# جولة استكشافية في عالم شبكات الحاسبات

**دكتور/محمود طاهر الحديدي**
أستاذ شبكات الحاسبات و الاتصالات
قسم هندسة الإلكترونيات و الاتصالات الكهربية
كلية الهندسة – جامعة القاهرة

٢٦ يونيو ٢٠١٣

# العناوين الرئيسية

- ما هي شبكات الحاسبات ؟
- كيف تطورت شبكات الحاسبات ؟
- كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟
- مثال لتصميم شبكة حاسبات واقعية

# ما هي شبكات الحاسبات؟ - ١

# ما هي شبكات الحاسبات؟ - ٢

- تعتبر أحد أنواع شبكات الاتصالات الإلكترونية
- و هي الأحدث ظهوراً و الأكثر إنتشارًا
- و من أشهر أمثلتها شبكة الإنترنت
- وظيفتها الأساسية تبادل المعلومات ما بين أجهزة الحاسبات أو ما يماثلها من أجهزة (ذات معالجات و ذاكرة للتخزين)
- أصبحت تمثل مكوناً أساسياً في حياتنا اليومية ، بدونها لا نستطيع ممارسة العديد من الأنشطة الأقتصادية و التعليمية و الثقافية و الترفيهية و الاجتماعية.

# ما هي شبكات الحاسبات؟ - ٣

**أنشطة أقتصادية**
E-Commerce

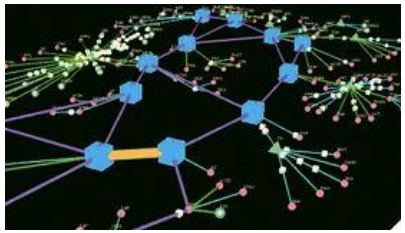
**أنشطة تعليمية**
E-Learning

**أنشطة ثقافية**
E-Books

**أنشطة ترفيهية**
Games

**أنشطة أجتماعية**
Social Networks

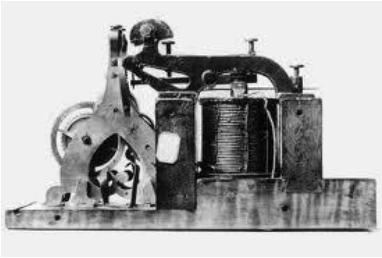
**أنشطة بحثية**
Grid Computing



# كيف تطورت شبكات الحاسبات؟ - ١

**١٨٣٧**

**التلغراف**



أول تكويد رقمي

**١٨٧٦**

**التليفون**

أول جهاز للإتصال يستخدمه الشخص العادي

**١٩٠٧**

**الصمامات الإلكترونية**

أول نظام لتكبير الإشارات الكهربية مما سمح بزيادة مسافة الاتصال

**١٩٤٦**

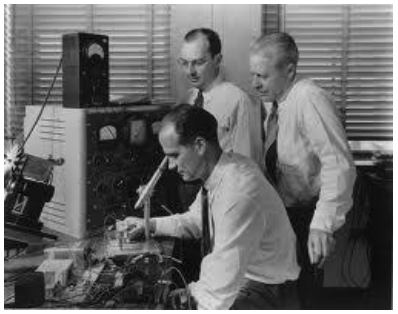
**الحاسبات ذات الهياكل الرئيسية**

أول جهاز يقوم بتخزين و معالجة و إخراج المعلومات الرقمية

# كيف تطورت شبكات الحاسبات؟ - ٢

**١٩٤٧**

**الترانزستور**



التحول من عالم الديناصورات الإلكترونية إلي عالم الأحجام الصغيرة

**١٩٦١**

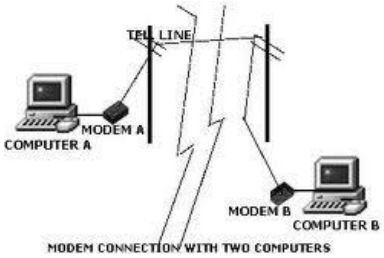
**التبديل الحزمي**

*Paul Baran, best known for creating the packet switching concept later adopted for Arpanet, passed away Saturday, March 26, 2011.*

ثورة في أسلوب نقل البيانات

**١٩٦٢**

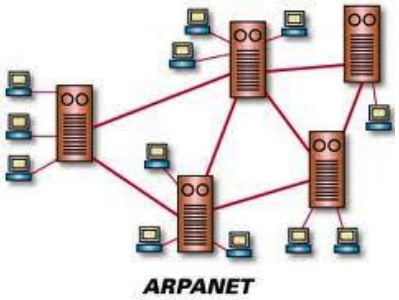
**المودم**




تطويع الشبكات التليفونية لنقل البيانات و ربط الحاسبات

**١٩٦٩**

**بروتوكولات الربط الشبكي**



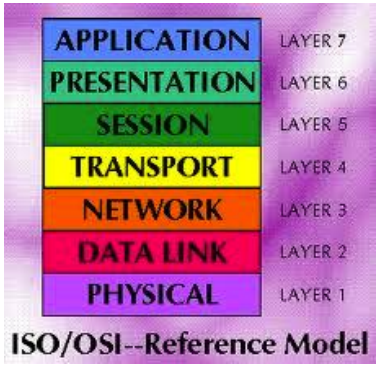

أساسيات التفاهم بين شبكات الحاسبات

# كيف تطورت شبكات الحاسبات؟ - ٣

١٩٧٨ ↓

**النموذج المرجعي في الربط الشبكي المفتوح**

OSI-RM




التحرر من سيطرة شركات المصنعة للحاسبات العملاقة

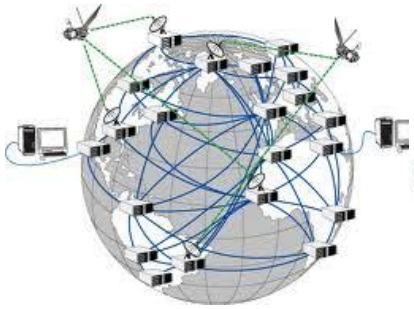
١٩٨٠ ↓

**الإيثرنت**

أول شبكة حاسبات محلية

١٩٨٥ ↓

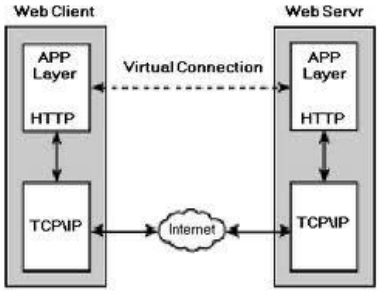
**الإنترنت**



الخروج من مراكز الأبحاث إلي الجامعات و المعاهد

١٩٩٠ ↓

**الويب**




الخروج من الجامعات إلي المنازل و الشركات + التحول من النصوص إلي الرسومات و الصوت و الصورة و الفيديو

# كيف تطورت شبكات الحاسبات؟ - ٤

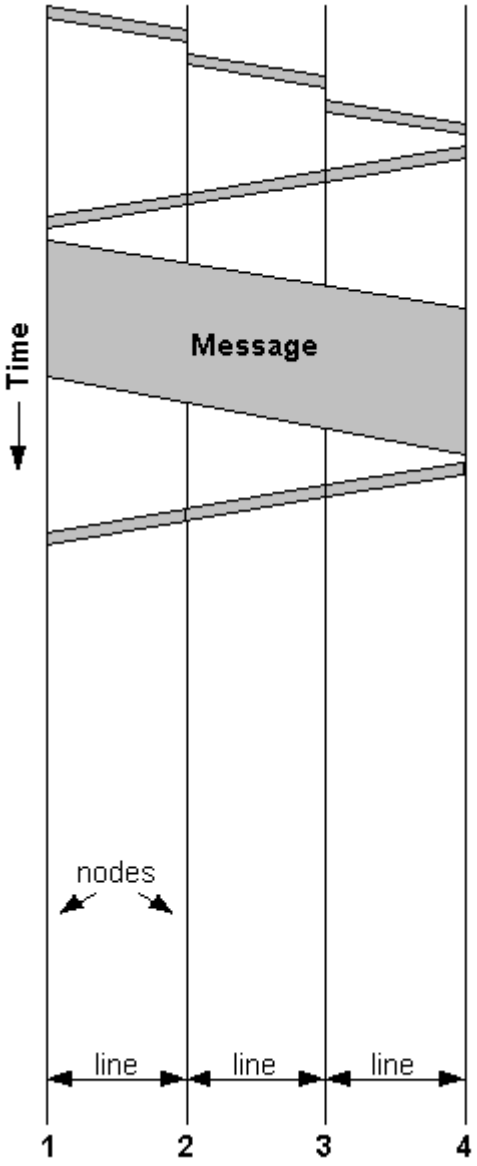
| ١٩٩١ | ١٩٩٤ | ١٩٩٩ | ٢٠٠٤ |
|---|---|---|---|
| **نظم المحمول** | **بلوتوث** | **واي فاي** | **واي ماكس** |
| | | | |
| التحرر من قيود الأرتباط المكاني | الربط الشبكي اللاسلكي في المسافات القصيرة | الربط الشبكي اللاسلكي في المسافات المتوسطة | الربط الشبكي اللاسلكي في المسافات الطويلة |

