

Konstruktivno ali destruktivno.seštevanje

Dolžini poti se razlikujeta za lihi večkratnik polovične valovne dolžine. *Dolžini poti se razlikujeta za sodi večkratnik polovične valovne dolžine.* Pri konstruktivnem seštevanju je moč vsote večja od moči najmočnejše komponente, pri destruktivnem seštevanju pa manjša.

Zakaj kodam dodajamo redundanco?

Kadar nastopi več ničel ali enic, nastane problem, ker se faza ne more sinhronizirati. Zaradi tega problema in ker na linijah nastopajo linijski transformatorji, ki ne dovoljujejo enosmerne komponente, je potrebno dodajati *redundanco*. Redundanco lahko definiramo kot: št.informacijskih bitov / št.kodnih bitov.

ALOHA

Uporabniki oddajajo podatkovne pakete naključno po potrebi, ne oziraje se na to ali je kanal prost ali zaseden. Kadar se paketa dveh različnih uporabnikov časovno prekrijeta, pride do kolizije in potrebno je ponoviti oba.

Sinhronizirani ALOHA

Oddajanje paketov je možno le ob vnaprej določenih periodično ponavljajočih časovnih trenutkih. Vse postaje so sinhronizirane na te trenutke. Pri tem načinu ne more priti le do delnega prekrivanja.

CSMA

Vsaka postaja posluša, če je kanal v danem trenutku prost. Če ni, paketa ne odda. S tem se pogostost kolizij močno zmanjša.

FDMA

Frekvenčni sodostop, signali različnih uporabnikov so ločeni frekvenčno. Vsakemu aktivnemu uporabniku je dodeljen določen frekvenčni pas, ki je istočasno na voljo samo temu uporabniku.

TDMA

Ssignali različnih uporabnikov so ločeni časovno. Vsakemu aktivnemu uporabniku je dodeljen periodično ponavljajoč časovni interval, v katerem je celoten frekvenčni pas na razpolago le temu uporabniku.

CDMA

Signali različnih uporabnikov so ločeni s kodami. Vsi aktivni uporabniki komunicirajo sočasno v celotnem frekvenčnem pasu. Kode so izbrane tako, da se uporabniki med seboj preveč ne motijo.

SDMA

Signali so ločeni prostorsko. To je v radijskem sistemu mogoče doseči z delitvijo geografskega področja na celice in sektorizacijo letih. Signali, ki se prostorsko

ne prekrivajo, se med seboj ne motijo. Pravzaprav ne moremo več govoriti o skupnem prenosnem kanalu, saj smo ga s prostorsko ločitvijo razdelili. Zato prostorski sodostop ne spada med načine sodostopa do skupnega prenosnega kanala.

Sistemov z razpršenim spektrom(SS)

O SS sistemu govorimo, kadar uporabimo za prenos signala bistveno širši frekvenčni pas, kot je minimalno potrebno. Poznamo DSSS(razširjanje z nizom) FHSS(razš. z fr. skakanjem) THSS(z časovnim skakanjem)

Pomembnejše lastnosti SS sistemov

Boljše lastnosti pri širjenju signala po več poteh., Večja odpornost proti ozkopasovnim motnjam, Dinamično zasedanje kanala, Preprostejši preklopi med celicami celičnega mobilnega sistema, Preprostejše frekvenčno planiranje, Večja kapaciteta, Efekt bližine.

Komunikacija Z njo opisujemo različne načine prenosa informacij, ki poteka po dogovoru o načinu prenosa. Neposredni ustni pogovor, telefon, časopisni oglasi, televizija, video

Telekomunikacije so vsak prenos, oddajanje in sprejemanje znakov, signalov, pisane besede, slike, zvoka ali sporočil po žičnih, radijskih, optičnih sistemih, torej z uporabo elektromagnetnega valovanja.

Protokol je jezik, ki ga uporabljajo stroji za medsebojno komunikacijo.

Telekomunikacijsko omrežje je sistem, ki zagotavlja komunikacije med dvema ali več točkami. Sestavljajo ga vozlišča, spojni vodi med njimi, dostopovni vodi in terminalska oprema

Vozlišče (node) v telekomunikacijskem omrežju je naprava, kjer se medseboj povezujejo komunikacijske poti.

