

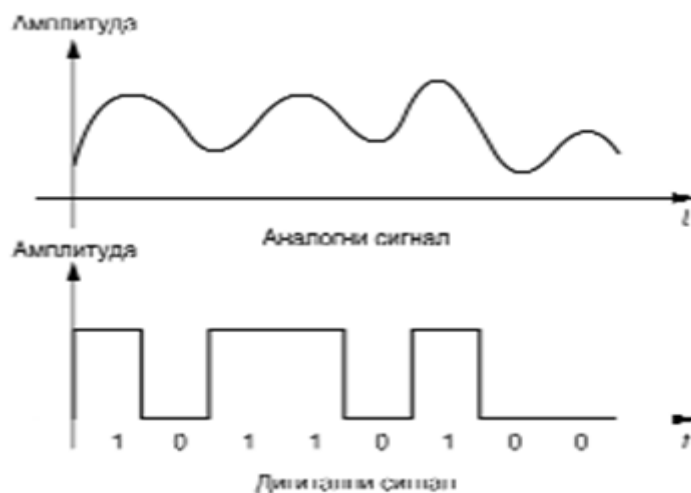
Кодирање сигнала

Сигнали

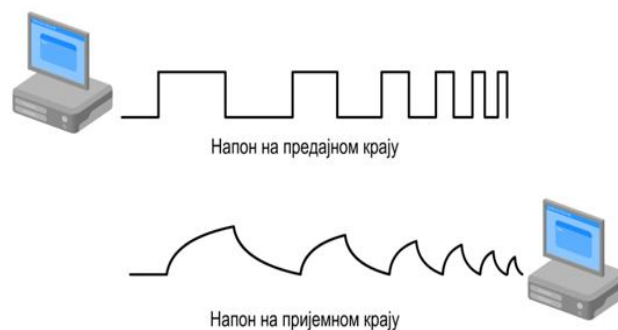
У комуникационом систему подаци се преносе из једне тачке у другу посредством електричних сигнала, који могу бити аналогни или дигитални.

Аналогни сигнал је континуални променљиви електромагнетски талас који се може простирати преко различитих медијума, зависно од његовог спектра. Аналогни подаци су континуалне функције времена и заузимају ограничени фреквенцијски опсег. Такви сигнали се могу представити електромагнетским сигнаlima који заузимају исти фреквенцијски опсег.

Дигитални сигнал су секвенце напонских (струјних) импулса који се могу преносити преко жичног медијума. Константни позитиван напон може да представља бинарно 1, а константни негативан напон бинарно 0. Предност дигиталних сигнала је у томе што су њихово генерисање и пренос генерално јефтинији, а мање су осетљиви на сметње. Мана има је што су на истом растојању значајније ослабљени од аналогних сигнала. Дигитални подаци могу се представити преко дигиталних сигнала са различитим напонским нивоом за сваку од бинарних цифара.



Слика 1. Аналогни и дигитални сигнали

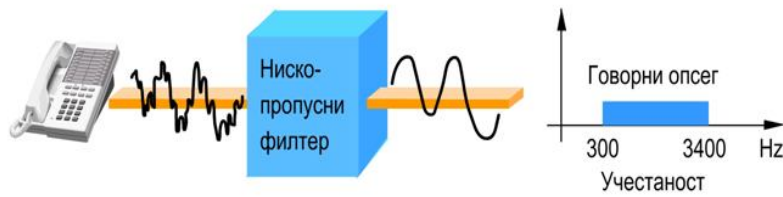


Слика 2. Слабљење дигиталних сигнала

Због већег слабљења снаге сигнала на вишим учестаностима, импулси су постали заобљени и смањени.

Као пример аналогног податка анализираћемо говор и предвидети ширину његовог спектра. Спектар говора приближно између 100Hz и 8-9kHz и мања ширина спектра

обезбеђује прихватљиву репродукцију говора. Стандардни опсег за говорни канал за потребе телефоније је 300Hz до 3400 Hz.

