

КОМПЮТЪРНИ МРЕЖИ

ВЪВЕДЕНИЕ

Защо изучавате КМ

Днешният свят е силно свързан. Живеем в едно глоблно “дигитално село”.

И като потребители, и като създатели на компютърни продукти (хардуер и софтуер) сме с вързани ръце (и крака:)) без мрежова свързаност. Това налага да сме наясно (горе-долу) с мрежовите технологии.

По отношение на учебния процес във ФМИ:

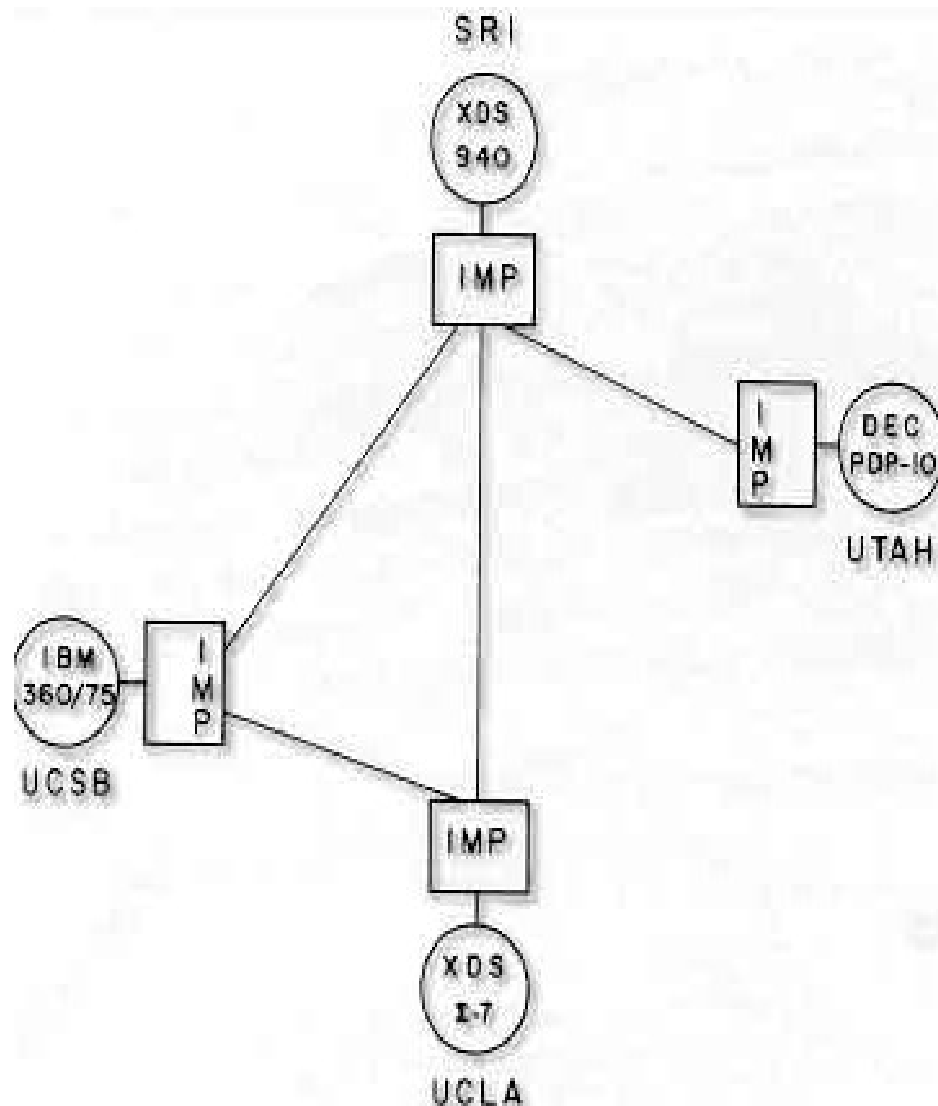
- Курсът въвежда в основните понятия на компютърните мрежи и комуникации – модели, среди, компоненти, услуги, протоколи, интерфейси, (по малко) защита и сигурност.
- Материалът е предпоставка за курсовете “Мрежово програмиране” (**на първо място**), по Web технологии и мн.др.

МАЛКО ИСТОРИЯ: 1960 - 1969

1958 В САЩ се формира Агенция за Съвременни Изследователски Проекти - Advanced Research Projects Agency ([ARPA](#)).

1964 Развиване на теорията за пакетни комуникационни мрежи. Paul Baran, RAND: "On Distributed Communications Networks"

1969 ARPANET е официално пусната в действие. Първоначално се състои от четири "възела" свързани с 50kbs линии предоставени от AT&T: UCLA, Stanford Research Institute (SRI), University of California Santa Barbara (UCSB), University of Utah.



Paul Baran (1926–2011) – изобретателят на packet switching



Paul Baran – Интернет пионер

Paul Baran (29.04.1926 – 26.03.2011) – американец от полски произход.

Разработва концепцията за **оцеляваща и при апокалипсис** комуникационна мрежа, когато работи за RAND Corp. в средата на 1960-те – Караибската криза.

Идеята за **packet switching** – движение на данни, разделени според Baran на "**message blocks**", в разпределена мрежа, намери реализация в ARPANET.

Идеята е революционна, че **АТ&Т я отхвърля**, нямало да сработи (по сведение на друг пионер Vinton Cerf).

MEMORANDUM
RM-3420-PR
AUGUST 1964

ON DISTRIBUTED COMMUNICATIONS:
I. INTRODUCTION TO
DISTRIBUTED COMMUNICATIONS NETWORKS

Paul Baran

PREPARED FOR:
UNITED STATES AIR FORCE PROJECT RAND

Първият IMP

Len Kleinrock и
първият
Interface
Message
Processor.

(“прадядо” на
днешния
мрежов
контролер)



1970 - 1979

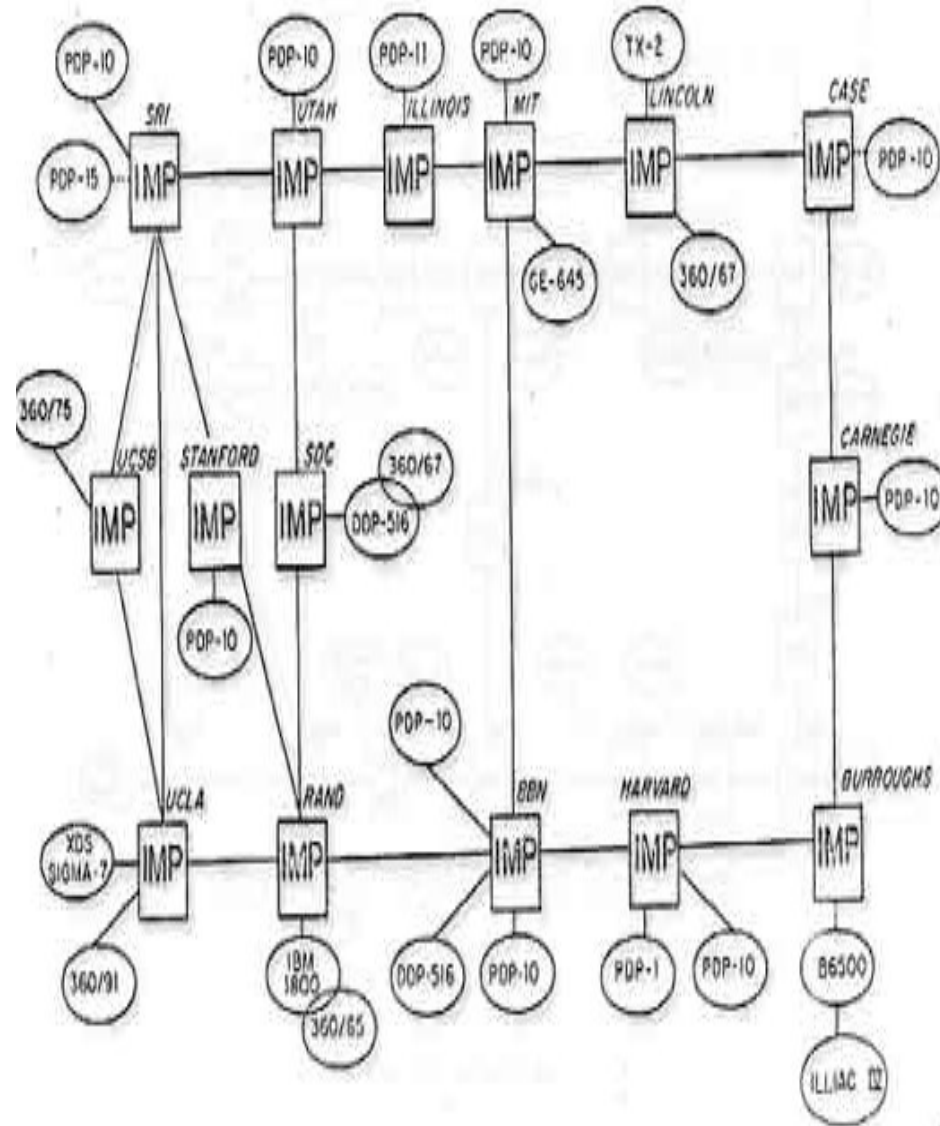
1970 Първа публикация на оригиналния ARPANET Host-Host протокол: C.S. Carr, S. Crocker, V.G. Cerf, "HOST-HOST Communication Protocol in the ARPA Network"

ALOHAnet, първата пакетна радио мрежа е разработена от Norman Abramson, Хавайски Университет, започва действие. През 1972 е свързана към ARPANET.

Компютрите в ARPANET започват да използват Network Control Protocol (NCP), първия host-to-host протокол.

1971 На 16 април е публикувана оригиналната спецификация на File Transfer Protocol (**FTP**) от Abhay Bhushan - RFC 114.

Ray Tomlinson от BBN изобретява **email** програма за изпращане на съобщения по компютърна мрежа.



1970 1979

1972 Ray Tomlinson модифицира програмата за ARPANET. Знакът @ е бил избран от пунктуационните клавиши на телетайп Tomlinson's модел 33 заради значението “**at**” "при".



Първи разговор (чат) по мрежата.

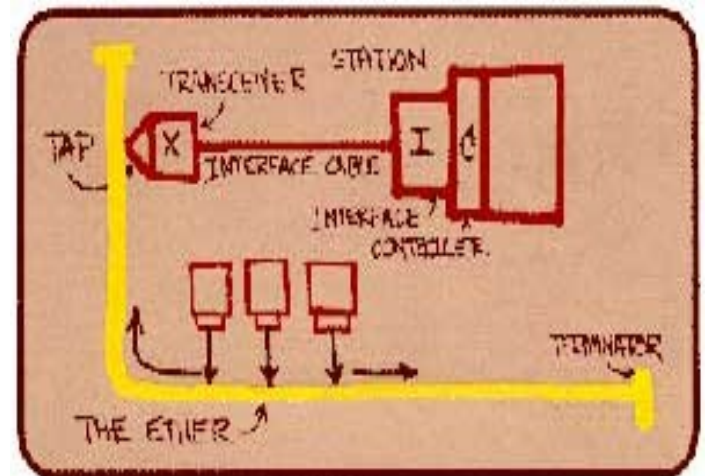
RFC 318: Telnet спецификация

1973 Първи международни връзки към ARPANET - UCL, Англия.

В докторската си теза **Bob Metcalfe** от Харвард изказва идеята си за **Ethernet**. Концепцията е проиграна в компютъра Alto на изследователския център на Xerox PARC в Алто, Калифорния. Там е създадена първата Ethernet мрежа.

Над 2000 потребители на ARPANET.

Изследване на ARPA сочи, че email съобщенията съставят 75% от целия трафик в ARPANET.



1970 - 1979

1974 Vint Cerf и Bob Kahn публикуват "Протокол за свързване чрез пакетна мрежа", който детайлно описва TCP.

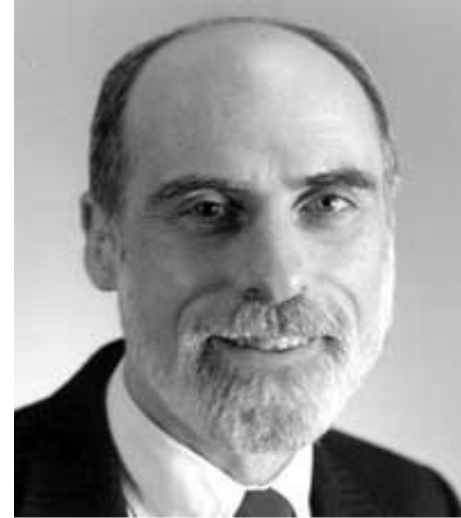
1975 Първият пощенски списък в ARPANET, наречен MsgGroup, е създаден от Steve Walker.

1976 UUCP (Unix-to-Unix CoPy) разработен в AT&T Bell Labs и разпространен с UNIX една година по-късно.

1978 През Март TCP се разделя на TCP и IP.

1979 USENET е създаден от Tom Truscott, Jim Ellis и Steve Bellovin. Всички оригинални групи се намират под net.* йерархията.

На 12 Април Kevin MacKenzie израща съобщение до MsgGroup с предложение за добавяне на малко емоция в email съобщенията, като например :) за изплезен език. "Емотиконите" стават широко използвани.



1980 - 1989

1980 Първата реализация на **NTP** - Internet Engineering Note [IEN-173]; RFC 778 - Clock Service. NTP е въведен за първи път в RFC 958

1981 **IBM PC** стартира през август 1981

1984 Първият **Apple Macintosh**.
Със съвременен графичен интерфейс:

Macintosh'89 = Windows 95

Локалната мрежа **AppleTalk**



1980 – 1989 (Unix и C)



През 1983 г. Ken Thompson и **Dennis Ritchie [1941-2011]** получават **Turing Award** за разработване на обща теория на операционните системи и по-специално **ОС UNIX**.

Ritchie е известен и като създател на **езика Си**.

Приносът на Ritchie към Unix е в универсалността: възможността за портиране на различни машини и платформи.

1980 - 1989

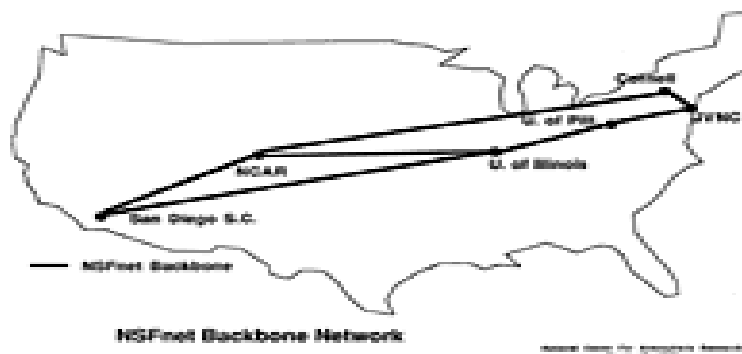
1982 DCA и ARPA налагат Transmission Control Protocol (TCP) и Internet Protocol (IP) познати като **TCP/IP** за стандартно ползване в ARPANET.