Vmesnik uporabnika z omrežjem je vmesnik med terminalsko opremo in omrežno zaključitvijo. Komunikacija na njem poteka po dostopovnem protokolu.

Terminalska oprema je oprema na uporabniški strani vmesnika uporabnika z omrežjem. Omogoča uporabo telekomunikacijskih storitev in komunicira z omrežjem po dostopovnem protokolu.

Telekomunikacijske storitve delimo na nosilne, daljinske, dopolnilne in storitve z dodano vrednostjo.

Nosilna storitev je vrsta telekomunikacijske storitve, ki zagotavlja prenos signalov med vmesniki uporabnikov z omrežjem. Zanje so značilne naslednje temeljne lastnosti (prenosna zmogljivost, zakasnitve pri prenosu), način

komuniciranja (povezavno, nepovezavno), način prenosa (simetrično-asimetrično, točka-točka, porazdeljevalno, stalna zveza-komutirana zveza).

Daljinska storitev (teleservice) je vrsta celovite telekomunikacijske storitve, s funkcijami terminalske opreme vred, za sporazumevanje med uporabniki.

Dopolnilna storitev je vsaka storitev, ki jo zagotavlja omrežje kot dopolnitev nosilnih in daljinskih storitev (različni načini tarifiranja, identifikacije uporabnikov, oblikovanje zaprtih skupin uporabnikov). Uporabniku ne more biti ponujena kot samostojna storitev, ampak v povezavi z nosilno storitvijo.

Storitev z dodano vrednostjo je ponujena končnim uporabnikom kot dodatna storitev telefonskim storitvam ali drugim prenosom informacij med dvema koncema.

Povezavna storitev je storitev, pri kateri se pred prenosom informacij vzpostavi logična povezava med uporabniki. Zagotovljena je kakovost storitve.

Nepovezavna storitev je storitev, pri kateri se prenašajo informacije med uporabniki, ne da bi se med njimi predhodno vzpostavila logična povezava. Kakovost storitve načeloma ni zagotovljena.

Aplikacije so izvori telekomunikacijskega prometa. Realiziramo jih lahko z vsemi navedenimi vrstami storitev in so osnovni interes uporabnikov telekomunikacijskih omrežij.

Multimedijske storitve so storitve, pri katerih gre za izmenjavo več kot ene vrste informacij (besedilo, grafika, slika, zvok, video).

Multimedijske aplikacije so aplikacije, ki za svoje izvajanje uporabljajo več kot en tip informacij.

Razvoj telekomunikacijskih omrežij in internet

V preteklosti je nastalo več omrežij. Tako se je razvilo telefonsko omrežje, katerega osnovna storitev je bila govorna komunikacija. Radiodifuzijsko radijsko omrežje in omrežja kableske televizije so bila namenjena za distribucijo radiodifuzijskega signala. Razvil se je internet, ki je bil namenjen izključno za podatkovne komunikacije. Radijskimobilni sistemi, kot npr. NMT in GSM, so nastali zaradi zagotavljanja mobilne govorne komunikacije, zaradi podobnih razlogov so bili razviti tudi satelitski sistemi. Energetska omrežja so zagotavljala distribucijo električne energije. Silovit razvoj tehnologije, ki je omogočil neslutene zmogljivosti ter cenenost računalniške in telekomunikacijske materialne opreme, pa danes vodi v združevanje teh omrežij.

Uporaba interneta v informacijski družbi

Upravljanje državnih institucij, poslovanje gospodarskih organizacij, izobraževanje, nakupovanje in finančne storitve, zdravstvo, pasivna in interaktivna zabava, delo na daljavo.

Tehnične zahteve prenosa pri internetnih storitvah

Informacije posameznih storitev lahko razdelimo v naslednje osnovne značilne komponente: **podatki, tekst, zvok, mirujoče slike, video**. **Načine prenosa:** glede na zveznost toka podatkov ločimo: streaming – tekoč prenos, prenos v blokih. glede na pomen časovne dimenzije ločimo: prenos v realnem času, prenos brez časovne odvisnosti. glede na razmerje množine prenesenih podatkov od uporabnika in proti uporabniku ločimo: simetrični prenos, nesimetrični prenos, in glede na pogostost napak pri prenosu, ki zagotavlja sprejemljivo raven kakovosti posamezne storitve.

