## Multipleks - višestruko korištenje vodova -Najveće investicije u telek. sustavima su u kablove, linije i opremu spojnih putova, te je ekonomski interes da se raspoloživi vodovi što više iskoriste. Zato od najranijih dana razvitka telek. sustava, nastaju i razvijaju se metode višestrukog korištenja spojnih putova (multipleks).TDM(Time Division Multiplex) -> U sustavu vremenskog multipleksa(TDM) multipleksiraju se digitalni signalni. Prijenosni sustav prenosi neke impulse određenog trajanja. U stvarnosti se ne prenose impuls po impuls, nego grupe po 8 bitova PCM okvira. Postoje dva standarda multipleksiranja: europski i američki. Europski E1 ima 30 komunikacijskih i 2 pomoćna kanala (služe za vremensku sinkronizaciju, te za potrebe signalizacije komunikacijskih kanala), dok američki ima 24 kanala. Pogodan je za digitalni prijenos, do brzina 10Gbps. Komutacija -> Telefonija omogućava komuniciranje individualnu komunikaciju osobe s drugom, određenom osobom. Da bi se omogućilo komuniciranje „svakoga sa svakim“, prijenosni podsustav znatno je kompliciranije funkcije, pa i organizacije, u usporedbi s difuznim komunikacijskim sustavima. Neophodno je uvesti komutacijski podsustav. Svaki pojedinačni pretplatnik može inicirati komunikaciju s drugim pretplatnikom, te je povezan s komutacijskim središtem posredstvom lokalne petlje koju tvore: telefonski aparat(terminal), par vodiča(prijenosni sustav) i sklopovi centrale.

## Promet telekomunikacijskim sustavom. -> Primjer telefonskog sustava i usluge – telefoniranje. Promet, svatko može telefonirati kada zaželi, sustav, telefonska mreža (PSTN&GSM&…), kvaliteta usluge (QoS), vjerojatnost da telefon na odredištu zazvoni. Odnosi: Ako promet i kapacitet sustava rastu, raste i kvaliteta usluge. Ako raste promet, a kvaliteta usluge pada, pada i kapacitet sustava. Ako kapacitet i kvaliteta usluge sustava rastu, raste i promet. Promet telekomunikacijskim sustavom je stohastički (vjerojatnostni, probabilistički), pa su i modeli stohastički. Stohastički proces opisuje vremenske promjene slučajne varijable. Ciljevi: planiranje mreže, upravljanje i nadzor mreže.

Modeliranje telekomunikacijskih sustava:

•Dvije faze modeliranja prometa: model prometa i model sustava za definirani promet. •Dvije vrste modela masovnog posluživanja: sustavi s gubicima i sustavi s čekanjem i repovima čekanja.

Poissonova razdioba, za t≥0, i za n=0,1,2...

Model: Korisnici pristižu učestalošću od **λ** korisnika u jedinici vremena. **1/ λ** je srednji interval pristizanja (međudolazno vrijeme Ta). Korisnike poslužuje **n** paralelnih poslužitelja. Poslužitelji poslužuju **μ** korisnika u jedinici vremena. **1/ μ** je srednje trajanje posluživanja jednog korisnika Ts. “Čekaonica” ima **m** mjesta. Blokirani korisnik (koji ne uđe u sustav - u čekaonicu ili do poslužitelja) je izgubljen za sustav. **Klasični model telefonskog prometa: model s gubicima bez čekanja.** -> Brzina generiranja poziva **λ** definira se kao količnik matematičkog očekivanja broja **X** u određenom intervalu vremena *τ* i duljine tog intervala. [1/s].

Intenzitet prometa **y**(t) veličina je bez dimenzija i označava broj u intervalu *τ* aktivnih kanala. Naziva se [Erl] (Erlang). **Promet** je određen intenzitetom prometa A. To je umnožak brzine pristizanja poziva **λ** [1/h], [1/min], [1/s] i srednjeg trajanja poziva h=TS[h]. A= λ ⋅TS[Erl]. Promet od je 1[Erl] znači da je (u prosjeku) jedan kanal stalno zauzet. **Tipične vrijednosti prometa: ->** Privatni pretplatnik: 0,01 -0,04 erlang, poslovni pretplatnik: 0,03 -0,06 erlang, kućna centrala (PBX): 0,10 -0,60 erlang, javna govornica: 0,07 erlang. To znači, da tipični privatni pretplatnik koristi telefonsku liniju 1% do 4% vremena u glavnom prometnom satu. **Blokiranje i mjera blokiranja ->** U sustavu s gubicima, neki pozivi su izgubljeni, ako je n kanala zauzeto kada pristigne slijedeći poziv. Pojam blokiranje odnosi se na taj događaj. Dvije su moguće vrijednosti mjere blokiranje: **Blokiranje poziva BC** je vjerojatnost da pristigli poziv naiđe na n zauzetih poslužitelja, te je blokiran. **Blokiranje vremena BT** je vjerojatnost da je svih n kanala zauzeto u nekom trenutku, tj. to je postotak vremena kada su svi kanali zauzeti. Dvije veličine nisu nužno jednake; ako je proces Poissonov, tada je BC= BT. BC lakše je izmjeriti, a BT jednostavnije je izračunati. Ako je vjerojatnost blokiranja poziva BC tada je učestalost izgubljenih poziva λg= λ ⋅BC λ R= λ ⋅(1−BC )

