

АУТОНОМНА КОНТРОЛА ТОКА RS-485 ИНТЕРФЕЈСА

Владимир Станојевић¹

Резиме: У овом раду развијена је и представљена модификација стандарда серијске полудуплексне комуникације RS-485 која омогућава рад у виртуелном дуплекс моду. Према оригиналној имплементацији стандарда, захтева се посебна “контрола тока” од стране уређаја који комуницирају. У пракси се то изводи софтверском имплементацијом контроле тока било у firmware-у микроконтролерског уређаја, било у апликативном софтверу ако је нека од страна у комуникацији нпр. РС рачунар. Представљено решење нуди аутономно решење за аутоматску контролу тока, тако да искључује потребу да се софтверски управља контролом тока комуникације. Омогућава универзално повезивање у постојећу мрежу уређаја на јединственој RS-485 магистралу, без потребе да се познаје имплементирани протокол за контролу тока. Предложено решење RS-485 интерфејса са аутоматском аутономном контролом тока заснива се на хардверском додатку којим се остварује компатибилност на физичком и логичком нивоу RS232 и RS485 интерфејса. Решење је проверено у пракси.

Кључне речи: Серијска комуникација, RS-485, RS-232, семи-дуплекс, контрола тока.

AUTONOMUS FLOW CONTROL ON RS-485 INTERFACE

Abstract: In this document, a new method for upgrade of RS-485 interface circuit, which is basically semi-duplex, and demands for special “flow control” which is usually depended on each device involved in communication. In real life, most commonly it is done via specific software implementation of flow control, either in firmware of microcontroller device, either in application software if one device in communication is PC computer for example. The method presented in this document offers autonomous solution for automatic flow-control, in such manner that it excludes need for any software flow control implementation what so ever. This further seen, enables any electronic digital device or computer to “plug in” in existing RS-485 network and communicate with other devices without even knowing originally implemented flow control protocol in that specific network.

Key words: Serial Communication, RS-485, RS-232, semi-duplex, flow control.

1. УВОД

У овом раду је обрађено једно решење унапређења серијске комуникације дигиталних електронских уређаја, са акцентом на најзаступљенији индустријски стандард серијске комуникације RS-485. Унапређење се огледа у поједностављењу управљања серијском комуникацијом на RS-485 комуникационој магистралу, и/или у комбинацији са RS-232 везом. Приказано решење има потпуно универзални карактер. Могуће га је применити у већ старим системима, без обзира на постојеће решење контроле тока комуникације. Додатно, може се уградити у новопроектване системе где постоји потреба за серијском комуникацијом. Предложено решење нуди универзалну примену без ограничења у хардверском и софтверском смислу.

2. ЈЕДНОСМЕРНА, НАИЗМЕНИЧНА И ДВОСМЕРНА КОМУНИКАЦИЈА (СИМПЛЕКС, СЕМИ-ДУПЛЕКС И ДУПЛЕКС)

У свакој комуникацији може се јасно идентификовати и разликовати пошљилац неке информације и примаоц исте. Аналогно, може се идентификовати смер у коме се креће информација. У неким ситуацијама та комуникација је искључиво једносмерна, а негде постоји потреба да се улоге пошљилаоца неке информације и примаоца мењају, тј.

¹ Академија Струковних Студија Шабац

да је потребна двосмерна размена података. Константно једносмерна комуникација се назива **симплекс**. Међутим, јасно се разликују два типа двосмерне комуникације. Први је када та двосмерна комуникација не захтева симултани (истовремени) пренос информација у оба смера, него наизменично (један прича, други слуша, па потом други прича а први слуша), и то се зове **семи-дуплекс**. Други тип двосмерне комуникације је када је могућа (али не и обавезна у смислу да је могућ једносмерни ток података без присуства тока података у супротном смеру) узајамна размена информација у оба смера симултана (истовремена) -**дуплекс**.

