

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektronická

Katedra řízení

Přesný optický snímač polohy

Bakalářská práce

Vedoucí práce : Ing. František Vaněk

Zpracoval : Vladimír Kudrna

Anotace

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo seznámit se s konstrukcí a dokumentací Optické myši Logitech a analyzovat možnosti oddělení obvodu ADNS-2051 který slouží pro zpracování polohy. Dále navrhnout vhodný interface pro zpracování IRC signálů o změně polohy a pro nastavení parametrů chipu a tento interface otestovat na navrženém vzorku, zhodnotit případné chyby a případné nedostatky a navrhnout jejich řešení.

Annotation

The main objective of this bachelor thesis was acquaint with construction of optical mouse Logitech and analyze possibilities of separation chip ADNS-2051 where is using for processing of position. The next objective was project useful interface for processing IRC signals about move and for setting of chip. The last objective was test projected specimen, review errors and deficiencies and project their solution.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne

.....

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Ing.Františku Vaňkovi za připomínky, rady a za poskytnutí všech potřebných materiálů k vypracování bakalářské práce.

Velký dík také patrné rodině, protože mi v průběhu studia poskytovala zázemí a veškerou podporu hmotnou i duševní.

Obsah:

1. Seznam použitých symbolů a zkratek.....	7
2. Úvod	7
3. Parametry optického senzoru ADNS-2051.....	8
3.1 Základní parametry	8
3.2 Popis pinů	8
3.3 Mechanické vlastnosti	9
3.4 podpůrné součástky.....	9
4. Možnosti oddělení obvodu.....	10
4.1.Zápis do obvodu.....	10
4.2 Čtení z obvodu.....	11
5. Návrh interface.....	12
5.1 Výstupní signál.....	12
5.2 Vstupní signál.....	12
5.2.1 RS232.....	12
5.2.2 MAX232.....	13
5.3 Napájení.....	14
5.4 Ovládací program.....	15
6. Finální zapojení.....	16
6.1 Finální schéma.....	16
6.2 Mechanické řešení.....	17
6.3 Schéma.....	18
7. Testování zpracovaného vzorku.....	18
7.1 IRC komunikace.....	14
7.2 Sériová komunikace.....	22
7.3 Vyhodnocení.....	22
8. Závěr.....	24
9. Použitá literatura.....	24

1. Seznam zkratek a symbolů:

USB	-	Universal Serial Bus, univerzální vstupně výstupní port používaný v PC
RS232	-	Sériové rozhraní v PC
IRC	-	často používaný inkrementální signál
SDIO	-	Sériový vstupně výstupní port na chipu ADNS-2051
SCLK	-	synchronizace pro SDIO na chipu obvodu ADNS-2051
DIP	-	z anglického dual inline package, je to standardní zapouzdření pro většinu chipů
DTR	-	Data terminal ready – signál z RS232 který je zde používán na ovládání SCLK
TXD	-	Transmit data – signál z RS232 který je zde používán na ovládání SDIO
TTL	-	TTL úrovně jsou hojně používány
LED	-	z anglického Light Emiting Diode, neboli světlo emitující dioda

2. Úvod

V současné době jsou využívány pohybové senzory v mnoha průmyslových odvětvích či v laboratorních řešeních, proto jsou žádány všechny možnosti jak získat přesný a spolehlivý senzor za rozumnou cenu. Jedním takovým se zdá senzor ADSN-2051 od firmy Agilent používaný v myši Logitech BJ-69, tento senzor má podle dokumentace poměrně vysoké rozlišení až 800dpi, velice vysokou snímací rychlost až 800 snímků za sekundu a díky vysokému množství vyrobených kusů i příznivou cenu.

Hlavním úkolem bude senzor ADSN-2051 oddělit od zařízení USB respektive chipu Cypress CY63723A-PC a exportovat tohoto z něj vhodný signál pro další zpracování profesionálními zařízeními.

3. Parametry optického senzoru ADNS-2051

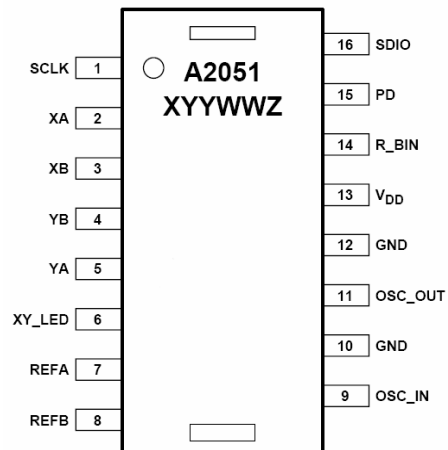
Optický senzor ADNS-2051 je senzor vyvinutý pro snímání polohy v myších Logitech , jeho schopnosti, výstupní rozhraní a nízká cena ho však dělají vhodným pro využití i v jiných odvětvích.

3.1 Základní parametry :

- standardní napájení 5V
- je schopen přepínat mezi dvěma rozlišeními 400 a 800 dpi
- může snímat až 2300 snímků za sekundu
- rychlost pohybu je až 35 centimetrů za sekundu
- je umístěn v 16ti pinovém DIP pouzdře
- dva druhy výstupů sériový a IRC
- možnost plného 2D pohybu
- není třeba přesných optických částí

3.2 Popis pinů:

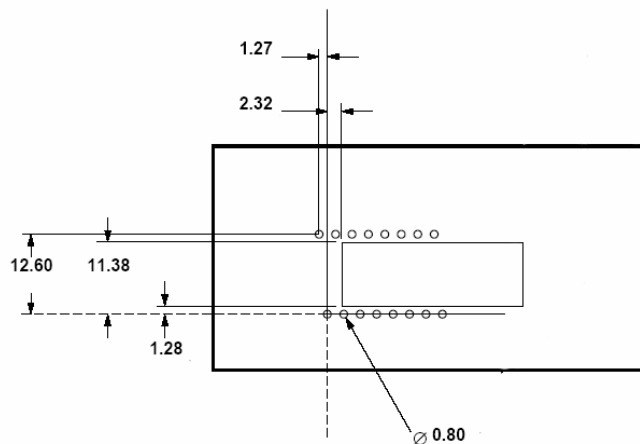
- 1 - SCLK – CLK pro SDIO
- 2 - 5- XA,B; YA,B – IRC výstup
- 6 - XY_LED – ovládání LED
- 7 – REFA - internal reference
- 8 – REFB - internal reference
- 9 – OSC_IN – vstup oscilátoru
- 10 – GND - zem
- 11 – OSC_OUT – výstup oscilátoru
- 12 – GND - zem
- 13 – VDD – napájení
- 14 – R_BIN – proudový led rezistor
- 15 – PD – pin pro vypnutí obvodu
- 16 – SDIO – sériový vstup/výstup



Obr1. Popis rozmístění jednotlivých pinů.

3.3 Mechanické vlastnosti

ADNS-2051 je umístěn v 16ti pinovém DIP pouzdře , které nemá standardní parametry, největším problémem při montáži může být vzájemný posun řad pinů viz obrázek.