# لكل حدث رئيسي توجد سلسلة من الأحداث المتتالية التي تمثل تطوراً في إتجاه ما:

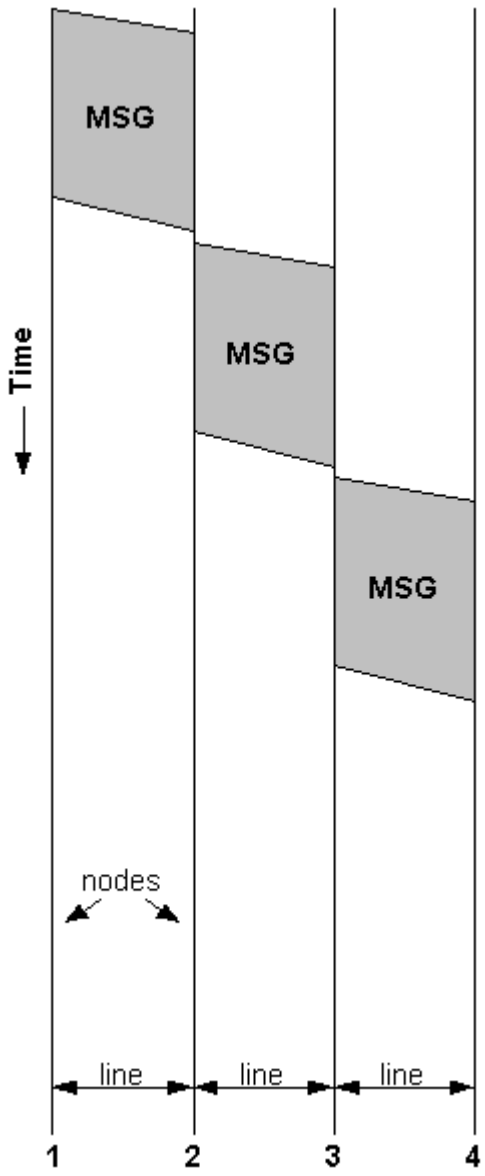
- بالنسبة لشكل المعلومات
  - النصوص (Text)
    - التلغراف ← التلكس ← الفاكس ← البريد الإلكتروني
  - الصوت (Voice)
    - التليفون ← HiFi ← Stereo ← تخليق الصوت ← التعرف علي الصوت ← الإرسال الصوتي بالحزم (VOIP)
  - الصور (Image)
    - الصور الفوتغرافية ← المسح الضوئي (Scanners) ← التكويد النقطي (Pixel Coding) ← التكويد الإتجاهي (Vector Coding)
  - الصور المتحركة (Video)
    - الفيلم السينمائي ← الكاميرا التليفزيونية ← البث التليفزيوني الأرضي ← البث التليفزيوني بالأقمار الصناعية ← البث التليفزيوني الرقمي (Digital TV) ← البث التليفزيوني عالي الجودة (HDTV) ← البث التليفزيوني بالحزم (IPTV)

- بالنسبة لوصلات الإرسال
  - الكابلات النحاسية (Copper Cables)
    - أسلاك هوائية ← أسلاك أرضية ← أسلاك مجدولة ← كابلات محورية
  - الألياف الضوئية (Optical Fibers)
    - الألياف متعددة الأنماط (Multi-Mode Fibers) ← الألياف أحادية النمط (Single-Mode Fibers)
  - الوصلات الميكروويه (Microwave Links)
    - الوصلات الميكروويه الأرضية (Terrestrial Microwave Links) ← الوصلات الميكروويه الفضائية (Space Microwave Links)

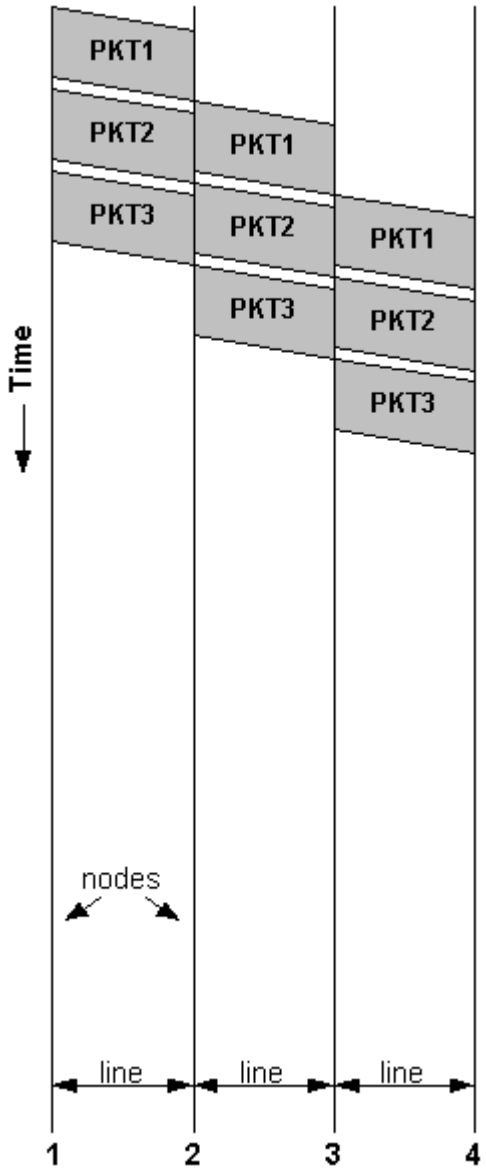
- بالنسبة لنظم التبديل الشبكي
  - التبديل باستخدام الدوائر المحجوزة (Circuit-Switched)
    - المبدلات التماثلية (Strowger & Cross-Bar) ← المبدلات الرقمية
  - التبديل باستخدام الرسائل (Message-Switching)
    - التتالي الإطاري (Frame Relay)
  - التبديل باستخدام الحزم (Packet-Switching)
    - الطارة (Hub)← المبدل الحزمي (Packet Switch) ← المسير الحزمي (Packet Router)
  - التبديل باستخدام الخلايا (Cell-Switching)
    - مبدل النقل اللاتزامني (Asynchronous Transfer Mode)



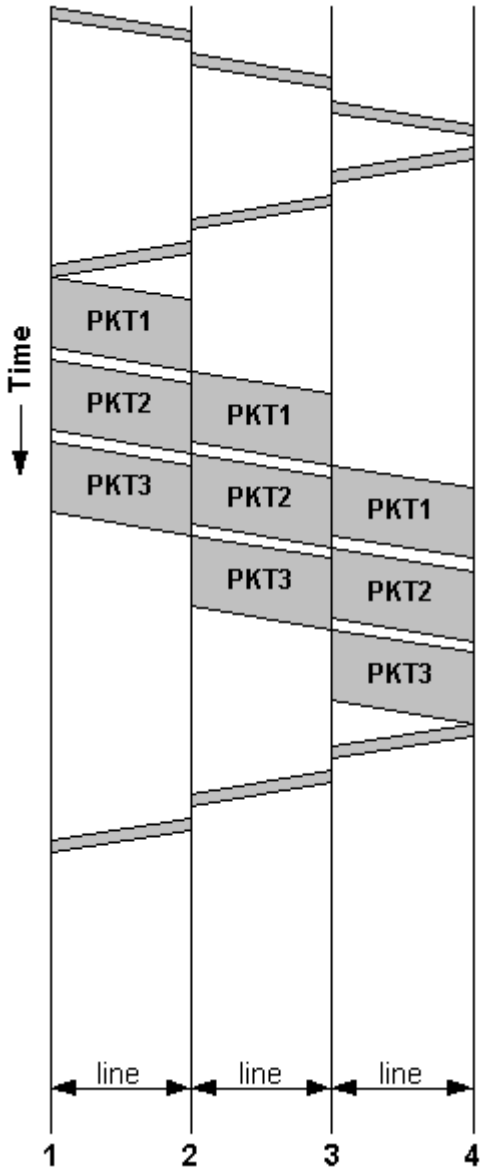

Circuit-Switching




Message-Switching




Packet-Switching (Datagram)



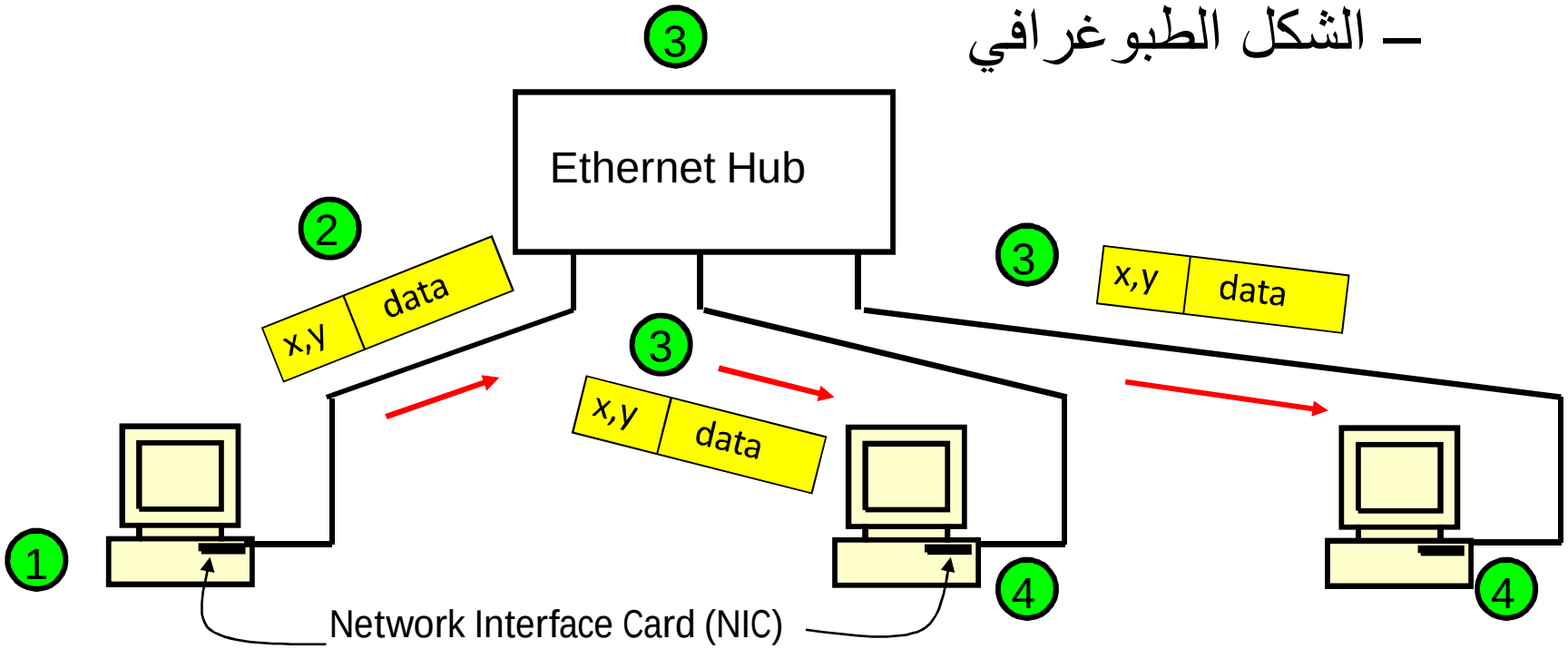

Packet-Switching (Virtual Circuit)

