جهاز بمعنى أن يأخذ من نفس العنوان أكثر من جهاز !!!!!!!!!
مازلت متعجب ؟ إذا إليك هذا المثال



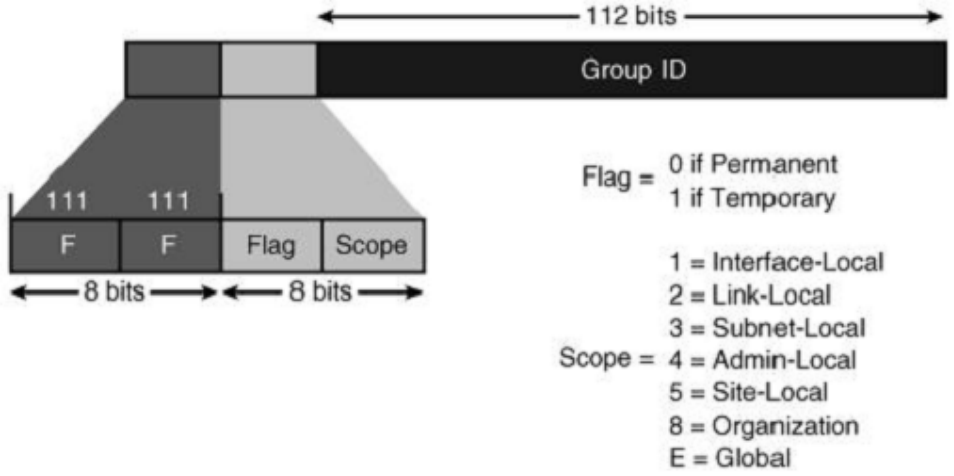
رزقك الله بوظيفة " اللهم أرزقنا " في شركة تعمل بipv6 "ما شاء الله لا حول ولا قوة إلا بالله"
وعندك ثلاث سيرفرات يقدمون نفس الخدمة وبعيدا عن نوع الخدمة هذه السيرفرات
فأنت تحتاج أن تجعل أجهزة الحاسب التي لديك مستفيد من هذه الخدمة طوال الوقت فسوف تعطي هذه السيرفرات Anycast address واحد فقط وهو 3ffe:205:1100::15 بحيث إذا أراد الحاسب الحصول على هذه الخدمة فانه يقوم بالإرسال على أن يكون عنوان الDestination 3ffe:205:1100::15 وعندما يصل إلى الروتر الرابط بينهم فانه يبحث عن أقل Cost بينه وبين الثلاث سيرفرات ويرسل للأقرب , شوفت الموضوع سهل إذاى ؟
وليس هذا فقط لأكن تخيل معي أن تعطل احدي السيرفرات هل سوف يحدث تأثير ؟ قطعا لا لن يشعر المستخدم بأي خلل في الشبكة لان السيرفرات الباقية تعمل بنفس العنوان

Multicast Address

طبعا العارف لا يعرف ومن منا لا يعرف هذا النوع من العناوين فلقد سبحنا فيه مع معظم انواع برتوكولات الRouting ولا كن لزيادة الحيطة نشرحه
هذا النوع يعنى إرسال رسالة إلى مجموعة من الأجهزة من بين مجموعة من الأجهزة
عناوين الMulticast الخاصة بipv6 تبدأ بFF00::/8
مثال بالنسبة ipv6
هذا العنوانFF02::2 يعتبر مخصص للروترات Router
حقيقة القائمة تطول و لا كن إليكم هذا الجدول المختصر لعناوين الMulticast ويجب مذاكرتها

Address	Multicast Group
FF02::1	All Nodes
FF02::2	All Routers
FF02::5	OSPFv3 Routers
FF02::6	OSPFv3 Designated Routers
FF02::9	RIPng Routers
FF02::A	EIGRP Routers
FF02::B	Mobile Agents
FF02::C	DHCP Servers/Relay Agents
FF02::D	All PIM Routers

Multicast Address Structure



ركز جيدا متى يكون الFlag 0 or 1 وكذلك الScope ومن الأفضل أن تكون قد ذاكرت درس الMulticast

Stateless\Stateful Autoconfiguration

ممكن شخص يقول والله جزآك الله خيرا لأكن أنا حتى ألان لا أعرف كيف تتعرف الأجهزة مع بعضها البعض وكيف تحصل على العناوين وهل هناك DHCP أم لا بمعنى أخر كيف تحصل الأجهزة على ipv6 بطريقة آلية ؟
هناك طريقتين للحصول على عناوين بطريقة آلية وهم Stateless\Stateful

Stateful وهي تعنى أن تعتمد الHost "الأجهزة" على ال"DHCPv6" DHCP for IPv6 في الحصول على العناوين
Stateless وهي تعنى أن يستطيع الHost الحصول على العنوان في غياب الDHCP بمعني أخر الاعتماد على النفس في الحصول على العنوان

وسوف نشرح الآن الStateless
عندما يبدأ الحاسب الذي يحتوي على ipv6 يقوم بصناعة عنوان Link-local لنفسه وطبعا أنت تعلم أن بداية أي عنوان Link-local بFE80 يركبه مع الEUI-64 الخاص به والذي يكون قد كونه بإضافة الMac-Address الخاص بة ثم أضاف الـ16 بت في منتصف الMac "FFFE" وبذلك سوف يكون العنوان
FE80::interface id(64 bit)
طبعا مكان اللون الأصفر الماك بعد التحول والإضافات

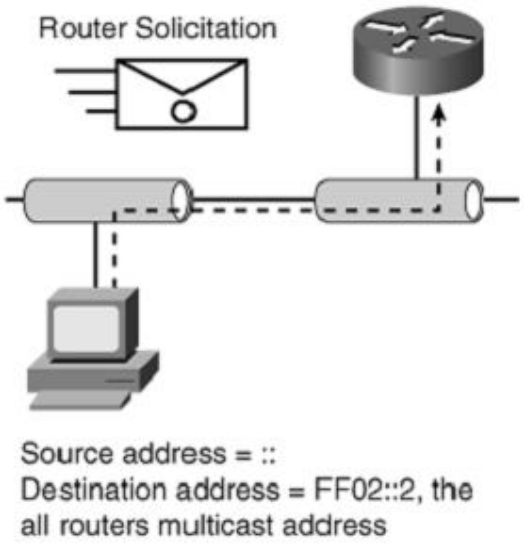
بعد ذلك ولمزيد من الحرص والأمان يريد الHost أن يعرف ما إذا كان هناك أي Host أخر له نفس ال Link-local Address الذي لدية يقوم بذلك من خلال أن يرسل رسالة تسمي Neighbor Solicitation (NS) ويكون ال IP Destination في هذه الرسالة هو العنوان FF02::1 وهذا العنوان هو Multicast Address وهو ويسمع به جميع الHost راجع الجدول الموجود في شرح الMulticast Address "*وليس معنى ذلك أنه Broadcast بل هو Multicast خاص بال ALL Node*"

لو أحد من تلك الNode له نفس العنوان فانه سوف يرد برسالة(Neighbor Advertisement (NA وإذا أستلم الNode الذي إرسال في الأول العنوان فانه سوف يقوم بعمل Disable لLink-Local Address الخاص به

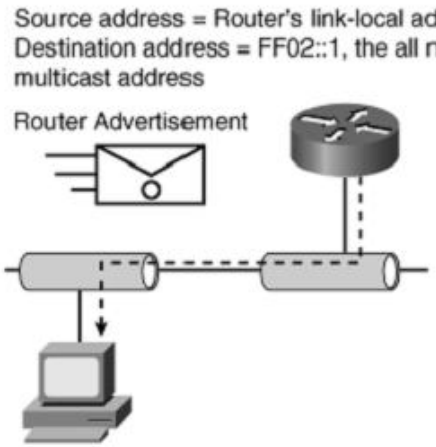
ولاكن مع معرفتنا بان العنوان يعتد في الأساس على الMac Address فمشكلة تكرار العنوان هذه من المستحيل أن تحدث لأكن كان يجب أن تعرف ماذا قد يحدث إذا حدث تكرار فقط

بعد أن يتأكد الHost أنه Unique Link-local Address يبدأ في مرحلة أخري جديدة وهي التعامل مع Router والسبب في ذلك هو معرفة معلومات عن الشبكة التي هو فيها مثل الDefault Route

