Linijski kodovi u ADSL sustavima

Jeleč, Fabijan

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:154376

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA

Stručni studij

LINIJSKI KÔDOVI U ADSL SUSTAVIMA

Završnirad

Fabijan Jeleč

Osijek, 2017.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. LINIJSKI KÔDOVI 2

2.1. Unipolarni linijski kôdovi 3

2.2. Polarni linijski kôdovi 4

2.2.1. NRZ 4

2.2.2. RZ 5

2.2.3. Manchester 7

2.2.4. Diferencijalni Manchester 8

2.3. Bipolarni linijski kôdovi 9

2.3.1. AMI 9

2.3.2. Pseudoternarni 10

2.3.3. B8ZS 10

2.3.4. HDB3 12

2.4. Ostali 12

2.4.1. 2B1Q 12

2.4.2. MLT-3 13

3. ADSL TEHNOLOGIJA 14

3.1. ADSL podkanali 15

3.2. DMT 16

3.3. Brzina ADSL veze 18

3.4. ADSL okviri i superokviri 18

3.5. ADSL modemi 19

3.6. Najnovije ADSL tehnologije 20

4. ZAKLJUČAK 21

I. Literatura 22

II. Popis ilustracija 23

III. Sažetak 24

IV. Summary 25

V. Životopis 26

1. UVOD

DSL (*Digital Subscriber Line*), jednostavno rečeno, je način prijenosa podataka pomoću običnih telefonskih linija. DSL je naziv za sve tehnologije koje se koriste za prijenos digitalnih podataka preko telefonskih linija.

DSL tehnologije mogu se podijeliti u dvije osnovne skupine:

- Simetrične, SDLS (*Symmetric DSL*),
- Asimetrične, ADSL (*Asymmetric DSL*)

Kasnije dolazi do razvoja DSL tehnologija velikih brzina. To su HDSL (*High-bit-rate DSL*) i VDSL (*Very-high-bit-rate DSL*).

U radu je detaljnije obrađena danas najčešće korištena DSL tehnologija, asimetrična digitalna pretplatnička linija ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*), čija je osnovna karakteristika asimetričnost, te je stoga najzanimljivija DSL izvedba za privatne i poslovne korisnike. U radu je objašnjen ADSL sustav, najnovije tehnologije, podkanali, okviri i superokviri, te ostvarive brzine ADSL sustava.

Rad također opisuje i linijske kodove. Linijsko kodiranje je način prilagodbe digitalnog signala za prijenos preko medija. Izbor linijskog koda ovisi o vrsti medija preko kojega šaljemo digitalni signal. U radu su detaljno obrađeni unipolarni, polarni, i bipolarni linijski kodovi.

2. LINIJSKI KODOVI

Linijski kodovi su tehnika pretvaranja digitalnih informacija u digitalni signal. Slika 2.1. ilustrira ulogu linijskih kodova u komunikacijskom kanalu.



Slika 2.1.*Uloga linijskog koda u komunikacijskom kanalu*

Linijski kodovi mogu se podijeliti u tri osnovne grupe:

- Unipolarni,
- Polarni,
- Bipolarni.

Pri korištenju linijskih kodova, važno je uzeti u obriz nekoliko kriterija koji poboljšavaju kvalitetu sustava. Prvi kriterij koji je važno razmotriti je broj razina prijenosnog sustava M. Ako se razmotri sljedeća formula [1]

$$R = 2B \log_2 M \, [bit/s] \tag{2-1}$$

gdje je:

- R — brzina slanja simbola kroz kanal,
- B — širina prijenosnog pojasa$[Hz]$,
- M — broj razina prijenosnog sustava,

može se zaključiti da ukoliko sustav nastoji postići veće prijenosne brzine, veći broj razina prijenosnog sustava je svakako pogodan.

Sljedeći važan kriterij je brzina prijenosa bitova (*bit rate*) i brzina prijenosa simbola (*baud rate*), te njihov međusobni omjer. Jedan simbol može sadržavati više bitova. Ako simboli predstavljaju pakete u kojima se nalaze bitovi, tada je logično da cilj popuniti jedan paket sa što više bitova.

Nadalje, linijski kodovi nastoje izbjegavati korištenje istosmjerne komponente zbog prisutnosti kondenzatora i transformatora u mediju. Oni blokiraju istosmjernu komponentu, što vodi do slabljenja signala.

Sljedeći kriterij je spektar signala. Širina signala koji se šalje kroz prijenosni medij određuje hoće li signal biti izobličen ili ne. Prema tome, linijski kod nastoji transformirat signal tako da njegova širina odgovara širini prijenosnog medija.

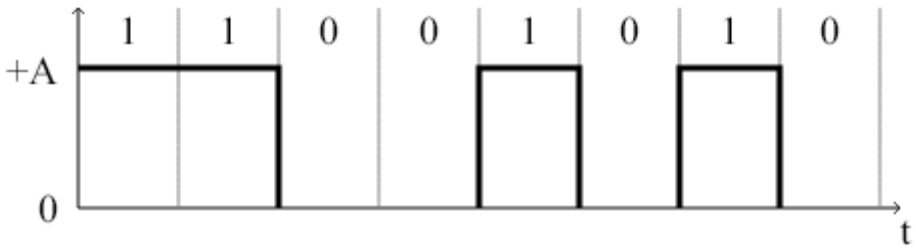
U prijenosnim medijima često se znaju pojaviti šumovi koji utječu na kvalitetu signala. Neki linijski kodovi mogu više ili manje utjecati na stvaranje otpornosti na šumove u kanalu. Svakako je bitno imati što veću moguću otpornost na šum. Zbog učestalosti šumova u kanalima, veoma je korisno ako linijski kod ima mogućnost uočavanja grešaka.

Sinkronizacija prijenosa također igra bitnu ulogu. Za kvalitetno obnavljanje signala pogodno je da signal mijenja naponske razine što češće. Određeni linijski kodovi to mogu postići. U suprotnom se koristi taktni signal, koji se radi važnosti očuvanja kvalitete obično šalje posebnim kanalom.

Na kraju, važno je uzeti u obzir i cijenu implementacije. Cilj je održati razumnu kvalitetu signala za što manju cijenu. Stoga je bitno poznavanje pojedinog linijskog koda i njegovih mogućnosti.

2.1. Unipolarni linijski kodovi

Unipolarni linijski kod je najjednostavniji, zato što koristi samo jedan polaritet. Pošto se koristi dva bita, ‘1’ i ‘0’, jedan od njih biti će prestavljen polaritetom (+A ili -A), dok drugi neće koristiti polaritet, već istosmjernu komponentu (0). Neka se za primjer uzme slika 2.2.



Slika 2.2.*Primjer unipolarnog koda*

Vrijednost ‘0’ koristi istosmjernu komponentu. Iako postoji samo jedan polaritet, koriste se dvije naponske razine, u primjeru ‘0’ i ‘+A’. Naponske razine predstavljaju podatke.

Unipolarni linijski kod sadrži mnogo loših karakteristika. Brzine prijenosa bitova i prijenosa simbola su jednake. Također, dolazi do gubitka sinkronizacije u dugačkim sekvencama ‘0’ ili ‘1’. Nadalje, pošto se za ‘0’ ne šalje ništa, tj. koristi se istosmjerna komponenta. Sve ove loše karakteristike rezultiraju ne korištenju ovog koda. [2]

2.2. Polarni linijski kodovi

Za razliku od unipolarnih linijskih kodova koji koriste samo jedan polaritet, polarni linijski kodovi koriste dva polariteta i dvije naponske razine — jednu pozitivnu i jednu negativnu. Rezultat toga je ne korištenje istosmjerne komponente, što je veoma korisna osobina linijskih kodova.