- بالنسبة لشبكة الربط = الوصلات + المبدلات
  - الشبكة التليفونية (Telephone Network)
    - المبدلات التماثلية و الرقمية + المودم
  - شبكة X.25 (X.25 Network)
    - مسيرات الحزم
  - شبكة الإطار المتتالي (Frame-Relay Network)
    - مسيرات الحزم
  - شبكة نمط النقل اللاتزامني (Asynchronous Transfer Mode)
    - مبدلات النقل اللاتزامني
  - الشبكة السلكية المحلية (Wired Local Area Network)
    - الطارة – المبدل الحزمي
  - الشبكة اللاسلكية المحلية (Wireless Local Area Network)
    - كارت الربط اللاسلكي + نقاط الربط اللاسلكية
  - شبكات المجسات اللاسلكية (Wireless Sensor Networks)
    - كارت البلوتوث – نبائط الـ ZigBee – نبائط UWB

- بالنسبة للهيكل البنائي للشبكة و أماكن تمركز الذكاء
  - الجيل الأول : الشبكات ذات الذكاء المركزي (Centralized Intelligence)
    - 1960's
  - الجيل الثاني : الشبكات ذات الذكاء الموزع طبقيًا (Distributed Intelligence - Hierarchical)
    - 1970's
  - الجيل الثالث : الشبكات ذات الذكاء الموزع طرفيًا (Distributed Intelligence - Peer-to-Peer)
    - 1980's
  - الجيل الرابع : الشبكات ذات الذكاء الموزع نسيجيًا (Distributed Intelligence - Grid/Cluster )
    - 1990's
  - الجيل الخامس : الشبكات ذات الذكاء الموزع في السحابة (Distributed Intelligence - Cloud )
    - 2000's

# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ١

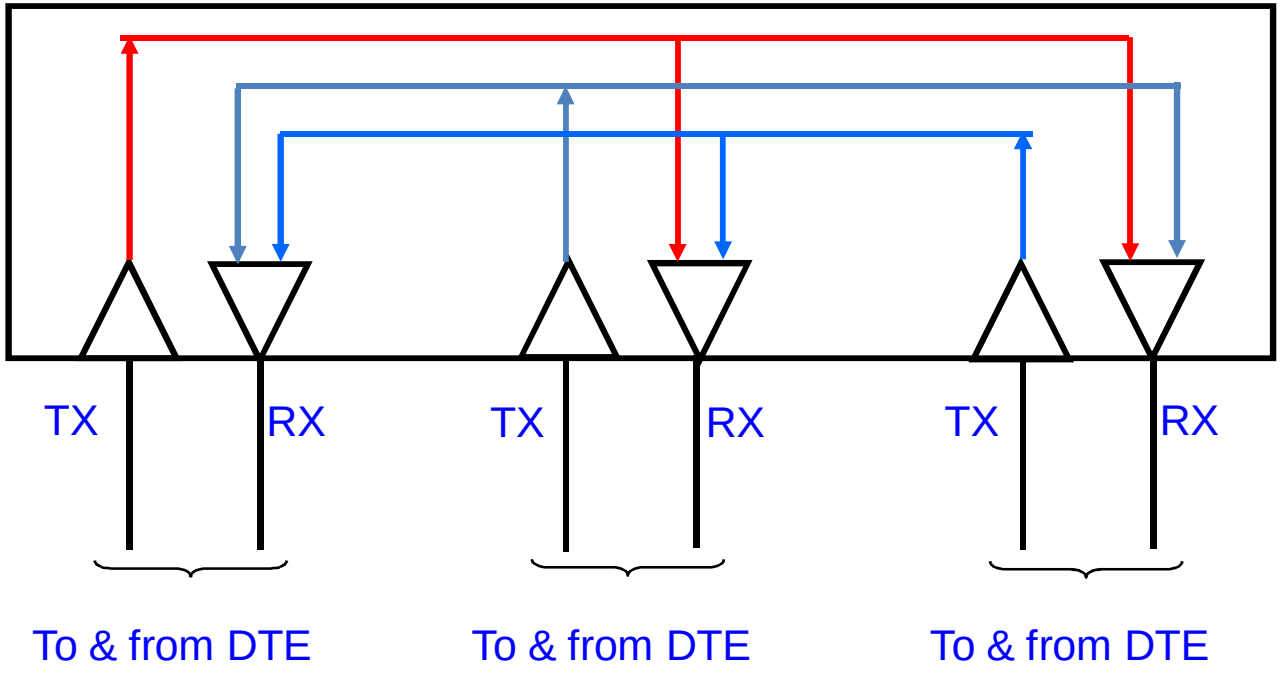
- شبكات الحاسبات المحلية (Hub-Based Local Area Networks)
  - الشكل الطبوغرافي




| | | | |
|---|---|---|---|
| Ethernet Address | x | z | y |
| Network Address | 37 | 105 | 124 |
| Device Name | Smart | Fast | Clever |

# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ٢

- التركيب الداخلي للـ Hub



# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ٣

- كيف يتم الإرسال

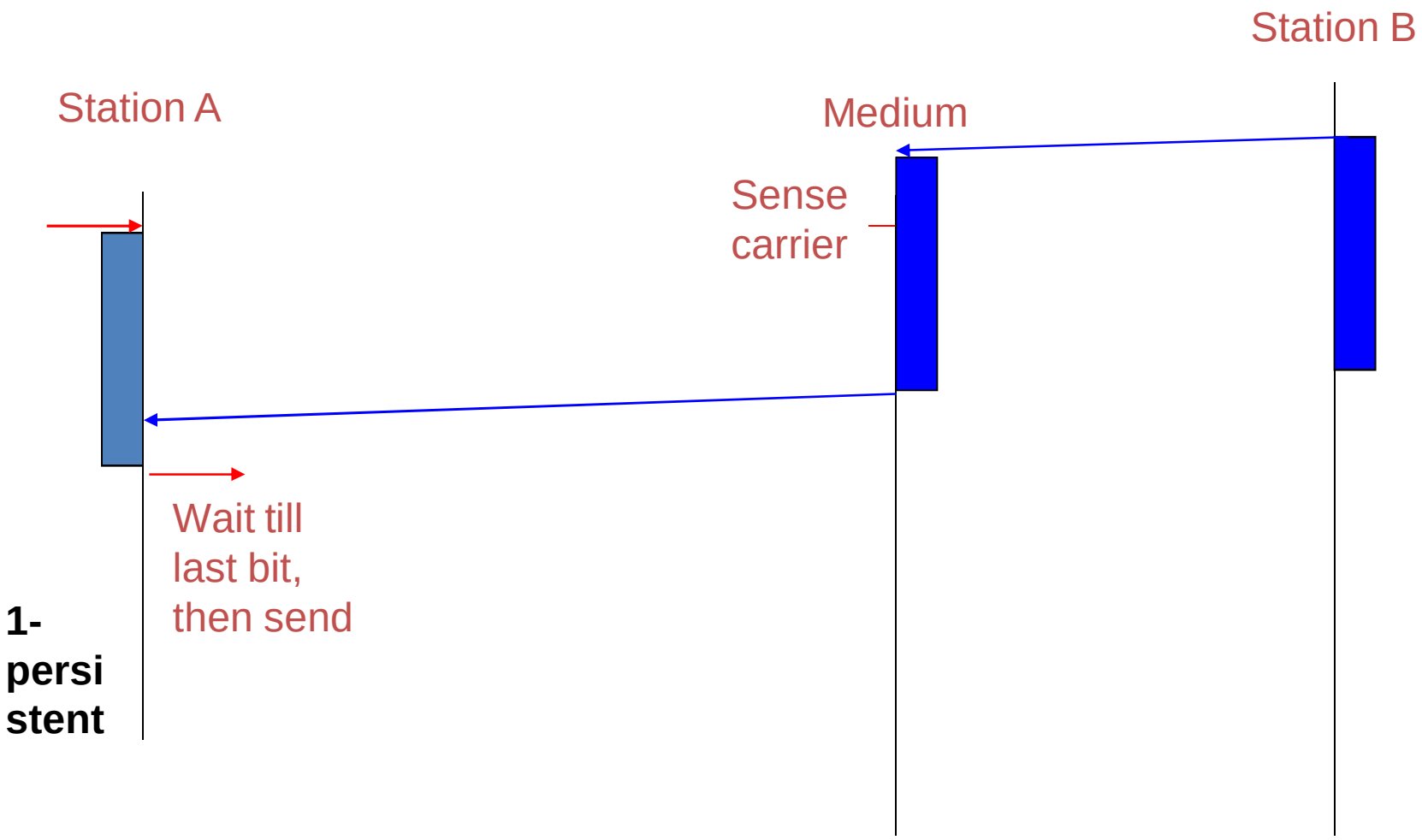
– من يرغب في الإرسال ، عليه التحقق من عدم وجود إرسال جاري (Carrier Sense)

- في حالة وجود إرسال جاري: ينتظر الراغب في الإرسال لحين خلو الوسط من أي أرسال. عندئذ فقط يمكنه بدء الإرسال (1-Persistent)
- في حالة عدم وجود إرسال جاري: يستطيع الراغب في الإرسال إخراج الأشارة علي الوسط ، مع ضرورة التصنت للتحقق من عدم وجود آخرين يقومون بالأرسال في نفس الوقت.