Това води до първите дефиниции на "интернет" като свързани мрежи, особено тези ползващи TCP/IP, и "Интернет" като всички свързани TCP/IP интернети.

EUnet (European UNIX Network) е създаден от EUUG за осигуряване на email и USENET услуги. Мрежата е базирана на съществуващи връзки между Холандия, Дания, Швеция и Великобритания.

Exterior Gateway Protocol (RFC 827) спецификация. EGP се използва за входни точки между мрежите.

1984 Domain Name System (**DNS**) е въведена.

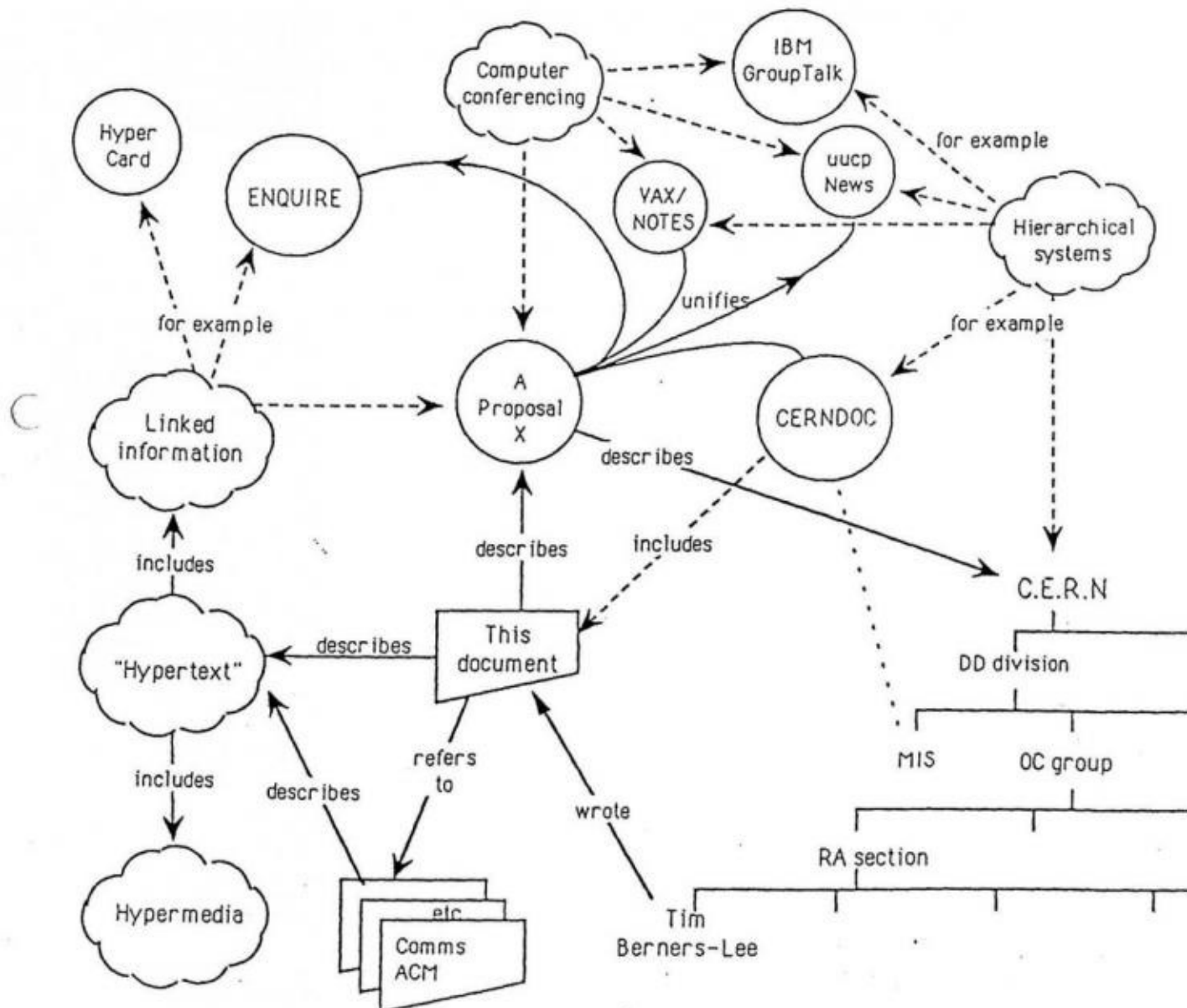


World Wide Web е родена в CERN през 1989

През март 1989 Tim Berners-Lee, работещ в CERN (European Organization for Nuclear Research), прави предложение за радикално нов начин за свързване и споделяне на информация по интернет.

Документът се нарича **Information Management: A Proposal (link is external)**. Така се ражда web.

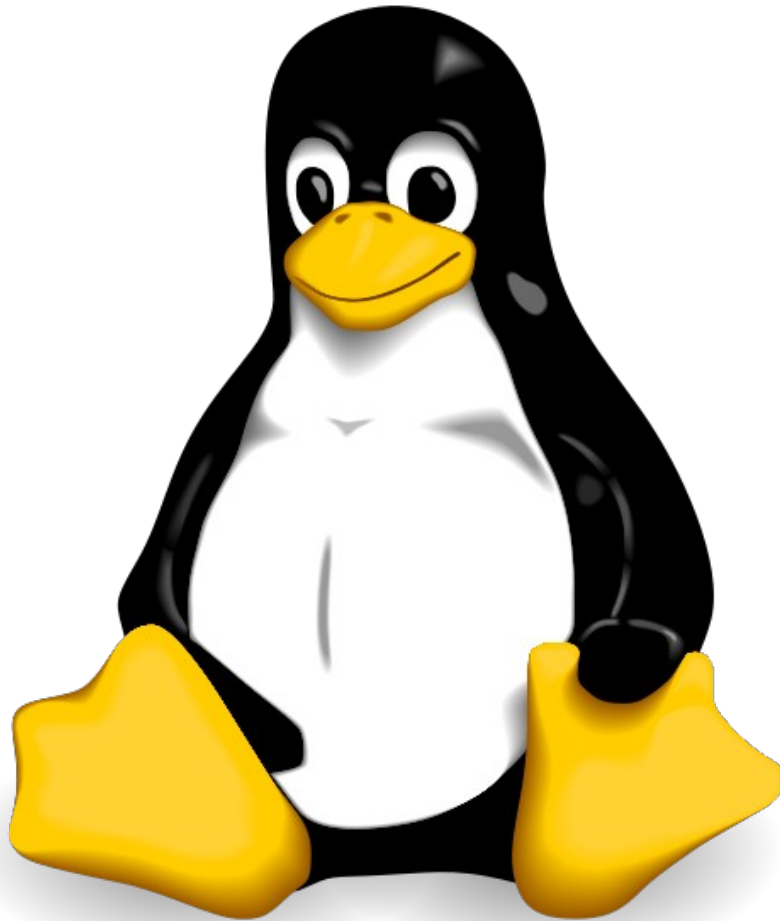
WWW в CERN през 1989



Linus Torvalds. Създателят на ядрото на операционната система Linux.



Linux. Free and Open Source Software.
5 октомври 1991.



1980 - 1989

1985 На 15 Март Symbolics.com става първият регистриран домейн. Останалите първи: stu.edu, purdue.edu, rice.edu, berkeley.edu, ucla.edu, rutgers.edu, bbn.com (24 Април); mit.edu (23 Май); think.com (24 Май); css.gov (Юни); mitre.org, .uk (Юли).

1986 **NSFNET** създаден със скорост от 56Kbps. NSF създава 5 центъра за суперкомпютърни изчисления и това позволява експлозия на връзките към Интернет, особено от университетите.

Network News Transfer Protocol (NNTP) е създаден за подобрене на предаването на Usenet новините по TCP/IP.

1980 - 1989

1987 Email връзка открита между Германия и Китай, първото съобщение изпратено от Китай на 20 Септември.

1988 2 Ноември - Интернет червей плъзва по Мрежата, засяга около 6000 от всички 60000 хоста в Интернет. CERT (Computer Emergency Response Team) е формиран от DARPA в отговор на инцидента с червея.

NSFNET гръбнакът е надграден до (1.544Mbps).

Internet Relay Chat (IRC) разработен от Jarkko Oikarinen.

1989 Над 100 000 хоста в Интернет. Австралия се свързва към NSFNET чрез Хавай на 23 Юни.

1990 ...

1998 IPv6 128-bit, RFC 2460

2000 Масивна атака за спиране на услугите (**Denial of Service**) е стартирана срещу главни уеб сайтове, включително Yahoo, Amazon, и eBay в началото на Февруари.

Размерът на световната мрежа преминава **1 милиард страници**.

ASP (Active Server Pages), Napster (P2P технология)

Идващи технологии: безжички мрежови уреди, **IPv6** (2012)

Вируси на годината: Love Letter (Май)

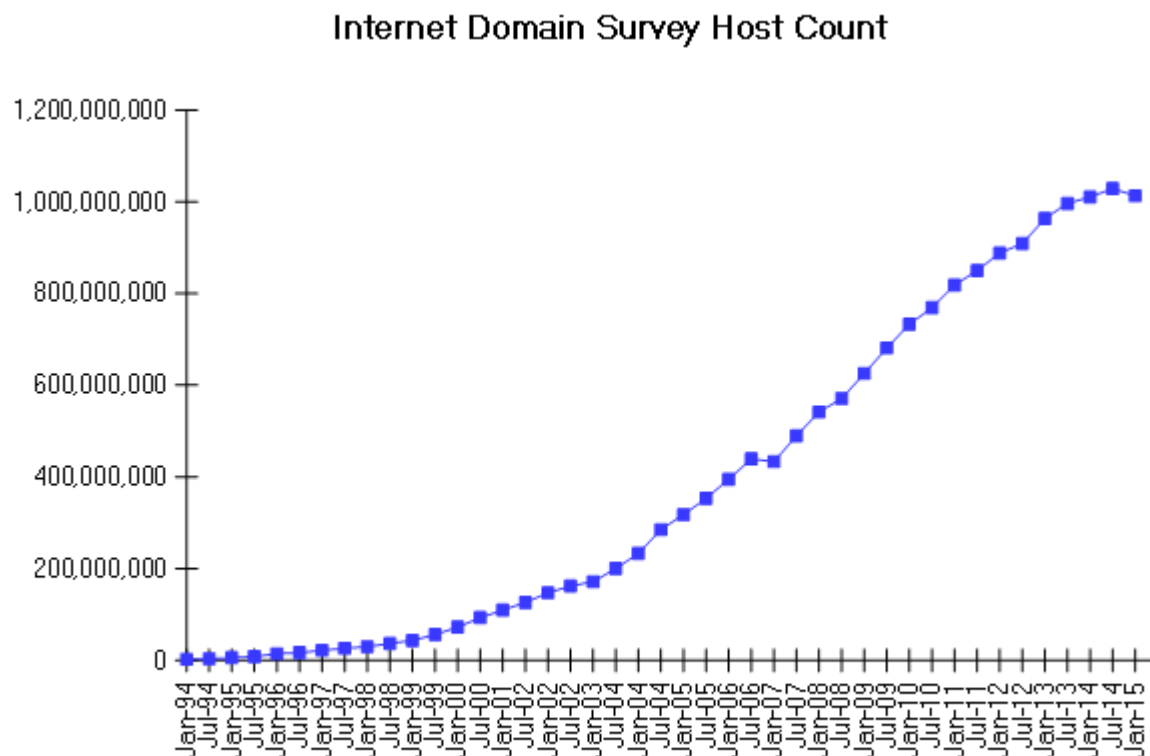
Съдебни дела на годината: Napster, DeCSS

2001 Препращането на електронна поща става нелегално в Австралия след приемане на законът "Digital Agenda", тъй като то се гледа като техническо нарушаване на лични интелектуални права.

Домейните .biz и .info са добавени в DNS root сървър на 27 Юни, възможни регистрации от Юли.

Червеят Code Red и вирусът Sircam проникват в хиляди уеб сървъри и съотв. пощенски кутии, причинявайки временна експлозия в трафика по Интернет и нарушенията на сигурността.

Интернет хостове към Януари'2015



Source: Internet Systems Consortium (www.isc.org)

Януари 2015 - 1,012,706,608

Юли - 2014 - 1,028,544,414

Какво ще научим по-нататък

Що е то мрежа – компоненти, начин на свързване

Мрежа vs. разпределена система

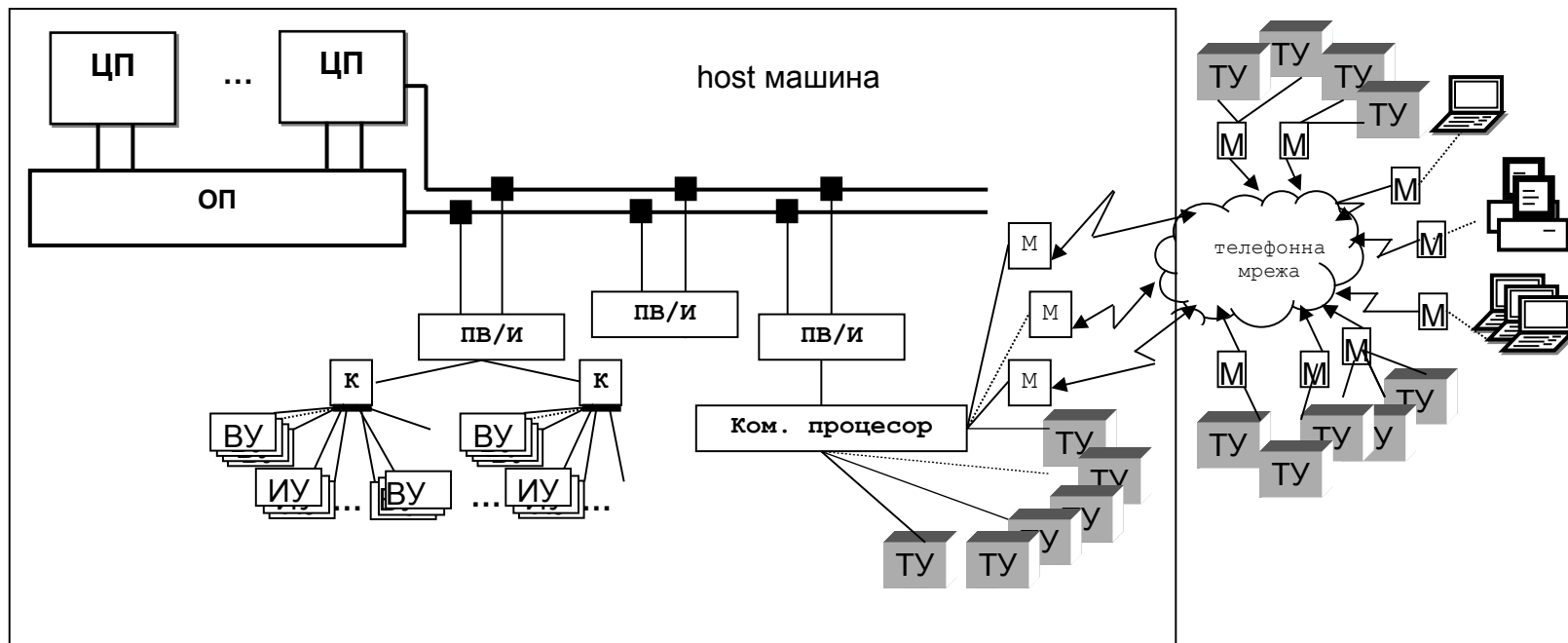
Видове мрежи според приложение, технологии, географски обхват и юридически права

Мрежови топологии

Мрежови стандарти

Терминални комплекси и мрежи

Предвестници – необходимостта от ефективен и удобен за потребителя достъп до ресурсите на тогавашните Големи машини (Mainframe). Йерархична структура.



