



تصميم الشبكات

CECC815

المحاضرة 07

MPLS + ADSL+ SDN as WAN Technologies

د. أحمد محمود أحمد



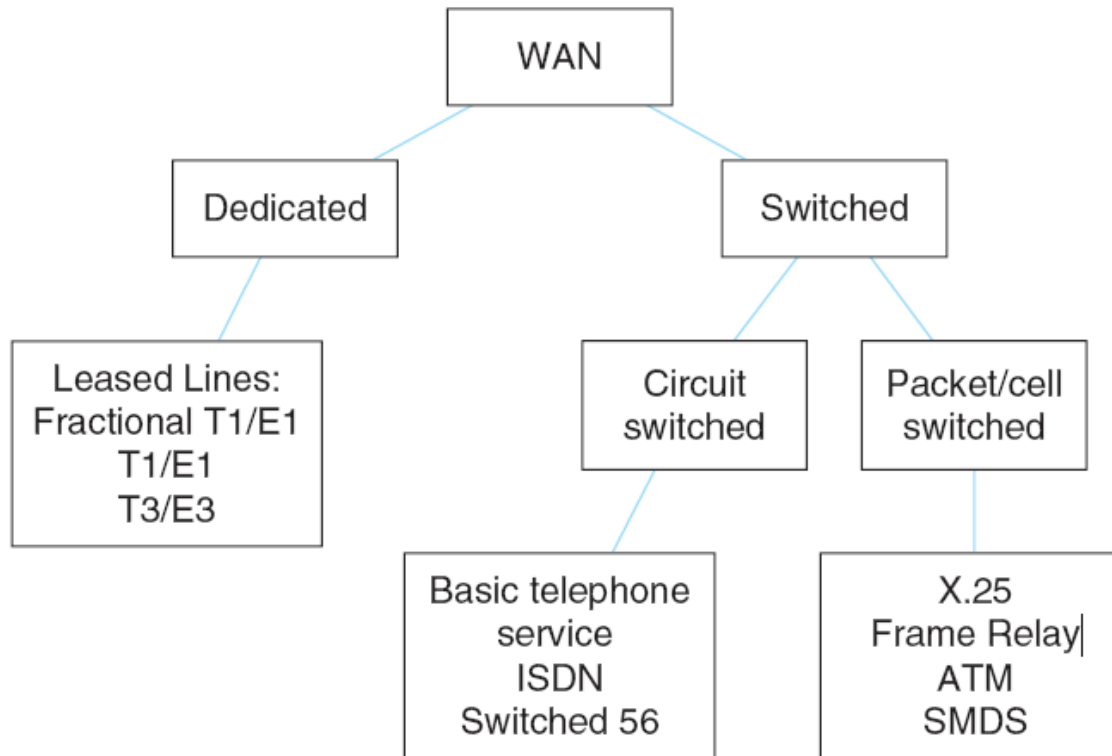
مخطط المحاضرة

- ❖ خيارات وصلات WAN
- ❖ مقدمة إلى شبكات التحويل بالوسوم متعددة البروتوكولات
- ❖ إطار MPLS في طبقة ربط البيانات
- مثال على شبكات MPLS
- ❖ مزايا MPLS
- ❖ ملاحظات حول MPLS
- ❖ ADSL وأنواعها
- ❖ بنية ADSL وتصميمها
- ❖ ATM and ADSL
- ❖ L2TP: بروتوكول القنوات في الطبقة الثانية
- ❖ تغليف L2TP لقنوات LAC-LNS
- ❖ عملية إنشاء اتصال LAC-LNS
- ❖ عملية إنشاء اتصال PPP عبر قناة



خيارات وصلات WAN

❖ يتوافر نوعان من خيارات وصلات WAN : الخطوط المخصصة (dedicated lines) والاتصالات المُبدَّلة (switched connections).



❖ ويمكن أن تكون الاتصالات المُبدَّلة إما اتصالات معتمدة على تحويل الدارات (Circuit Switched) أو اتصالات معتمدة على تحويل الرزم (Packet Switched).





MPLS



مقدمة إلى شبكات التحويل بالوسوم متعددة البروتوكولات (MPLS: MultiProtocol Label Switching)

- ❖ تحاكي MPLS بعض خصائص الشبكات المعتمدة على تحويل الدارات فوق شبكة تعتمد على تحويل الرزم.
 - تُعدّ MPLS شبكة دارات افتراضية (VC: Virtual Circuit) تعمل بأسلوب تحويل الرزم.
 - لها صيغ رزم وسلوكيات تمرير خاصة بها.
 - تعتمد مفهوم **الوسوم** ذات الطول الثابت.
- ❖ تفرض MPLS وسوماً (أرقاماً) على الرزم، ثم تستخدم هذه الوسوم في تمريره تلك الرزم.
 - تُسند الوسوم عند حافة شبكة MPLS.
- ❖ أما التمرير داخل الشبكة **فَيُنْفَذُ اعْتِمَاداً عَلَى الوسوم فقط.**



مقدمة إلى شبكات التحويل بالوسوم متعددة البروتوكولات (MPLS)

- ❖ جاءت MPLS لتحسين سرعة تمرير الموجّهات العاملة بروتوكول IP من خلال تبني مفهوم أساسي من شبكات الدارات الافتراضية (VC networks)، وهو الوسم ثابت الطول.
- لم يكن الهدف هو التخلي عن بنية تمرير رزم IP المعتمدة على عنوان الوجهة لصالح الدارات الافتراضية.
- بل تمثل التحسين في وسم الرزم انتقائياً، وتمكين الموجّهات -عند الإمكان- من تمريرها اعتماداً على الوسوم بدلاً من عناوين IP الوجهية (destination IP addresses).
- وتعمل هذه التقنيات يد بيد مع IP، مع الاستفادة من عنوانة IP وآليات التوجيه الخاصة به.



مقدمة إلى شبكات التحويل بالوسوم متعددة البروتوكولات (MPLS)

❖ تُعدّ MPLS من **تقنيات طبقة ربط المعطيات** التي تربط أجهزة IP بعضها ببعض.

❖ في MPLS:

- لا تُجرى عملية البحث التوجيهي (المعياري) إلا في الموجهات الطرفية.
- أما الموجهات الأساسية فتمرّر الرزم اعتماداً على الوسوم،
 - مما يسرّع نقلها عبر شبكة مزوّدة الخدمة.

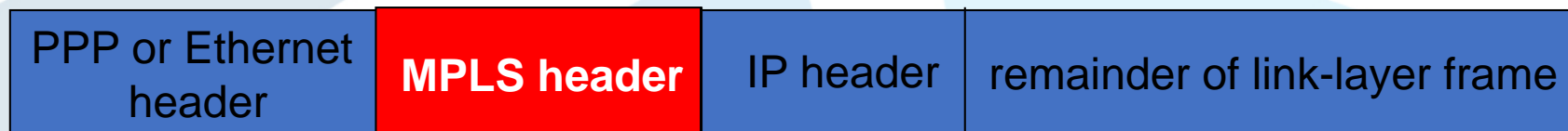
▪ لهذا السبب استبدلت معظم الشركات اليوم شبكات Frame Relay بخدمة MPLS.

❖ **ملاحظة:** لا يمكن إرسال إطار مُحسّن بـ MPLS إلا بين موجهين يدعمان MPLS.



إطار MPLS في طبقة ربط المعطيات

- ❖ يوضح الشكل الآتي إطار طبقة ربط المعطيات يتعامل معه موجّه يدعم MPLS.
- فعند إرسال إطار عبر وصلة PPP أو عبر شبكة LAN ، تُضاف ترويسة MPLS صغيرة بين ترويسة الطبقة الثانية (PPP أو Ethernet) وترويسة الطبقة الثالثة (IP).
- ❖ وُصفت MPLS في بعض المراجع بأنها **تقنية من الطبقة 2.5**.



إطار MPLS في طبقة ربط البيانات

❖ من الحقول الموجودة في ترويسة MPLS:

- الوسم (Label) (20 بتاً)، وهو يؤدي دور معرفّ الدارة الافتراضية (virtual-circuit identifier).
- حقل EXP (3 بتات) مخصّص للاستخدامات التجريبية، وقد يُستفاد منه في دعم DiffServ وجودة الخدمة (QoS).
- (S bit) (بت واحد) ويُستخدم للدلالة على نهاية سلسلة من ترويسات MPLS المكثّسة.
- حقل زمن الحياة TTL (8 بتات).

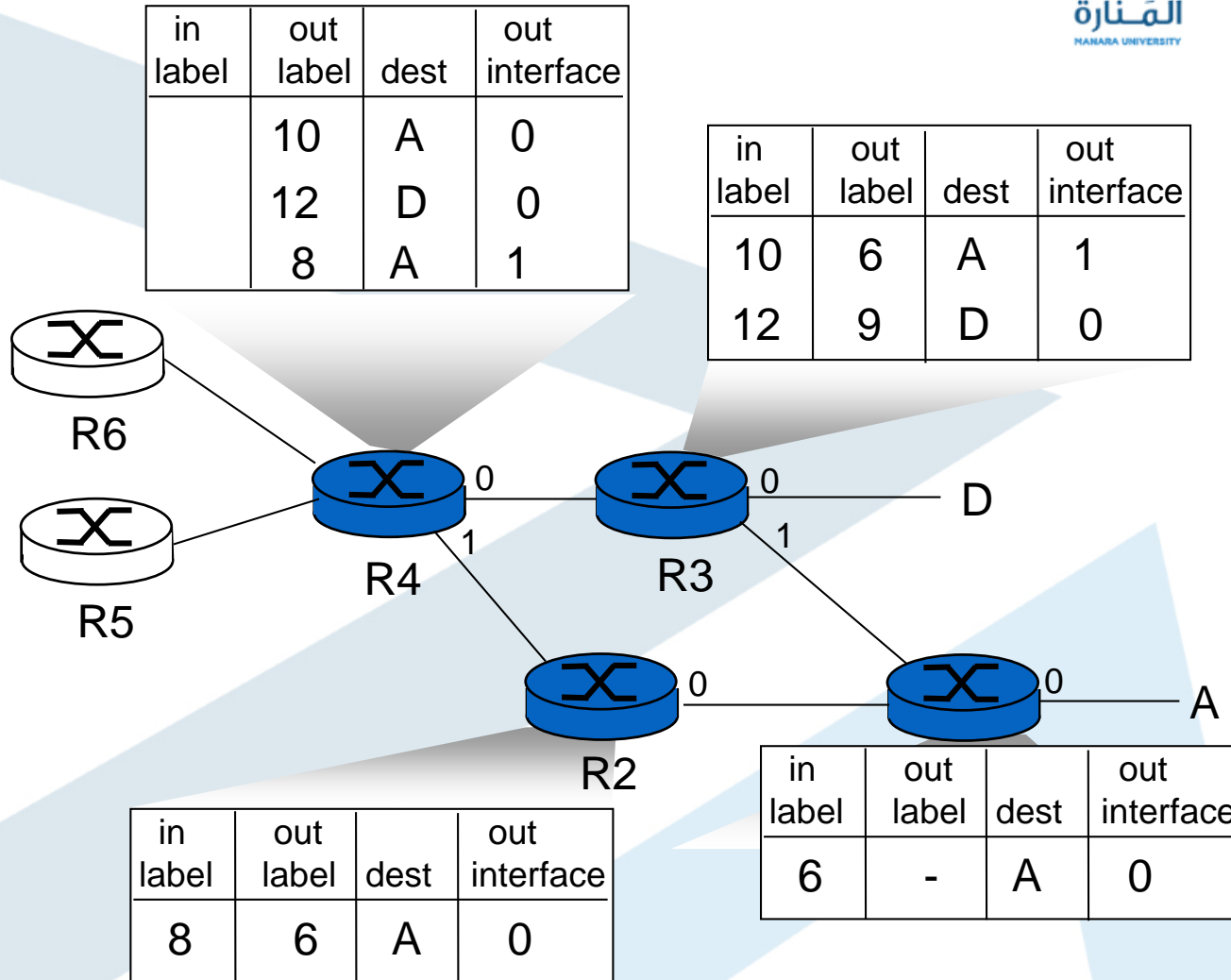
❖ يُسمّى الموجه الداعم لـ MPLS موجّهاً مُبدلاً للوسوم (LSR) (label-switched router).

