RS232 – RS485 конвертор

Мирко Милијановић
Факултет техничких наука, Чачак
Електротехничко и рачунарско инжењерство, Рачунарско инжењерство, 2013/2014
mirko014@yahoo.com
Ментор рада: проф. др Синиша Ранђић

Апстракт — У овом раду су детаљно описани најчешће употребљавани RS232 и RS485 стандарди за пренос података. Описани су начини преноса података: паралелни и серијски (који може бити асинхрони и синхрони). Дате су упоредне карактеристике RS232 и RS485 стандарда како описно тако и табеларно. Акценат је стављен на могућност реализације RS232 – RS485 конвертора, који може да буде пројектован што је могуће једноставније због чега нема на располагању неке од могућности или начина реализације које се могу наћу у комерцијалним производима, као што је нпр. галванска изолација, итд. Описане су хардверске компоненте као што су MAX232 примопредајник и RS485 примопредајник. Такође је дат кратак осврт на могућност пренапонске заштите за RS485 мрежу као и на могућност повећања растојања RS485 комуникације преко RS485 repeater-а. Указане су и могућности примене у пракси самог конвертора.

Кључне речи *– RS232 комуникациони стандард; RS485 комуникациони стандард; асинхрони серијски пренос података; конвертор RS232 –RS485.*

1 Увод

Телекомуникације представљају једну од основних потреба људског друштва на почетку трећег миленијума. Штавише, развијене телекомуникације услов су за развој савременог, информационог друштва данашњице. У данашње време од великог је значаја брзина комуникације тј. време за које можемо сазнати неку информацију или је проследити. Као основа за електронску трговину, банкарство, управљање и друге Е – сервисе, затим за раст и ширење интернета, телекомуникације су кључни фактор у развоју нове привреде и економије. Под информацином ћемо подразумевати поруку коју смо примили и разумели, и која за нас има неко значење (вредност). Развојем телекомуникационих уређаја постигнуто је да у свакодневном животу информације можемо размењивати готово тренутно [14].

2 Начин преноса података

Израз, начин преноса података, користимо за означавање начина на који се подаци шаљу кроз дати медиј, тј. пренос података представља пренос кодиране информације. Начини преноса се могу поделити на две фундаменталне категорије, што је и приказано на слици 1:

- ***Серијски*** - пренос података се врши бит по бит преко јединственог вода или комуникационог канала.
- ***Паралелни*** - када се пренос већег броја битова података врши истовремено (типично се овакав пренос остварује преко системске магистрале или неке друге магистрале за проширење).

Слика 1. Начин преноса података

2.1 Серијски пренос података

Серијски пренос података доноси веће захтеве и за пријемник и за предајник пакета података, који морају да прате пут када карактер почиње и када се завршава и присутну секвенцу битова. Ради препознавања почетка и завршетка податка од стране пријемника, предајник шаље додатни бит, старт бит и један или више стоп битова. Предаја и пријем пакета података морају се одвијати истом брзином, која се назива брзина преноса и изражена је у bit/sec (битима у секунди) [1]. Ова процедура је позната као синхронизација учесника у комуникацији, и може се остварити на два начина у зависности од тога како се преноси деле у времену:

1. ***Асинхрони пренос*** се јавља у било које време, са произвољним кашњењем између слања два дела података (RS232, RS485, ...). Код асинхроног преноса шаље се један по један карактер, а карактери су дугачки 5 до 8 битова. Синхронизација се мора постићи у оквиру сваког карактера. На почетку сваког карактера пријемник има прилику да се поново синхронише [19]. Код асинхроног преноса података не

постоји добра временска искоришћеност са становишта преноса информације. Предност ове врсте преноса је у ниским ценама хардвера и једноставном протоку података. Оваква врста преноса погодна је за кратке поруке и углавном се користи за комуникацију у индустријским мрежним системима. Недостатак овакве методе преноса је у додатном оптерећењу (заузећу) мреже услед сталног слања старт и стоп бита који увећавају величину пакета за око 20-25%. Око 90-95% серијског преноса података остварује се асинхроном методом [13].

