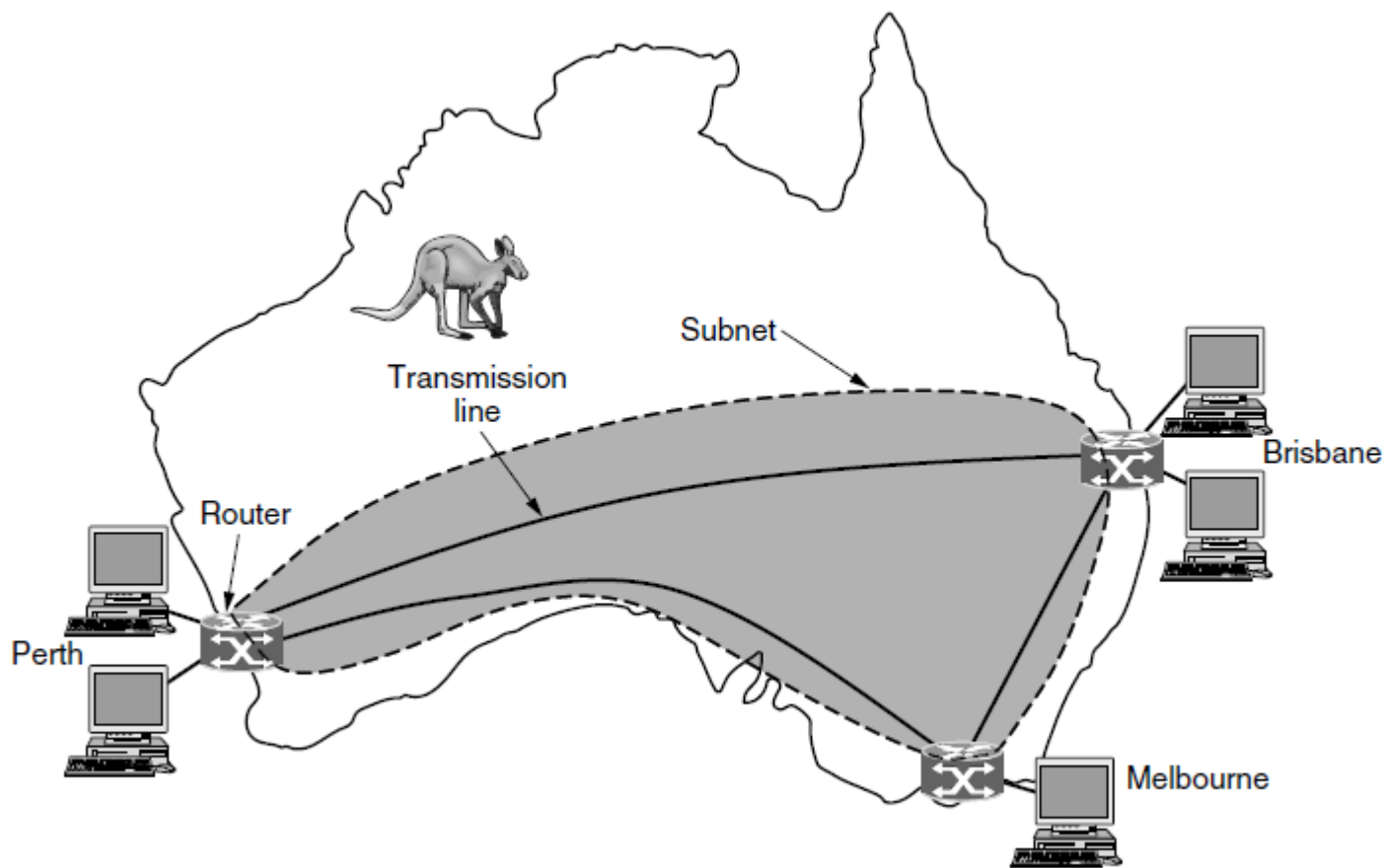


# 1.1.3 Мрежи на пошироко географско подрачје

- Пошироко географско подрачје – држава, континент
- Мрежата ја сочинуваат множество машини (**hosts**) наменети за извршување на кориснички (апликативни) програми
- Host-овите се поврзани со **комуникациска подмрежа (communication subnet; subnet)**, која, обично, е во посед на телефонска компанија или Интернет сервис провајдер (ISP), и се состои од:
  - **Линии за пренос (transmission lines)** – бакарни жици, оптички влакна, радио врски, ...
  - **Елементи за комутација (switching elements)** – специјализирани компјутери (**router** – упатувач, рутер) кои поврзуваат три или повеќе линии за пренос. Кога податоците пристигнуваат на влезната линија, комутаторот мора да избере излезна линија кон која ќе ги проследи понатаму

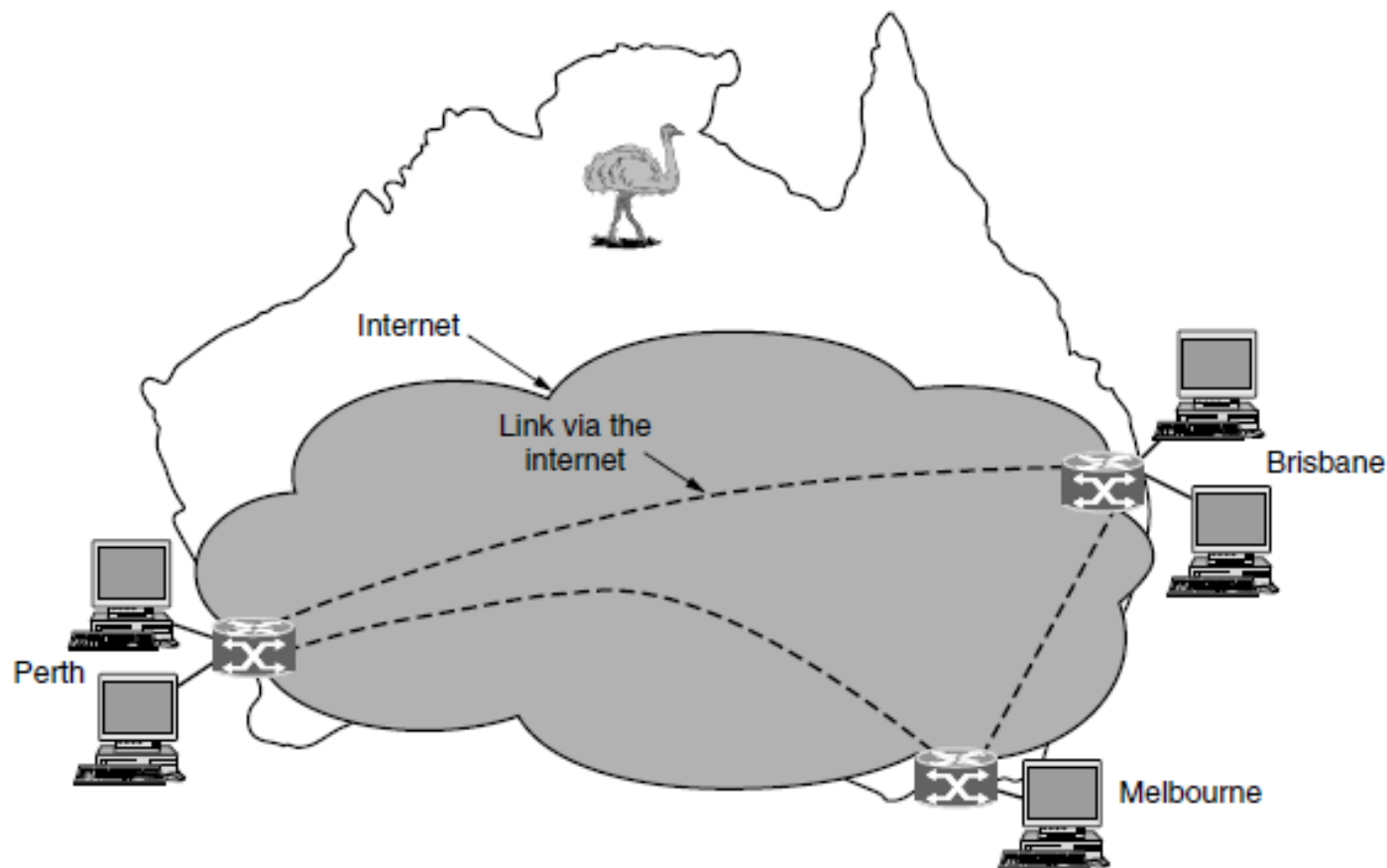
# 1.1.3 Мрежи на пошироко географско подрачје

