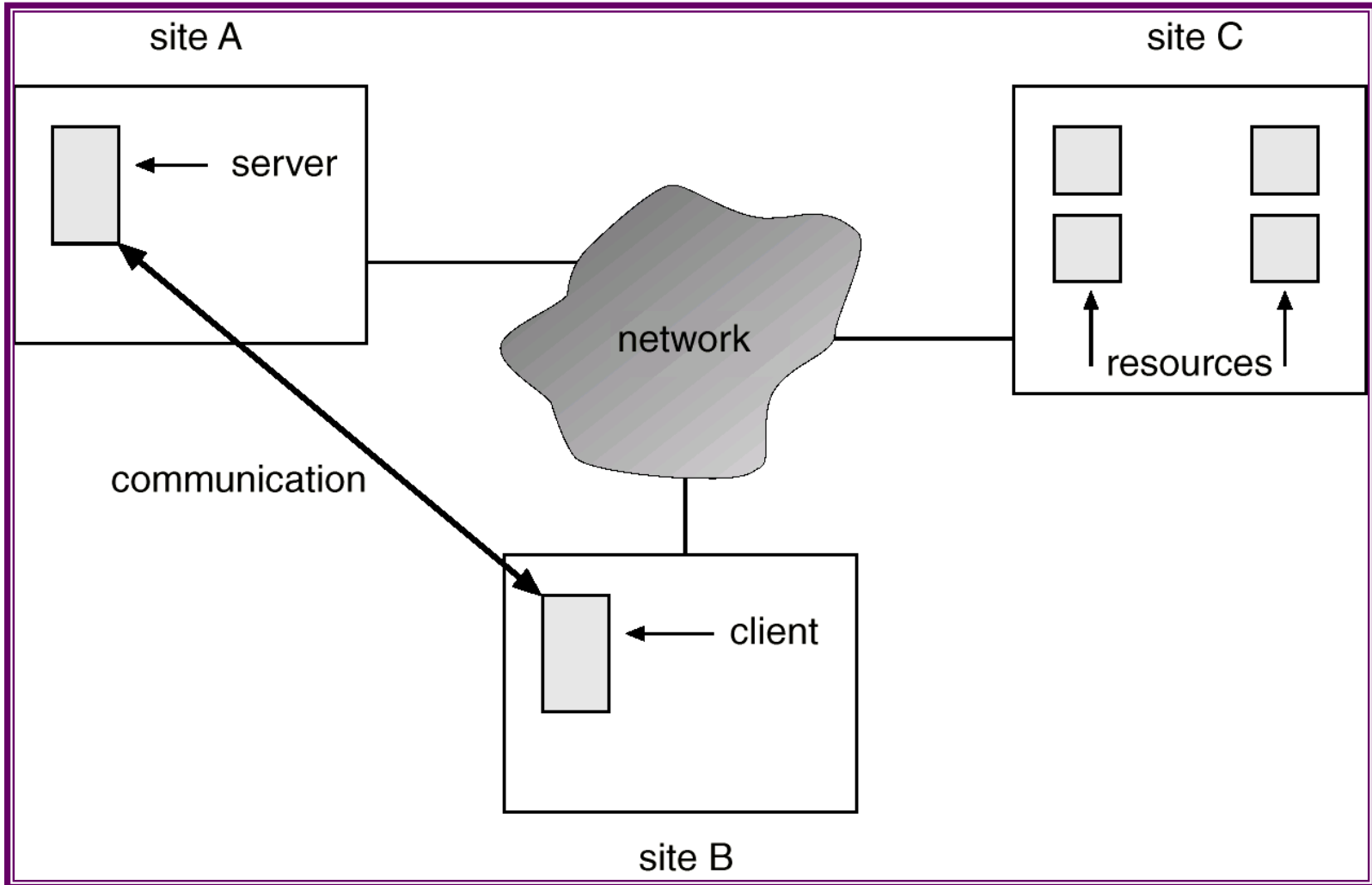


# Mrežne Strukture

- Pozadina
- Topologija
- Tipovi mreže
- Komunikacija
- Komunikacioni protokoli
- Robusnost
- Strategija dizajniranja

# Distribuirani Sistem



# Motivacija (4 beneficije)

## ■ 1. Deljenje resursa

- ☞ deljenje i štampanje datoteka
- ☞ procesiranje informacija u distribuiranoj bazi
- ☞ korišćenje udaljenog specijalizovanog hardvera

## ■ 2. Ubrzavanje Izračunavanja (computation speedup)

## ■ 3. Pouzdanost:

- ☞ detektovanje i oporavak neispravnog sajta
- ☞ oporavak neispravnog sajta

## ■ 3. Komunikacije: prenošenje poruka

# Mrežni Operativni Sistemi

- Korisnici su upoznati sa različitim računarima na mreži
- Pristup resursima različitih mašina se radi preko:
  - ☞ **Daljinskog logovanja** na odgovarajuću daljinsku mašinu
  - ☞ **FTP**: Prenošenje podataka sa daljinskih na lokalne mašine, preko File Transfer Protocol (FTP) mehanizma