2. ***Синхрони пренос*** се појављује континуелно без празног простора између преноса два дела података (USB, SATA, ...). Користи се за пренос велике количине података. На линију се прво шаљу импулси да би пријемник могао да утврди радни такт, а затим се шаље низ битова који се зову синхробити. Предност синхроног метода је у могућности преноса велике количине података у кратком временском периоду, док су мане, поред високе цене хардвера, односно пријемника и предајника, и сметње у медијуму, путем којег се врши пренос података, које могу да изазову губљење синхронизације [13].

Разлика између ова два метода је да су, код синхроног преноса података, два учесника у комуникацији синхронизовани све време трајања процеса преноса података, док су код асинхроног они синхронизовани само у кратаком периоду времена [13].

2.2 Паралелни пренос података

Израз паралелни пренос се односи на механизам преноса код кога се преноси више бита података у исто време кроз одвојене медијуме. Овај пренос се користи са жичаним медијумом и то са више независних проводника. Сигнали у свим проводницима се синхронизују да битови путују кроз проводнике у исто време [12].

Паралелни начин преноса има две главне предности [13]:

- Велику брзину. Због тога што може да шаље N бита у исто време, паралелни интерфејс може да функционише N пута брже него еквивалентни серијски интерфејс.
- Прилагођеност датом хардверу. Интерно, рачунар и комуникациони хардвер користе паралелна кола. Сва комуникација у оквиру рачунара се одвија паралелним путем у интерној мрежи података, тако да се цео карактер или неколико карактера може преносити истовремено.

Недостаци су [13]:

- Пренос на већа растојања је скупљи;
- Код преноса на већа растојања требају дебљи проводници да би било смањено деградирање сигнала.
- На већим растојањима отпорност жице може да изазове мања померања битова, тако да стижу у различито време.

2.3 Начини комуникације између предајника и пријемника

Смер протока података између различитих учесника у комуникацији представља веома важну карактеристику комуникације. Постоје три различита начина за комуникацију:

1. Симплекс (Simplex) - представља слање или пријем пакета података, и то пренос података је могућ само у једном смеру.
2. Полу – дуплекс (Half – Duplex) - пренос података је могућ у оба смера, али не истовремено, већ један након другог.
3. Пун – дуплекс (Full – Duplex) - представља систем који омогућава пренос података у два смера истовремено, односно двосмеран пренос података.

3 RS232 И RS485 СТАНДАРДИ ЗА ПРЕНОС ПОДАТАКА

Користи се велики број стандарда за пренос података, а у овом раду је акценат на RS232 и RS485 стандардима који су дефинисани од стране EIA (*енг. Electronic Industries Association*).

3.1 RS232 комуникациони стандард

RS232 спада у *single-ended* стандард (подаци се преносе преко једног проводника). Сам назив „RS“ представља скраћеницу од „*Recomended Standard*” [16]. RS232 стандард потпуно дефинише једну врсту асинхроне серијске комуникације. Стандард прво дефинише тип, структуру и могуће брзине преноса серијске поруке битова. Затим, пошто је у питању асинхрона комуникације и порука може кренути у било ком временском тренутку, дефинисани су и начини детекције старта и краја поруке, као и синхронизовано читање послате поруке од стране пријемника. Стандард такође дефинише физички ниво преноса поруке. Дефинисани су напонски нивои на линији у току преноса поруке као и хардвер потребан за предају и пријем поруке по RS232 стандарду, чему морају да се придржавају сви RS232 примопредајници [17]. RS232 стандард има посебне линије за пријем и предају тако да два примопредајника могу истовремено да шаљу и примају податке. Није важно ни ко је први ни када почео, две линије су потпуно независне. Уколико се то програмски и оствари онда добијамо *full duplex* везу [17]. Неки примопредајници и/или линијски уређаји не могу истовремено да примају и шаљу податке. У том случају се пројектује *half duplex* веза. Ово значи да је комуникација двосмерна али није потпуна двосмерна јер се одговор шаље тек након пријема питања.

