

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.

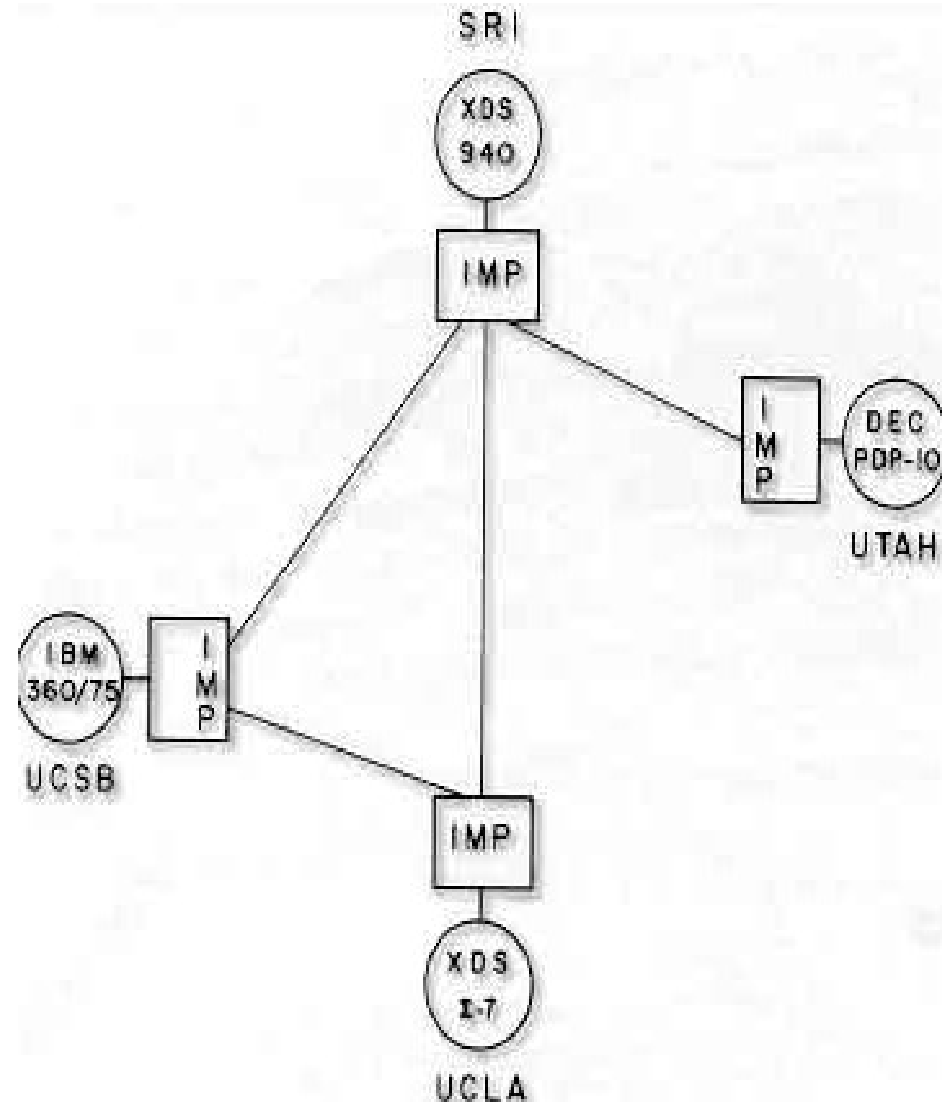
- Материалът е предпоставка за курсовете “Мрежово програмиране” (**на първо място**), по Web технологии и мн.др.

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

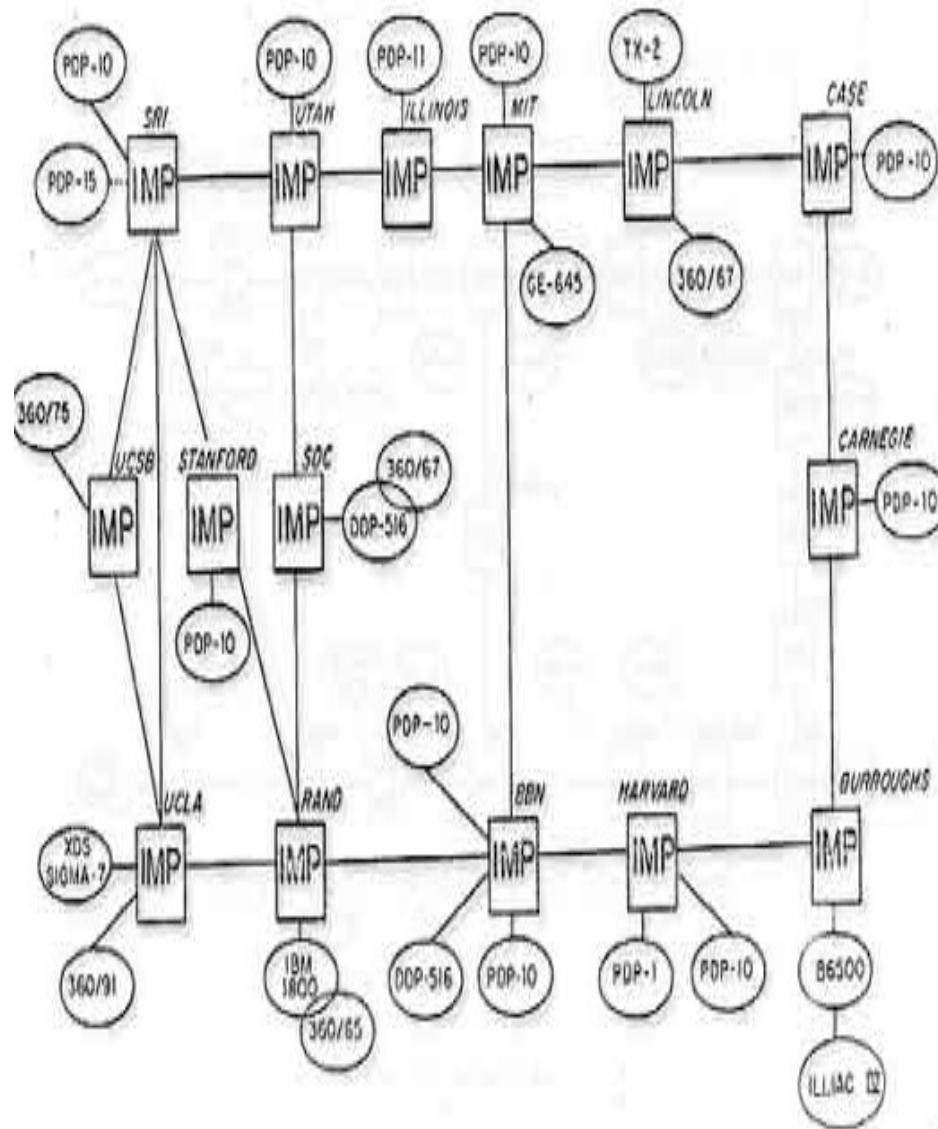
1970 Първа публикация на оригиналния ARPANET Host-Host протокол: C.S. Carr, S. Crocker, V.G. Cerf, "HOST-HOST Communication Protocol in the ARPA Network"

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.

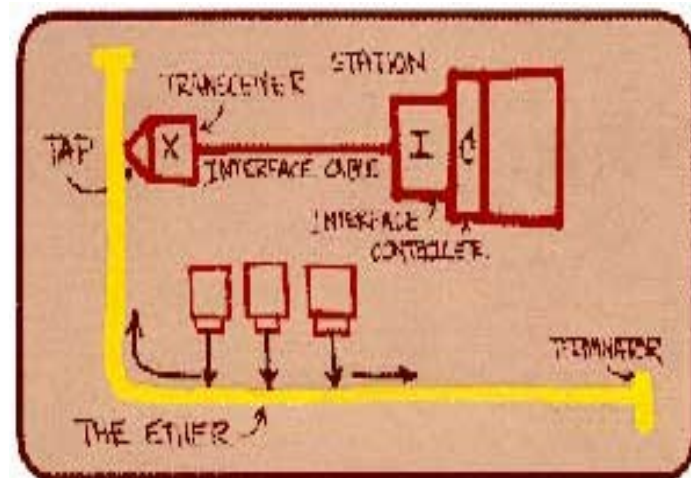
RFC 318: Telnet спецификация

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 Херох 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 – 1980... Стандарти

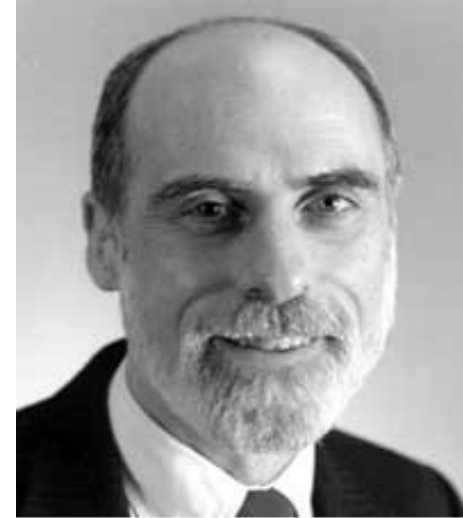
1974 Vint Cerf и Bob Kahn публикуват "Протокол за свързване чрез пакетна мрежа", който детайлно описва TCP.

1978 През Март TCP се разделя на TCP и IP.

Късните 1970 проект, управляван от International Organization for Standardization (ISO), друг - от International Telegraph and Telephone Consultative Committee (CCITT)

1983 двата са слети в The Basic Reference Model for Open Systems Interconnection. Известен като **Open Systems Interconnection Reference Model (OSI Reference Model)**.

1984 публикуван от ISO като стандарт ISO 7498. И от CCITT (ITU-T) като стандарт X.200. OSI стъпва на опита на мрежите ARPANET, NPLNET, EIN, CYCLADES и разработките на IFIP WG6.1.



1980 – 1989 Предпоставки за разрастване

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

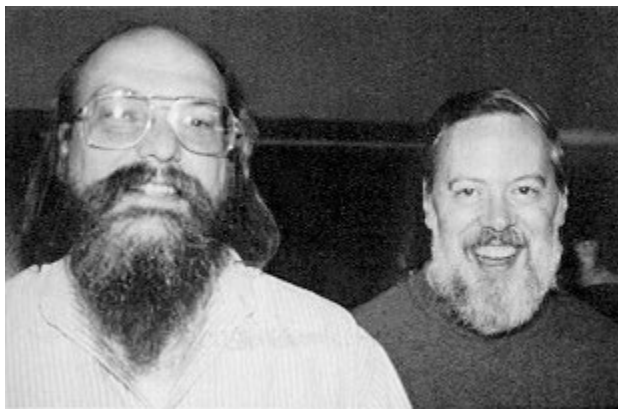
1984 Първият **Apple Macintosh**.
Със съвременен графичен интерфейс:

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

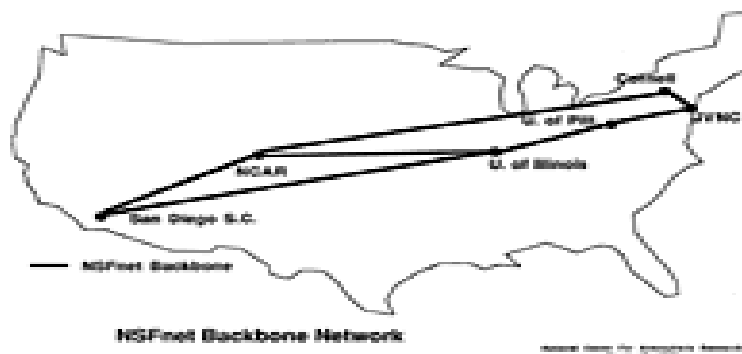
1982 DCA и ARPA налагат Transmission Control Protocol (TCP) и Internet Protocol (IP) познати като **TCP/IP** за стандартно ползване в ARPANET.

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.