إذا وجد آخرون (يستدل علي ذلك بحدوث تصادمات (Collision Detection-
- يتوقف المرسل عن إخراج أي إشارة
- ينتظر المرسل فترة زمنية عشوائية (Backoff Time)
- يعاود المرسل محاولة الأرسال بنفس التسلسل السابق

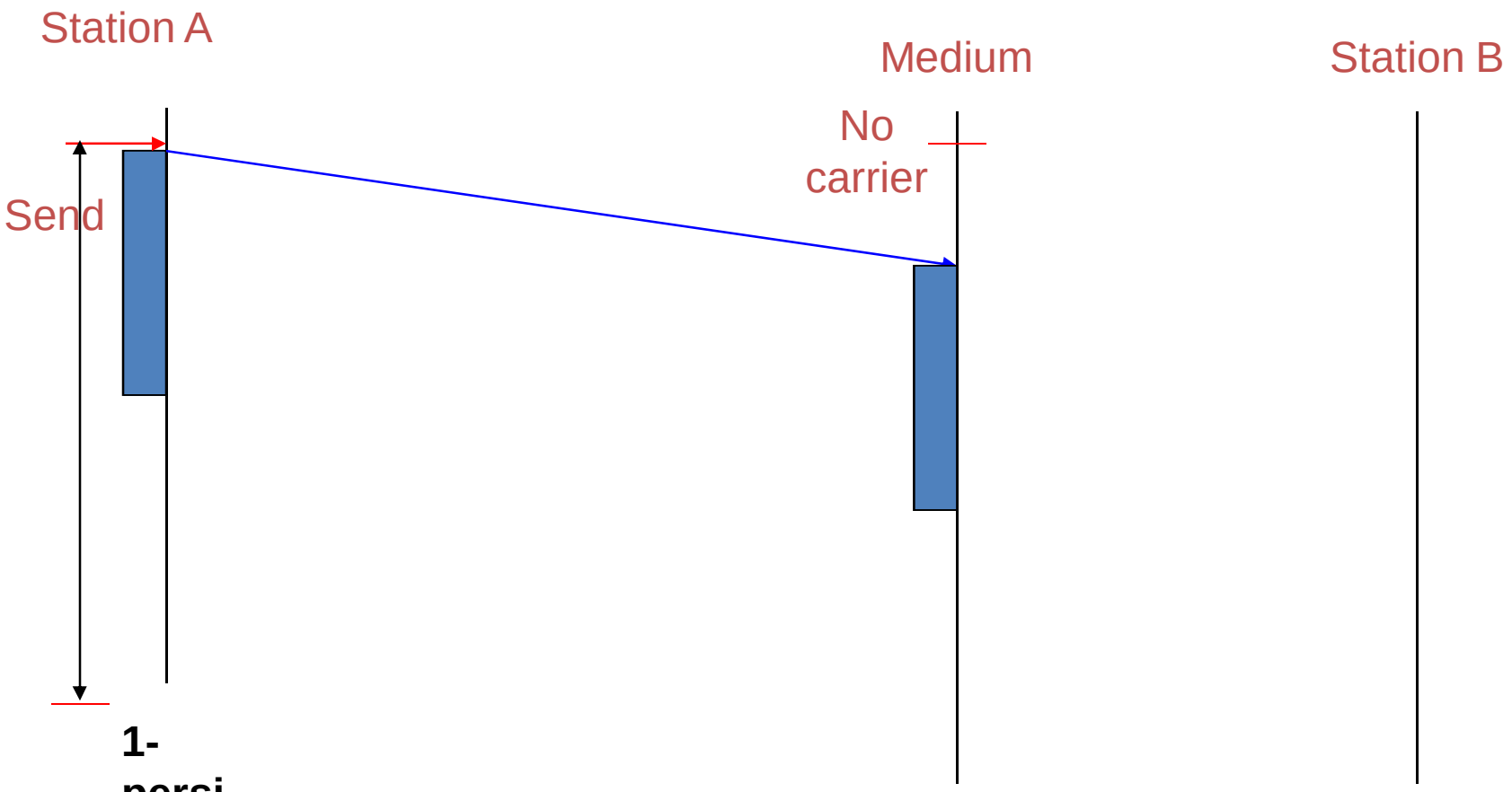
إذا لم يوجد أخرون
يعتبر الإرسال ناجح

# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ٤




أرسال مؤجل : الوسط غير خالي

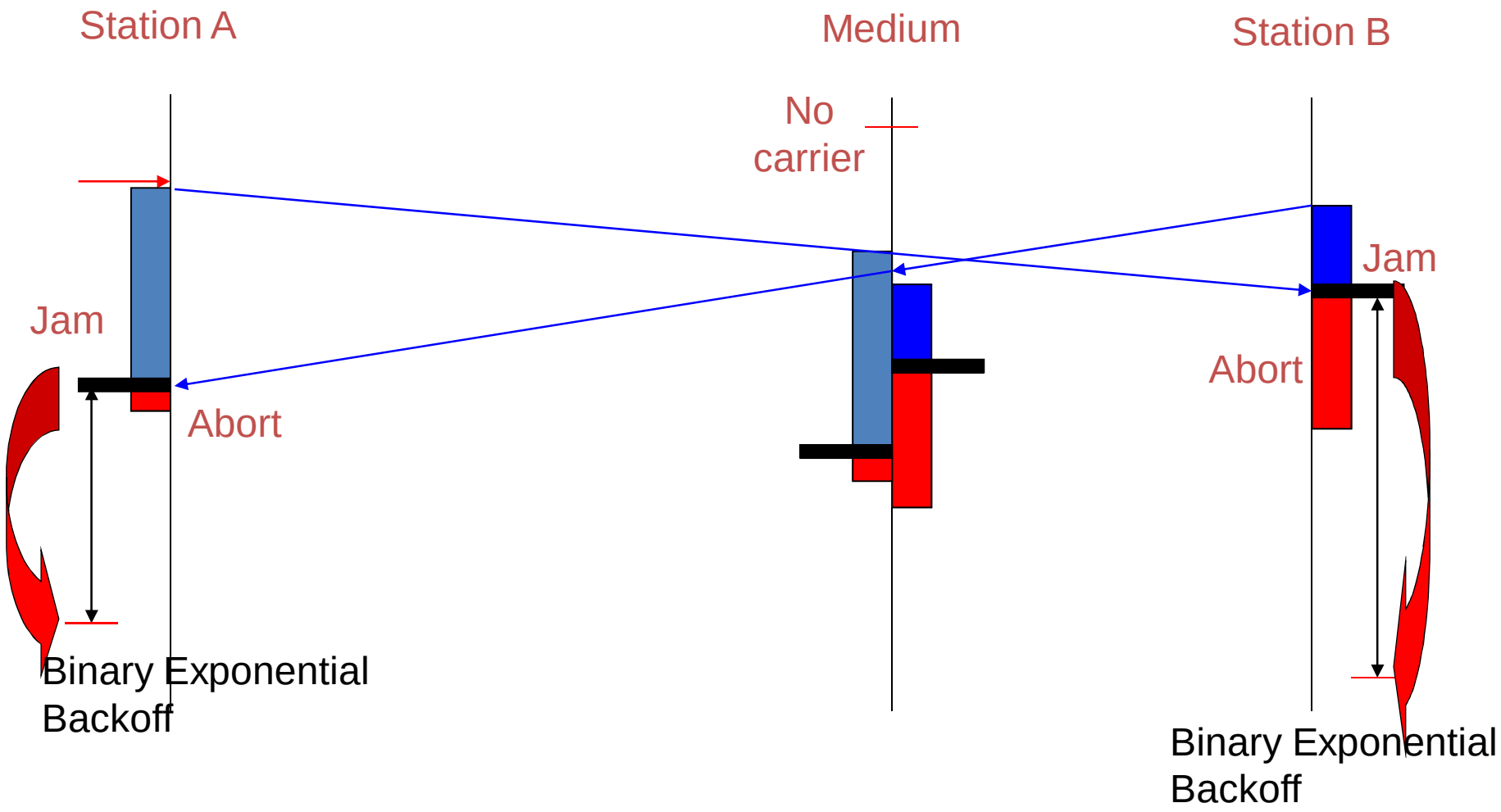
# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ ـ ٥




**1-persistent**

أرسال ناجح : الوسط خالي + لم يحدث تصادم مع آخرين

# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ٦




أرسال غير ناجح : الوسط خالي لكن حدث تصادم مع آخرين

# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ٧

- كيف يتم الإستقبال
  - يقوم جميع المتصلين بالشبكة بأستقبال حزمة البيانات المرسلة
  - عند وصول الحزمة يستخلص منها عنوان جهة الاستقبال
  - يقوم جميع المتصلين بمقارنة العنوان المستخلص من الحزمة بالعنوان الذاتي:
    - إذا تطابق العنوانان ، يتم الأحتفاظ بحزمة البيانات المستقبلة
    - إذا لم يتطابق العنوانان ، يتم تجاهل الحزمة المستقبلة