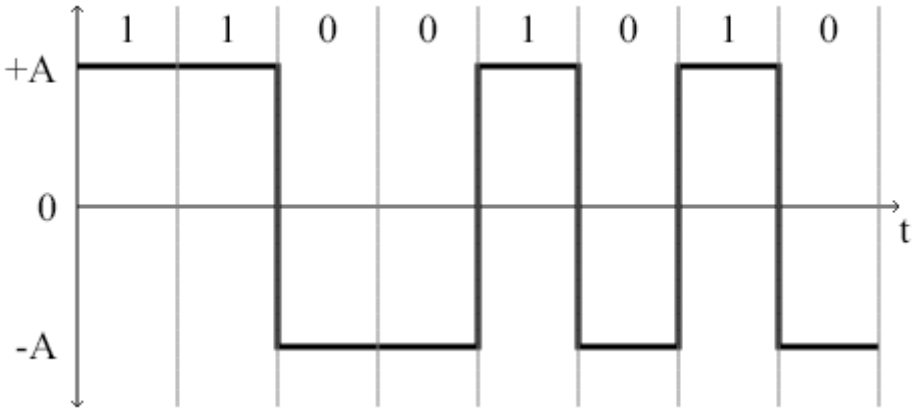
Polarni linijski kodovi imaju nekoliko shema: [3]

- NRZ (*Non-Return-to-Zero*)
- RZ (*Return-to-Zero*)
- Manchester
- Diferencijalni Manchester

2.2.1. NRZ

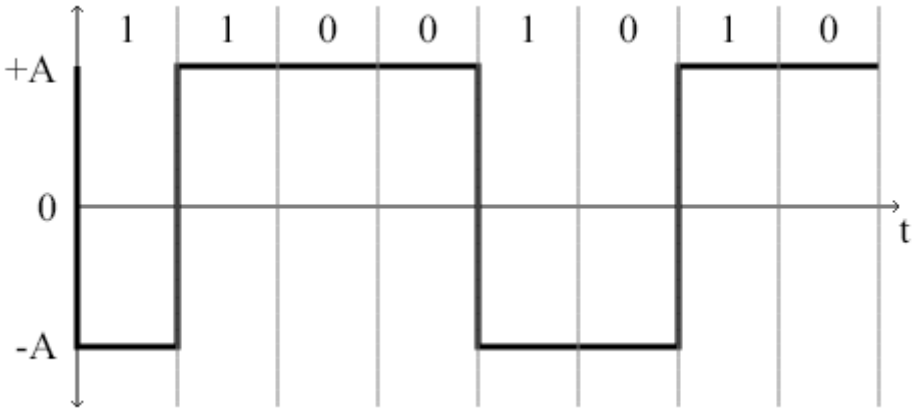
Postoji nekoliko NRZ shema, ali sve dijele karakteristiku da je naponska razina konstantna tijekom intervala pojedinog bita.

Prva NRZ shema je **NRZ-L** (*level*). U tom slučaju, bit ‘1’ je predstavljen visokom naponskom razinom (+A), dok je bit ‘0’ predstavljen niskom naponskom razinom (-A) [2]. Na slici 2.3. vidi se primjer.



Slika 2.3.*Primjer NRZ-L sheme*

Druga shema je **NRZ-I** (*inversion*). Ona funkcionira tako da pri pojavi bita ‘1’ u nekoj sekvenci bitova, razina signala se obrne (inverzija). U prijevodu, promjena naponske razine predstavlja bit ‘1’. Primjer NRZ-I sheme vidi se na slici 2.4.

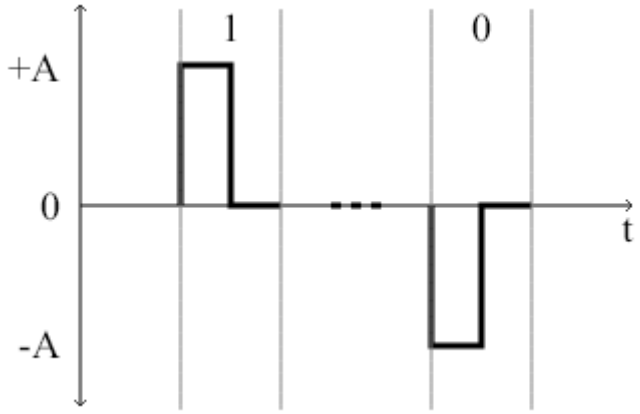


Slika 2.4.*Primjer NRZ-I sheme*

Loše osobine NRZ shema su jednake brzine prijenosa bitova i prijenosa simbola, te gubitak sinkronizacije za dugačke sekvence ‘0’ ili ‘1’. NRZ-I se malo bolje nosi s tim problemom, jer u slučaju dugačke sekvence bitova ‘1’ signal je konstantno inverziran. Međutim, problem i dalje postoji za dugačku sekvencu bitova ‘0’. [2]

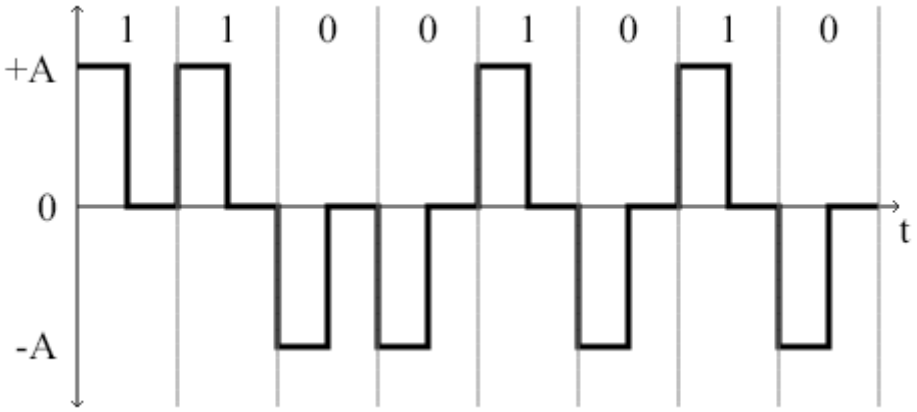
2.2.2. RZ

Daljnji razvoj dovodi do RZ sheme. Kako bi se osigurala sinkronizacija, unutar svakog bita treba postojati promjena razine signala. U RZ shemi, bit ‘1’ predstavljen je promjenom visoke razine u 0, dok je bit ‘0’ prestavljen promjenom iz niske razine u 0, kao što se vidi na slici 2.5.