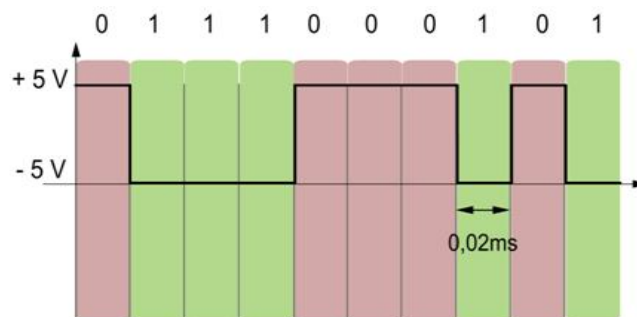


Слика 3. Ограничење опсега спектра говорног сигнала на 300 Hz – 3400 Hz

Предајник на телефону претвара (конвертује) долазећи говорни (звучни) сигнал у електромагнетски сигнал у опсегу 300 Hz до 3400 Hz. Овај сигнал се преноси кроз телефонску мрежу ка пријемнику који репродукује звучни сигнал из долазећег електромагнетног сигнала.



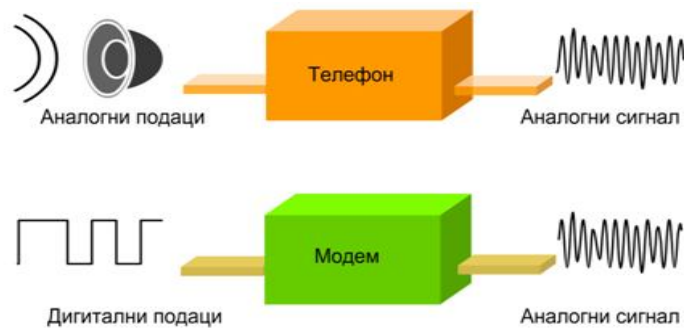
За случај бинарног податка користе се сигнали са два константна напонска нивоа, један за бинарно „1“, а други за бинарно „0“.



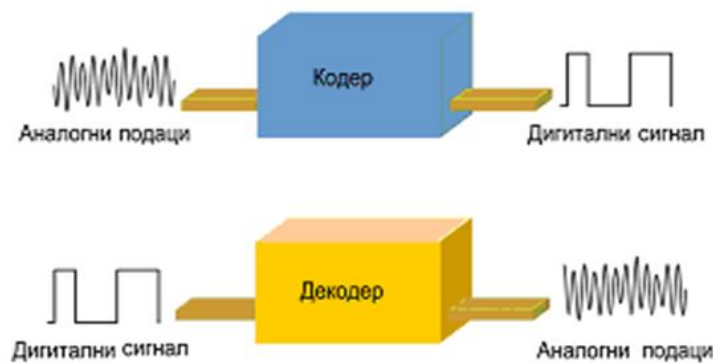
Слика 4. пример дигиталног сигнала

Дигитални подаци могу се преносити аналогним сигналимa коришћењем модема (модулатор/демодулатор). Модем претвара дигиталне податке у аналогни сигнал који заузима исти фреквенцијски опсег као и говорни сигнал. На другом крају линије модем демодулише аналогни сигнал да би поново добио оригиналне дигиталне податке.

Аналогни подаци могу бити пренети дигиталним сигналимa неком одговарајућом техником кодирања (аналогно-дигиталном) конверзијом. Уређај који извршава ову функцију назива се **кодер**



Слика 5. аналогни сигнали



Слика 6. дигитални сигнали

Претварање (кодирање) података

Код дигиталне сигнализације извор података $g(t)$ (који може бити дигиталан или аналоган) претвара се у дигитални сигнал $s(t)$. Основа за аналогу сигнализацију је континуални сигнал константне учестаности, познат као сигнал **носилац**. Учестаност носиоца треба да буде усаглашена са трансмисионим медијумом. Подаци се могу преносити помоћу сигнала носиоца користећи модулације.