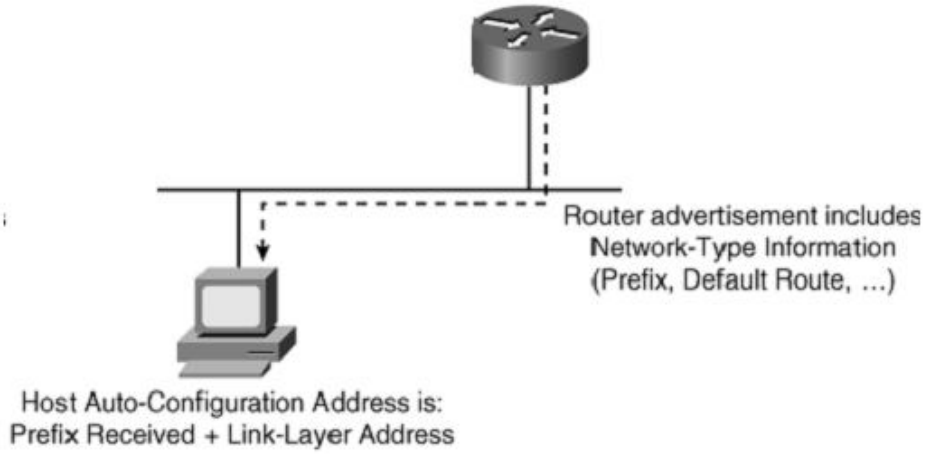
يبدأ الHost بإرسال رسالة تسمي Router Solicitation (RA) ويكون ال Destination Address FF02::2 وهو عنوان Multicast خاص بالRouters



يقوم الRouter بالرد بإرسال ما يسمي بال(A Router Advertises (RA وتكون على عنوان Multicast FF02::1 address وتحوي على الPrefix "عنوان الشبكة" أو عناوين الشبكة الموجود على هذا الLink والDefault Route



ثم بعد ذلك يقوم الHost بعمل Autoconfiguration والاستعانة بالمعلومات التي وصلت له من الروتر ويقوم بتعديل ال prefix



يطلق على هذه العملية "Autoconfiguration" ما يسمي ب duplicate address detection (DAD)

ملحوظات أخيرة في هذا الجانب

أكثر من عنوان على interface واحده
أي Device مركب علية IPv6 يستطيع أن يحتوي على أكثر من ipv6 Address في وقت واحد مثلا ممكن أن يكون لدية عنوان Link-local وSite-localوGlobal وممكن أيضا أن يكون لديه أكثر من عنوان Global أو Anycast Address وMulticast وهكذا .....

جدول العناوين الخاصة
وجدت جدول يلخص العناوين مثل الLoopback ومثل هكذا من العناوين

Address Type	High-Order Bits (binary)	High-Order Bits (Hex)
Unspecified	00...0	::/128
Loopback	00...1	::1/128
Multicast	11111111	FF00::/8
Link-Local Unicast	1111111010	FF80::/10
Site-Local Unicast (Deprecated)	1111111011	FFC0::/10
Global Unicast (Currently allocated)	001	2xxx::/4 or 3xxx::/4
Reserved (Future global unicast allocations)	Everything else	

IPv6 over Data Link Layers
معظم أنواع ال Data link Layerتدعم الIPv6
وهم

- Ethernet*
- PPP*
- High-Level Data Link Control (HDLC)*
- FDDI
- Token Ring

- Attached Resource Computer Network (ARCNET)
- Nonbroadcast multiaccess (NBMA)
- ATM**
- Frame Relay***
- IEEE 1394

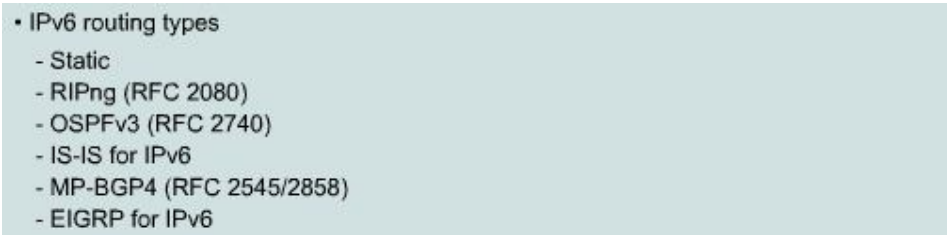
* Cisco تدعم هذه الأنواع فقط.
** Cisco تدعم فقط ATM permanent virtual circuit (PVC) and ATM LAN Emulation (LANE).
*** Cisco تدعم فقط Frame Relay PVC.

IPV6 & Routing Protocol-5

في هذا الجزء سوف نتحدث عن برتوكولات التوجيه المتاحة لIPv6

أحيانا تختلف المسميات وأحياننا تختلف بعض الجزئيات , هذا هو حال الRouting protocol مع الIPv6

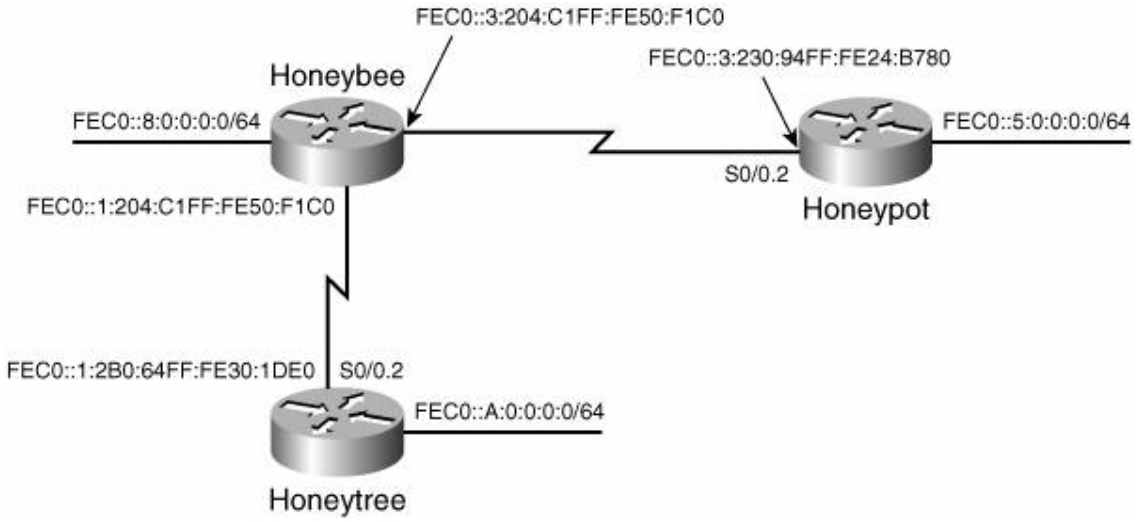
وسوف نستعرض الآن البرتوكولات الدعامة للIPv6



لا اختلاف في المفاهيم الأساسية وكيفية عمل الRouting Protocols

Static Route
هو نفسه في ipv4
والأمر يكتب كالأتي
ipv6 route ipv6-prefix/prefix-length interface-type interface-number[administrative-distance]

مثال عملي



Configuring Honeypot's IPv6 static routes

`ipv6 unicast-routing` هذا الأمر مهم جدا لان ipv6 ليس by Default

```
interface serial 0/0.2 point-to-point
 ipv6 address fec0:0:0:3::/64 eui-64
ipv6 route fec0::1:0:0:0:0/64 fec0::3:204:c1ff:fe50:f1c0
ipv6 route fec0::a:0:0:0:0/64 fec0::3:204:c1ff:fe50:f1c0
ipv6 route fec0::8:0:0:0:0/64 fec0::3:204:c1ff:fe50:f1c0
```

ملحوظة ممكن استبدال العنوان بالinterface مثل ما هو موجود في ipv4

Configuring IPv6 static routes for Honeytree.

```
ipv6 route fec0::8:0:0:0:0/64 fec0::1:204:c1ff:fe50:f1c0
ipv6 route fec0::3:0:0:0:0/64 fec0::1:204:c1ff:fe50:f1c0
ipv6 route fec0::5:0:0:0:0/64 fec0::1:204:c1ff:fe50:f1c0
```

Configuring IPv6 static routes for Honeybee.

```
ipv6 route fec0::a:0:0:0:0/64 fec0::1:2b0:64ff:fe30:1de0
ipv6 route fec0::5:0:0:0:0/64 fec0::3:230:94ff:fe24:b780
```

أظن المثال السابق و ضح ليك مدى الاختلافات التي من الممكن أن تتواجد بين ipv4 & ipv6

RIPng

هذا هو اسم الRip في الipv6 وهو اختصار "Routing Information Protocol next generation"
يعتمد على نفس القواعد التي يعتمد عليها Rip2 مثل 15 hop count وهكذا

ويختلف معه في عنوان الMulticast FF02::9
والUpdate يرسل UDP port 521
وأيضا يختلف في الاسم Ripng