- إذ يمرّر إطار MPLS من خلال البحث عن الوسم في جدول التمرير ثم إرسال الرزمة مباشرةً إلى واجهة الخرج المناسبة.





مثال على شبكات MPLS



مثال على شبكات MPLS

- ❖ في الشكل السابق، تكون الموجهات R1 إلى R4 داعمة لمPLS، في حين أن R5 و R6 موجهان قياسيان يعملان بروتوكول IP.
- يخطر R1 إلى كل من R2 و R3 أنه قادر على التوجيه إلى الوجهة A، وأن الإطار الذي يصل إليه بالوسم 6 سيُمرّر إلى الوجهة A.
- كما يخطر R3 إلى R4 أنه يستطيع التوجيه إلى الوجهتين A و D، وأن الإطارات الواردة بالوسمين 10 و 12 على الترتيب ستُبدّل باتجاه هاتين الوجهتين.
- ويخطر R2 أيضاً إلى R4 أنه قادر على الوصول إلى الوجهة A، وأن الإطار الذي يستقبله بالوسم 8 سيُبدّل باتجاه A.



مثال على شبكات MPLS

❖ لاحظ أن الموجّه R4 أصبح الآن في وضعٍ مميّز، إذ يملك مسارين من نوع MPLS للوصول إلى A: أحدهما عبر الواجهة 0 بالوسم الصادر 10، والآخر عبر الواجهة 1 بالوسم 8.

❖ ومما يجدر الانتباه إليه أنه، على غرار الشبكات المحلية المُبدّلة أو شبكات ATM، تؤدي الموجّهات الداعمة لـ MPLS من R1 إلى R4 عملها من دون المساس بترويسة IP الخاصة بالرزمة.

▪ فـ MPLS تنفّذ عملية التبديل اعتماداً على الوسوم، من غير حاجة إلى النظر في عنوان IP الخاص بالرزمة.



مزايا MPLS

- ❖ لا تكمن المزايا الحقيقية لـ MPLS في زيادة سرعة التبديل فحسب، بل في إمكانيات **إدارة المرور الجديدة** التي تتيحها.
 - فهي تمكّن من تمرير الرزم عبر مسارات لا يمكن تحقيقها باستخدام التوجيه التقليدي لـ (IP) كما في المثال السابق (R4).
 - كما يمكن توظيف MPLS لتحسين جودة الخدمة QoS باستخدام DiffServ.
- ❖ وتُستخدم MPLS أيضاً في **تنفيذ الشبكات الخاصة الافتراضية (VPNs)**.
 - فعند إنشاء VPN لعميل ما، يستخدم مزود الخدمة شبكته الداعمة لـ MPLS لربط شبكات العميل المختلفة ببعضها ببعض.



ملاحظات حول MPLS

- ❖ تُستخدم بروتوكولات متخصصة لتوزيع الوسوم بين الموجهات الداعمة لـ MPLS.
- ❖ ويُستخدم (RSVP-TE) بروتوكول حجز الموارد (Resource Reservation Protocol - Traffic Engineering) ، وهو امتداد لبروتوكول RSVP ، في (MPLS signaling).
- أما RSVP فهو بروتوكول من طبقة النقل صُمم لحجز الموارد عبر الشبكة ضمن بيئة الإنترنت ذات الخدمات المتكاملة.
- ❖ وبوجه عام يتيح RSVP-TE إنشاء مسارات التحويل بالوسوم (LSPs) (Label Switched Paths) في MPLS مع مراعاة محددات الشبكة، مثل عرض الحزمة المتاح وعدد القفزات.





ADSL



ADSL وأنواعها

❖ تقنيات DSL (خط المشترك الرقمي) (Digital Subscriber Line):

- توفر عرض حزمة مرتفعاً عبر خطوط الهاتف النحاسية التقليدية.
- يشمل المصطلح xDSL مجموعة من الأشكال المتقاربة لـ DSL.
 - وأهم فئتين أساسيتين هما:
 - DSL غير المتماثل (سرعة التحميل تختلف عن سرعة الرفع) (ADSL: Asymmetric DSL)
 - لا يمكن استخدام ADSL إلا لمسافات قصيرة (عادةً أقل من 2 كم).
 - في ADSL سرعة التحميل 1.5 Mbps، وسرعة الرفع 384 kbps.
 - DSL المتماثل (SDSL: Symmetric DSL).
 - أما SDSL فإن استخدام زوج مجدول واحد (single twisted pair) يحدّ من مجال تشغيله إلى تقريباً 3 كم.



ADSL وأنواعها

❖ تقنيات DSL (خط المشترك الرقمي) (Digital Subscriber Line):

❖ توجد إصدارات عديدة...

- SDN DSL (IDSL): يشبه تقنية ISDN وهي من تقنيات WAN.
- High-data-rate DSL (HDSL): هو نمط **متماثل** يوفر 1.544 Mbps عبر زوجين من الأسلاك النحاسية المجدولة (two pairs of copper twisted wire) أي إن البيانات تنتقل عبر زوجين من الأسلاك بدلاً من زوج واحد. ويقتصر مدى تشغيل HDSL على 3.6 كم تقريباً.
- HDSL-2 (2nd G of HDSL): الجيل الثاني من HDSL ، فهو خدمة **متماثلة** تختلف عن HDSL في أنها تعمل عبر زوج مجدول واحد.



ADSL وأنواعها

❖ تقنيات DSL (خط المشترك الرقمي) (Digital Subscriber Line):

❖ توجد إصدارات عديدة...

- G.SHDSL (Single-Pair High-Speed Digital Subscriber Line Transceivers) :مرسلات/مستقبلات الخط المشترك الرقمي العالي السرعة عبر زوج واحد يجمع أفضل خصائص SDSL و HDSL-2
 - ويعرّف هذا المعيار معدلات متعددة كما في SDSL.
- Very-high-data-rate DSL (VDSL) : فهو DSL غير متماثل فائق السرعة، يوفر سرعة تحميل تتراوح بين 13 و 52 Mbps وسرعة رفع بين 1.5 و 2.3 Mbps عبر زوج واحد من الأسلاك النحاسية المجدولة.
 - يتراوح مدى تشغيل VDSL بين 304.8 و 1372 متراً.





بنية ADSL وتصميمها

❖ تقنيات DSL (خط المشترك الرقمي) (Digital Subscriber Line):

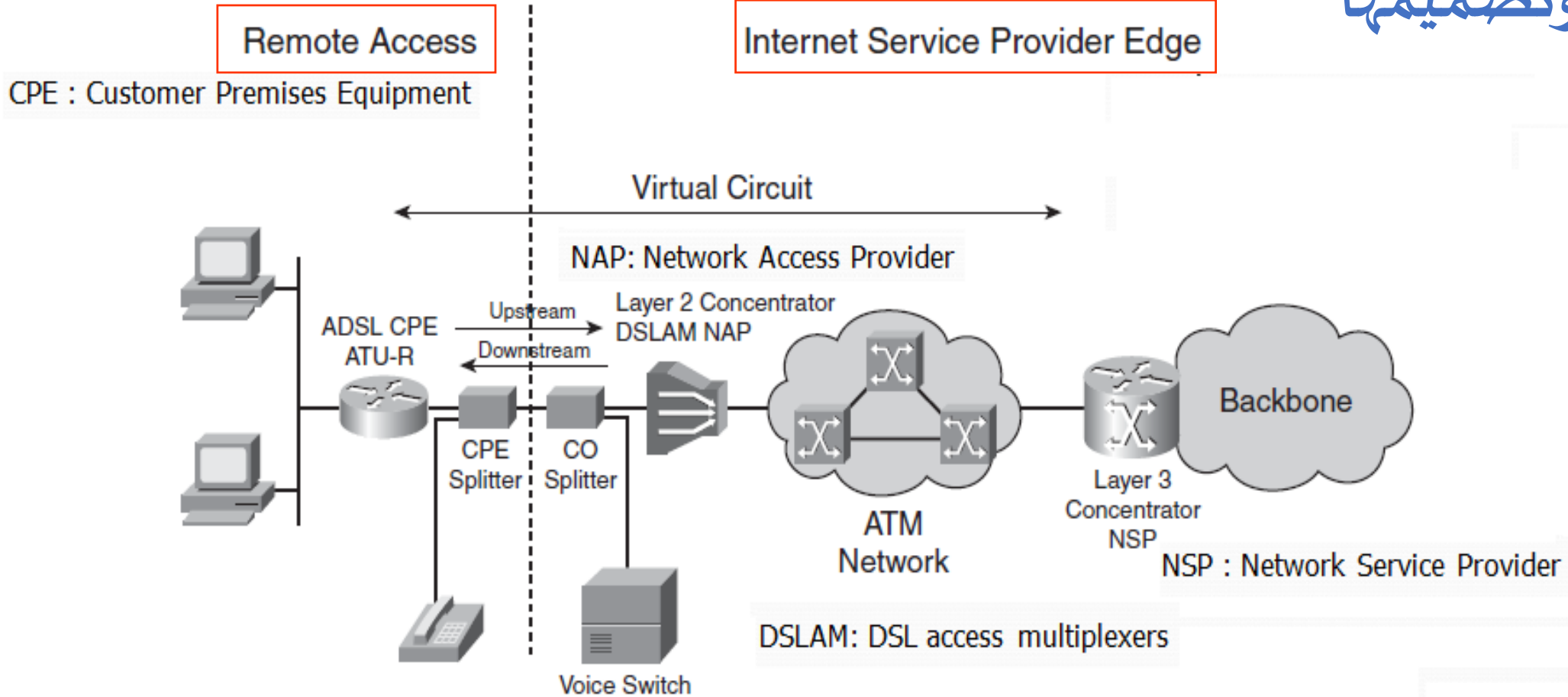
❖ ADSL:

- تصل دائرة ADSL بين مودم ADSL (عدد 2) عند كل طرف من طرفي خط هاتف مؤلف من زوج مجدول . وينتج عن ذلك ثلاث قنوات معلومات:
 - قناة تحميل متوسطة السرعة (Medium-speed downstream channel).
 - قناة رفع منخفضة السرعة (Low-speed upstream channel).
 - قناة خدمة الهاتف الأساسية (Basic telephone service channel) .