- Подмрежа со **изнајмени линии (leased lines)** од телекомуникациска компанија



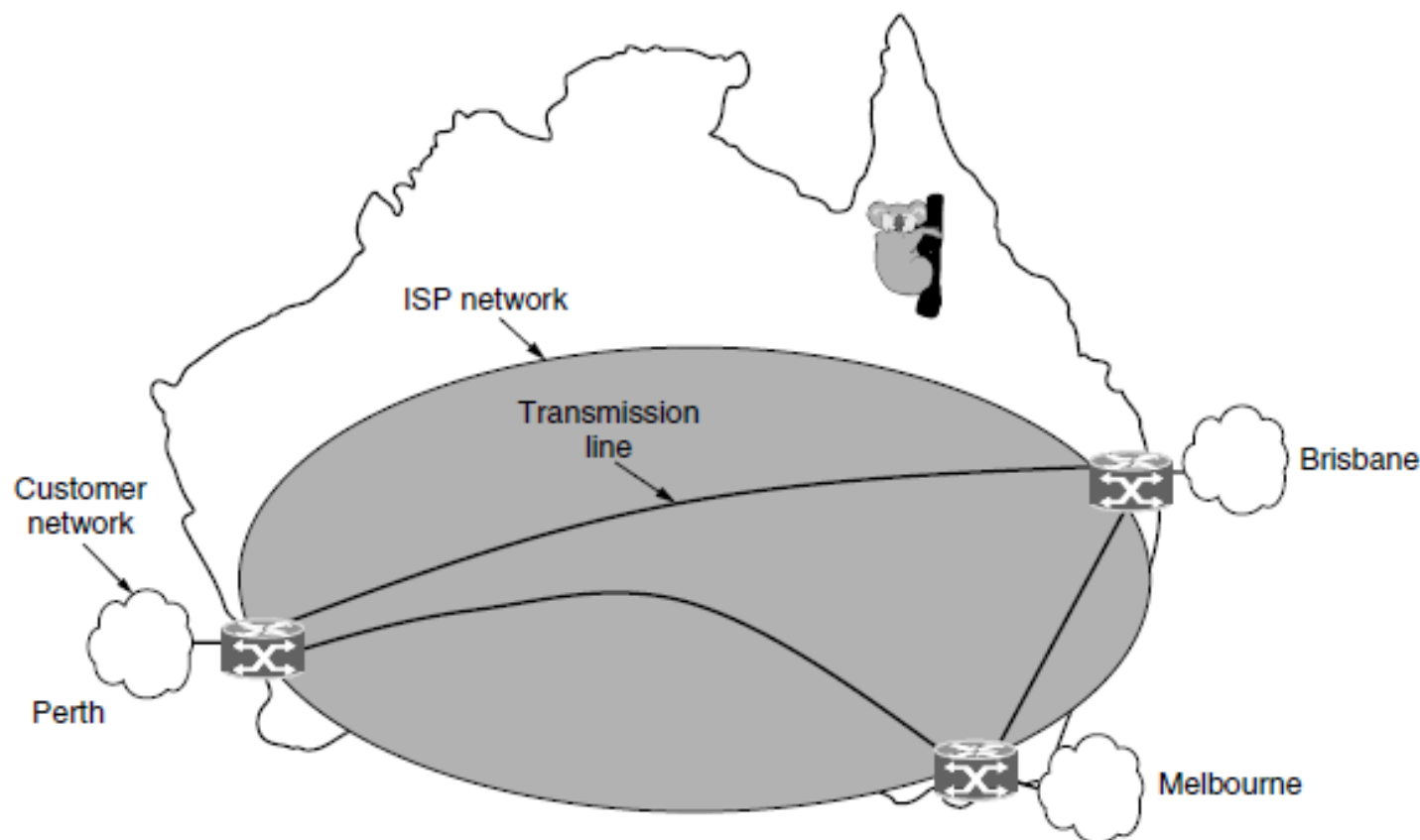
# 1.1.3 Мрежи на пошироко географско подрачје

- **Виртуелна приватна мрежа (VPN)** – врските се остваруваат со „виртуелни“ линкови кои го користат капацитетот што стои во основа на Интернетот