Карактеристике RS232 стандарда [16]:

- могућност директног повезивања само два уређаја (1 предајник, 1 пријемник),
- независни канали за пренос и пријем (*full-duplex*),
- сигнализација се обавља напонским нивоима у односу на заједничку масу,
- неактивном стању линије (логичка јединица или *mark*) одговара негативан ниво сигнала у односу на масу, а активном (логичка нула или *space*) позитиван,
- биполарни напонски нивои (–3 V до –12 V логичка јединица и од +3 V до +12 V логичка нула),
- осетљивост (мртва зона) ±3 V повећава отпорност линије на шум,
- максималан дозвољен напон у односу на масу: ±25 V,
- дозвољено оптерећење: 3 kΩ до 7 kΩ,
- улазна импеданса: 3 – 7 [kΩ],
- максимална струја на излазу: 500 mA.

3.2 RS485 комуникациони стандард

RS485 је стандард који се бави електричним особинама интерфејса. Он прописује диференцијалне линијске предајнике и пријемнике за двосмерни (*half duplex*) *multipoint* интерфејс [19].

Начин на који ради софтвер за RS485 стандард је: Контролише адресирање и води рачуна о кашњењу, а може чак и да искључи предајник. Кашњење и искључење драјвера су најчешће контролисани хардверски, али је омогућено да се краткоспојницима активира софтверска контрола. Треба обратити пажњу да ће превелико или премало време кашњења проузроковати комуникационе проблеме, а да је кашњење зависно од брзине преноса, па је најбоље користити хардверску контролу.

Начин на који ради хардвер за RS485 стандард је: Подаци се шаљу диференцијално преко пара упредених проводника („упредене парице"). Особине диференцијалних сигнала омогућавају висок имунитет на шум и комуникацију на великим растојањима. У двожичним мрежама и предајник и пријемник сваког уређаја су повезани на исту упредену парицу. У овом случају је потребно да софтвер додели адресе уређајима како би се са сваким од њих остварила засебна комуникација. У RS485 мрежи, софтвер мора да користи контролне линије да управља предајником.

Карактеристике RS485 стандарда [8]:

- број уређаја (32 предајника, 32 пријемника),
- комуникација (*half-duplex*: подаци иду у обе стране али не истовремено),
- максимална дужина парице је 1200м при 90kb/s, а максимална брзина преноса је 10Mb/s на 15м,
- начин преноса сигнала је диференцијални преко две изоловане и уплетене парице,
- логичка јединица (mark) је од 1,5V до 5V (A>B), а логичка нула (space) је од 1,5V до 5V (A<B),
- минимална вредност напона на улазу (0,2V разлике између A и B),
- максимална вредност струје на излазу (250mA),
- мртва зона (±200mV),
- излазна отпорност предајника је 54кΩ,
- максимална улазна отпорност пријемника је 12кΩ.

ТАБЕЛА I. УПОРЕДНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ RS232 И RS485 СТАНДАРДА

ПАРАМЕТАР	RS232	RS485
Режим рада	Half duplex; Full duplex	Half duplex
Број предајника и пријемника	1 предајник; 1 пријемник	32 предајник; 32 пријемник
Максимална дужина кабла	15 метара	1200 метара
Максимална брзина преноса података [b/s]	20 k	10 M
Излаз предајника [V] – минимално оптерећен	± 5	± 1,5
Излаз предајника [V] – максимално оптерећен	± 25	-7 до + 12
Опсег улазног напона пријемника [V]	± 15	-7 до + 12
Осетљивост пријемника [V]	± 3	± 0,2
Излазна струја кратког споја гранична вредност струје [mA]	500	250
Улазна отпорност пријемика [kΩ]	3 – 7	12
Излазна отпорност предајника [Ω]	3 k – 7 k	54

4 ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК И ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ

RS232 – RS485 конвертор (серијски конвертор) су мали електронски уређаји који се користе за конверзију серијског RS232 сигнала (на пример порт COM у старијим рачунарима [1]) у RS485 сигнал. Типичан серијски конвертор то чини у оба смера који се такође назива још и двосмерни конвертор [15]. RS232 – RS485 конвертор

је интерфејс који користи две жице за комуникацију, при чему једну за пренос, а другу за пријем података. Типичан RS232 на RS485 конвертор долази у различитим облицима и величинама.