# Distribuirani Operativni sistemi

- Korisnici nisu upoznati sa različitim računarima, **sve se vidi kao jedan**. Pristup daljinskim resursima sličan je pristupu lokalnim resursima
- **1. Migracija podataka (data migration):**
  - ☞ prenos podataka kao prenos **cele datoteke (AFS)**,
  - ☞ ili
  - ☞ prenos samo onih delova podataka neophodnih za sledeći zadatak (NFS)
- **2. Migracija Izračunavanja (compute migration):**
  - ☞ transfer izračunavanja, umesto prenos podataka, kroz sistem
- **3. Migracija procesa (process migration)**

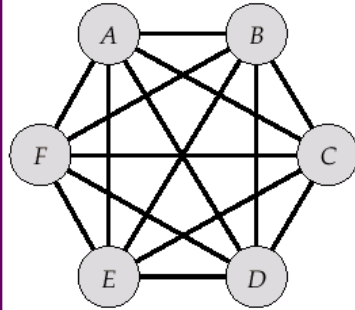
# Distribuirani Operativni Sistemi (Nastavak)

- **Migracija procesa:** izvršava ceo proces, ili samo deo, na različitim sajtovima
- **Beneficije:**
  - ☞ **Load balancing:** distribuira procese preko mreže
  - ☞ **Computation speedup:** podproces se mogu izvršavati konkurentno na različitim sajtovima
  - ☞ **Hardware preference:** izvršavanje procesa može da zahteva specijalizovani sajt
  - ☞ **Software preference:** zahtevani softver može biti samo na posebnim sajtovima
  - ☞ **Data access:** pokreće proces daljinski, umesto prebacivanja svih podataka lokalno

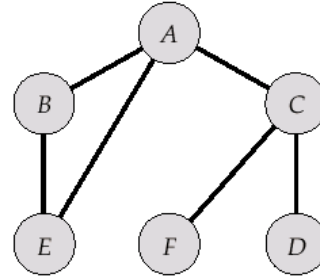
# Topologija

- Računari u sistemu mogu biti fizički povezana na različite načine; ona se porede poštovanjem sledećih kriterijuma:
  - ☞ **Osnovna cena.** Kolika je cena povezivanja različitih mesta u sistemu?
  - ☞ **Cena komunikacije.** Koliko vremena treba da se prenese poruka od mesta *A* do mesta *B*?
  - ☞ **Pouzdanost.** Ako je veza ili mesto u sistemu otkazalo, da li ostatak može da komunicira međusobno?
- Različite topologije su prikazane kao **grafovi** čiji čvorovi odgovaraju mestima gde su. **Ivica čvora *A* do čvora *B*** odgovara direktnoj konekciji između dva mesta.
- Sledećih 6 slika prikazuju različite topologije mreža.

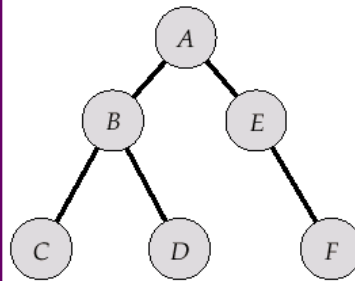
# Topologija Mreže



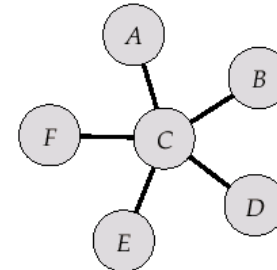
fully connected network



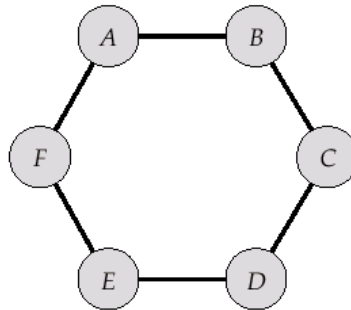
partially connected network



tree structured network



star network



ring network

# Tipovi Mreže

- **Local-Area Network (LAN):** dizajnirana da pokrije malo geografsko područje.

- ☞ Višepristupna magistrala, prsten ili zvezda.