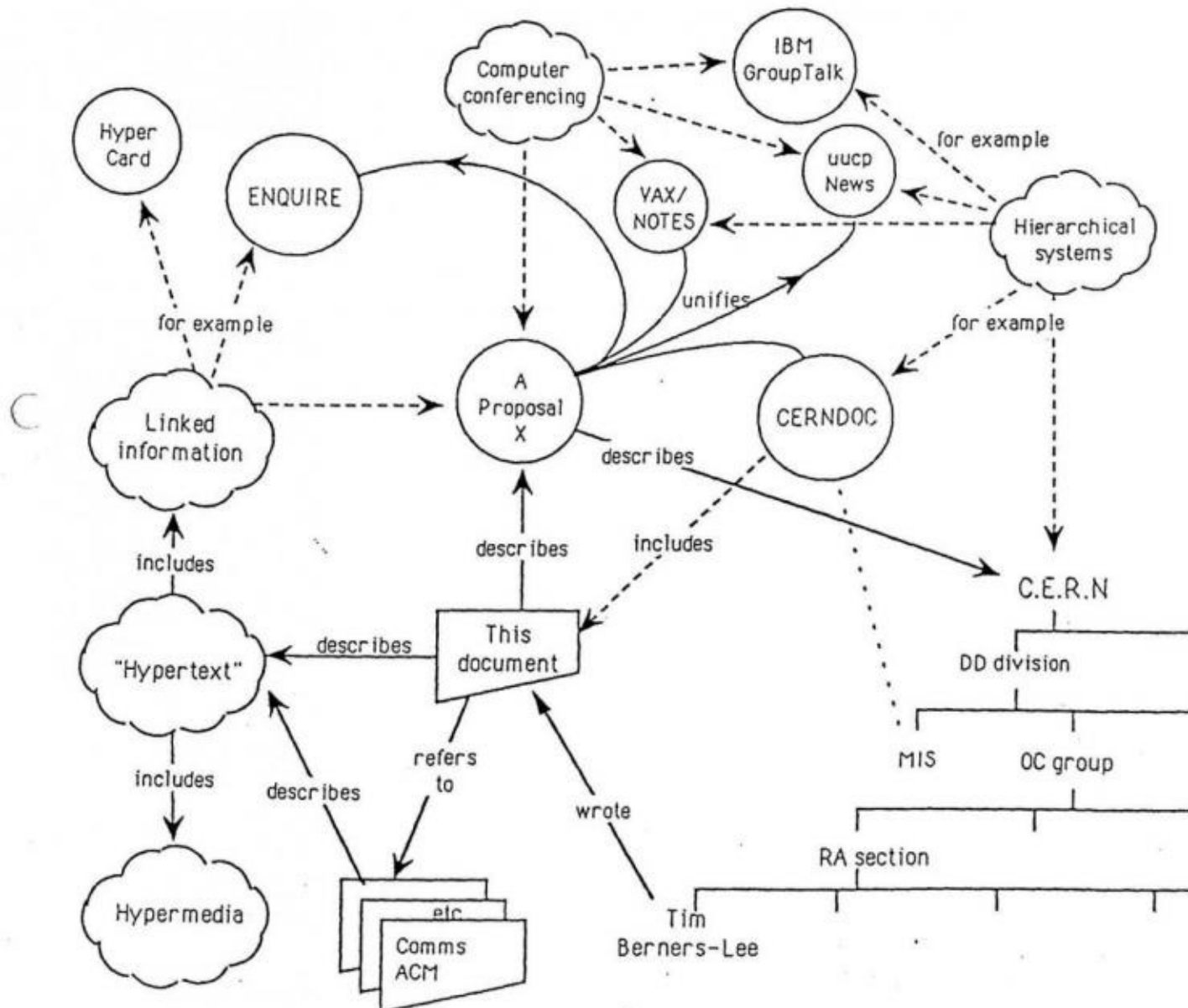


World Wide Web е родена в CERN през 1989

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.

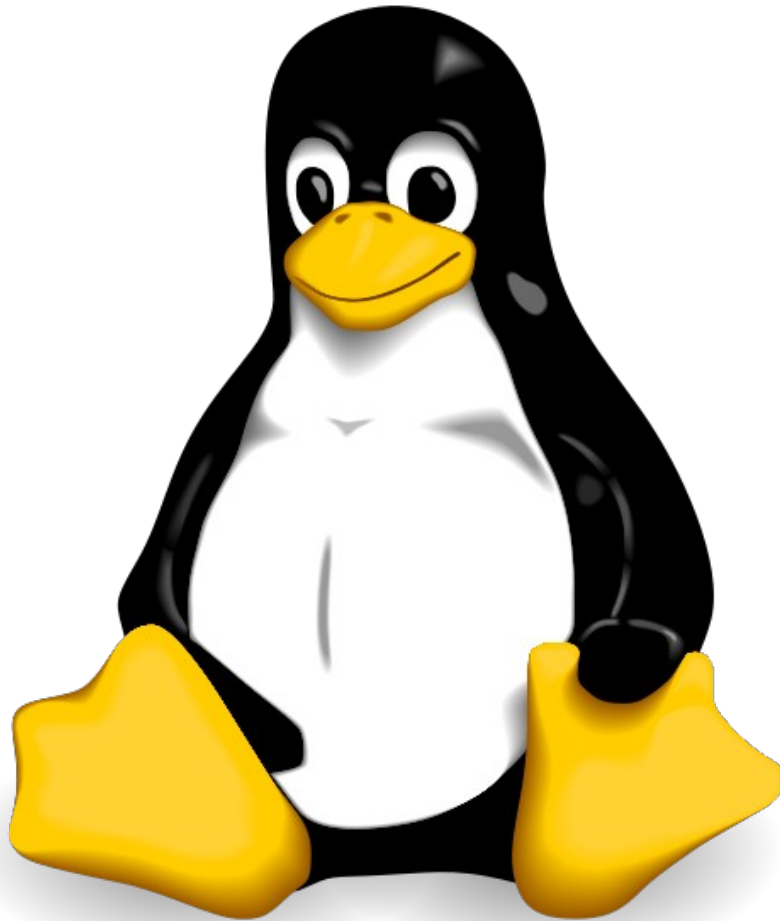
WWW в CERN през 1989



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

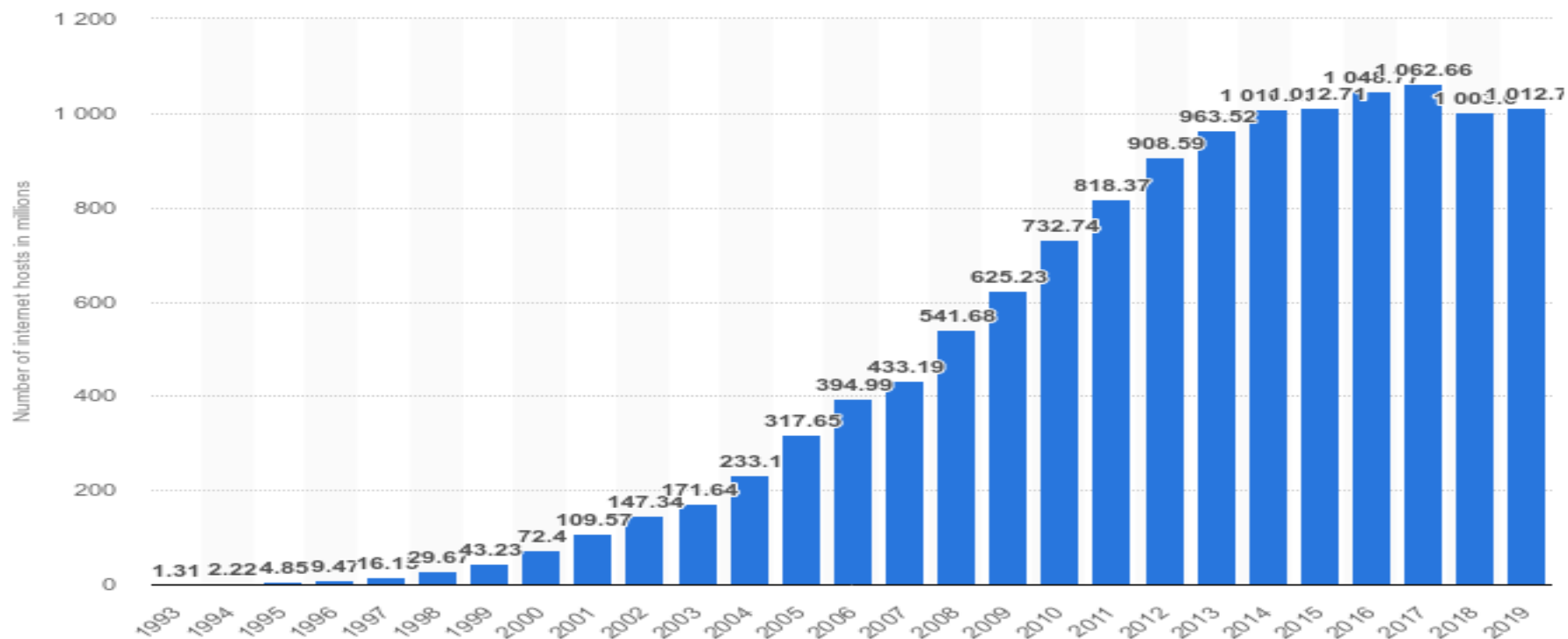
2001 Препращането на електронна поща става нелегално в Австралия след приемане на законът "Digital Agenda", тъй като то се гледа като техническо нарушаване на лични интелектуални права.

Домейните .biz и .info са добавени в DNS root сървъра 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 2019

to 2019 (in millions)



Статистика от 1993 до 2019 г.

(<https://www.statista.com/statistics/264473/number-of-internet-hosts-in-the-domain-name-system/>)

През януари, 2019 имаме около $1.01 \cdot 10^9$ хоста.

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

Мрежовата теория и теорията на графите

Теорията на мрежите е изследване на **графите** като представяне на симетрични или асиметрични релации между дискретни обекти.

В компютърните науки и мрежовата наука теорията на мрежите е част от теорията на графите: мрежата може да бъде дефинирана като граф, в който възлите (върховете) и/или ребрата имат якакви атрибути (например имена).

Приложенията на мрежовата теория са в много области на науката и практиката - от компютърните науки, до електро- и ВиК инженерството, теорията на игрите и социалните мрежи.

Мрежовата наука

Мрежовата наука **изучава** сложни мрежи: телекомуникационни, компютърни, биологически, когнитивни, семантични, социални и др.

Елементите в тези мрежи се представят като **възли** (или **върхове**), а връзките между тях - като **ребра** или **дъги**.

Методиката на изучаването на обектите и връзките между тях се базира на **различни области от науката**: **математика** - теорията на графите, ТВМС и др.; **физика** - статистическа механика, електротехника; **компютърни науки** - data mining и визуализация на информацията; **социология**.

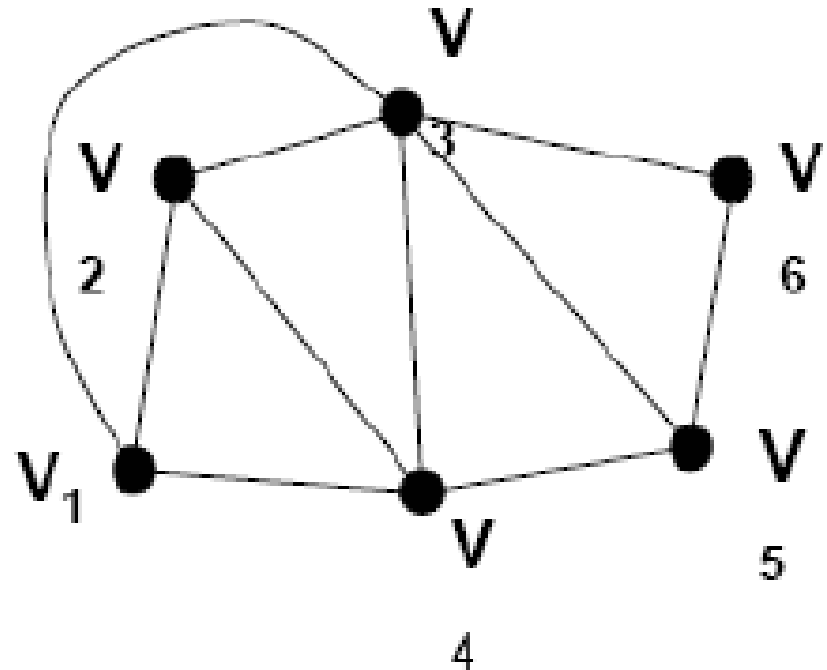
United States National Research Council дефинира мрежовата наука: "учение за мрежово представяне на физически, биологически и социални явления, водещо до предвидими модели на тези явления."

