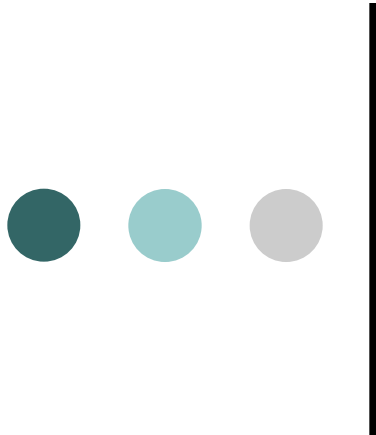


# Multimedijalno inženjerstvo – master strukovne studije



## Digitalni komunikacioni sistemi: **Lekcija 1: Uvod**

zima 2019/2020

**Branimir M. Trenkić**



# O meni

- **Branimir M. Trenkić**
- Doktor tehničkih nauka, oblast – računarske i telekomunikacione mreže
- Profesor strukovnih studija
- e-mail: [btrenkic@viser.edu.rs](mailto:btrenkic@viser.edu.rs)
- Molim da subject- linija Vašeg email-a počinje sa kodom **DKS20**



# O predmetu....

- ***I godina MIN***, semestar – I (zimski)
- Status predmeta: ***izborni***
- ESPB bodova - **8**
- Šifra predmeta - **3173021**
- Obim: **3+0+2** časa nedeljno
- Termin:
  - ***Predavanja***: **sreda** 16:00 – 18:30, (GSD)



# Literatura

***Materijali (prezentacije) sa predavanja*** (u pdf-formatu) – na sajtu predmeta

***Dodatni materijali*** u elektronskoj verziji – na sajtu predmeta

B. Forouzan, *"Data Communications and Networking"*, Fifth Edition, Mc Graw Hill, 2013

A. Tanenbaum, *"Computer Networks"*, Fifth Edition, Prentice Hall, 2011

V. Vasiljević, *"Računarske mreže"*, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, 2007



# Način polaganja

- ***Predispitne obaveze***
  - Redovno pohađanje nastave (nije obavezno ali ***utiče na konačnu ocenu kroz aktivnost!***) (10 bodova)
  - Odbrana vežbi (40 bodova)
  - Kolokvijum (***I + II***) (2 x 25 bodova)
- ***Ko ispuni sve predispitne obaveze (> 50 bodova) – ne polaže ispit!***



# Način polaganja

- ***Ispit***

- ***Pismeni*** način polaganja
  - esejska pitanja
- U januaru samo onaj ***deo koji nije položen!***
- Nakon toga, na ispitu se polaže ceo ispitni materijal



# Značaj komunikacija

- **Mogućnost** isporuke i **razmene informacija** preko globalnih komunikacionih mreža značajno je **uticala na promenu ponašanja ljudi**
- To je **dovelo do fundamentalnih promena** u ponašanju ljudi (načinu na koji ljudi rade, zabavljaju se, žive.....)
- Na prelazu u novi vek, U.S. Nacionalna Inženjerska Akademija napravila je **listu 20 tehnologija** koje su imale **najveći uticaj na društvo u XX veku**



# Značaj komunikacija

- Ova lista obuhvata **tehnološke inovacije** koje su **iz korena menjale način života**, kao što su: elektrifikacija, automobili, avioni,...
- Njima su pridružene i **4 tehnologije iz oblasti komunikacija**
  - radio i televizija,
  - telefon,
  - Internet i
  - računari





# Značaj komunikacija

- Donekle iznenađujuće, ***Internet sa našao na 13. mestu***
  - To je tehnologija razvijena tek u drugom delu veka
  - Smatra se da će najznačajniji uticaj Interneta biti tek u XXI veku
- Posmatrajući prve dve dekade ovog veka, taj stav zvuči potpuno ispravno