- ☞ Brzina  $\approx 10$  megabita/sekundi, ili više

- ☞ Broadcast: brzo i jeftino

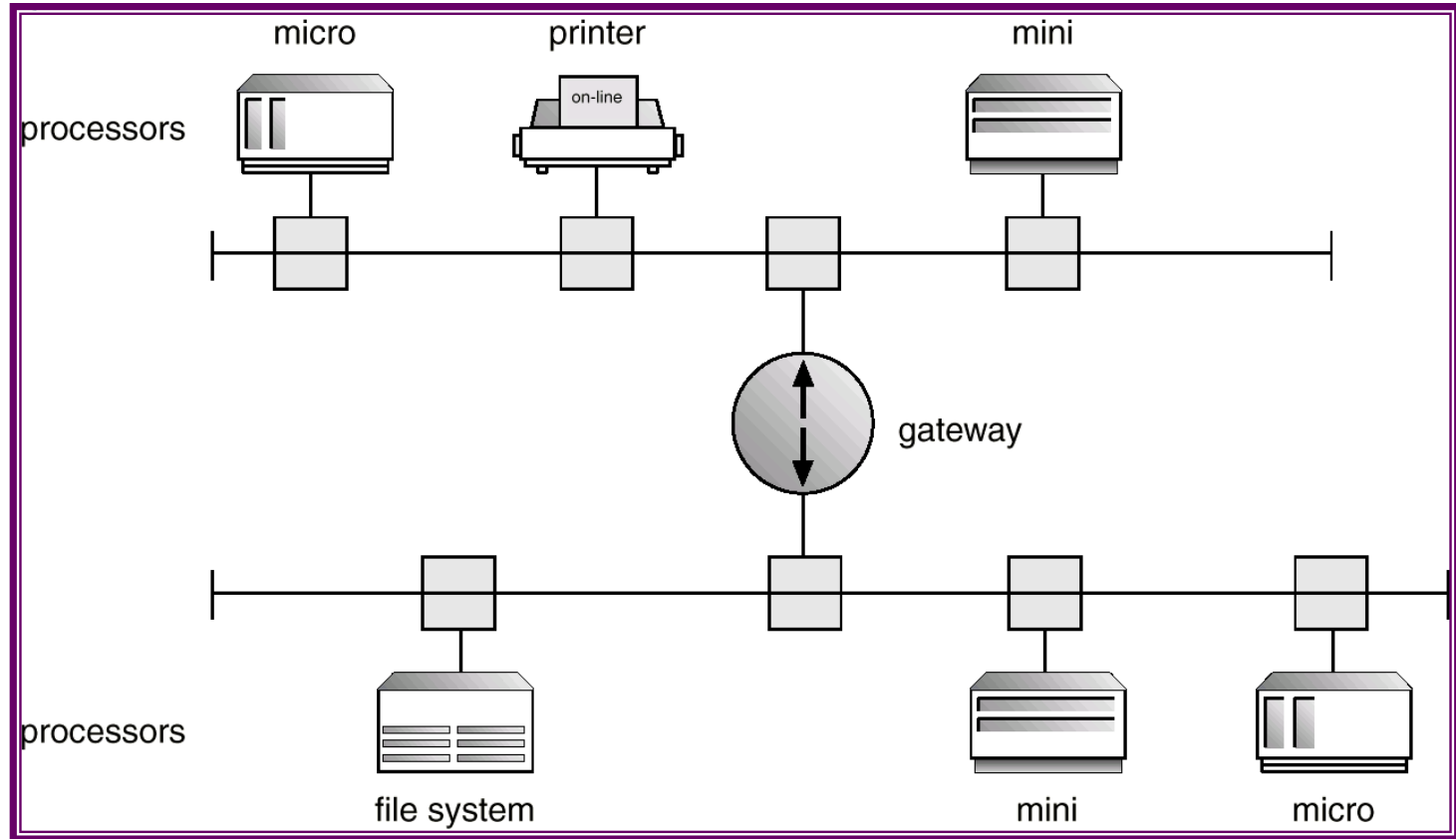
- ☞ Čvorovi:

- ☞ Obično stanice i/ili personalni računari

- ☞ Nekoliko (obično jedan ili dva) glavna računara-mainframes

# Tipovi Mreže (nastavak)

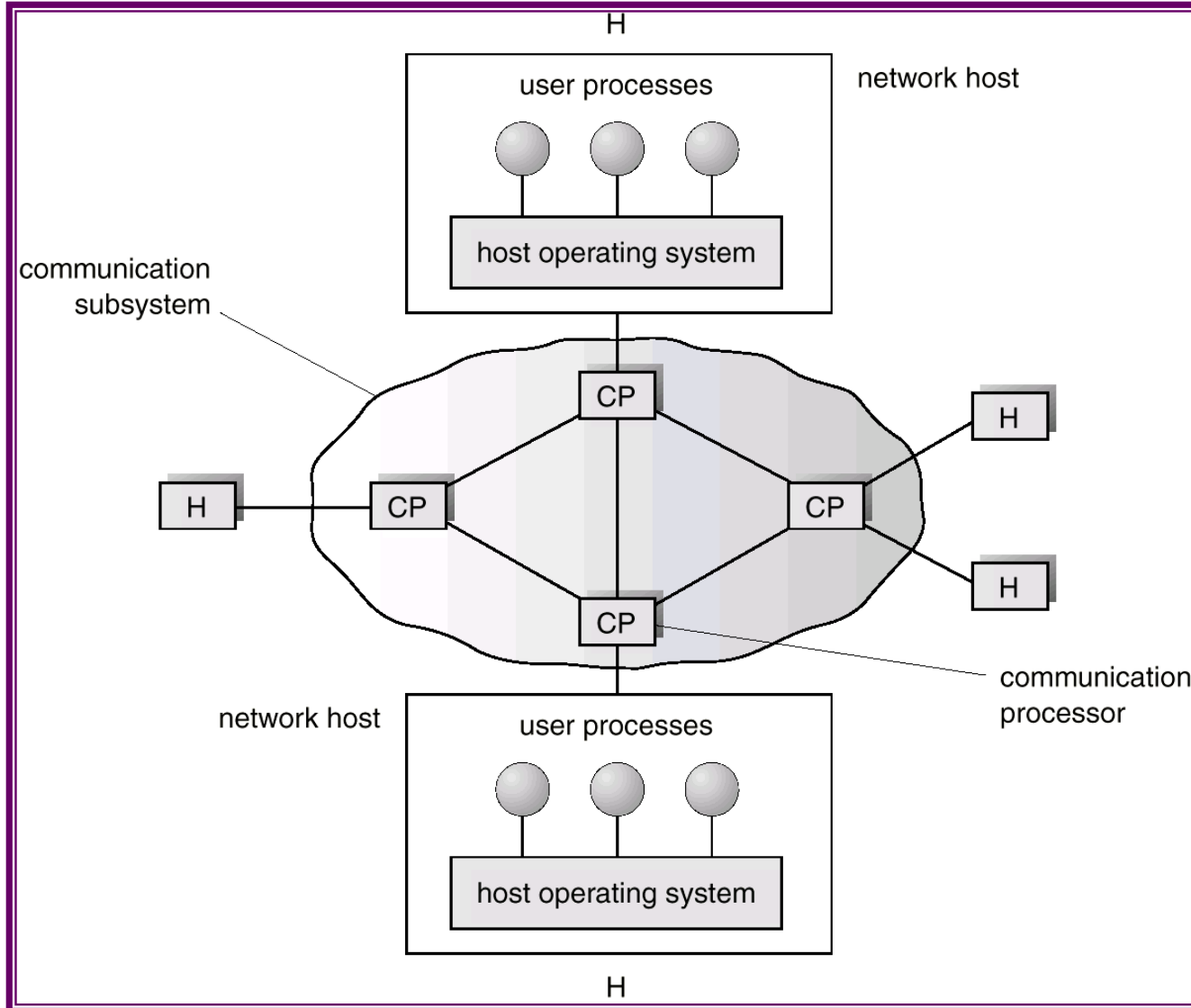
- Prikaz tipične LAN mreže:



# Tipovi Mreže (nastavak)

- **Wide-Area Network (WAN):** povezuje geografski šire područje.
  - ☞ Veza tačka do tačke preko dugačkih linija (često iznajmljena iz telefonske kompanije)
  - ☞ **Brzina  $\approx$  100 kilobita/sekundi**
  - ☞ **Broadcast** obično zahteva više poruka
  - ☞ **Čvorovi:**
    - 📄 **Obično veliki procenat glavnih računara**

# Komunikacioni Procesori u Wide-Area Network-u



# Komunikacija

Dizajn komunikacionih mreža mora sadržati 4 osnovne teme:

- **Naming and name resolution** : Kako procesi nalaze jedan drugog da bi komunicirali?
- **Routing strategies**. Kako se poruke šalju kroz mrežu?
- **Connection strategies**. Kako dva procesa šalju više poruka?
- **Contention**. Mreža je izvor koji se deli, pa kako rešiti konfliktne zahteve za njenu upotrebu?

# Odlučivanje o Imenima

- Sistemi za imenovanje u mreži
- Adresne poruke sa ID-om procesa
- Identifikacija procesa na daljinskom sistemu preko:

**<host-name, identifier> pair**

- *Domain name service (DNS):*
  - ☞ određuje strukturu imenovanja host-a,
  - ☞ kao i način adresne rezolucije (Internet)

# Strategije Rutiranja

- **Fixed routing:** Ruta od  $A$  do  $B$  je određena unapred; putanja se menja samo ako je hardverski otkaz obustavi
  - ☞ Pošto se obično bira najkraća staza, cene komunikacija su svedene na minimum
  - ☞ Fiksne rute se ne mogu prilagoditi promenama
  - ☞ Osiguravaju da poruke budu dostavljene u redu po kome su slate
- **Virtual circuit:** Putanja od  $A$  do  $B$  je određena u trajanju od jedne sesije. Različite sesije koje uključuju poruke od  $A$  do  $B$  mogu imati različite rute.
  - ☞ prilagođenje mrežnim opterećenjima
  - ☞ osiguravaju da poruke budu dostavljene u redu po kome su slate.

# Strategije rutiranja (nastavak)

- **Dinamično rutiranje.** Ruta koja se koristi za prenošenje poruke od sajta *A* do sajta *B* se bira samo kada se poruka pošalje
  - ☞ Obično site šalje poruku na drugo mesto na bazi prethodne rute
  - ☞ Prilagođava se opterećenjima, izbegavajući rute koje su opterećene
  - ☞ Poruke mogu **stići bez reda**. Ovaj problem može biti ispravljen dodeljivanjem određenog broja svakoj poruci

# Strategije Konekcije

- **Circuit switching**: Stalni fizički link se uspostavlja u trajanju komunikacije (npr.telefonski sistem).
- **Message switching**: Privremeni link se uspostavlja za vreme transfera **jedne poruke** (npr.poštanski sistem).
- **Packet switching**: Poruke različitih dužina su podeljene u **pakete fiksne dužine** koji se šalju na određenu destinaciju. **Svaki paket može imati različitu putanju kroz mrežu**. Paketi moraju biti ponovo sastavljeni u poruke kada stignu.
- **Circuit switching** requires **setup time**, but incurs less overhead for shipping each message, and may waste network bandwidth.
- **Message** and **packet switching** require **less setup time**, but incur **more overhead per message**.