Граф и мрежа

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

Елементите са **върхове** (**vertex**), а връзката между два върха е **ребро** (**edge**).

В компютърна мрежа - **компютрите** и **свързващите ги комуникационни канали**.

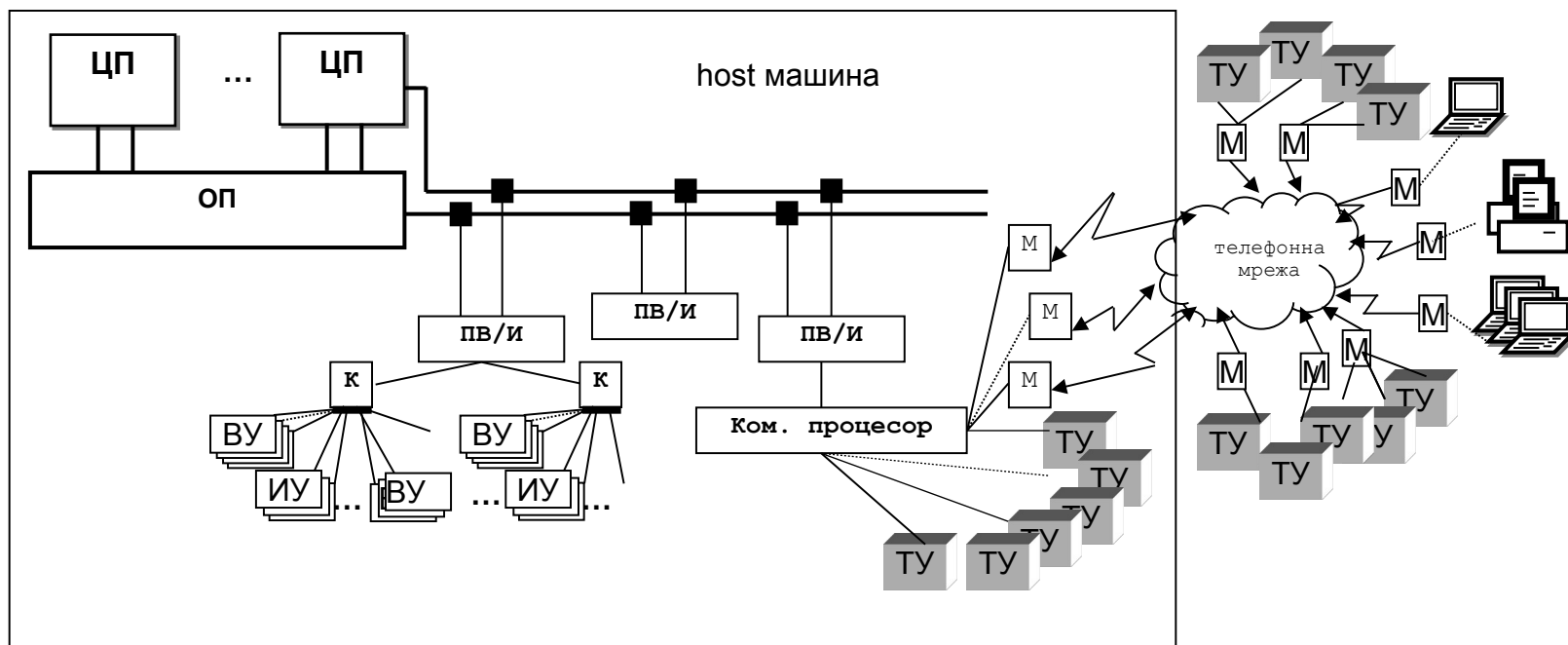


Класически проблеми, които решава мрежовата теория:

1. Най-късият път (**Shortest Path Problem**) — Кой е най-късият път (по стойност) между два възела в граф?
2. **Мрежов поток** — Има ли даден път достатъчно капацитет да поеме потоците, които се "вливат" във всеки възел по този път?
3. Съвпадението (**Matching Problem**) — Дали даден граф съдържа две или повече съвпадащи си независими едни от други множества от ребра?
4. Анализ на най-критичния път (**Critical Path Analysis**) — В една система с взаимно зависими дейности кой е най-дългият път, обусловен от тези зависимости.

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 е с йерархична структура с централизирано управление.

В компютърните мрежи имаме разпределяне на управлението между съставлящите я компоненти.

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 (виртуални процесор, памет, дисково пространство).

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

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

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**)

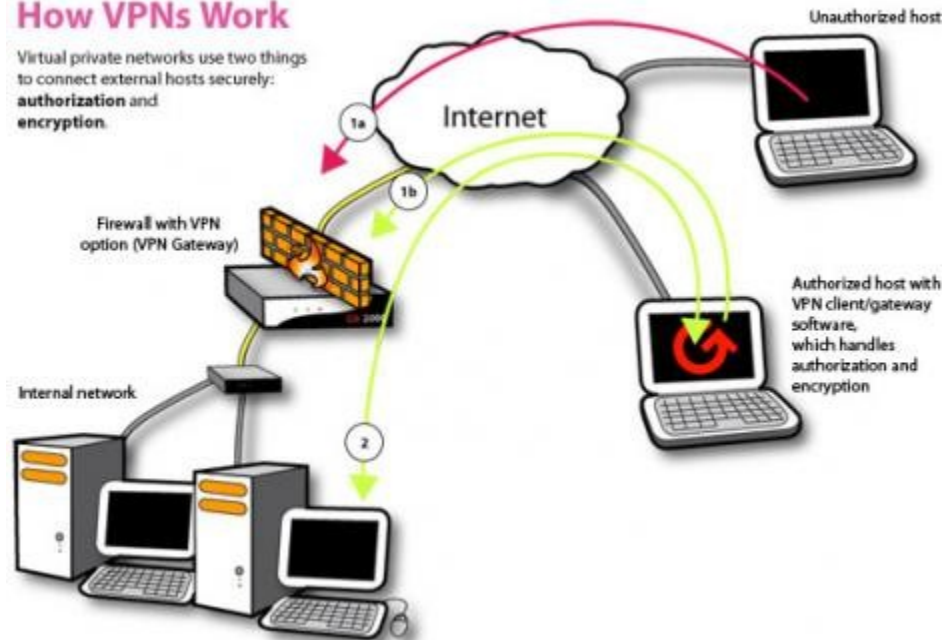
Регионална (Wide Area Network - **WAN**) – страна, континент; по-общо казано – външната връзка на една локална мрежа (напр. WAN порта на WiFi рутер)

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

VPN - пример

How VPNs Work

Virtual private networks use two things to connect external hosts securely: **authorization** and **encryption**.



Класификация на мрежите

Основните типове мрежи се определят въз основа на:

- Режим на предаване на данните:

Предаване до всички (общодостъпно – **Broadcast**). Прилага 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.;

- Физически размер на мрежата;
- Юридически права.

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

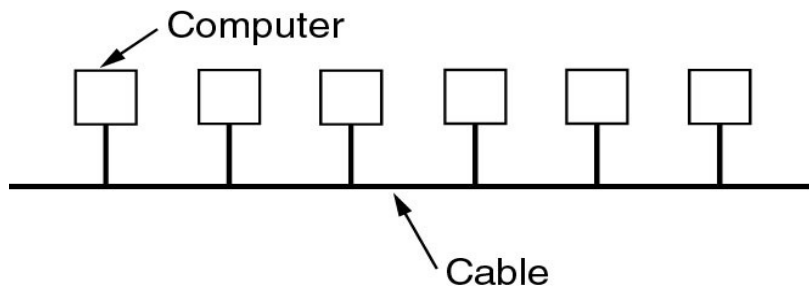
Имаме ли права върху земята, върху която се изгражда мрежата:

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

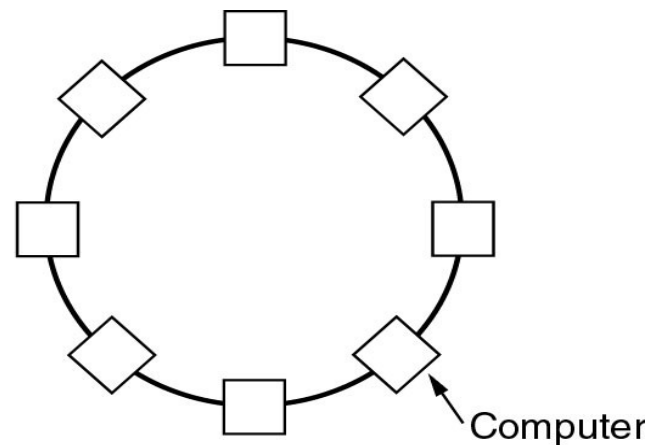
В днешно време това е **основния критерий**:

- **имаме** уеднаквяване (**конвергенция**) в скорости, технологии. Погледнете **LAN** и **WAN** портовете на WiFi рутерчето – напълно са **еднакви**.

Локални мрежи



(a)



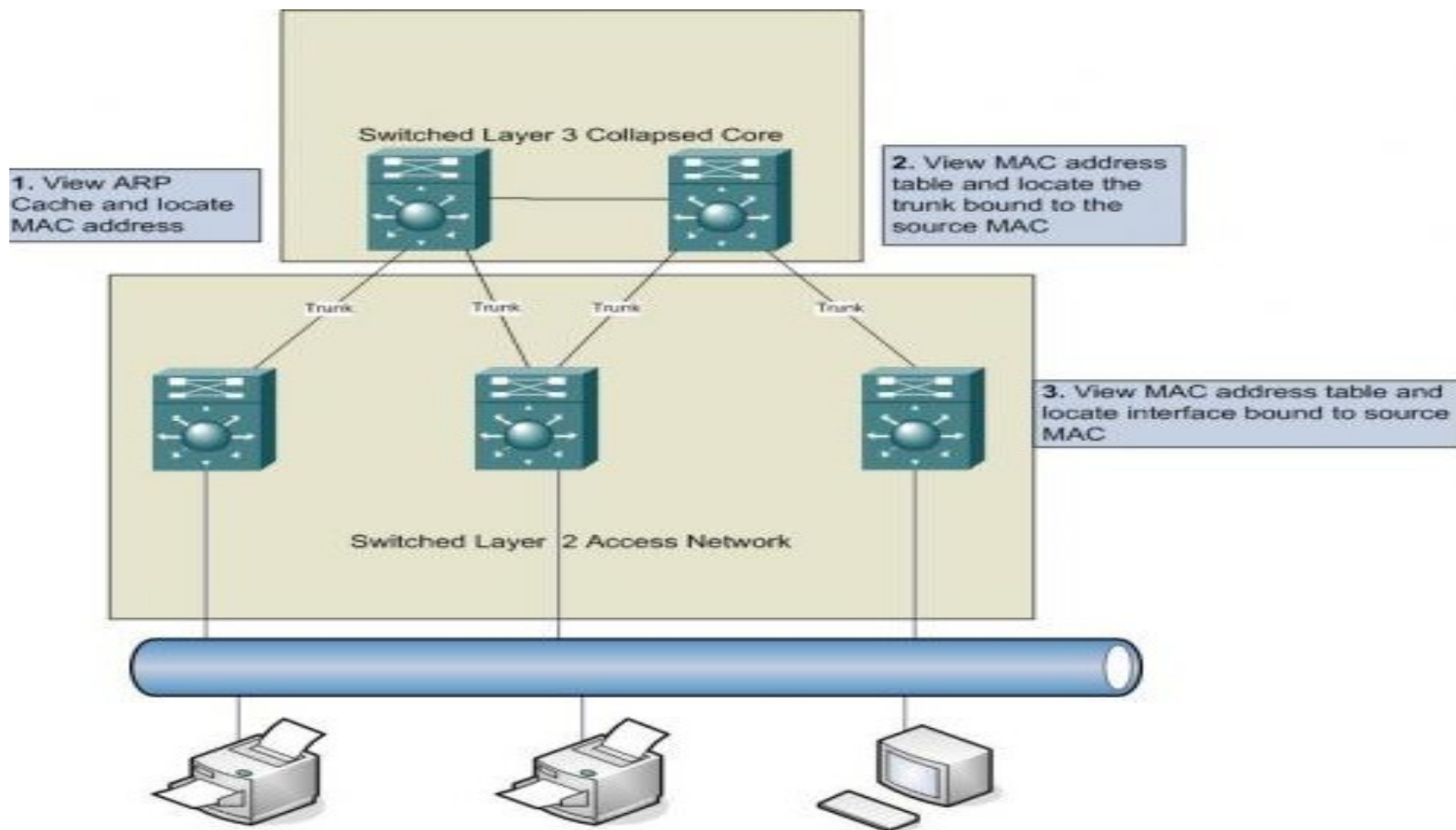
(b)