Prenos kot streaming

Pri streamingu sproti uporabljamo prenašano informacijo in ne čakamo na konec bloka, kot to velja pri standardnem prenosu blokov. Zaporednost informacije vsebuje časovno komponento, ki določa zaporednost pri predvajanju. Streaming internetnega radia ali videa imamo lahko od enega izvora k enemu ali več ponorov, kar predstavlja asimetrični prenos od ponudnika k uporabnikom storitve. Namesto streaminga lahko informacijo razdelimo v bloke, pri čemer mora biti hitrost prenosa večja.

Prenos blokov v realnem času

Imamo v mnogih storitvah, kjer zahtevamo kratek čas zakasnitve odziva. Pri tem informacija sploh ni časovno odvisna. Med takšne storitve sodijo brkljanje po spletu, branje elektronske pošte in prevzemanje spletnega radia v blokih. Za vse storitve v realnem času, kakor tudi za prenos datotek lahko določimo potrebne hitrosti na osnovi sprejemljive zakasnitve zaradi prenosa in tipičnega obsega datotek.

Hierarhična razdelitev omrežij

Najvišjo plast predstavlja **hrbtenično internetno omrežje**, s katerimi so povezani veliki ponudniki informacij v globalnem prostoru. Ti posredujejo informacije prek zelo zmogljivih računalniških sistemov – strežnikov. Njihove informacije potujejo po hrbteničnih optičnih omrežjih telekomov in za internet zgrajenih omrežij izredno velikih prenosnih hitrosti. Zaradi tehnološkega napredka izredno hitro naraščajo prenosne hitrosti na obstoječih (predvsem optičnih) vodih.

Srednjo plast tvorijo **dostopovna omrežja**, preko katerih so informacije interneta iz hrbteničnega omrežja posredovane posameznim končnim uporabnikom interneta. Sedaj do njih vodijo dejansko le žične telefonske zveze, ki niso bile načrtovane za hiter podatkovni prenos. Te zveze so le zasilna rešitev, ki uporabnikom vsaj do neke mere omogočajo uporabljati ali vsaj okusiti internetne storitve. Gradnja optičnega dostopovnega omrežja do prebivalstva bi bila v prvi

fazi informacijske družbe zagotovo negospodarna. Vedno bolj postajajo pomembna brezžična dostopovna omrežja v frekvenčnih področjih nad 2 GHz. Najnižjo plast predstavljajo **hišna** ali stanovanjska **omrežja**. Za učinkovit priključek več računalnikov na internet po domovih potrebujemo ustrezno ceneno lokalno omrežje. Razvoj komponent hišnih omrežij je v izrednem razmahu in cene so v zadnjih letih padle na raven, ki omogoča njihovo širšo uveljavitev v nekaj letih. Gospodarna gradnja hišnih omrežij mora biti postopna in v skladu s potrebami.

Dostopovna omrežja

- **vrvične zveze**
 - o **telefonsko omrežje (bakrene parice)** klasične analogne telefonske zveze POTS, digitalne telefonske zveze ISDN (Integrated Services Digital Network), širokopasovne digitalne zveze po naročniški liniji DSL
 - o **po omrežju kabelske televizije CATV** po koaksialnih kabljih, po hibridnih optičnih zvezah HFC) **optične zveze, zveze po energetskih vodih.**
- **brezvrzčne zveze**
 - **prizemne brezžične zveze** razdelilna omrežja, mobilna omrežja, lokalna omrežja
 - **satelitske zveze** sateliti GEO, MEO, LEO, aeronavtične ploščadi.

Vrvični dostop

Prve telekomunikacijske povezave temeljile na kovinskih vodih. Te vode so vgrajevali v kable, ki so jih večinoma zakopali v zemljo ali v mestih položili v kabelsko kanalizacijo.

Omrežja s kovinskimi žičnimi vodi vodijo skoraj do vsakega doma in z dopolnjevanjem lastnosti prenosnih poti na osnovi sodobne tehnologije lahko omogočimo dostop do interneta ob sorazmerno nizkih stroških. Dostop do interneta preko optičnih vodov sicer izpolnjuje vse zahteve internetnih storitev, vendar so stroški izgradnje omrežij visoki.