Слика 2. Кућишта RS232 – RS485 конвертора

4.1 Начини повезивања RS232 – RS485 конвертора

Индустријски као и старије верзије PC рачунара генерално имају RS232 серијски порт (COM порт) и због тога постоје два решења за повезивање рачунара на RS485 мрежу. Један је да се додатно инсталира RS485 интерфејс у дати рачунар, а други је да, како улогу *mastera* често преузима PC, а на њему не постоји излаз за RS485 мрежу, потребно је реализоваи конвертор са RS232 на RS485 стандард.

Комуникација диференцијалним сигналима не захтева постојање проводника са референтним потенцијалом за комуникацију, али он често има веома важну сврху. На раздаљинама од неколико километара, може доћи до разлике између потенцијала маса. RS485 мрежа комуницира са напонима од -7V до +12V и уколико је разлика потенцијала већа од тога, комуникација ће бити отежана или немогућа, а може доћи и до оштећења уређаја. Линија за масу омогућава да се изједначи потенцијал маса, тако што се масе оба уређаја повежу директно проводником. Уколико је међутим, разлика потенцијала превелика, потребна су друга решења. Једно од најбољих је галванска изолација уређаја на обе стране. RS485 компоненте које производи Electronic Design без изузетка имају уграђену галванску изолацију [18], и користе се најчешће у индустрији.

4.2 Коришћење RS232 – RS485 конвертора

Већина новијих електричних уређаја долази са USB (*engl. Universal Serial Bus*), Firewire или другим комуникационим портовима велике брзине, међутим много индустријске и комерцијалне опреме, и старе и нове, је направљено само за RS485 или RS422 серијски порт комуникације. Дакле, у циљу преноса података са RS232 серијског порта, потребан је конвертор да би могао да се повеже са RS485 или RS422 стандардом. Разлог је што је серијски RS232 порт, чак иако се сматра са једне стране и застарелим, веома поуздан, стабилан и чврст комуникациони стандард, који се лако може имплементирати на постојећу индустријску опрему.

4.3 Начин одабира RS232 – RS485 конвертора

Када се одлучује о избору, тј. набавци RS232 – RS485 конвертора, прво треба да се утврди да ли треба за индустријске потребе [5], комерцијалне или аматерске сврхе, а то превасходно зависи од тога у ком окружењу се планира коришћење конвертора. Потом да се утврди је да ли је потребно да буде изоловани или не, где може да се одлучи да ли је потребно спољашње напајање за конвертор или да ли може да се користи одговарајући порт.

Главне разлике између наведених RS232 – RS485 конвертора су: неки имају DB9 или DB25 конектор; неки имају RJ11 конектор; неки су изоловани неки нису; неки имају више од једног RS485 порта; неки имају LED диоде као светла за означавање Rx/Tx пренос података; неки имају сопствена напајања; неки потребу за екстерним напајањем; неки су предвиђени за индустријску примену (примери изгледа кућишта неких од нндустријских RS232 – RS485 конвертора су приказани на слици 3); неки су за аматерске кориснике итд. [17].

Слика 3. Кућишта изолованог RS232 – RS422/485 конвертора, оптички изолованог RS232 – RS485 конвертора и оптички изолованог USB – RS485 конвертора

4.4 Идејно решење RS232 – RS485 конвертора

Иако технологије бежичних комуникација расту веома брзо, жичане комуникације на дугачким растојањима задржавају своју популарност. Разлог пре свега лежи у високој цени и великој сложености бежичних

комуникација. Зато се и данас у многим некомерцијаним пројектима, људима и даље драже жичане комуникације, од којих велику практичну улогу имају RS232 и RS485 стандарди.

Било је речи о индустријској примени и предлозима одабира RS232 – RS485 конвертора због широке примене у пракси. Ови конвертори имају сложенију структуру од оне која је потребна за свакодневне комерцијалне потребе. Зато постоји могућност да се реализује сопствени пројекат на бази RS232 – RS485 конвертора који ће имати адекватну примену у пракси. Структурна шема примене конвертора је дата на слици 4.

Слика 4. Начин примене RS232 – RS485 конвертора

Идејно решење рада је RS232 – RS485 конвертор који је способан да чита стања одређеног броја дигиталних улаза, или вредности једног броја аналогних улаза, и да обавести када прими одређену информацију од *master* уређаја. Циљ пројекта је увод у основне концепте RS232 и RS485 стандарда, међусобној конверзији и конкретној примени у пракси. Идејно решење RS232 – RS485 конвертора је да се користи уређај који поседује RS232 серијски порт који ће имати улогу *master*-а, а користи RS485 линију за комуникацију са *master*-ом.