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



Metropolitan Area Networks (MAN)

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

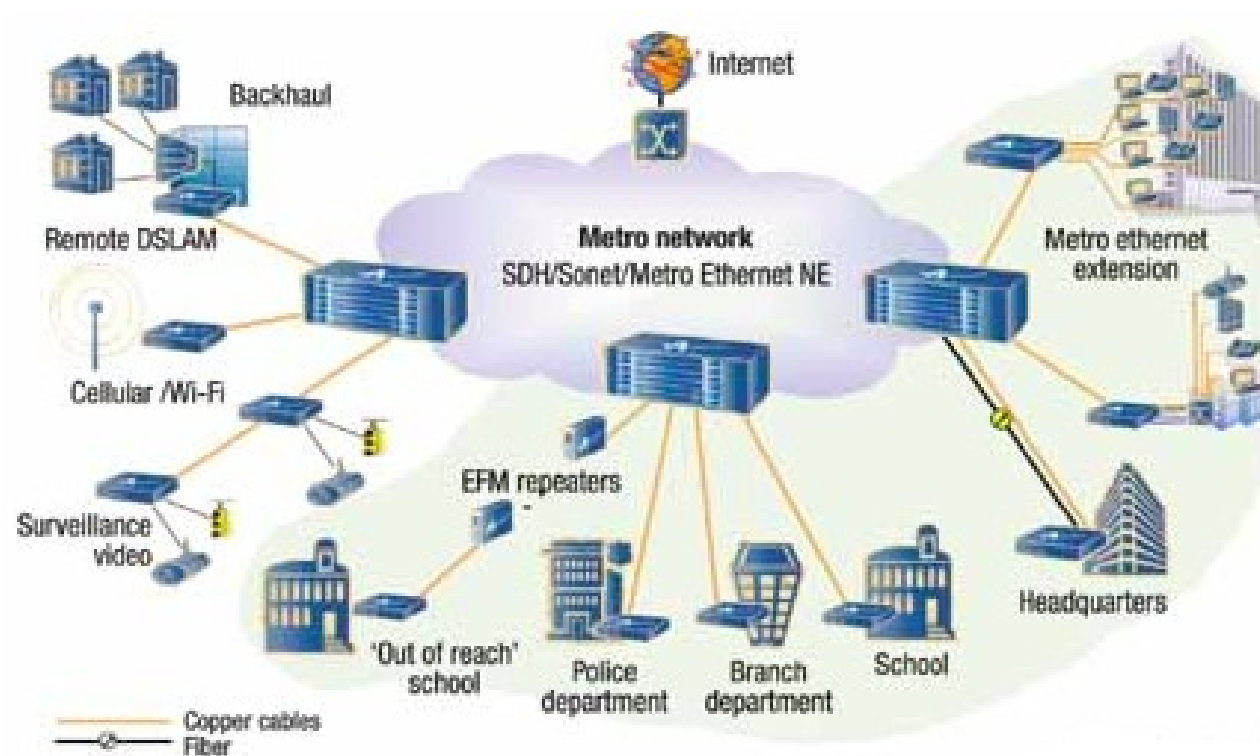
Съобщителна среда е оптически кабел. Използва инфраструктурата на телеком и кабелни оператори и технологията **switched Ethernet**. Затова се нарича още **Metro Ethernet**.

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

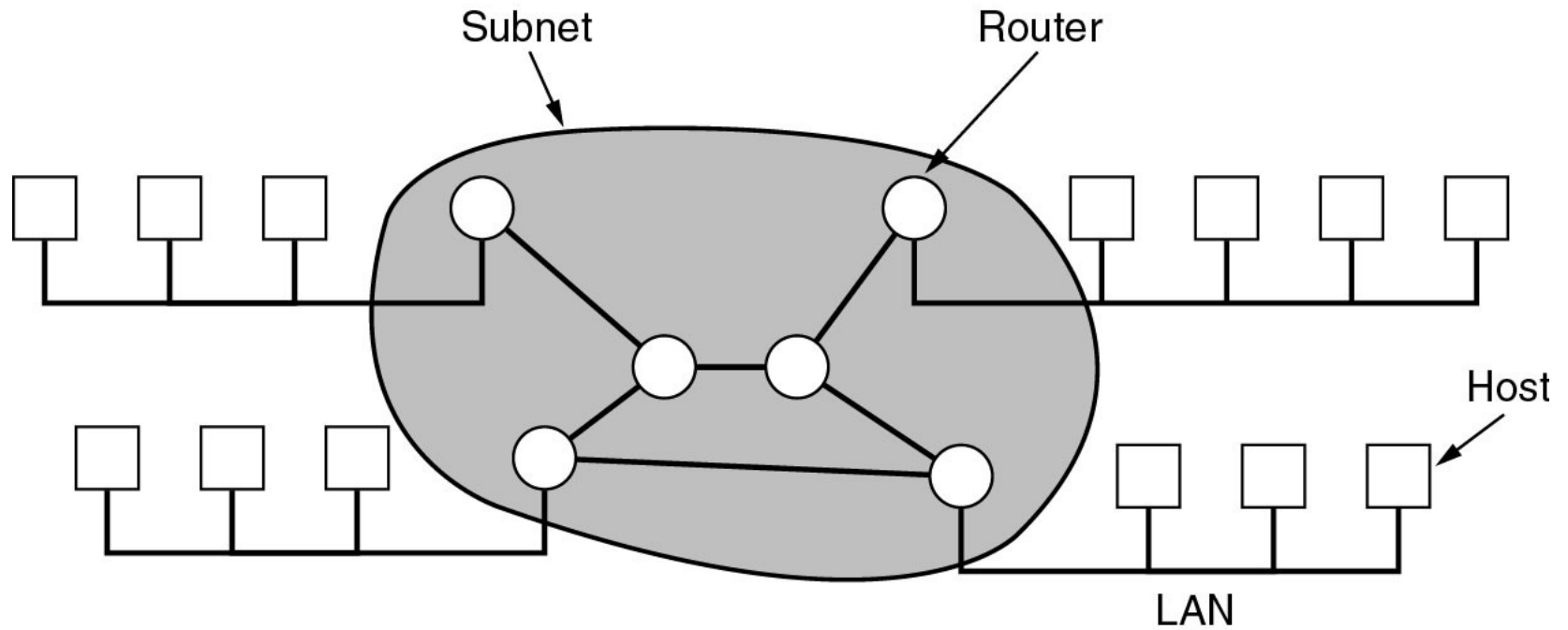
Хостове или LANs се свързват с помощта на **комуникационна мрежа** – собственост на телеком или I(Network)SP.

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 (Fiber Optics – FO), вече преобладават; безжични – радиорелейни и сателитни - (Wi)reless.

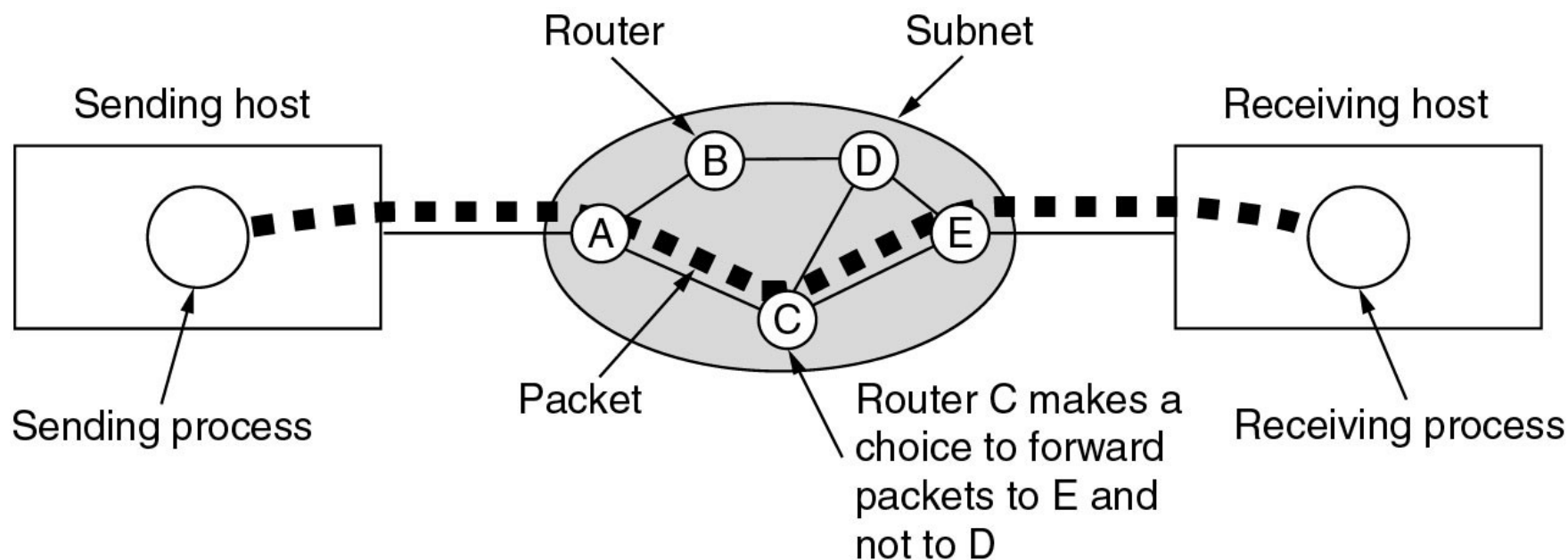
Комуникационни устройства – с два или повече интерфейси към съответни линии. Приема пакет на даден интерфейс, взема решение по коя линия да го препрати и го превключва към изходящ интерфейс (линия). Т.е...

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.

Модели на комуникация между процеси в мрежите. Клиент-Сървър.