Slika 2.5.*Vrijednosti bitova u RZ shemi*

Ako se pravila RZ sheme primjene na istoj sekvenci bitova kao i na prošlim primjerima (11001010), tada će signal izgledati kao sljedeće (slika 2.6.):



Slika 2.6.*Primjer RZ sheme*

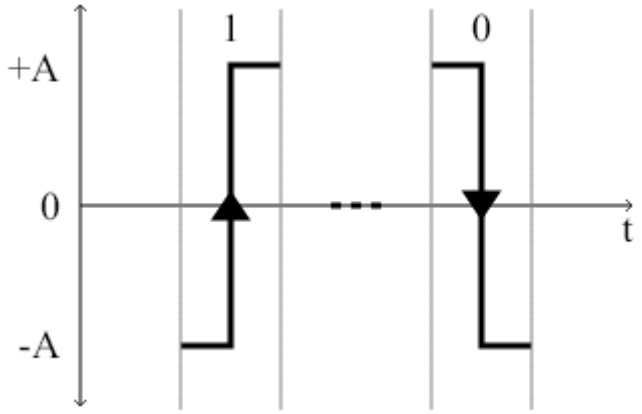
RZ uvodi poželjne osobine — mogućnost kvalitetne sinkronizacije, i tri razine prijenosnog sustava ($M = 3$). Međutim, to dolazi sa žrtvom. Brzina prijenosa informacije je dvostruko veća od brzine prijenosa simbola, te je potrebna veća širina prijenosnog pojasa. [3]

2.2.3. Manchester

U svrhu uklanjanja nekih od nedostataka RZ sheme, dolazi Manchester shema. To je dvofazni kod u kojem središnji prijelaz u svakom bitu služi dvije svrhe: [3]

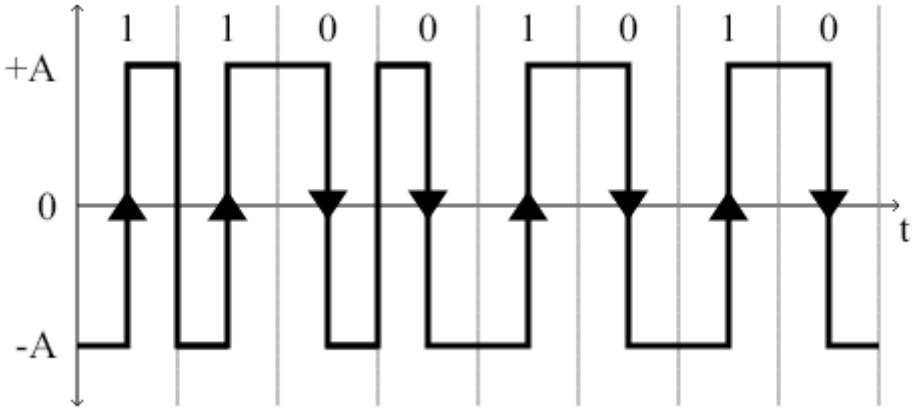
- Mehanizam takta za sinkronizaciju,
- Informacija koju predstavlja (‘1’ ili ‘0’).

Slika 2.7. prikazuje vrijednosti pojedinih bitova.



Slika 2.7.*Vrijednosti bitova u RZ shemi*

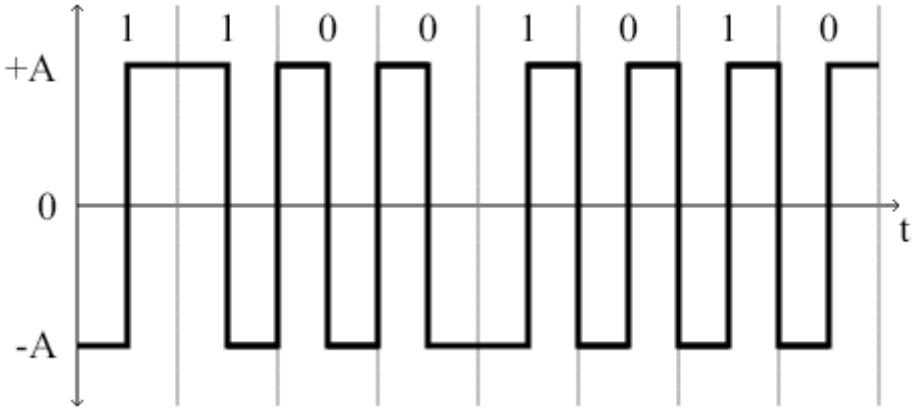
Kao što se vidi, vrijednost bita ‘1’ je signal koji prelazi iz niske razine u visoku, demonstrirano strijelicom. Istim postupkom, vrijednost bita ‘0’ je signal koji prelazi iz visoke razine u nisku. Ukratko se može reći da ‘1’ raste, a ‘0’ pada. Slika 2.8. prikazuje primjenu na sekvenci bitova. [2]



Slika 2.8.*Primjer Manchester sheme*

2.2.4. Diferencijalni Manchester

Diferencijalni Manchester kod gotovo je isti kao i Manchester kod, osim što se u diferencijalnom pojavljuje tranzicija naponske razine samo pri pojavi bita ‘0’. Slika 2.9. demonstrira kako diferencijalni Manchester kod funkcionira. [3]



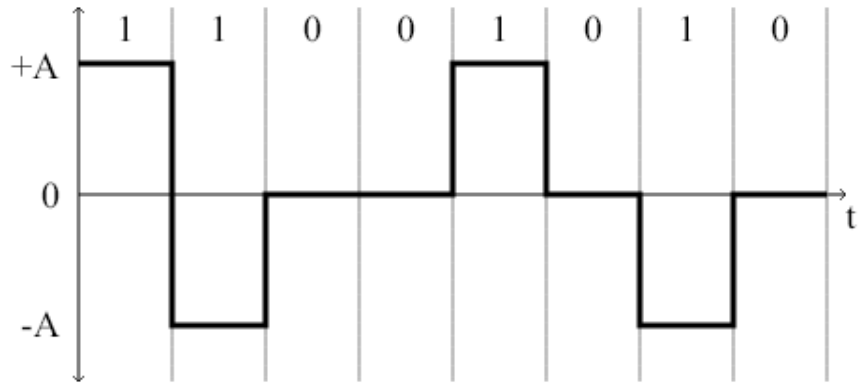
Slika 2.9.*Primjer diferencijalnog Manchester kôda*

Prednost obje vrste Manchester kôda je odlična sinkronizacija zbog najmanje jedne tranzicije po bitu. Također, ne postoji istosmjerna komponenta. Jedini nedostatak je potreba za većom širinom prijenosnog kanala. [3]

2.3. Bipolarni linijski kodovi

2.3.1. AMI

AMI (*Amplitude Mark Inversion*) veoma je sličan RZ kodu. Međutim, u RZ shemi, naponska razina 0 ne predstavlja ništa, već služi samo kao pomoć za sinkronizaciju signala. Ne predstavlja ni ‘0’, ni ‘1’. U AMI kodu, naponska razina 0 predstavlja bit ‘0’, dok bit ‘1’ poprima naponske vrijednosti (+A) ili (-A). Sada naziv ‘*Amplitude Mark Inversion*’ ima smisla, jer ‘*Mark’* predstavlja bit ‘1’, te se alternira između naponskih vrijednosti (+A) i (-A) [2]. Slika 2.10. prikazuje primjer.

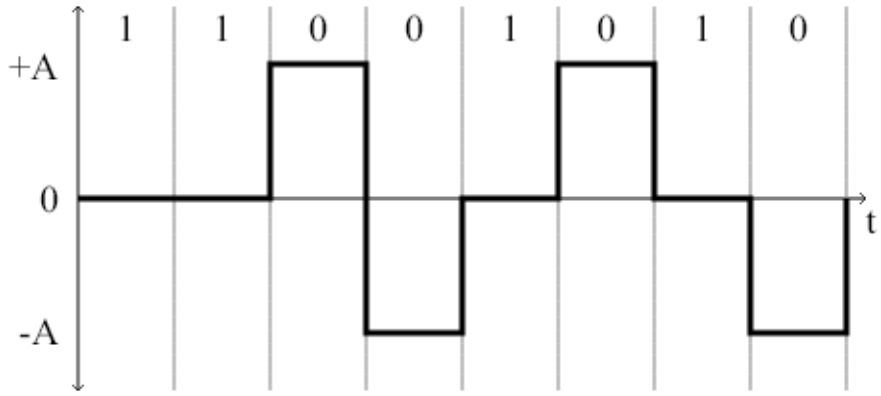


Slika 2.10. *Primjer AMI kôda*

Nedostatak AMI koda nalazi se u dugačkim sekvencama ‘0’, jer se time gubi sinkronizacija.