# Značaj komunikacija

- *U ovom veku:*
- Sveobuhvatno **širenje bežičnih mreža i mobilnih** komunikacija
- Nastanak i ekspanzija **društvenih mreža**
- Sposobnost **komuniciranja bilo kada i sa bilo kog mesta**

***Fundamentalno menjaju načine organizovanja društva u celini!***



# Značaj komunikacija

- Teško je sada i zamisliti **život bez Interneta** i **njegovih servisa** kao i bez umreženih **mobilnih uređaja**
- Sredinom **2017.**, u svetu je bilo **5 milijardi** korisnika mobilnih telefona, predviđa se da će do kraja tekuće godine preći cifru od **5,7 milijardi**
  - To je više nego što je u to vreme bilo ljudi kojima je bila dostupna električna energija, cipele ili četkica za zube



# Cilj predmeta

**„Kako savremeni komunikacioni sistemi rade?“**

- Ovo pitanje vredi studirati iz ***dva razloga***
  1. Da razumemo ***ključne principe*** funkcionisanja i ***osnovne tehnike*** koje se koriste u komunikacijama



# Cilj predmeta

***„Kako savremeni komunikacioni sistemi rade?“***

- Ovo pitanje vredi studirati iz ***dva razloga***
  2. Druge oblasti, kao što su, računarske nauke (**CS**) i elektrotehnika (**EE**) prepune su ***tehničkim idejama (rešenjima) izvorno nastalim u okviru komunikacionih sistema***, dakle - ***proučavanjem komunikacionih sistema*** pruža se mogućnost upoznavanja sa ***konceptima koji su široko primenjivi***



# Cilj predmeta

- „Tradicionalno, i u edukativnom i u istraživačkom smislu **“komunikacije nižeg nivoa”** se razmatraju **u okviru EE polja** pokrivajući, pre svega, pitanje samog **fizičkog prenosa kroz jedan komunikacioni kanal (različitog tipa)**
- Na sličan način, **“umrežavanje”** se uglavnom tretira **kroz CS polje**, pokrivajući uglavnom pitanja **izgradnje komunikacione mreže** sačinjene od više međusobno povezanih komunikacionih kanala



# Cilj predmeta

- ***Većina tradicionalnih kurseva*** u oblasti digitalnih komunikacija ***retko obrađuju pitanja logičke strukture komunikacionih mreža***
- S druge strane, kursevi u oblasti komunikacionih mreža tretiraju ***prenos preko fizičkog linka kao crnu kutiju***
- Ova podela je jedan od načina ***kako savladati*** ovako ***složenu tematiku***
- **Rezultat** - veliki broj ljudi poseduje značajno neznanje u jednoj od ove dve oblasti, dok je mali broj eksperata za oba aspekta problema



# Cilj predmeta

- Naš cilj:
- Sticanje znanja o važnim detaljima ***oba aspekta (EE i CS)*** digitalnih komunikacija
- Poseban osvrt na razumevanje **kako različite apstrakcije** omogućuju ***izgradnju i modifikaciju različitih delova sistema bez detaljnog razumevanja*** šta se dešava u drugim delovima sistema





# Cilj predmeta

- Kurs pokriva sve elemente komunikacionog sistema
- **Izvor** - koji poseduje **informaciju** koju želi da pošalje
- **Paketi** - u koje se deli poruka kako bi bila preneti preko komunikacione mreže,
- **Bitovi** - čije vrednosti mogu biti “0” ili “1”
- **Signali** - koji su u obliku talasa koji se prostiru kroz prenosni medijum (žičani, radio, optički,...).