Sample ADSL Architecture

بنية ADSL وتصميمها



ATU-R : ADSL transceiver unit remote terminal

ATM: Asynchronous Transfer Mode



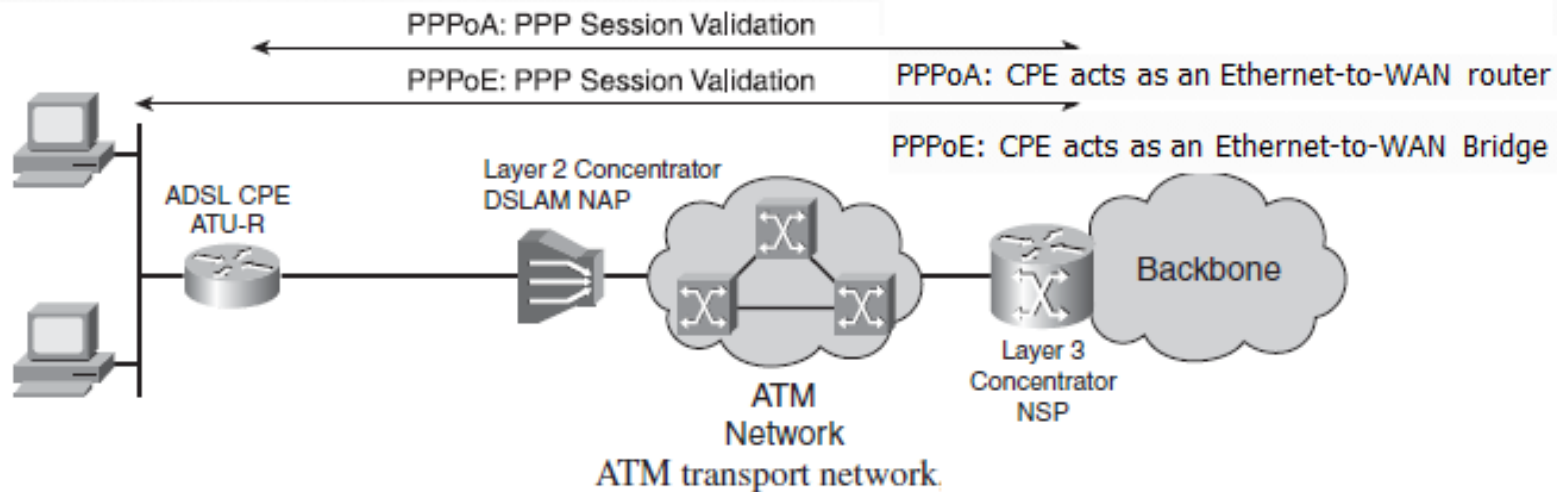


بنية ADSL وتصميمها

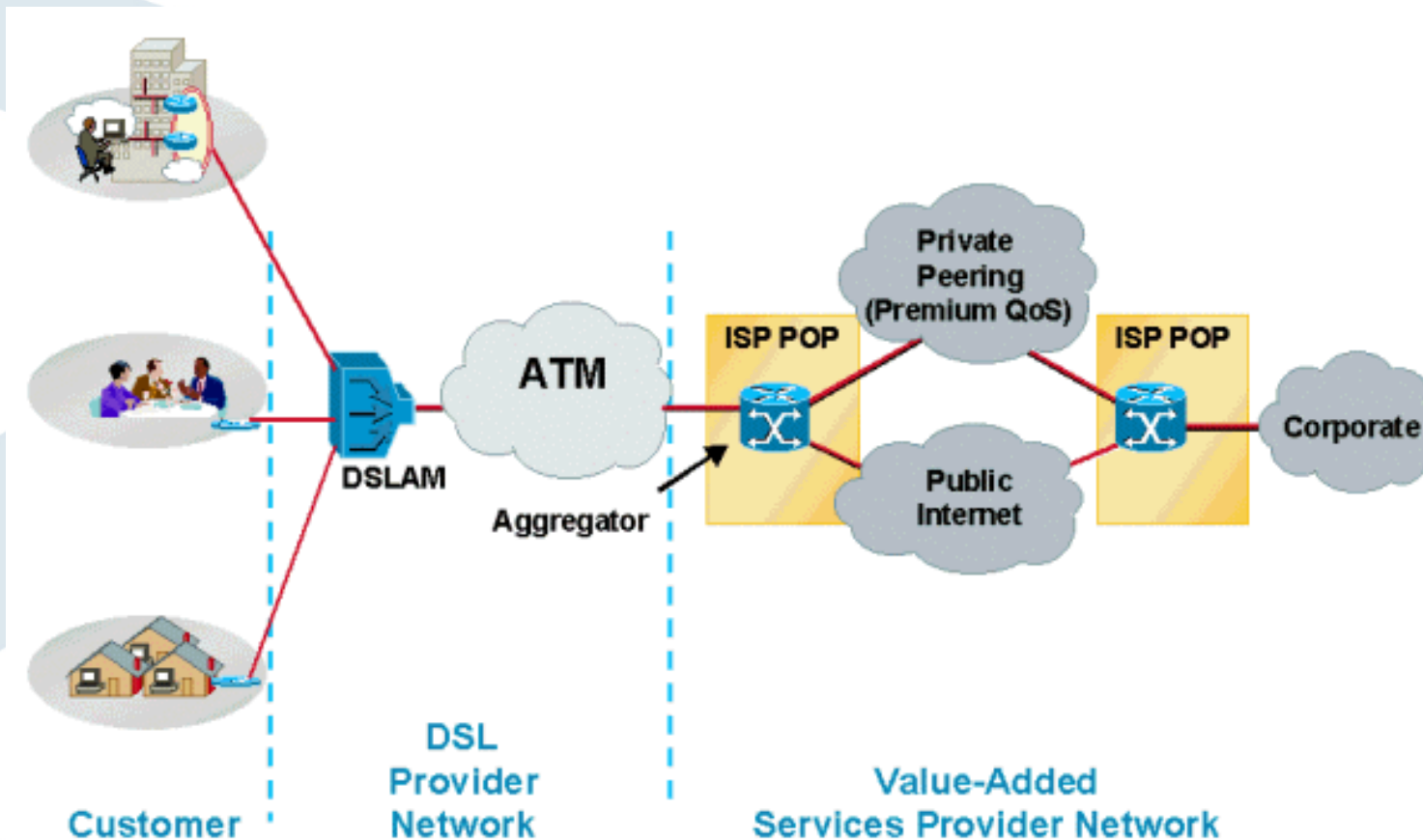
- ❖ في PPPoE يبدأ العميل **جلسة PPP** بتغليف أطر PPP داخل إطار Ethernet، ثم يرسل هذا الإطار (over ATM/DSL) إلى موجه البوابة لدى مزود الخدمة (NSP).
- ❖ يتلقى العميل عنوان IP الخاص به عبر تفاوض PPP من نقطة الإنهاء لدى مزود الخدمة نفسها.

ADSL Point-to-Point Protocol Implementations

Two very popular point-to-point protocol (PPP) implementations exist in ADSL designs



مقدمة إلى نمط النقل غير المتزامن ATM (Asynchronous Transfer Mode)





