

ДВОКАНАЛНА АНАЛОГНА USB АКВИЗИЦИОНА КАРТИЦА

Милијан Ђелић, Војна академија

Nagradeni rad mladog istraživača – komisija ML

Садржај – Рад садржи приказ дипломског рада, базираног на практичној реализацији идеје о USB аквизиционој картици, малих димензија, јефтиној и поузданој; за тестирања система и уређаја на терену помоћу лаптоп рачунара, као и за вишенаменску примену у лабораторијским мерењима.

1. УВОД

У раним радовима инжењера, као и у развојима уређаја са малим производним серијама, велика материјална и финансијска улагања у опрему за тестирање и мерења су обично неисплатива, а често и немогућа. Превазилажење овог проблема, у одређеној мери, могуће је искоришћавањем постојећих идеја и најновијих достигнућа на пољу развоја интегрисаних кола специјализованих намена. Идеја уређаја описаног у раду је развијање преносивог мерног уређаја, мале цене и малих димензија, потпуно компатибилног са универзалном серијском магистралом (Universal Serial Bus - USB) [1], савременог персоналног рачунара. Компатибилност са USB магистралом је веома комфорна због могућности потпуне аутономије уређаја и једноставног повезивања са рачунаром.

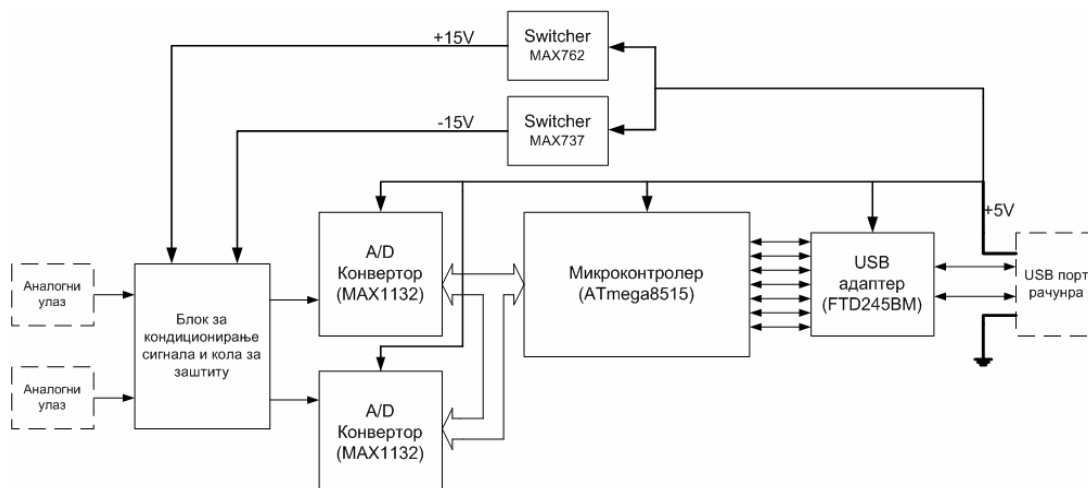
2. ОПИС ХАРДВЕРА

Концепт аквизиционе картице настао је из идеје о мултифункционалном уређају, базираном на микроконтролеру, који би служио као мултиплексер, примопредајник и контролер процеса, обављао пренос података у комуникацији са рачунаром. Поред микроконтролера као основе система, картица мора да има компоненте које својим функцијама посредно дефинишу њену намену и интерфејс према рачунару, или другом систему кориснику информација.

Избором компонената и структуром приказаном на слици 1., картица ради у конфигурацији намењеној за USB аквизицију аналогних сигнала.

Функционисање аквизицијске картице заснива се на микроконтролеру фирме ATMEL, ATmega8515 [2]. Основне карактеристике ATmega8515 су: RISC архитектура са 130 операција (од којих се већина извршава у оквиру једног циклуса), 32 особитна радна регистра опште намене, могућност извршавања до 16 MIPS на радном такту од 16 MHz, 8kB флеш меморије и 512B EEPROM меморије, 512B SRAM меморије, два бројача – тајмера (8 и 16 бита), програмибилан USART, master – slave SPI (Serial Peripheral Interface), 35 програмибилних I/O линија.