Компютърни мрежи

Свързване на терминални мрежи помежду им — създаване на мрежи от компютри. Всеки потребител може да получи достъп до всяка приложна програма върху който и да е хост.

Терминалната мрежа с йерархична структура с централизирано управление.

В компютърните мрежи — разпределяне на управлението между съставлящите я компоненти — разпределени мрежи от компютри.

Компютърна мрежа — взаимно свързани чрез определена технология автономни машини.

Компютърна мрежа vs. Разпределена система

При Р.С. Връзката между компютрите е прозрачна за потребителя. Последният разглежда съвкупността от компютри като единна система (виртуален процесор).

К.М. – потребителят използва определена машина и управлява процеса на предаване на информация.

Общо Р.С. и К.М. – пренос на файлове между няколко процесора.

К.М. – системи със сложно поведение: многомашинни комплекси и усъвършенствани комуникации.

Компютърни мрежи. Предпоставки за развитието.

През 1980-те години – персоналните компютри – голяма изчислителна мощност на бюрото. Възниква необходимост от тяхното свързване в рамките на една или повече сгради, достъп до обща Б.Д. или други изчислителни ресурси.

Оформят се:

на единия полюс - Глобална (**Global Network**) – огромни разстояния – обикновено се отнася за Internet ('Net)
на другия Локална (**Local Area Network**) – разстояние не повече от няколко километра. Ако свързва няколко сгради на ограничена територия: **Кампус мрежа**

(прод.) ...Предпоставки

По ”средата”:

Градска (Metropolitan Area Network - **MAN**)

Регионална (Wide Area Network - **WAN**) – страна, континент; по-обобщено – външната връзка на една локална мрежа (напр. WAN порта на Wi рутер)

Частна (Virtual Private Network - **VPN**) – защитени връзки – тунели (напр. криптиране) между офисите на една организация в рамките на публичната “Net.

Модел Клиент-Сървър

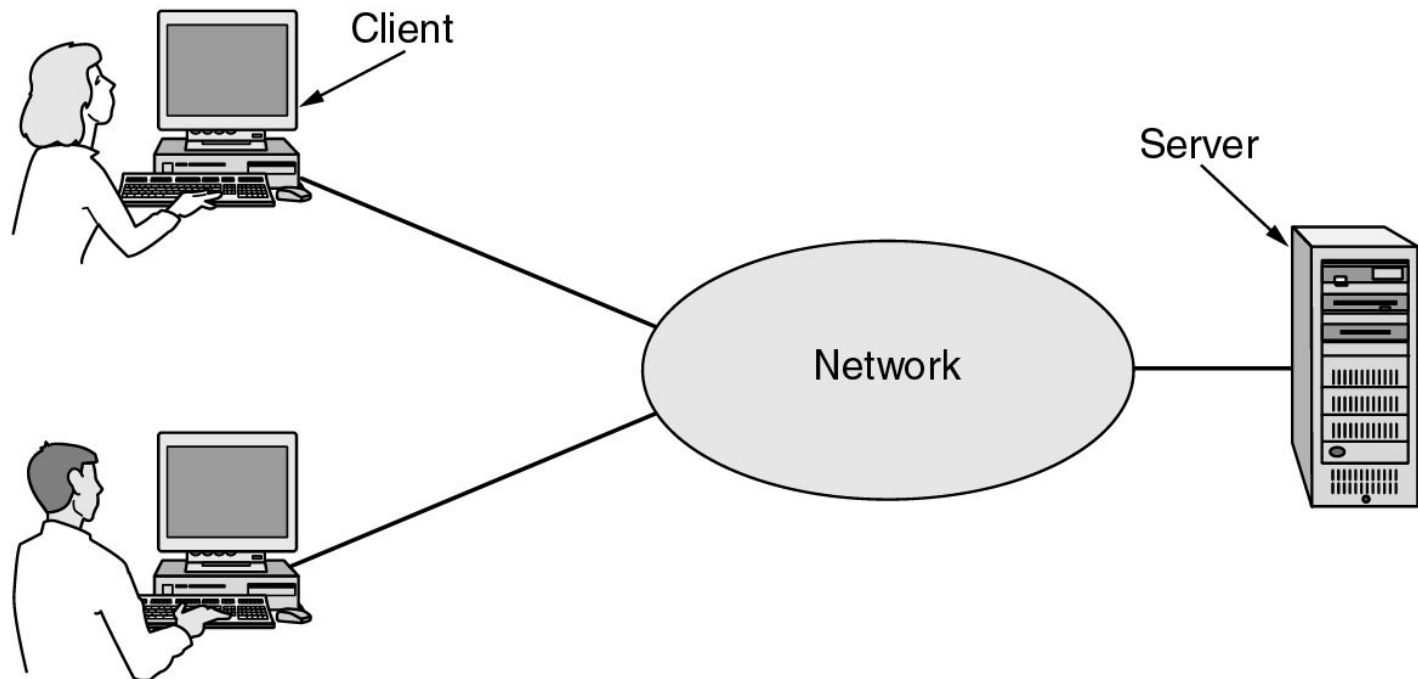
Разпределено използване на ресурсите – напр. обща Б.Д. или общ принтер (скъпо удоволствие за всяко бюро, даже inkjet от 100 лв., но скъп консуматив)

Обща Б.Д. – на по-мощен компютър – **сървър** със системен администратор. Служителите достъпват до него от по-маломощни машини – **клиенти**. Или

Web сървър (машина с **Apache**) – web клиент (РС с **браузър**).

Два основни процеса: на клиента и на сървъра.

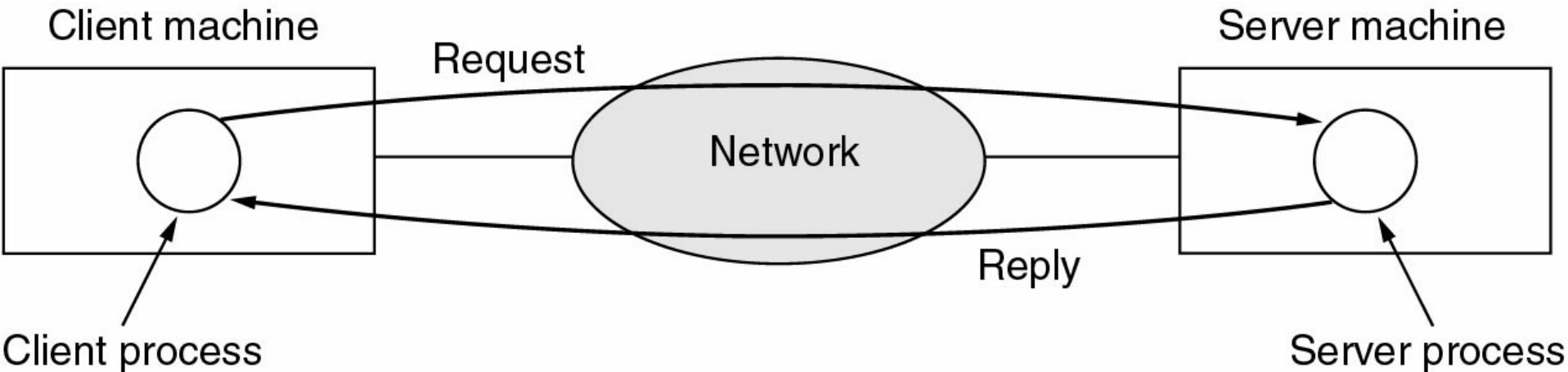
Модел Клиент-Сървър



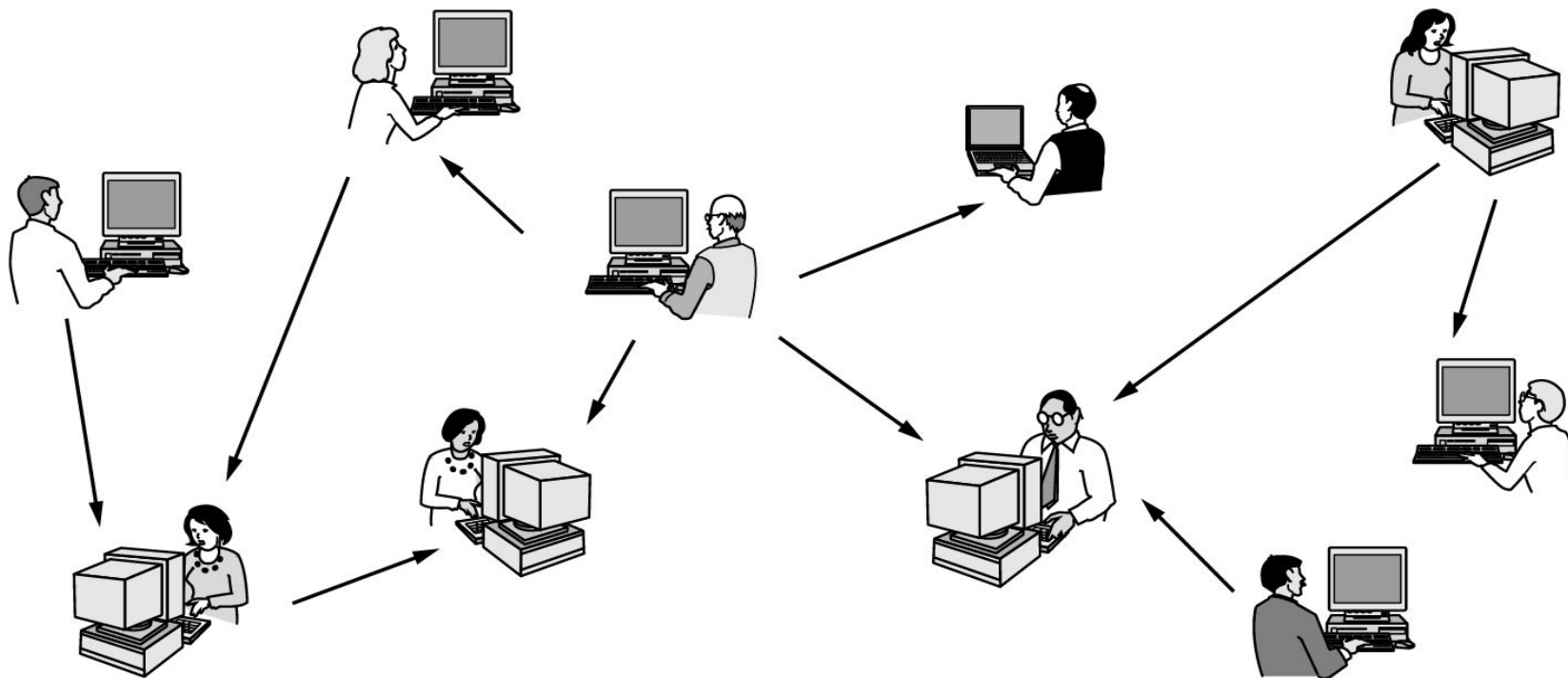
Мрежа от два клиента и един сървър

Модел Клиент-Сървър

- Клиентският процес изпраща заявка (request) до сървърския процес, който след съответната обработка връща отговор до клиента.
- Обменът на данните между клиент-сървър – по **протокол**. Това е набор от правила и съответни действия, които се извършват, за да се осъществи обмен.

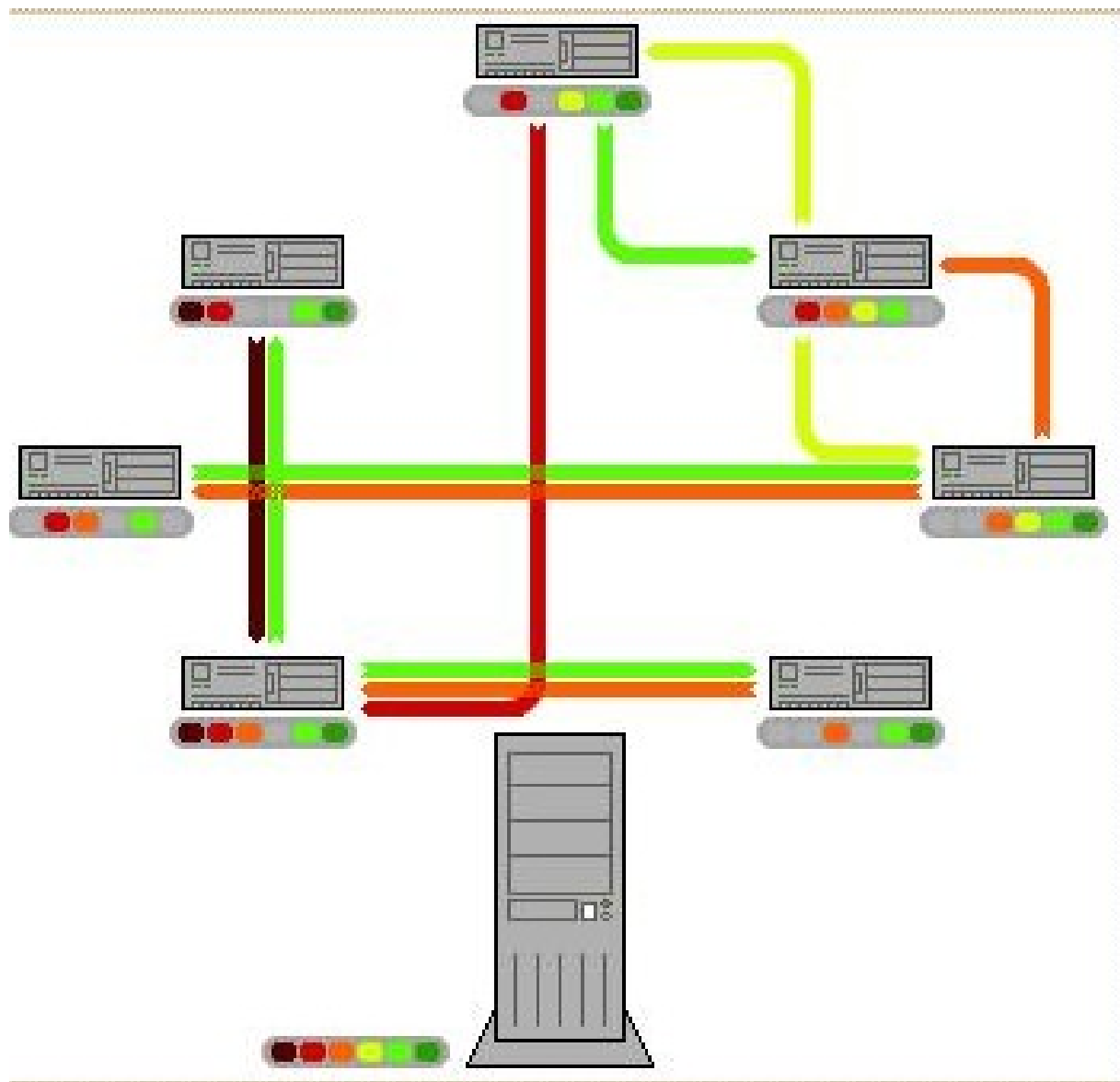


Система с равностойни машини



Или **peer-to-peer (P2P)** - няма фиксирани клиенти и сървъри.
Напр. File Sharing (споделяне на файлове) между Windows машини.
BitTorrent - P2P file sharing протокол за разпространение на големи обеми от данни (най-вече филми).

