

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická



Diplomová práce

**Zařízení pro ovládání objektivu U-D6REM
a fluorescence BX-RFA**

Roman Nesvadba

Vedoucí práce: Ing. Pavel Kubalik, Ph.D.

Studijní program: Elektrotechnika a informatika

Obor: Výpočetní technika

leden 2008

Zadání

Navrhňte a zrealizujte zařízení pro ovládání motorizovaného objektivu U-D6REM, U-D5BDREM a motorizované fluorescence BX-RFA od firmy Olympus C&S. Toto zařízení bude mít ruční a softwarové ovládání. Pro ruční ovládání využijte originální klávesnici Olympus. Pro softwarové ovládání využijte rozhraní USB, případně Bluetooth. Firmware bude možné nahrávat přes rozhraní USB. Řízení celé desky bude řešeno pomocí mikrokontroléru. Pro zvolený typ mikrokontroléru napište ovládací software.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem, kteří mě podporovali při psaní této diplomové práce. Poděkování patří zejména mým rodičům, celé rodině a Jiřímu Mlejnkovi, kteří mě po celou dobu studia podporovali. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Kubalíkovi a firmám Olympus C&S a Promicra, s.r.o. a tím jim za veškerou snahu a podporu děkuji.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

Abstract

This thesis deals with the design device for control objective U-D6REM a fluorescence BX-RFA. First part introduces design hardware devices and software for microcontroller. Second part deals with using interface Bluetooth for design device. Last part deals with ISP programmer for microcontroller AT89S52 and Atmega64, with using USB/UART converter.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá návrhem zařízení pro ovládání objektivu U-D6REM a fluorescence BX-RFA. V první části se věnuje návrhu hardware zařízení a software pro mikrokontrolér. V druhé části se věnuje využití rozhraní Bluetooth pro navrhované zařízení. Poslední část se zabývá návrhem ISP programátoru pro mikrokontroléry AT89S52 a Atmega64, s použitím převodníku USB/UART.

Obsah

Zadání.....	3
Prohlášení.....	7
Abstrakt.....	9
Obsah.....	11
Seznam obrázků.....	13
1 Úvod.....	15
1.1 Popis mikroskopu.....	16
1.1.1 Motorizovaný mikroskop.....	16
1.1.2 Fluorescence.....	16
1.1.3 Objektiv.....	17
2 Požadavky na zařízení.....	18
2.1 Specifikace připojených periférií.....	18
2.2 Specifikace UART.....	21
2.3 Specifikace ovládacího software.....	22
2.4 RoHS.....	23
2.5 Prohlášení o shodě a CE.....	23
3 Analýza.....	24
3.1 Srovnání zařízení pro ovládání mikroskopu.....	24
3.2 Klávesnice U-HSTR2.....	26
3.3 Motorizovaný objektiv D5BDREM a U-D6REM.....	29
3.4 Motorizovaná Fluorescence BX-RFA.....	31
3.5 UART.....	33
3.6 Převodník UART/RS232.....	33
3.7 Převodník UART/USB.....	33
3.7.1 FT232RL a jeho vlastnosti.....	34
3.7.2 FT232RL a mikrokontrolér.....	35
3.8 Mikrokontrolér.....	36
3.9 Software mikrokontroléru.....	37
4 Návrh.....	38
5 Řešení.....	40
5.1 Řešení Hardware.....	40
5.1.1 Napájecí zdroj zařízení.....	44
5.1.2 Napájení.....	45
5.1.3 Ovládání výkonové části.....	45
5.1.4 Obvod pro rozhraní RS232.....	46
5.1.5 Obvod pro rozhraní USB.....	46
5.1.6 Mikrokontrolér.....	46
5.1.7 Ochrana periférií.....	47
5.2 Řešení software.....	48
5.2.1 UART.....	49
5.2.2 Objektiv.....	49
5.2.3 Fluorescence.....	50
5.2.4 Klávesnice.....	51
6 Vylepšení návrhu.....	52
6.1 Bluetooth.....	52
6.1.1 Bluetooth modul.....	52
6.1.1.1 Požadavky na Bluetooth modul.....	52
6.1.1.2 Analýza Bluetooth modulů.....	52
6.1.1.3 Bluetooth modul pro zařízení.....	53