Obr2. Rozmístění kontaktů

3.4 Podpůrné součástky:

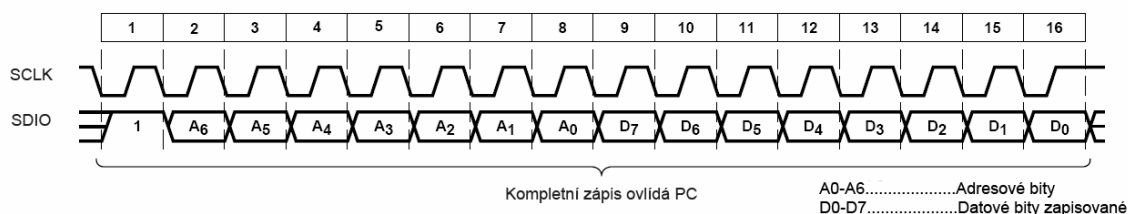
- HLMP-ED80 - led dioda
- vlnová délka 639nm
- HDNS-2200 - světlovodivý klip
- HDNS-2100 - čočka

4. Možnosti oddělení obvodu

Obvod ADNS - 2051 je ve výrobcích Logitech obvykle připojen k rozhraní USB rozhraní pomocí procesoru Cypress CY7Y63001A-PC a podobných, to bohužel omezuje využití obvodu v nasazení mimo PC. Proto je potřeba optický senzor ADNS-2051 oddělit od USB interface.

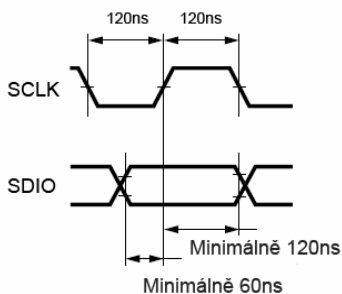
4.1 Zápis do obvodu – sériové rozhraní

V komunikaci směrem do obvodu je jedinou možností sériová komunikace přes sériový port SDIO, který je řízený signálem SCLK. Komunikace zde probíhá v obou směrech, pomocí čtení či zapisování do registrů. Směr komunikace se zde určuje hodnotou nultého bitu v dvoubajtové adrese, která je posílána vždy před načtením nebo zapsáním dvoubajtové hodnoty z či do příslušné adresy. Pro zápis do obvodu je hodnota nultého bitu 1 pro čtení je hodnota 0.



Obr.3 Zápis pomocí sériového rozhraní

Při zápisu do paměti je nutno dodržet časová omezení, ta však nebudou při použití portu RS232 problém.

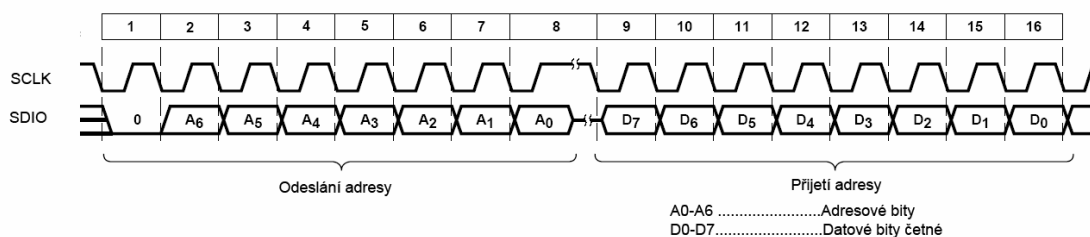


Obr4. časové omezení zápisu

4.2 Čtení z obvodu

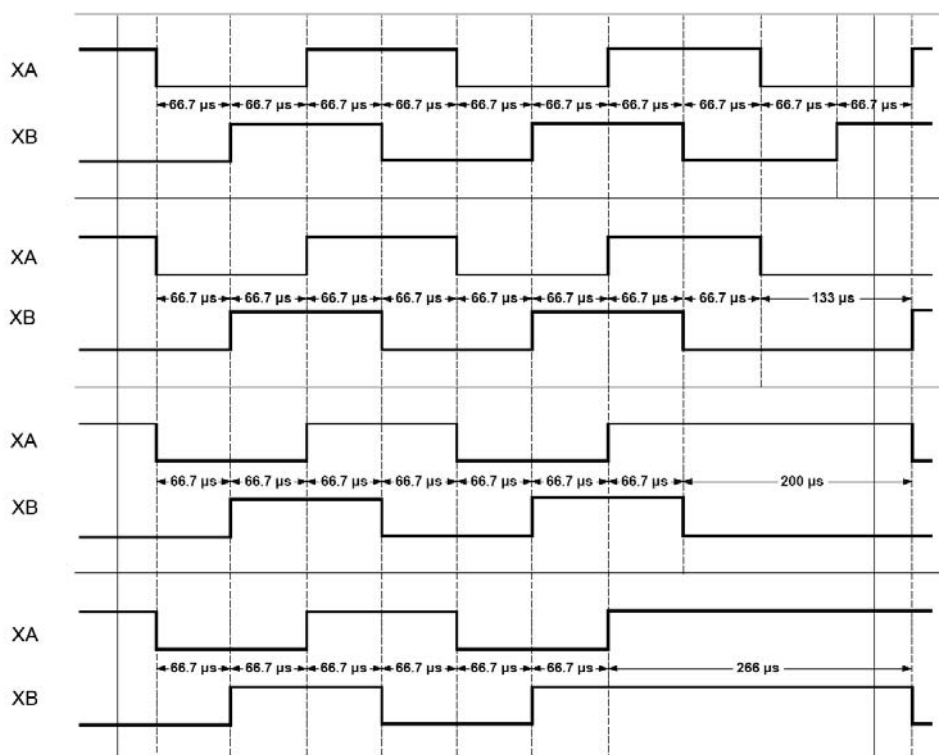
Pro čtení z obvodu jsou možné dvě cesty:

- sériová - způsob komunikace je popsán v odstavci 4.1, tento způsob je náročný na vlastnosti čtecího zařízení to musí umět totiž data zároveň posílat i číst, aby mohlo poslat adresu ze které se budou data číst.



Obr5. čtení pomocí sériového rozhraní

- IRC - je zde řešena pomocí čtyř výstupů XA,XB pro pohyb ve vodorovné ose a YA,YB pro pohyb ve svislé ose, tento způsob komunikace jsem díky své jednoduchosti a širokému rozšíření v průmyslu zvolil jako standardní výstup z obvodu.



Výstup pro rozlišení 800dpi a 1500obrázků za sekundu

Obr6. IRC signály

5. Návrh interface :

Jak je z odstavce 4 zřejmé bude komunikace rozdělena na dva typy, pro přenos informace o pohybu tedy z obvodu bude použit IRC signál a pro nastavování parametrů obvodu, tedy zápis bude použito sériové rozhraní.

5.1 Výstupní signál :

K výstupnímu signálu se nabízejí dvě cesty a to sériová a IRC.