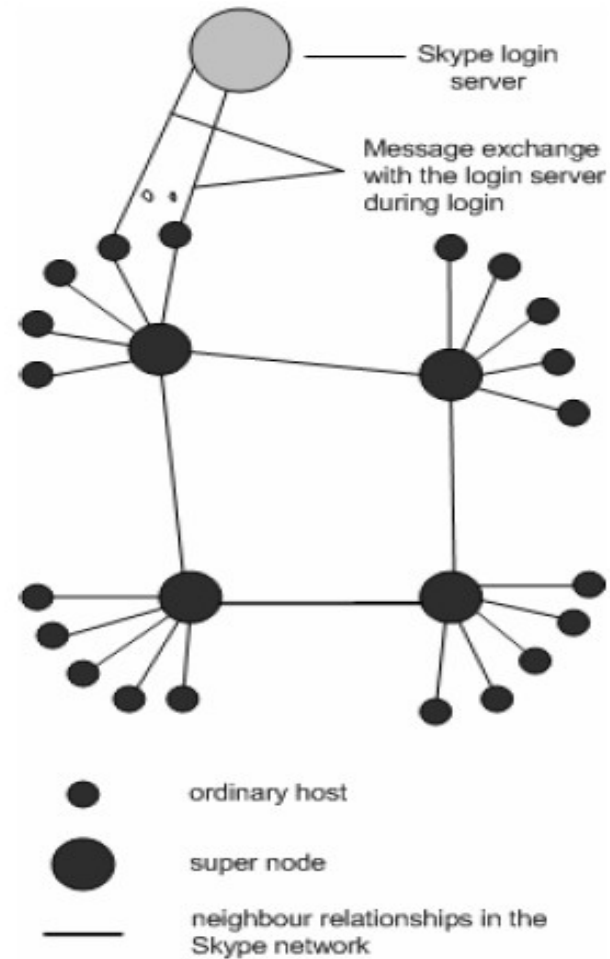
BitTorrent



Skype Peer-to-Peer Internet Telephony Protocol

С изключение на сървъра за първоначална аутентикация, няма друг централен сървър в Skype.

Skype използва 256-битово AES (Advanced Encryption Standard) криптиране.



Използване на компютърните мрежи

Бизнес приложения – електронна поща,
е-търговия, Б. Д.

Домашни приложения

Мобилни потребители

Социални аспекти – каква информация се
разпространява: вярна – невярна,
цензурна-нецензурна, права на човека, етика в
отношенията, авторски права, атаки (DoS,
DDoS), хакери (остават скрити) и кракери
(извеждат системата от строя), phishing

Домашни приложения

Отдалечен достъп до информация

Общуване с хора (e-mail, skype, icq и др.)

Игри в мрежа, Video on Demand, youtube

Е-търговия

Е-търговия

Tag	Full name	Example
B2C	Business-to-consumer	Ordering books on-line
B2B	Business-to-business	Car manufacturer ordering tires from supplier
G2C	Government-to-consumer	Government distributing tax forms electronically
C2C	Consumer-to-consumer	Auctioning second-hand products on-line
P2P	Peer-to-peer	File sharing

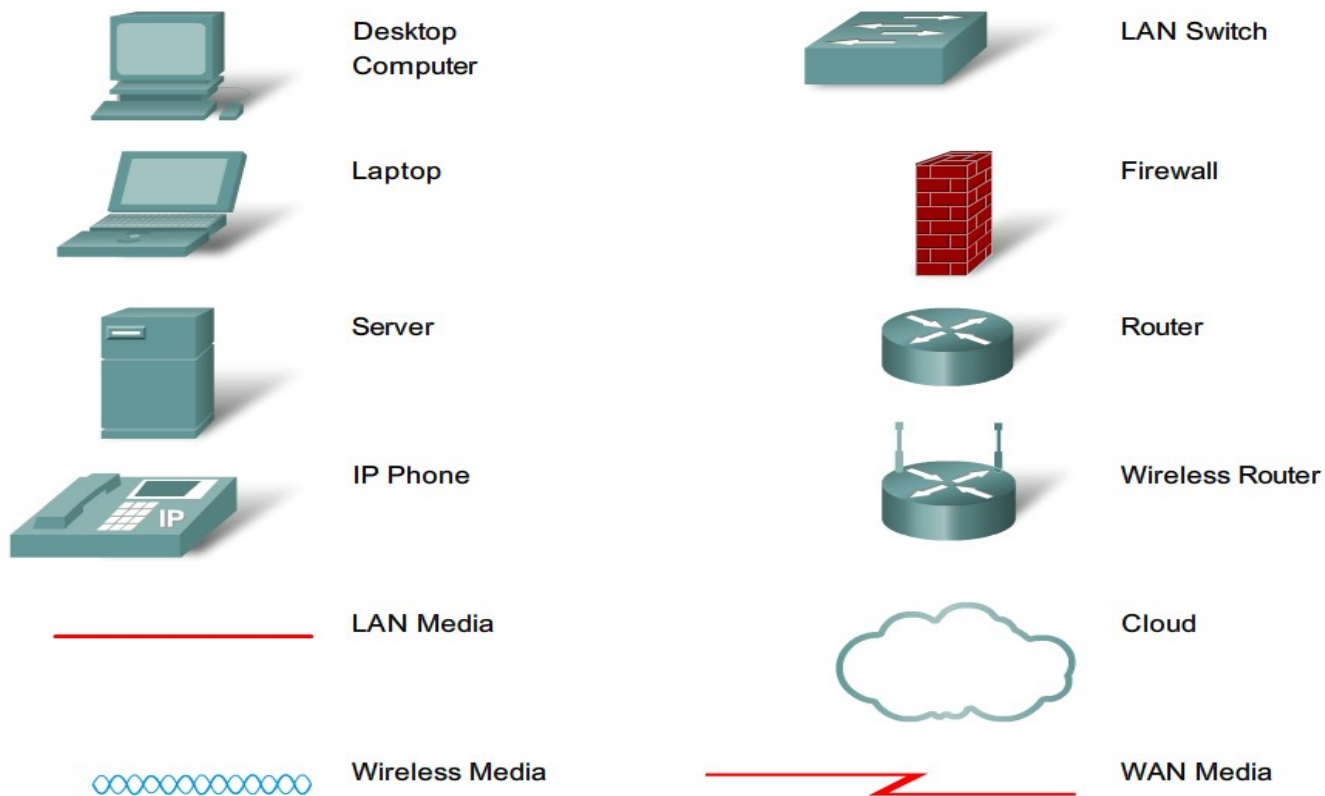
G2G – подписано споразумение по електронен път между президента Клинтън на САЩ и министър-председателя на Ирландия

Мобилни потребители и мрежи

Wireless	Mobile	Applications
No	No	Desktop computers in offices
No	Yes	A notebook computer used in a hotel room
Yes	No	Networks in older, unwired buildings
Yes	Yes	Portable office; PDA for store inventory

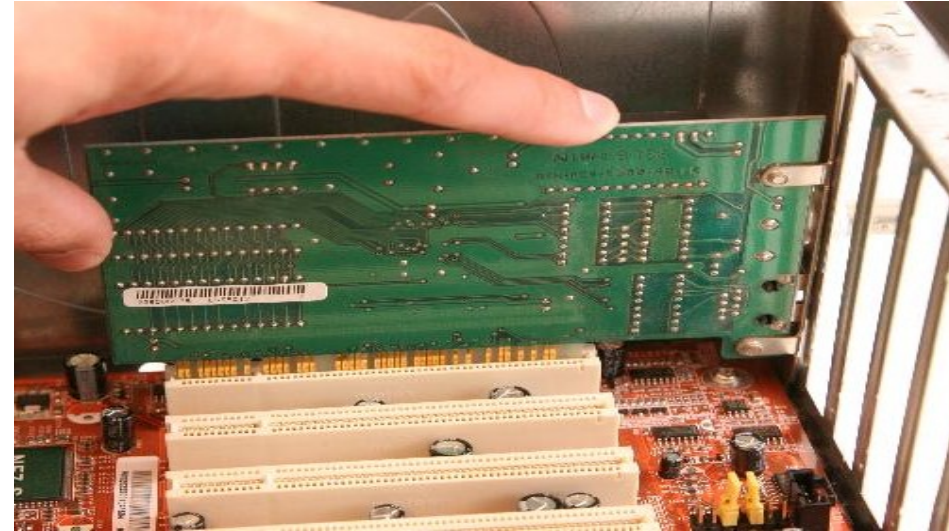
Специализиран протокол WAP; VPN – за мобилните служители, т. нар. Търговски пътници

Мрежов хардуер



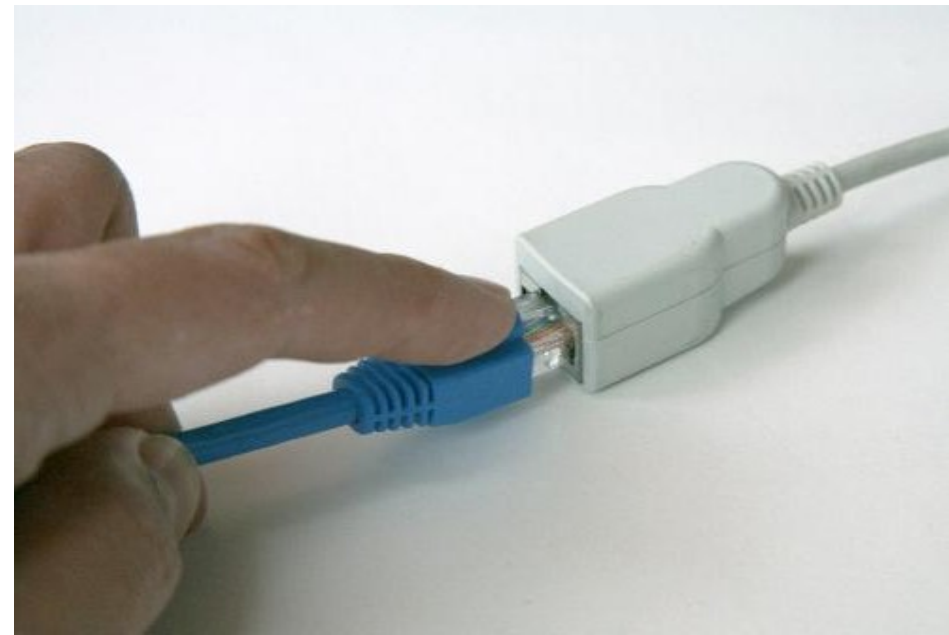
Мрежов хардуер - адаптери

- PCI карта
- USB адаптер



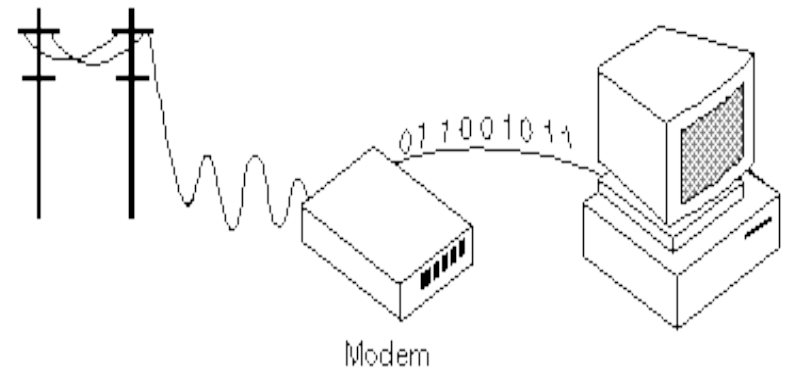
Мрежов хардуер - адаптери

- CardBus адаптер



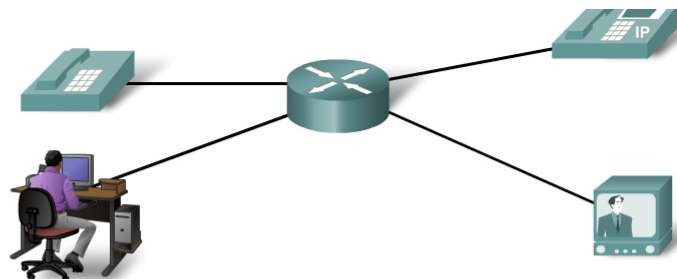
Мрежов хардуер - модеми

- **модулятор-демодулятор.** Устройство, което позволява на компютъра да предава цифрови данни по аналогова (dial-up) или цифрова (DSL) телефонна линия.

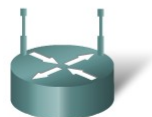


Мрежов хардуер – съобщителни среди

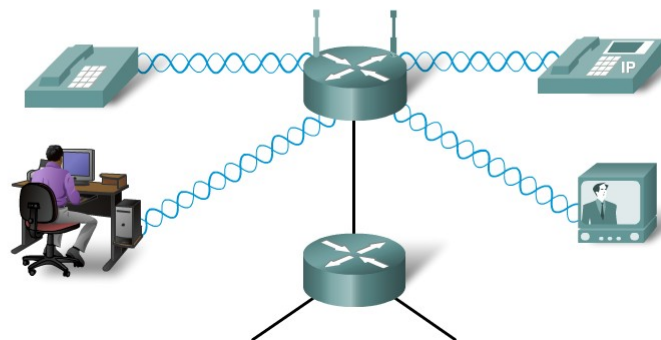
Wired networks used physical cables to connect devices.