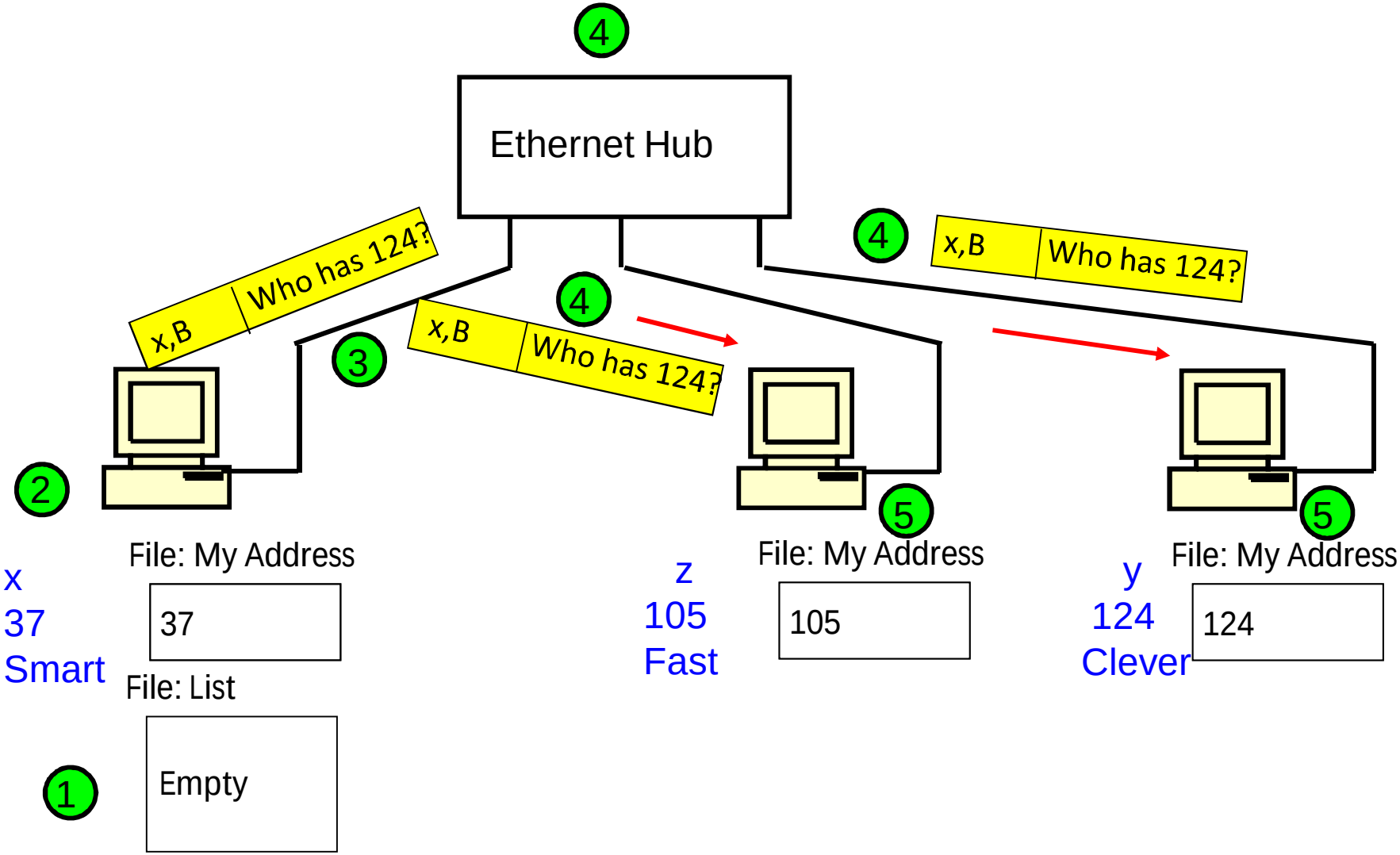
# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ٨

- ملاحظات
  - لا بد أن تحتوي حزمة البيانات المستقبلة علي عنوانين:
    - عنوان المرسل إليه، حتي يستطيع الجهاز المقصود بالاستقبال من الاحتفاظ بالحزمة
    - عنوان المرسل ، حتي يستطيع الجهاز المقصود بالاستقبال من معرفة جهة الإرسال
  - العناوين أعلاه يجب أن تكون مفهومة لكارت الشبكة المتصل بكل جهاز ، و لذا فهي عناوين فيزيائية (Physical Addresses) و يطلق عليها MAC Addresses
  - هذه العناوين يجب أن تكون فريدة (Unique) و غير متكررة لأكثر من كارت شبكة.
- سؤال
  - كيف يحصل جهاز المرسل علي MAC Address لجهاز المرسل إليه؟

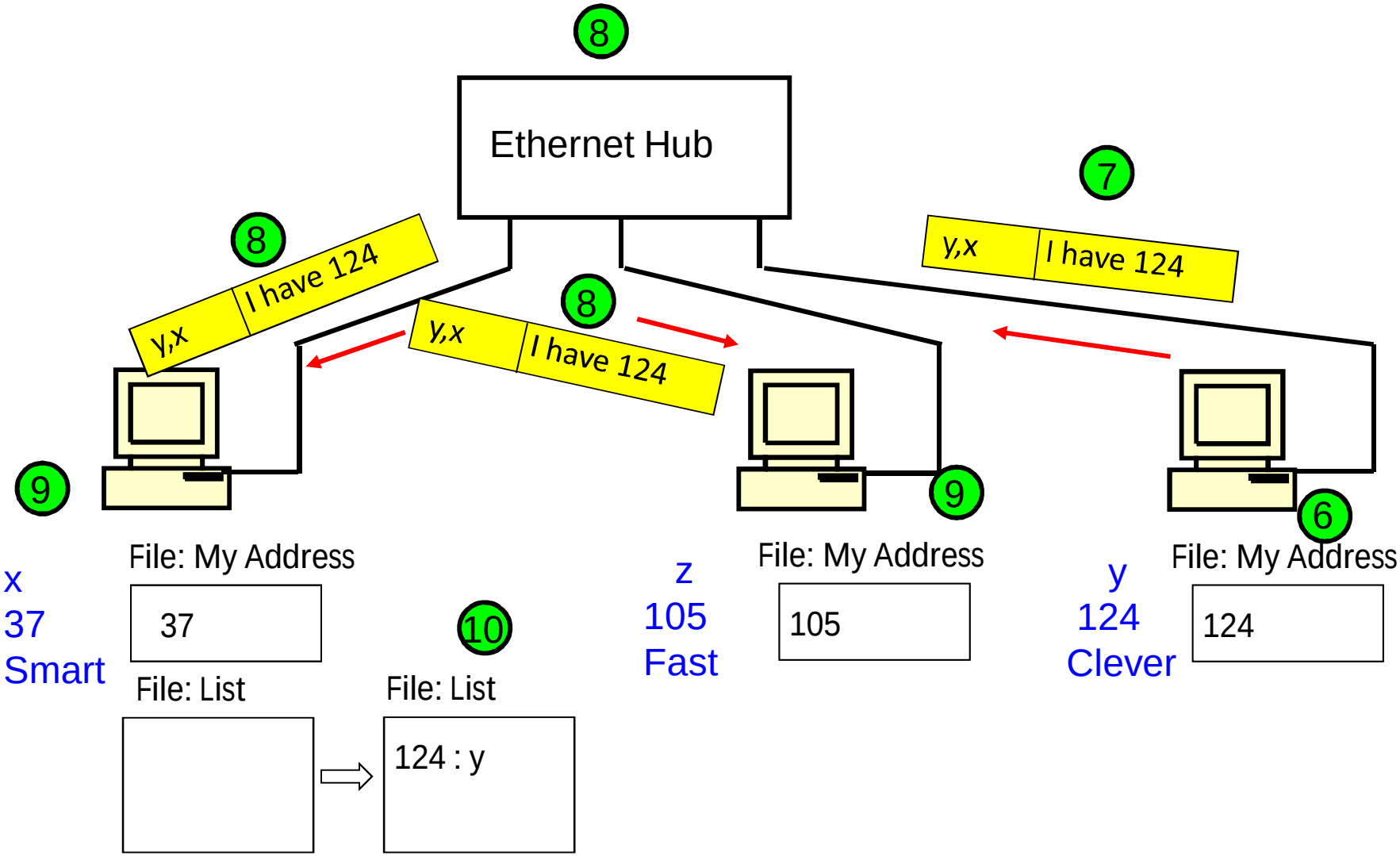
# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ٩

- بروتوكول تحديد MAC Address
  - يطلق عليه (Address Resolution Protocol – ARP)
  - يتم من خلاله الحصول علي MAC Address بمعلومية العنوان المنطقي (Logical Address)
  - تجري خطوتان:
    - أرسال استفسار لجميع الأجهزة المتصلة بالشبكة بهدف الوصول لصاحب Logical Address كي يرد علي الاستفسار
    - قيام صاحب Logical Address بالرد علي الاستفسار و بالتالي يقوم ضمناً بأرسال MAC Address الخاص به

# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ١٠



# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ١١



# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ١٢

- أوجه قصور الـ Hub

– لا تزيد المسافة بين الحاسب الشخصي و الـ Hub عن ١٠٠ متر ، و لا تزيد المسافة بين الـ Hub و آخر عن ٥٠ متر

– لا يمكن الإرسال و الاستقبال علي نفس المنفذ (port)