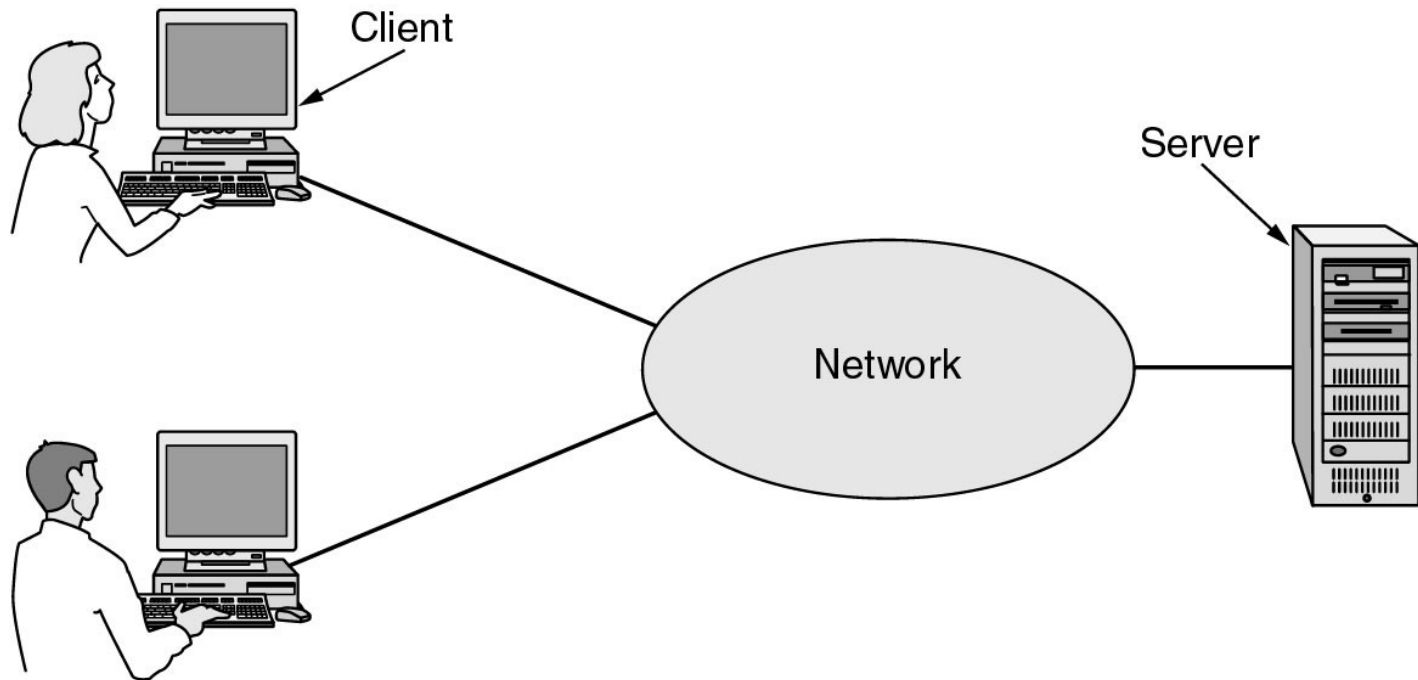
Разпределено използване на ресурсите – напр. обща Б.Д. или общ принтер (скъпо удоволствие за всяко бюро, даже inkjet от 100 лв., но скъп консуматив)

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.

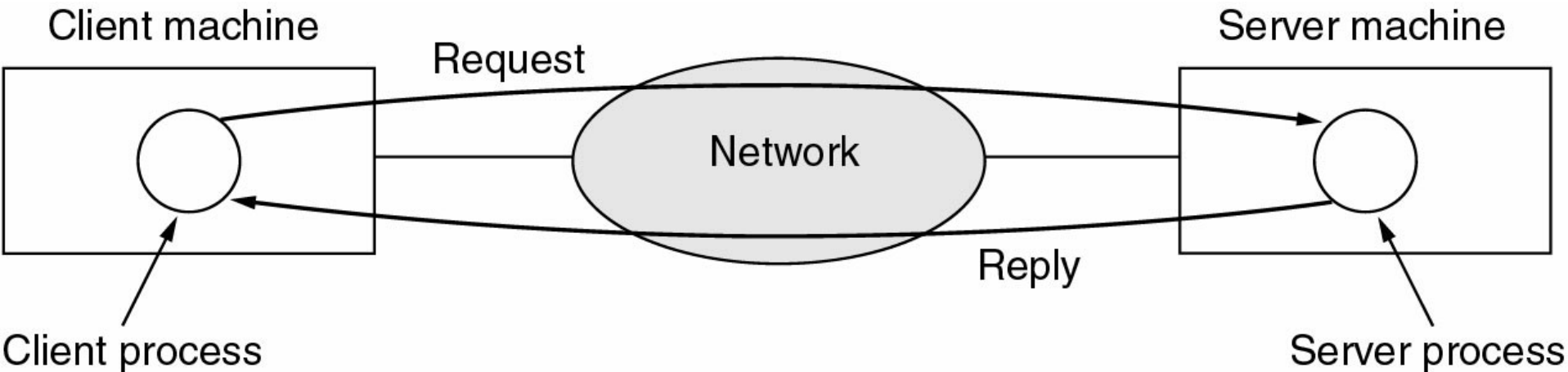
Модел Клиент-Сървър



Мрежа от два клиента и един сървър

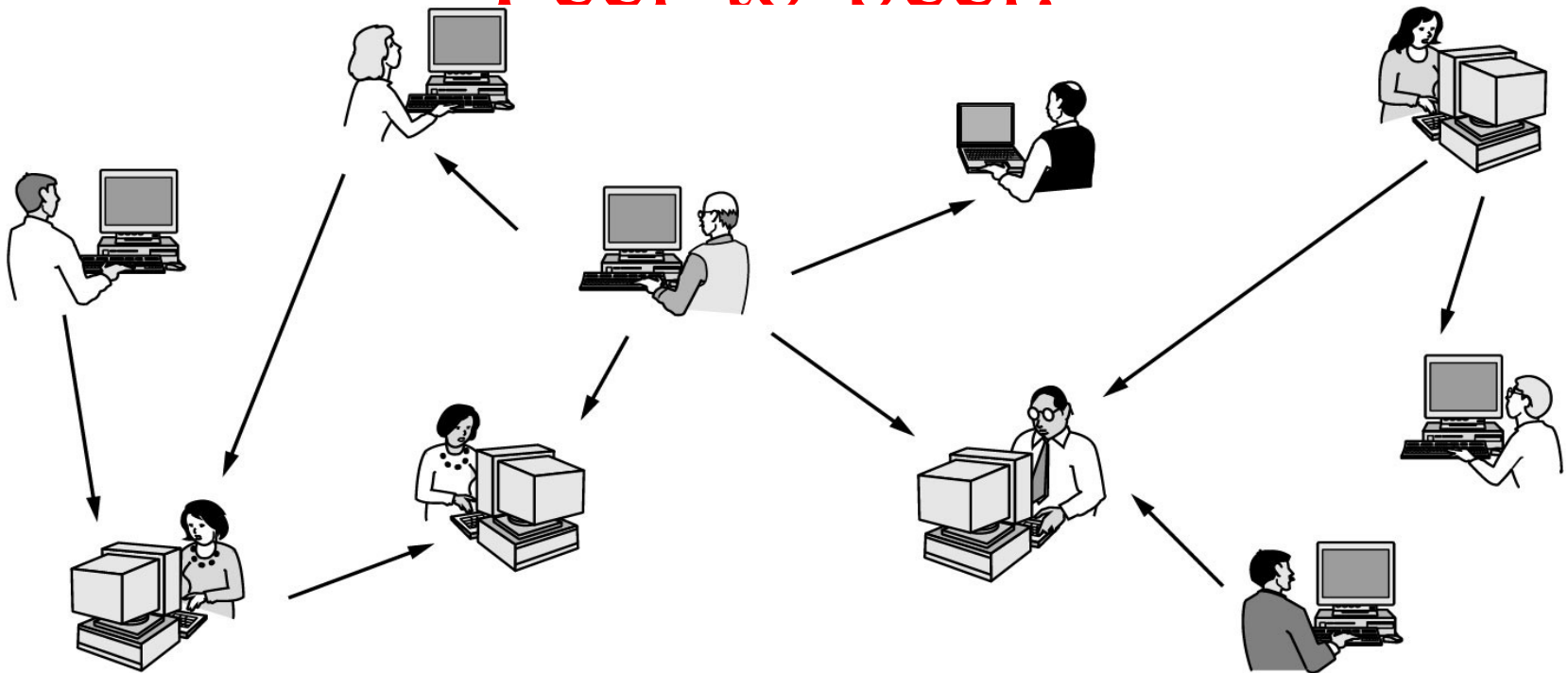
Модел Клиент-Сървър

- 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.



Модели на комуникация.

Peer-to-peer.

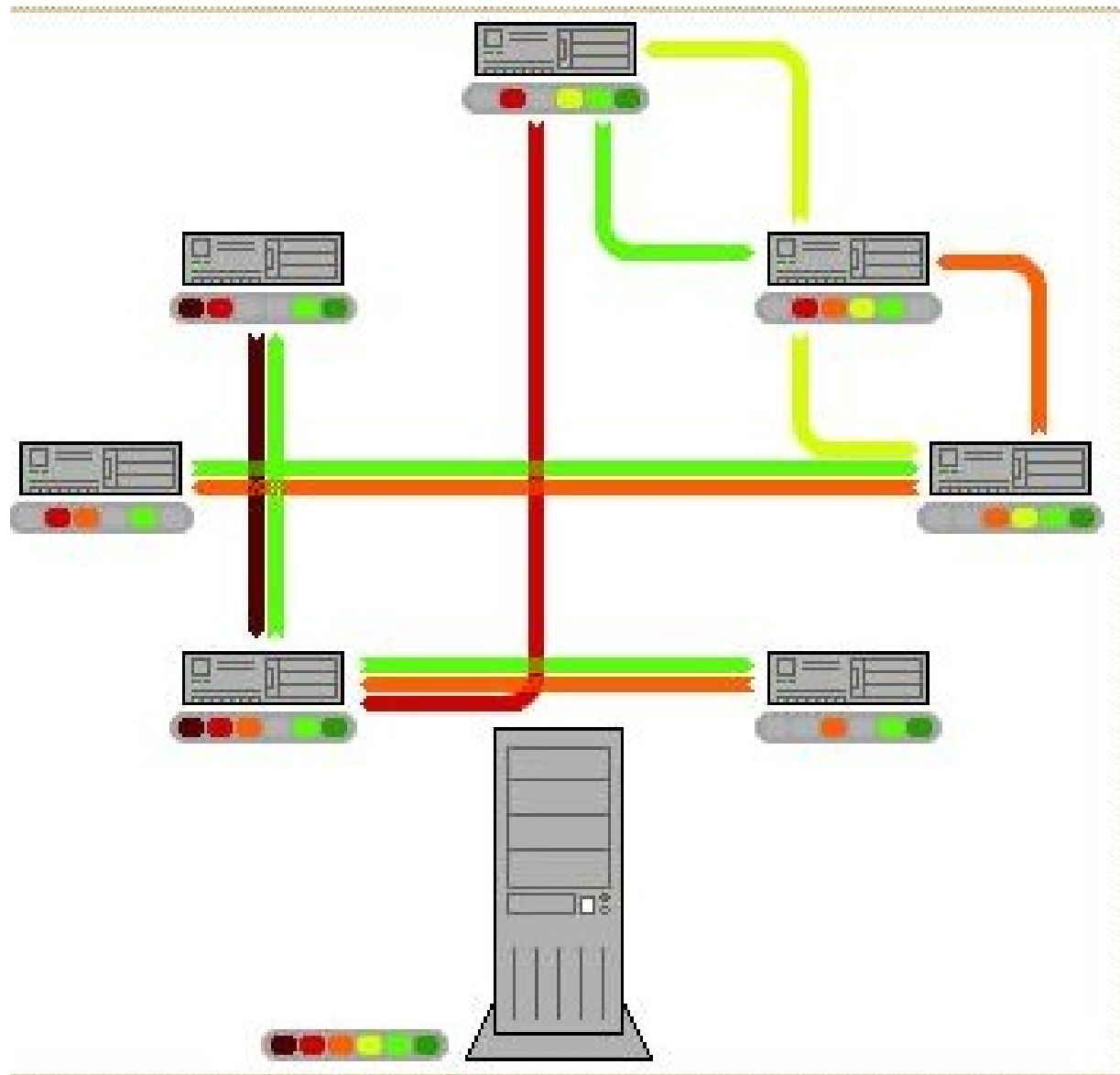


Система с равностойни клиенти **peer-to-peer (P2P)** - няма фиксирани клиенти и сървъри.

Напр. File Sharing (споделяне на файлове) между Windows машини.

BitTorrent - P2P file sharing протокол за разпространение на големи обеми от данни (най-вече филми).