Wireless networks use radio waves to communicate between devices.



Wireless networks are also connected to wired networks, at some point.



Жични – UTP, S(F)TP, коаксиални и далекосъобщителни медни и оптически (Fiber Optic - FO) кабели

Безжични среди - ефира

Топология на мрежата

Топология (от гръцки **τόπος**, "място", и **λόγος**, "учение") е област от математиката, която изучава форми и пространства.

Най-основните свойства на пространството - свързаност, непрекъснатост и граница.

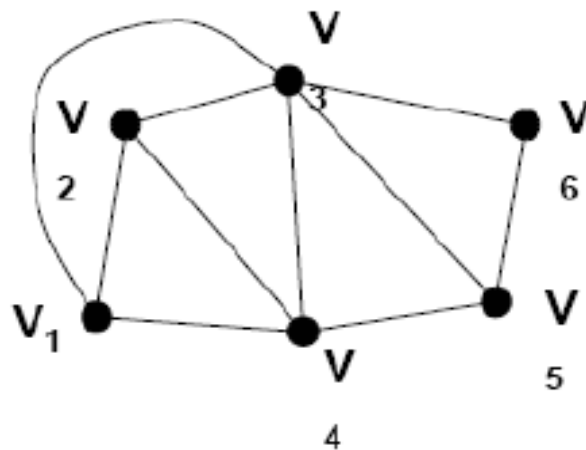
Топологията бива геометрична и алебрична - прилага теорията на множествата.

Ние обаче в компютърните мрежи говорим за топология, изхождайки от **теорията на графите**.

Граф и мрежа

Графът е абстрактна структура, която представя връзките между отделните елементи на дадено множество.

Всеки член на това множество се нарича **върх** (**vertex**), а връзката между два върха се нарича **ребро** (**edge**).



Граф и мрежа

В практиката чрез графите се представят модели на реални обекти. Всред класическите примери са:

- **транспортна мрежа** — претеглен граф, където върховете изобразяват селищата, а свързващите ги ребра — пътищата между тях. Теглото на всяко ребро ще представлява дължината на пътя.
- **компютърна мрежа** — компютрите (върхове) и свързващите ги информационни канали (ребра).

Мрежови топологии

Мрежовата топология е учение за *подреждането* или *графичното изобразяване* на елементите (канали, възли и т.н.) на мрежата, по-точно физическите (реалната) и логическите (виртуална) съединения между възлите. Възел е точка, в която се събират два или повече физически (логически) канала. Ролята на възел се изпълнява от компютър (маршрутизатор, сървър и др.) или комутатор.

Мрежовата топология може да се разглежда и като **граф**.

Три основни категории мрежови топологии: физически, сигнални, логически

Физическата определя геометричното свързване на физическите канали

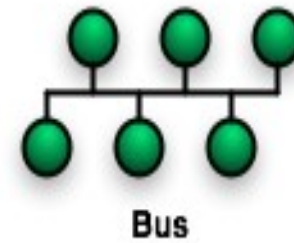
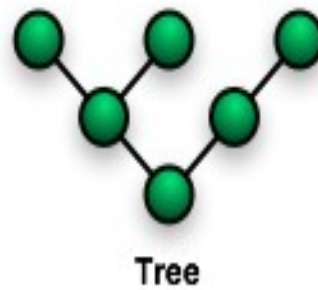
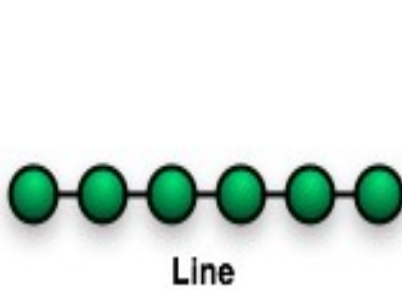
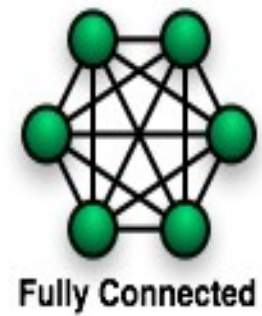
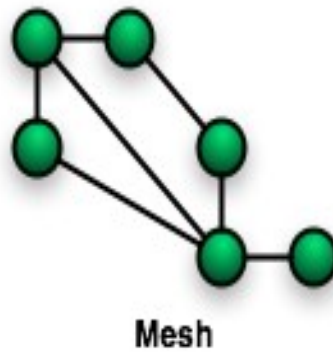
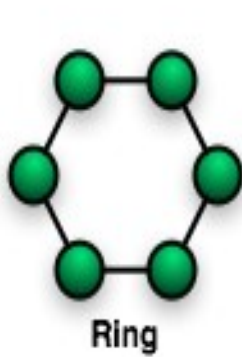
Сигналната отразява свързването между възлите в мрежата от гледна точка на пътя на сигналите. Често се смесва логическата топология, но тук говорим конкретно за електрическите (оптически) сигнали, а не за данни.

Мрежови топологии

Логическата отразява свързването между възлите в мрежата от гледна точка на пътя на данните. Определя се от **мрежовите протоколи**, т.е. от това на кой **слой от мрежовата архитектура** (вж. следващата презентация) се осъществява комуникацията.

Пример: моделът **клиент-сървър** има логическа топология „**звезда**“ на приложен слой, на физически е с произволна топология.

Видове топологии



Видове топологии

Централизирана (star) изисква всички абонати да имат връзка с централния възел, за да комуникират помежду си. Пример, физическа топология на локална мрежа в зала или на етаж, логическа – система клиент-сървър.

Дървовидната (tree, extended star) се прилага в структурните каблени системи (СКС) при изграждане на локални мрежи в сгради и кампуси (в този случай имаме *гора*).

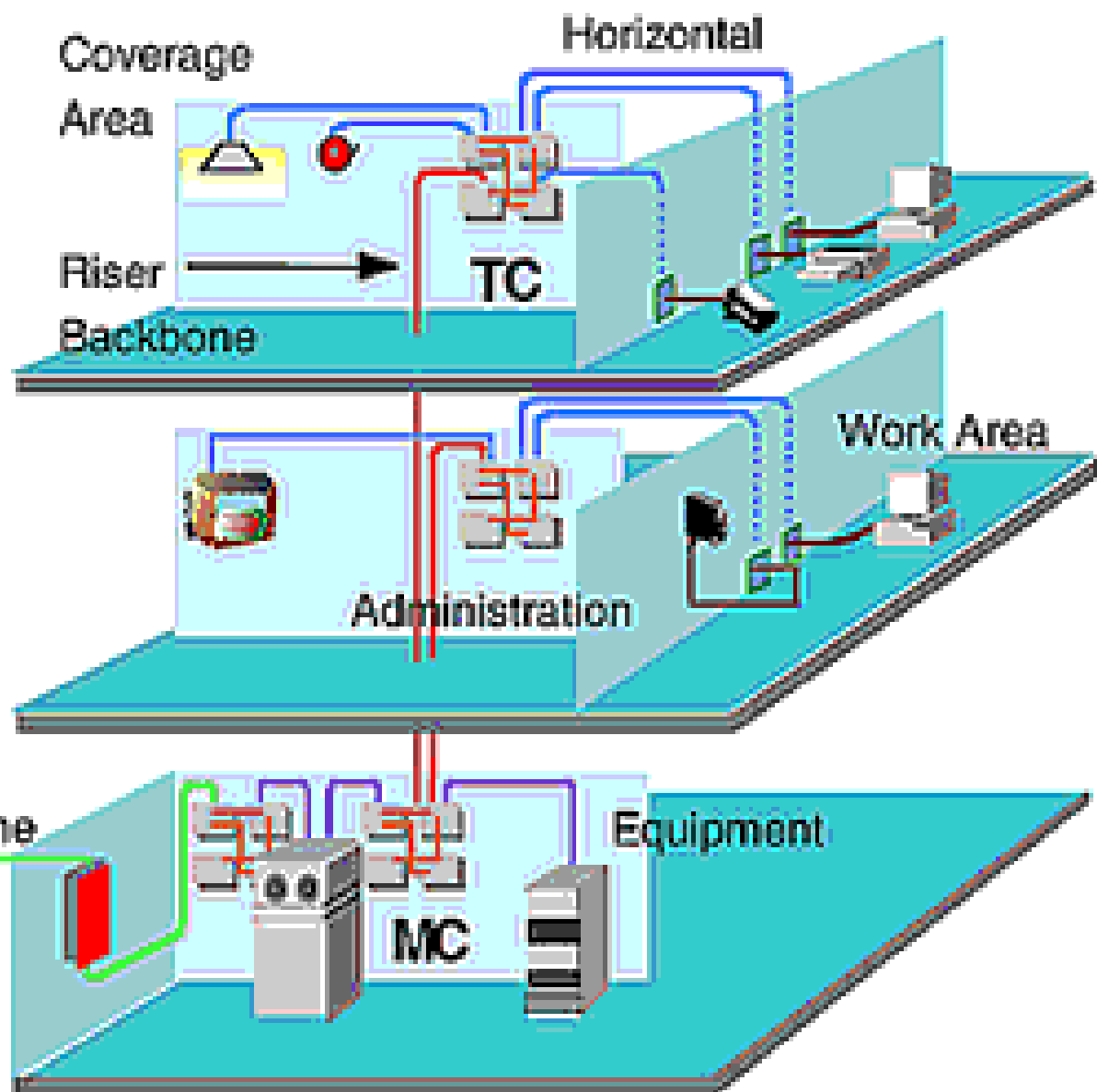
Кръгова (ring) – възлите са свързани в кръг. Пример: логическата топология на LAN Token Ring и FDDI, но физическата топология може да бъде звезда (централен възел MAU в IBM TR) или шина (3Com TR).

Частична или пълна свързаност (Mesh, Fully Mesh-Connected) – физически това са топологии на WAN мрежи, в общия случай Internet. Логическа: Peer-to-peer мрежа.

Шинна (bus) прилага се в LAN Ethernet (логическа). Първите реализации с коаксиален кабел физическата топология съвпаднаше. В днешно време на UTP кабели имаме звезда и дърво.

Пример СКС (extended star)

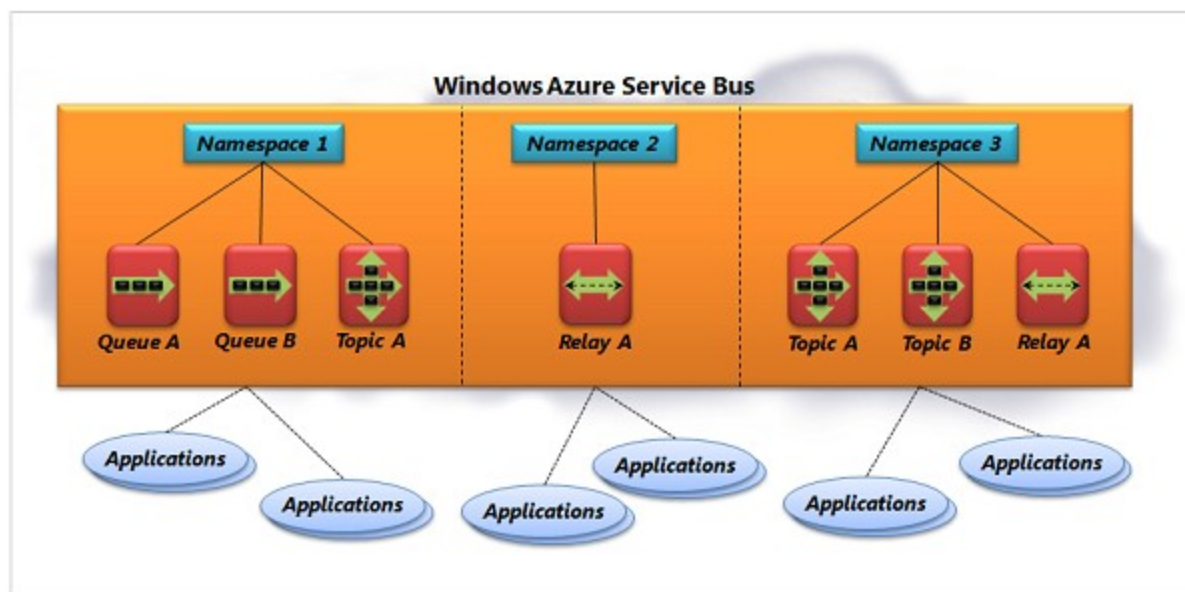
Structured Cabling Subsystems



Service Bus (шина на услугите)

Service Bus е облачна услуга, споделяна от много потребители.

(<https://azure.microsoft.com/en-us/documentation/articles/service-bus-fundamentals-hybrid-solutions/>)



Мрежови Стандарти

International Organization for Standardization (ISO) за международни стандарти. В нея влизат национални организации.
ISO/IEC Joint Technical Committee 1. (International Electrotechnical Commission). Стандарти в областта на ИТ.

ITU (Международен съюз по телекомуникации), бивш **CCITT**
Занимава се с развитие и стандартизация в областта на радио- и телекомуникациите.

Примери:

- **V.35** – синхронни комуникации;
- **V.92** – асинхронни (dial-up) модеми;
- **X.400 (ISO/IEC 10021)** – обмен на електронни съобщения;
- **X.500 (ISO/IEC 9594-1)** – директорийни услуги;
- **X.509 (ISO/IEC 9594-8)** – public key infrastructure (PKI), сертификати.

Стандарти на IEEE 802

Number	Topic
802.1	Overview and architecture of LANs
802.2 ↓	Logical link control
802.3 *	Ethernet
802.4 ↓	Token bus (was briefly used in manufacturing plants)
802.5	Token ring (IBM's entry into the LAN world)
802.6 ↓	Dual queue dual bus (early metropolitan area network)
802.7 ↓	Technical advisory group on broadband technologies
802.8 †	Technical advisory group on fiber optic technologies
802.9 ↓	Isochronous LANs (for real-time applications)
802.10 ↓	Virtual LANs and security
802.11 *	Wireless LANs
802.12 ↓	Demand priority (Hewlett-Packard's AnyLAN)
802.13	Unlucky number. Nobody wanted it
802.14 ↓	Cable modems (defunct: an industry consortium got there first)
802.15 *	Personal area networks (Bluetooth)
802.16 *	Broadband wireless
802.17	Resilient packet ring

Работните групи на 802. Най-важните *.
Отмиращите са ↓.

IETF и RFC

Internet Engineering Task Force (IETF - www.ietf.org) е отворена международна общност от мрежови проектанти, оператори, производители и изследователи, които се занимават с развитието на Internet архитектурата и експлоатацията.

Деятелността на IETF се осъществява от **работни групи**, разпределени по тематики – маршрутизация, транспорт, сигурност и др.