Sériová cesta se bohužel nehodí pro svou náročnost na čtecí zařízení a pro svůj nestandardní výstup, čtení pohybu totiž spočívá v tom že zadáme adresu 0x03 a 0x04 z těch poté vyčteme změnu polohy v ose X respektive ose Y.

Proto použijeme pro výstup signál IRC rozhraní je realizován pomocí standardních TTL úrovní a proto nejsou nutné žádné další úpravy signálu, protože převážná většina cílových zařízení pracuje na těchto úrovních.

5.2 Vstupní signál

Vstupní signál potřebujeme prakticky jen pro nastavení obvodu, k tomuto účelu máme jen jedinou volbu sériové rozhraní, ze strany zapisovatele se jako nejvhodnější jeví PC a jeho sériové rozhraní tedy RS232 (popis v kapitole 4.2.1) , to má však jiné úrovně napětí než standardní TTL které jsou podporovány obvodem ANS-2051, proto je nutné použít další obvod, který tyto úrovně upraví.

Jako nejvhodnější se jeví obvod řady MAX232 (popis v kapitole 3.1.2) který je navržen speciálně pro rozhraní RS232 a který upravuje na TTL úrovně.

5.2.1 RS232

RS 232 používá dvě napěťové úrovně. Logickou 1 a 0. Log. 1 je někdy označována jako marking state nebo také klidový stav, Log. 0 se přezdívá space state.

Log. 1 je indikována zápornou úrovní, zatímco logická 0 je přenášena kladnou úrovní výstupních vodičů.

Povolené napěťové úrovně jsou uvedeny v Tabulce 1.

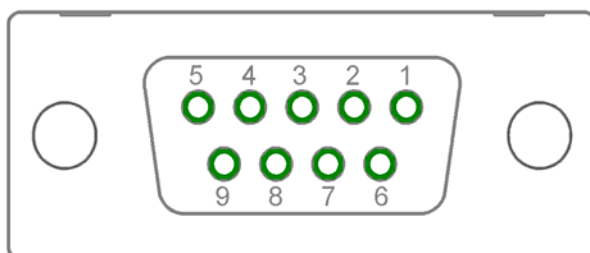
Nejběžněji se pro generování napětí používá napěťový zdvojovač z 5 V a invertor. Logické úrovně jsou potom přenášeny napětím +10 V pro log. 0 a -10 V pro log. 1.

Tabulka 1:

Datové signály RS232		
Úroveň	Vysílač	Přijímač
Log. L	+5 V až +15 V	+3 V až +25 V
Log. H	-5 V až -15 V	-3 V až -25 V
Nedefinovaný	-3 V až +3 V	

Tabulka 2:

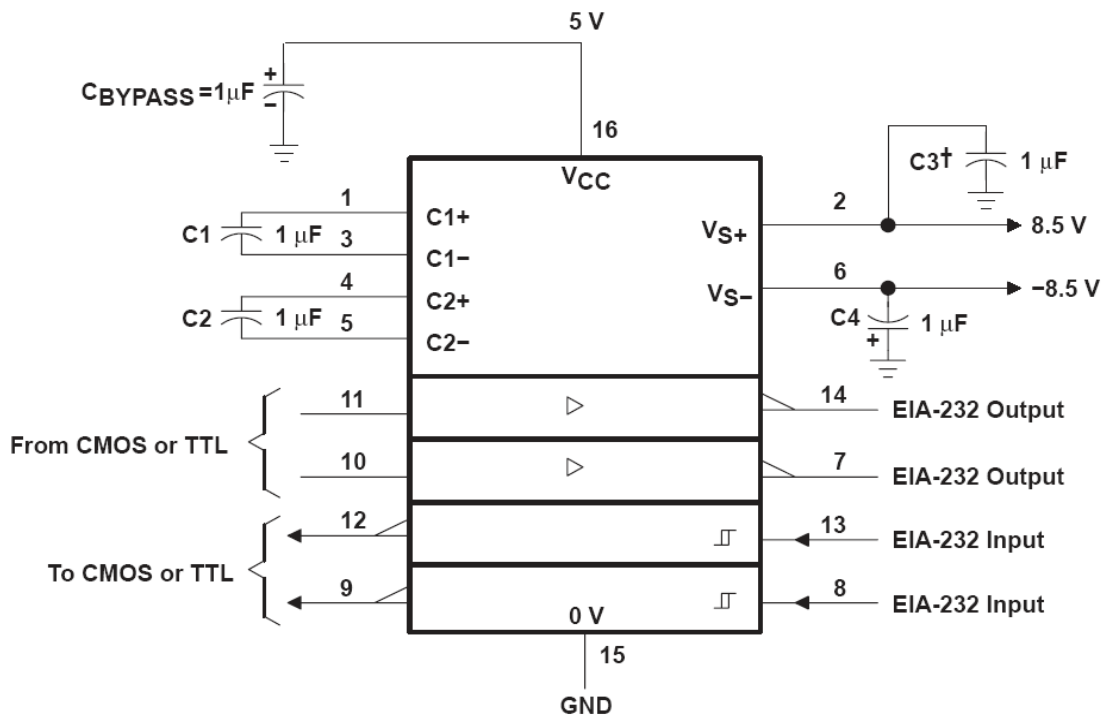
Vstupy a výstupy RS232			
Název portu	Popis	I/O	Pin
DCD	Data Carrier	-vstup	1
RXD	Receive Data	-vstup	2
TXD	Transmit Data	-výstup	3
DTR	Data Terminal Ready	-výstup	4
SGND	Signal Ground	zem	5
DSR	Data Set Ready	-vstup	6
RTS	Request to Send	-výstup	7
CTS	Clear to Send	-vstup	8
RI	Ring Indicator	-vstup	9



Obr. 7 Lokalizace vstupů a výstupů na RS232 konektoru cannon9

5.2.2 Popis MAX232

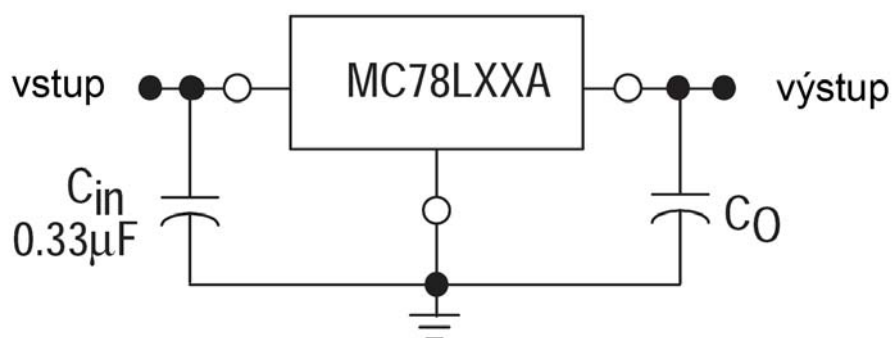
V tomto zapojení byl použit obvod MAX 232 od Texas Instruments pro svoji nižší cenu než je u originálního obvodu od firmy Maxim. Popis vstupů a výstupů je na obrázku 1. Obvod je umístěn ve standardním 16ti piném DIP pouzdře.