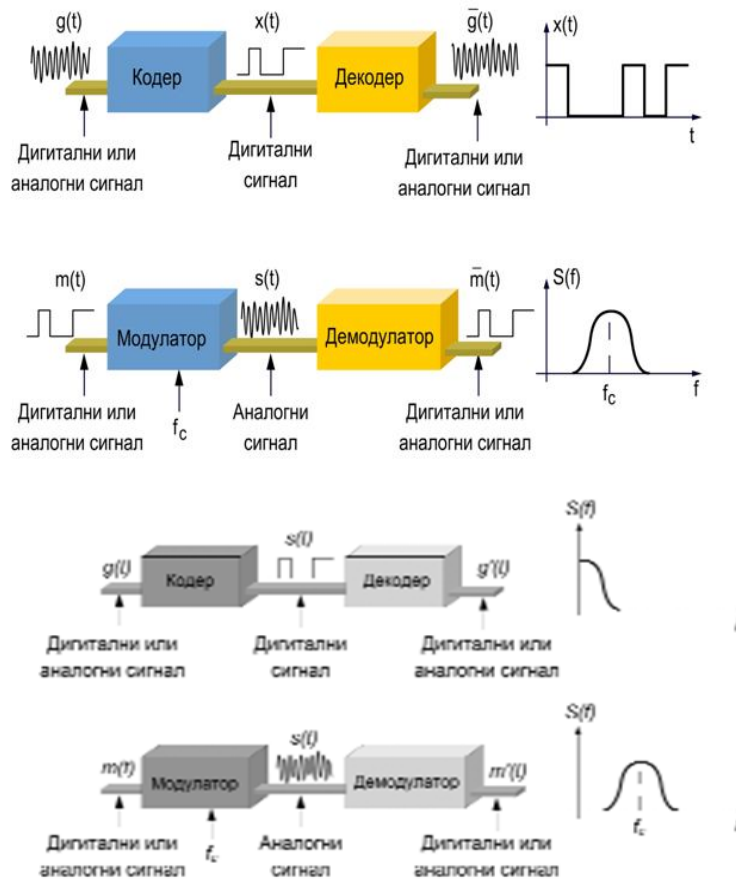
Модулација је процес утискивања изворних података у носиоца учестаности f_c .

Циљ у поступку модулације је да се сигнал обради тако да буде подесан та пренос.

Све модулационе технике укључују операције над једним или више основних параметара сигнала носиоца:

- Амплитудом
- Фреквенцијом
- Фазом

Улазни сигнал $m(t)$ може бити аналогни или дигитални и назива се **модулишући** сигнал или **сигнал у основном опсегу (baseband signal)**. Резултат модулације носећег сигнала назива се **модулисани сигнал**.



Слика 7. кодирање и модулационе технике

$s(t)$ сигнал је сигнал ограниченог спектра. Локација спектра везана је за f_c (учестаност носиоца) и обично је центрирана око f_c .

Пошто су сигнали физички носиоци информација тј података могуће су 4 комбинације.

Свака од 4 могуће комбинације је у широкој употреби:

- Дигитални подаци се представљају дигиталним сигналимa
- Аналогни подаци се представљају дигиталним сигналимa
- Дигитални подаци се представљају аналогним сигналимa
- Аналогни подаци се представљају аналогним сигналимa

Дигитално-дигитално кодовање

Постоје 3 основне врсте дигитално – дигиталног кодовања:

- Униполарно кодовање
- Поларно кодовање
- Биполарно кодовање

1. Униполарни кодови

Користе се два напонска нивоа: 0 и Е. Уобичајено је да импулс представља логичку јединицу, а одсуство импулса представља логичку нулу, мада се може користити и обрнута логика.

У униполарним кодовима увек је присутна једносмерна компонента струје. Ови кодови су јефтини и лако се имплементирају, али постоје 2 значајна проблема: **присуство једносмерне компоненте и проблем синхронизовања.**

Наиласком дужег низа нула или јединица лако долази до губитка синхронизације пријемника са предајником.