# Cilj predmeta

- Govorićemo o **širokom spektru** komunikacionih **sistema (mreža)**
  - Najjednostavnije sa ***namenskim point-to-point linkova***
  - Mreža sa ***deljenim prenosnim medijumom***
    - Skup komunikacionih stanica koji za prenos dele jedinstveni fizički prenosni medijum
  - ***Velikih*** komunikacionih ***mreža*** koje se same sastoje od drugih mreža



# Cilj predmeta

- **Tri fundamentalne načela** čine **suštinu svih digitalnih komunikacionih sistema**:
  - **Pouzdanost prenosa**,
  - **Deljenje komunikacionih resursa** i
  - **Proširljivost** komunikacionog sistema
- Kurs će se uglavnom bazirati na **prve dve teme**



# Digitalni komunikacioni sistemi

- fundamentalna načela -
  - pouzdanost prenosa -
  - deljenje resursa -



# Pouzdanost prenosa

- ***Veliki broj faktora*** svojim delovanjem ***čine komunikaciju nepouzdanom***
- Mi ćemo analizirati ***različite tehnike koje poboljšavaju pouzdanost***
- Zajednički imenioc svih tehnika je **redudantnost**
- Pravilo:  
“Primena principa redundantnosti na kreativan i efikasan način - omogućuje ***pouzdana korišćenje nepouzdatih komponenti***”

# Pouzdanost prenosa

- **Primarni zadatak**: - **Prevazilaženje** širokog spektra **grešaka** i **poremećaja** u radu sistema:
  - **Greške koje narušavaju i izobličuju signale** dovode do tzv. **bitskih grešaka u prenosu**
    - Gausov šum i
    - Interferencija
  - **Gubitak paketa** izazvanih **bitskim greškama koje nisu korigovane**, preopterećenjem bafera ili greškama u softveru ili funkcionisanju linka
- Svi ti problem degradiraju komunikacioni kvalitet



# Pouzdanost prenosa

## ***pouzdanost vs. brzina (propusnost)***

- Neće samo ***pouzdanost*** biti u sferi našeg interesovanja već će to biti i ***brzina prenosa***
- Naime, većina tehnika koje ***poboljšavaju pouzdanost*** prenosa se baziraju na nekom obliku redundantnosti - koje ***redukuju brzinu prenosa*** (propusnu moć sistema)
- Vrlo značajno za većinu komunikacionih sistema je doći do ***kompromisnog rešenja***



# Pouzdanost prenosa

- **Brzina komunikacija** se vremenom rapidno povećala
- **U ranim 80-tim**, ljudi su se **povezivali na Internet preko telefonske linije** što je omogućavalo prenos **nekoliko kilobita u sekundi**
- **Danas** su brzine od **100 Mb/s** preko **bežičnih linkova** na laptopu i **1-10Gb/s** za **kablovske linkove** su uobičajne brzine





# Pouzdanost prenosa

- Osnovna podela tehnika za prevazilaženja grešaka u prenosu:
  - **Reaktivne metode**
    - **Retransmisioni protokoli** za oporavak od gubitaka paketa u prenosu iz različitih razloga
  - **Proaktivne metode**
    - Pouzdani **protokoli rutiranja** za nalaženje alternativnih putanja u mreži kako bi se premostio problem ispada iz rada linka ili stanice



# Deljenje komunikacionih resursa

- Komunikacione mreže u kojima je ***svaki par stanica povezan pomoću namenskog linka*** biće ***veoma skupo rešenje*** za mreže bilo koje veličine
- ***Deljenje komunikacionih resursa*** u mreži je ***neizbežno*** jer resursi nisu jeftini



# Deljenje komunikacionih resursa

- Mi ćemo analizirati kako se:
  - Deli *point-to-point link prenosni medijum*
  - Raspodeljuje *multi-point link* (deljeni medijum, *single-hop mreža*)
  - Deli *cela (multi-hop) mreža* između više veza (konekcija)



# Deljenje komunikacionih resursa

- Govorićemo o metodama za deljenje zajedničkog prenosnog medijuma između povezanih stanica (u *single-hop* mrežama)
- Ovaj ***problem je veoma rasprostranjen***
  - Kablovske (žičane) mreže
    - Broadcast ***Ethernet, Token-ring*** mreže
  - Bežične tehnologije
    - Bežične lokalne mreže (**802.11** ili WiFi),
    - Mobilne mreže podataka (3G, 4G)
    - <sup>28</sup>Satelitske mreže