ملخص الخطوات

Step 1 enable

```
:Example
Router> enable
```

Step 2 configure terminal

:Example
```
Router# configure terminal
```
Step 3 ipv6 router rip word
:Example
```
Router(config)# ipv6 router rip cisco
```
Step 4 maximum-paths number-paths
:Example
```
Router(config-router)# maximum-paths 1
```
Step 5 exit
:Example
```
Router(config-if)# exit
```
Step 6 interface type number
:Example
```
Router(config)# interface Ethernet 0/0
```
Step 7 ipv6 rip name default-information {only | [originate} [metric metric-value
:Example
```
Router(config-if)# ipv6 rip cisco
    default-information originate
```

OSPFv3

وهذا موضوع لحاله سوف اشرحه بالتفصيل لأكن الآن سوف نأخذ نبذة فقط

- Based on OSPF version 2 (OSPFv2), with enhancements
- Distributes IPv6 prefixes
- Runs directly over IPv6
- Operates as “ships in the night” with OSPFv2

خواص جديدة

- 128-bit addresses
- Link-local address
- Multiple addresses and instances per interface
- Authentication (now uses IPSec)
- OSPFv3 runs over a link rather than a subnet

IS-IS

أعرف فقط ما هو الجديد

- Two new Type, Length, Value (TLV) attributes
- IPv6 reachability
- IPv6 interface address
- New protocol IDS

ملخص الخطوات

Step 1 enable
:Example
```
Router> enable
```
Step 2 configure terminal
:Example
```
Router# configure terminal
```
Step 3 router isis area-tag
:Example
```
Router(config)# router isis area2
```
Step 4 net network-entity-title
:Example

```
Router(config-router)# net
c.0049.0001.0000.0000.000
Step 5 exit
:Example
Router(config-router)# exit
Step 6 interface type number
:Example
Router(config)# interface Ethernet 0/0/1
Step 7 ipv6 address {ipv6-address/prefix-length | prefix-name sub-
bits/prefix-length}
:Example
Router(config-if)# ipv6 address 2001:0DB8::3/64
Step 8 ipv6 router isis area-name
:Example
Router(config-if)# ipv6 router isis area2
```

EIGRP

نفس الطريقة المتبعة في ipv4 موجودة مع ipv6

ملخص الخطوات

```
Step 1 enable
:Example
Router> enable
Step 2 configure terminal
:Example
Router# configure terminal
Step 3 ipv6 unicast-routing
:Example
Router(config)# ipv6 unicast-routing
Step 4 interface type number
:Example
Router(config)# interface FastEthernet 0/0
Step 5 ipv6 enable
:Example
Router(config-if)# ipv6 enable
Step 6 ipv6 eigrp as-number
:Example
Router(config-if)# ipv6 eigrp 1
Step 7 no shutdown
:Example
Router(config-if) no shutdown
Step 8 ipv6 router eigrp as-number
:Example
Router(config-if)# ipv6 router eigrp 1
Step 9 router-id {ip-address | ipv6-address}
:Example
Router(config-router)# router-id 10.1.1.1
Step 10 no shutdown
:Example
Router(config-if) no shutdown
Step 11 exit
:Example
Router(config-router) exit
Step 12
show ipv6 eigrp interfaces [interface-type interface-number] [as-number]
:Example
Router# show ipv6 eigrp interfaces
```

Multiprotocol BGP (MP-BGP)

Multiprotocol extensions for BGPv4:
- Enables other protocols that IPv4
- New identifier for the address family

IPv6 specific extensions:
- Scoped addresses: NEXT_HOP contains a global IPv6 address and potentially a link-local address (only when there is a link-local reachability with the peer).
- NEXT_HOP and NLRI are expressed as IPv6 addresses and prefix in the multiprotocol attributes.

بعض الإضافات البسيطة

ملخص الخطوات

Step 1 enable

:Example

```
Router> enable
```

Step 2 configure terminal

:Example

```
Router# configure terminal
```

Step 3 router bgp as-number

:Example

```
Router(config)# router bgp 65000
```

Step 4 no bgp default ipv4-unicast

:Example

```
Router(config-router)# no bgp default
                       ipv4-unicast
```

Step 5 bgp router-id ip-address

:Example

```
Router(config-router)# bgp router-id
                       192.168.99.70
```

ولمعرفة المزيد عن فائدة والغرض من هذه الأوامر بل وتتعرف كيفية تطبيق ما تريده على الIPv6 أدعوك لتحميل هذا الكتاب

Cisco IOS IPv6 Configuration Guide, Release 12.4
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipv6/configuration/guide/12_4/ipv6_12_4_book.pdf

OSPFv3-6

ولان الOSPF هو البرتوكول الأكثر انتشارا واستخداما علي مستوي الشبكات فكان لابد أن يكون له الحظ الوافر في الIPv6 ودراسته في منهج الBSCI

أولا نبدأ بالتشابه بين OSPFv2,OSPFv3

1-نفس أنواع ال Packet الموجودة مع OSPFv2 موجودة مع OSPFv3

Packet type	Description
1	Hello
2	Database Description
3	Link State Request
4	Link State Update
5	Link State Acknowledgement

ما في اختلاف الحمد لله

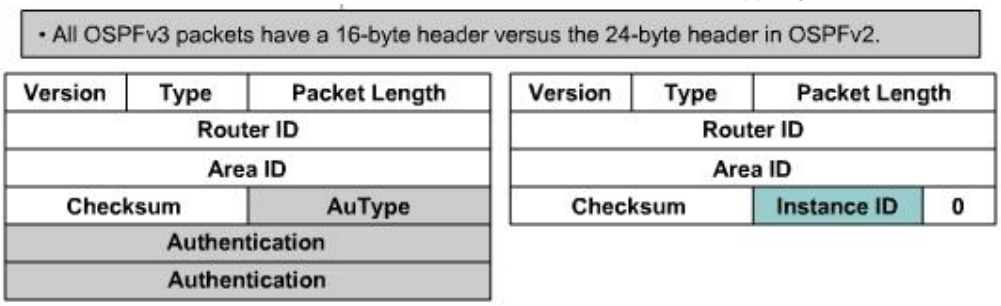
2-Mechanisms for neighbor discovery and adjacency formation are identical
لو تتذكر عندما كنا نتحدث عن Down sate ,init state , Two-way sate ثم تحدثنا عن الExstart والExchange
هذه لن تتغير موجودة في OSPFv3

3- يدعم الOSPFv3 أيضا كلا من nonbroadcast multiaccess (NBMA) و point-to-multipoint topology. OSPFv3 also supports the other modes from Cisco, such as point-to-point and broadcast, including the interface.

4- وأيضا انتقال الLSA في الArea "Flooding LSA" والAging كلها نسخة طبق الأصل من OSPFv2

طيب هذه هي الأشياء المتشابهة بينهم ألان نأتي للأشياء المختلفة

1-**كل Header خاص بأي نوع من أنواع OSPFv3 Packets يساوي 16-byte وهذا أقل بكثير من الOSPFv2 Packet Header والسبب !!!!!!!**



والسبب الحقيقي وأحتاج منك تركيز ألان هو أن بعض الField قد اختفت وان هناك Field قد تمت إضافته
الآن سوف نتكلم عن الذي تم حذفهم
كلا من AuType , Authentication , Authentication والسبب الحقيقي هو أننا نعمل أن الحماية في الIpv6 هي شيء أساسي بل وقلنا أنها Built in إذا تم نقل وظيفة الحماية من الOSPFv3 إلى الIPv6 وبهذا لن تكون الحماية جزء من الOSPFv3

أما بالنسبة للField المضاف فيطلق علية Instance ID
الOSPFv3 يدعم ما يسمي بMultiple OSPFv3 instance support
وهو يعني تقسيم الAutonomous System وهو نفس فكرة الAS الموجودة في برتوكول Eigrp
ويجب أن تتشارك الinterfaces في الشبكة في نفس قيمة الInstance ID وتكون القيمة By Default = 0

2-**Link-local addresses are used**
طبعا أنت تعلم أن IPv6 interfaces تستطيع بسهولة جدا أن يكون لديها أكثر من IP Address فمثلا تحتوي على Link-local Address & Global Address وأيضا من الممكن أن تحتوي على Site local

طيب ركز مع الحين جامد
في عمليات الAdjacencies بين الروترات ما هو الSource ip المستخدم , هل سوف يتم استخدام الLink local أم الGlobal أم Site-local ؟؟؟؟؟
الإجابة وببساطة سوف يستخدم الLink-local
ولن يتوقف فقط في الاستخدام كSource IP أنما أيضا سوف يستخدم كNext hop ؟؟؟
مثال

```
Skrewt#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 16 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
```

```
C    2001:DB8:0:1::/64 [0/0]
     via ::, Serial0/0
L    2001:DB8:0:1::1/128 [0/0]
     via ::, Serial0/0
O    2001:DB8:0:1::2/128 [110/64]
     via FE80::206:28FF:FEB6:5BC0, Serial0/0
```