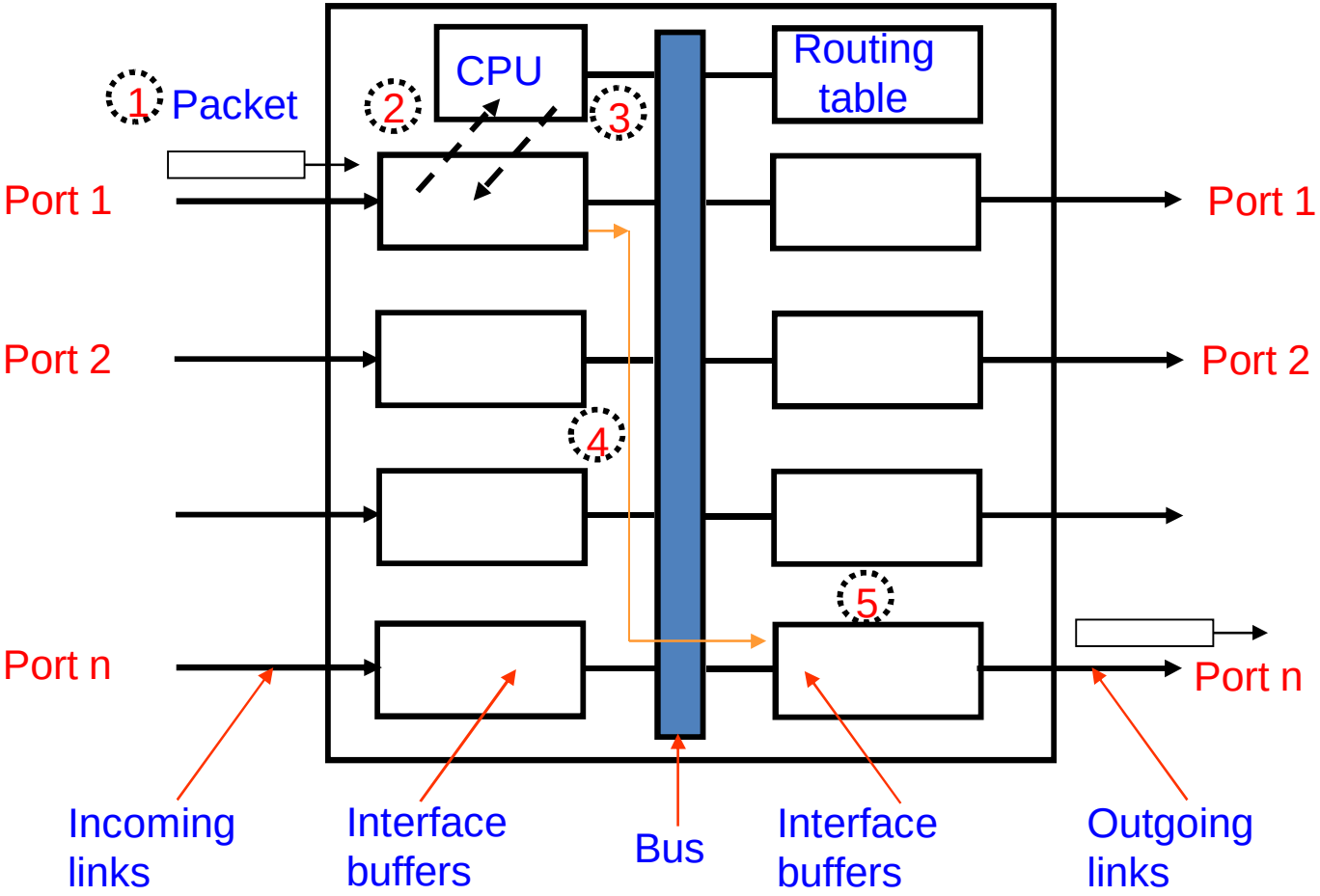
– لا يمكن الإرسال إلا من منفذ واحد في أي لحظة

– أقصي سرعة للـ Hub هي سرعة المنفذ الواحد

و عليه فلا يستطيع الـ Hub تلبية أحتياجات العدد الكبير من الأجهزة أو المسافات الكبيرة أو السرعات الكبيرة

# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ١٣

- شبكات الحاسبات المحلية (Switch-Based Local Area Networks)
  - التركيب الداخلي للـ Switch



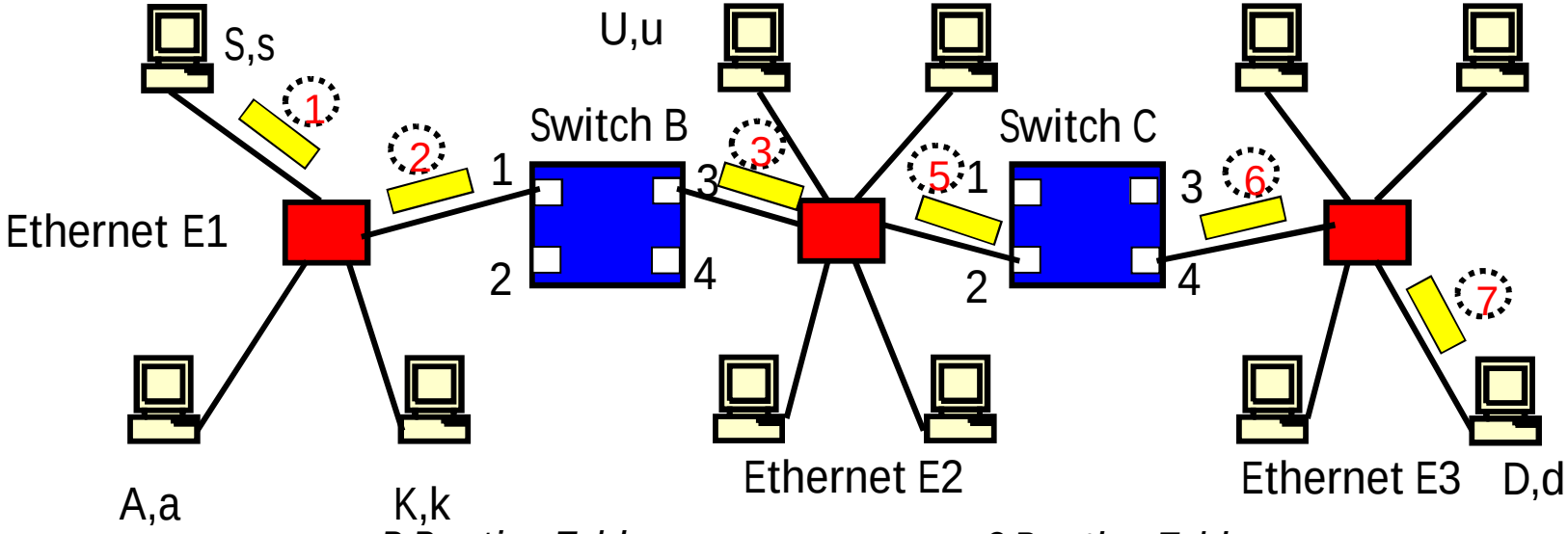
# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ١٤

- مزايا الـ Switch
  - تصل المسافة بين الـ Switch و آخر إلي ١٠٠ متر
  - يمكن الإرسال و الاستقبال علي نفس المنفذ (port) في نفس الوقت
  - يمكن الإرسال من عدة منافذ في نفس الوقت
  - إجمالي معدل إرسال الـ Switch = مجموع معدل الإرسال علي جميع المسارات التي تمر من خلال الـ Switch
  - يستطيع الـ Switch إرسال حزم البيانات فقط من المنافذ التي تتصل بالجهاز المطلوب الأرسال إليه و بالتالي يقلل الإهدار في استخدام سعة خطوط الربط.

و عليه فأن الـ Switch يستطيع تلبية أحتياجات عدد أكبر من الأجهزة و مسافات أطول و سرعات أعلي بالمقارنة بالـ Hub

# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ١٥

- مثال توضيحي لشبكة تستخدم Switch




*B Routing Table*

| Port 1 | | Port 3 |
|---|---|---|
| a : E1<br>k : E1<br>s : E1 | | u : E2 |

4

*C Routing Table*

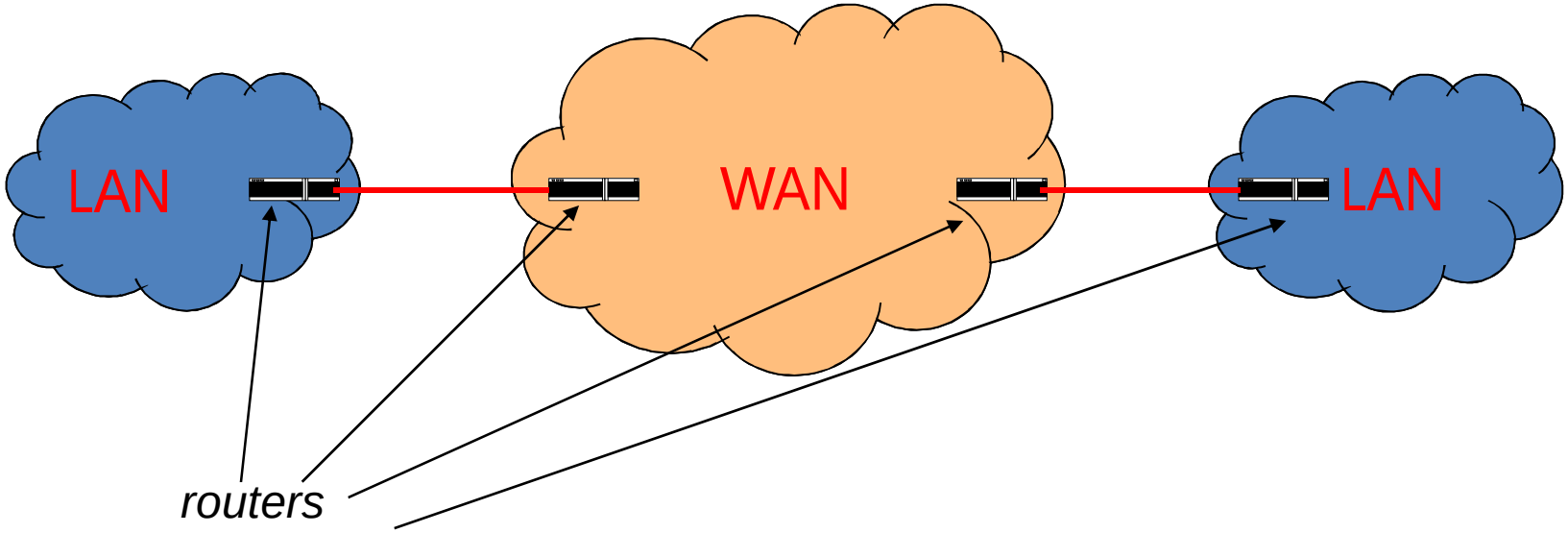
| Port 1 | Port 2 | Port 3 | Port 4 |
|---|---|---|---|
| | a : E1<br>k : E1<br>u : E2<br>s : E1 | | d : E3 |

# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ١٦

- ملاحظات
  - يمكن للـ Switch أن يربط ما بين عدة شبكات محلية تستخدم كل منها Hub
  - يمكن للـ Switch أن يستقبل و يرسل الأشارات من الحاسب الشخصي مباشرة
  - حزم البيانات التي تصل إلي منافذ الـ Switch يتم حجزها مؤقتاً لحين أخذ قرار بشأن الإجراء الذي سيتبع معها (Store and Forward). و بالتالي ، فأن الـ Switch يتصرف كما لو كان منطقة عزل ما بين الشبكات المحلية التي تستخدم الـ Hub
- سؤال
  - كيف يتم ربط أجهزة حاسبات تفصل بينها مسافات تتعدي الكيلومترات؟

# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ١٧

- شبكات الحاسبات الواسعة (Wide Area Networks)




– عندما تكون المسافات ما بين أجهزة الحاسبات أطول مما يمكن تغطيته من خلال شبكات الحاسبات المحلية (LAN) ، فأن الحل الوحيد للربط بينها يكون من خلال استخدام شبكات ذات تغطية واسعة مثل الشبكة التليفونية أو شبكة Frame Relay أو شبكة الـ ATM.

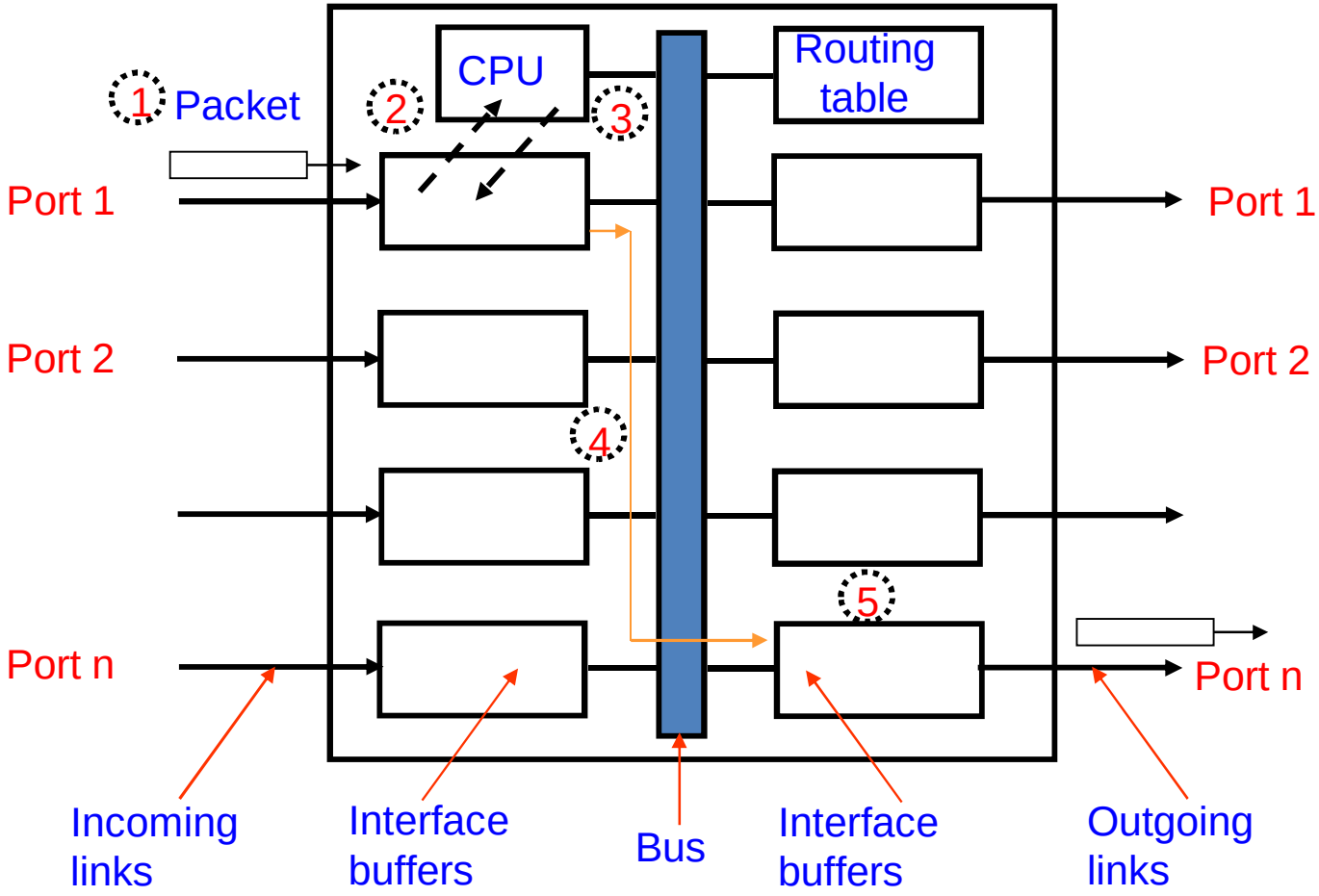
– و في هذه الحالة لا بد من أستخدام أجهزة أكثر تعقيداً من الـ Switches و الـ Hubs لديها القدرة علي التعامل مع شبكات مختلفة بحيث تستطيع تغيير شكل حزم البيانات لتتوافق مع خصائص الشبكات التي تمر من خلالها. و هذه هي وظيفة الـ Routers.

# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ١٨

- مزايا الـ Router
  - الربط ما بين شبكات ذات خصائص مختلفة (بروتوكولات مختلفة و نظم مختلفة للعناوين المنطقية)
  - الربط ما بين شبكات يفصلها مسافات واسعة
  - القدرة علي تحديد أفضل مسار ما بين نقطة الإرسال و نقطة الإستقبال
- عيوب الـ Router
  - البطء في الأداء نظراً لتعقيد العمليات التي يقوم بها
  - التكلفة العالية ، نظراً لإحتوائه علي مكونات أكثر تعقيدًا

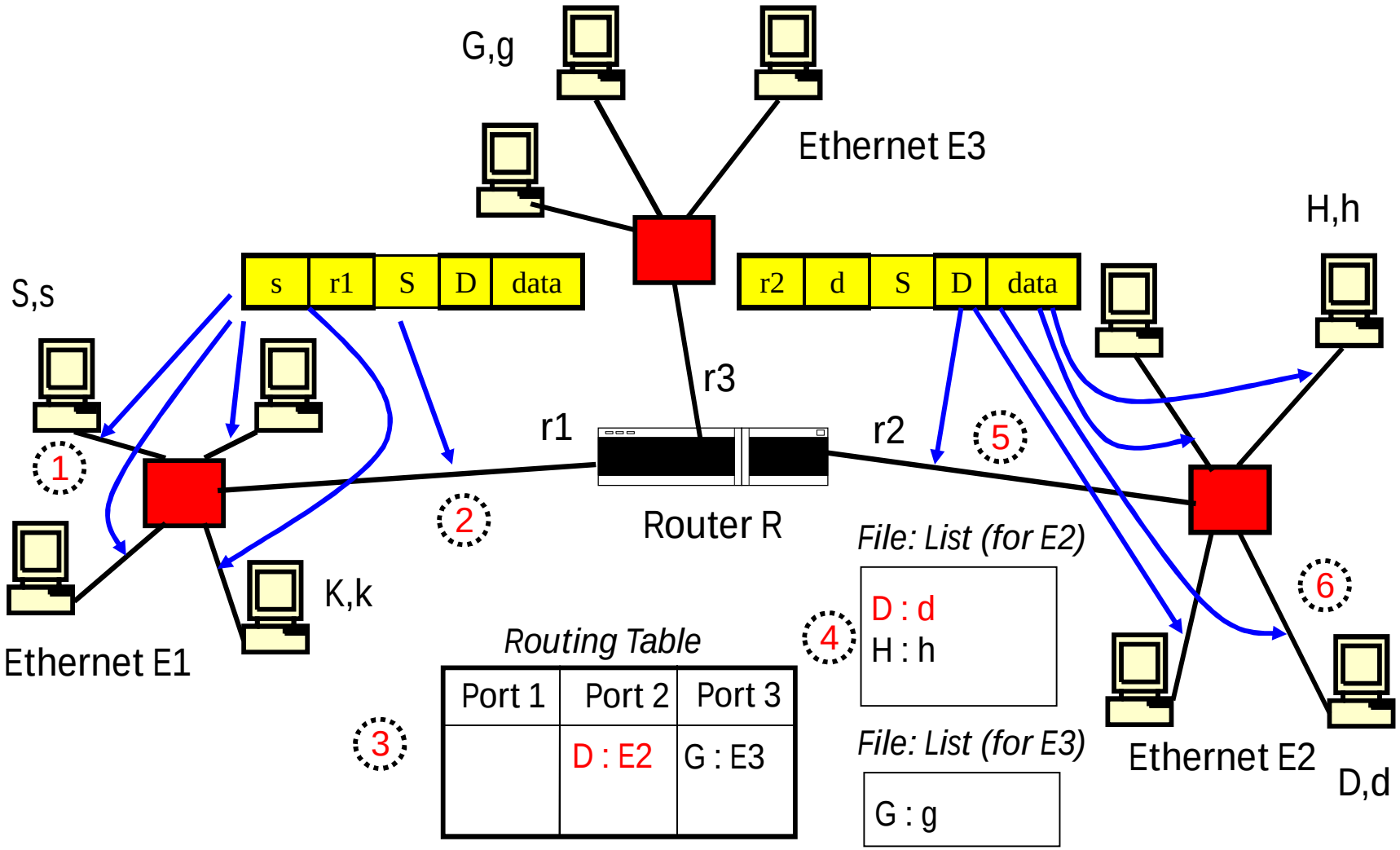
# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ١٩