3. RS-485 ИНТЕРФЕЈС

RS-485 проткол се широко користи у индустрији за комуникацију између разноврсних дигиталних уређаја. Принцип преноса података је серијски асинхроно. Међутим на самом физичком нивоу (електричном) сигнали су другачијег формата. Веза између уређаја који су повезани магистралом по РС-485 стандарду се остварује са 2 линије (проводника) и ту има више номенклатура обележавања истих што понекада може да изазове забуну. По стандарду, оне се означавају на следећи начин:

А или '-' или **TxD-/PxD-** или инвертовани вод.

Б или '+' или **TxD+/PxD+** или неинвертовани вод.

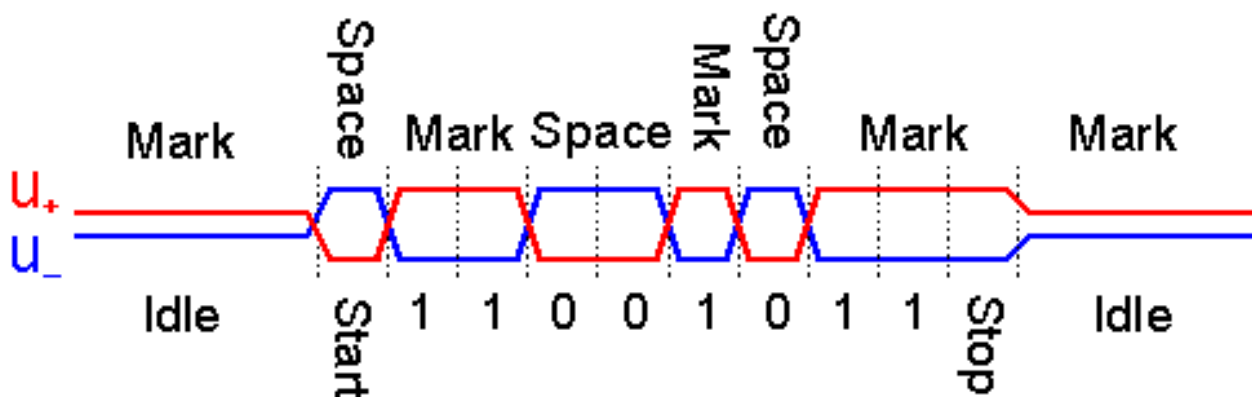
Б вод је позитивнији у односу на **А** вод “у мирном стању”.

Упркос томе што је ово јасно дефинисано у самом стандарду, неки произвођачи електронских уређаја као што су Texas Instruments, InterSil, Maxim и Linear Technology означавају као **А** вод неинвертујући вод, а као **Б** вод инвертујући вод.

Иако ово није по стандарду, њихова интегрална кола која се користе за RS-485 интерфејсе су широко у употреби па треба водити рачуна код примене истих, због обележавања водова.

Да би избегли забуну по овом основу, неки произвођачи опреме су увели трећи систем обележавања са **D+** и **D-** водовима.

По RS-485 стандарду, на магистрали, ако је напонски ниво на **Б** воду за мин. 200mV позитивнији од напонског нивоа на **А** воду, то се тумачи као логичка јединица, а ако је напонски ниво на **А** воду виши за мин 200mV од напонског нивоа на **Б** воду, то се тумачи као логичка нула.



Слика 1 – Облик сигнала на RS-485 магистрали података.

Овде нема “заједничке масе”, тј. нултог потенцијала у односу на кога се мери напонски ниво, него се мери напонски ниво једног вода у односу на други.

Битна карактеристика RS-485 магистрале је што она омогућава повезивање виртуелно неограниченог броја уређаја на заједничку магистралу само са једним двожилним проводником. Сви уређаји на RS-485 магистрали могу размењивати податке међусобно, свако са сваком, наравно не истовремено. RS-485 је семи-дуплекс по својој природи. У циљу остварења ефикасне двосмерне комуникације, инжењери и програмери имају индивидуалистички приступ, који је све само не стандардан.