جامعة
المنارة
MANARA UNIVERSITY

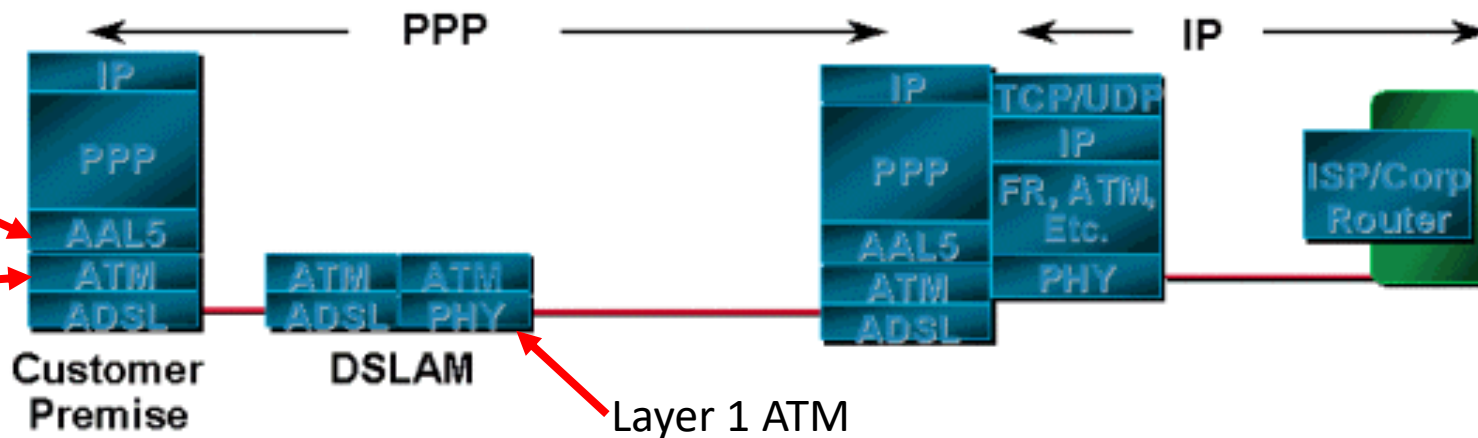
ATM and ADSL

نقل البيانات المعياري



Layer 3 ATM

Layer 2 ATM





جامعة
المنارة
MANARA UNIVERSITY

ATM and ADSL

عملية المصادقة قبل نقل البيانات

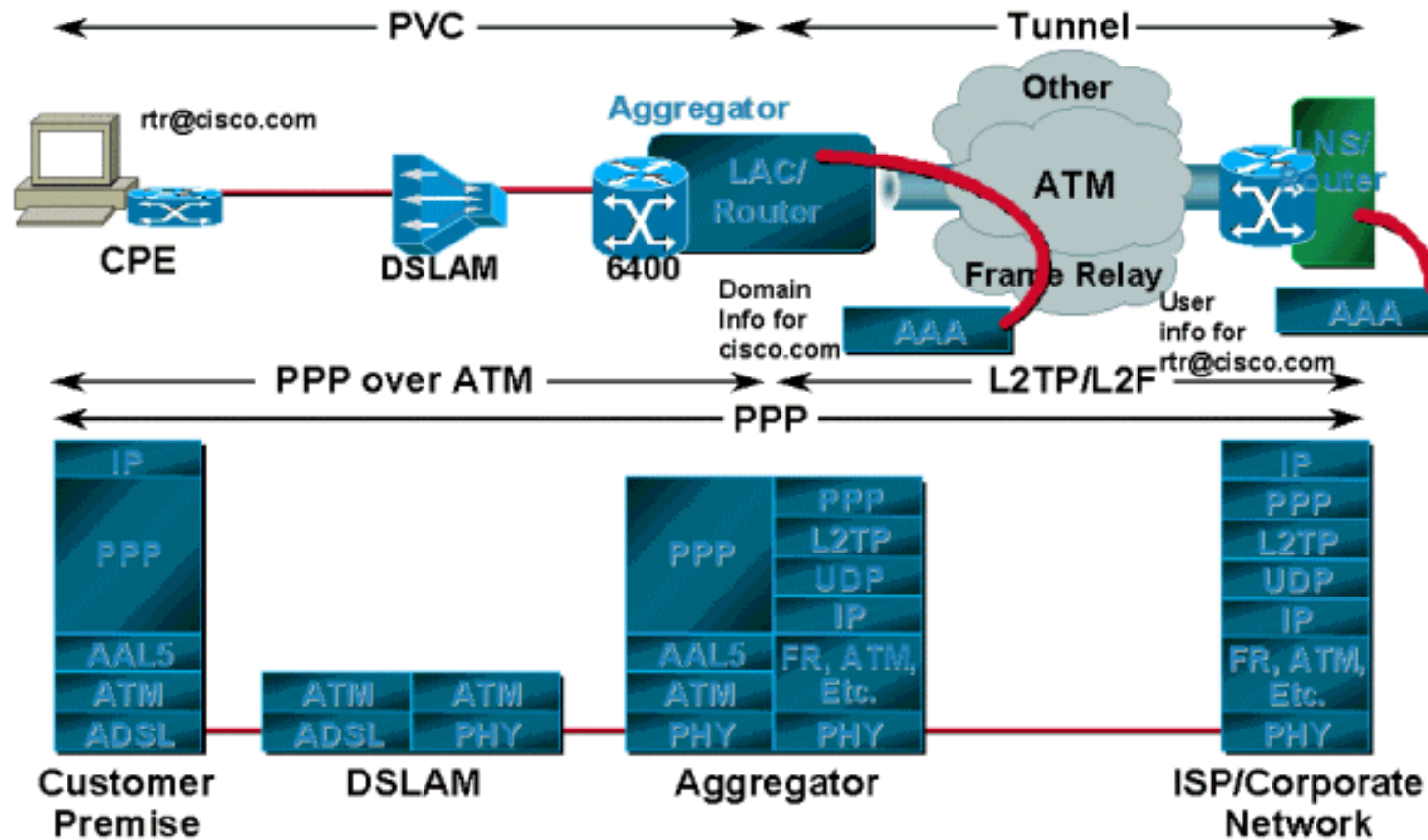
Virtual Path Identifier (VPI) and Virtual Circuit Identifier (VCI)

L2TP: Layer Two Tunneling Protocol.

L2F: Layer 2 Forwarding.

LAC: Layer 2 access concentrator

LNS: L2TP Network Server



L2TP: بروتوكول القنوات في الطبقة الثانية

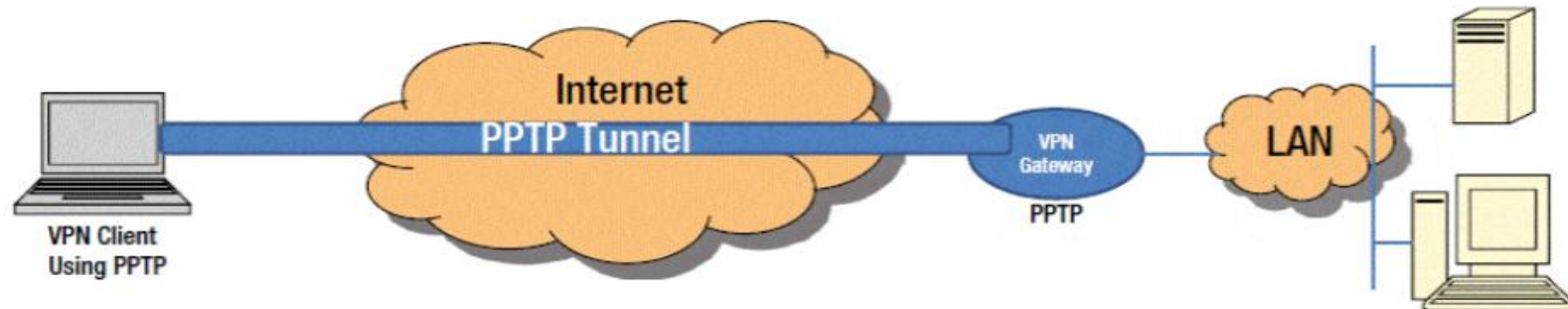
❖ ينص RFC 2661 على أن L2TP يمرر اتصالات الطبقة الثانية عبر شبكة وسيطة من الطبقة الثالثة مثل الإنترنت.

■ ويُعد L2TP امتداداً لـ (Point-to-Point Tunneling Protocol) (PPTP) بروتوكول القنوات من نقطة إلى نقطة.

■ :PPTP

■ هو امتداد لـ PPP، ويعتمد على مواصفات PPP من حيث التفاوض والمصادقة والتشفير.

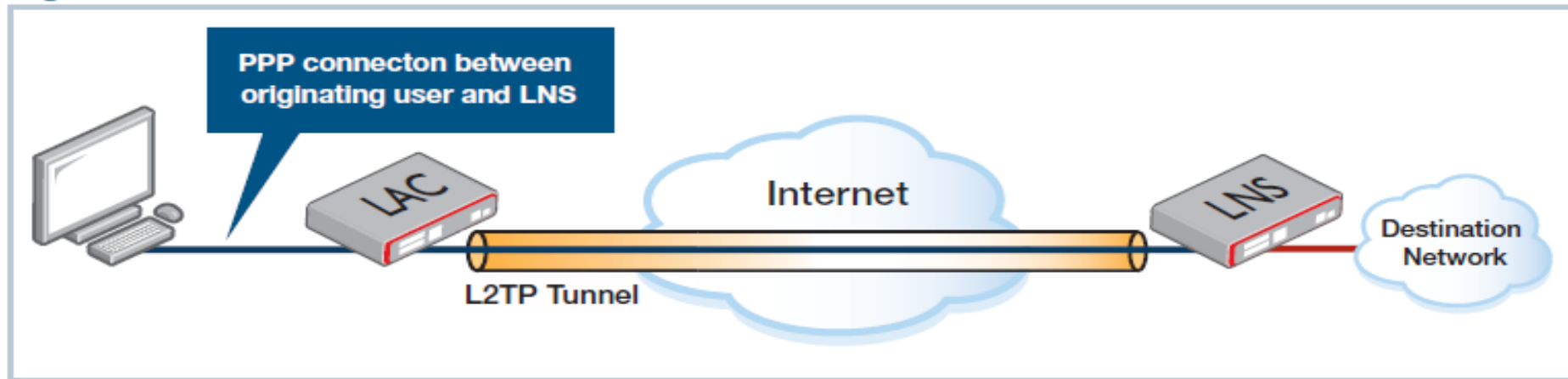
■ هو بروتوكول في طبقة ربط المعطيات طوّره Microsoft، ويستخدمه مزود الخدمة لتمكين تشغيل VPN عبر الإنترنت من خلال تمرير حركة TCP/IP داخل قناة عبر الإنترنت.



L2TP: بروتوكول القنوات في الطبقة الثانية

❖ يمكن استخدام L2TP لإنشاء نوعين من القنوات:

1. قنوات (L2TP Access Concentrator (client) - L2TP Network Server (Server)) tunnels **LAC-LNS**.
 - في قناة LAC-LNS يرسل LAC طلب الاتصال، ويقوم LNS بالمصادقة على المستخدم، ثم تُنشأ جلسة L2TP وتبدأ عملية تغليف أطر PPP.
2. قنوات Peer-to-peer.



L2TP: بروتوكول القنوات في الطبقة الثانية

❖ L2TP: بروتوكول موجّه للاتصال (Connection-Oriented).

- قناة L2TP: هو اتصال منطقي بين LAC وLNS.
- ويمكن للقناة أن تحمل عدة جلسات (PPP sessions).
- أما جلسة L2TP فتُنشأ بين العميل و LNS، وكل جلسة تمثل اتصالاً واحداً (one session = one call).

❖ رسائل L2TP:

- رسائل التحكم (Control messages).
- وتُستخدم **للتحكم** في قنوات (L2TP) (الإنشاء والصيانة) (tunnel establishment and maintenance).
 - وللتحكم في جلسات L2TP (إدارة الجلسات) (session management).
- رسائل البيانات فتتولى تغليف أطر PPP (Encapsulate PPP frames).



L2TP: بروتوكول القنوات في الطبقة الثانية

MESSAGE TYPE	MESSAGE NAME
1 (SCCRQ)	Start-Control-Connection-Request
2 (SCCRP)	Start-Control-Connection-Reply
3 (SCCRN)	Start-Control-Connection-Connected
4 (StopCCN)	Stop-Control-Connection-Notification.

L2TP tunnel (control channel)

❖ L2TP : بروتوكول موجّه للاتصال (connection-oriented).