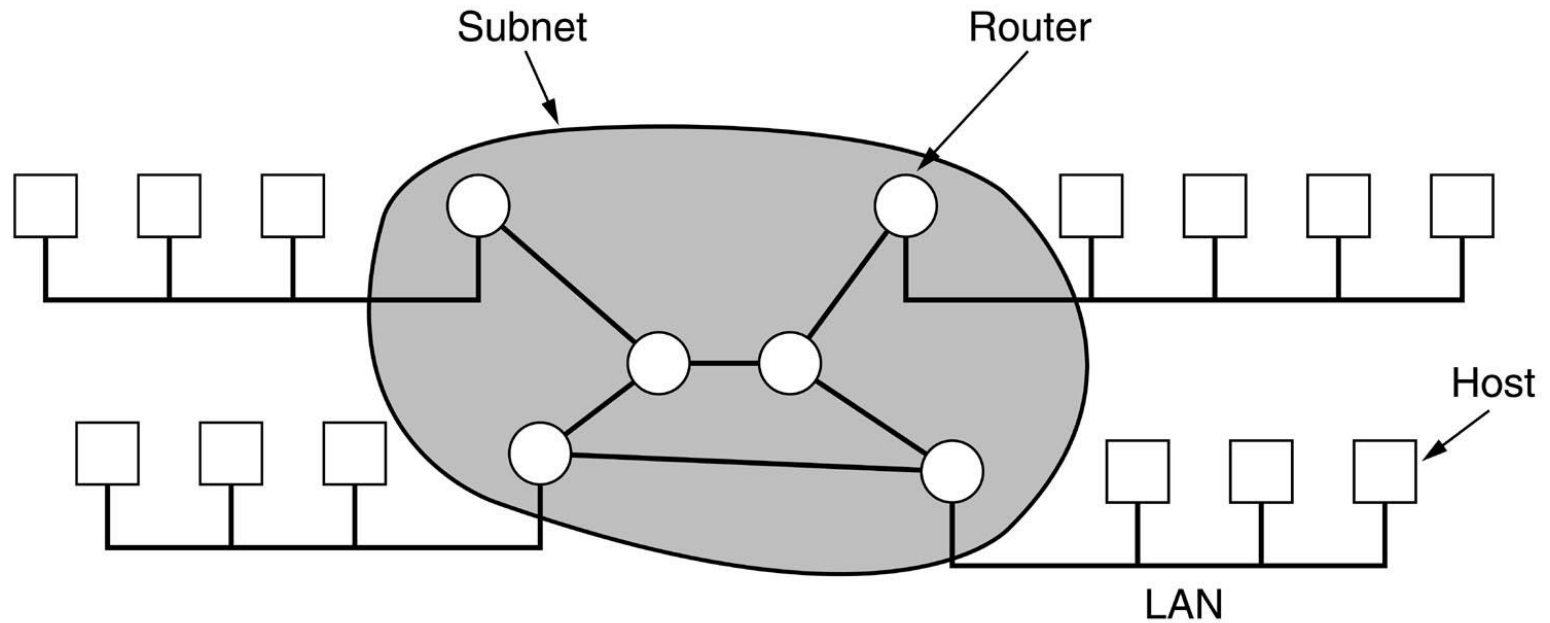


# 1.1.3 Мрежи на пошироко географско подрачје

- Подмрежа која е во сопственост на компанија (оператор) наречена **Network Service Provider** или **Internet Service Provider**



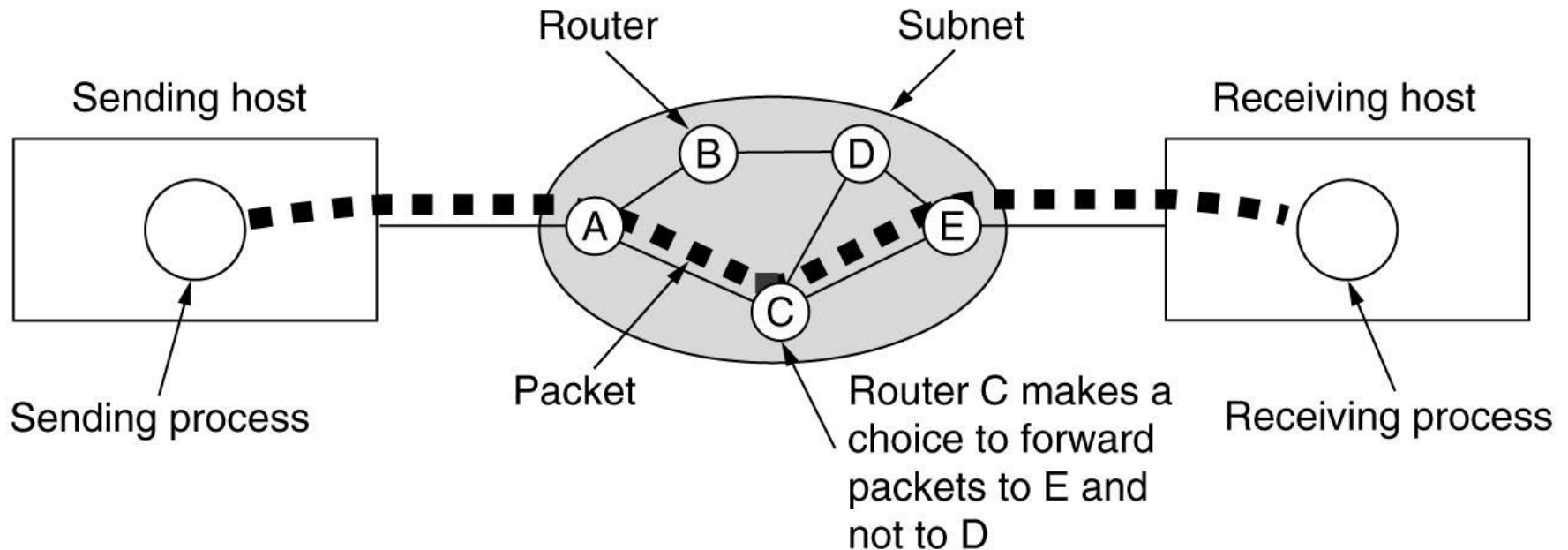
# 1.1.3 Мрежи на пошироко географско подрачје



# 1.1.3 Мрежи на пошироко географско подрачје

- Ако два рутери кои не се поврзани со заедничка линија сакаат да комуницираат, тоа мораат да го направат индиректно (со посредство на други рутери)
- При испраќањето на пакет од еден до друг рутер, истиот се прима во целост во секој попатен рутер, се чува се' додека излезната линија не биде слободна, па потоа се проследува – **store-and-forward подмрежа**, или **подмрежа со комутација на пакети (packet-switching)**
  - Кога пакетите се мали и сите со иста големина, се нарекуваат **клетки (ќелии; cells)**
- Одлуките за упатување (рутирање) се донесуваат локално, во склад со **алгоритмот за упатување (рутирање)**
  - Кога еден пакет ќе пристигне до рутерот А, рутерот е тој што донесува одлука дали ќе го упати пакетот вдоль линијата кон В, или вдоль линијата кон С. Пакетите се пренесуваат индивидуално низ мрежата се' до приемниот host, каде што повторно се составуваат