2. Поларни кодови

Користе се 2 напонска нивоа: позитивни и негативни. Тако се смањује средњи ниво напона па се самим тим смањује и проблем једносмерне струје. Постоје 3 основне врсте поларних кодова:

1. Без повратка на нулу

- Без повратка на нулти ниво (NRZ-L – Nonreturn to Zero-Level)
- Без повратка на нулу инвертовано (NRZI – Nonreturn to Zero Inverted)

2. Са повратком на нулу (RZ – Return to Zero)

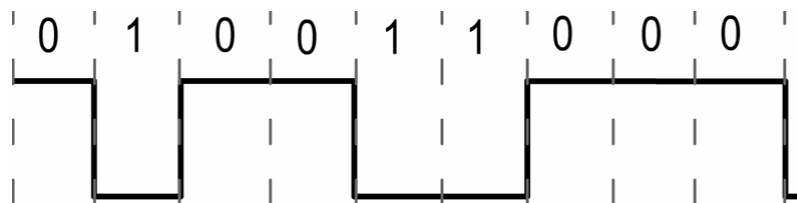
3. Бифазни

- Манчестер
- Диференцијални манчестер

2.1. NRZ кодирање

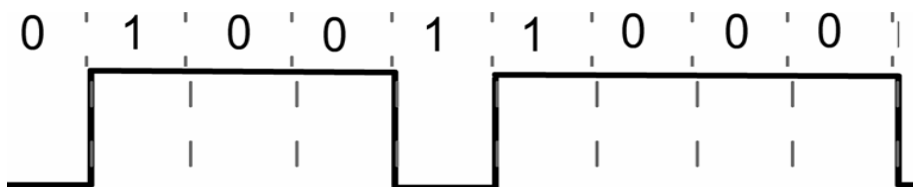
У кодовима без повратка на нулу ниво сигнала је увек позитиван или негативан. Постоје 2 врсте ових кодова: NRZ-L (L-level) и NRZI (I-invert to one, обрнути у случају јединице).

У NRZ-L коду обично позитиван импулс означава логичку нулу (бит 0), а негативан импулс означава логичку јединицу (бит 1)



NRZ-L

У NRZI коду логичка јединица се представља **променом напонског нивоа** док се логичка нула представља **одсуством промене напона**. Логичку јединицу представља прелаз између позитивног и негативног напона. Сигнал се декодује тако што се пореди поларитет суседног елементарног сигнала.



NRZI

У NRZ-L коду проблем настаје када постоји дугачак низ нула или јединица јер пријемник тада прима континуалан напон те лако губи синхронизацију са предајником. Предност NRZI кода је што се у присуству шума лакше детектује транзиција но што се врши поређење вредности сигнала са прагом.

NRZ кодови се углавном користе за дигитално магнетно записивање.

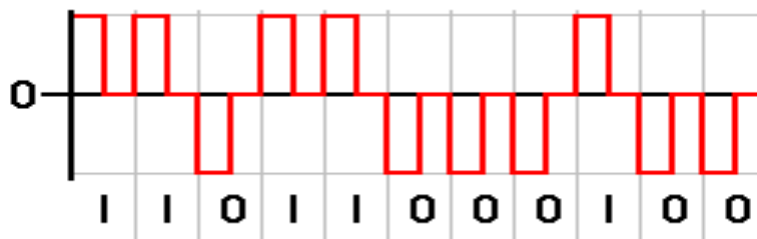
2.2 RZ кодови

Да би се обезбедила синхронизација без слања сигнала синхронизације посебним каналом, сигнал мора да се мења у сваком битском интервалу. Ове промене омогућавају пријемнику да одржи свој такт генератор у синхронизацији са предајником.

Да би се сигнал стално мењао са сваким битом користе се 3 нивоа напона: позитивни, нула и негативни.

У случају RZ кодова сигнал се мења током сваког бита, а не између битова. У овим кодовима се на половини сваког битског интервала сигнал враћа на нулу, па отуда и назив за ове кодове.

Основи недостатак ових кодова је што захтева две промене сигнала по сваком биту, па зато заузима шири опсег спектра.