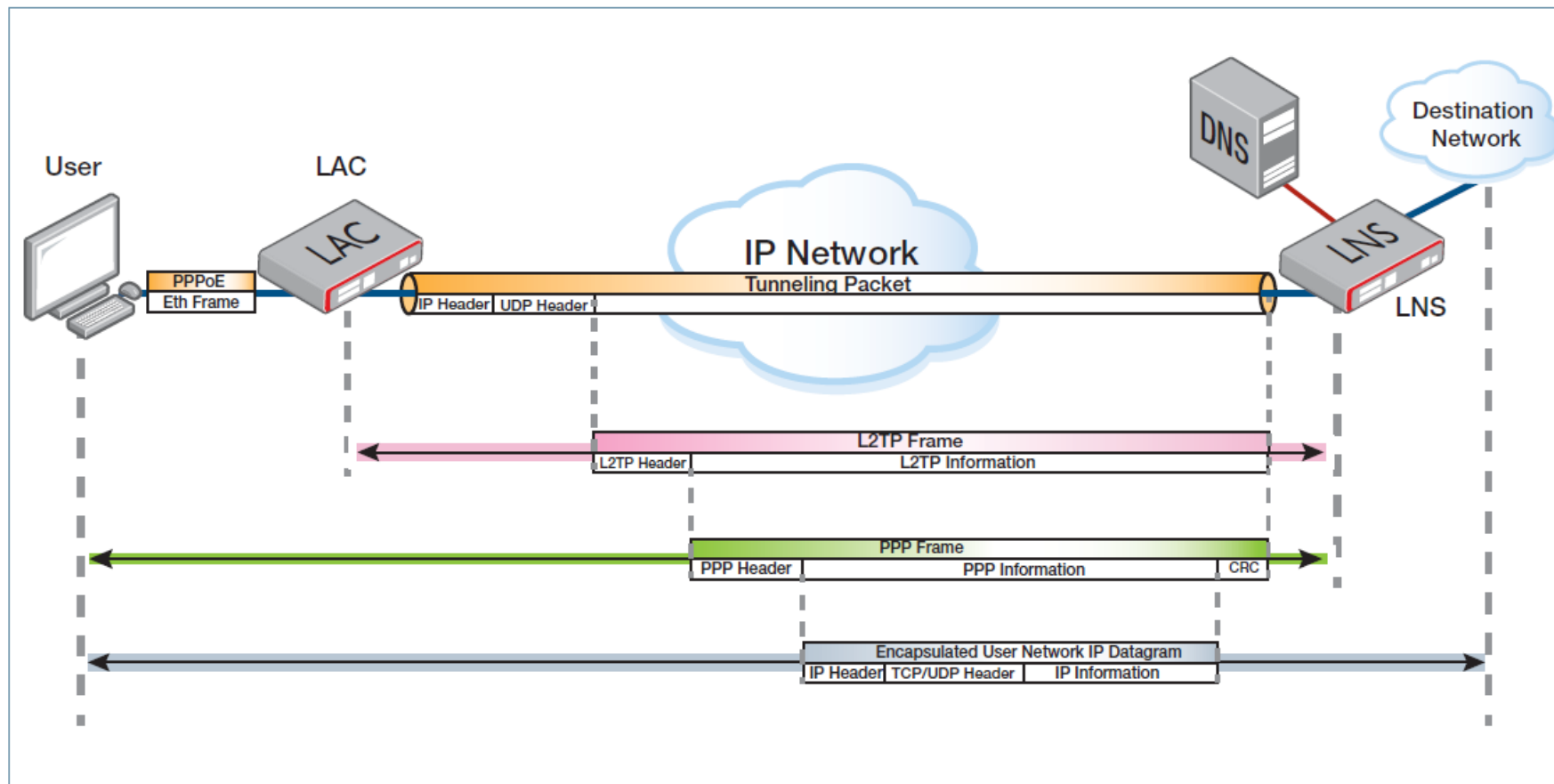
❖ رسائل L2TP:

L2TP session or call management messages

MESSAGE TYPE	MESSAGE NAME
10 (ICRQ)	Incoming-Call-Request
11 (ICRP)	Incoming-Call-Reply
12 (ICCN)	Incoming-Call-Connected
14 (CDN)	Call-Disconnect-Notify.

تغليف L2TP لقنوات LAC-LNS

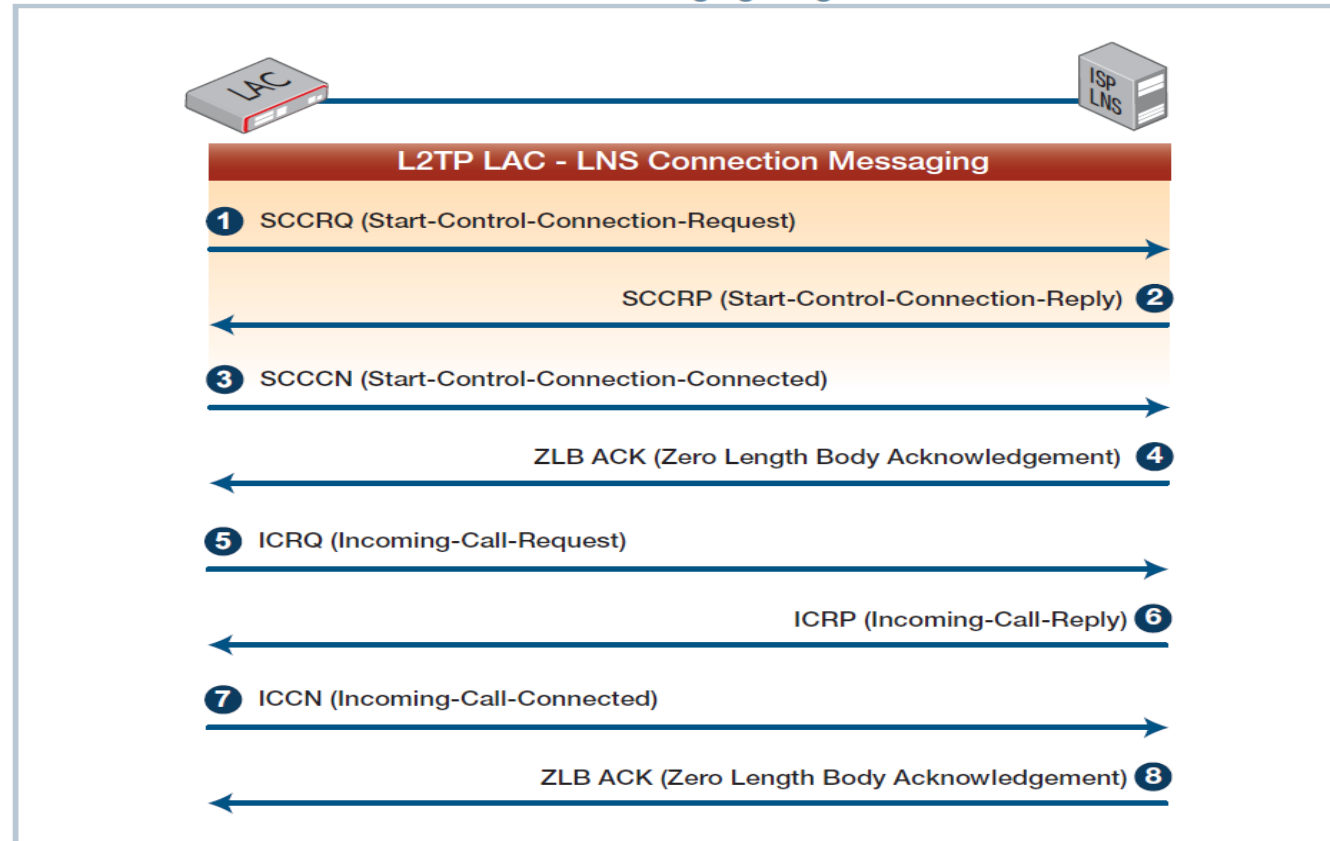
L2TPv2 encapsulation: PPP frame encapsulated within L2TP frame within tunneling packet





عملية إنشاء اتصال LAC-LNS

L2TP LAC - LNS Connection Messaging Diagram



يرسل LAC رسائل
إبقاء الاتصال L2TP
Keepalive.

يمكن أن تبدأ مفاوضات PPP (PPP negotiation) الآن بعد أن يصبح كل من قناة L2TP وجلسة L2TP في حالة عمل.



تشغيل L2TP LAC

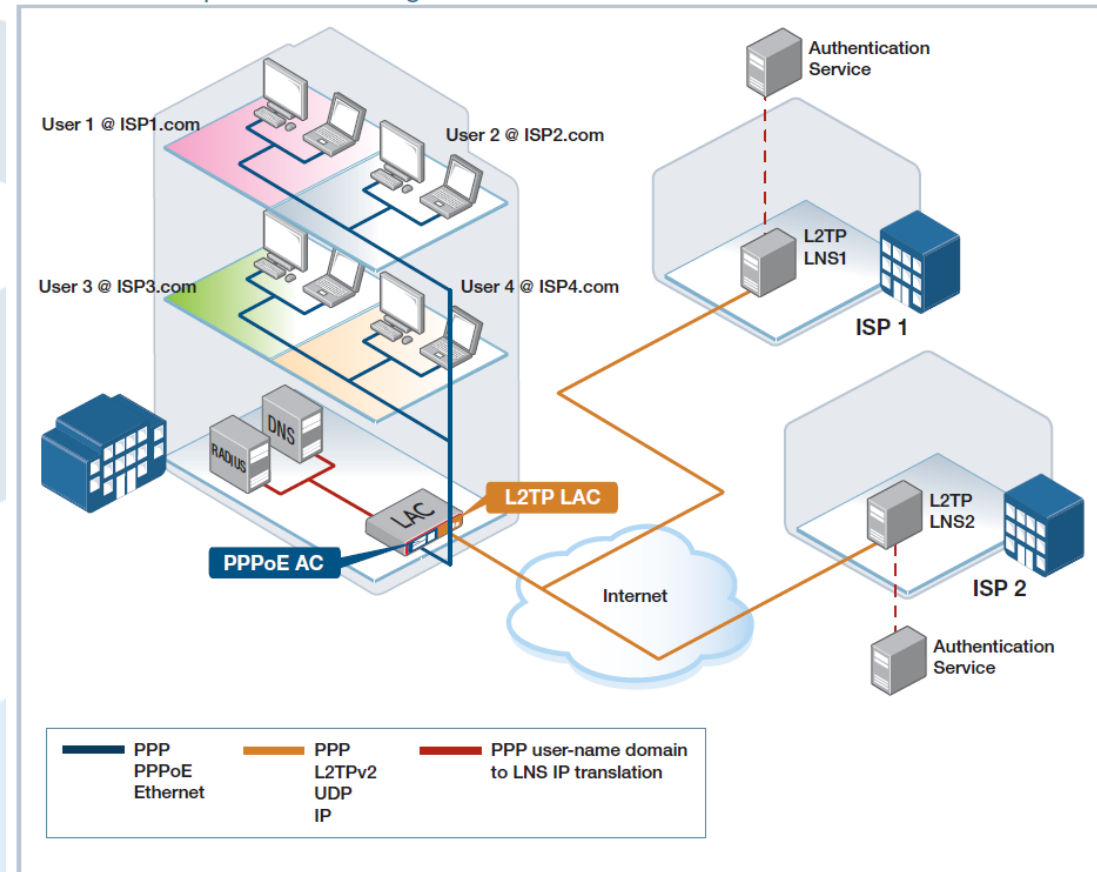
- ❖ يمكن لـ LAC نقل جلسة عميل PPP واحدة أو أكثر (Sessions) داخل قناة L2TP إلى جهاز LNS.
- ❖ كما يمكن لـ LAC واحد أن يتصل بعدة أجهزة LNS.
- ❖ ويحدّد LAC عنوان IP الهدف لكل جهاز LNS من خلال:
 - الضبط الثابت لعنوان IP الخاص بـ LNS.
 - أو إجراء بحث DNS.
 - أو إجراء بحث RADIUS.
- ❖ وعندما تصل جلسة عميل PPP إلى جهاز LNS، يستخرج LNS بيانات اعتماد العميل (Credential) ويجري مصادقته.
- ❖ وبناءً على ذلك يخصّص مزوّد الخدمة عنوان IP إنترنت للعميل.