# 1.1.3 Мрежи на пошироко географско подрачје





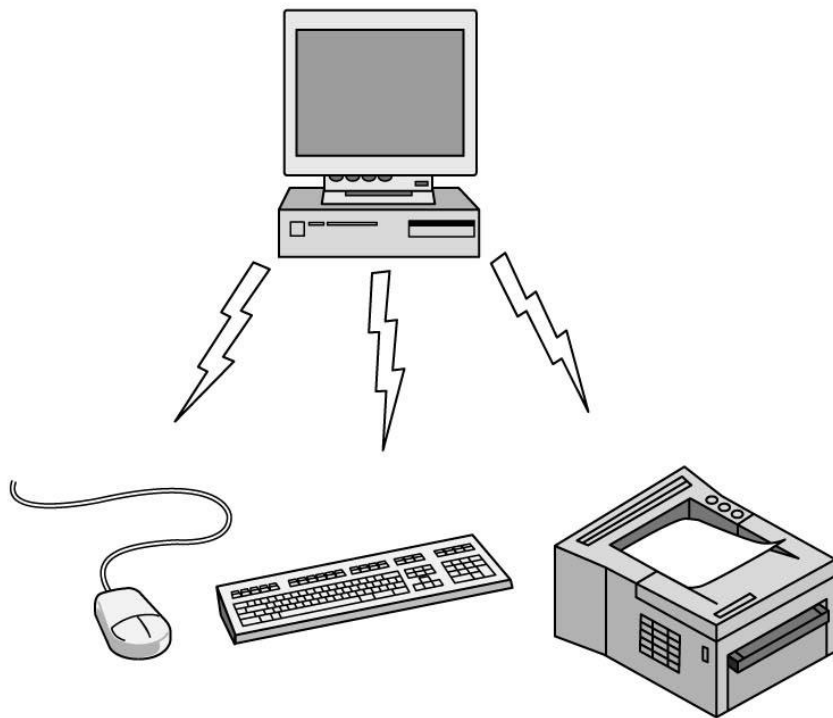
## 1.1.4 Безжични мрежи\*

---

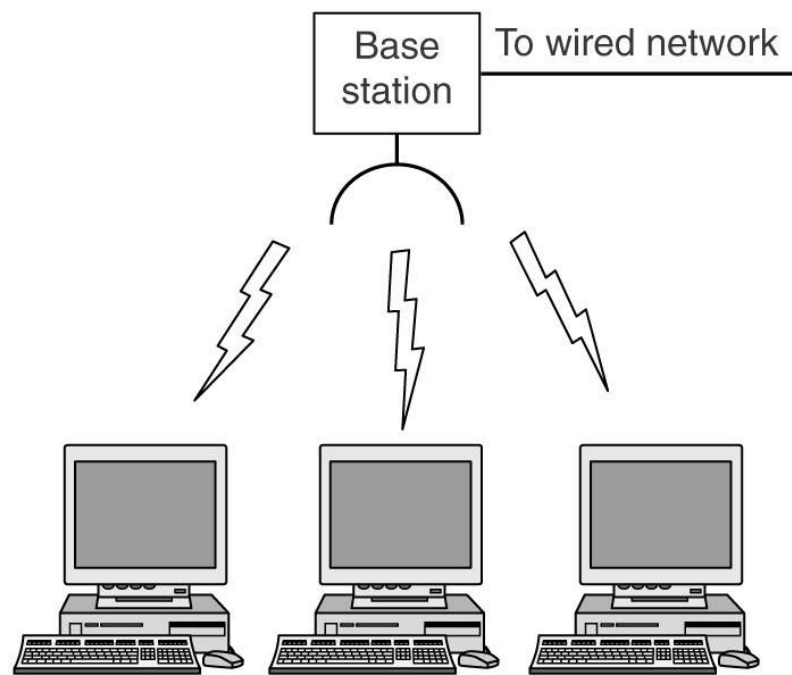
- Три главни категории:
  - Безжични мрежи за системско поврзување (system interconnection)
    - **Bluetooth** (IEEE 802.15, WPAN) - поврзување на компонентите на еден компјутер со примена на радио-врски со мал дomet (тастатура, глумче, печатач, дигитална камера, микрофон, слушалки, скенер, ...)
  - Безжични локални мрежи
    - **IEEE 802.11** a/b/g/n (WiFi, WLAN) – секој компјутер има радио-модем и антена, а обично, постои и „таванска“ антена кон која се обраќаат машините (иако можат да комуницираат и непосредно, во т.н. peer-to-peer конфигурација) – брзина до 54 Mbps (600 Mbps)
  - Безжични мрежи на пошироко географско подрачје (WWAN)
    - Безжични мрежи за мобилна телефонија (3G/4G) – пренос на глас и податоци – брзина од неколку Mbps (14.4 Mbps, HSPA), но големи растојанија помеѓу базните станици и мобилните уреди
    - IEEE 802.16 (в. 1.1.2) – WiMAX (WMAN)



## 1.1.4 Безжични мрежи\*



(a)



(b)



## 1.1.5 интернет (мрежа од мрежи)

---

- Различни, а често пати и некомпатибилни мрежи, можат да се поврзат со посредство на машина наречена **gateway** (капија; порта) која ја обезбедува неопходната транслација, како од хардверски, така и од софтверски аспект
- Множеството од меѓусебно поврзани мрежи се нарекува **интернет (мрежа од мрежи; internetwork; internet)**
  - Најчест пример е множество локални мрежи (LANs), меѓусебно поврзани со посредство на мрежа на пошироко географско подрачје (WAN)



## 1.2 Мрежен софтвер

---

- Заради намалување на комплексноста на дизајнот, повеќето мрежи се организирани како **stack од слоеви** (layers), односно нивоа (levels), поставени едно врз друго
- Бројот на слоеви, како и името, содржината и функцијата на секој слој, се разликуваат од мрежа до мрежа
- Намената на секој слој е да обезбедува одредени сервиси (услуги) на слојот што се наоѓа над него, независно од тоа **како** се имплементирани во стварноста



## 1.2.1 Хиерархија на протоколи

---

- Ако слојот  $n$  од една машина води разговор со слојот  $n$  од друга машина, правилата и конвенциите кои се почитуваат при разговарот се нарекуваат **протокол на слојот  $n$**
- Ентитетите од соодветните слоеви на различните машини можат да бидат процеси, хардверски уреди, па дури и луѓе
- Секој слој ги проследува податоците и контролните информации на слојот непосредно под него, се' до најнискиот – под него се наоѓа **физичкиот медиум** преку кој се одвива вистинската комуникација
  - Комуникацијата помеѓу слојот  $n$  на едната машина и слојот  $n$  на другата машина е **виртуелна** (не станува збор за непосреден пренос на податоци)