3.1. КОМБИНОВАНО КОРИШЋЕЊЕ RS-232 и RS-485 ИНТЕРФЕЈСА

У пракси се често јавља потреба да се више уређаја или бар 2 уређаја који имају различите комуникационе интерфејсе повежу међусобно. Најчешће у индустријској, процесној електроници и аутоматизици и ту се користи RS-485. Међутим у последњој деценији са напретком технологије, све чешће се или постојећи системи унапређују додавањем РС рачунара са апликативним софтвером који нуди богатији кориснички интерфејс и/или напредније опције за надзор параметара индустријских процеса, или напредније командовање истим. РС рачунари имају стандардно само РС-232 прикључак, али не и RS-485. Даље, конкретна ситуација посматрана са функционалног аспекта коришћења ова два стандарда за међусобну комуникацију, води до закључка да је концепт и динамика слања или читања податка са обе магистрале истоветан. Једина разлика је у напонским нивоима који одражавају логичка стања „0“ и „1“. Посао конверзије напонских сигнала врши хардверски део интерфејса и није део проблематике са којом ће се сresti програмер. RS-232 по својој природи је фулл-дуплекс комуникациони интерфејс, што ослобађа програмера бригае о „контроли тока“. Када се он комбинује у пракси са RS-485, програмер мора посветити дужну пажњу и томе. До сада није стандардизован начин на који се врши контрола тока у оваквим случајевима, па се у пракси срећу најразличитија решења. Међутим сва та решења су „софтверски зависна“, и строго употребљива само у одговарајућој комбинацији софтвера и хардвера у конкретном случају, што у многоме отежава или онемогућава даљу надоградњу система, поправку или проширење, било у хардверском или софтверском смислу.

По документацији о интегралном колу које служи као хардверски интерфејс ка RS-485 магистрали², интегрално коло ради у два режима: Пријем/Предаја. Напонски нивои на пиновима 2 и 3 одређују режим рада (пријем/предаја). На следећој табели је приказан однос напонских нивоа на тим пиновима у корелацији са режимом рада интегралног кола.

² http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADM485.pdf

Табела 1. Режим рада MAX485 интегралног кола³.

RE	DE	Режим рада
0	0	ПРИЈЕМ
0	1	НЕДЕФИНИСАН
1	0	НЕДЕФИНИСАН
1	1	ПРЕДАЈА

Комбинације где пинови RE и DE имају различите вредности су функционално неупотребљиве јер се једним пином (RE) укључује режим пријема, а другим (DE) режим предаје. Битно је да је пин RE „инвертован“, што значи да је функција коју он контролише активна када је на тај пин доведена логичка „0“. Ово значи да се једном „командом“ која је везана заједно на оба контролна пина (RE и DE) и која може имати вредности одговарајуће логичкој „0“ или „1“, цело интегрално коло се може пребацивати из режима пријема у режим предаје и обрнуто. И ово се врло често и користи на тај начин, било да се контролише смер комуникације из микроконтролера директно или из РС рачунара преко постојећег серијског порта преко MAX232 или сличног напонског конвертера коришћењем неког од контролних пинова RS-232 порта .

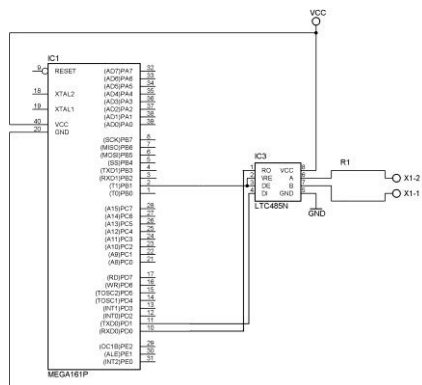
3.2. СОФТВЕРСКИ АСПЕКТ

Са аспекта софтверског инжењера, ако се користи уграђени серијски порт РС рачунара да би се комуницирало са неким другим уређајем који користи исти (RS-232) стандард, ситуација је јасна и недвосмислена. Серијском порту (са изузетком иницијализације истог на предодређени баудрате, број дата/стоп битова, париту мод) се са нивоа апликативног програма може обрађати као стандардној датотеци фајлсистема.