تشغيل L2TP LAC

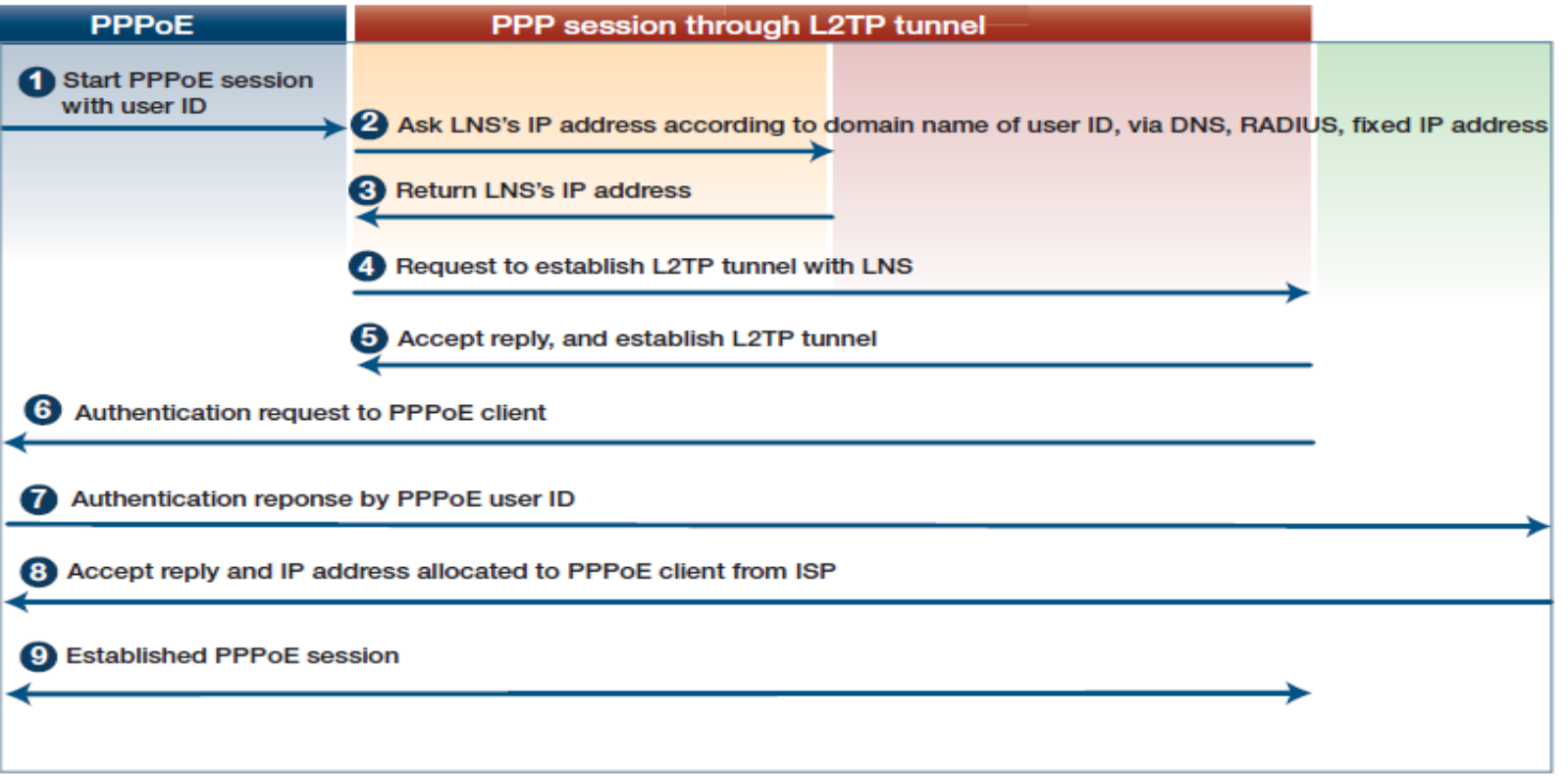
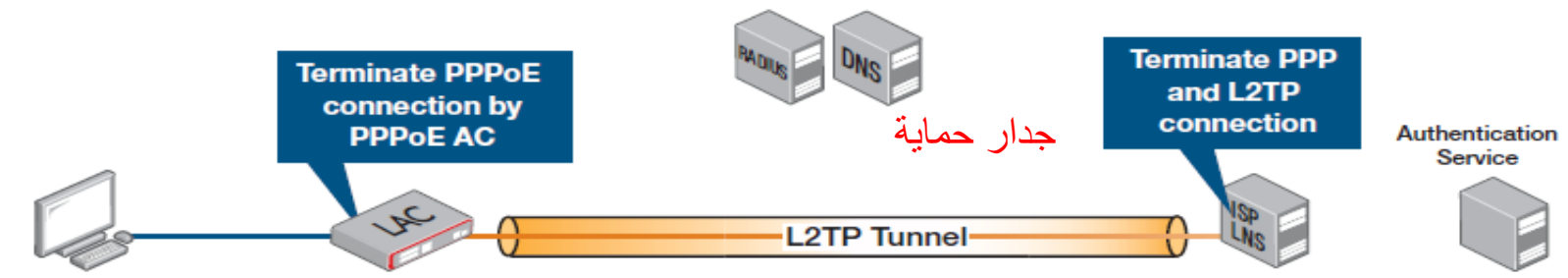
Example network using L2TPv2 to tunnel PPP





Establishing an L2TPv2 tunnel for PPP

— PPPoE connection
— PPP connection tunneled in L2TP



عملية إنشاء اتصال PPP عبر قناة



SDN: Software-Defined Networking

الشبكات المعرفة بالبرمجيات



❖ تتمثل الوظيفة القياسية للموجّه في:

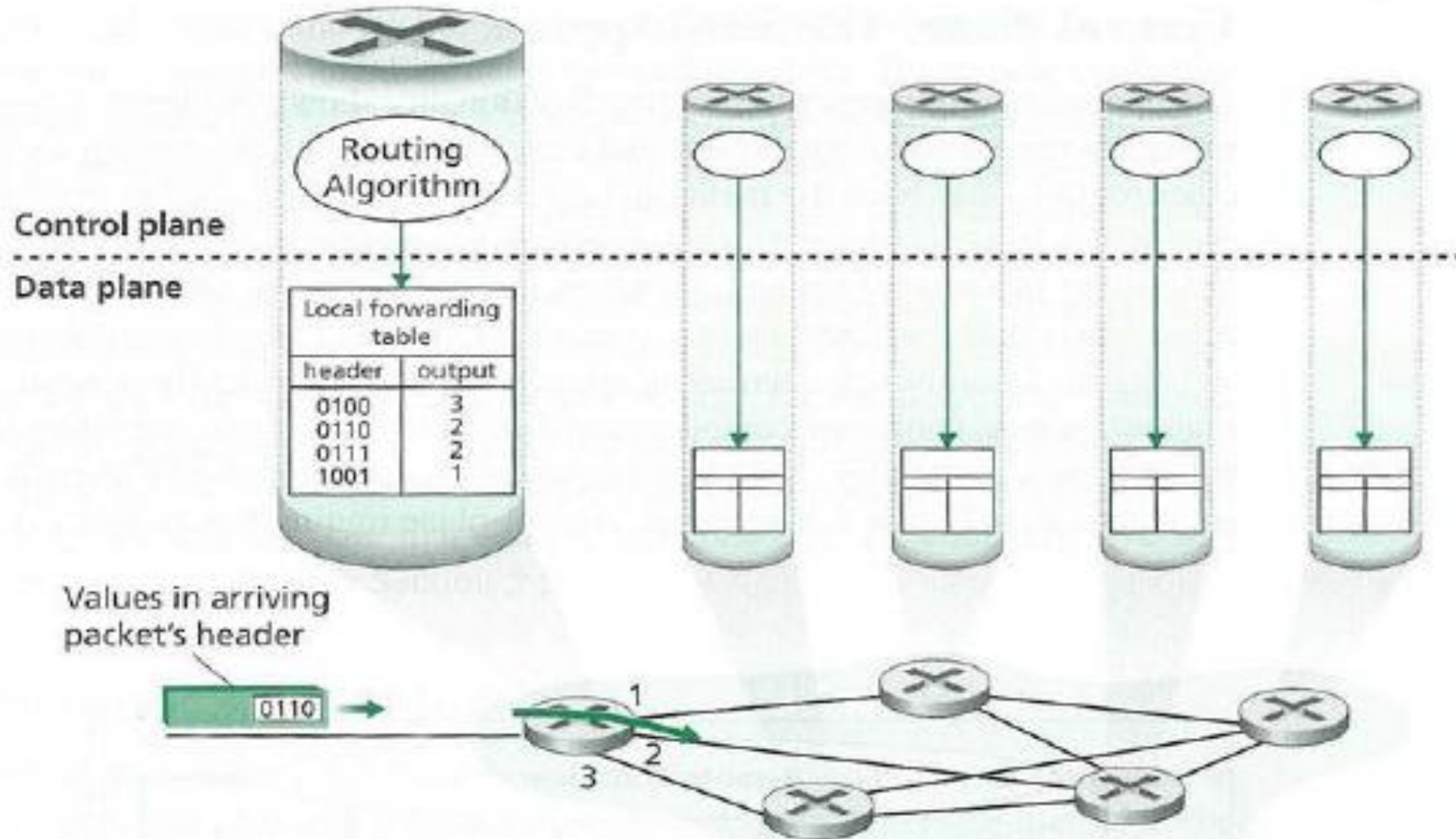
- اتخاذ قرار التمرير اعتمادًا على عنوان وجهة الرزمة فقط.
- كما يحدد مسار البيانات بين المصدر والوجهة.
- قد تُتخذ قرارات التمرير اعتمادًا على معلومات من طبقة الشبكة و/أو طبقة الوصلة.
- تجتمع وظيفتا التمرير والتوجيه داخل كل موجّه.