## Promet podatkovnim komunikacijskim sustavom: U sustavima prijenosa podataka, pogodnija je komutacija paketa od komutacije kanala. Usmjerivač(eng. router) je čvor u podatkovnoj mreži i zadaća mu je prihvat paketa iz dolaznih grana mreže i usmjeravanje u odlazeće grane mreže. U analizi prometa podatkovnom mrežom, razmatra se veza dvaju usmjerivača. Model je jednostavni sustav s čekanjem (m=∞)i jednim poslužiteljem (n=1). Paketi (korisnici) pristižu s učestalošću λ[1/s] (gustoća ulazaka, brzina ulazaka), što znači da je srednje međudolazno vrijeme TA=1/ λ[s]. Duljina paketa L[b] (konstantna ili srednja vrijednost). Brzina prijenosa (obrade i otpremanja) podataka R[b/s], ili brzina posluživanja μ = 1/TS = R/L [1/s] paketa u sekundi. Srednja vrijednost trajanja posluživanja = trajanje obrade i prijenosa paketa TS= L/R [s]. Littleova formula (teorem) -> Odnosi se na srednji broj korisnika koji se nalaze u sustavu. Razmatramo sustav u kojega korisnici (paketi) ulaze s učestalošću λ. Sustav je stabilan, što znači da se korisnici ne nakupljaju (akumuliraju) u sustavu, te je sustav povremeno prazan. Posljedica je, da je učestalost izlaza korisnika iz sustava jednaka ulaznoj učestalosti i iznosi λ . N=λ ⋅ ΤS

## Prometno opterećenje ρ-> Definirano je kao omjer brzina pristizanja i posluživanja paketa:

ρ= λ/μ ρ= λL/R što je jednako količniku trajanja posluživanja i međudolaznog vremena: ρ= TS/TA. Kvaliteta usluge u sustavu komutacije paketa je vjerojatnost da stigne u zadanom roku. **ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line = asimetrična digitalna pretplatnička linija)** -> Naziv za digitalnu pretplatničku liniju (DSL) kod koje je brzina prijenosa podataka u smjeru prema korisniku veća od brzine u suprotnom smjeru. Uobičajene inačice ADSL-a također omogućuju istovremeno korištenje osnovne telefonske usluge na istoj bakrenoj parici jer koriste raspon frekvencija iznad frekvencija potrebnih za rad telefona. Uglavnom se koristi za širokopojasni pristup Internetu, iako je izvorno bio razvijen za pružanje usluge prijenosa digitaliziranog videosignala, pa je posljedica toga i relativno velika nesimetričnost, te mrežni protokol zasnovan na ATM-u. Usluga ADSL-a na strani korisnika se ostvaruje jednostavnom instalacijom dva dodatna uređaja veličine običnog modema: jedan uređaj je frekvencijska skretnica (splitter) koji je namijenjen razdvajanju frekvencijskih pojasa namijenjenih prijenosu govora i podataka koji do njega stižu istom telefonskom linijom, a drugi uređaj je ADSL modem (ili usmjerivač - eng. router), koji povezuje korisnikovo računalo (ili mrežu računala) na Internet**. WiFi** -> Wi-Fi je standardni naziv za Wireless Network ili bežičnu mrežu, odnosno tehnologiju koja se bazira na IEEE 802.11 Wireless Networking standardima. Wi-Fi naziv određuje bilo koji od danas poznatih standarda Bežične mreže npr: 802.11a, 802.11b, 802.11g i 802.11n. Wireless network ili bežična mreža dosta je pogodnija za kućnu upotrebu isključivo iz razloga što nema potrebe provoditi kablove (priključke ) kroz stan ili kuću. Pored ove prednosti ima još jedna vrlo bitna a to je da se wireless ili bežična mreža dosta lakše nadograđuje i prilagođava trenutnim potrebama korisnika bez potrebe da se instalira nova infrastruktura ili dira neka postojeća jer je u biti i nema. Glavni medij za prijenos podataka je zrak. **WiMax -> WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)** je certifikat za proizvode koji prođu testove za IEE 802.16 i ETSI HiperMAN standarde. WiMAX je bežična tehnologija koja ima široku propusnost i brzinu na dosta velikim udaljenostima. Proizvodi sa WiMAX certifikatom su u mogućnosti praviti bežične mreže veoma slične WiFi-u, no sa dosta poboljšanja koja se odnose na veći protok podataka i bolju komunikaciju na većim udaljenostima. **GSM (Global System for Mobile Communications)** -> GSM je najkorišteniji standard za mobilne telefone u svijetu. GSM servis koristi preko 2 milijarde ljudi u više od 212 država i teritorija. GSM je ćelijska mreža, što znači da se mobilni telefoni priključuju na mrežu tražeći ćelije koje se nalaze u blizini. GSM mreže rade u četiri različita frekvencijska opsega. Većina GSM operatera radi na 900 MHz ili 1800 MHz. Neke države na američkom kontinentu, uključujući SAD i Kanadu, koriste 850 MHz i 1900 MHz frekvencijski opseg.