Obr8. Popis pinů obvodu MAX232

5.3 Napájení

Všechny obvody technologie TTL vyžadují poměrně přesné napájení, toto splňují obvody řady 78LXX v našem případě 78L05. Obvody 78L05 byl použit díky svým vlastnostem je možno ho napájet od 7,7 až do 30 voltů , doporučené zapojení je na obrázku :



Obr9. Standardní použití Obvodu 78LXX

5.4. Ovládací program

Pro ovládací program jsem použil programovací jazyk C++ a prostředí Dev-C++ které je na poměrně slušné úrovni a je šířeno jak freeware.

V C++ se k RS232 přistupuje podobně jako k souboru (viz. příklad 1) , zde se nejdříve pošle jméno portu, poté se otevře stejně jako soubor, pouze pomocí hodnot GENERIC_READ a GENERIC_WRITE určíme, že se bude i číst i zapisovat.

Příklad 1:

```
hComm = CreateFile(ComFileName, GENERIC_READ | GENERIC_WRITE, 0, 0,
OPEN_EXISTING, FILE_FLAG_OVERLAPPED, 0);
```

Jednou z hlavních částí programu je nastavení požadovaného stavu na výstupu portu RS232. V příkladu je vidět že SCLK byl připojen na Výstup DTR potru a hodnota se nastavuje podle stavu proměnné která je poslána funkci SetSCLK, ta je poté poslána .

Příklad2:

```
void SetSCLK(bool Status)
{
    EscapeCommFunction(hComm, Status?CLRDTR:SETDTR);
}
```

Funkcí důležitou pro čtení z portů í je funkce SetCommMask která hlídá události na předem stanovených vstupech portu, když se nějaká událost stane tak se do proměnné fSuccess zapíše nenulová hodnota.

Příklad 3:

```
fSuccess = SetCommMask(hComm, EV_CTS | EV_DSR | EV_RLSD |
EV_RING );
```

Na tuto funkci navazuje další funkce GetCommModemStatus, která zjistí stav na výstupech a poté můžeme pomocí (dwEvtMask & EV_DSR) zjistit stav na konkrétním výstupu v tomto případě DSR.

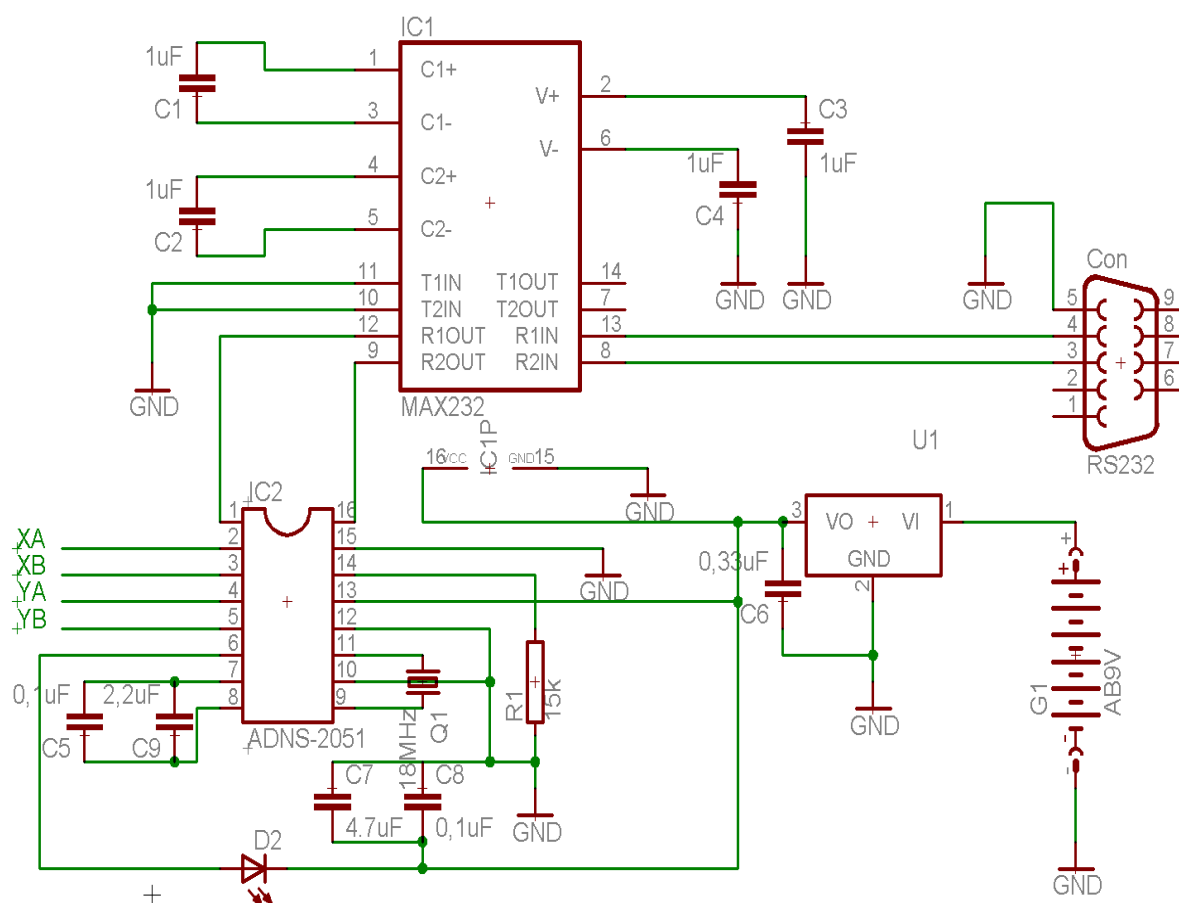
6. Finální zapojení

Optický senzor ADNS-2051 a podpůrné součástky pro finální zapojení byly získány z myši Logitech M-BJ69, ostatní součástky jsou běžně k dostání v obchodech s elektronikou.

Zde byl pro finální zapojení použit původní plošný spoj a původní kryt, z důvodu abychom se vyhnuli případným problémům s nepřesnými distancemi mezi součástkami a povrchem.