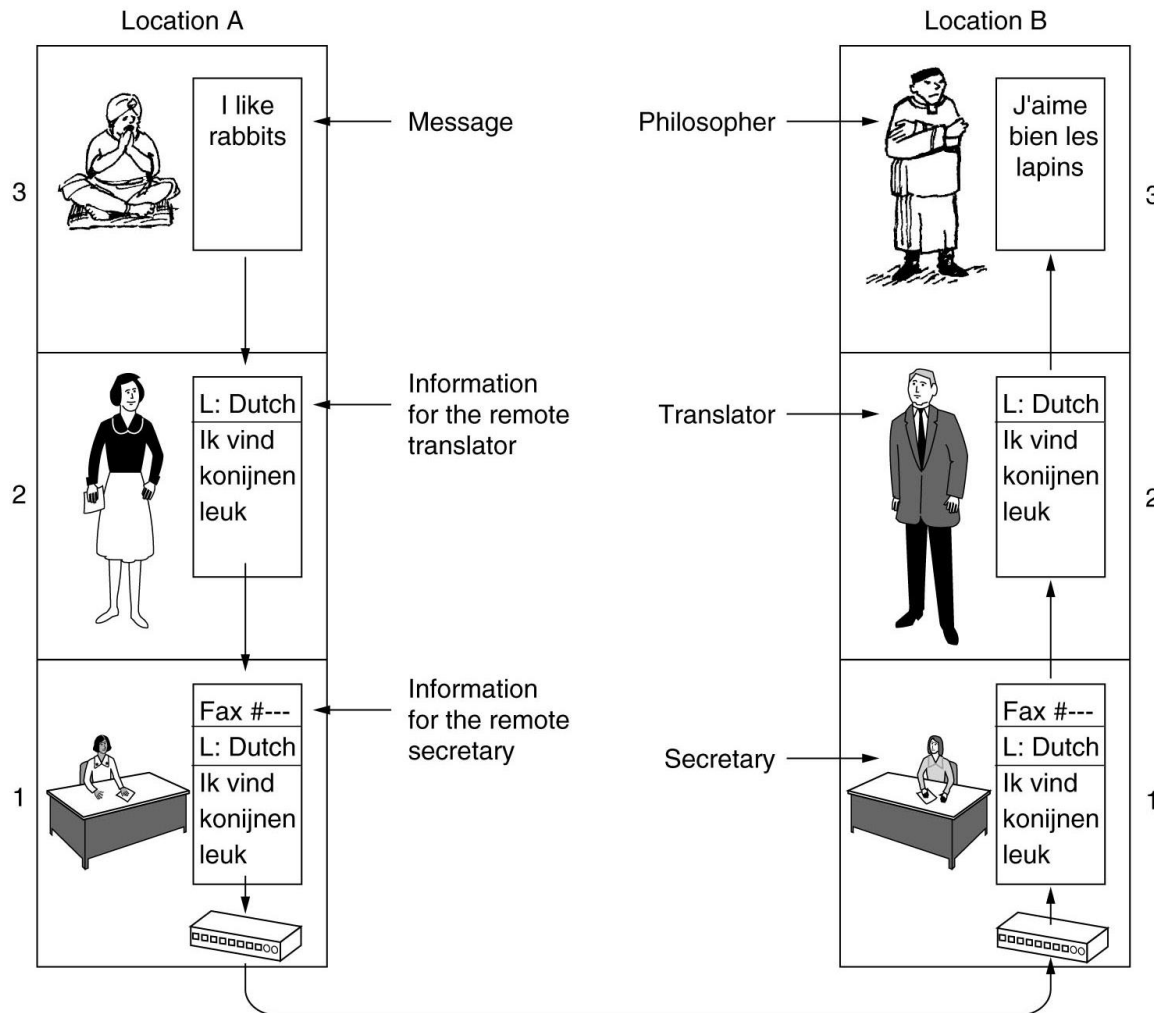


## 1.2.1 Хиерархија на протоколи

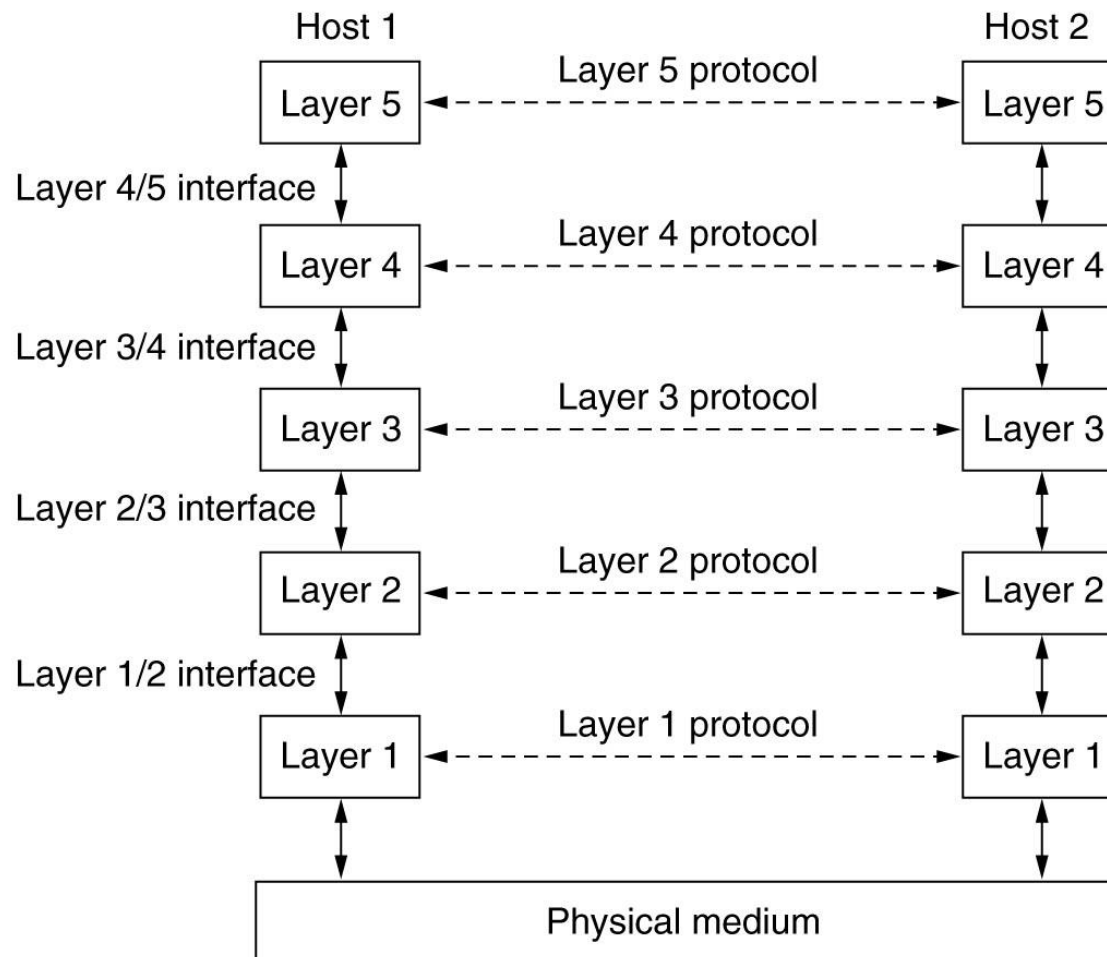
---

- Помеѓу секој пар соседни слоеви постои **интерфејс** кој ги дефинира основните операции и сервиси (услуги) што подолниот слој му ги нуди на погорниот
- **Мрежна архитектура (network architecture)** – множество од **слоеви** и **протоколи**
- **Stack од протоколи (protocol stack)** – листа од протоколи кои се во употреба кај одреден систем (по еден протокол за секој слој)