3.3. “АД-ХОК” РЕШЕЊА

Када је потребно да се укључи још један или више микроконтролерских уређаја у комуникацију, уз недовољан број RS-232 портова на РС рачунару, RS-485 интерфејс је решење које се најчешће среће у пракси.

На страни самог микроконтролерског уређаја, уместо RS-232 интерфејса користи се RS-485 интерфејс, као што је приказано на слици 2.



Посматрајући саму контролу тока (пријем/предаја) при коришћењу RS-485 интерфејса, пројектант уређаја улази у “сиву зону”, јер конкретни поступци нису стандардизовани. На страни РС рачунара се користити RS-232/RS-485 конвертер, а на “другој страни” се користити шема са слике 2. У свим таквим применама се полази од тога да комуникацију иницира једна страна (Апликативни софтвер на ПЦ рачунару), која шаље неки упит/команду другој страни (микроконтролерском уређају) који одговара на исти

неком повратном информацијом.

Слика 2. Шема микроконтролера са RS-485 интерфејсом

³ У табели логичким вредностима 0 и 1 одговарају напонски нивои 0V и +5V

Апликативни софтвер поставља DTR пин на RS-232 порту на логичку јединицу чиме RS-485 интерфејс на том чвору прелази у предајни режим рада.

- Шаље се упит другом уређају на RS-485 магистралу, у конкретном примеру “СПРЕМАН?”
- DTR пин на RS-232 порту се поставља на логичку нулу, чиме RS-485 интерфејс на том чвору прелази у пријемни режим рада.
- Чека се неко време на одговор.
- Чита се одговор ако је пристигао

Горе описани кораци се понављају сваки пут када је потребно разменити неки податак. Ако на RS-485 магистралу има бар 2 уређаја а често и више, у “мирном стању” сви они “слушају”, а само по потреби поједини од њих се обраћа тачно одређеном уређају или свима осталима са неком информацијом. У том случају “један прича, сви остали слушају”. Када ово правило не би било испоштовано, због међусобног мешања тј. “вишегласја” на магистралу би се појавили неупотребљиви подаци. У “мирном стању” сви уређаји само “слушају”, и тек ако су прозвани одговарају на конкретни упит/команду. Тако да би и уређај који се додаје у постојећу мрежу морао да се руководи истим правилом.

При повезивању уређаја или рачунара у већ постојећу RS-485 комуникациону мрежу неопходно је да се воиди рачуна око контроле тока. У противном сваки покушај комуникације са постојећим уређајима биће неуспешан.

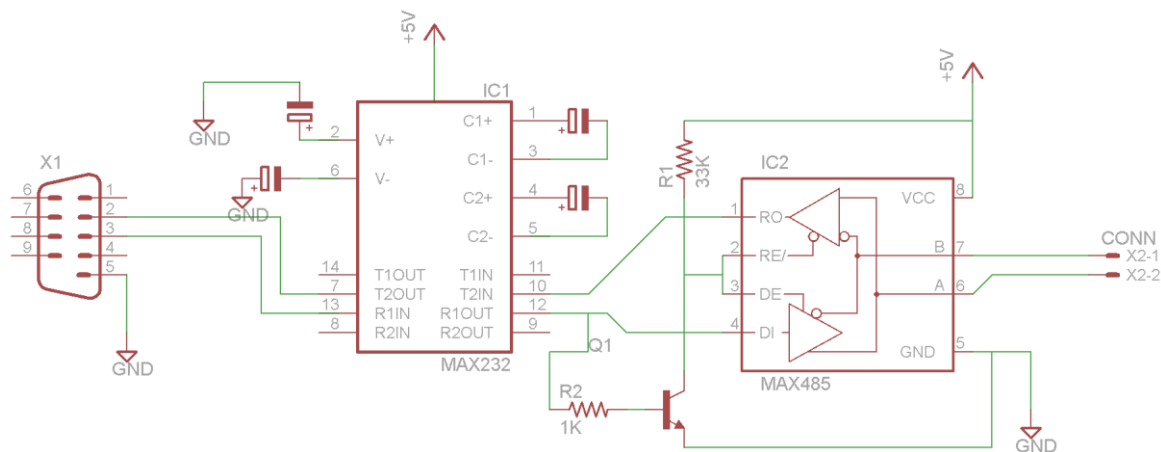
Прегледом актуелних радова и доступних решења [5], [6], [7], [8], [9] може се закључити да водећи произвођачи опреме не нуде неко стандардизовано решење или приступ, већ сваки од њих нуди један или више скупих и сложених склопова⁴[10]. У наставку је предложено универзално решење у погледу контроле тока на RS-485 магистралу.