❖ لكن الموجّه أصبح يضم وظائف متزايدة، مثل: NAT والجدران النارية وموازات الحمل وغيرها، مما أدى إلى زيادة العبء على مشغلي الشبكات.





معمارية الموجّه التقليدية



Routing algorithms determine values in forward tables



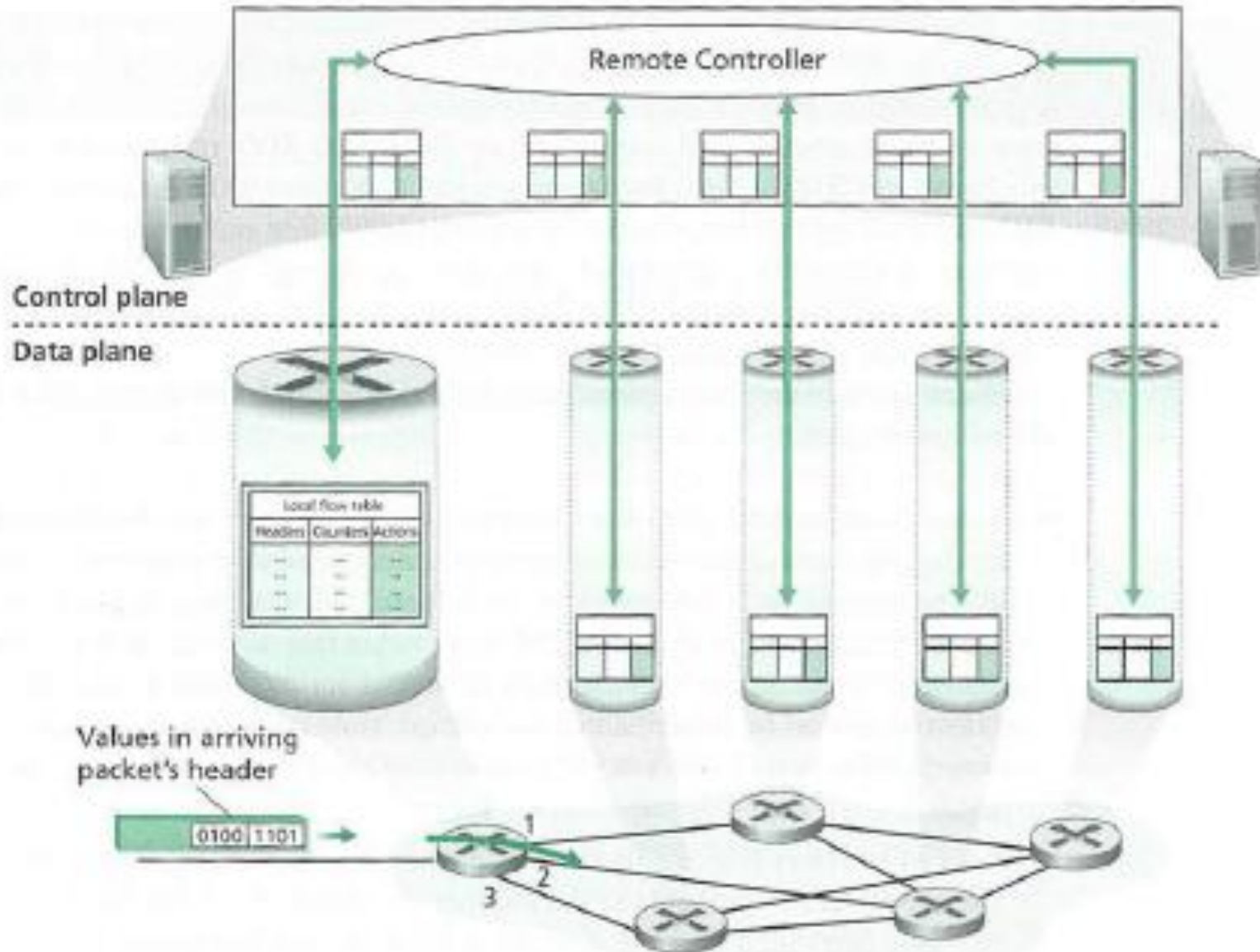
SDN

- ❖ توفر SDN كثيرًا من وظائف طبقة الشبكة، وبعض وظائف طبقة ربط المعطيات أيضًا.
- ❖ في SDN:
 - تُسمى أجهزة التمرير (مبدلات رزم) بدلاً من (موجهات) الطبقة الثالثة أو (مبدلات) الطبقة الثانية.
 - يُحسب جدول التمرير ويُثبَّت ويُحدَّث بواسطة متحكم بعيد.
- ❖ تفصل SDN العتاد عن البرمجيات، أي تفصل مستوى التحكم، الذي يحدد وجهة إرسال التدفق، عن مستوى البيانات، الذي ينفذ هذه القرارات ويمرر التدفق.