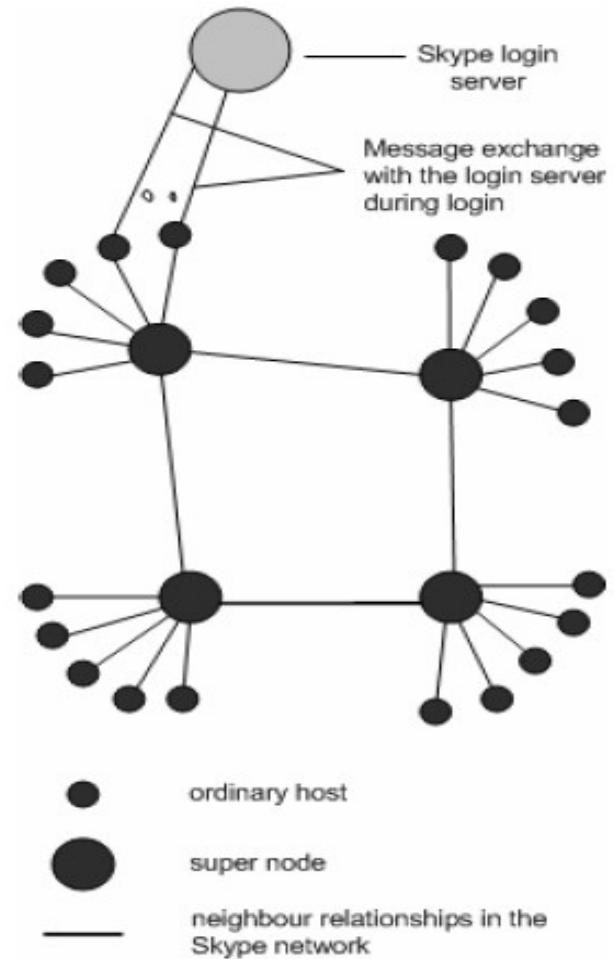
BitTorrent



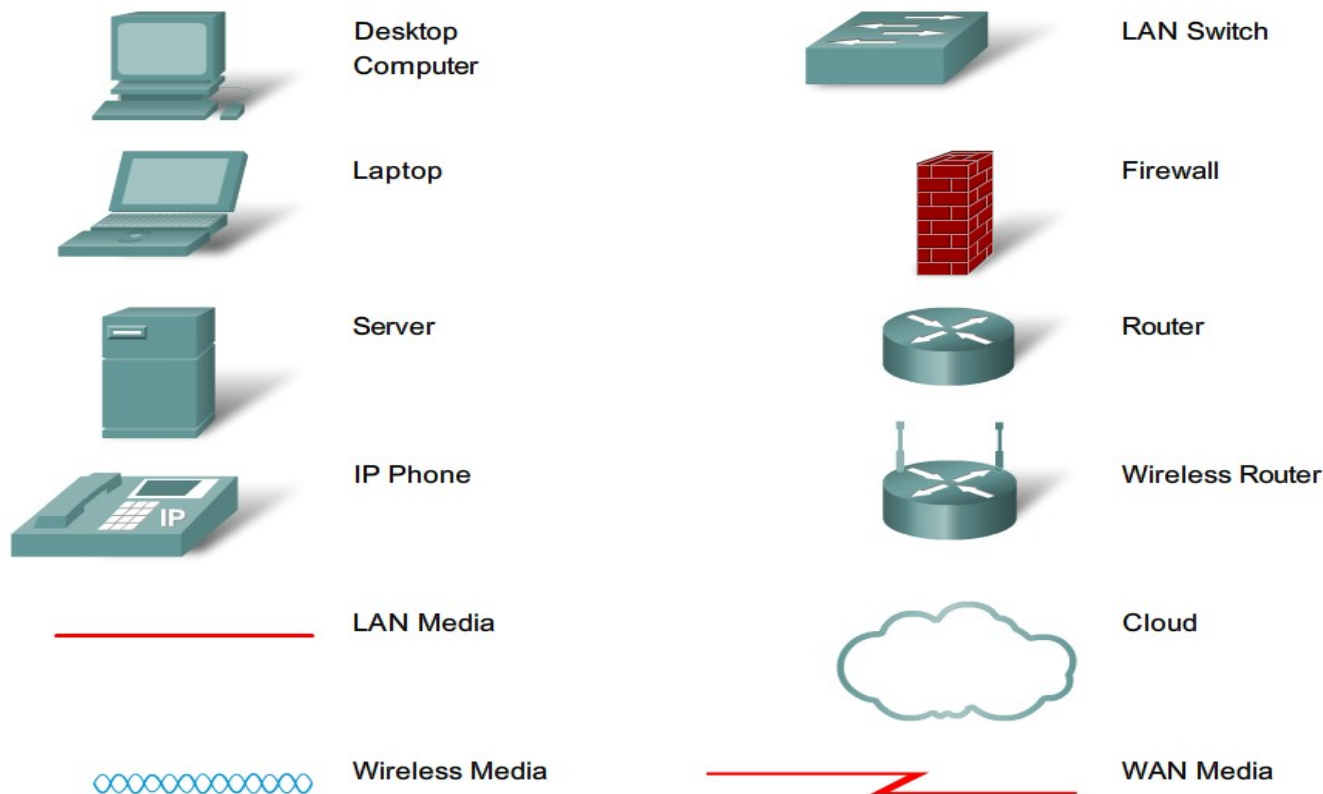
Skype Peer-to-Peer Internet Telephony Protocol

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

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



Мрежов хардуер



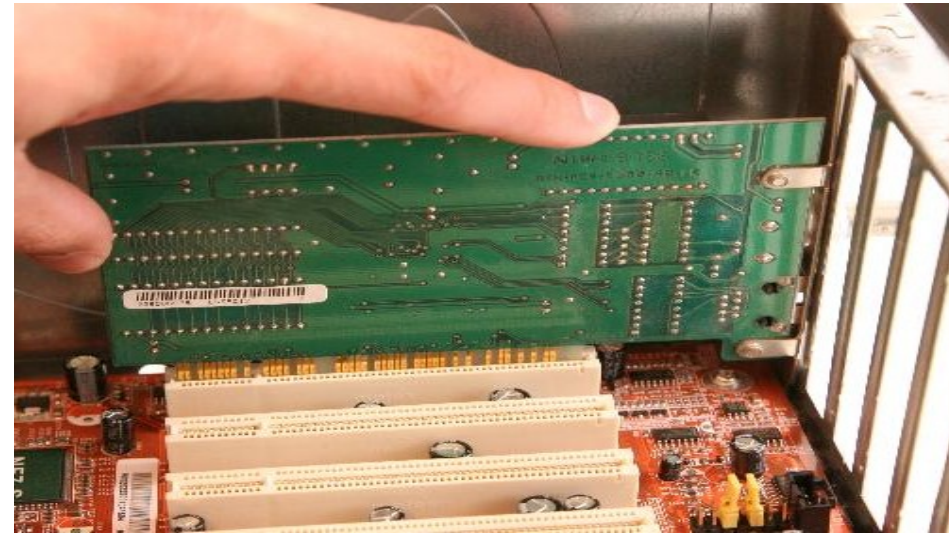
Системни (в ляво) и мрежови устройства (в дясно) и комуникационни среди:

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

Безжични среди – ефира.

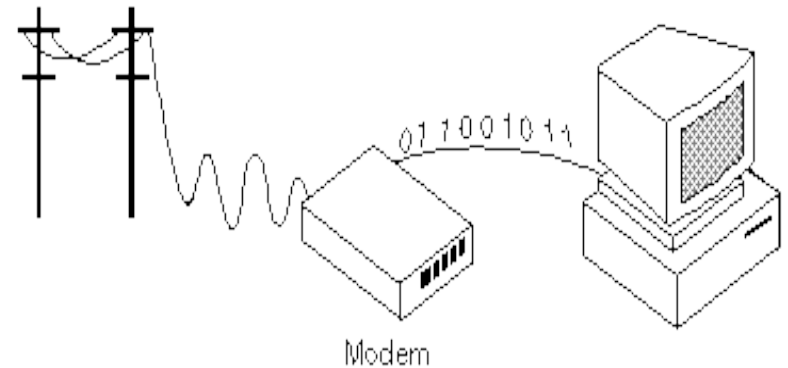
Мрежов хардуер - адаптери

- PCI карта
- USB адаптер



Мрежов хардуер – модеми (история)

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



Топология. Лист на Мьобиус.



Топология

Топологията (на гръцки: τόπος – място и на гръцки: λόγος – учение, наука) е раздел от математиката, по-точно геометрията и се занимава с явленията на непрекъснатост, особено тези, които остават непроменени при деформации. Тя изследва начините, по които фигурите се деформират, без да променят основните си елементи.

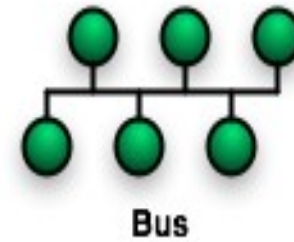
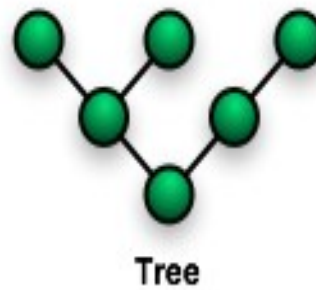
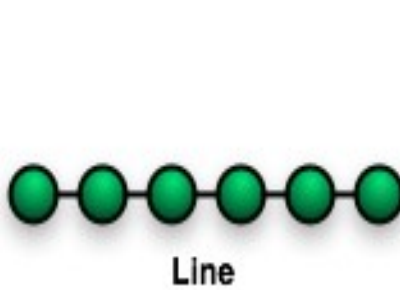
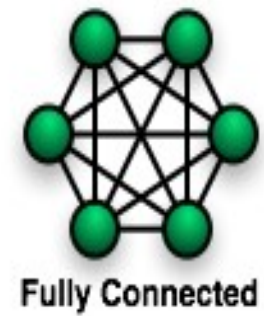
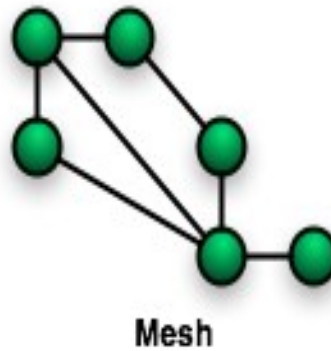
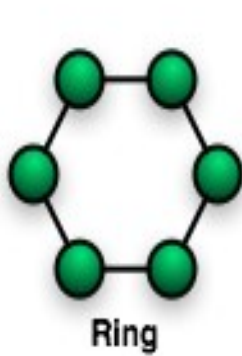
Мрежова топология

Мрежовата топология е подредбата и трасирането на елементите на мрежата – връзки, възли и т.н., особено за физическите и логическите взаимовръзки между отделните възли.

Логическата се определя 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 физическо 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*).