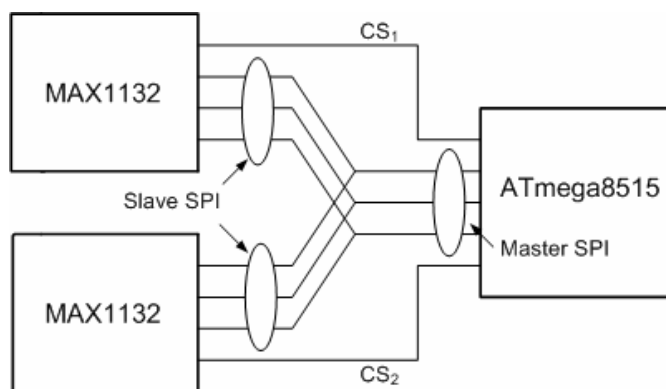
Основна функција микроконтролера је посредовање у преносу података од A/D конвертора до рачунара. Са једне стране микроконтролер комуницира са A/D конверторима преко мултиплексиране синхроне серијске магистрале (SPI). Пренос управљачких порука од микроконтролера до A/D конвертора и измерених података у другом смеру се обавља по протоколу специфицираном од стране произвођача A/D конвертора. Са друге стране микроконтролер коришћењем екстерног серијског адаптера FTD245BM комуницира са рачунаром преко асинхроне серијске магистрале (USB). Протокол на USB магистралу дефинише произвођач картице и рачунарског софтвера за подршку, и треба да обезбеди сигуран и брз пренос података и параметара за рад картице. Поред преноса података, микроконтролер коришћењем интерних тајмера обезбеђује прецизну учестаност одабирања за сваки од A/D конвертора, која се као параметар задаје у корисничком програму. За ниже учестаности одабирања постоји и могућност имплементације дигиталних филтара нижег реда. Аутоматско мерење и подешавање офсета је такође функција доступна из корисничког програма.



Слика 1. Блок шема USB аквизиционе картице

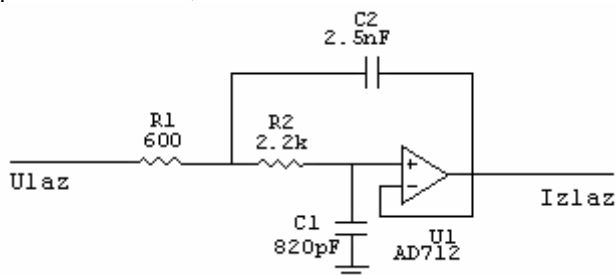
Основу аквизиционог система чине два шеснаестобитна A/D конвертора фирме Maxim, MAX1132 [3]. Основни параметри ових конвертора су: конверзија сигнала преко track and hold кола на улазу – техником sukcesивних апроксимација, максимална учестаност одабирања биполарних сигнала до 200 ksp/s, униполарно напајање +5V, унутрашња референца (са могућношћу подешавања споља), унутрашњи генератор такта, low – power рад са струјом потрошње до 7.5mA, опсег улазних сигнала +/-12V, SPI компатибилан серијски интерфејс. Коло MAX1132 има интерна кола за калибрацију, која омогућавају софтверско подешавање линеарности и офсета у току рада. Софтверски се подешавају учестаност одабирања и опсег улазног напона док се читавање конвертованих података врши преко SPI интерфејса према формату серијске поруке, који даје произвођач конвертора.

На страни A/D конвертора, SPI има могућност да се сетовањем додатног пина, CS, интерфејс доведе у стање високе импедансе. Ова опција омогућава да се оба A/D конвертора повежу са микроконтролером преко једног SPI – master улаза, слика 2., тј. могуће је мултиплексирати SPI интерфејс на страни микроконтролера.



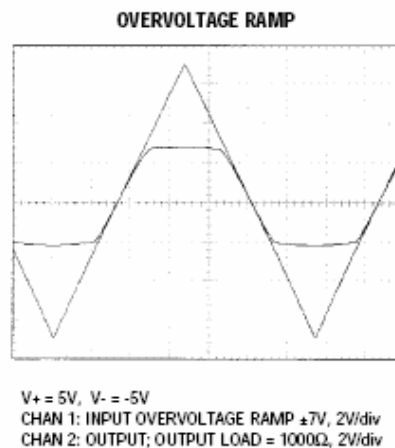
Слика 2. Повезивање A/D конвертора и микроконтролера

Блок за кондиционирање сигнала састоји се од кола за заштиту и нископропусних филтара. Основна намена овог блока је заштита улаза A/D конвертора и филтрација високофреквентних сметњи. Филтри су реализовани као Батервортови филтри 2. реда, одвојено за оба канала. За реализацију филтара је искоришћено интегрално коло фирме Analog Devices, AD712 [4], које садржи два операциона појачавача. Гранична учестаност филтара подешена је на 100kHz. Конструкција филтара је приказана на слици 3.



Слика 3. Батервортов филтар 2 реда, $f_c=100kHz$

За заштиту улаза A/D конвертора је искоришћено коло фирме Maxim, MAX366 [5], које има три линије за заштиту сигнала од пренапона, до +/-35V преко напона напајања кола. Коло се напаја симетричним напонем напајања +/-15V, а заштиту обезбеђује тако што брзо повећава улазну отпорност када се улазни напон приближи напону напајања. Када дође до прекорачења напона напајања, раздвајају се улазна и излазна страна кола, а излаз кола задржава ниво: 1,5V нижи него што је напон напајања кола [5]. На слици 4., приказан је рад кола са напонем напајања +/-5V, при чему му је на улаз доведен тестераста сигнал амплитуде 7V.