# Sudari

Neka mesta mogu zahtevati istovremeni prenos informacija preko linka:

- **1. CSMA/CD**

- ☞ **Carrier sense with multiple access (CSMA);**

- ☞ **collision detection (CD)**

- **2. Token passing**

- **3. Message slots**

# Sudari-CSMA/CD

- **CSMA/CD. Carrier sense with multiple access (CSMA); collision detection (CD)**
  - ☞ Sajt određuje da li se **još neka poruka** trenutno prenosi preko linka.
  - ☞ Ako dva ili više mesta počnu prenos **u istom trenutku**, oni će detektovati sudar i prekinuti prenos
  - ☞ Kada je mreža optrećena, mogu se pojaviti mnogi sudari i zbog toga **opadaju performanse**
- **SCMA/CD**
  - ☞ se uspešno koristi u Ethernet sistemu,
  - ☞ najčešćem mrežnom sistemu

# Sudari (Nastavak)

- **Token passing.** A unique message type, known as a token, continuously circulates in the system (usually a ring structure)
- A site that wants to transmit information must wait until the token arrives
- When the site completes its round of message passing, it retransmits the token
- A token-passing scheme is used by the IBM and Apollo systems
  
- **Message slots.** A number of fixed-length message slots continuously circulate in the system (usually a ring structure).
- Since a slot can contain only fixed-sized messages, a single logical message may have to be broken down into a number of smaller packets, each of which is sent in a separate slot.
- This scheme has been adopted in the experimental Cambridge Digital Communication Ring

# Komunikacioni Protokoli

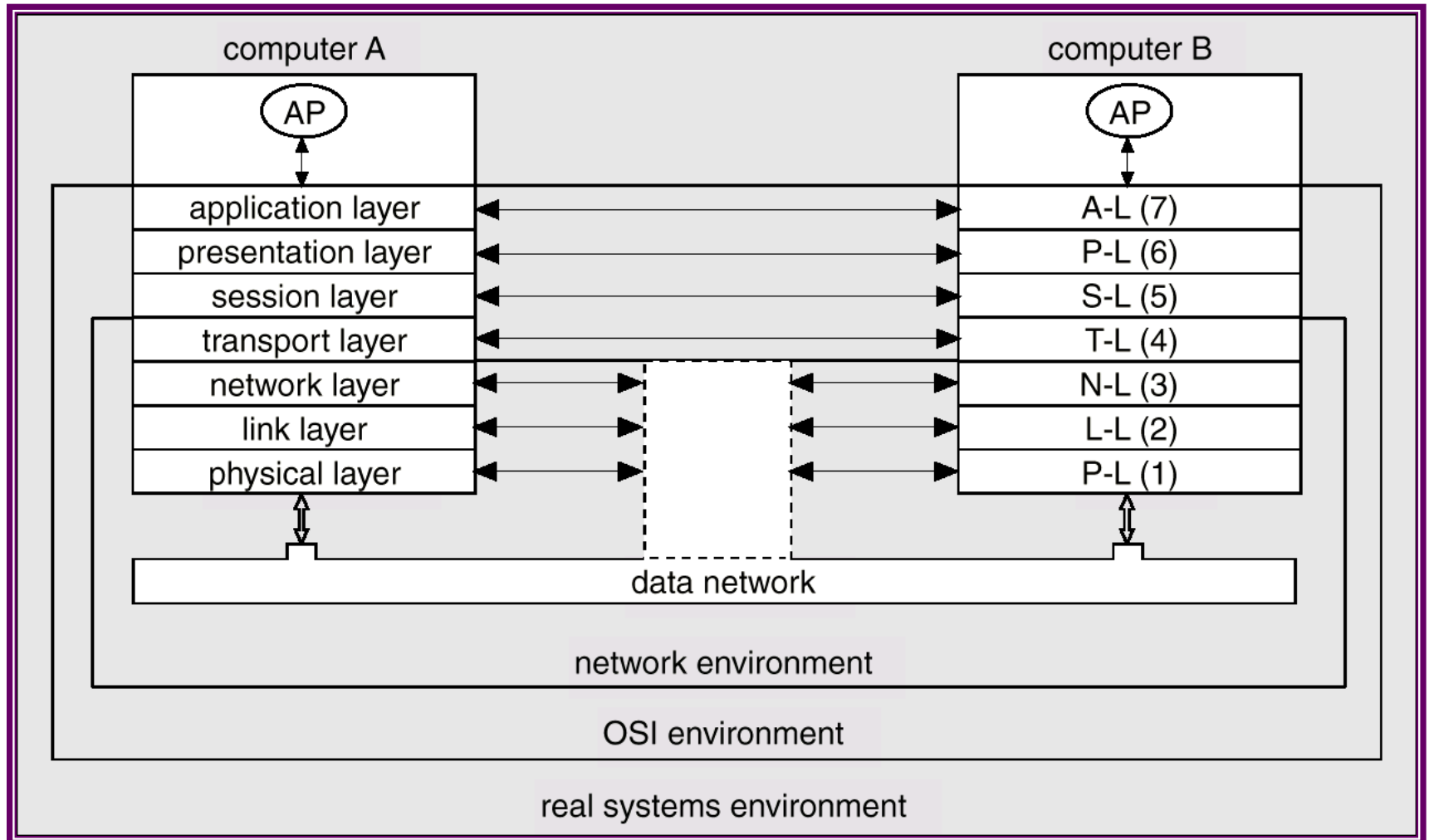
Komunikaciona mreža je podeljena na sledeće slojeve;