6.1 Finální schéma

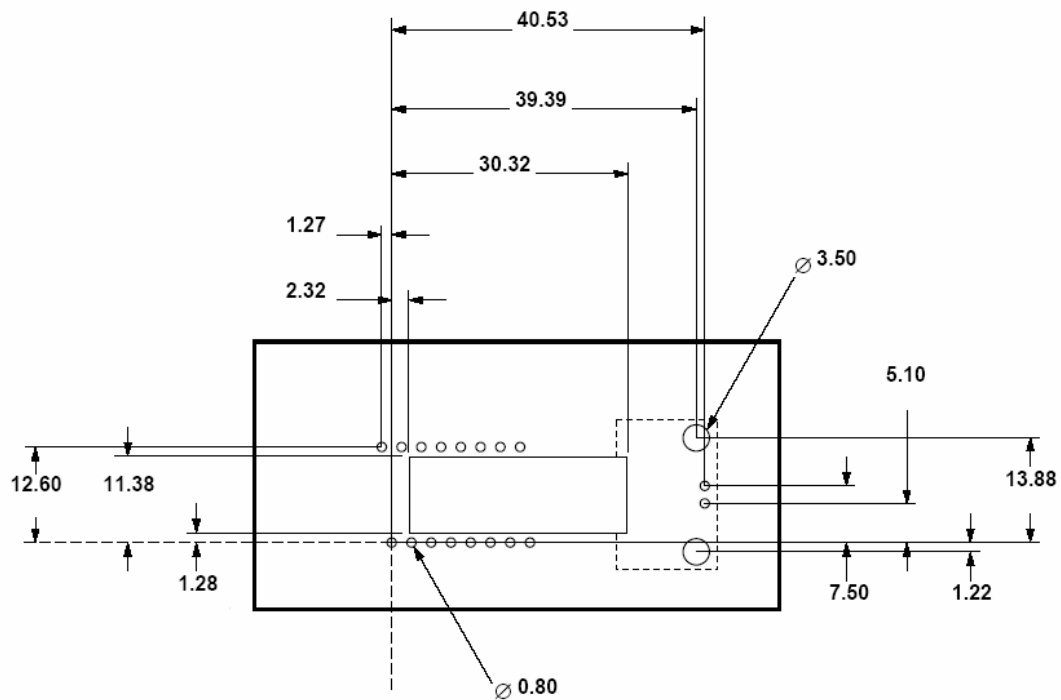
Schéma bylo navrženo s ohledem že čtení ze sériového rozhraní není třeba, ve schématu je dále zakresleno napájení z baterie, to však díky stabilizátoru 78L05 může být 7 – 35V. Výstupy (DTR a TXD) z RS232 jsou vedeny na MAX232 kde jsou úrovně napětí převedeny na úrovně TTL, signál z DTR je poté veden na SCLK vstup chipu ADNS-2051 a signál z TXD je veden na vstup SDIO chipu ADNS-2051. Výstup IRC signálu je možno vyvést pouze vodiči, nebo případně příslušným konektorem ke koncovému zařízení. Dioda je použita dodávaná výrobcem s myší Logitech.



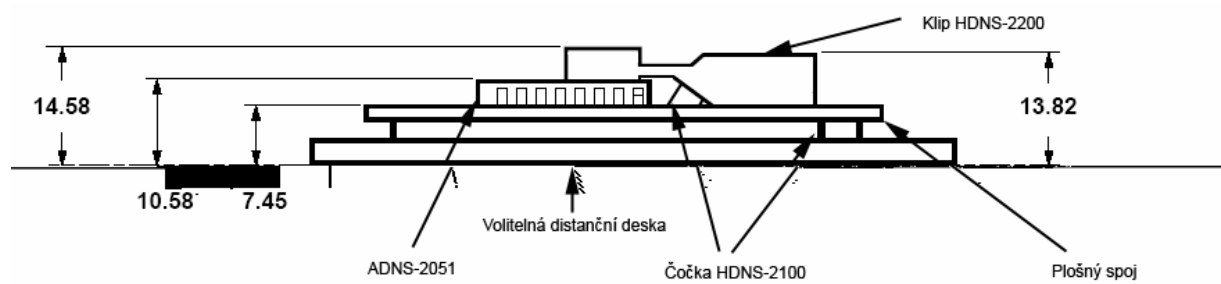
Obr 10. Finální schéma

6.2 mechanické řešení:

Plošný spoj je třeba přizpůsobit vlastnostem optického snímače a podpůrných obvodů viz popis v odstavci 3.3 a následující obrázky:



Obr11. Rozmístění otvorů pro Tištěný spoj



Obr.12 Požadované distance

6.3 Cena

Kondenzátory	- cca 25 Kč
Plošný spoj s leptáním	- cca 100 Kč
Myš Logitech BJ69	- cca 120Kč
MAX232	- cca 23 Kč
78105	- cca 8 Kč
Baterie 9V	- cca 15 Kč
Konektor na baterii 9V	- cca 10 Kč
Konektor Canon 9	- cca 30 Kč
Ostatní	- cca 30 Kč
Celkem	361Kč

Cena je bohužel jen orientační protože optický senzor byl získán z myši Logitech a ceny dalších součástí se také výrazně závislé na počtu vyrobených kusů.