2.3.2. Pseudoternarni

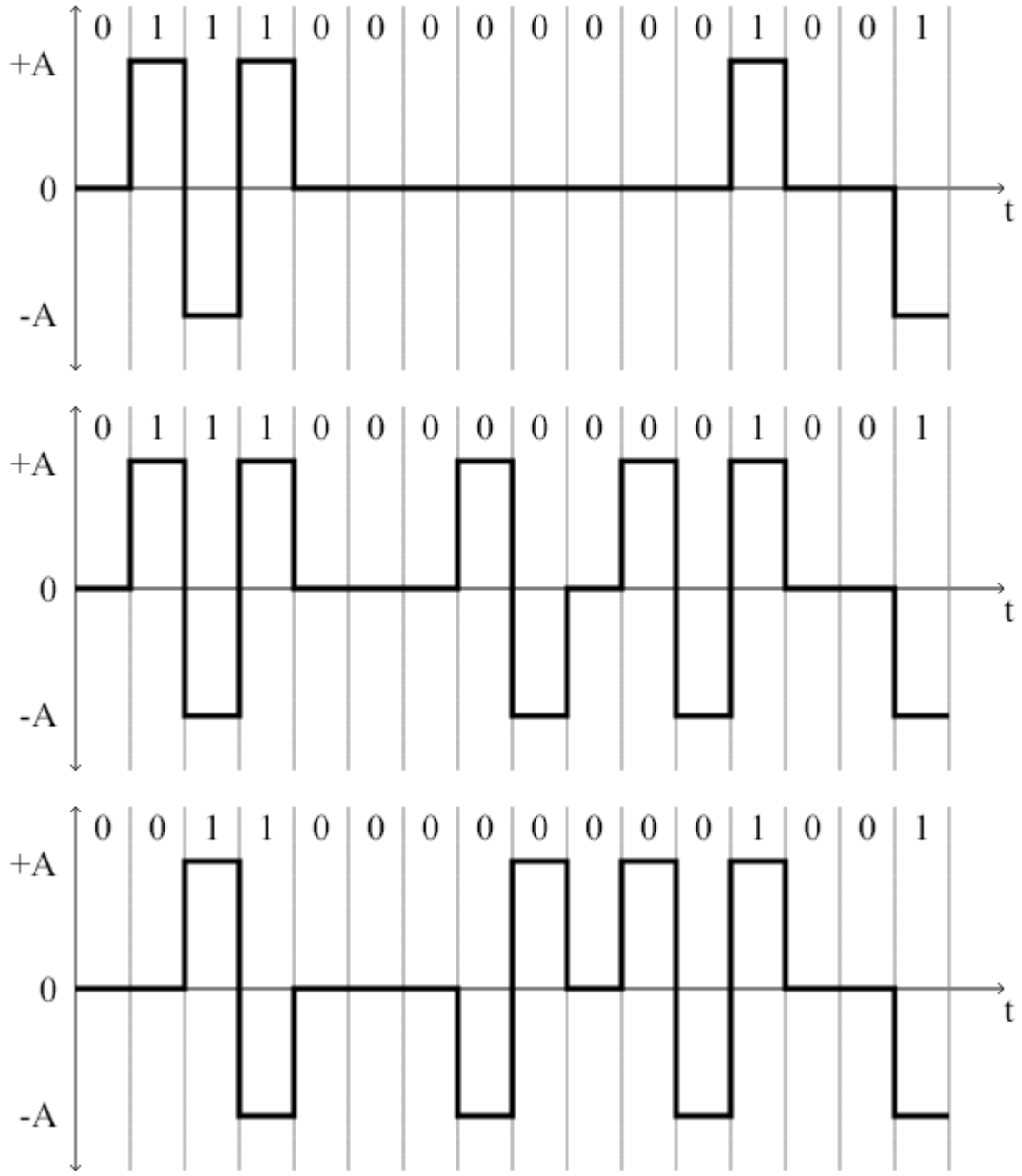
Pseudoternarni kod isti je kao i AMI, osim što naponska razina 0 predstavlja bit ‘1’, a naponske razine (+A) i (-A) predstavljaju ‘0’ [3]. Primjer je prikazan na slici 2.11.



Slika 2.11. *Primjer pseudoternarnog koda*

2.3.3. B8ZS

B8ZS (*Bipolar with 8-Zero Substitution*) je linijski kod koji popravlja nedostatke AMI linijskog koda prilikom pojave dugačke sekvence uzastopnih ‘0’. U tom slučaju se osam uzastopnih ‘0’ zamijenjuje sekvencom ‘0 0 0 + - 0 + -‘ ako je prethodni puls imao pozitivnu naponsku razinu, ili ‘0 0 0 - + 0 + -‘ ako je prethodni puls imao negativnu naponsku razinu [2]. Na slici 2.12. prikazana su oba primjera. Prvi graf predstavlja AMI kod, drugi B8ZS, sa supstitucijom gdje je prethodni impuls pozitivan, a na trećem grafu je prethodni impuls negativan.



Slika 2.12.*Usporedba AMI i B8ZS koda*

Općenitiji naziv za ovaj kod je BnZS, gdje n predstavlja broj uzastopnih ‘0’ bitova koji se ponavljaju, te koje će biti zamijenjeni nekom određenom sekvencom kako bi se postigla bolja sinkronizacija signala. B8ZS se uglavnom koristi u Americi. [2]

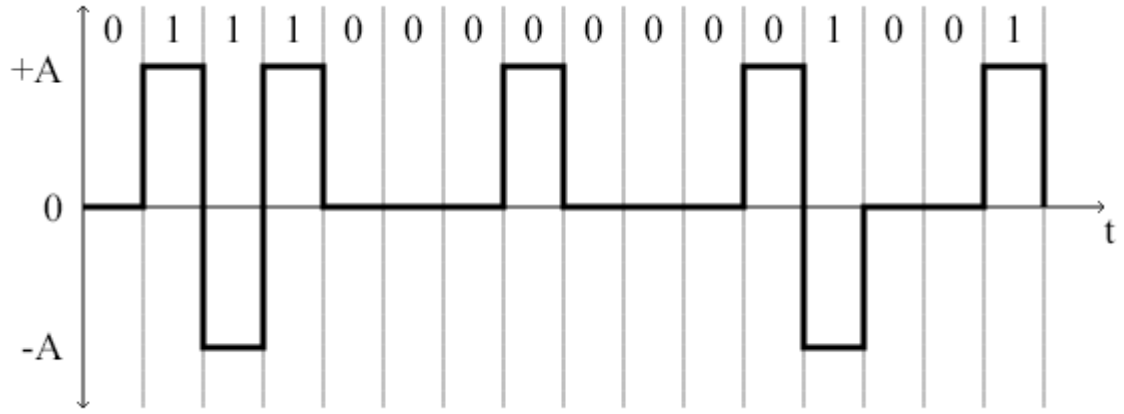
2.3.4. HDB3

HDB3 (*High Density Bipolar 3-zeros*) je alternativa AMI koda koja se pretežno koristi u Europi i Japanu [2]. Ima sličan princip rada kao i B8ZS. Mijenja se sekvenca četiri uzastopna ‘0’ bita. Pravila substitucije prikazana su tablicom 2.1.