4. ПРЕДЛОЖЕНО РЕШЕЊЕ

Идеја решења потиче од универзалне премисе: “Сваки уређај на RS-485 магистралу слуша све време осим када говори”. Ово даље води до идеје да се сам RS-485 интерфејс унапреди у смислу да препозна када његов корисник био то апликативни софтвер на РС рачунару или фирмвер у микроконтролеру “отвори уста да нешто заусте”, па сходно томе сам пређе у предајни режим рада, односно да се врати у пријемни режим чим овај “затвори уста”.

На слици 3. је приказан RS-232/RS-485 конвертер са унапређеним RS-485 интерфејсом који управо тако ради.

⁴ http://e2e.ti.com/support/interface/industrial_interface/f/142/t/279136.aspx, pristupano 17.9.2013.



Слика 3. Шема предложеног решења RS-485 интерфејса са аутоматском аутономном контролом тока

Предложено решење доноси као бенефит да не постоји више никакав “спољни” контролни механизам којим би се управљало контролом тока, тј. смером комуникације, тј. режимом пријем/предаја RS-485 интерфејса. Дакле, циљ је постигнут, потпуно је укинута потреба да програмер управља тиме.

Кратко објашњење како предложено решење функционише би било следеће: У мирном стању на улазном пин-у RS-485 интерфејса (DI) је логичка јединица, што је еквивалентно напонском нивоу од +5V јер се ради о TTL интегралним колима. Тај напон кроз отпорник R2 који је у функцији ограничења струје базе коришћеног транзистора Q1 поставља и одржава тај транзистор “отвореним” између колектора и емитера који је везан директно на масу (0V). Тиме су контролни пинови RS-485 интерфејса (/RE и DE) обадва на потенцијалу логичке нуле, и RS-485 интерфејс је (видети табелу 1.) у пријемном режиму рада (слушању).

Истовремено са појавом логичке нуле на улазном пину података RS-485 интерфејса (DI), што је инвертовани “START бит” који иницира асинхрону серијску комуникацију, или аналогно претходној причи “отвори уста”, тај напон тј. одсуство напона на бази транзистора Q1 узрокује његово моментално “затварање”, тј. електрични отпор између његовог колектора и емитера постаје виртуелно бесконачан, што се директно и моментално одражава на присутан напонски ниво на контролним пиновима RS-485 интерфејса (/RE и DE) који постаје (кроз (pull-up) отпорник R1) логичка јединица, чиме RS-485 интерфејс виртуелно моментално прелази у предајни режим и шаље тај START бит кроз RS-485 мрежу/магистралу. Завршетком START бита напон се мења на DI пин-у, што се одражава и на /RE и DE пинове, чиме интерфејс фактички прелази поново у пријемни режим, што је потпуно непотребно и бескорисно, **али не и контрапродуктивно**, и тако остаје све до појаве неког бита који је логичка јединица или више њих, или ниједног од њих, па до STOP бит-а који ће сигурно бити логичка јединица, што ће поново узроковати на претходно описани начин прелазак предметног RS-485 интерфејса у предајни режим и ефективно слање STOP бит-а кроз RS-485 мрежу/магистралу, чиме је започети пренос успешно завршен, и може се поновити по потреби неограничен број пута са једнаком поузданошћу.