لاحظ معي أنه أستخدم في المثال
ال"Next Hop Link-Local Address FE80::206:28FF:FEB6:5BC0"
للوصول إلي "Global Address 2001:DB8:0:1::2/128"
أظن ألان فهمت ماذا نعنى باستخدام الLink-local Address كNext Hop

OSPFv3 runs over a link-3
لعلنا لاحظنا أن الIPv6 interfaces من الممكن أن يكون لها أكثر من عنوان أذا فالاعتماد على الSubnetمثل الموجود في الOSPFv2 ليس موجود في الOSPFv3 فيستطيع روترين أن يحدث بينهم تقارب حتى لو كانوا مختلفين في ال ipv6 subnet وذلك يرجع إلى أن اعتمادهم في الCommunication فيما بينهم على الLink-local Address

Multicast addresses -4
تغيرت العناوين في الOSPFv3
FF02::5 = 224.0.0.5
FF02::6 = 224.0.0.6

Removal of address semantics-5
كلا من Router LSA , Network LSA لن يحملوا عناوين الشبكات كما في OSPFv2
وسوف نتكلم عن الLSA لاحقا

بالنسبة لاختيار Router ID فالأمر أختلف حيث أن الRouter ID يتكون من 32bit وعنوان الIPv6 يتكون من 128bit
فلابد وهذا مهم جدا أن تقوم أنت بكتابة الRouter ID من خلال الأمر `(config-if)# router-id <ip address>`
وإلا لن يعمل الOSPF وذلك لعدم وجود Router ID

LSA Types

كنا قد تحدثنا سابقا في دروس الOSPFv2 عن أن هناك 11 أنواع للLSA أهملنا كلا من 6,8,9,10,11 فمنهم من لا تدعمه Cisco وآخرين لم يتطرق إليهم الBSCI

أما في الOSPFv3 فهناك 9 أنواع من الLSA بعضها يقوم بنفس المهمة الموجودة عند مثيلتها في v2 والبعض الأخر اختلف تماما وهناك الجديد
ولنستعرض هذا الجدول الذي يوضح أنواع الLSA في OSPFv3

OSPFv3 LSAs		OSPFv2 LSAs	
LS Type	**Name**	**Type**	**Name**
0x2001	Router LSA	1	Router LSA
0x2002	Network LSA	2	Network LSA
0x2003	Inter-Area Prefix LSA	3	Network Summary LSA
0x2004	Inter-Area Router LSA	4	ASBR Summary LSA
0x4005	AS-External LSA	5	AS-External LSA

0x2006	Group Membership LSA	6	Group Membership LSA
0x2007	Type-7 LSA	7	NSSA External LSA
0x2008	Link LSA		No Corresponding LSA
0x2009	Intra-Area Prefix LSA		No Corresponding LSA

ما رائيك ؟ !!
1-Router LSA Type "0x2001"
الحقيقة حدث تغيير حيث أن وظيفة الRouter LSA ألان لن تحتوي الRouter LSA على أي Addresses خاصة بالشبكات المجاورة للRouter كما كان يحدث في OSPFv2
السؤال إذا من سوف يقوم بمهمة إرسال الAddresses أو الPrefix ؟ الجواب هو LSA type 9 والتي سوف نتحدث عنها لاحقا

2- Network LSA Type"0x2002"
نفس الوضع بالنسبة لNetwork LSA لا تحمل الAddresses فقط IDs

3-Inter-Area Prefix LSA "0x2003"
نفس مهمة LSA Type 3 in OSPFv2 لم يحدث له إلا تغيير الاسم فقط

4-Inter-Area Router LSA
نفس مهمة LSA Type 4 in OSPFv2 لم يحدث له إلا تغيير الاسم فقط

بالنسبة لType 5,7 لم يتحدث عنهم وهم نفس الوظائف مقارنه بOSPFv2 ولا كن الاختلاف في الشكل هذا والله أعلم

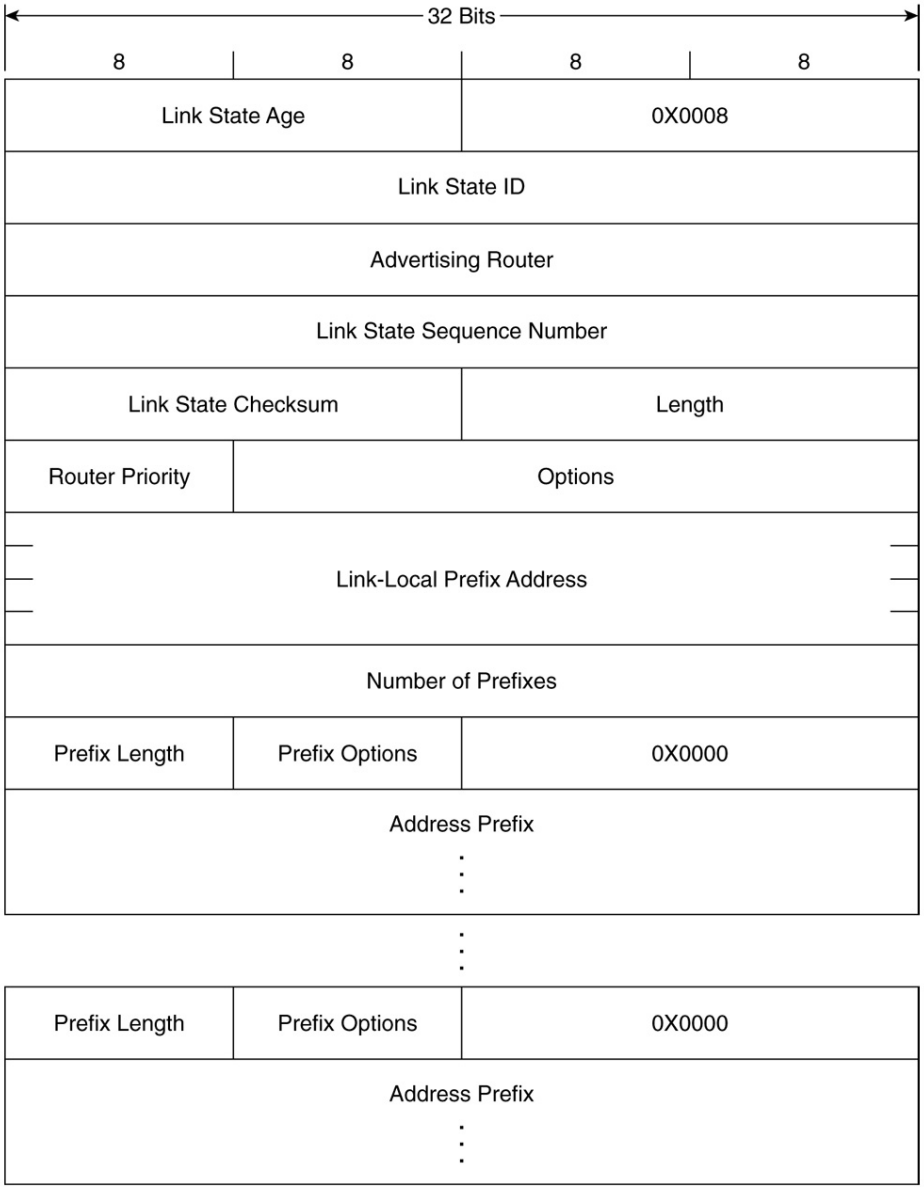
وType 6 لا تدعمها Cisco

والآن الحديث عن المولودين الجديدين
وهم Type 8,9
وقبل الحديث عنهم نود الإشارة بشيء وهو flooding scopes
ويعن هذا مدى الLSA هل هو داخل الLink آم داخل الArea أم داخل الAutonomous System
وهناك ثلاث منها
1-Link local ومعناها أن الLSA سوف تمر فقط داخل الشبكة "inside Link"
2-Area : معناها أن سوف يحدث لها Flooding داخل الArea فقط
3-Autonomous system : أن الLSA سوف يحدث لها Flooding داخل الAS

يبقى أنت لازم تعلم لما أقول النوع الفلاني من الLSA له صلاحية Link Local Flooding Scope أقصد ماذا

الآن نرجع إلي LSA Type 8,9

8-**Link LSA Type "0x2008"**
أول حاجة ممكن نقولها على هذا النوع انه local-link flooding scope يعنى داخل محيط الشبكة "Link" لا تخرج خارج الLink
الشيء الآخر