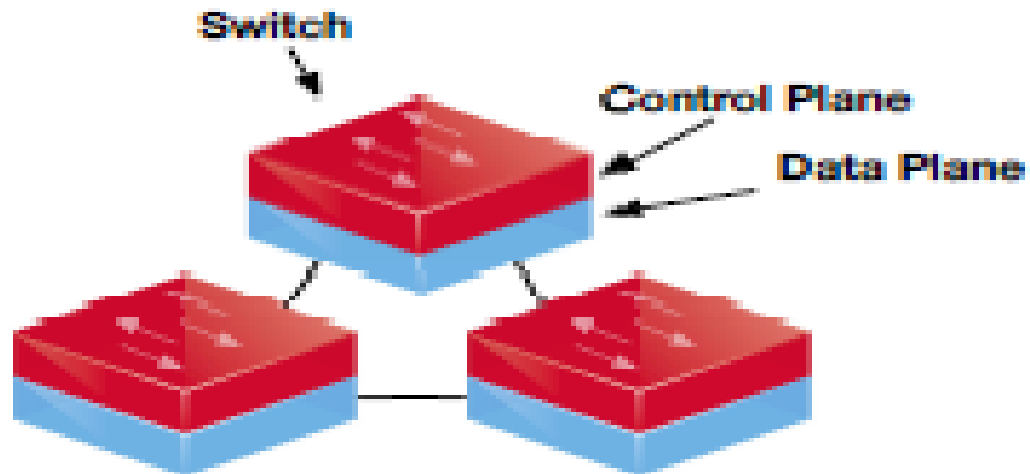


نطاق SDN

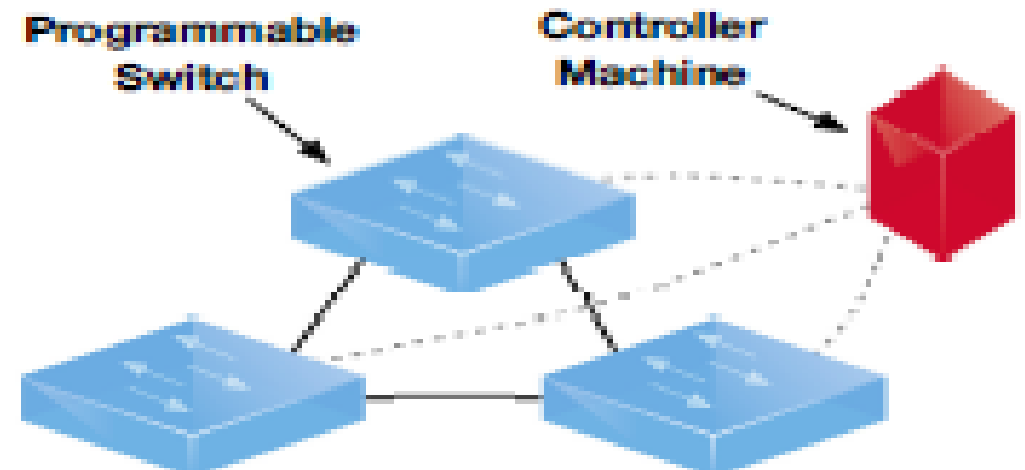


مقارنة

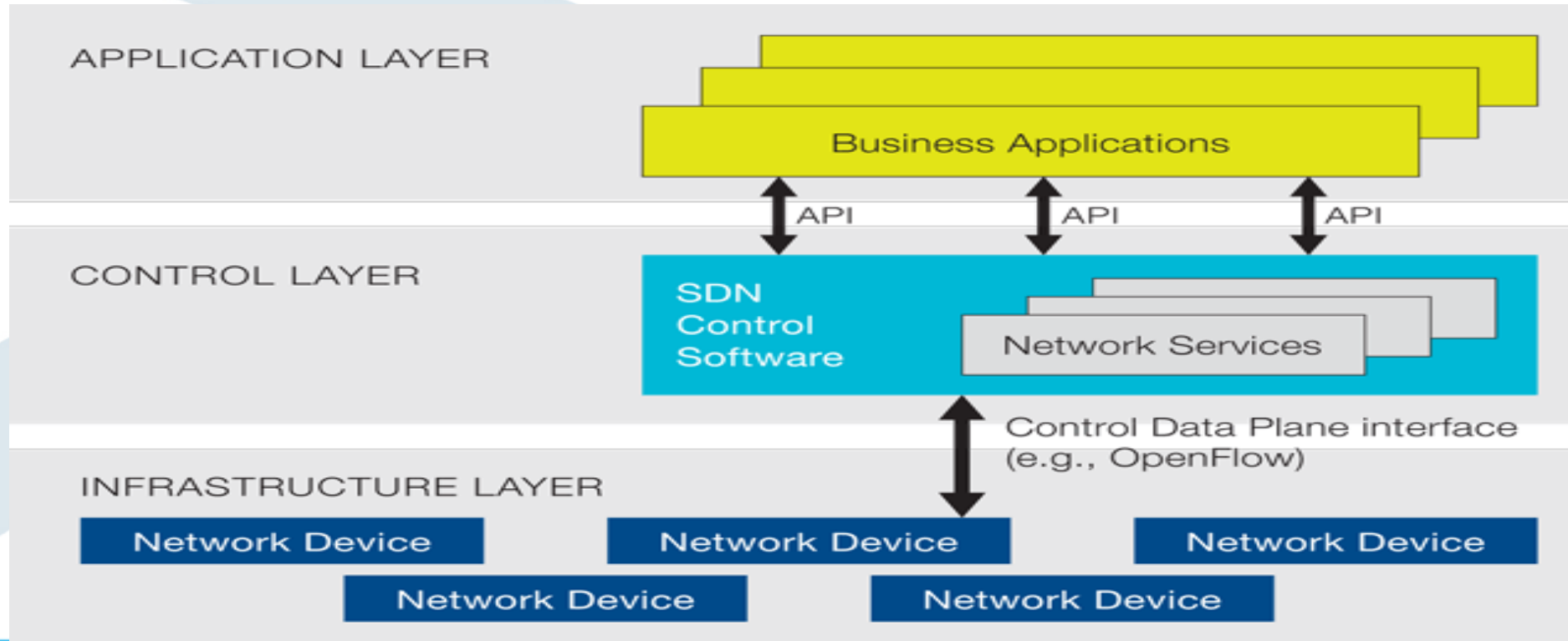
Traditional Network



Software-Defined Network



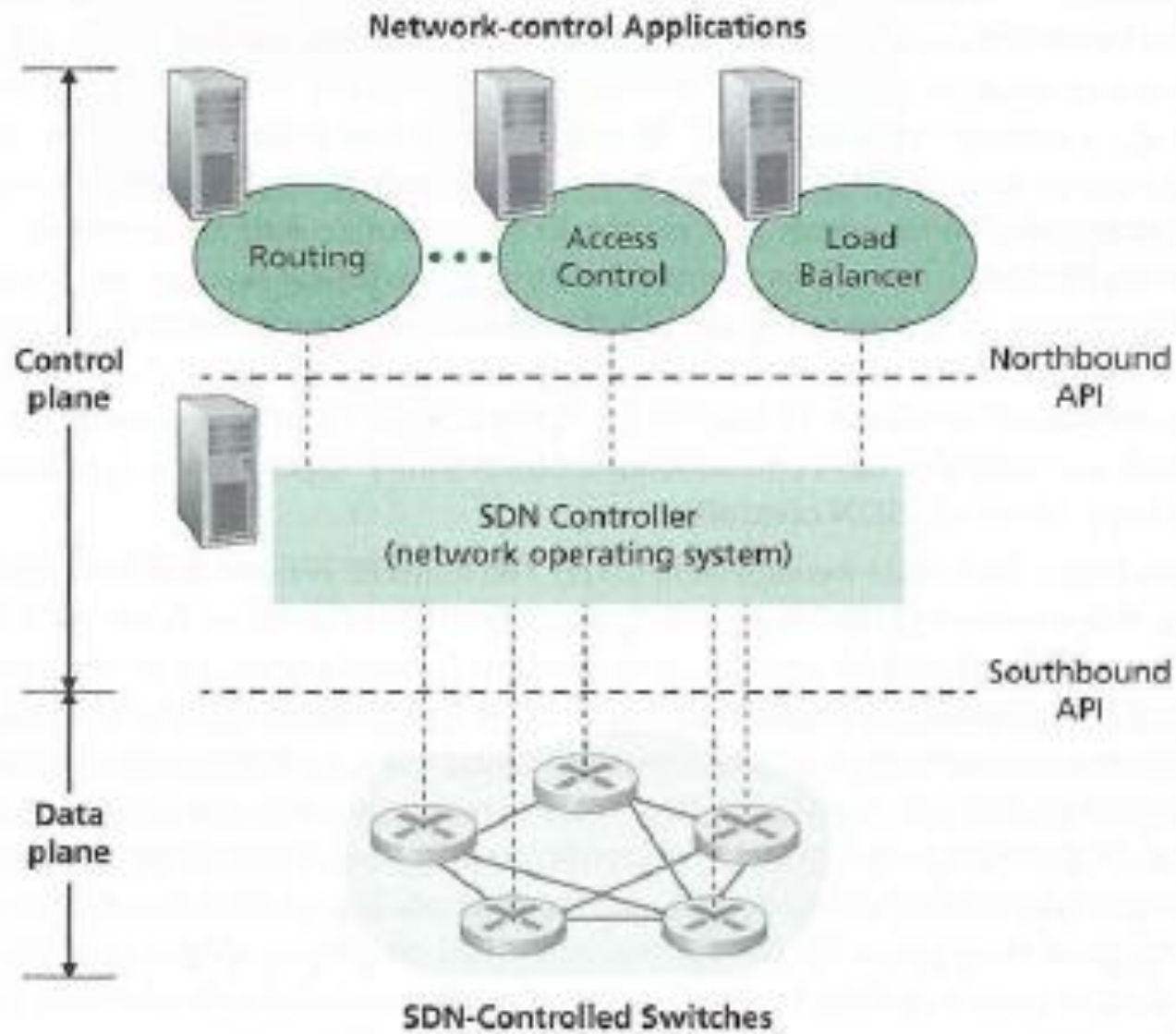
❖ تتكون الشبكات المعرفة بالبرمجيات أساسًا من **ثلاث طبقات**: طبقة البيانات أو البنية التحتية، وطبقة التحكم، وطبقة التطبيقات



معمارية SDN

- ❖ طبقة البيانات (البنية التحتية): تشبه الطبقة الفيزيائية في نموذج OSI، وتتكون من عناصر الشبكة مثل الأجهزة الفيزيائية والافتراضية التي تتعامل مع حركة البيانات.
 - تُعرف هذه الطبقة بمستوى التمرير (forwarding plane) في SDN، وهي مسؤولة عن تمرير الرزم من واجهة الدخول إلى واجهة الخروج باستخدام البروتوكولات المعتمدة من مستوى التحكم.
- ❖ طبقة التحكم: تمثل المستوى الرئيس في شبكة SDN، وتحمل حركة التأشير (signaling traffic) وتحمل مسؤولية التوجيه داخل الشبكة.
 - تُعد التهيئة والإدارة المركزيتان من وظائف مستوى التحكم في SDN.
 - تتواصل هذه الطبقة مع طبقة البيانات عبر **OpenFlow**، أي الواجهة الجنوبية (SBI) (SouthBound Interface).





Components of the SDN architecture: SDN-controlled switches, the SDN controller, network-control applications

معمارية SDN

❖ طبقة التطبيقات : تضم التطبيقات المختلفة المستخدمة في بيئة الأعمال لتوجيه الشبكة نحو ما ينبغي تنفيذه وفق احتياجات العمل. ويستخدم المتحكم واجهات API لتمير الأوامر إلى موجّهات ومبدلات SDN وغيرها لتنفيذ المهام المطلوبة.

▪ تتواصل هذه الطبقة مع طبقة التحكم عبر واجهات API (NorthBound).





جامعة
المنارة
MANARA UNIVERSITY

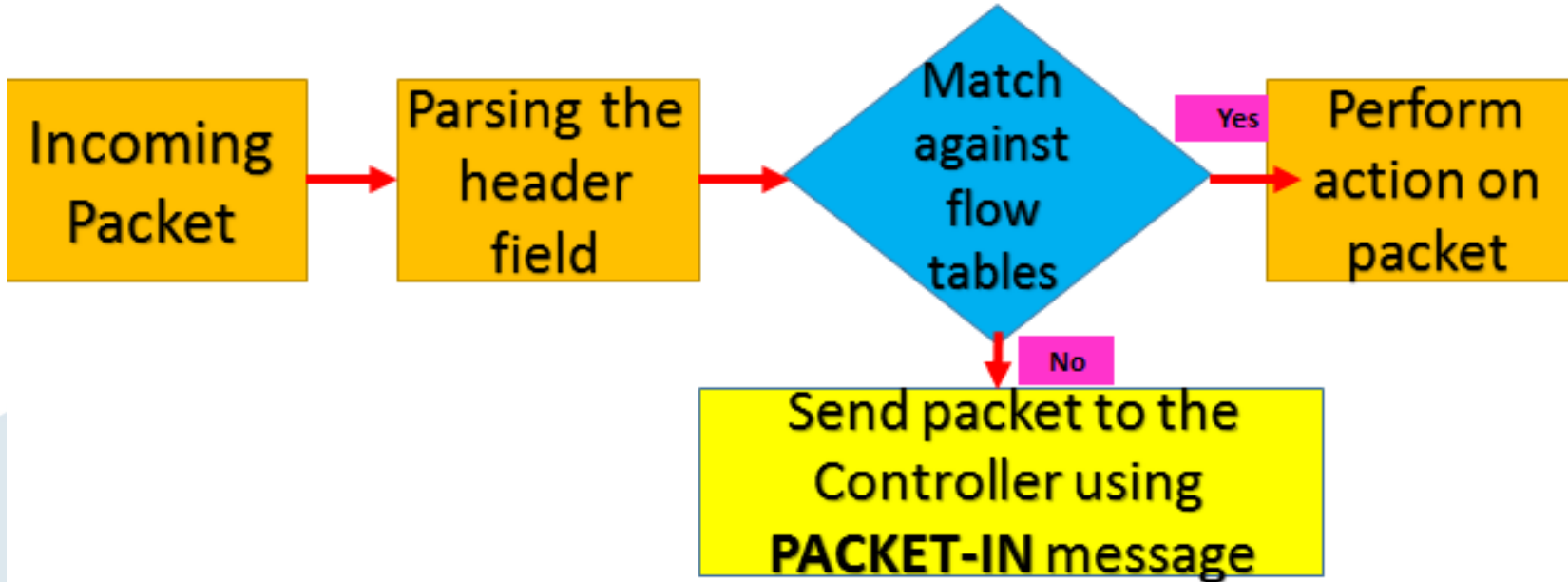
متحكمات SDN

Controller	Open Source	OpenFlow (OF) version	Multi-threading support	Programming Language
<u>RYU</u>	yes	OF 1.0 , 1.1 , 1.2 , 1.3 , 1.4 , 1.5	yes	Python
<u>Floodlight</u>	yes	OF 1.0 , 1.1 , 1.2 , 1.3 , 1.4 , 1.5	yes	JAVA
<u>OpenDayLight</u>	yes	OF 1.0 , 1.1 , 1.2 , 1.3 , 1.4 , 1.5	yes	JAVA
<u>ONOS</u>	yes	OF 1.0 , 1.1 , 1.2 , 1.3 , 1.4 , 1.5	yes	JAVA
<u>POX</u>	yes	OF 1.0	no	Python



البروتوكول OpenFlow

- ❖ يعمل هذا البروتوكول:
- ❖ بين متحكم SDN ومبدل خاضع لتحكم SDN.
- ❖ فوق TCP، ويستخدم افتراضياً رقم المنفذ 6653.



شكراً لحسن الاستماع هل من أسئلة؟