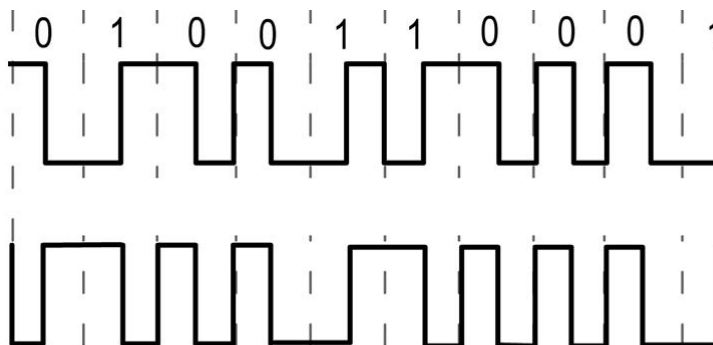
RZ

2.3 Бифазни кодови

У случају бифазних кодова сигнал се мења на средини битског интервала, али се не враћа на нулу.

У манчестер коду логичка нула се означава транзицијом са вишег на нижи ниво, а логичка јединица се означава транзицијом са нижег на виши ниво.

У диференцијалном манчестер коду логичка нула се представља присуством транзиције на почетку сваког битског интервала, а логичка јединица се представља одсуством транзиције на почетку битског интервала. Дакле, 1 изазива задржавање сигнала на истом нивоу на коме је био на крају претходног интервала. Нула може да иде или са ниског на високи, или са високог на ниски ниво у зависности од иницијалне вредности сигнала.



- Подаци су представљени променом нивоа а не самим нивоом

Манчестер и диференцијални манчестер

У манчестер коду се транзиција у средини битског интервала користи и за представљање бита и за синхронизацију. Добре стране бифазних кодова су:

- Нема једносмерне компоненте
- Синхронизација
- Лако откривање грешака

Недостатак је двоструко већа битска брзина, па потребна два пута већа ширина спектра.

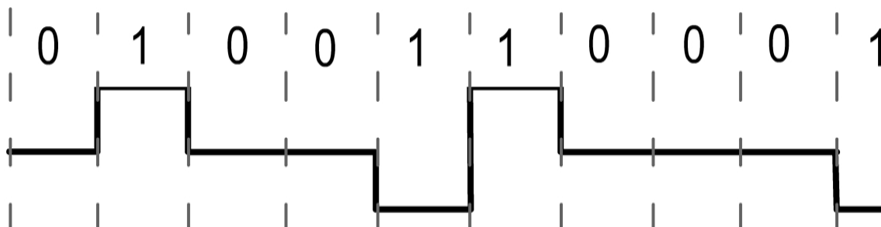
3. Биполарно кодовање

Као и у случају RZ кодова, у биполарним кодовима се користе 3 нивоа напона: позитивни, негативни, нула. Овде ниво 0 представља логичку нулу. Дакле логичка нула се представља одсуством сигнала на линији, а логичка јединица се представља позитивним или негативним импулсом који наизменично мењају поларитет. У употреби су најчешће три врсте биполарних кодова:

- AMI код
- HDB3 код
- B8ZS

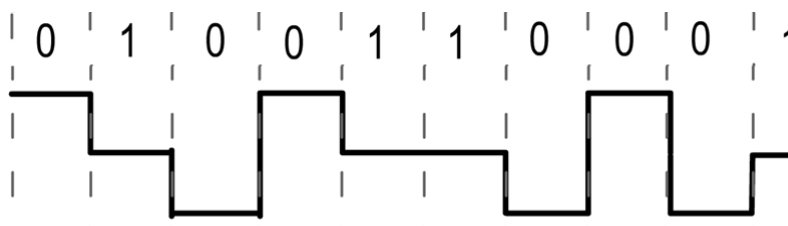
AMI код

AMI (Alternative Mark Inversion) је најједноставнији биполарни код. Напон се инвертује при свакој појави логичке јединице, а одсуство сигнала на линији означава логичку нулу. Основни недостатак је дугачак низ нула који може да доведе до губитка синхронизације