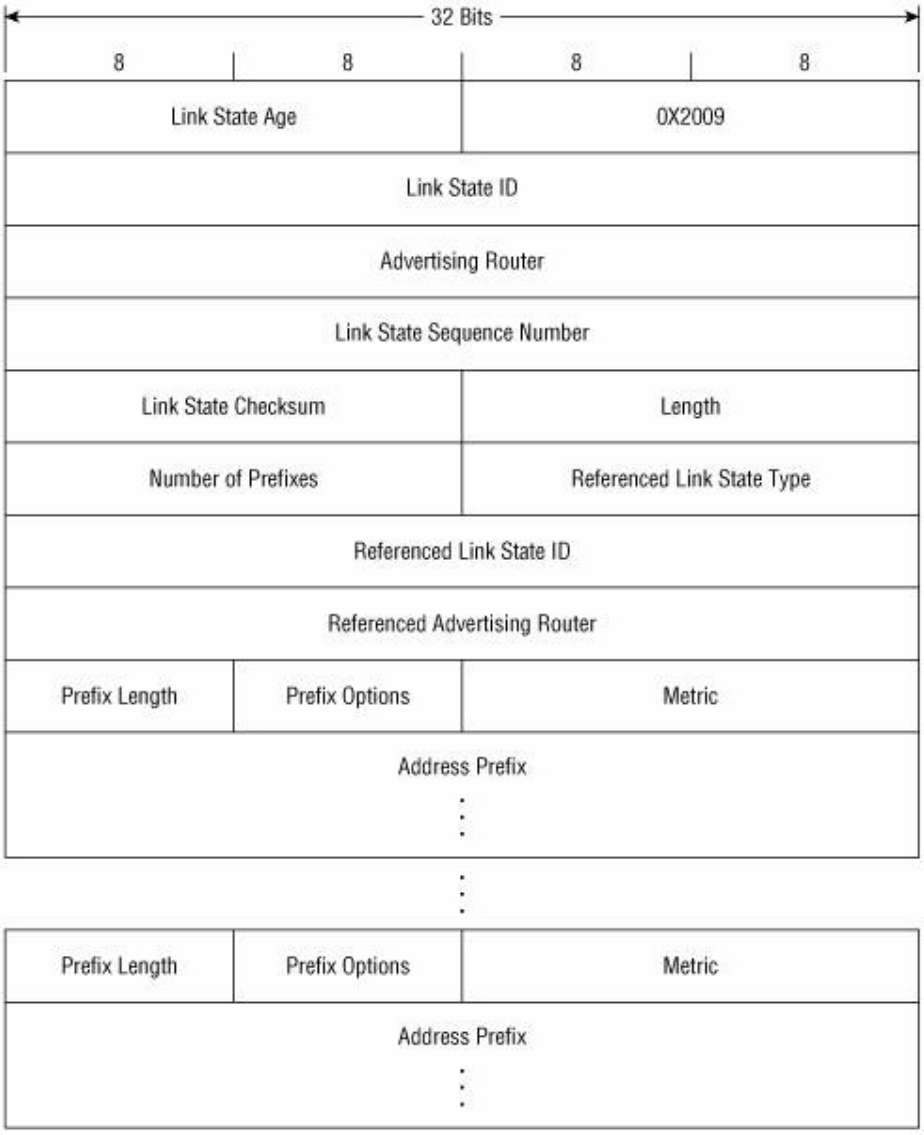


قمة عمل هذه الLSA يتلخص في إنها تعلن عن الIPv6 Link-local Address الخاص بها داخل الشبكة وأيضا الLink-local Addresses الخاصة بالجيران في هذه الLink وأخير الRouter priority الخاص بهذه ال interface وتنقل أيضا كافة الip Address Prefixes الموجودة في هذه الLink

```
R3#show ipv6 ospf database link
     Link (Type-8) Link States (Area 0)
     LS age: 1936
     Options: (V6-Bit E-Bit R-bit DC-Bit)
     LS Type: Link-LSA (Interface: FastEthernet0/0)
     Link State ID: 3 (Interface ID)
     Advertising Router: 26.50.0.3
     LS Seq Number: 8000002E
     Checksum: 0xD7B3
     Length: 68
     Router Priority: 1
     Link Local Address: FE80::204:C1FF:FEDB:2FA0
```

```
Number of Prefixes: 2
Prefix Address: 3FFE:FFFF:1:: Your interfac
Prefix Length: 64, Options: None
Prefix Address: 3FFE:FFFF:1::  Remote inter
```

Intra Area Prefix LSA Type "0x2009" -9

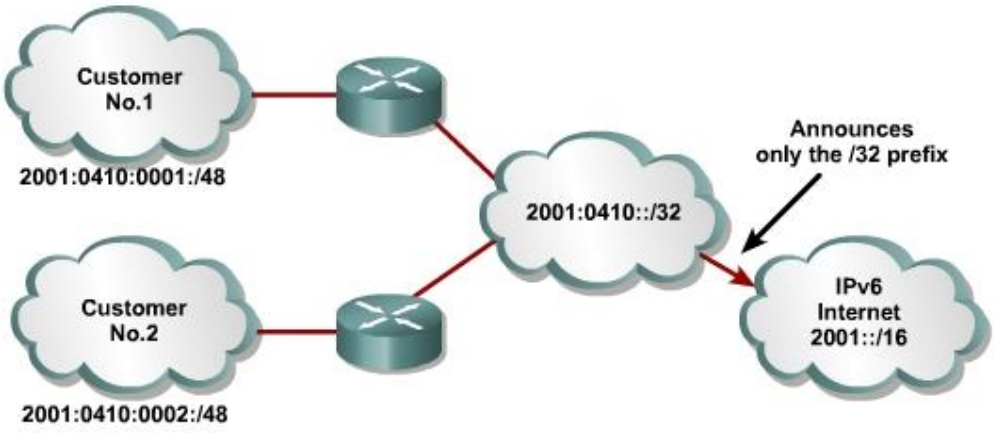


وهذه هي أهم واحدة في الLSA ولتتذكروا معي أننا كنا قد قلنا عن الLSA Type 1,2 أنهم لا يرسلون معلومات إلا عن RIDs أما باقي المعلومات الخاصة مثلا بالCost والAddress Prefix الخاصة بالشبكات المتصلة بالروتر و تحتوي أيضا علي كافة المعلومات الباقية فسوف تجدها في هذه الLSA وهذه الLSA تعتبر **Area Flooding Scope**
وفى نهاية الحديث عن الLSA نحن أن ننوه إلى أن الLSAs التي تحوي كل العناوين في الشبكة هم Type 3,Type9

Address Prefix and LSAs

كنا زمان أيام الIPv4 "يا طويل العمر" كنا نستخدم الMask في تحديد عناوين الشبكات أما الآن فنستخدم الPrefix يعنى مثلا بالأمس كنا نستخدم 255.255.255.0 192.168.1.0 فكنت من الطبيعي أن تعرف أن أول ثلاث Octet هم ل عنوان الشبكة Network ID فلذلك كان يجب أن يذاع الMask مع Network Id في الLSA .
أما الآن فسوف نكتفي بالPrefix ويكون الشكل العام للعنوان 2001:0410::/32 بمعنى أن أول 32بت سوف تكون خاصة بـNetwork ID

طيب أين مكانها في الSegment سوف تكون في الField الذي يسمى Prefix Length وتكون على هيئة أرقام وعندما يكون هذا الField =0 فان ذلك يعنى انه Default Route



لاحظ في الصورة السابقة مراعاة التقسيم والترتيب في العناوين بطريقة تضمن عمل مفهوم طبقة في الشبكات

Configuring OSPFv3 in IPv6-7

الموضوع: سهل للغاية وسوف نقوم بعمله خطوة بخطوة

Step 1

قل بسم الله الرحمن الرحيم

Step 2

على ما اعتقد أن كل نسخ IOS لا تدعم تفعيل الIPv6 by Default لذلك سوف نقوم بتفعيلة بكتابة الأمر التالي

```
ipv6 unicast-routing
```

Step 3

وهى تعريف الArea

```
interface type number
Example:
Router(config)# interface ethernet 0/0
ipv6 ospf process-id area area-id [instance instance-id]
Example:
Router(config-if)# ipv6 ospf 1 area 0
```

وقبل هذا يجب أن تكون حددت الRouter ID

```
OSPF router-id Command
Example:
Router(config-router)#router-id  172.16.1.1
```

وهذه الخطوة نقول ونحذر مهمة جدا إذا لم يكون لديك في الRouter أي عنوان IPv4

OSPFv3 Route Summarization

1. enable
2. configure terminal
3. ipv6 router ospf process-id
4. area *area-id* range *ipv6-prefix/prefix-length* [advertise | not-advertise] [cost *cost*]

Case Study
لديك ثلاث شبكات وتريد عمل Summarization لهم

```
OI   2001:0DB8:0:0:7::/64 [110/20]
via FE80::A8BB:CCFF:FE00:6F00, Ethernet0/0
OI   2001:0DB8:0:0:8::/64 [110/100]
via FE80::A8BB:CCFF:FE00:6F00, Ethernet0/0
OI   2001:0DB8:0:0:9::/64 [110/20]
via FE80::A8BB:CCFF:FE00:6F00, Ethernet0/0
```