7. Testování zpracovaného vzorku

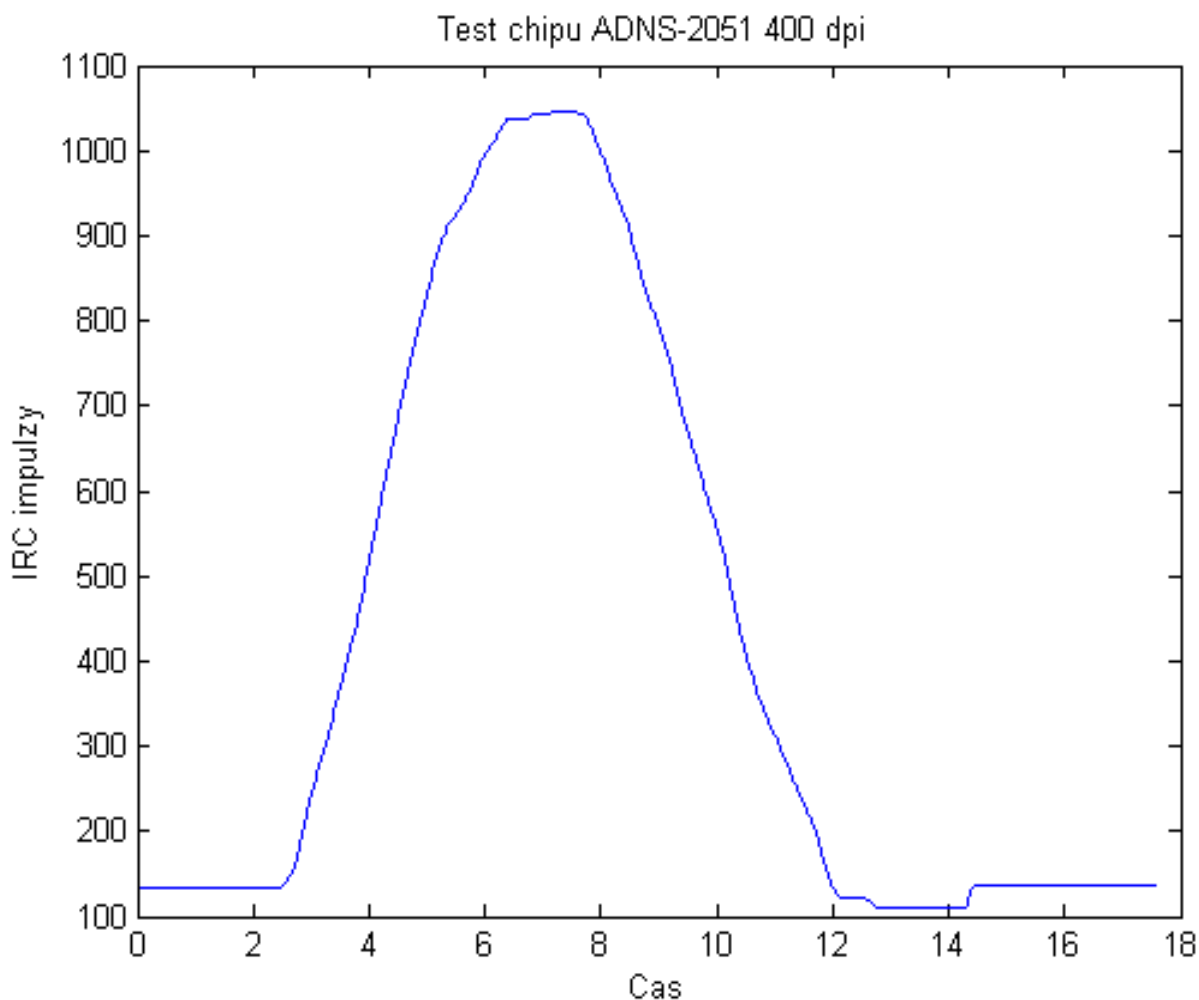
7.1 IRC komunikace

400dpi

Komunikace byla ověřena na školním zařízení přímo určeném k čtení IRC signálů, nejdříve byla nastaveno rozlišení na 400 dpi a několikrát ověřena funkčnost přejetím o 10 cm tam a poté přesně o stejnou vzdálenost zpět. Rozdíl mezi počáteční a konečnou hodnotou by měl být minimální a počet impulzů každým směrem by se měl rovnat

$$\text{Imp} = (\text{délka v cm})/2.54*400$$

Z tohoto vzorce vychází 1575 impulzů , jak je vidět na obrázku 13 počet impulzů byl však 936, z toho vychází rozlišení 237dpi.

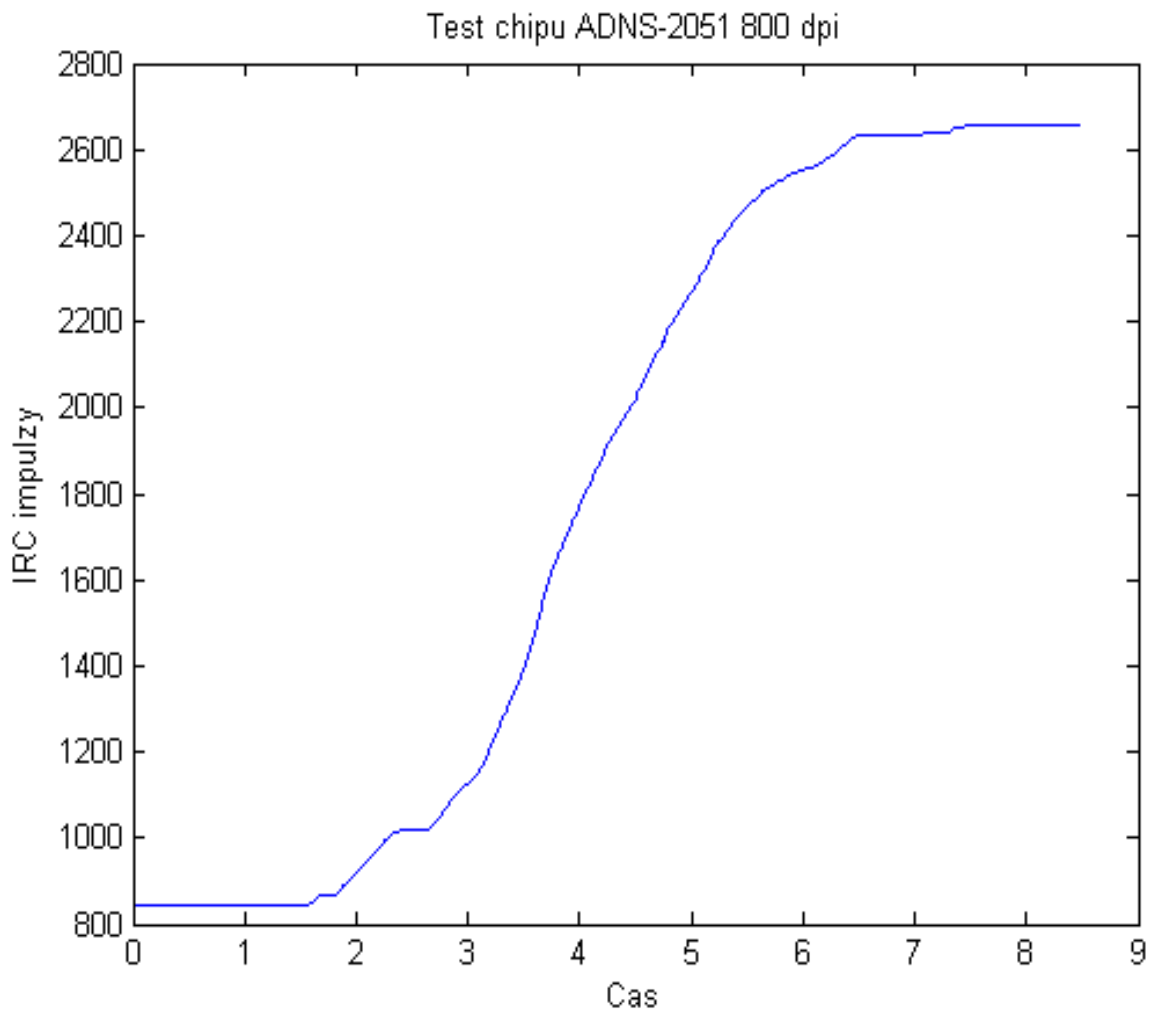


Obr.13 Test 10cm tam a zpět 400dpi

Z toho testu je mimo jiné vidět že souhlasí počet impulzů na trase 10cm tam a zpět, což znamená že rozlišení bylo stejné v obou směrech a že se neztrácí impulzy. Tento výsledek byl překvapivý, proto byly provedeny další testy při jiném rozlišení.

800dpi

Komunikaci jsme ověřovali také na druhém rozlišení a to na 800 dpi, při tomto rozlišení by se počet impulzů měl rovnat 3150ti to však nebylo naměřeno ani tentokrát jak je vidět na obrázku 4 bylo naměřeno 1843 impulzů , což odpovídá rozlišení 468 dpi.