- **Fizički sloj**: rukuje **mehaničkim i električnim detaljima** prenosa bitova
- **Data-link sloj**: rukuje okvirima ili delovima paketa fiksne dužine, koji uključuje svaku detekciju **greške** i oporavlja svaku koja se dogodila u tom sloju
- **Mrežni sloj**: Omogućava vezu i **rutiranje paketa** u mrežnim komunikacijama, uključujući **rukovanje adresama odlazećih paketa, dekodiranje adresa dolazećih paketa**, i održavanje puteva informacija i odgovor na promene opterećenja

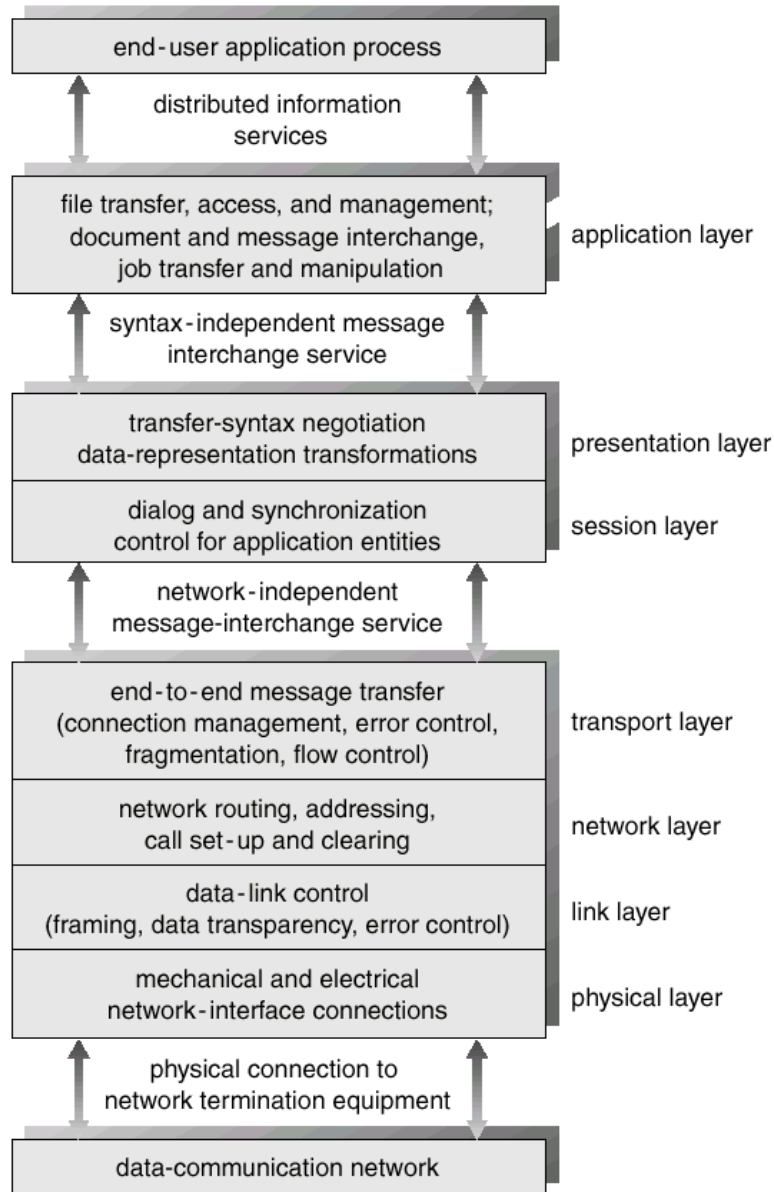
# Komunikacioni Protokoli (Nastavak)