- التركيب الداخلي للـ Router



# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ٢٠

- مثال توضيحي لشبكة تستخدم Router



# كيف تعمل شبكات الحاسبات ؟ - ٢١

- ملاحظات

– يستخدم الـ Router بروتوكولات محددة لملء المعلومات اللازمة داخل الـ Routing Table

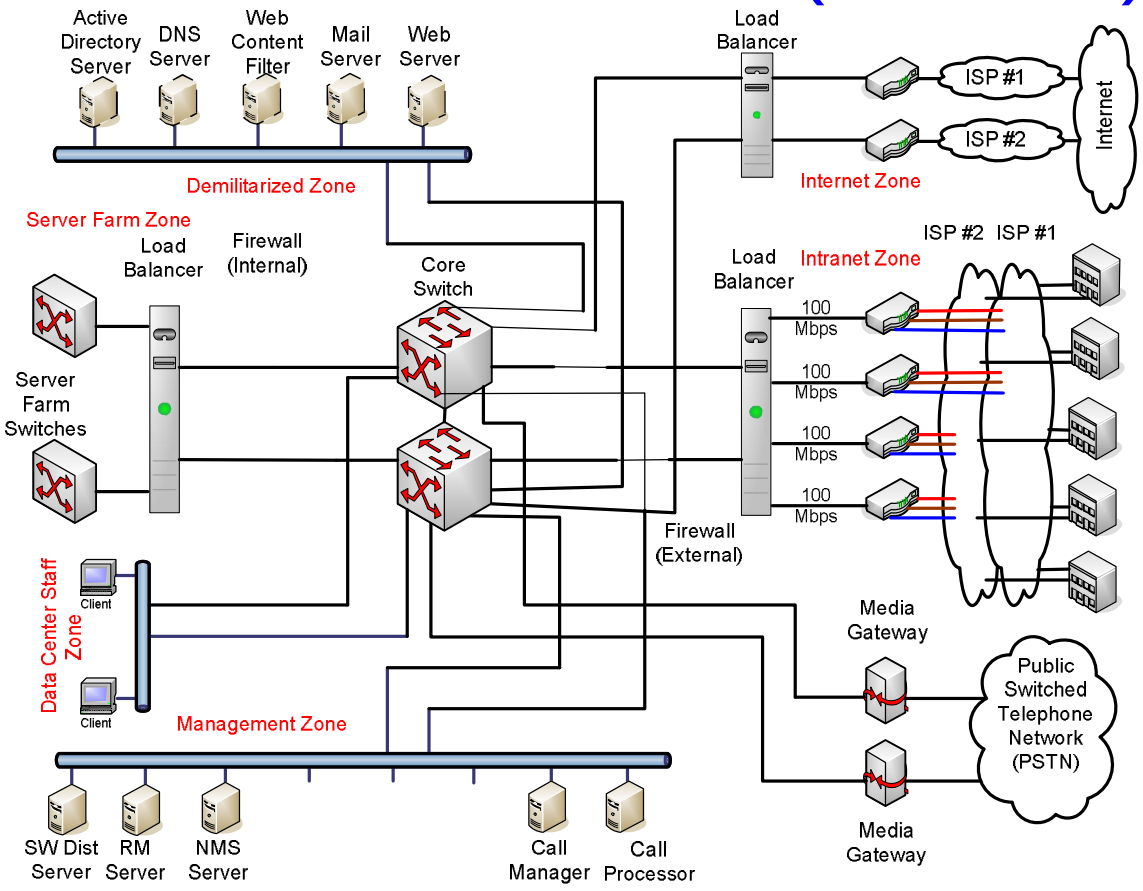
– يحتاج الـ Router للـ Logical Address حتي يمكنه إستخدام الـ Routing Table و يتم إستخلاص ذلك من حزمة البيانات الوافدة

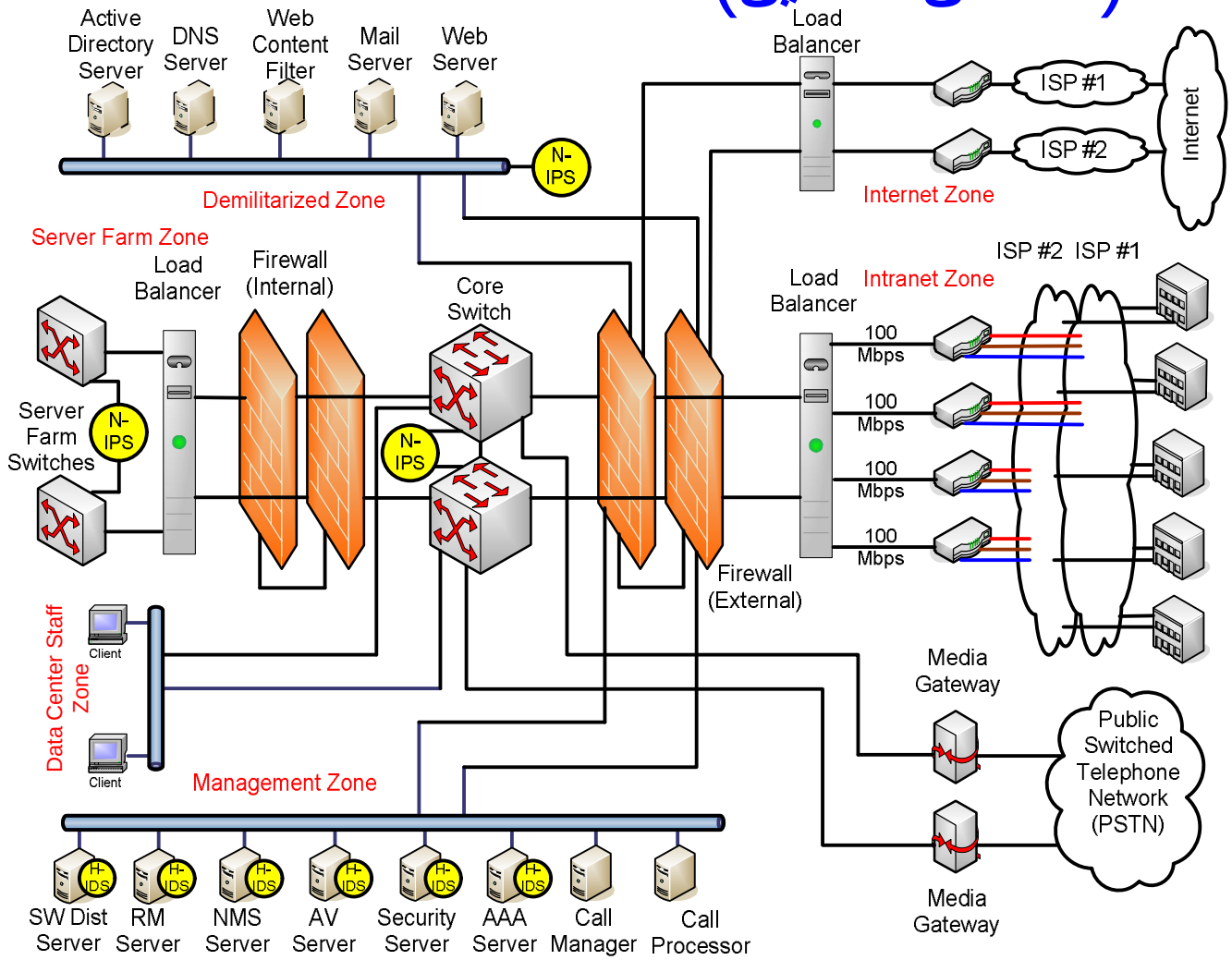
– جميع منافذ الـ Router تعمل بنفس طريقة منفذ الشبكة في الحاسب الشخصي (و بالتالي فيوجد لها MAC Address و Logical Address)

– يقوم الـ Router بتغيير الـ MAC Addresses للحزم التي تمر من خلاله (علي عكس ما يحدث في الـ Switch)

# مثال لتصميم شبكة حاسبات واقعية - ١

- شبكة أساسية (بدون تأمين)



# مثال لتصميم شبكة حاسبات واقعية - ٢

- شبكة معدلة (تتضمن التأمين)