# 1.2.1 Хиерархија на протоколи



## 1.2.1 Хиерархија на протоколи



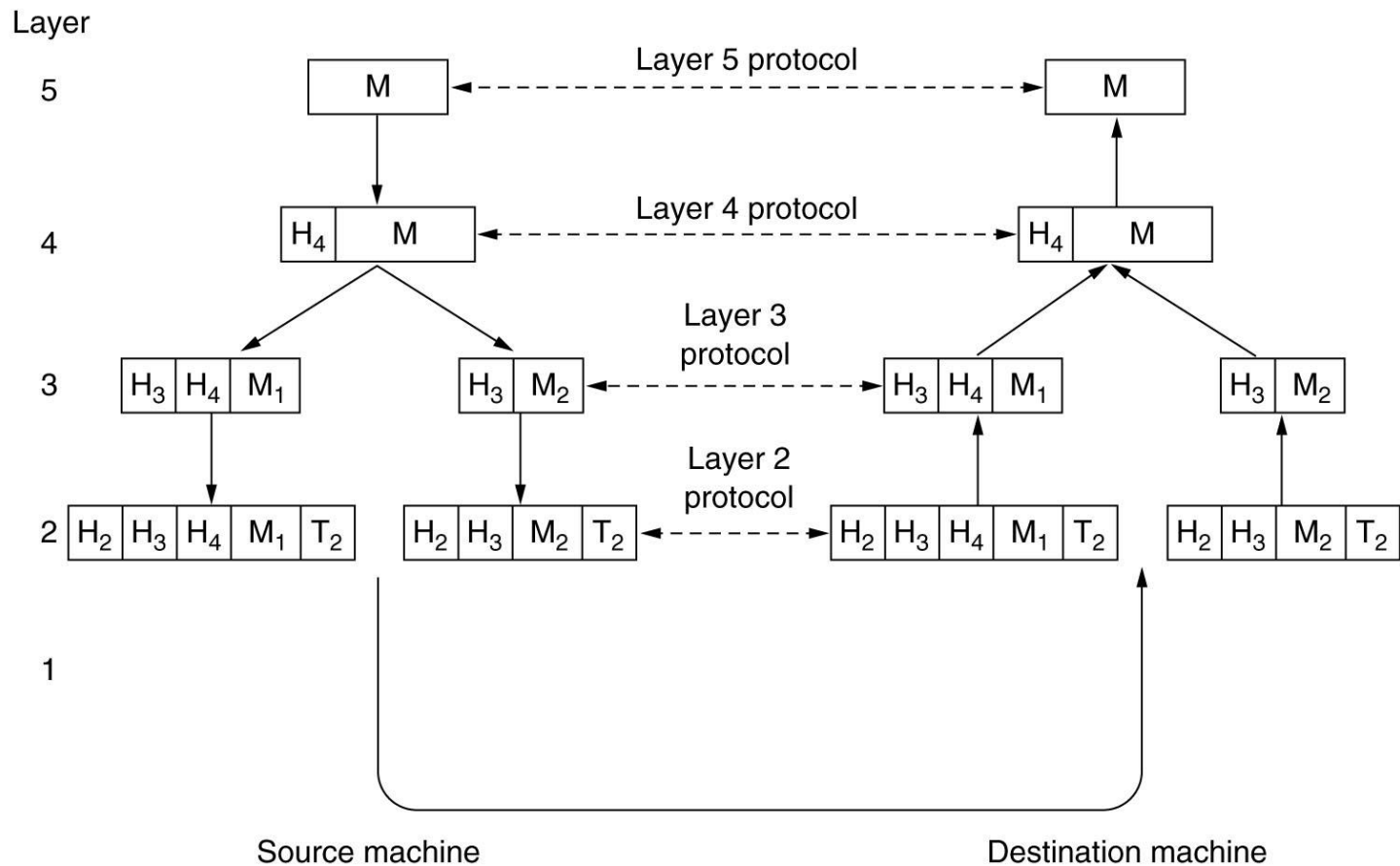


## 1.2.1 Хиерархија на протоколи

- ПРИМЕР: Мрежа со 5 слоја
  - Пораката М, генерирана од процес (апликација) кој се извршува во слојот 5, се проследува до слојот 4 заради пренос
  - Слојот 4 додава **заглавие (header)** на почетокот од пораката со цел да ја идентификува и го проследува резултатот до слојот 3
    - Заглавието вклучува контролни информации, на пр. реден број, што на слојот 4 на другата машина ќе му овозможи правилно подредување на пораките по приемот
  - Бидејќи секогаш постои ограничување за големината на пораките, слојот 3 ги разбива пораките на помали единици – **пакети**, додавајќи им нови заглавија. Потоа, слојот 3 одлучува која од излезните линии ќе ја користи и ги проследува пакетите до слојот 2
  - Слојот 2 му додава не само заглавие, туку и **завршен слог (trailer)** на секој пакет, и го проследува на слојот 1 заради физички пренос
  - На приемната страна, пораката се движи оддолу нагоре, од слој во слој, при што заглавијата се отстрануваат едно по едно
- ВАЖНО:
  - Процесите од 4-тиот слој, на пример, концептуално сметаат дека нивната комуникација се одвива „хоризонтално“, почитувајќи го протоколот за слојот 4 (секој од нив има на располагање процедури од типот **SendToOtherSide** и **GetFromOtherSide**, иако истите, всушност, комуницираат со подолните слоеви преку  $\frac{3}{4}$  интерфејсот, а не со другата страна)