طبعا أنت ألان يجب أن تكون وصلت إلى مستوي احترافي في فهم تقنية الSubnetting عموما
فأول ما سوف تبحث عنه هو كم عدد الBits التي تشترك كل هذه الشبكات مع بعضها البعض وسوف نلاحظ أنهم مشتركين في 48 bit
إذا سوف نكتب الآمر التالي

```
Router (Config)# ipv6 router ospf 1
Router(config-rtr)# area range 1 2001:0DB8::/48
```

Verifying OSPFv3

الأمر clear ipv6 ospf

يجعل الSPF يعيد الحسابات من جديد

```
clear ipv6 ospf [process-id] {process | force-spf | redistribution |
                counters [neighbor [neighbor-interface | neighbor-id]]}
```

الأمر show ipv6 route

يعرض لك IPv6 Routing Table

```
show ipv6 route [ipv6-address | ipv6-prefix/prefix-length | protocol |
                                        interface-type interface-number]
```

```
Router1#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 8 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
U - Per-user Static route
I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
C   2001:410:1:1::/64 [0/0]
via ::, FastEthernet0/0
L   2001:410:1:1:216:46FF:FE50:C470/128 [0/0]
via ::, FastEthernet0/0
O   2001:410:1:2::/64 [110/782]
via FE80::216:46FF:FE10:FC00, Serial0/0/1
C   2001:410:1:3::/64 [0/0]
via ::, Serial0/0/1
L   2001:410:1:3:216:46FF:FE50:C470/128 [0/0]
via ::, Serial0/0/1
O   2001:410:1:4::/64 [110/782]
via FE80::216:46FF:FE10:FDB0, FastEthernet0/0
L   FE80::/10 [0/0]
via ::, Null0
L   FF00::/8 [0/0]
via ::, Null0
```

الأمر show ipv6 interface

يعرض لك المعلومات الخاصة بipv6 الخاصة بالinterface

```
show ipv6 interface [brief] [interface-type interface-number] [prefix]
```

```
Router1#show ipv6 interface
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::216:46FF:FE50:C470
:(No Virtual link-local address(es
:(Global unicast address(es
[FF:FE50:C470, subnet is 2001:410:1:1::/64 [EUI2001:410:1:1:216:46
:(Joined group address(es
FF02::1
FF02::2
FF02::1:FF50:C470
MTU is 1500 bytes
ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
ICMP redirects are enabled
ICMP unreachables are sent
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds
ND advertised reachable time is 0 milliseconds
ND advertised retransmit interval is 0 milliseconds
ND router advertisements are sent every 200 seconds
ND router advertisements live for 1800 seconds
ND advertised default router preference is Medium
.Hosts use stateless autoconfig for addresses
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::216:46FF:FE50:C470
:(No Virtual link-local address(es
:(Global unicast address(es
[FF:FE50:C470, subnet is 2001:410:1:3::/64 [EUI2001:410:1:3:216:46
:(Joined group address(es
FF02::1
FF02::2
FF02::1:FF50:C470
MTU is 1500 bytes
ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
ICMP redirects are enabled
ICMP unreachables are sent
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds
.Hosts use stateless autoconfig for addresses
```

الأمر show ipv6 ospf
يقوم بعرض المعلومات الخاصة بالipv6 Processes

```
show ipv6 ospf [process-id] [area-id]
```

```
Router7#show ipv6 ospf
Routing Process "ospfv3 1" with ID 172.16.3.3
It is an area border and autonomous system boundary router
Redistributing External Routes from, connected
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
Minimum LSA interval 5 secs. Minimum LSA arrival 1 secs
LSA group pacing timer 240 secs
Interface flood pacing timer 33 msecs
Retransmission pacing timer 33 msecs
Number of external LSA 3. Checksum Sum 0x12B75
Number of areas in this router is 2. 1 normal 0 stub 1 nssa
(Area BACKBONE(0
Number of interfaces in this area is 1
SPF algorithm executed 23 times
Number of LSA 14. Checksum Sum 0x760AA
```

```
Number of DCbitless LSA 0
Number of Indication LSA 0
Number of DoNotAge LSA 0
Flood list length 0
Area 2
Number of interfaces in this area is 1
It is a NSSA area
Perform type-7/type-5 LSA translation
SPF algorithm executed 17 times
Number of LSA 25. Checksum Sum 0xE3BF0
Number of DCbitless LSA 0
Number of Indication LSA 0
Number of DoNotAge LSA 0
Flood list length 0
```

الأمر show ipv6 ospf neighbor
يعطيك معلومات عن الNeighbors

```
Router1#show ipv6 ospf neighbor detail
Neighbor 10.200.200.12
In the area 0 via interface Serial0/0/1
Neighbor: interface-id 7, link-local address FE80::217:95FF:FE42:C330
Neighbor priority is 1, State is FULL, 6 state changes
Options is 0x46EAC429
Dead timer due in 00:00:33
Neighbor is up for 00:31:57
Index 1/1/1, retransmission queue length 0, number of retransmission 1
(First 0x0(0)/0x0(0)/0x0(0) Next 0x0(0)/0x0(0)/0x0(0
Last retransmission scan length is 1, maximum is 1
Last retransmission scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
```

الأمر show ipv6 ospf database
يعطيك معلومات عن الDatabase

```
RouterA#show ipv6 ospf database
(OSPFv3 Router with ID (1.1.1.1) (Process ID 1
(Router Link States (Area 0
ADV Router      Age       Seq#       Fragment ID  Link count Bits
x80000005 0         1         B0              485             1.1.1.1
x80000002 0         1         None0           485             3.3.3.3
(Net Link States (Area 0
ADV Router      Age       Seq#       Link ID    Rtr count
x80000001 4         20          494             1.1.1.1
(Inter Area Prefix Link States (Area 0
ADV Router      Age       Seq#       Prefix
x80000001 3FEE:FFEF:1::/640         1360            1.1.1.1
(Link (Type-8) Link States (Area 0
ADV Router      Age       Seq#       Link ID    Interface
x80000001 4         Fa0/00          1504            1.1.1.1
x80000001 4         Fa0/00          496             3.3.3.3
(Intra Area Prefix Link States (Area 0
ADV Router      Age       Seq#       Link ID    Ref-lstype  Ref-LSID
x80000001 1004      0x2002     40              561             1.1.1.1
(Router Link States (Area 1
ADV Router      Age       Seq#       Fragment ID  Link count Bits
x80000002 0         0         B0              1316            1.1.1.1
(Inter Area Prefix Link States (Area 1
ADV Router      Age       Seq#       Prefix
```

```
x80000001  3FEE:FFFF:1::/640          1436            1.1.1.1
(Link (Type-8) Link States (Area 1
ADV Router      Age       Seq#       Link ID    Interface
x80000001  6       Se0/0/00          1436            1.1.1.1
(Intra Area Prefix Link States (Area 1
ADV Router      Age       Seq#       Link ID    Ref-lstype Ref-LSID
x80000001  0       0x2001    00          1436            1.1.1.1
```

ويمكنك إضافة **database-summary** إذا أردت ملخص سريع

```
RouterA#show ipv6 ospf database database-summary
(OSPFv3 Router with ID (1.1.1.1) (Process ID 1
Area 0 database summary
LSA Type            Count    Delete   Maxage
Router              2        0        0
Network             1        0        0
Link                2        0        0
Prefix              1        0        0
Inter-area Prefix   1        0        0
Inter-area Router   0        0        0
Type-7 External     0        0        0
Unknown             0        0        0
Subtotal            7        0        0
Area 1 database summary
LSA Type            Count    Delete   Maxage
Router              1        0        0
Network             0        0        0
Link                1        0        0
Prefix              1        0        0
Inter-area Prefix   1        0        0
Inter-area Router   0        0        0
Type-7 External     0        0        0
Unknown             0        0        0
Subtotal            4        0        0
Process 1 database summary
LSA Type            Count    Delete   Maxage
Router              3        0        0
Network             1        0        0
Link                3        0        0
Prefix              2        0        0
Inter-area Prefix   2        0        0
Inter-area Router   0        0        0
Type-7 External     0        0        0
Unknown             0        0        0
Type-5 Ext          0        0        0
Unknown AS          0        0        0
Total               11       0        0
```

Transitioning IPv4 to IPv6-8

طبعا كان من الصعب أن يكون هناك تحول مفاجئ إلى IPv6 فانتم كما شاهدتم كم الفكر الجديد وإن كان أسهل إلا انه جديد ولا يجب أن نلوم المنظمات والشركات عن المخاطرة بالتحول إلى الIPv6 وأيضا لا ننسى أن ليس كل مهندسين الشبكات يحترفون العمل في بيئة ipv6