Brezvrvični dostop

Enostavna priključitev uporabnika na omrežje, Uporabniki so lahko mobilni znotraj geografskega področja, ki ga pokriva določen brezžični sistem. Operater lahko zagotovi hitrejše in cenejše geografsko pokrivanje s storitvami. Slabosti: večje omejitve glede prenosnih hitrosti, večja izpostavljenost prenašanega signala motnjam in šumu na prenosni poti. Poznamo več vrst sistemov z brezžičnim dostopom: prizemne sisteme, satelitske sisteme.

Omrežje kabelske televizije

Hiter razvoj televizijskih kabelskih omrežij je spodbudila želja televizijskih gledalcev po širšem izboru programov TV. Napredek v izboru so prinesli novi tematsko usmerjeni TV programi. Ta obsežna infrastruktura se je izkazala kot primerna osnova za širokopasovni dostop do interneta. Zagotavljala je dovolj

pasovne širine, edina pomanjkljivost je bila le v enosmerni komunikaciji od ponudnikov programov proti naročnikom. Struktura omrežja: vodi napajajo s signali televizijskih programov vozlišča, na katere so priključeni razvodni vodi. Na razvodne vode so preko odcepnih točk neposredno priključeni naročniki. Za dostop do interneta potrebujemo dvosmerne povezave med strežnikom v glavni postaji in naročniki. Napajalnim vodom, ki so večinoma optični kabli, dodamo še en optični vodnik kot povratno pot za internet.

Optično omrežje

Z optičnimi vlakni so uspešno zamenjali kovinske zveze v hrbteničnih telekomunikacijskih omrežjih in ob tem izredno povečali kakovost in kapaciteto prenosnih poti. Optični kabli povezujejo tudi vse ponudnike kabelske televizije in interneta. Optika predstavlja eno najdražjih rešitev za internet na domačem pragu.

Gospodarnost optičnih omrežij: V omrežju so signali multipleksirani in komunikacijo podpira potrebna elektronika. Signal vodimo do bližine skupine domov na več načinov: Optični signal pasivno razcepimo po moči na več enakih delov, Optični signal pretvorimo v električnega in ga preko žične ali brezžične zveze povežemo do naročnika.

Lokalno elektroenergetsko omrežje

Pri medmestnih povezavah za internet bodo kot konkurenti telekomom nastopala elektrogospodarska in železniška podjetja s svojimi obsežnimi in zmogljivimi optičnimi omrežji, prvi na daljnovodih in drugi ob železniških progah. Do transformatorskih postaj bodo morali napeljati optične vodnike, od tam naprej pa obstoječe žično omrežje sorazmerno kratkih razdalj. Problem je zagotoviti zadostno prenosno kapaciteto množici naročnikov, ki so skupaj priključeni na eno transformatorsko postajo.

Brezžična razdelilna omrežja

Uporabljamo za brezžično premostitev razdalje do uporabnikov v zadnjih kilometrih. Značilnost teh omrežij je, da niso namenjena mobilnemu naročniku. Sprejemna antena uporabnika je fiksna, ponavadi montirana na strehi ali steni stavbe, do katere je speljan signal. Bolj zanimiva za dostop uporabnikov do podatkovnih omrežij so širokopasovna brezžična razdelilna omrežja. Brezžična razdelilna omrežja predstavljajo zanesljivo in cenovno ugodno rešitev tako za ponudnike kot uporabnike širokopasovnih storitev. Odlikuje jih hitra postavitve z minimalno infrastrukturo. Ti sistemi bodo se posebno zanimivi za profesionalne naročnike z večjimi zahtevami.

Mobilna omrežja

Namen teh omrežij je zagotavljanje komunikacij mobilnim uporabnikom. Pomemben način dostopa uporabnikov do interneta. Seveda do takšnih storitev, ki jih bodo relativno nizke prenosne

hitrosti omogočale. Trenutne podatkovne hitrosti so v praksi do 43,2 kb/s pri GSM s HSCSD nadgradnjo, pri tretji generaciji pa je predvidena hitrost do 2 Mb/s.