- **Transportni sloj:** odgovoran za **low-level mrežni pristup** i za transfer poruka između klijenata, uključuje **deljenje poruka u pakete**, održavanje redosleda paketa, kontrolu protoka i **generisanje fizičkih adresa**
- **Sesioni sloj:** implementira sesiju, ili process-to-process komunikacioni protokol
- **Prezentacioni sloj:** Rešava **razlike u formatima** između raznih mesta u mreži **uključujući promenu karaktera** i half duplex/full duplex (echoing)
- **Aplikacioni sloj:** u **direktnom je dodiru sa korisnikom**, radi sa prenosom datoteka, remote-login protokoli i elektronska pošta, kao i šeme za distribuirane baze podataka

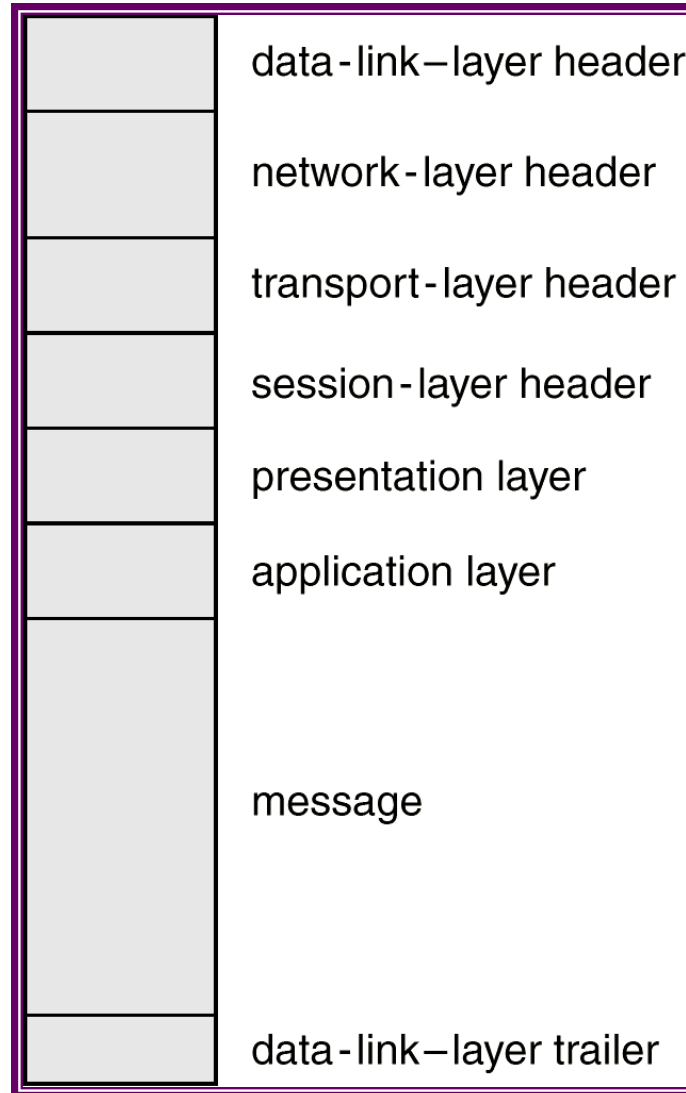
# Komunikacija Preko ISO Mrežnog Modela



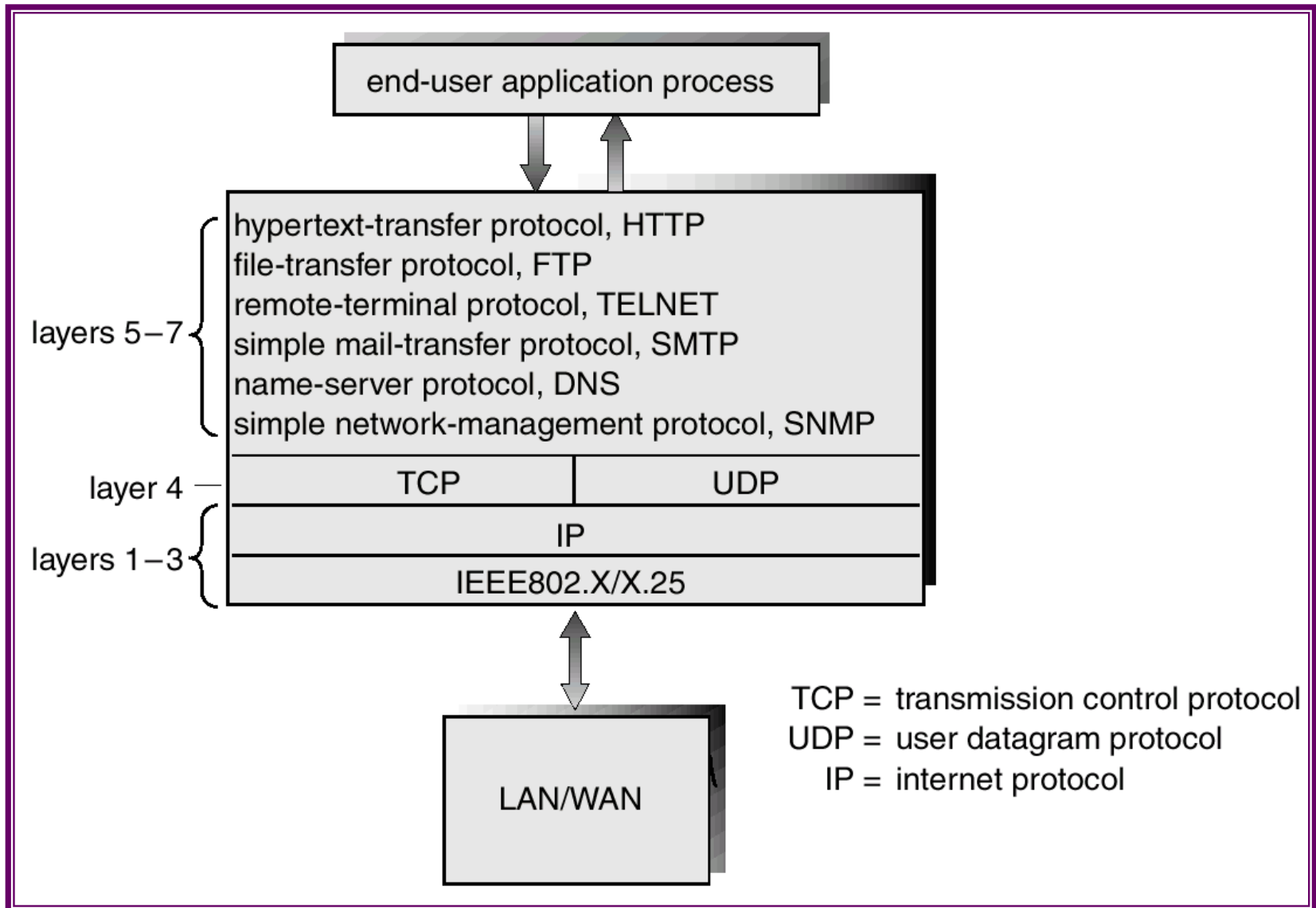
# ISO Sloj Protokola



# ISO Mrežne Poruke



# TCP/IP Skup Protokola



# Robustnost

- Detektovanje greške
- Rekonfiguracija

# Detekcija Greške

- **Detektovanje hardverske greške je teško**
- Detektovati prekid veze, **handshaking protokol** se koristi
- Predpostavimo da su mesto A i B uspostavili vezu
  - ☞ u **fiksni intervalima**,
  - ☞ **svako mesto će razmeniti <I-am-up> poruku**
  - ☞ to upućuje da su i dalje povezani
- Ako mesto A ne primi poruku fiksnom intervalu predpostavlja da :
  - ☞ **(a) drugo mesto nije u funkciji**
  - ☞ ili
  - ☞ **(b) je poruka izgubljena**
- Mesto A može da pošalje **<Are-you-up>?** poruku za mesto B.
  - ☞ Ako mesto A ne primi odgovor,
  - ☞ može ponoviti poruku
  - ☞ ili **pokušati preko druge rute do mesta B**

# Detekcija Greške (Nastavak)

- Ako mesto **A ne primi odgovor od mesta B**, ono zaključuje da je došlo do greške