Потпуно исто решење је примењиво и на било ком микроконтролерском уређају.

Предложено решење има следеће карактеристике:

- Примењиво је са 100% ефикасношћу за било које параметре серијске комуникације (било која брзина, број дата/стоп битова, и било који или ниједан мод парности).
- Компатибилно је да се комбинује са било којом изведбом RS-485 интерфејса, са неограниченим бројем уређаја.
- Нема никаквог утицаја на перформансе (брзину или поузданост) комуникације.
- Ослобађа пројектанта и корисника икакве бриге и старања о контроли тока на семи-дуплекс магистралама, чиме поједностављује софтверску имплементацију, као и избегава сваку могућност “загушења” RS-485 мреже/магистрале ако неки од уређаја у мрежи остане због софтверске грешке “заглављен” у предајном режиму и тиме онемогући сваку даљу комуникацију између свих уређаја на тој RS-485 мрежи/магистралама.
- Због саме природе решења, која је универзална и инкорпорирана у сам RS-485 интерфејс, не усложњава се стандардни интерфејс и не уносе никакве нове варијабле, чиме се нимало не смањује поузданост рада целог уређаја.

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду анализиран је и обрађен најзаступљенији савремени протокол серијске комуникације у индустријској електроници и представљено је једно ново решење за унапређење постојећих система.

Представљен је најзаступљенији индустријски и рачунарски протокол серијске комуникације, опет од дна (ниво електричних сигнала) до врха (софтверска имплементација), како на РС рачунару, тако и коришћењем микроконтролерских уређаја и успостављања међусобне ефективне комуникације, те описано оригинално решење које је проверено у пракси, конкретно за повезивање наменског софтвера и специјализованог хардвера Италијанског произвођача Carlo Gavazzi⁵, а по наруџбини њиховог регионалног заступника за Србију фирме FrigoMax⁶. Уређај је у употреби дуже времена и нема пријављених проблема у раду. Исто решење примењено је и при имплементацији комуникације између више разнородних модула СОС система корисника Геронтолошког центра Шабац који је успешно реализован.

6. ЛИТЕРАТУРА

[1] Vincent Himpe, Mastering the I2C Bus, LabWorX 1, 2011.

[2] Војо Милановић, “ПЦ интерфејси”, 2005.

[3] Texas Instruments 16550 UART datasheet archive

[4] Dr Jelena Chaiko, Dr Nadezhda Kunicina, Antons Patlins M.sc, Alina Galkina M.sc
“Building of mathematical models of data transferring through the interface RS-485 in

⁵ <http://www.carlogavazzi.com/>

⁶ <http://www.frigomax.com/rs/index.php>

industrial networks”, Riga Technical University, Scientific Journal of RTU. 4. Series., Energētika un elektrotehnika, 2010, strane 241-244.

[5] Peter Jakacki “*RS-485 NETWORK TERMINATION and PROBLEMS*”, Cescom Enterprises Pty Ltd 2008.

[6] Bob Perrin, “*The Art and Science of RS-485*”, Circuit Cellar 1999.

[7] Su Xunwen, Wang Shaoping, Zhu Dongmei, Qishen Zhu, “*RS-485 serial port pseudo-full-duplex communication research and application*”, Prognostics and Health Management Conference, Macao, 2010.

[8] Machacek, J., Drapela, J., “*Control of serial port (RS-232) communication in LabVIEW*”, Modern Technique and Technologies, 2008.

[9] Thomas Kugelstadt, “*SLLA272B Application Report*”, Texas Instruments, 2008.

[10] TOSHIBA INTERNATIONAL CORPORATION, “*Universal RS232/CMOS to RS422/RS485 Converter*”,

[11] Soltero, Manny; Zhang, Jing” *RS-422 and RS-485 Standards Overview and System Configurations, Application Report*”, Texas Instruments, 2010.

[12] Драган М. Пантић, Јанко Пешић, “*Примена дигиталних интегрисаних кола*”, VI допуњено издање, Комерц принт, 1994.