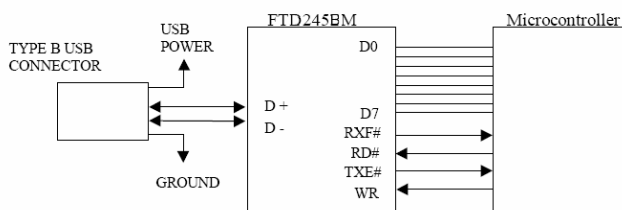


Слика 4. Приказ ефекта заштите кола MAX366 [5]

Проблем реализације блока за кондиционирање сигнала је потреба за симетричним напонем напајања +/-15V, који се добија преко два switcher-a фирме Maxim, MAX762 [6] и MAX737 [7]. Обе компоненте се напајају напонем +5V са USB магистрале и генеришу напоне од +15V односно -15V, респективно.

Поред напајања, преко USB магистрале је реализован и интерфејс према рачунару преко чипа USB адаптера фирме FTDI (Future Technology Devices International), FTD245BM [8]. Предност оваквог избора преноса података је потпуна аутономија кола на магистралама, пошто произвођач нуди драјвере који се инсталирају на Windows платформама и обављају сав интерфејс према колу, док са друге стране приступачан USB интерфејс не захтева посебне операције при инсталацији уређаја на USB порт рачунара.

Један од два понуђена драјвера, који дозвољава брзину преноса и до 1MB/s и потпуно подржава USB 1.0 и 2.0 протокол, је FTD2XX драјвер [9]. Овај драјвер је осмишљен тако да клијент апликација привидно комуницира са картицом тј. са FTD245BM чипом, док се комуникација практично реализује преко DLL (Dynamic Linked Library) интерфејса, и потпуно је сведена на позивање специјалних API (Application Programmable Interface) функција. На страни микроконтролера комуникација се своди на класичан handshaking са сигналима Tx и Rx, и паралелни упис и читање података, слика 5.



Слика 5. Повезивање кола FTD245BM у систем [10]

3. АНАЛИЗА РАДА СИСТЕМА

Анализу рада приказаног система потребно је урадити сагледавајући два веома битна параметра USB магистрале, брзину преноса података и струјни капацитет.

Брзина преноса податка, директно зависи од "уског грла" система. У овом случају то је USB адаптер FTD245BM пошто му је максимална брзина преноса 1MBps [8]. Проблем настаје када оба A/D конвертора раде максималном брзином одабирања, тј. брзином од 200ksp/s [3]. Резолуција одбирка сигнала је 16 бита, што значи да два A/D конвертора, при максималној брзини конверзије, микроконтролеру могу да проследе до 800кВps измерених података. Проблем настаје због тога што микроконтролер мора да рачунару пошаље поруку поштујући формат и протокол преноса података. У најбољој варијанти, када се на два бајта података због формата преноса, дода још један бајт контролних бита, при максималној брзини одабирања се на брзину преноса додаје још 400кВps информација које се преносе према рачунару, што премашује декларисану максималну брзину USB адаптера. Због овог ограничења брзине преноса података, у оквиру клијентског програма на страни рачунара, неопходно је водити рачуна о томе које учестаности одабирања је могуће изабрати при иницијализацији аквизиције, а да проток на USB магистралу не пређе 1MBps.

Са стране струјног капацитета USB порта рачунара, ограничење је релативно мало, због тога што је преко USB порта могуће добити струју напајања јачине до 500mA, 5 unit loads [1]. Када се саберу максималне струје напајања свих кола у систему, везаних директно на USB магистралу, [2], [5], [6] и [8], добијени резултат не прелази струјни капацитет USB порта.

4. ЗАКЉУЧАК

Са стране односа цене и квалитета, описана картица задовољава све услове да се уврсти међу мерне инструменте младих инжењера који су тек на почетку стваралачког искуства. Карактеристике картице, везане за фреквенцијски опсег аквизиционог сигнала и брзину преноса сигнала, нису добре, али се са друге стране са 16 бита добијених у једном одбирку сигнала тај недостатак поправља добром резолуцијом. На крају, мале димензије и једноставно прикључивање на USB порт рачунара свакако су битније карактеристике ове картице, и управо оне опредељују њену намену: Брза мерења, на терену, сигнала у основном опсегу, до 80kHz.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] www.usb.org
- [2] www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2512.pdf
- [3] www.pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/MAX1132-MAX1133.pdf
- [4] http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/288953399AD712_e.pdf
- [5] www.pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/MAX366-MAX367.pdf
- [6] www.pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/MAX761-MAX762.pdf
- [7] www.pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/MAX736-MAX759.pdf
- [8] www.ftdichip.com/Documents/DataSheets/ds245b14.pdf
- [9] www.ftdichip.com/Drivers/FT232-FT245Drivers.htm
- [10] www.dlpdesign.com/usb/TamingUSB.pdf

Abstract – These papers represents the idea of graduation project based on analog USB acquisition card. Project consists of idea and one realization with explanations of all circuit and interactions between them. Functionality of all components were analyzed on the end of the papers, and compared with critical parameters of data transmission trough USB adapter. Some of conflict situations take their place to be resolved in client software program design.

ANALOG MULTICHANEL USB ACQUISITION CARD
Milijan Čelić