5 Приказ пројекта RS232 – RS485 конвертора

Сходно пројектном задатку, идејно решење предвиђа да мрежна топологија има само једну линију за пренос. На основу тога јасно је да RS485 може бити само *half duplex* веза којом се не може обезбедити истовремени пријем и предаја. То значи да само један податак може бити присутан на линији. Оно што је у овом решењу повољно то је да није битно ни ко шаље тај податак, ни ко га прима, јер су све комбинације дозвољене.

5.1 Принцип рада уређаја

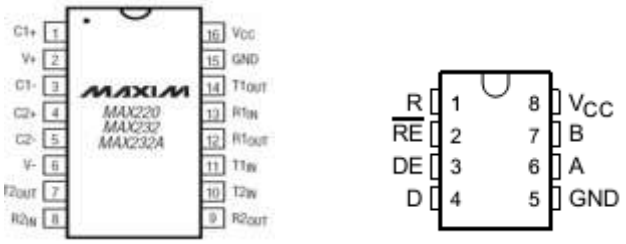
Интегрисано коло MAX232 се користи да конвертује сигнале са или на TTL ниво. Интегрисано коло SN75176B које представља RS485 примопредајник, конвертује TTL сигнале на сигнале које користи RS485 стандард. RTS линија се користи за промену режима трансмисије SN75176B кола, тј. селекција режима за слање или примање сигнала. У овом раду су дата појашњења примопредајника као основних саставних компоненти RS232 – RS485 конвертора. Потребно је подесити одговарајуће стање RTS линије пре слања или примања података, и она се веома често користи код *half duplex* конвертора за промену режима за слање или примање података. Режими за пренос података су: *RTS high* – режим за примање и *RTS low* – режим за слање података.

RTS сигнал се прво конвертује у TTL ниво преко MAX232 кола, а затим се тај сигнал шаље на пинове DE (дозвола предаје) и $\overline{RE}$ (дозвола пријема). Како би овај вид комуникације био и видљив, могуће је искористити и две LED диоде које ће да служе за индикацију тренутног стања интерфејса. Једна која ће да показује примање сигнала, а друга слање сигнала.

Другим речима, приликом преношења података, MAX232 конвертује сигнал са DB9 конектора у TTL/CMOS ниво. Затим SN75176B преноси улазни сигнал из MAX232 ка RS485 линији у облику разлике напона. Док прима податке, SN75176B детектује податке на RS485 линији и шаље их ка MAX232 и тада излаз може бити преузет са DB9 конектора.

5.2 MAX232 и RS485 примопредајник

Пошто су напонски нивои код RS232 стандарда, који одговарају логичким стањима, супротни од устаљене TTL технике, код које логичкој 0 одговара нулти напон, а логичкој 1 позитиван напон (+5V), за прилагођење напонских нивоа користе се посебна електронска кола, као што је за ове функције MAX232 (слика 5а).



Слика 5. а) MAX232 распоред пинова; б) распоред пинова интегрисаног кола SN75176B

MAX232 са једне стране има RS232 улазе, којима одговарају TTL излази са друге стране, и обратно. Другим речима, пријемник служи да прихвати као логичку 0 сигнал у распону од + 3V до +15V, и као логичку 1 сигнал са амплитудом у опсегу од -3V до -15V. Опсег напона између -3V и +3V се назива мртвом зоном и служи за смањење утицаја сметњи [7].

RS485 стандард треба повезати тако да се оствари серијска асинхрона комуникација са *half duplex*. Компонента која је коришћена у раду је SN75176B RS485 примопредајник (слика 5б). SN75176B је интегрисано коло које служи за обострану комуникацију на магистралама са већим бројем чворова, и оно је комбинација примопредајника са три линијска стања (*3-state differential line driver*) и диференцијалног пријемника на улазу (*differential input line receiver*) [18]. RS485 стандард користи два проводника за пренос сваког дигиталног сигнала. Линија примопредајника контролише напонске нивое на оба проводника, тако да разлика потенцијала између њих је позитивна за логичку 1 и негативна за логичку 0. Овај тип преноса се зове диференцијални [7].