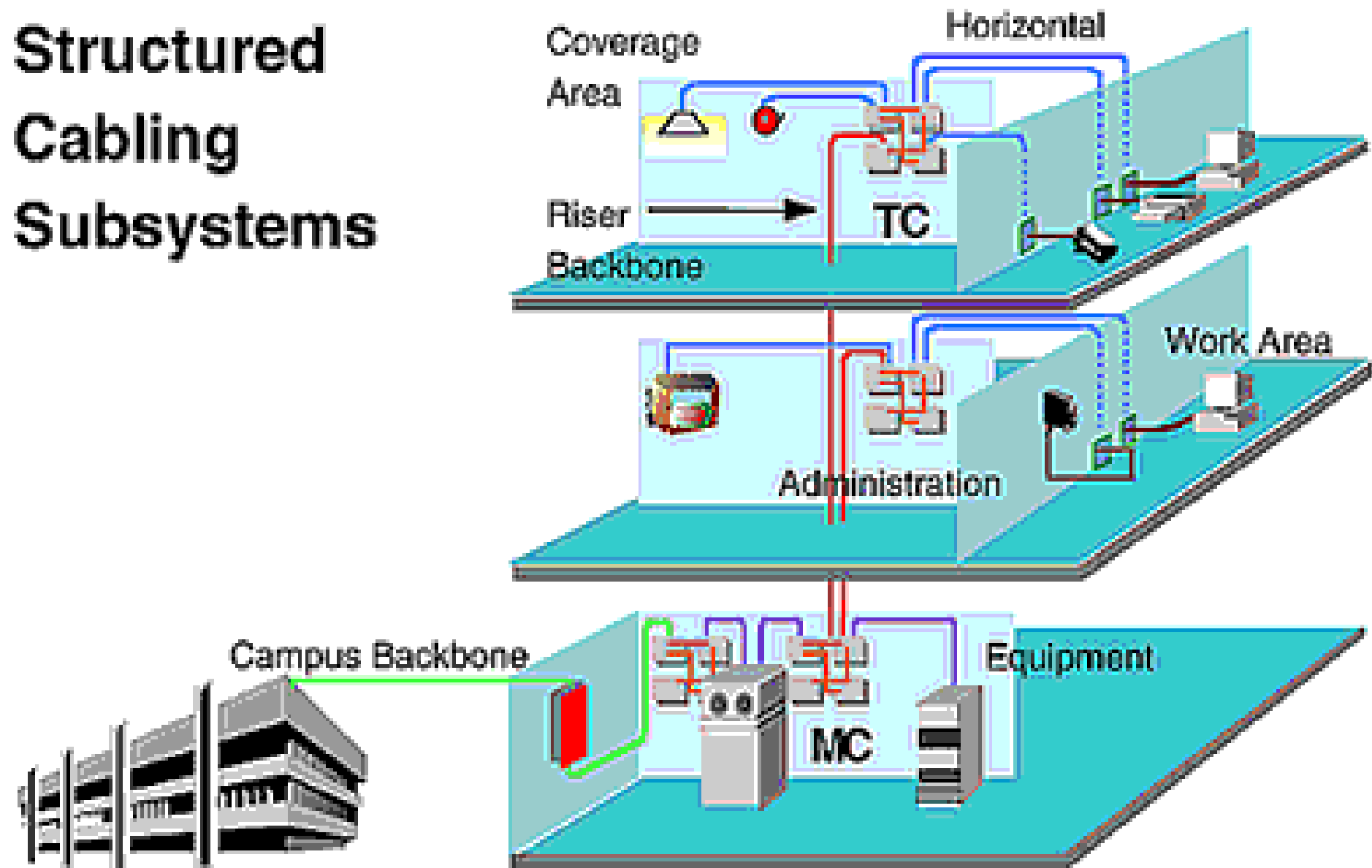
Кръгова (ring) – възлите са свързани в кръг. Пример: логическата топология на LAN Token Ring и FDDI, но физическата топология може да бъде звезда (централен възел MAU в IBM TR) или шина (3Com TR).

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)

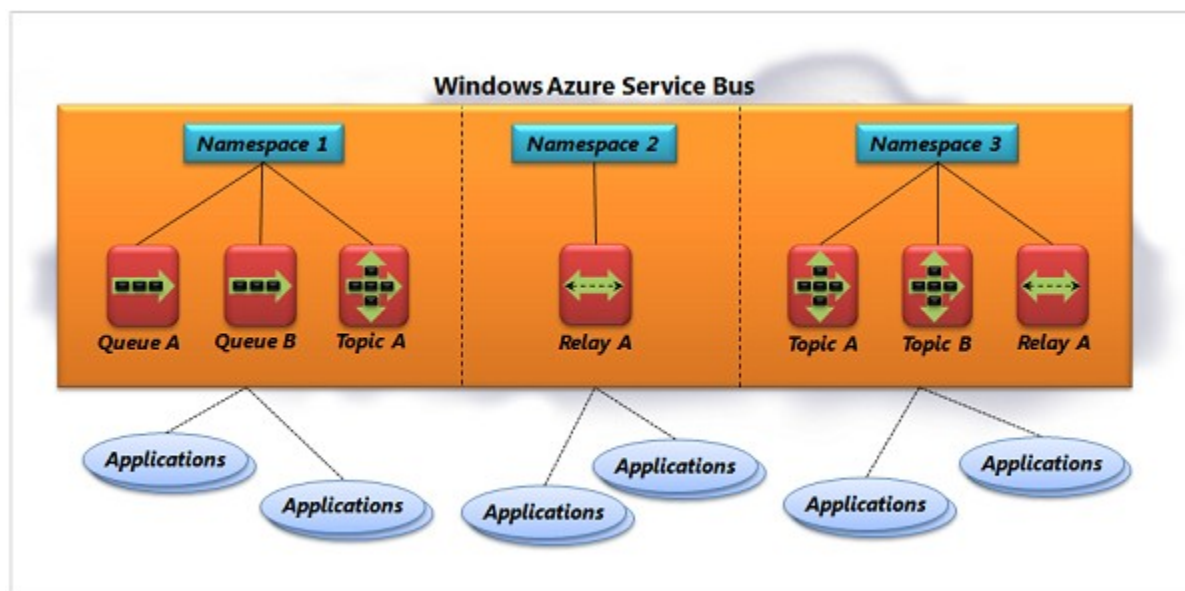
Structured Cabling Subsystems



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 Activities Board (**IAB** - RFC 1160) включващ два подкомитета: изследователски – **IRTF** (Internet Research Task Force - <https://irtf.org/>) и законодателен – **IETF** (Internet Engineering Task Force)

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.

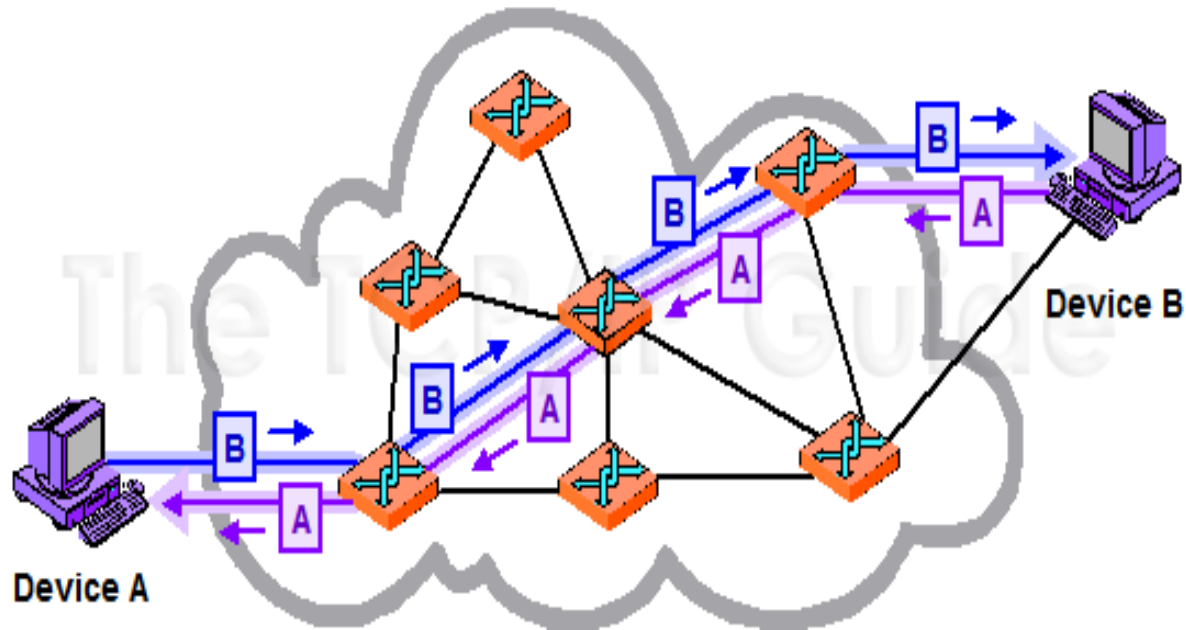
Предаване на съобщения в компютърните мрежи

Междупотребителите в мрежата информацията се обменя на части – **съобщения**.

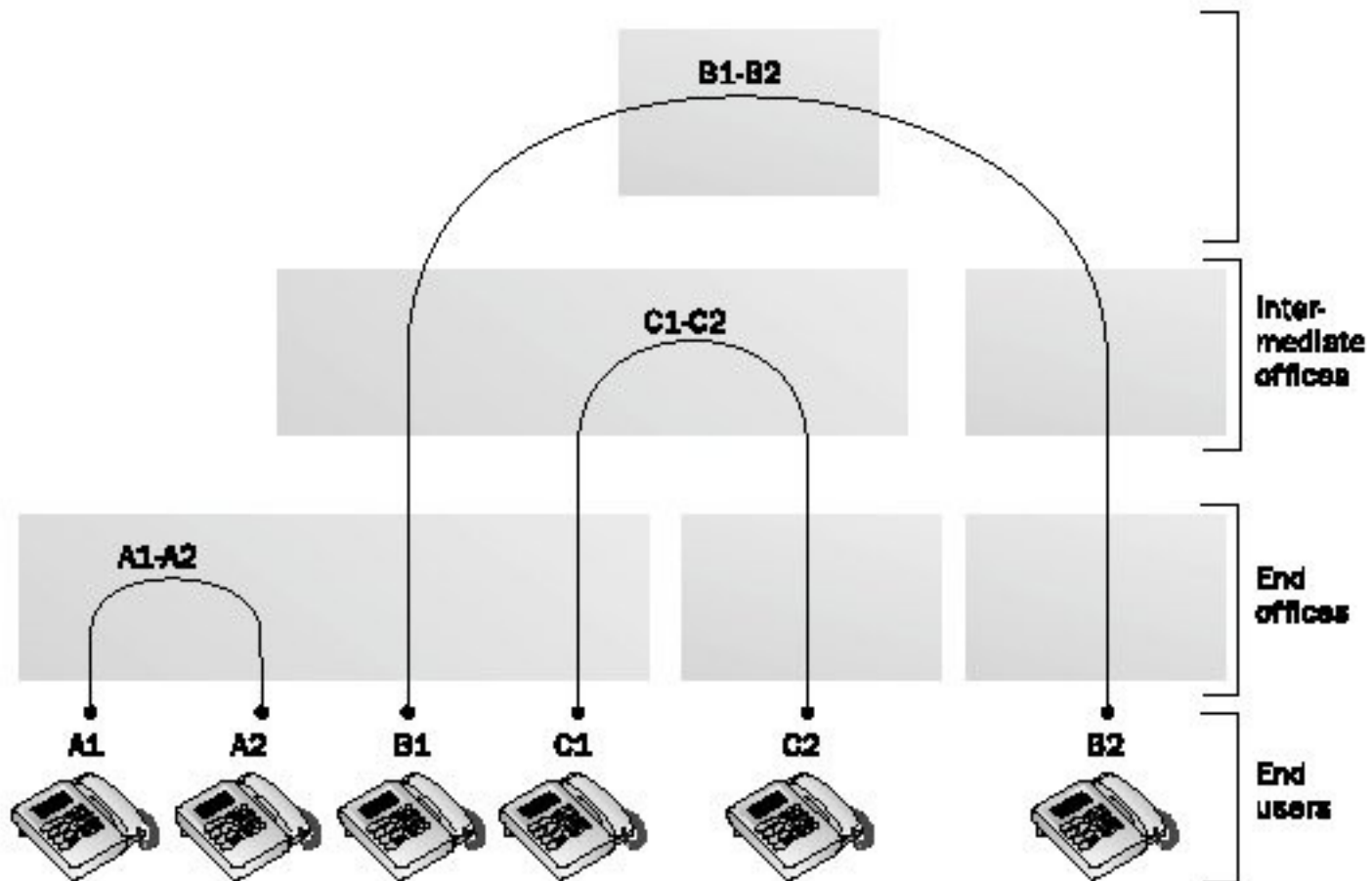
В зависимост от начина на предаване на съобщенията от подател до получател (източник-приемник):