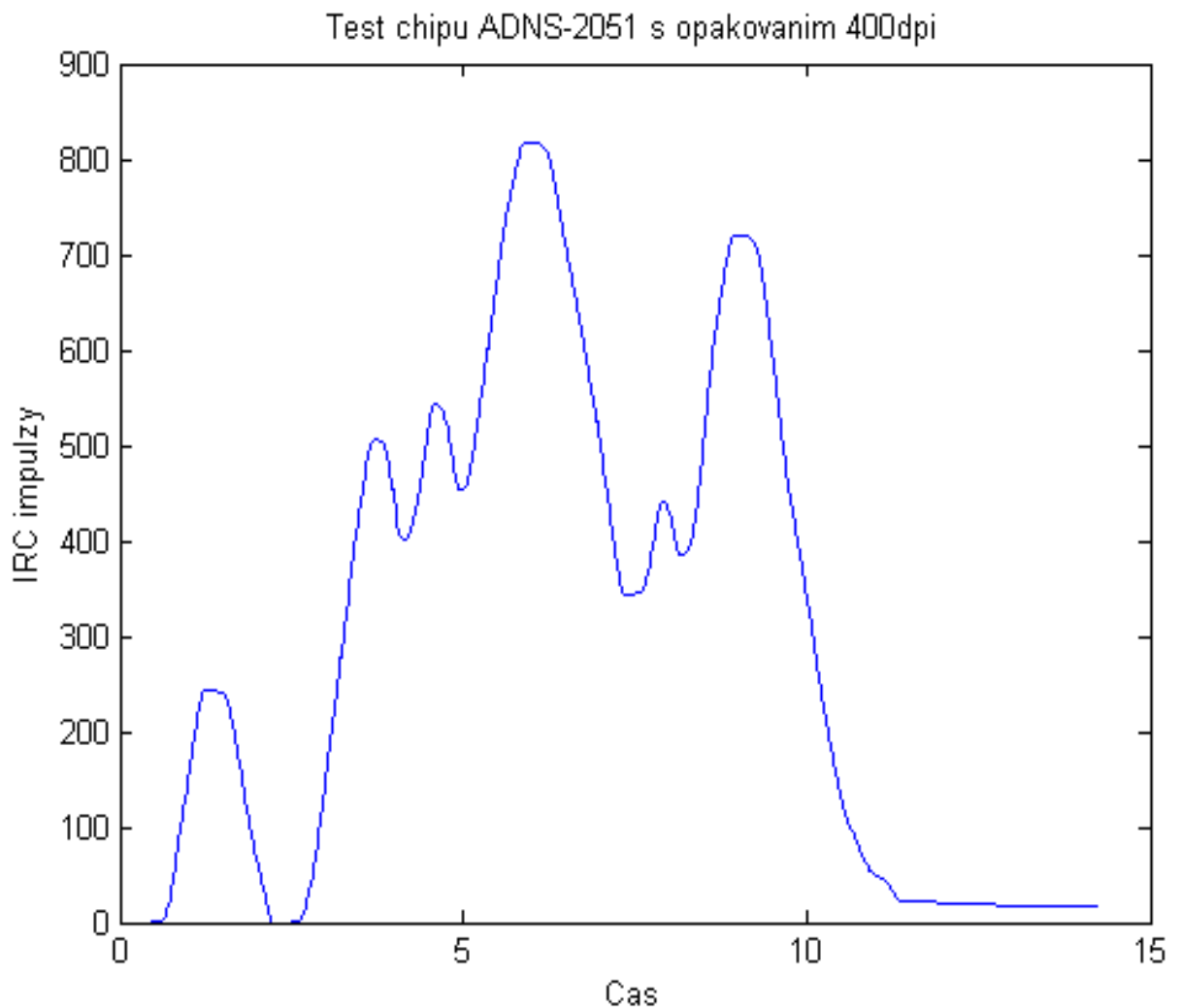


Obr.14 Test 10cm 800dpi

Rozlišení 468 zhruba odpovídá dvojnásobku rozlišení 234 které vyšlo při testu s nastaveným rozlišením 400dpi.

400dpi opakované popojíždění

Abychom ověřili ještě jednou ověřili jestli se neztrácí impulzy udělal jsem další test, který spočívá ve více pohybech myši a v následném se vrácení na původní pozici.



Obr.15 Test opakované pojíždění 400dpi

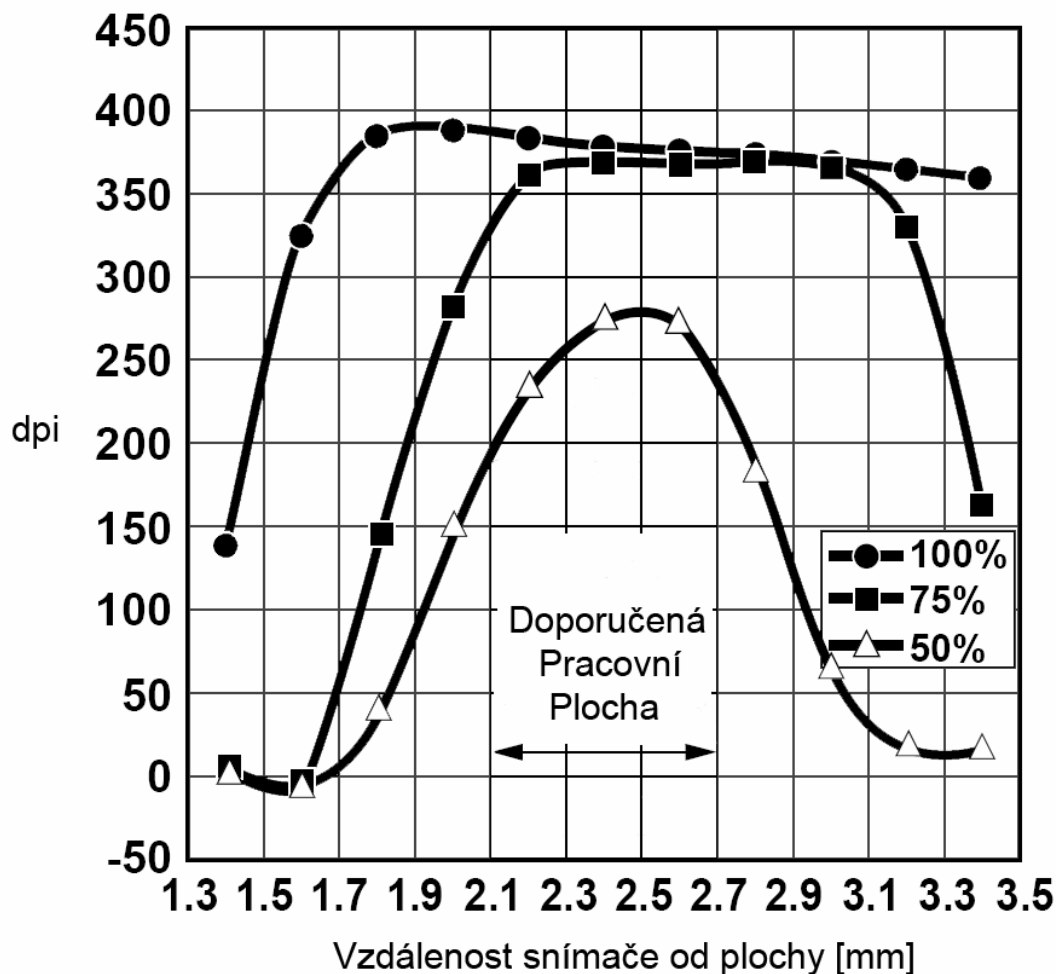
Z tohoto testu je vidět že impulzy se neztrácí a jen minimální rozdíl mezi počáteční a konečnou hodnotou může být způsoben nepřesným dojezdem protože rozdíl 17ti impulzů při 237dpi odpovídá 1,8mm.