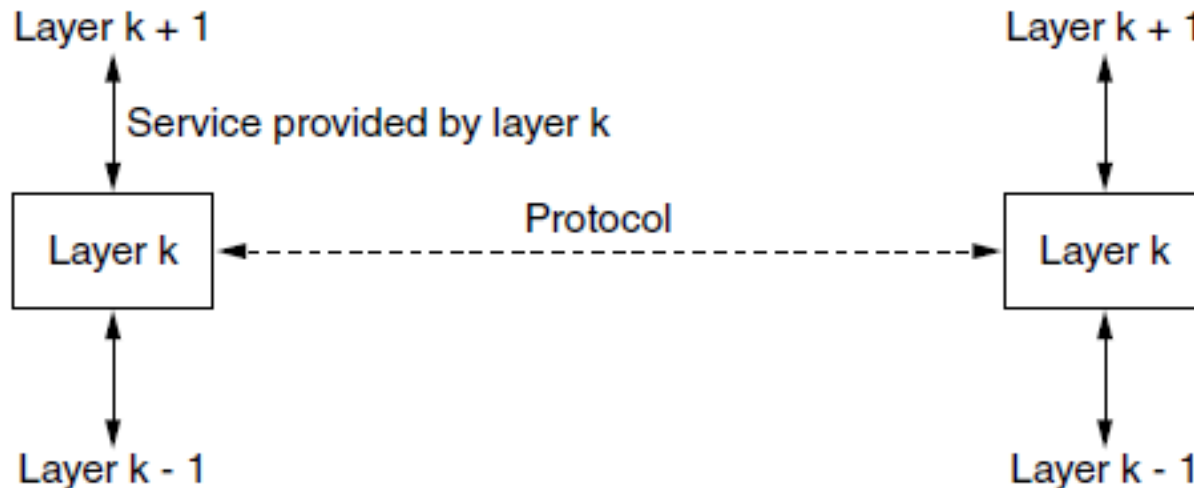


## 1.2.1 Хиерархија на протоколи



## 1.2.3 Сервиси и протоколи

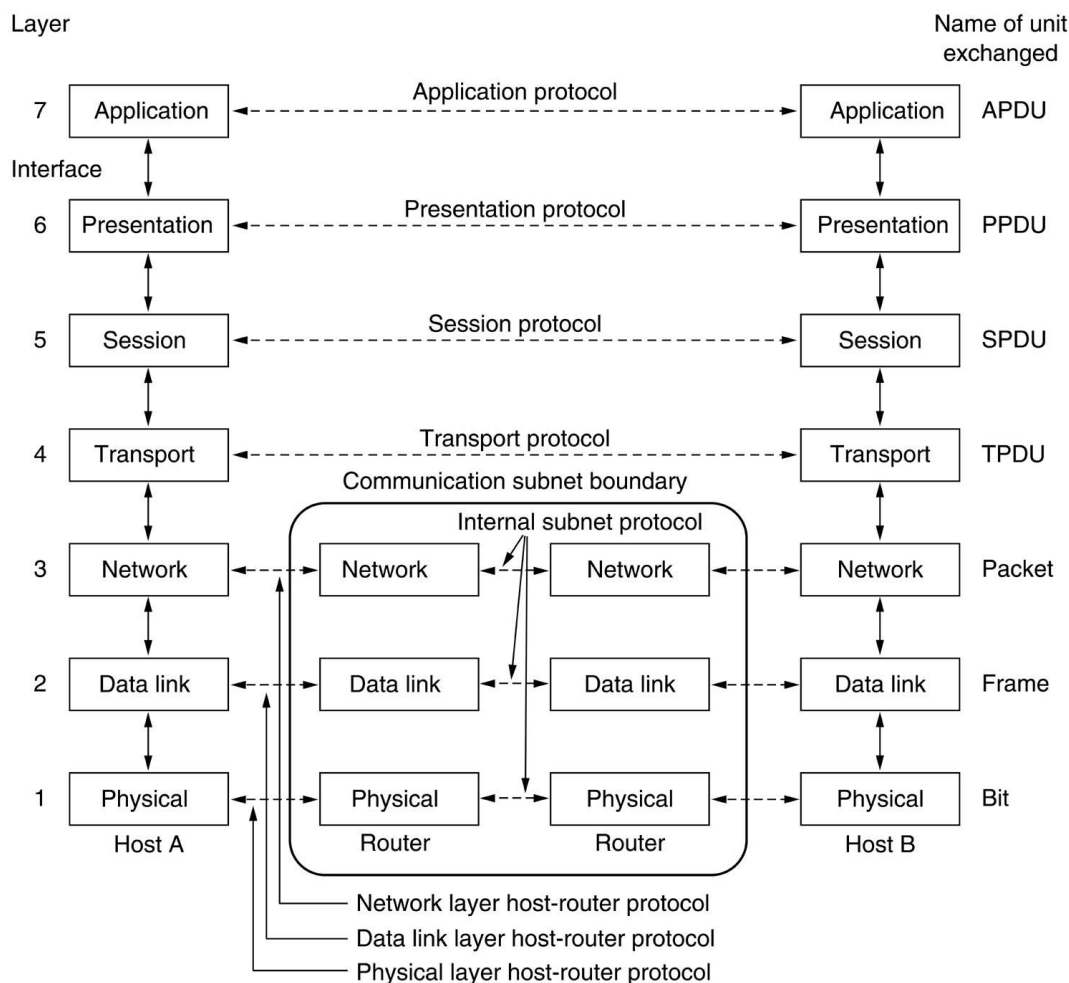
- **Сервис** – множество операции што еден слој му ги обезбедува на слојот над него, независно од тоа како истите се имплементирани – се однесува на интерфејсот помеѓу два слоја (горниот слој е корисник на сервисот)!
- **Протокол** – множество правила кои се однесуваат на форматот и значењето на пакетите, или пораките кои ги разменуваат ентитетите во рамките на еден слој – ентитетите слободно можат да ги менуваат протоколите, под услов да не ги менуваат сервисите што им се на располагање на нивните корисници!



# 1.3 Референтни модели

## 1.3.1 OSI референтен модел

- International Standards Organization (ISO) + Open System Interconnection (OSI) Reference Model = **ISO OSI Reference Model** – предложен во 1983, а ревидиран во 1995





## 1.3.1 OSI референтен модел

---

- **Физички слој (Physical Layer)** – се грижи за преносот на битовите преку комуникацискиот канал
  - ПРОБЛЕМИ: Со колку волти ќе се означува 1, а со колку 0, колку ns ќе трае еден бит, дали преносот може да се одвива истовремено во двете насоки, како се воспоставува и прекинува врската, колку пинови има мрежниот конектор и за што се користи секој од нив, ...



## 1.3.1 OSI референтен модел

---

- **Слој на податочна врска (Data Link Layer)** – го трансформира обичниот медиум за пренос во **линија** која за погорниот, мрежен слој, ќе биде ослободена од недетектирани грешки при преносот
  - На страната на испраќачот, влезните податоци се разбиваат во **податочни рамки (data frames)** кои се пренесуваат последователно. Примачот може да ја потврди коректноста на приемот на секоја рамка, на тој начин што ќе врати **рамка за потврда (acknowledgement frame)**
  - Како да се контролира пристапот до заеднички канал кај мрежите со емитување (broadcast networks)?
    - Посебен подслој за контрола на пристапот до медиумот (Medium Access Control Sublayer – MAC) се справува со овој проблем



## 1.3.1 OSI референтен модел

---

- **Мрежен слој (Network Layer)** – го контролира функционирањето на комуникациската подмрежа
  - ПРОБЛЕМИ: како се рутираат (упатуваат) пакетите од изворот кон одредиштето, контрола на загушувањето, квалитет на услугите (QoS – Quality of Service), проблеми при поврзување на хетерогени мрежи



## 1.3.1 OSI референтен модел

---

- **Транспортен слој (Transport Layer)** – ги прифаќа податоците од погорниот слој, ги разбива на помали единици, ги проследува на мрежниот слој, и се грижи сите парчиња коректно да пристигнат на другиот крај
  - Транспортниот слој е првиот вистински слој „од едниот до другиот крај“ – програма на изворната машина комуницира со слична програма на одредишната машина, со размена на заглавија и контролни пораки



## 1.3.1 OSI референтен модел

---

- **Сесиски слој (Session Layer)**
- **Презентациски слој (Presentation Layer)**
- **Апликациски слој (Application Layer)** – содржи мноштво различни протоколи кои вообичаено им се потребни на корисниците
  - HTTP (HyperText Transfer Protocol), протоколи за пренос на датотеки, електронска пошта, ...