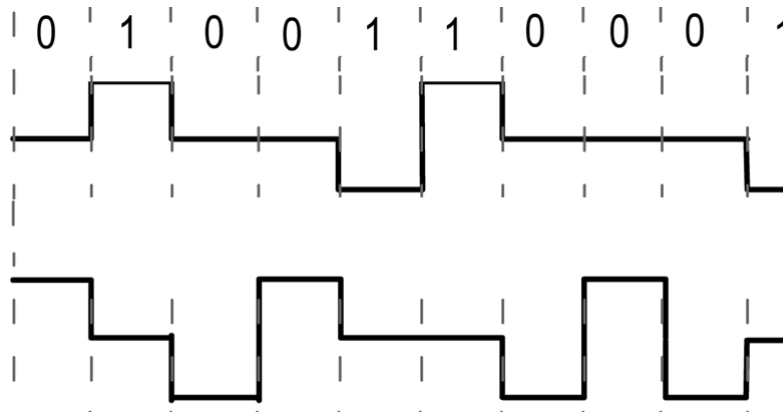


AMI

Псеудотернарни код представља варијацију AMI кода. У овом коду се свака логичка нула представља позитивним или негативним импулсом који наизменично мењају поларитет, а логичка јединица се представља одсуством сигнала на линији. И у овом случају нема једносмерне компоненте, али дугачак низ јединица може да доведе до губитка синхронизације.



Псеудотернарни код



AMI vs псеудотернарна техника

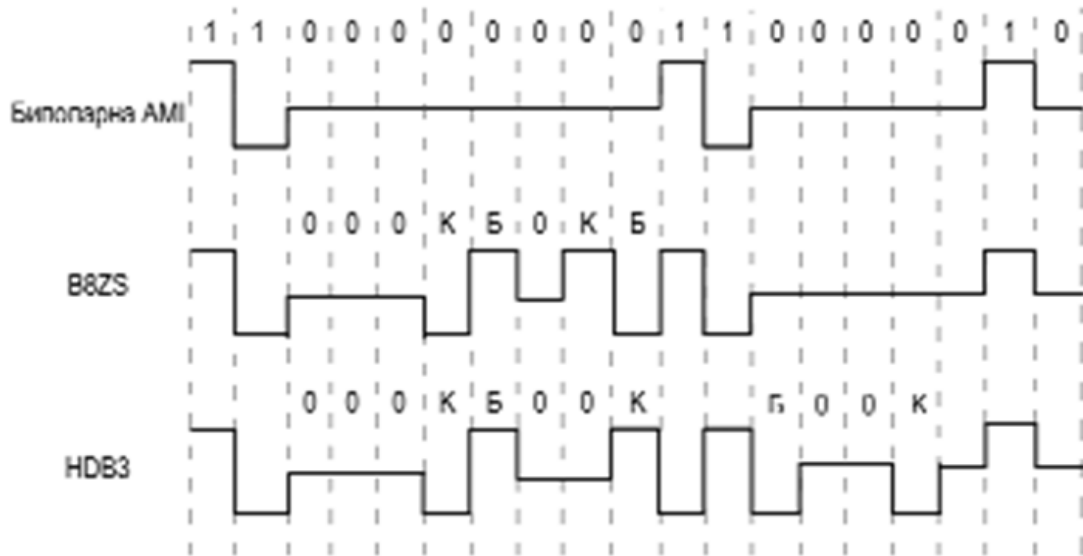
Да би се решио проблем одржавања синхронизације у случају појаве дугачког низа нула (AMI) тј јединица (псеудотернарни код) развијене су две варијанте AMI кода:

- HDB3 (High-Density Bipolar 3) код
- B8ZS (Bipolar 8-Zero Substitution) – користи се у Канади и Сједињеним Државама

HDB3

Овај код се базира на AMI коду при чему уноси промену у стандардну шему AMI кода кад год се појаве **4 узастопне нуле**. У зависности од поларитета претходне јединице и од броја јединица од последње супституције, постоје 4 начина како се промене реализују.

Поларитет претходног импулса	Број импулса (јединица) пре последње замене	
	Непаран	Паран
-	000 -	+ 00 +
+	000 +	- 00 -



Б - биполарни сигнал (регуларни), К- кршење правила биполарности