- **Tipovi greške:**
  - mesto B je u otkazu
  - direktna veza od A do B je prekinuta
  - alternativna veza od A do B je prekinuta
  - poruka je izgubljena
- Mesto A ne može da odredi zašto je došlo do greške

# Rekonfiguracija

- Kada mesto A utvrdi da je došlo do kvara sistem se mora rekonfigurirati:
  1. Ako je **pao link-ruta od A do B**, mora biti objavljeno (broadcast) za svako mesto u sistemu.
  2. Ako je **lokacija B pala**, svako mesto mora biti obavješteno **da usluge servisa** više nisu **dostupne**
- Kada se veza ponovo uspostavi, informacija ponovo mora biti poslata svim lokacijama

# Problemi Dizajna

- **Transparentnost:** distribuirani sistemi treba da izgledaju kao centralizovani sistemi za korisnika.
- **Tolerancija greške:** distribuirani sistem treba da nastavi da funkcioniše posle pada bilo kog dela sistema
- **Skalabilnost:** Kako se zahtevi povećavaju, sistem bi trebalo lako da prihvati dodavanje novih resursa da bi zadovoljili povećanu tražnju
- **Clusters:**
  - ☞ Kolekcija polu-autonomnih mašina
  - ☞ koje se ponašaju kao jedinstven sistem.

# Primer Mreže

- Prenos mrežnog paketa između hostova u Ethernet mreži
- Svaki host ima jedinstvenu IP adresu i odgovarajuću Ethernet (MAC) adresu.
- Komunikacija zahteva obe adrese.
- Domain Name Service (DNS) može biti upotrebljen da bi dobili sve IP adrese.
- Address Resolution Protocol (ARP) se koristi da mapira MAC adrese u IP adrese.
- Ako su hostovi na istoj mreži, ARP može biti upotrebljen.
- Ako su hostovi na različitim mrežama, izvorišni host će poslati paket ruteru koji rutira paket do odredišne mreže.

# Ethernet packet