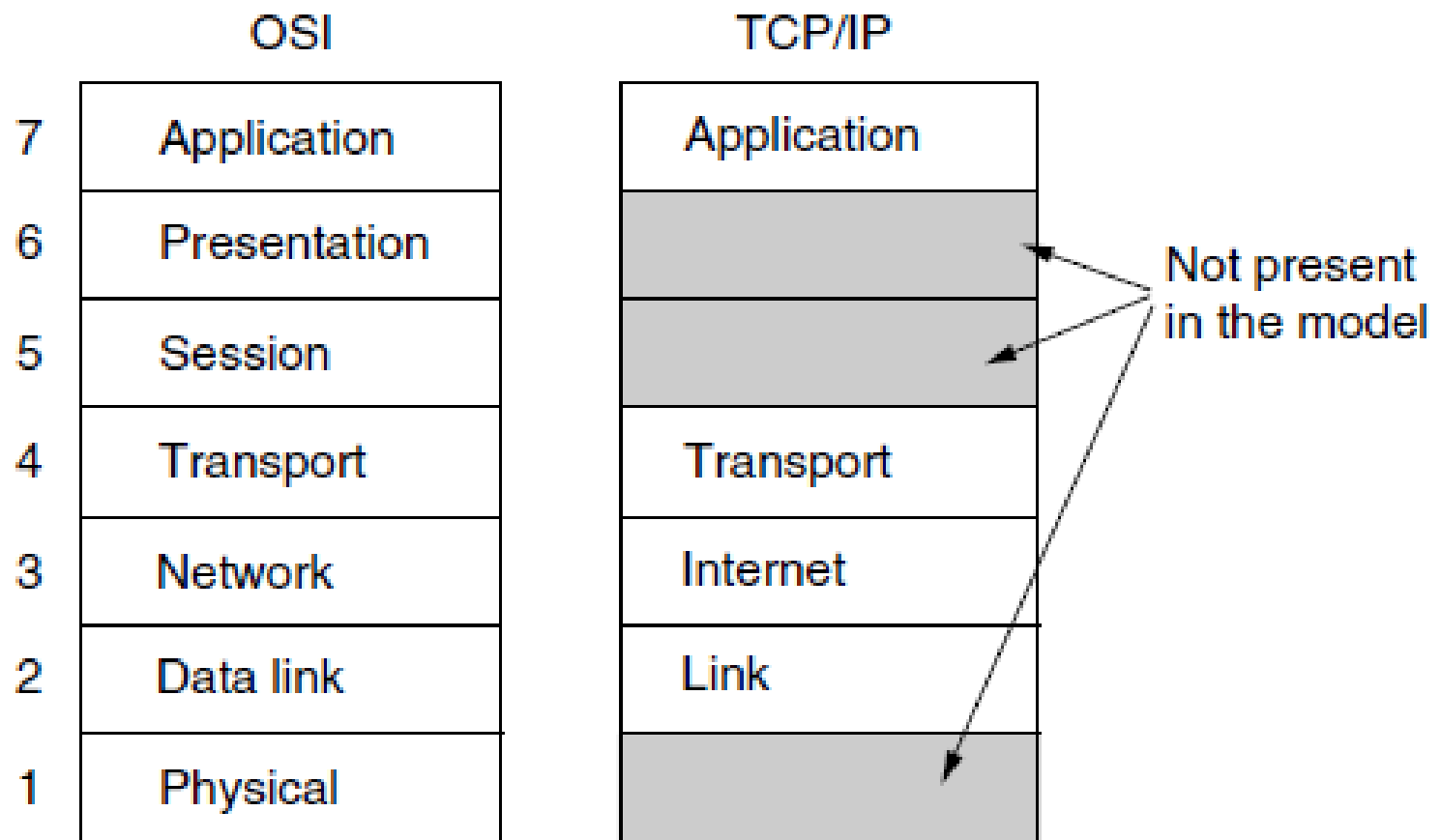


## 1.3.2 TCP/IP референтен модел

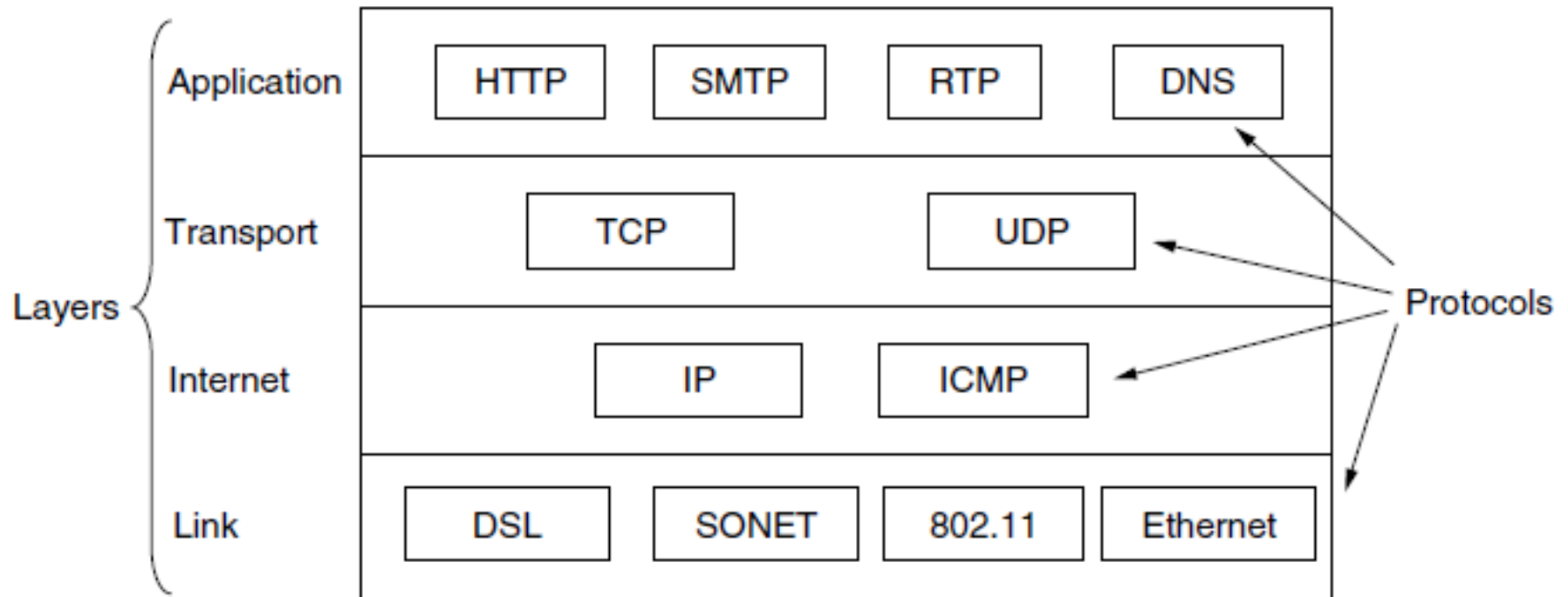
- Опишан од **Vinton "Vint" Cerf** и **Bob Kahn** (1974), а подоцна усовршен и дефиниран како стандард во Интернет-заедницата



## 1.3.2 TCP/IP референтен модел



## 1.3.2 TCP/IP референтен модел



# 1.3.3 Хибриден референтен модел

- OSI е особено корисен како модел, но OSI протоколите не се популарни
- TCP/IP моделот практично и не постои, но протоколите се широко применувани
- ЗАТОА, **хибриден модел!**

5	Application layer
4	Transport layer
3	Network layer
2	Data link layer
1	Physical layer