Tablica 2.1.*Pravila HDB3 substitucije*

Polaritet prethodnog impulsa	Broj bipolarnih impulsa (‘1’) od zadnje substitucije	
	Neparan	**Paran**
-	0 0 0 -	+ 0 0 +
+	0 0 0 +	- 0 0 -

Primjer HDB3 koda prikazan je na slici 2.13. Na primjeru se koristi ista sekvenca kao i na primjeru za B8ZS.



Slika 2.13.*Primjer HDB3 kôda*

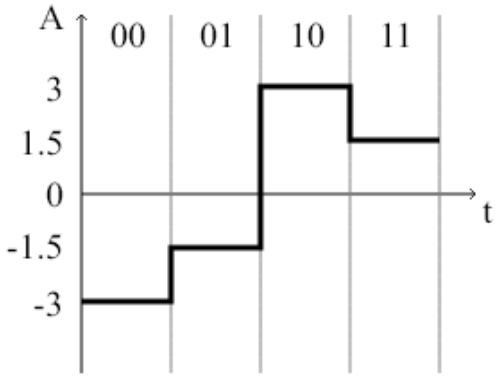
HDBn je općenitiji naziv za ovaj kod. U slučaju pojave N+1 uzastopnih ‘0’ u nizu, obavlja se substitucija.

2.4. Ostali

2.4.1. 2B1Q

2B1Q (*Two Binary One Quaternary*) je vrsta linijskog koda koji koristi četiri naponske razine. Svaka razina prestavlja par od 2 bita, što znači da se jednim simbolom prenose dva bita. To je veoma poželjna karakteristika. Međutim, zbog korištenja više razina, omjer signala i šuma

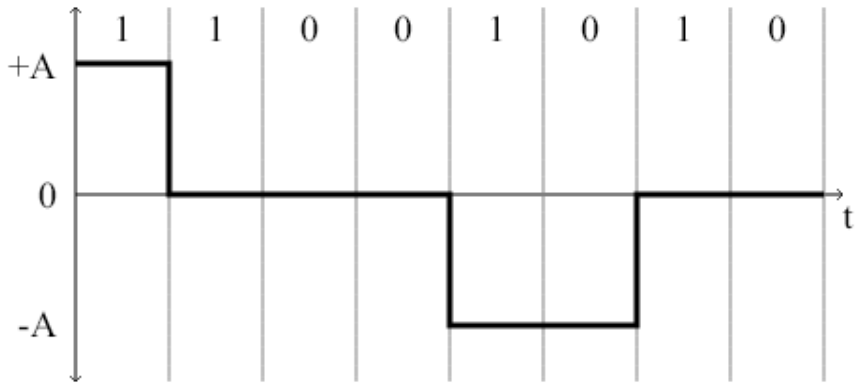
mora zadovoljavati određene uvjete kako bi se ovaj kod mogao koristiti [3]. Slika 2.12. predočava način kodiranja u 2B1Q linijskom kodu.



Slika 2.14. *Način rada 2B1Q linijskog koda*

2.4.2. MLT-3

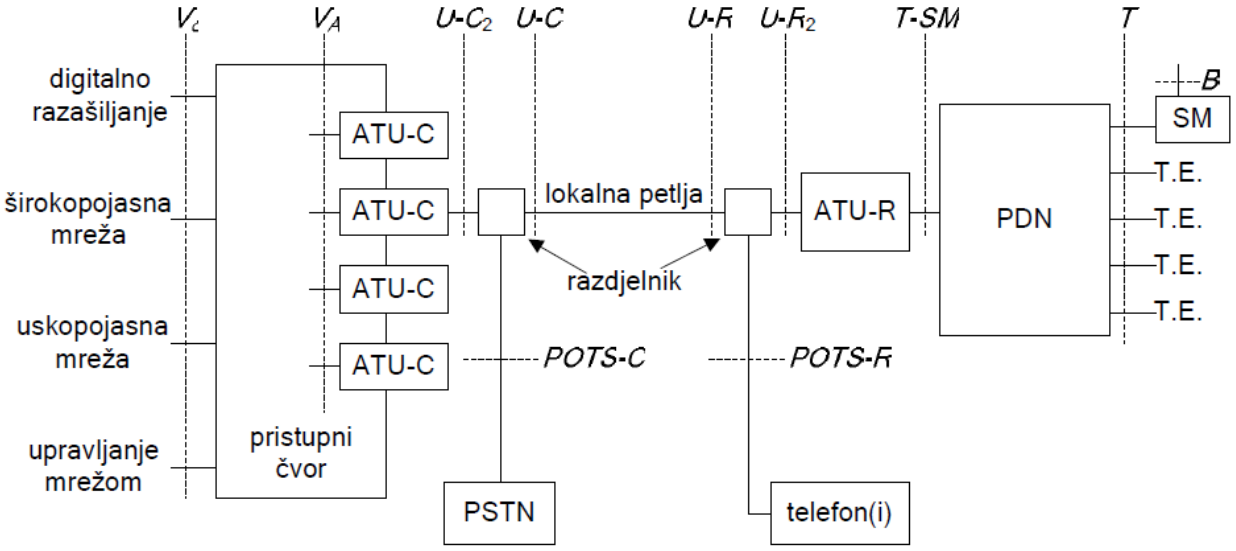
MLT-3 (*Multiline transmission*) je linijski kod veoma sličan NRZ-I linijskom kodu, ali koristi tri naponske razine. Funkcionira na način da se promjena signala događa na svakom ‘1’ bitu, na način prvo ide na (+A) razinu, zatim na 0, potom na (-A), i onda ponovno na 0. ‘0’ bit ne uzrokuje promjenu naponske razine [3]. Na slici 2.13. je prikazan primjer.



Slika 2.15.*Primjer rada MLT-3 linijskog koda*

3. ADSL TEHNOLOGIJA

ADSL je asimetrična digitalna pretplatnička linija. ADSL karakterizira asimetričnost frekvencija. Došlo je do potrebe razvoja ADSL-azbog činjenice da većina korisnika više preuzima podatke nego ih šalje. Zato je ADSL idealno rješenje za kućne i SOHO (*Small Office / Home Office)* korisnike (Slika 3.1.). [6]



Slika 3.1.*Shematski prikaz ADSL sustava [4]*

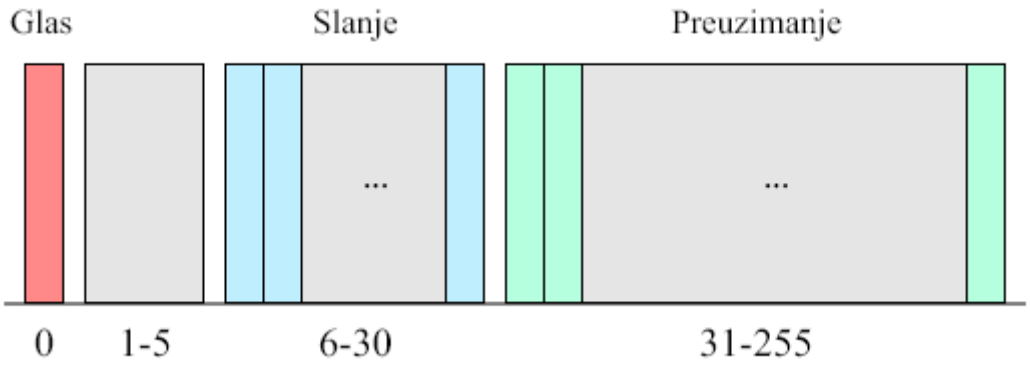
Značenja skraćenica i naziva komponenti ADSL sustava na slici 3.1. su slijedeća: [4]