Request for Comments (RFC) е меморандум, публикуван от IETF (www.ietf.org/rfc.html), който описва методи, поведения, проучвания или иновации, приложими към работата на Internet и свързани с нея системи.

Класификация на мрежите

Основните типове мрежи се определят въз основа на две характеристики:

- Режим на предаване на данните;
- Физически размер на мрежата;
- Юридически права.

Видове мрежи според режима на предаване на данните

- **Предаване до всички (общодостъпно – Broadcast).** Прилага(ше) се при LAN. Общ комуникационен канал, който се разпределя между всички в мрежата. Пакети (съобщения) се получават от всички, но ги прочита този, който си познае адреса. Частен случай – групово предаване (multicast).
- **Точка-точка (Point-to-point)** – WAN мрежите се състоят от множество връзки “точка - точка” с произволна топология. Затова се налага маршрутизация – намиране на оптималния път.

Видове мрежи според физическия размер

Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	Local area network
100 m	Building	
1 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan area network
100 km	Country	Wide area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	The Internet

PAN – многопроцесорна система

Юридически права

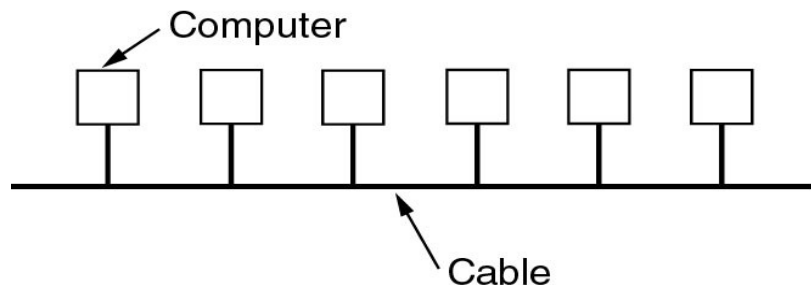
Имаме ли права върху земята, върху която се изгражда мрежата:

- **имаме**: локални, кампус мрежи — отговаряме за всичко — от кабели до приложения;
- **нямаме** (всички останали: MAN, WAN...), разчитаме на мрежов или телеком оператор.

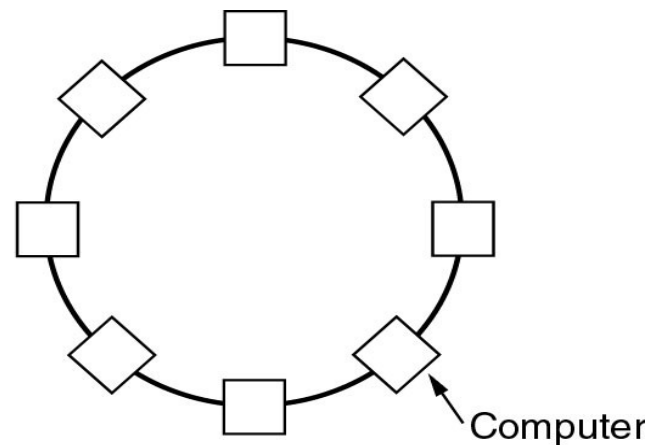
В днешно време това е **основния критерий**:

- **имаме** уеднаквяване (конвергенция) в скорости, технологии, напр. LAN и WAN портовете на Wi рутерче — напълно еднакви.

Локални мрежи



(a)



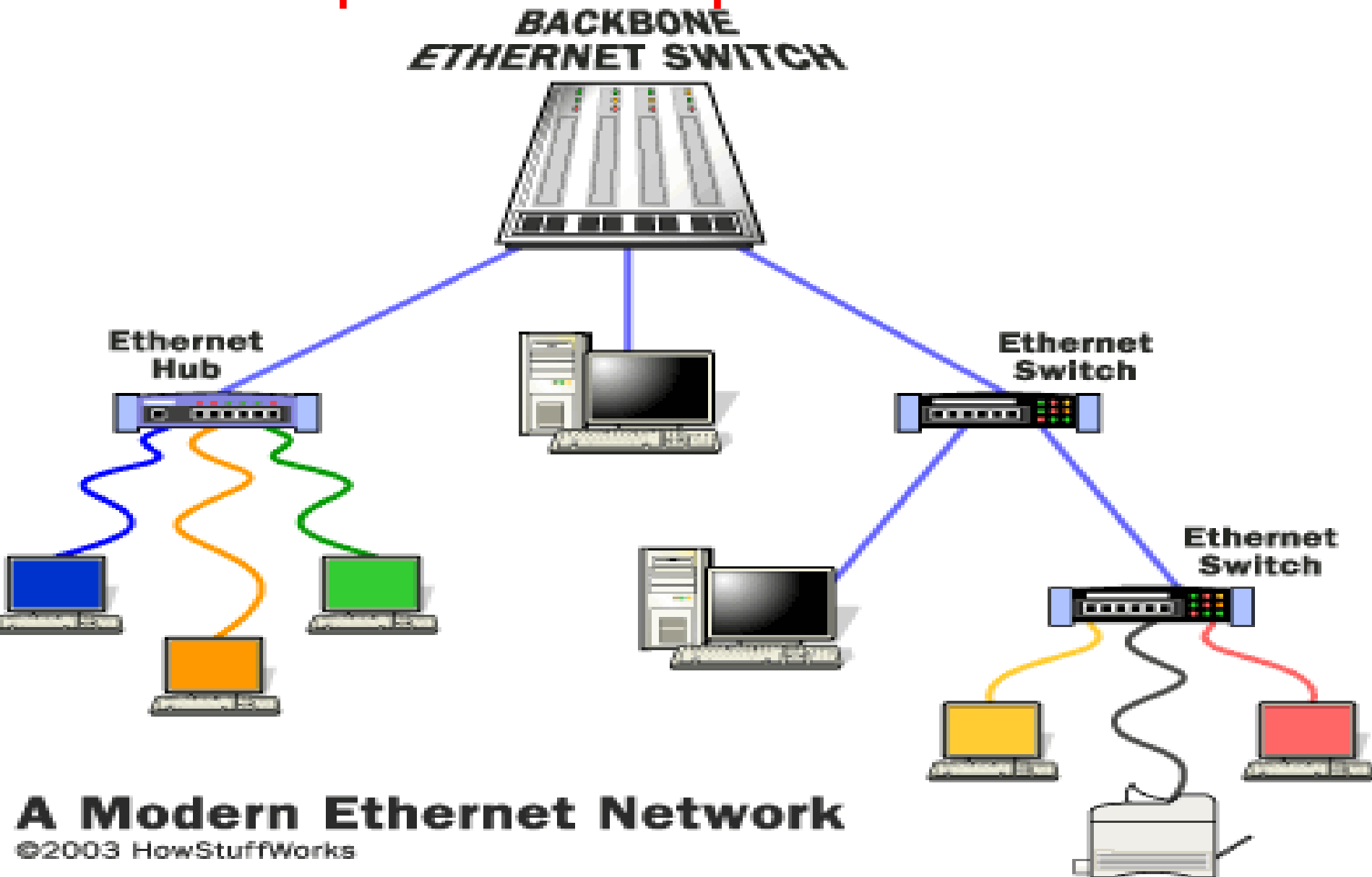
(b)

Старите локални мрежи (legacy LANs) бяха broadcast, с шинна (Bus) – Ethernet, или кръгова (Ring) – Token Ring, FDDI, топология (физическа и логическа).

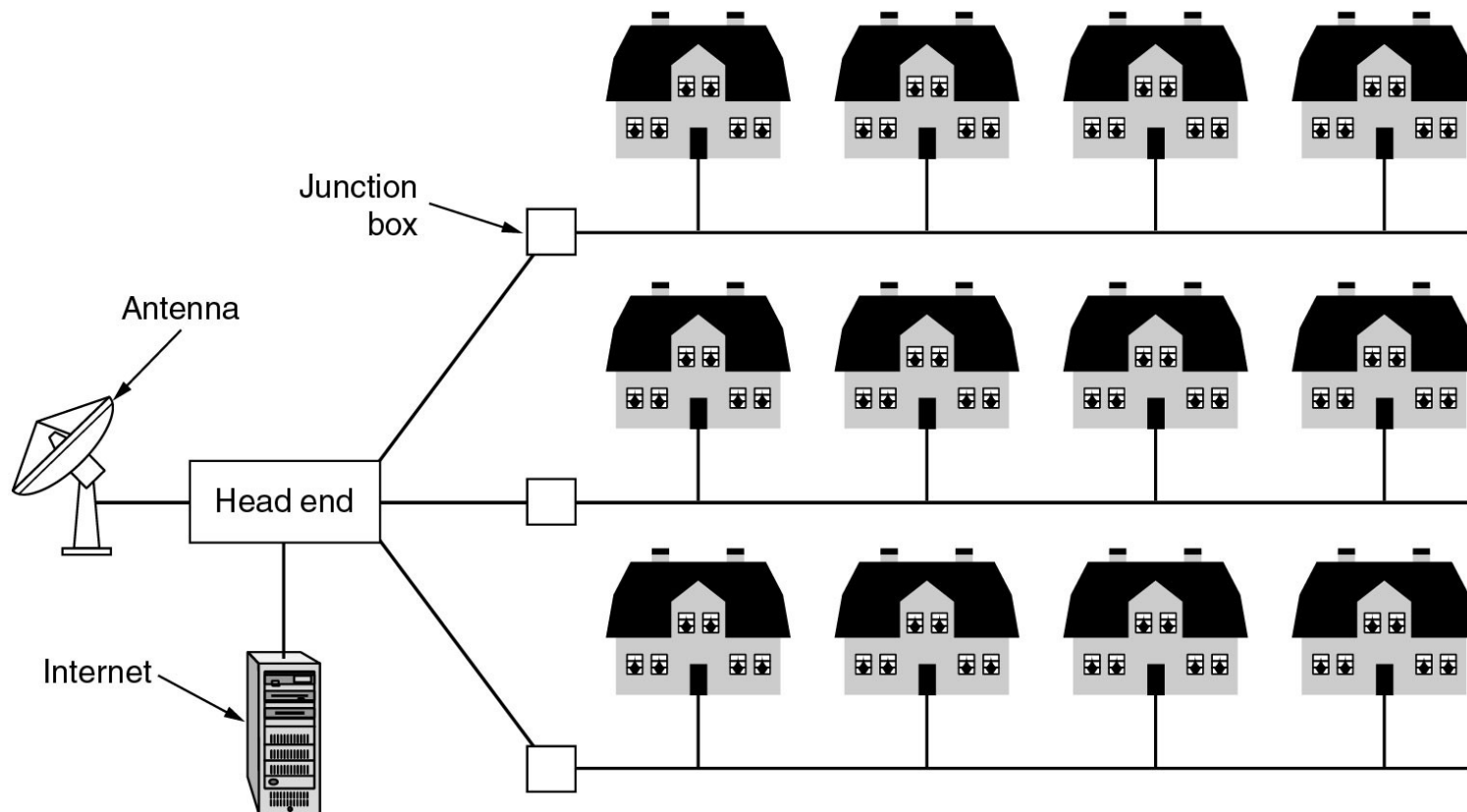
Междинен етап мрежи Ethernet на база на хъбове (shared) с физическа топология “звезда”. TR и FDDI поради сложността им бяха изоставени (също имаха хъбове и суичове).

Съвременните мрежи Ethernet - **switched Ethernet**. Всяка станция има гарантирана скорост: 10, 100, 1000 Mbps, 10 Gbps. Логическата топология на практика е “всеки-с-всеки”.

Съвременна мрежа Ethernet



Градски мрежи (Metropolitan Area Networks)



Това **не е MAN** мрежа, а мрежа за домашни потребители на базата на cable TV.

Metropolitan Area Networks (MAN)

MAN мрежата се състои от две основни части - опорна мрежа (backbone) и клиентски интерфейс.

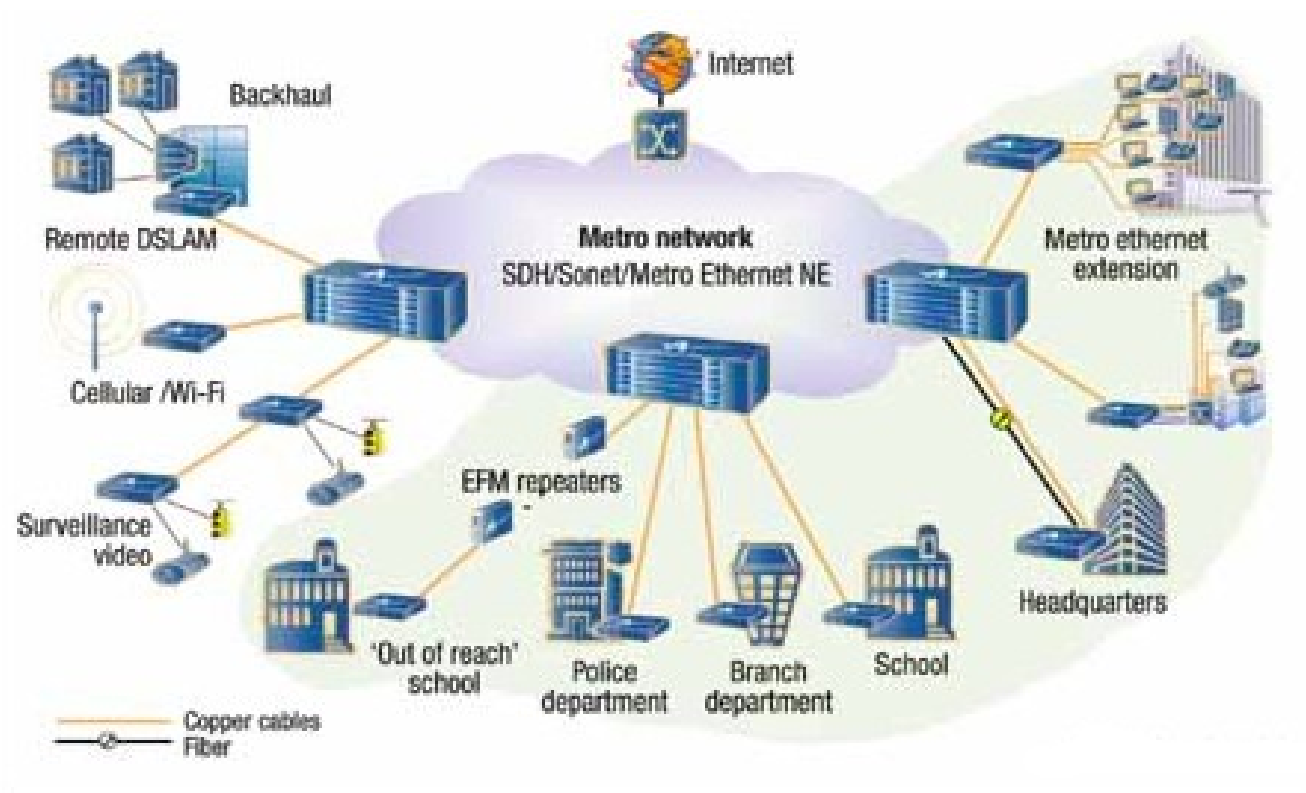
Съобщителна среда е оптически кабел. Използва инфраструктурата на телеком и кабелни оператори и технологията **switched Ethernet**. Затова се нарича още **Metro Ethernet**.