6 Закључак

RS232 је један од најбољих стандарда а користи се и данас јер је примењен на компјутерима и уређајима. У неким ситуацијама RS232 није одговарајући јер осмишљен за конекцију једног терминала (PC-а) са једном опремом за комуникацију (модем) уз максималну могућу брзину преноса од 20 kb/s и максималном дужином кабла 15 метара. Проблем RS232 је решен RS485 стандардом где је могуће остварити комуникацију између више удаљених чворова. Стандард RS485 је јединствен по томе што омогућује двосмерну комуникацију већег броја уређаја везаних на један вод. RS485 може да се сведе на упредену парицу, на чијим су крајевима два уређаја који садрже по један линијски предајник и пријемник. Подаци могу да се шаљу у оба смера, али не истовремено. Док један уређај емитује сигнал, други мора да буде у стању пријема. Стандардом је прописано ограничење у виду максималног броја 32.

Такође је дата и могућност реализације RS232 - RS485 конвертора. Намена оваквог конвертора је комуникација између PC рачунара и неког другог уређаја користећи само две жице у half duplex режиму рада. Овај конвертор је пројектован тако да буде што је могуће једноставнији, због чега он неће располагати неким од могућности или начина реализације које се могу наћи у комерцијалним производима, као што је нпр. галванска изолација, итд.

Захвалност

Велику захвалност на стрпљењу и подршци дугујем својој породици и пријатељима. Посебну захвалност дугујем ментору, проф. др Синиши Ранђић, који ми је указао помоћ и разумевање приликом израде мастер рада, као и око помоћи прикупљања података потребних за рад.

Литература

[1] Axelson, J., „Serial Poret Complete and Circuits for RS – 232 and RS – 485“, Lakeview Research, 1999

[2] Sklar, B., „Digital Communications: Fundamentals and Applications“, Second Edition, Prentice Hall, 2001

[3] Catsoulis, J., Designing Embedded Hardware“, Second Edition, O' Reilly Media, 2005

[4] Reynders, D., Mackay, S., „Practical Industrial Data Communications: Best Practice Techniques“, First Edition, Butterworth – Heinemann, 2005

[5] Wiliamowski, B. M., Irwin, J. D., „Industrial Communications Systems: The Industrial Electronics Handbook“, Second Edition, CRC Press, 2011

[6] Niemirowski, G., „Serial port and microcontrollers: Principles, circuits and source codes“, First Edition, CreateSpace Independent Puvlishing Platform, 2013

[7] M. Mitescu I. Susnea, „*Microcontrollers in Practice*“, LE-TEX Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig, Germany.

[8] Soltero, Manny; Zhang, Jing; Cockril, Chris; Zhang, Kevin; Kinnaird, Clark; Kugelstadt, Thomas (May 2010) [2002]. „RS-422 and RS-485 Standards Overview and System Configurations, Application Report“, http://focus.ti.com/lit/an/slla070d/slla070d.pdf.

[9] http://www.keep.ftn.uns.ac.rs/predmeti/ee2_3g_indsys_protokoli/ISIP%20skripta%20-%20Asinhroni%20prenos%20RS232%20i%20RS485.pdf

[10] http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn75176b.pdf

[11] http://www.stsmihajlopupin.edu.rs/dokumenta/rmik/Serijski_paraleni_prenos.pdf

[12] http://tesla.pmf.ni.ac.rs/Predavanja/racunar%20sist/Knjiga%20-%20Vol2/GLAVA7.pdf

[13] http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/mehatronika/attachments/article/139/CIM_4.pdf

[14] http://www.viser.edu.rs/elektronika/projekti/stranice/dipl_radovi/Milan Milanovic/Zavrsni rad.pdf

[15] http://www.usconverters.com/rs232-rs485-rs422-converters

[16] http://www.kelm.ftn.uns.ac.rs/literatura/msui/predavanja/pred_1.pdf

[17] http://www.rs232-to-rs485.com/

[18] http://www.ed.rs/ed/485_usb/ed485_opste.htm

[19] http://es.elfak.ni.ac.rs/Papers/STomic%20-%20SMarinkovic%20-%20Projekat_mikroprocesorski.pdf