- ATU-C (*ADSL Transmission Unit – Central Office*) - transmisijski ADSL uređaj u lokalnoj centrali,
- ATU-R (*ADSL Transmission Unit – Remote*) - transmisijski ADSL uređaj na lokaciji krajnjeg korisnika,
- pristupni čvor (*Access Node*) - mrežna točka u kojoj se koncentriraju širokopojasni i uskopojasni podaci,
- B - pomoćni podatkovni ulaz u servisni modul,
- POTS-C - sučelje između PSTN-a i POTS (*Plain old telephone service*) razdjelnika na mrežnom kraju lokalne petlje,
- POTS-R - sučelje između telefona i POTS razdjelnika na lokaciji krajnjeg korisnika,
- PDN (*Premises Distribution Network*) - distribucijska mreža na lokaciji krajnjeg korisnika,

- SM (*Service Module*) - servisni modul,
- T.E. (*Terminal Equipment*) - krajnji korisnički uređaj ili krajnja korisnička oprema, uređaj/oprema koji predstavlja krajnju točku komunikacije,
- razdjelnik (*Splitter*) - pasivni ili aktivni filter koji razdvaja viši frekvencijski pojas namijenjen ADSL-u od nižeg frekvencijskog pojasa namijenjenog POTS-u, podjednako na mrežnom kraju lokalne petlje i na lokaciji krajnjeg korisnika,
- T - sučelje između PDN-a (*Premises Distribution Network*) i servisnih modula,
- T-SM - sučelje između ATU-R (*ADSL Transmission Unit - Remote*) i PDN-a (*Premises Distribution Network*),
- U-C - sučelje između lokalne petlje i POTS razdjelnika na mrežnom kraju lokalne petlje,
- U-C2 - sučelje između POTS razdjelnika u lokalnoj centrali i ATU-C-a (*ADSL Transmission Unit - Central Office*),
- U-R - sučelje između lokalne petlje i POTS razdjelnika na lokaciji krajnjeg korisnika,
- U-R2 - sučelje između POTS razdjelnika i ATU-R,
- VA - logičko sučelje između ATU-C i pristupnog čvora, te
- VC - sučelje između pristupnog čvora i mreže.

3.1. ADSL podkanali

ADSL dijeli frekvencijsku širinu na 256 podkanala. Slika 3.2. prikazuje kako su oni podijeljeni.



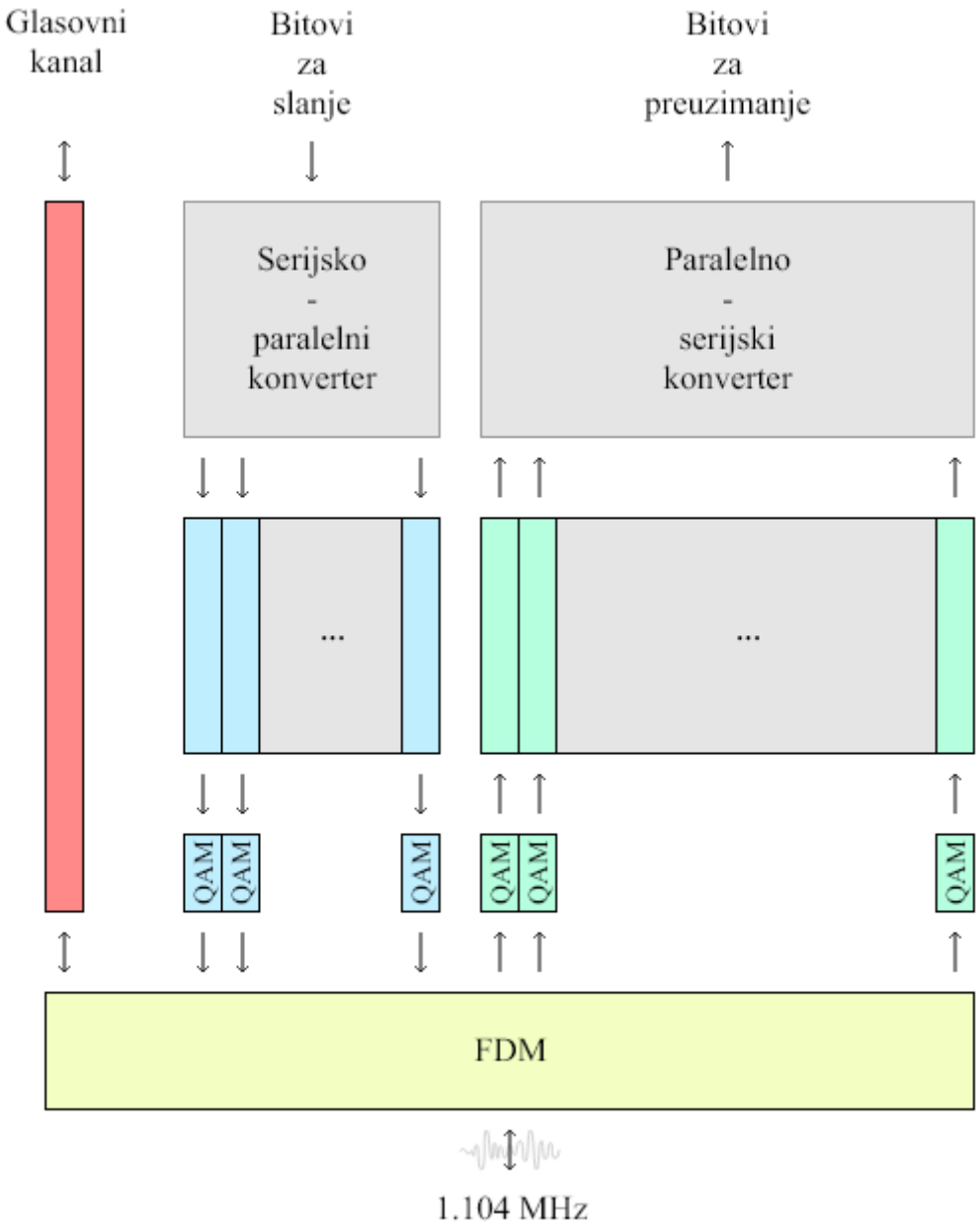
Slika 3.2.*Raspodjela podkanala u ADLS sustavu*

Svaki kanal ima širinu od $4.3125\ kHz$. PSTN (*Public Switched Telephone Network*) koristi samo jedan kanal. Kanali 1-5 su rezervirani i ne koriste se. Za slanje (*upstream*) koristi se 25 kanala, što je ukupno $25 \times 4.3125kHz = 107.8215kHz$. Za preuzimanje (*downstream*) se koristi 225 kanala, što je ukupno $225 \times 4.3125kHz = 970{,}3125kHz$. Ukupna širina svih ADSL podkanala je $256 \times 4.3125kHz = 1.104MHz$.[7]

3.2. DMT

DMT (*Discrete MultiTone*) je metoda podjele DSL signala u 256 podkanala, gdje svaki podkanal ima širinu $4.3125\ kHz$. Također, ima mogućnost alociranja podataka na način da se optimalno iskoristi propusnost svakog podkanala. DMT je zaslužan za podjelu jednog kanala u 256 podkanala u ADSL tehnologiji.[4]

Kako funkcionira DMT? Ako se za primjer uzmu podaci za slanje (*upstream bits*), oni dolaze na serijsko-paralelni konverter. Taj konverter je potreban jer se signal dalje dijeli na nakoliko podkanala. Zatim svaki podkanal prolazi kroz QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*), koji koristi kombinaciju ASK (*Amplitude Shift Keying*) i PSK (*Phase Shift Keying*). Potom signal prolazi kroz FDM (*Frequency Division Multiplexing*), koji dijeli signale u 256 podkanala, svaki širine frekvencijskog pojasa od $4.3125\ kHz$. Na slici 3.3. prikazan je način rada DMT linijskog koda.