7.2 Sériová komunikace

Funkčnost sériové komunikace byla ověřena nastavením režimů LED diody, které jsou viditelné.

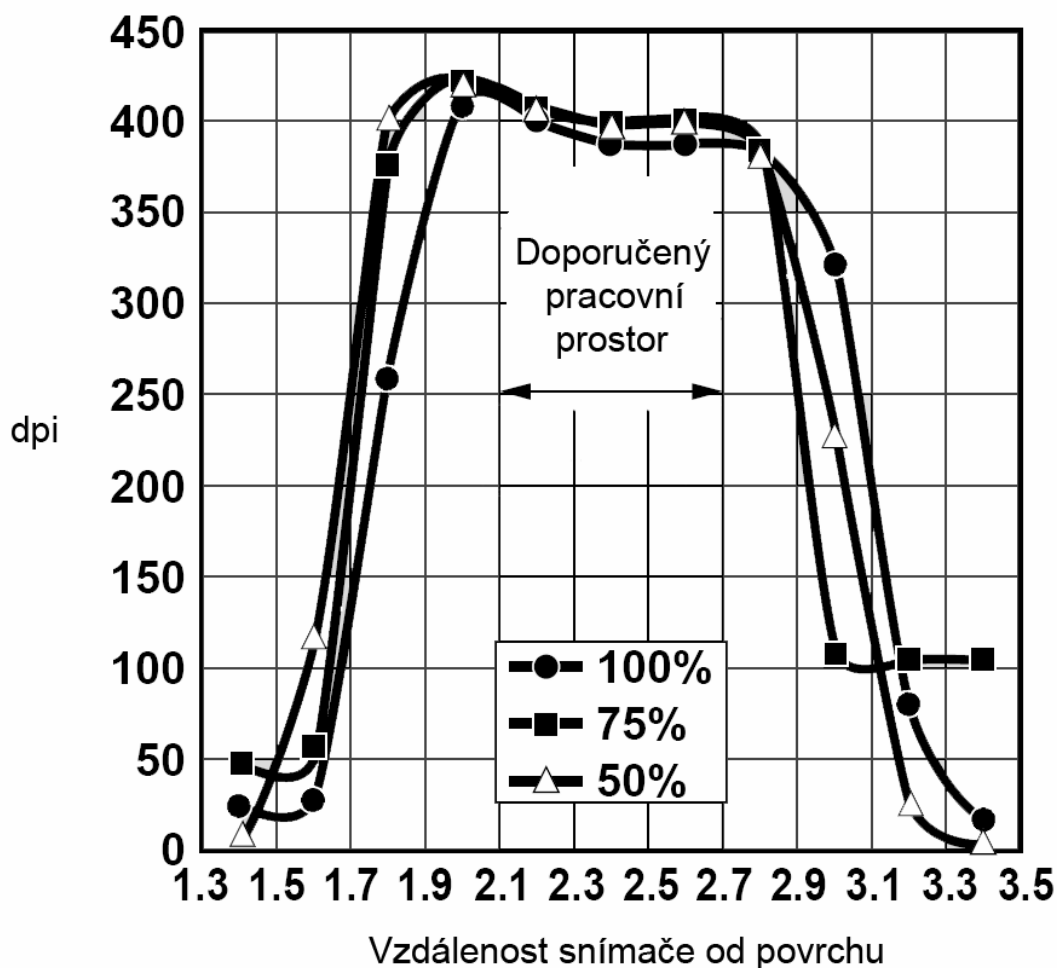
7.3 Vyhodnocení

Při měření jsem zjistil nižší rozlišovací schopnost to mohlo být zapříčiněno mnoha faktory a to například tím že by byl vadný optický snímač což je málo pravděpodobné, dále by mohl ztrácet impulzy, to jsem však bylo prakticky vyloučeno měřením a to tím že při přejetí myši tam a zpět součet impulzů opět klesl na stejnou hodnotu. Další možností je že je rozlišení sníženo malým výkonem nebo špatnou barvou LED, rozlišení zhruba 24035 to by však odpovídalo pohybu po černém papíře a výkonu LED na 50% při optimální vzdálenosti podložky, jak ukazuje obrázek 16.



Obr.16 Vlastnosti snímače při různé intenzitě osvětlení, pro černou plochu.

Dále je možné že rozlišení je snižené díky špatné vzdálenosti od plochy, podle grafu pro bílý papír by však tato vzdálenost musela být 1,75 až 1,77 , výška však téměř jistě kolísala mnohem víc a proto je tato možnost nepravděpodobná.



Obr.16 Vlastnosti snímače při různé intenzitě osvětlení, pro bílou plochu.

Je možné i to že firma udává rozlišení nadsazené, to by však při aplikacích v přesnějších zařízeních bylo znát a firma si to proto nemůže dovolit.

Asi nejpravděpodobnější je že na snímači je nějaká porucha, ať už u série nebo u náhodných kusů a firma proto dala tyto chipy do myši nižší třídy kde tato závada téměř nevádí.

8. Závěr

Přípravek byl umístěn na testovací plošný spoj kde byla testována sériová komunikace která nevykazovala žádné problémy, jediný problém byl zaznamenán v IRC signálech, proto díky vykazování těchto chyb testován i na původní desce s přidaným malým plošným spojem kvůli vyloučení chyb zapříčiněných špatnou vzdáleností podložky. V tomto zapojení však vykazoval také chyby v IRC signále a to špatné rozlišení.

Snímač ADNS-2051 je díky svým možnostem nastavení, dobrému rozlišení a vyspělé připojitelnosti rozhraní IRC je tento snímač vhodný i pro profesionální použití, při testování jsme však zjistili že tento snímač vykazuje oproti parametrům popsaným v dokumentaci značné rozdíly v rozlišovací schopnosti a to konkrétně při nastaveném rozlišení 400dpi vykazoval přípravek rozlišení 237dpi a při nastaveném rozlišení 800dpi bylo opravdové rozlišení 468dpi. Pro tyto vlastnosti jsme dokonce testovali přípravek na originální desce a v originálním krytu dodávaném od výrobce myši Logitech. Výsledek byl však stejný, bohužel se nám ani pomocí testovacích metod nepodařilo zjistit pravou příčinu toho rozdílu. Toto zjištění bohužel výrazně omezuje použití přípravku v profesionálních aplikacích kde by byl kladen důraz na přesnost, asi jedinou možností je testovat před použitím každý vzorek což je v rozsáhlejší výrobě prakticky nemožné. Je možné že vzorek patří do špatné série a proto by bylo vhodné otestovat několik dalších vzorků z jiného zdroje.

9. Seznam použité literatury

- [1] Manuál firmy Agilent k obvodu ADNS-2051
- [2] Manuál k obvodu MAX232 firmy Texas Instrument
- [3] Sériová komunikace ve Win32 – Václav Vacek
- [4] Manuál k obvodu 78L05 firmy Semiconductor
- [5] www.hw.cz