Delimo jih na 3 generacije:

- o **Sistemi prve generacije** so analogni sistemi, ki jih časovno uvrščamo
- o med leti 1980 in 1990. V Sloveniji je NMT. Deluje na frekvencah okrog 420 MHz. Problem je slaba sledljivost.
- o **Sistemi druge generacije** so digitalni sistemi. Tu je sistem GSM deluje v frekvenčnem področju okrog 900 MHz.
- o **Sistemi tretje generacije**, poznamo jih pod kratico IMT-2000 so v fazi razvoja. Odpravljajo marsikatero slabost sistemov prve in druge generacije. Sistem tretje generacije v Evropi je UMTS.

Lokalna brezžična omrežja

Gre za način brezžične povezave uporabnikov v lokalno omrežje, npr. znotraj poslovne zgradbe ali stanovanjske hiše. Omrežja WLAN odlikuje predvsem hitra postavitve, fleksibilnost in lokalna mobilnost uporabnika. **Bluetooth** je radijska tehnologija kratkega dosega (reda 10 m) in zelo majhnih moči (do 100 mW), ki je namenjena za komunikacijo med napravami v domačem in poslovnem okolju. Komunikacija z Bluetooth bo nadomeščala dosedanje povezovanje s kabli in IR komunikacijo, ki se je izkazala za precej nezanesljivo.

Satelitska omrežja

Prednosti Najbolj očitni sta globalno pokrivanje ter enostavno doseganje nedostopnih in redko naseljenih predelov. Problem satelitskih sistemov je predvsem v velikih zagonskih stroških, saj satelitskega sistema ni moč graditi postopno. 3 vrste tirnic: **nizke tirnice** LEO na višini od 200 do 1.500 km nad površjem zemlje, **srednje tirnice** MEO od 5.000 do 13.000 km nad površjem zemlje in **geostacionarno tirnico** GEO na višini 35.786 km nad ekvatorjem. Slabost: veliki zakasnitvi signala na prenosni poti, v precejšnji velikosti sprejemnih anten.

Lastnosti prenosnega medija

Slabljenje in disperzija, odboji, različne vrste šuma, od katerih ima prevladujoč vpliv presluh iz sosednjih dvovodov. **Slabljenje** naročniških vodov s frekvenco narašča, kar je posledica izriva toka proti površini vodnika in dielektričnih izgub izolatorja. **Disperzija** signalov pri prenosu je posledica razlik v fazni hitrosti. Glavni učinek disperzije pri digitalnem prenosu je **intersimbolna interferenca**, ki jo lahko kompenziramo z izravnalnikom v sprejemniku. **Odboji** nastopajo zaradi sprememb karakteristične impedance, ki jih povzročajo različne nehomogenosti na naročniški liniji. Težava zaradi odbojev ni samo izguba moči signala, ki potuje v želeni smeri, pač pa tudi neželeni odbiti signal v sprejemniku. **Presluh** med dvovodi je posledica elektromagnetnega sklopa, ki nastopa zaradi bližine parov dvovodov. **Šum** na naročniškem vodu povzročajo poleg signalov presluha tudi tujerodni izvori. Vrsta motenj, ki jih moramo upoštevati je zopet odvisna od načina ločevanja smeri prenosa. **AM modulacije** so v elektrotehniko uporabne

večinoma za brezžični prenos podatkov. Amplitudna modulacija AM deluje tako, da spreminja amplitudo signala in s tem nosi informacijo. Amplitudna modulacija ima torej spremenljivo ovojnico. **Kotne modulacije** so precej bolj zapletene. Ker je amplituda sprejetega signala konstantna in gre torej za modulacijo s konstantno ovojnico, lahko uporabljamo nelinearne ojačevalnike, ki bistveno poenostavijo sistem. Delimo jih v 2 skupini: fazne in frekvenčne modulacije.

Digitalni modulacijski postopki

Amplitudno skočna modulacija ASK, frekvenčno skočna modulacija FSK, fazno skočna modulacija PSK. FSK in PSK imajo ravno ovojnico, PSK pa spremenljivo ovojnico. **Fazna modulacija** prenaša informacijo s spremembo faze nosilnega signala. Pri fazni modulaciji je uporabljeno končno število različnih faz, ki prenašajo informacijo, torej je vsaki fazi dodeljeno nek vzorec binarnih vrednosti. Najpreprostejša fazna modulacija je **BPSK**. Učinkovitejša fazna modulacija je **QPSK**. **Spektralno učinkovitost** . definiramo kot razmerje števila bitov na sekundo, ki jih prenesemo v izbranem frekvenčnem pasu. Pove nam kako učinkovito nek modulacijski postopek izrabi pasovno širino. **Močnostno učinkovitost** Definicija močnostne učinkovitosti je definirana kot razmerje signal/šum potrebno za doseg izbrane bitne napake P_b pri prenosu signala preko Gaussovega kanala.