Топология - кръг, hub-and-spoke (звезда), напълно или частично свързана.

Опорната мрежа представлява набор от точки за достъп (POP - point of presence), в които има комутатори (на 2 и 3 слой) и/или маршрутизатори, свързани помежду си с високоскоростни връзки.

Клиентският интерфейс представлява оптичен кабел, прокаран между абоната и най-близката точка за достъп. За да се осъществи връзка между два или повече абонатни поста, в опорната мрежа се конфигурира виртуална локална мрежа (VLAN). Тъй-като връзките в опорната мрежа са резервирани, MAN-връзката е дори по-надеждна от директен кабел (dark fiber), положен между две точки.

MAN



Глобални (рег.) мрежи - Wide Area Networks (WAN)

Обхващат **широки географски области** – страни, континенти... планета (Internet)... Галактика

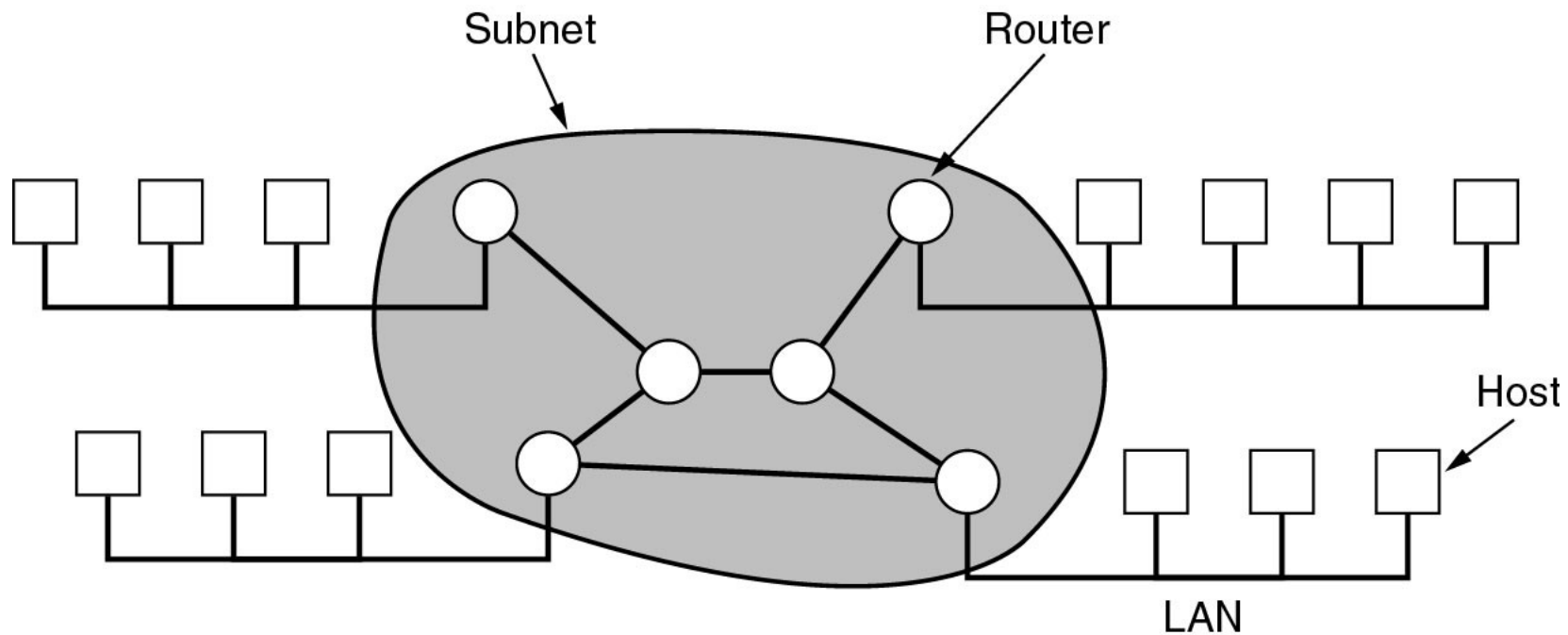
Хостове или LANs се свързват с помощта на **комуникационна мрежа** – собственост на телеком или I(Network)SP.

Комуникационна мрежа – състои се от предавателни линии (точка-точка), които свързват по 2 комуникационни устройства за маршрутизация и превключване (routers, L2&3 switches).

Линии - медни кабели (Cu), оптически влакна (по-често; Fiber Optics – FO) и безжични – радиорелейни и сателитни - (Wi)reless.

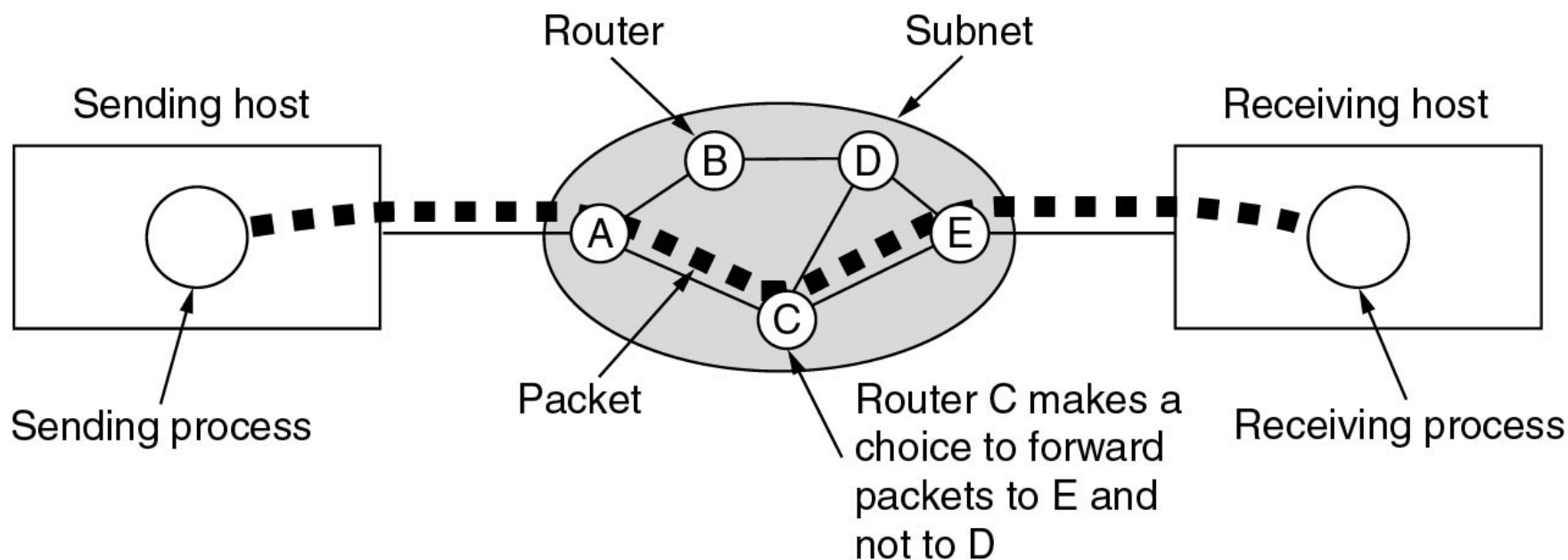
Комуникационни устройства – с два или повече интерфейси към съответни линии. Приема пакет на даден интерфейс, взема решение по коя линия да го препрати и го превключва към изходящ интерфейс (линия). Т.е...

WAN



WAN свързва хостове и LANs.

WAN



Изпращане на последователност от пакети от подател към получател. Не е задължително всички да минат по пътя ACE. Маршрутизаторите вземат решения.

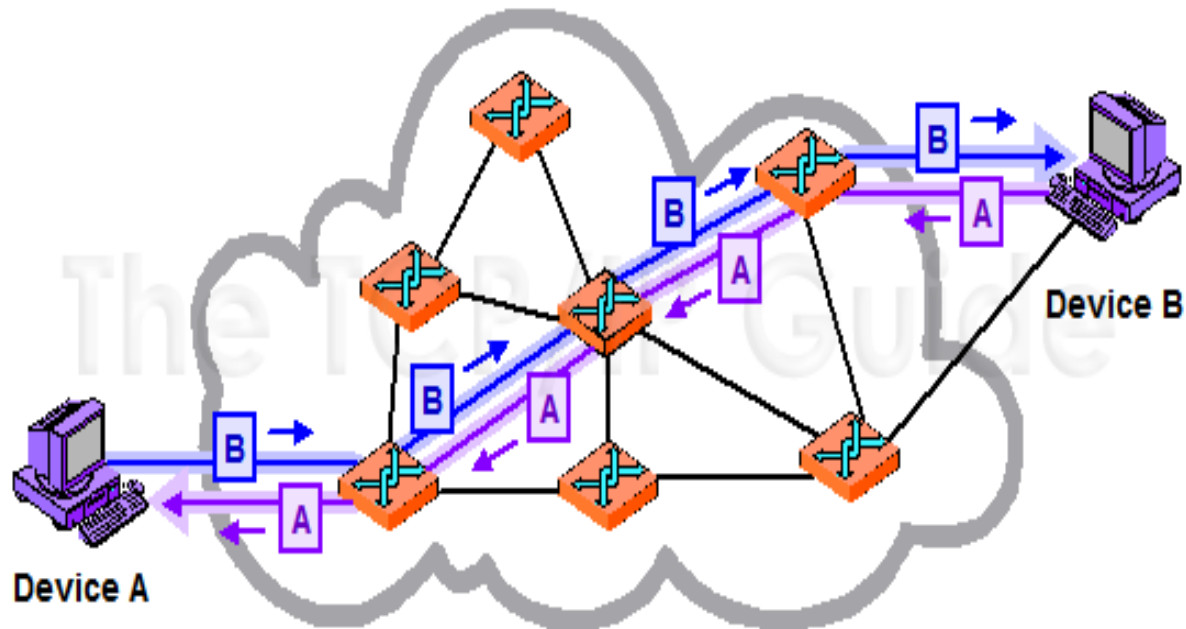
Предаване на съобщения в компютърните мрежи

Междупотребителите в мрежата информацията се обменя на части –
съобщения.

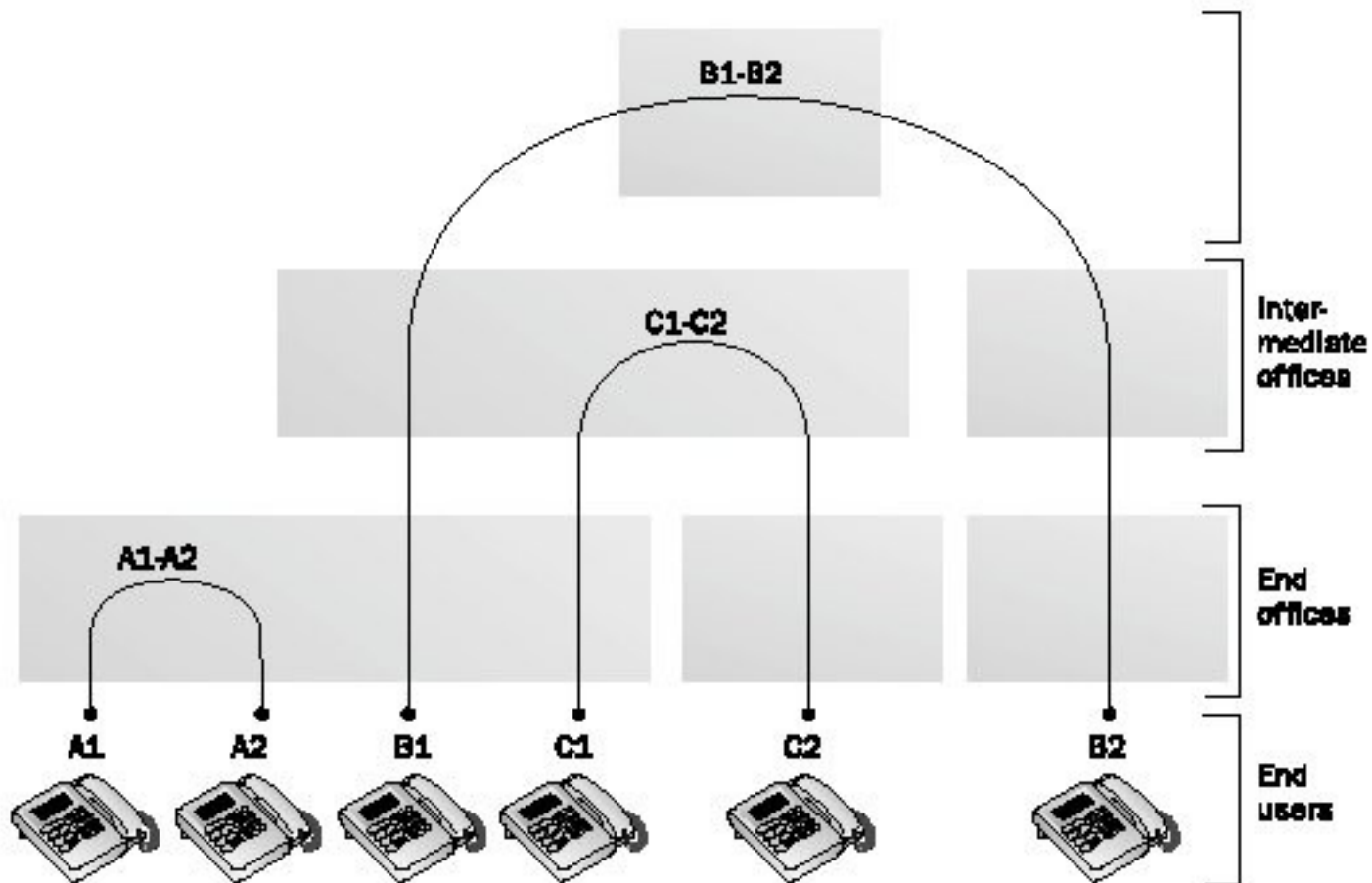
В зависимост от начина на предаване на съобщенията от подател до
получател (източник-приемник):

- Комутация на канали;
- Комутация на съобщения;
- Комутация на пакети.