ولأكن قام مطوري IPv6 بأخذ هذا في الاعتبار جيدا

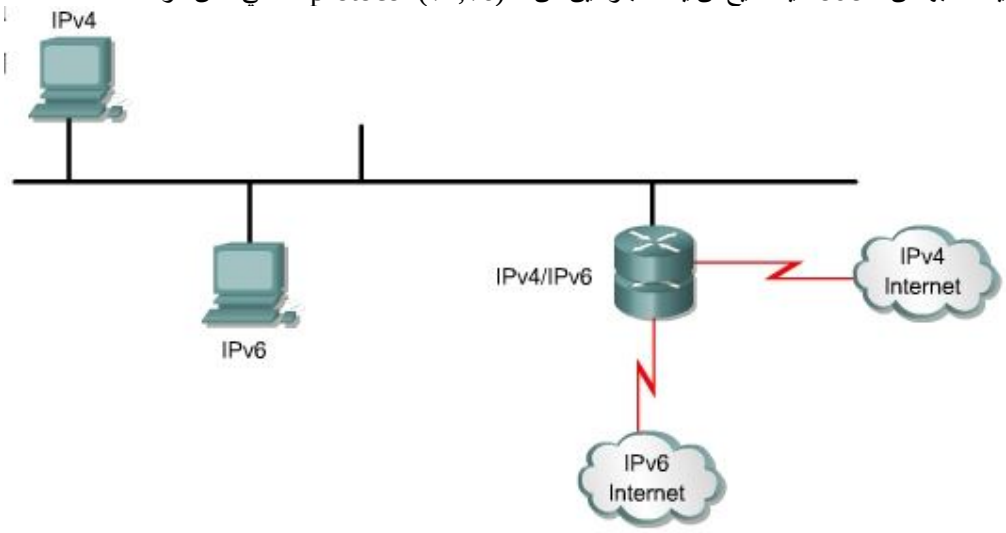
ولهذا فهناك تقنيتان ساهمت في زيادة قدرة وفاعلية التحول إلى IPv6 وهم

Dual stack

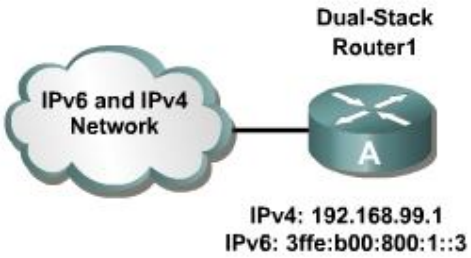
IPv6-over-IPv4 (6to4) tunnels

Dual stack

يقصد بها أن الnode يستطيع أن يعمل بنوعين من ال(v4,v6) IP protocol في نفس الوقت



معظم النسخ الجديدة من نسخ الIOS تدعم الIPv6
فالتطبيقات البرمجية على الinterface "Application programming interface (API)" أصبحت تدعم الIPv4,6
فكل ما عليك بعد تفعيل الIPv6
`ipv6 unicast-routing`
أن تدخل على الinterface وتكتب الأمر الخاص بعناوين ipv4
وتكتب أيضا العناوين الخاصة بIPv6 ولن يحدث أي تعارض
`The ipv6 address [IPv6-address] [/prefix length]`
مثال



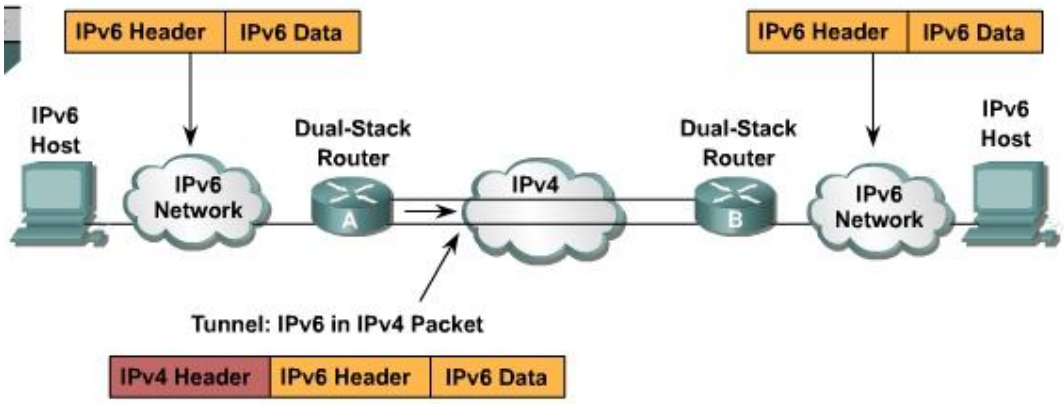

```
conf t
ipv6 unicast-routing

interface ethernet0
  ip address 192.168.99.1 255.255.255.0
  ipv6 address 3ffe:b00:c18:1::3/127
```

IPv6-over-IPv4 (6to4) tunnels

أو ما يطلق عليها بالTunneling وهذه العملية تأتى أهميتها عندما تكون هناك شبكتين تعملان بIPv6 وتربط بينهم شبكة تعمل بIPv4
فكان الحل أنك تعمل شيء مثل النفق وهذا النفق يستخدم Header إضافة خاص بالعمل في شبكة ipv4

مثال لتبسيط الصورة



الHost جهة اليسار يريد أن يرسل Data إلى الHost جهة اليمين فمن الطبيعي أن تتكون الPacket من ipv6 header والData لأكن عندما تذهب إلى الRouter A يعلم أنها سوف تذهب إلى شبكة تعمل بـipv4 وهو ما قد ينجم عنه خطاء أما باستخدام ال Tunnel فسوف يقوم بإضافة IPv4 Header له حتى يمر داخل الشبكة التي تعمل بـIPv4 ثم يذهب إلى Router B ويتم فكه مره أخرى للعمل في بيئة IPv6

وهناك طريقتين لعمل Configuration للTunnel

Manually

Automatically

النوع الأول Manually

ويعمل بها إذا أردت ،مل Tunnel بين نقطتين "Point-To-Point" حيث أنك تحدد الSource والDestination

Step 1 enable

```
:Example
Router> enable
```

Step 2 configure terminal

```
:Example
Router# configure terminal
```

Step 3 interface tunnel tunnel-number

Virtual interface هنا تقوم بإنشاء

```
:Example
Router(config)# interface tunnel 0
```

Step 4 ipv6 address ipv6-prefix/prefix-length [eui-64]

interface وهنا خاص بوضع عنوان لل

```
:Example
Router(config-if)# ipv6 address 3ffe:b00:c18:1::3/127
```

Step 5 tunnel source {ip-address | interface-type terface-number}

وهنا تحديد مصدر الTunnel والذي سوف يكون ال Source ip فأمامك خيارين إما أنك سوف تضع الinterface أو أن تضع الip-address الخاص بالinterface المتصلة بالIPv4 network

```
:Example
Router(config-if)# tunnel source ethernet 0
```

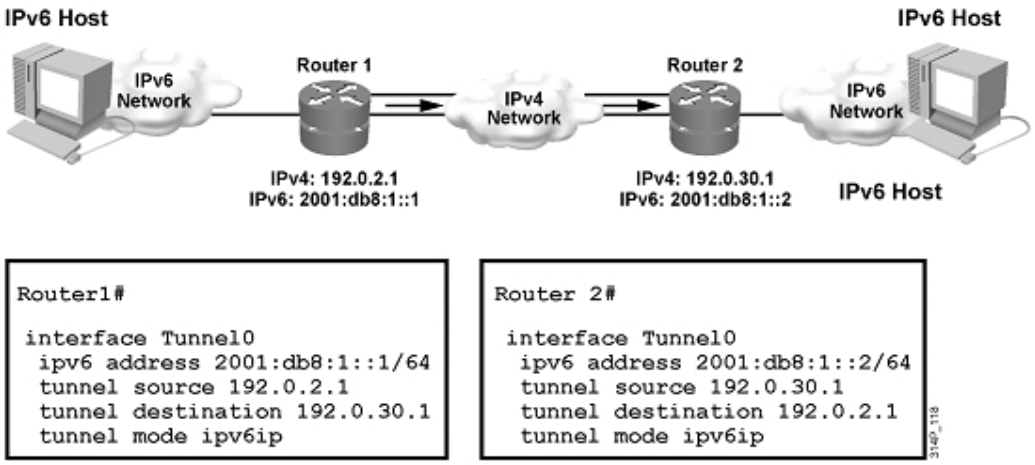
Step 6 tunnel destination ip-address

وهنا تحدد الDestination الخاص بالRouter الموجود في الجهة المقابلة

```
:Example
Router(config-if)# tunnel destination 192.168.30.1
```

Step 7 tunnel mode ipv6ip
وهنا تحدد أن نوع الTunnel
:Example
```
Router(config-if)# tunnel mode ipv6ip
```

مثال عملي



إما بالنسبة للAutomatically
هناك نوعين منهم
1- 6to4
2- Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP) لن نتحدث عنه

6to4
عندما تريد أن تقوم بعمل Tunnelبين أكثر من فرعين "Point-to-Multipoint" يعملون بIPv6 فسوف يكون من الصعب أن تقوم بتعريف ال Destinations الخاصة بالشبكات المتواجدة في تلك الفروع فكان لابد من جعل الRouters تستطيع معرفة الDestination IPv6 Prefix الخاص بكل فرع للوصول إليها بطريقة آلية

وهذه هي فكرة ال Automatically Tunnel
ولأكن هل لهذا النوع شروط معينة حيث أنه يستطيع من خلالها معرفة الDestination ؟

الإجابة : نعم

أول شرط لعمل هذا النوع هو أن تبدأ جميع العناوين الخاصة بالIPv6 Network والتي تريد أن يحدث لها 6to4 Tunnel بهذا الSegment "**2002**" مثال **2002:c0a8:6301:1::1/64**

ملحوظة 2002::/16 هذا ال address range خاص ب Tunnelمن نوع 6to4 .