Slika 3.3.*Način rada DMT linijskog kôda*

U sljedećoj tablici može se vidjeti usporedba ostalih DSL tehnologija, te koju vrstu linijskog koda koriste.

Tablica 3.1.*Usporedba linijskih kodova u DSL tehnologijama [8]*

Tehnologija	**Linijski kod**
ADSL	DMT
ADSL Lite	DMT
HDSL	2B1Q
SDSL	2B1Q
VDSL	DMT

3.3. Brzina ADSL veze

Pod pretpostavkom da QAM omogućava $15bps$ (*bits per symbol*), a kroz kanal prolazi 4000 simbola u sekundi, i za slanje podataka se koristi 25 kanala, tada je najveća moguća brzina $25 \times 4000 \times 15 = \mathbf{1.5}\boldsymbol{Mbps}$. Ista formula vrijedi i za preuzimanje podataka. Tako je najveća moguća brzina preuzimanja podataka $225 \times 4000 \times 15 = \mathbf{13.5}\boldsymbol{Mbps}$. Međutim, to je samo teoretska brzina. U stvarnosti su brzine relativno manje. Na brzinu utječe kvaliteta medija, stanje komunikacijskog kanala, udaljenost, šumovi i smetnje, i sl.[7]

U tablici 3.2. prikazane su realne brzine DSL tehnologija.

Tablica 3.2.*Usporedba brzina DSL tehnologija [8]*

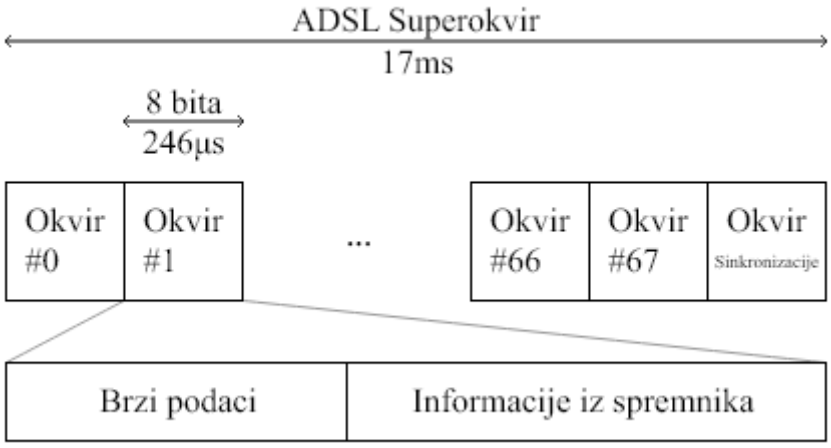
Tehnologija	**Brzina slanja**	**Brzina preuzimanja**
ADSL	$16 - 640\ kbps$	$1.5 - 6.1\ Mbps$
ADSL Lite	$500\ kbps$	$1.5\ Mbps$
HDSL	$1.5 - 2.0\ Mbps$	$1.5 - 2.0\ Mbps$
SDSL	$768\ kbps$	$768\ Mbps$
VDSL	$3.2\ Mbps$	$25 - 55\ Mbps$

3.4. ADSL okviri i superokviri

ADSL superokvir sastoji se od 68 okvira, koji su numerirani od 0 do 67. Svaki okvir kodiran je DMT linijskim kodom, i zatim moduliran. Superokvir također sadrži i sinkronizacijski okvir,

koji se nalazi na samom kraju superokvira. Globalno trajanje superokvira je 17ms. To znači da svaki okvir tada traje 246μs ($17ms \div 69$). Prema tome, ADSL modem može slati 4000 okvira u sekundi.[9]

Svaki okvir sadrži dva dijela. Prvi dio predstavlja brze podatke (*Fast Data*). To su obično audio i video informacije, koje imaju karakteristiku toleriranja smetnji, ali ne i kašnjenja. Drugi dio okvira predstavlja informacije iz spremnika za prepletene podatke (*Interleaved Data Buffer*). Taj dio okvira služi za brzi pristup Internetu. Prepletanje bitova povećava otpornost na šum, a obično se koristi HDBn ili BnZS linijski kod kako bi se dodatno osigurala sinkronizacija [9]. Skica okvira i superokvira prikazana je na slici 3.4.



Slika 3.4.*Superokvir i okviri*

3.5. ADSL modemi

Povezivanje jednog računala na internet preko ADSL-a najlakše se ostvaruje korištenjem USB (*Universal Serial Bus*) ADSL modema. Prije instalacije modema i konfiguriranja mrežnog pristupa, potrebno je znati osnovne parametre mreže. Modem šalje i prima signale visoke brzine uz uporabu DMT (*Discrete Multi Tone*) modulacije za DSL transmisije. Kako bi se uspostavila veza s ATM mrežom (*Asynchronous Transfer Mode*) koja se koristi za podaktovni prijenos do davatelja usluge, koristi se PPP (*Point to Point Protocol*). ADSL modem preko podaktovnog sučelja komunicira s računalom. Računalo mora posjedovati ili Ethemet ili USB sučelje.[10]

Ako se koristi Ethernet sučelje, potrebno je imati instaliranu mrežnu karticu na računalu, a računalo mora biti spremno konfigurirano za rad s mrežom temeljenom na TCP/IP protokolu (*Transfer Control Protocol/ Internet Protocol*). Podatke od računala do modema prenosi mrežni kabel. Ethernet sučelje ima mogućnost povezivanja više računala na jedan modem.[10]

USB sučelje se može koristiti kao alternativna opcija za ostvarivanje mrežnog pristupa. Pri tome se koristi se odgovarajući pogonski program (*Driver*) koji omogućuje komunikaciju između modema i računala. USB sučelje ne podržava vezu više računala na jedan modem kao što to dopušta Ethernet sučelje. Na pristupno mjesto potrebno je postaviti djelitelj iz kojega izlaze dvije odvojene parice. Jedna se povezuje s ulazom na pretplatničku liniju na ADSL modemu, a druga parica se koristi za prijenos govora.[10]

3.6. Najnovije ADSL tehnologije

Zbog velikog uspjeha ADSL tehnologije, počelo se raditi na poboljšanju karakteristika i brzina prijenosa u ADSL-u. Rezultati su doveli do tehnologija ADSL2 i ADSL2+.