Комутация на канали

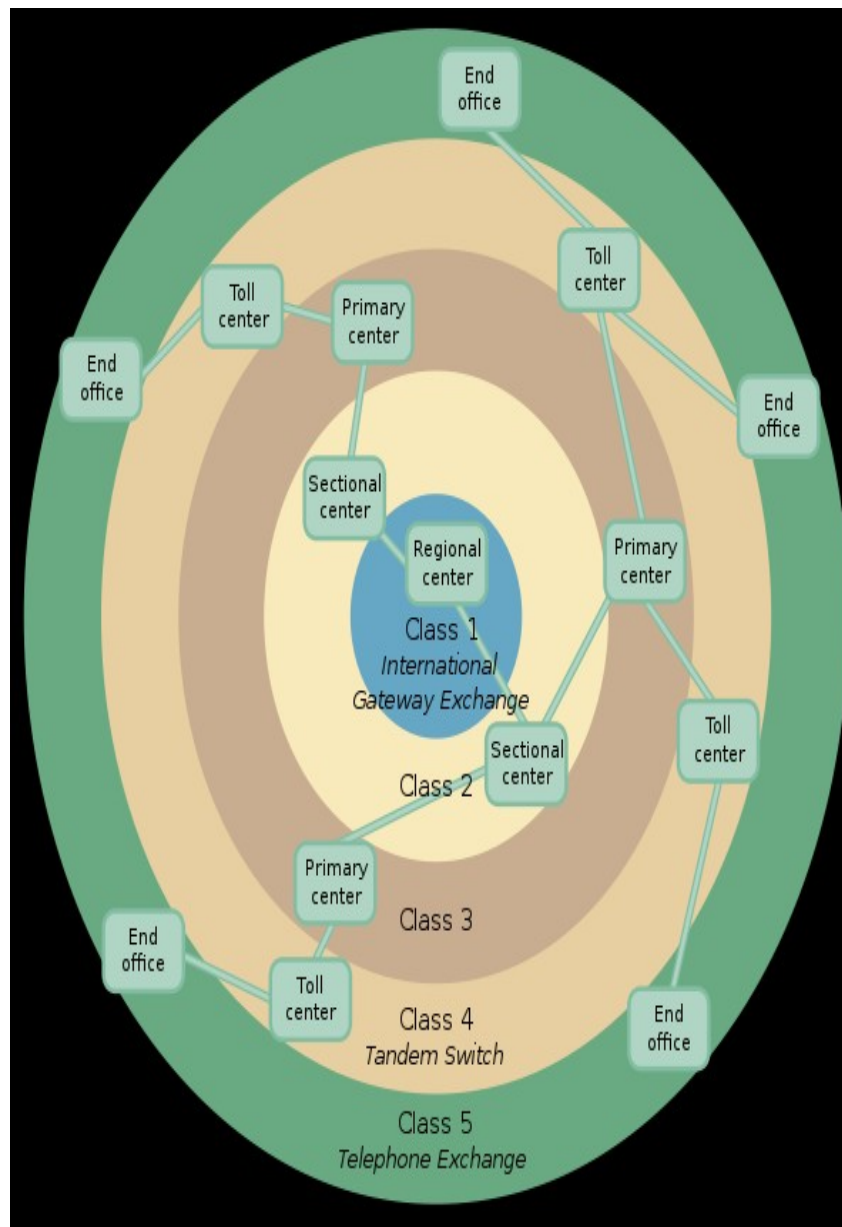


Комутация на канали



Комутация на канали

- Установява се физически канал между източник и приемник, по който се предава едно съобщение.
- След предаване на съобщението източникът освобождава канала.
- Подобен принцип в телефонните мрежи. След набиране на номера се нащракват релета (електромеханични или електронни) в централите по пътя до набираната страна. Така се изгражда канал между говорещите, който стои до разпадане на връзката — поставяне на слушалката върху вилката.



Комутация на съобщения

Всяко съобщение за предаване се изпраща в комуникационната мрежа, която определя маршрута му до местоназначението (destination). Изисква повече буферна памет в маршрутизаторите, които да съхраняват дългите съобщения, докато се освободи изходяща линия. Неефективно, затова...

Комутация на пакети

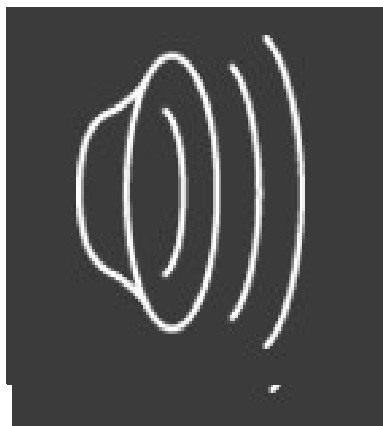
Мрежа с **комутация на пакети (packet-switched)**. Съобщение при подателя се разделя на сегменти с поредни номера (от 1500 байта до 8000+ при бързите мрежи >1 Gbps).

Последните се опаковат като пакети и “пътуват” самостоятелно до получателя, където става възстановяване на оригиналното съобщение (реасемблиране).

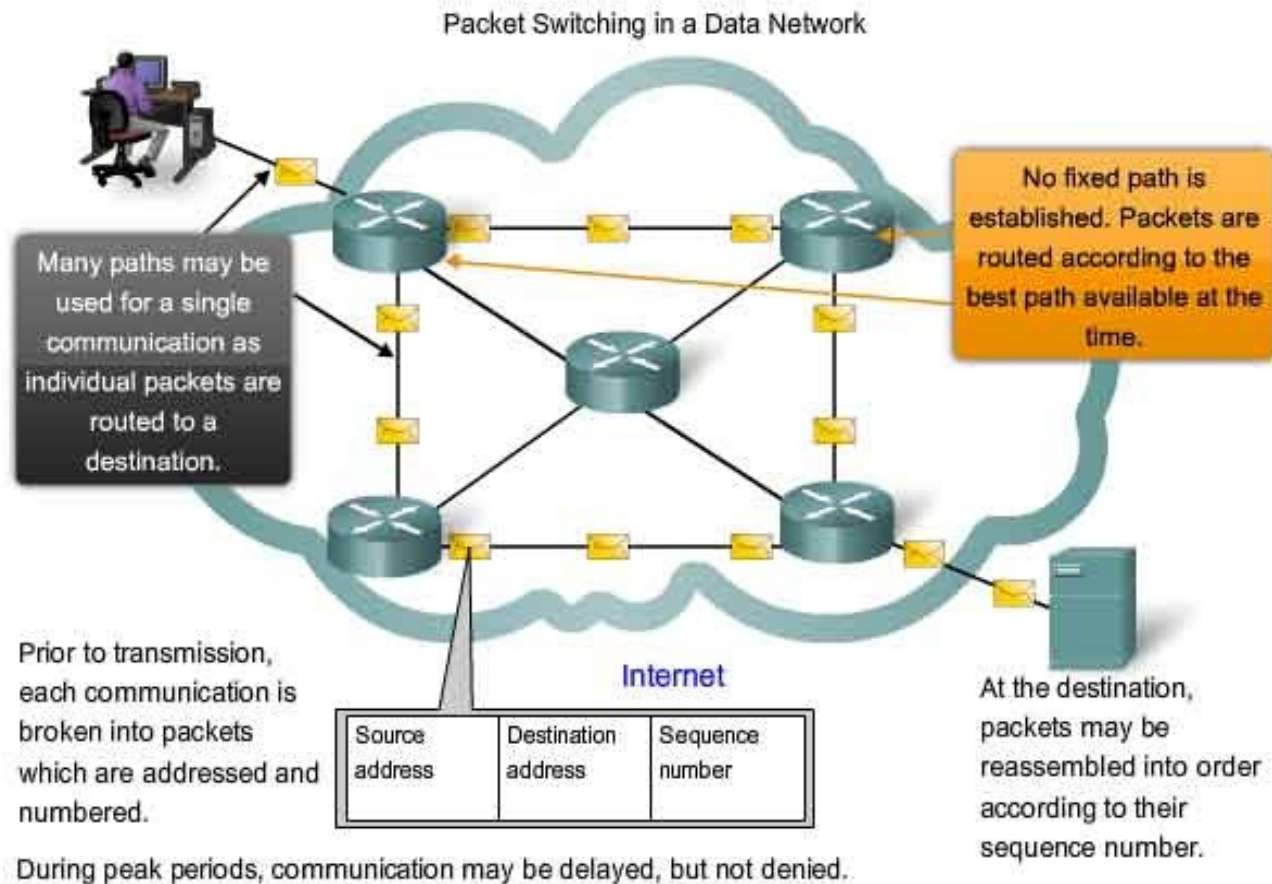
Обменът между възлите е по-бърз, по-добро уплътняване на каналите

Всеки пакет с адрес на местоназначението и вътре в частта за данни има номер на сегмента от съобщението. Така се възстановява оригиналното съобщение.

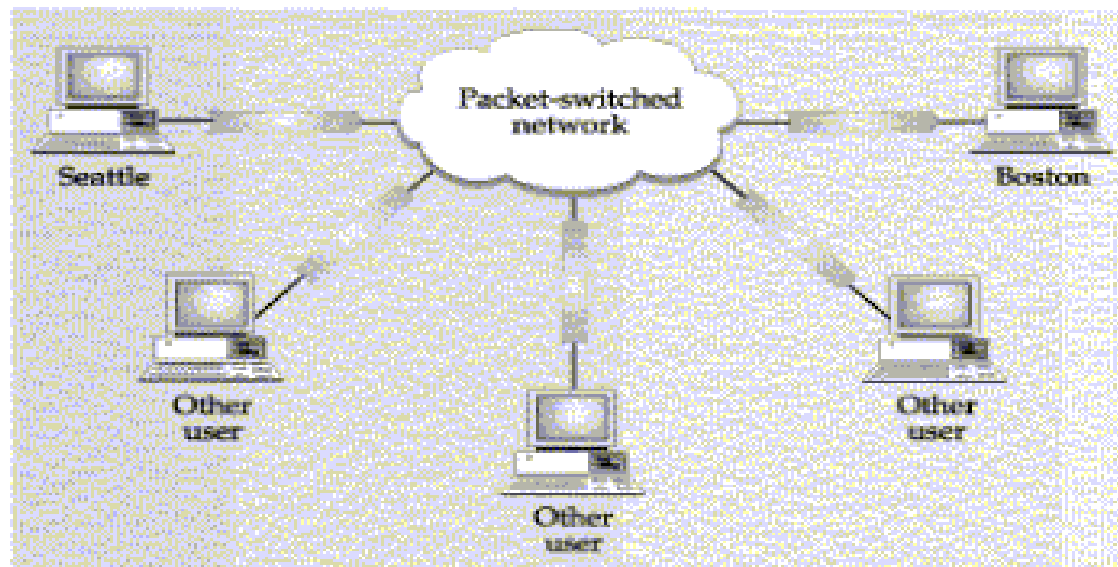
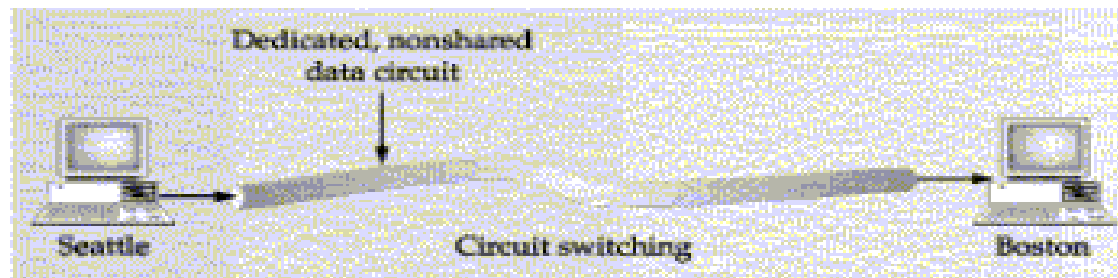
Комутация на пакети (пример)



Комутация на пакети (пример)



Комутация на пакети vs. канали



Комутация на пакети vs. канали

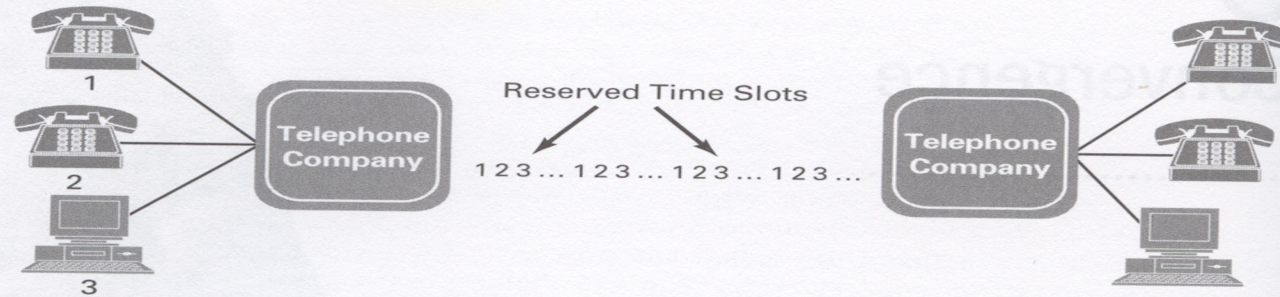


Figure 9.1
Circuit Switching

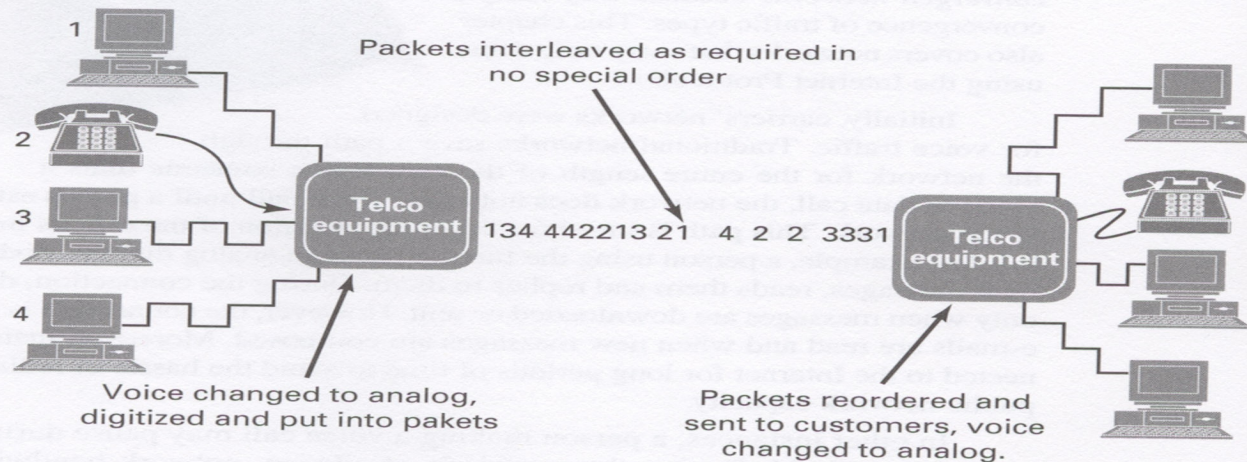


Figure 9.2
Packet Switching