الشرط الثاني وأرجوك تركز جيدا في الآتي
ولان في ال6to4 لا يتم تحديد الDestination عند الإعدادات فكان لا بد من وجود طريقة يستطيع ال Router أن يستشف ال Destination IPv4من الDestination IPv6 الذي سوف يكون موجود في إلى Packet التي من المفترض أنها سوف ترسل من شبكة إلى أخرى عبر الTunnel فهمت شيء ؟ أرجوك أعد قراءة المقطع السابق ثم أستعد جيدا للمقطع القادم
هناك طريقة جميلة للغاية وهى تستخدم لا استخلاص الDestination IPv6 من الDestination IPv4

وتقوم على الأتي

كنا قد قلنا أن أول Segment يجب أن يكون 2002 تمام , ثاني وثالث Segment في الIPv6= كم ؟؟؟؟؟

لا جاوب الله يكرمك

يساوي 16 Bit+ 16 Bit =32bit

تمام

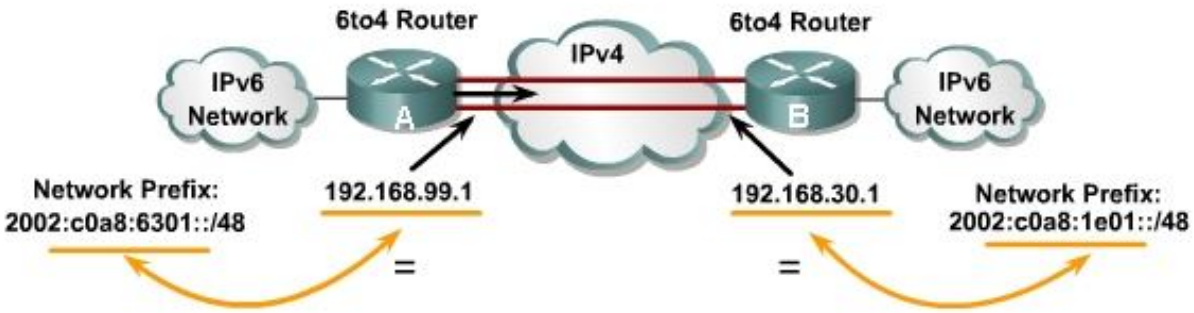
هذا الرقم يساوي عدد البت الموجودة في IPv4

لذلك سوف تقوم بتحويل الIPv4 Address الخاص بال Router Interface المتصلة بـIPv4 Network إلى HexaDecimal وبعد تحويلها سوف تقوم بوضعهم في الSegment الثاني والثالث المتواجدين في الIPv6

2002:Segment2: Segment3: Segment4:Segment5 >>>>>>:Segmant8

نلخصها في جملة
يجب أن يكون عنوان الIPv4 الموجود على الInterface المتصل بـIPv4 Network يساوي قيمة الBit الموجودة في كلا من الSegment 2+3

مثال



لديك عنوانين من IPv4 متصلين من خلال IPv4 Network سواء كانت Internetأو غيرها وتريد أن تربط بين فرعين يستخدمون IPv6 بمعنى أخر تريد استخدام 6to4 Tunnel
كل ما عليك فعله هو أن تحول العنوانين إلى Bits ثم تقوم بتحويلهم بعد ذلك إلى HexaDecimal وبعد ذلك تضعهم في ال Segment 2,3 الخاصة بالعناوين الموجودة في الفرعين

ولنفترض الآن أن Host في الشبكة 2002:c0a8:6301::/48 يريد الوصول إلى Host 2002:c0a8:1e01::/48
ماذا سوف يفعل ؟
ببساطة بعد وصول ال Packet إلى Router A سوف يذهب إلى الDestination IPv6 ويستخلص منه الDest IPv4 من خلال عملية تحويله ال Segment 2,3 إلى Bits ثم إلى Decimal والتي سوف تكون "192.168.30.1" ثم يضعه كDestination في IPv4 Header ثم يرسلها إلى Router B والذي بدورة سوف ينظر في ال Destination ipv6 ويرسله إلى ال Destination المطلوب

Configuration Steps

Step 1 enable
:Example

```
Router> enable
```

Step 2 configure terminal
:Example
```
Router# configure terminal
```

Step 3 interface tunnel tunnel-number
:Example
```
Router(config)# interface tunnel 0
```

Step 4 ipv6 address ipv6-prefix/prefix-length [eui-64]
:Example
```
Router(config-if)# ipv6 address
c0a8:6301:1::1/64:2002
```

Step 5 tunnel source {ip-address | interface-type interface-number}
وهذا عنوان أو الInterface المتصلة بال IPv4 Network
:Example
```
Router(config-if)# tunnel source ethernet 0
```

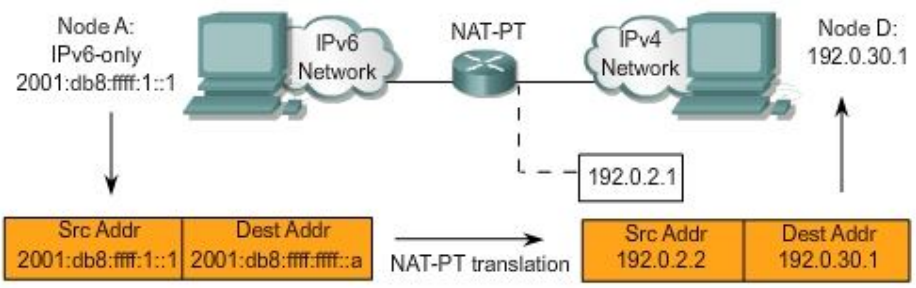
Step 6 tunnel mode ipv6ip 6to4
:Example
```
Router(config-if)# tunnel mode ipv6ip 6to4
```

Step 7 exit
:Example
```
Router(config-if)# exit
```

Step 8 ipv6 route ipv6-prefix/prefix-length tunnel *tunnel-number*
طالما أنت قمت بعمل 6to4 Tunnel إذا يجب أن تقوم بعمل Static Route لهذا الـ"2002::/16" Range حتى إذا أرادت الشبكة الداخلية الإرسال إلى أي Destination موجودة في الTunnel ترسله على الTunnel interface التي أنت قمت بإعدادها
:Example
```
Router(config)# ipv6 route 2002::/16 tunnel 0
```

NAT –PT

كل حديثنا عن الTunnel كان فقط لإمكانية الربط بين شبكتين IPv6 من خلال IPv4 Network
لأكن ماذا لو أراد عنوان من نوع IPv6 أن يتصل بعنوان من نوع IPv4؟



أنه وظيفة الNAT-PT (Network Address Translation)
نعم كنا قد تحدثنا سابقا عن عدم وجود NAT في الIPv6 لا كن هذا من نوع مختلف حيث أنه يقوم بعمل ربط واتصال بين عناوين IPv4,6

إذا جل وظيفة هذه التقنية هي القدرة على تحويل الIPv6 Packet إلى IPv4 Packet

NAT-PT يستخدم في عملية التحويل ما يسمى ب mapped dynamically والذي يستند على DNS queries, باستخدام DNS application level gateway a اختصار ل(DNS ALG) .

والحقيقة لم تدرج Cisco في منهج BSCI معلومات وتفاصيل عن الNAT-PT نظرا لان عملية ال Configuration معقدة إلى حد ما

انتهى

تم هذا العمل بتوفيق ومن من الله العزيز القدير

لا اطلب شيء سوي الدعاء لي كلما استفدت من هذا الشرح

أخوكم: أحمد عمر

القاهرة