Omejitve prenosnih kapacitet

Modem je danes v širšem smislu komunikacijska naprava, ki omogoča prenos digitalnih signalov po fizičnem mediju. Modem loči dva svetova: digitalni svet zaporedij znakov in analogni svet električnih signalov, ki jih je mogoče prenašati po fizičnem mediju.

Načini sodostopa do prenosnega kanala

Delimo na: sodostope z zaseganjem kanala (uporabniki zasegajo medij v celoti) in sodostope z delitvijo zmogljivosti (kapaciteta medija se razdeli na več delov)

Radiodifuzija

Radiodifuzija je posebna veja brezžičnih širokopasovnih telekomunikacij, za katero je značilno, da komuniciranje poteka enosmerno. Analogna radio/televizija AM-radiodifuzija, FM-mono radiodifuzija, FM-stereo radiodifuzija, črnobela TV, barvna TV. Digitalna radio/televizija DAB, DVB.

AM – radiodifuzija

Začetki radia segajo v leto 1901, AM-radio je prenašal zvok, ki je vseboval frekvence od 300 Hz pa do 5 kHz, kar je le del celotnega audio spektra. Slabosti: občutljivost za motnje in premajhna zmogljivost kanala za prenos kakovostnega zvoka.

FM – mono radiodifuzija

Frekvenčna modulacija, kjer jakost zvoka vpliva na frekvenčni koleb nosilne frekvence oddajnika ter uporaba širših kanalov na višjih (UKV) frekvenčnih obsejih omogočata prenos kakovostnega zvoka.

FM-stereo radiodifuzija

Tu je multipleksni način, ki omogoča kakovosten stereofonski prenos zvokovnih signalov. Prenos stereofonskega signala z dvema oddajnikoma in dvema sprejemnikoma bi bil drag in tehnično zapleten, zato uporabljamo kodirni postopek s pilotom. Zadnja nadgradnja analognega FM-radiodifuznega sistema je vpeljava tako imenovanega **RDS** podnosilca na 57 kHz ki prenaša podatke v digitalni obliki s hitrostjo 1187,5 bit/s.

Digitalni radio

Digitalni radio je sistem za prenos digitalnega avdio signala obenem s potrebnimi podatki. Osnovne zahteve pri načrtovanju novega sistema so bile: odpornost na sprejem odbitih valov, kakovost zvoka primerljiva s CD standardom, boljša izkoriščenost frekvenčnega spektra, možnost hkratnega prenosa zvoka in podatkov.

Črnobela televizija

V Evropi smo uvedli črnobeli slikovni sistem, ki temelji na prenosu 50.625 vrstičnih slik na sekundo. To pomeni, da gre za signal, ki zavzema osnovni spekter od 0 do **5,5 MHz**. Slikovno informacijo je tako mogoče prenašati z AM – modulacijo v VHF- in UHF-frekvenčnem območju. Največji frekvenčni koleb zvokovnega nosilca je **50 kHz**, zato je kakovost zvoka pri televiziji malo manjša.

Barvna televizija

Tu je slikovni signal poleg zvokovnega nosilca dobil še nosilec na frekvenci 4,43 MHz, ki je omogočal prenos informacij o barvi televizijske slike. Barvna slika je sestavljena iz treh barvnih komponent (**R, G, B**). Zaradi združljivosti je treba iz tega signala generirati svetlobni signal ali luminenco, ki je ekvivalentna črnobeli sliki. Ob pojavu barvne televizije je treba omeniti, da je na svetu nastalo kar nekaj sistemov, ki niso bili združljivi (*PAL, SECAM, NTSC*).

Digitalna televizija

Digitalni signali so izredno odporni proti motnjam in popačenjem, ki nastajajo pri prenosu po različnih medijih. Gradniki slike v digitalni obliki so neobčutljivi za obliko impulza. Komponente (Y, U, V) se prenašajo druga za drugo, zato govorimo o komponentnem sistemu.