# Deljenje komunikacionih resursa

- Govorićemo o **MAC (Medium access control) protokolima**, koji uspostavljaju pravila **kako se stanice moraju ponašati i reagovati** u mreži
- **Tri osnovne klase** ovih **protokola**:
  - Statička podela kanala
    - **Raspodele vremena** (*time sharing*)
    - **Raspodele frekvencija** (*frequency sharing*)
  - Slučajni pristup
  - Kontrolisani pristup



# Deljenje komunikacionih resursa

- **Raspodele vremena** (*time sharing*)
  - svaka stanica dobija određeni vremenski interval ekskluzivnog korišćenja prenosnog medijuma
- **Raspodele frekvencija** (*frequency sharing*)
  - prenosni opseg se deli među stanicama tako da se svaki podopseg dodeljuje određenoj stanici i na taj način se omogućava **paralelni rad** bez interferencije



# Deljenje komunikacionih resursa

- Posebano ćemo govoriti **o deljenju resursa u složenim (multi-hop) mrežama**
- U tim mrežama, **većem broju istovremenih veza između različitih stanica** je omogućeno da **dele iste linkove**
- Moguća je komunikacija između različitih entiteta a sve one da se odvijaju preko istih fizičkih linkova



# Deljenje komunikacionih resursa

- Tehnike koje to obezbeđuju (o njima će se govoriti na vežbama) su tehnike **modulacije i demodulacije signala**, kojima se omogućuje **prenos signala na različitim prenosnim frekvencijama ili vremenskim slotovima**
- Na taj način se omogućuje da **više veza dele zajednički prenosni medijum** tako što svaka veza koristi drugu prenosnu frekvenciju





# Deljenje komunikacionih resursa

- ***Takav način deljenja*** je upravljan od strane posebnih stanica u mreži koje se nazivaju – ***komutatori***
- Multi-hop mrežama se ***upravlja na distribuirani način*** - ***bez*** ikakve ***centralizovane kontrole***



# Deljenje komunikacionih resursa

- **Pitanja** na koja ćemo dati odgovore su:
- ***“Kako više istovremenih veza između različitih stanica dele mrežu?”***
- ***“Kako se poruke prenose od jedne tačke do druge u mreži?”***
- ***“Kako se može na pouzdan način komunicirati kroz multi-hop mrežu (za razliku od jednog linka ili deljenog prenosnog medijuma)?”***



# Načela vs. efikasnost

- Tehnike koje se koriste u cilju ***deljenja mreže*** i ***dostizanja pouzdanog prenosa*** – određuju **efikasnost komunikacione mreže**
- U principu, ***pitanje efikasnosti*** se može posmatrati na više načina:
  - ***Minimiziranje kapitalnih troškova***
  - ***Smanjivanje troškova maksimiziranjem „korisnog rada“***

# ● ● ● | Načela vs. efikasnost

- Prvi pristup je **da se minimiziraju**:
    - a) **Kapitalni troškovi** (hardverski uređaji, softver, cene linkova) i
    - b) **Operacionalni troškovi** (ljudi, troškovi zakupa)
- izgradnje i eksploatacije mreže koja ispunjava postavljene zahteve** (kao što su broj povezanih uređaja, nivo performansi i pouzdanosti,...).

# Načela vs. efikasnost

- Drugi pristup je ***smanjiti troškove maksimiziranjem „korisnog rada“*** u funkcionisanju mreže
- ***„Koristan rad“*** se može ***meriti***, na primer, ***kroz***
  - ***Zbirnu propusnost*** (merena u b/s ili Mb/s) ostvarenu sa različitim vezama
  - ***Varijacijom*** te ***propusnosti*** između grupe stanica
  - ***Prosečnim kašnjenjem*** (merenim, najčešće, u milisekundama) koje se dostiže u prenosu podataka