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

Комутиция на канали

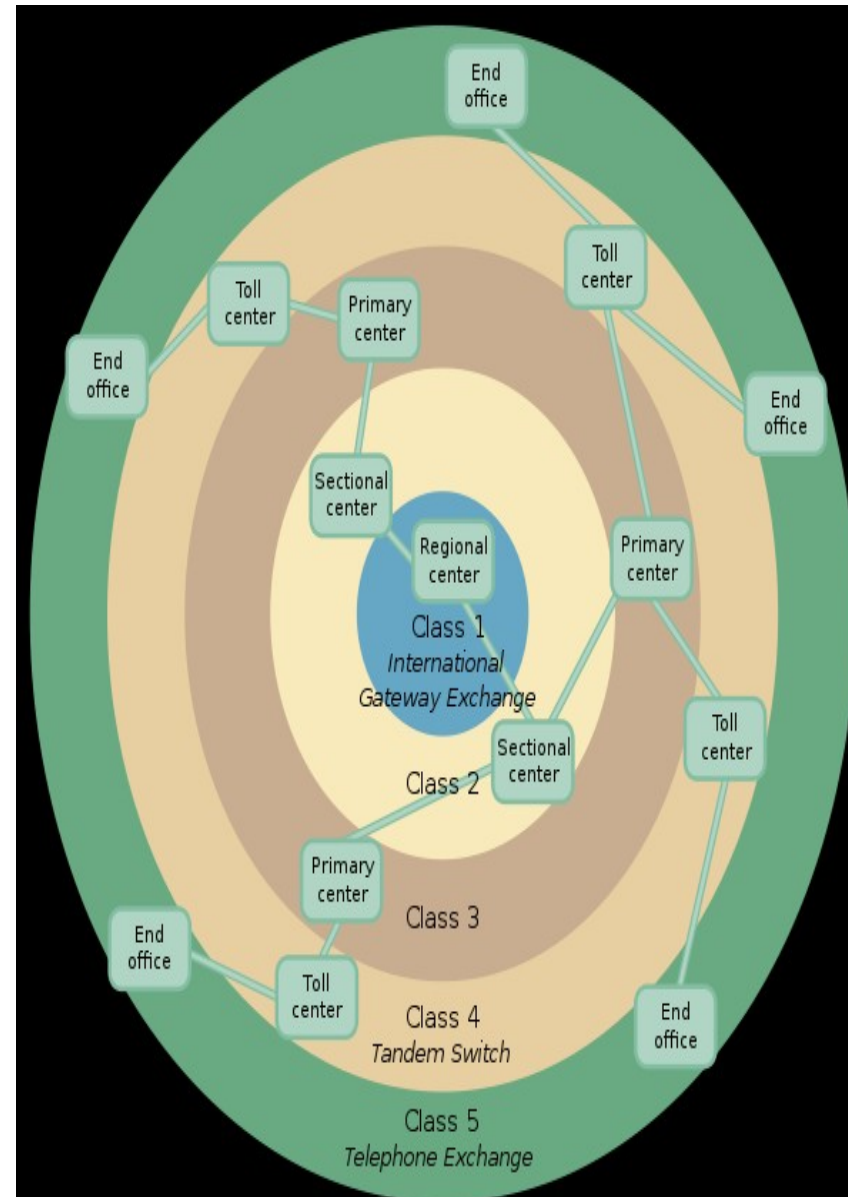


Комутиция на канали



Комутация на канали

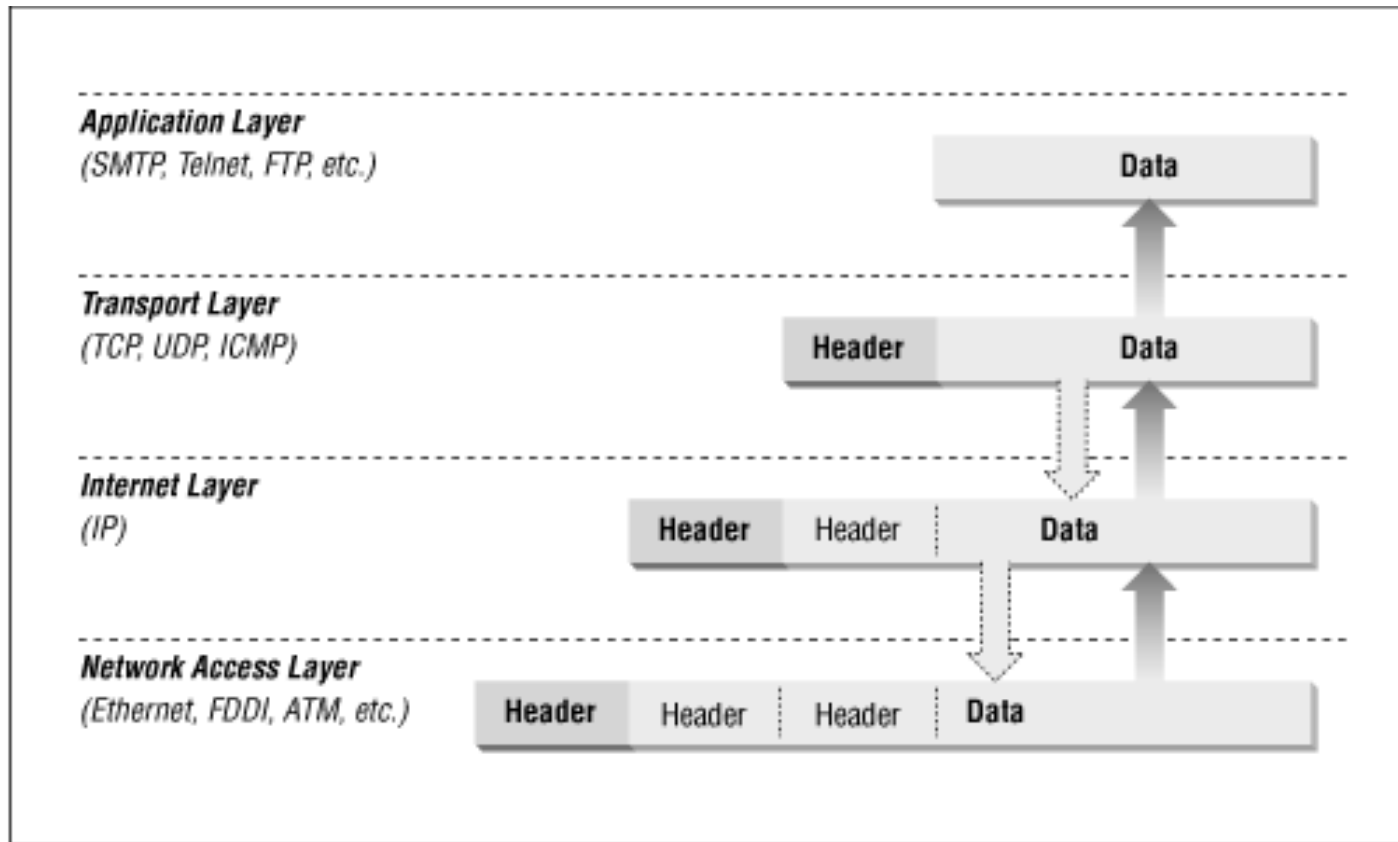
- Установява се физически канал между източник и приемник, по който се предава едно съобщение.
- След предаване на съобщението източникът освобождава канала.
- Подобен принцип в телефонните мрежи. След набиране на номера се нащракуват релета (електромеханични или електронни) в централите по пътя до набираната 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...

Как се формира пакета



Как се формира пакета

Приложният процес генерира т.нар "**raw data**" (оригиналните данни) - **поток от байтове**, който се разделя на отделни "порции" (**chunks**) с точно определена дължина, примерно **1460 байта**. По-нататък ще обясним защо е точно така.

Транспортният слой добавя към всеки chunk служебна информация (**header**) - 20 байта и се формира **сегмент** или **дейтаграма**.

На по-долния **мрежов слой** IP протоколът добавя към всеки сегмент или дейтаграма **IP header** - още **20 байта** и се формират **пакетите** с еднакви дължини от 1500B. Тези пакети "пътуват" самостоятелно в мрежата, като се направляват (комутират) от специални мрежови устройства - маршрутизатори (рутери).

Най-накрая слой за достъп до комуникационната среда поставя свой хедър, отразяващ особеностите на съответната физическа среда. Така се формира кадъра (фрейм).

Комутация на пакети (Paul Baran)

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).

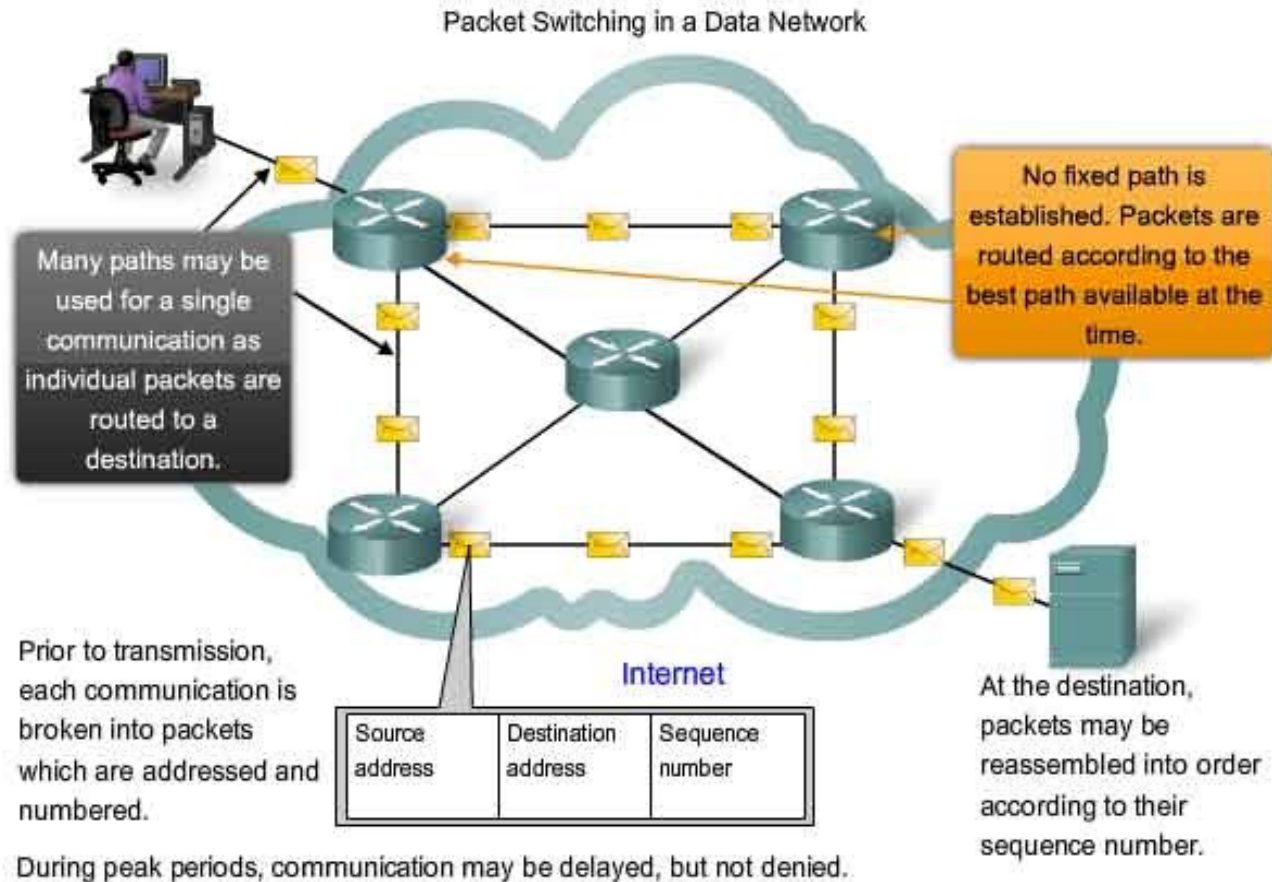
Последните се опаковат като пакети и “пътуват” самостоятелно до получателя, където става възстановяване на оригиналното съобщение (реасемблиране).

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.

Флаш демо: <https://www.youtube.com/watch?v=vSlcoQowe9I>

Комутация на пакети (пример)



Комутиция на пакети vs. канали