Tehnologija ADSL2 definirana je preporukama ITU-T G.992.3 i ITU-T G.992.4. ADSL2 daje nove značajke i funkcionalnosti s ciljem poboljšanja performansi i interoperabilnosti,te daje podršku za nove aplikacije i usluge. Osim povećane brzine, ADSL2 podnosi povećanu udaljenost od lokalne telefonske centrale, ima prilagodbu dinamičke brzine prijenosa podataka, sadrži poboljšanu otpornost na šumove, dijagnostiku i stand-by način rada radi uštede energije.

Tehnologija ADSL2+ definirana je preporukom ITU-T G.992.5. ADSL2+ udvostručuje propusnost koja se koristi za preuzimanje podataka, udvostručujući maksimalne brzine prijenosa podataka. ADSL2 + uključuje sve osobine i performanse ADSL2, uz održavanje sposobnosti za interoperabilnost sa starom ADSL opremom.[11]

4. ZAKLJUČAK

DSL tehnologija, zbog podjele POTS kanala, kanala za prijenos, i kanala za slanje podataka, omogućuje krajnjim korisnicima da istovremeno koriste tradicionalnu fiksnu analognu telefonsku uslugu i da imaju pristup internetu. ADSL modificira funkcionalnost toga, tako da omogućuje korisnicima veće brzine preuzimanja podataka.

Pri odabiru prikladnog linijskog koda moraju se uzeti u obzir međusobno zavisni čimbenici. To mogu biti širina prijenosnog pojasa, frekvencijski spektar signala, brzina prijenosa, upravljanje pogreškama i učinkovitost kodiranja. Sukladno tome, linijski kod se mora prilagoditi svojstvima prijenosnog kanala koji će se koristiti. Istraživanje područja linijskih kodova u ADSL tehnologiji nije konačno, te postoje mogućnosti za daljnji napredak, čime će se omogućiti veće brzine prijenosa ovisno o prijenosnom mediju koji se koristi. Linijski kodovi sadrže mnoga svojstva koja su međusobno obrnuto proporcionalna. Zbog toga se za veću otpornost na šum mora žrtvovati neko drugo svojstvo. Stoga je potrebno pomno proučiti sustav u kojem će se linijski kod koristiti, te odvagnuti koja svojstva su najpotrebnija za taj sustav, i prema tome odabrati odgovarajući linijski kod.

I. Literatura

[1] A. Bažant, Osnove prijenosa podataka. Dostupno na: https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/OPP-2012.pdf

[2] A. Pal, Data Communication Fundamentals. Dostupno na: http://nptel.ac.in/courses/106105080/pdf/M2L1.pdf

[3] A. Moloney, Line Coding. Dostupno na: http://electronics.dit.ie/staff/amoloney/lecture-9.pdf

[4] A. Bažant, Uvod u xDSL i ADSL. Dostupno na: http://www.ieee.hr/_download/repository/xDSL-uvod.pdf

[5] A., Bažant, Osnove arhitektura mreža, Element, Zagreb, 2004.

[6] Digital, Chapter 9, Line Coding. Dostupno na: http://jugandi.com/ebooks/Digital/09%20Line%20Coding.htm

[7] V. Serenčeš, VDSL2 tehnologija širokopojasnog pristupa internetu, Neobjavljeni diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2014.

[8] Summary of DSL technologies. Dostupno na: https://image.slidesharecdn.com/datacommunicationnetwork-adsl-121001185903-phpapp02/95/data-communication-network-adsl-8-728.jpg?cb=1349118029

[9] M. Gagnaire, Broadband Local Loops for High-speed Internet Access, Artech House, 2003.

[10] K. Bošnjak, B. Latinović, Informatika, Banja Luka, 2004

[11] L. T. Letinić, Komparativna analiza širokopojasnog pristupa internetu u Republici Hrvatskoj, Neobjavljeni diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

II. Popis ilustracija

Slike

Slika 2.1. *Uloga linijskog kôda u komunikacijskom kanalu* 2
Slika 2.2. *Primjer unipolarnog kôda* 3
Slika 2.3. *Primjer NRZ-L sheme* 4
Slika 2.4. *Primjer NRZ-I sheme* 5
Slika 2.5. *Vrijednosti bitova u RZ shemi* 6
Slika 2.6. *Primjer RZ sheme* 7
Slika 2.7. *Vrijednosti bitova u RZ shemi* 8
Slika 2.8. *Primjer Manchester sheme* 8
Slika 2.9. *Primjer diferencijalnog Manchester kôda* 9
Slika 2.10. *Primjer AMI kôda* 9
Slika 2.11. *Primjer pseudoternarnog kôda* 10
Slika 2.12. *Usporedba AMI i B8ZS kôda* 11
Slika 2.13. *Primjer HDB3 kôda* 12
Slika 2.14. *Način rada 2B1Q linijskog kôda* 13
Slika 2.15. *Primjer rada MLT-3 linijskog kôda* 13
Slika 3.1. *Shematski prikaz ADSL sustava* 14
Slika 3.2. *Raspodjela podkanala u ADLS sustavu* 15
Slika 3.3. *Način rada DMT linijskog kôda* 17
Slika 3.4. *Superokvir i okviri* 19

Tablice

Tablica 2.1. *Pravila HDB3 substitucije* 12
Tablica 3.1. *Usporedba linijskih kôdova u DSL tehnologijama* 18
Tablica 3.2. *Usporedba brzina DSL tehnologija* 18

III. Sažetak

DSL sustavi su tehnologije pristupa jezgrenoj mreži pomoću fiksnih linija temeljenih na tehnologiji bakrene parice. ADSL kao najjeftinija i najpristupačnija DSL tehnologija, vremenom je postala dominantna tehnologija širokopojasnog pristupa internetu kôd privatnih i malih poslovnih korisnika.

Linijski kôdovi prilagođavaju digitalni signal u odnosu na medij. U okvirima ADSL tehnologije, linijsko kôdiranje ovisi o nekoliko čimbenika kao što su duljina linije, brzina prijenosa, moguća izobličenja signala, vrsta medija. U okvirima asimetričnih DSL tehnologija najčešće se koristi DMT linijsko kôdiranje.

Završnim radom nastojalo se sažeto opisati povijest razvoja DSL tehnologija, s naglaskom na ADSL, te pojasniti pojam, obilježja i vrste kôdova pri linijskom kôdiranju signala u ADSL sustavima.

Ključne riječi: Linijski kod, ADSL, kodiranje, prijenos, signal

IV. Summary

DSL system is a technology which allows access to the core network using a fixed line technology based on copper pairs. ADSL is the cheapest and most affordable DSL technology, and by time it has become the dominant technology of broadband internet access by private and small business users.

Coding process adapts a digital signal in relation to the media. In terms of DSL technology, line coding depends on several factors such as the length of physical access link, transfer speed, possible impairments, media type. In the framework of asymmetric DSL technology,most common used line coding is DMT.

This paperwork concisely describes the history of the development of DSL technology, focusing on ADSL, and clarify the concept, characteristics and types of codes in encoding signals in ADSL systems.

All of these issues are given as a task in this research mission.

Keywords: Line Code, ADSL, coding, transmission, signal

V. Životopis

Fabijan Jeleč rođen u Nurnbergu 05. veljače 1995. godine. Osnovno obrazovanje stekao u OŠ "Vladimira Nazora" Čepin u razdoblju od 2001-2008. godine. Srednju školu pohađao u Osijeku, smjer Strojarski tehničar. Elektrotehnički fakultet u Osijeku, smjer Informatika upisuje 2013. godine, kojegtrenutno i pohađa.