6.1.1.4 Nastavení modulu.....	53
6.1.2 Ovládání zařízení přes Bluetooth počítače.....	55
6.1.3 Ovládání zařízení přes Bluetooth mobilního zařízení.....	55
6.1.3.1 Požadavky na aplikaci.....	55
6.1.3.2 Návrh software.....	55
6.1.3.3 Popis software.....	56
6.2 Programátor ISP.....	59
6.2.1 Analýza programátoru.....	60
6.2.1.1 FT232R v modu převodníku UART/USB.....	60
6.2.1.2 Druhý mikrokontrolér pro programování ISP.....	60
6.2.1.3 FT232 v módu Bit Bang.....	61
6.2.1.3.1 Bit Bang Mód.....	61
6.2.2 Návrh hardwaru.....	61
6.2.2.1 Návrh softwaru programátoru.....	63
7 Testování.....	65
7.1 Testování software mikrokontroléru.....	65
7.1.1 Testování při napsání a úpravě programu pro mikrokontrolér	65
7.1.2 Testování zařízení po výrobě.....	67
.....	68
7.2 ES prohlášení o shodě, CE.....	68
8 Závěr.....	69
9 Literatura.....	70
10 Přílohy.....	72

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mikroskop BX-61.....	16
Obrázek 2: Popis částí mikroskopu.....	16
Obrázek 3: a) Buňka ozářená pomocí fluorescence b) Ukázka principu fluorescence c) Otočná hlava fluorescence.....	17
Obrázek 4: Blokové schéma zapojení periferií.....	21
Obrázek 5: Umístění tlačítek a LED na klávesnici.....	26
Obrázek 6: Změna hodnot LED na klávesnici.....	29
Obrázek 7: Čtení hodnot klávesnice.....	29
Obrázek 8: Umístění pinů v konektoru klávesnice.....	29
Obrázek 9: Změna pozice otočné hlavy objektivu.....	31
Obrázek 10: Umístění pinů v konektoru objektivu.....	31
Obrázek 11: Změna pozice otočné hlavy fluorescence, otevření a zavření clony.....	32
Obrázek 12: Umístění pinů v konektoru objektivu.....	33
Obrázek 13: Blokové schéma FT232R.....	34
Obrázek 14: Blokové schéma navrhovaného zařízení.....	38
Obrázek 15: Obvod pro rozhraní RS232.....	40
Obrázek 16: Převodník UART/USB.....	40
Obrázek 17: Popis jednotlivých částí.....	44
Obrázek 18: Napájení.....	45
Obrázek 19: Ovládání výkonové části a) fluorescence b) objektivu.....	45
Obrázek 20: Mikrokontrolér 89S52.....	47
Obrázek 21: Umístění jumper lišty v zařízení.....	47
Obrázek 22: Nastavení pinu podle potřebného rozhraní.....	47
Obrázek 23: Ochrana periferií.....	48
Obrázek 24: Popis programu.....	49
Obrázek 25: Bluetooth moduly a) WT11 b) BTM222.....	52
Obrázek 26: Diagram přechodů obrazovek Appletu.....	56
Obrázek 27: Ukázka appletu pro ovládání periferií a) K ovládanému zařízení je připojena fluorescence s clonou a objektiv b) K ovládanému zařízení je připojen jen objektiv.....	58
Obrázek 28: Program pro přehrání firmware v zařízení.....	60
Obrázek 29: Zapojení pinů FT232 s mikrokontrolérem a) AT89S52 b) Atmega64 c) ATmega640.....	62

Seznam tabulek

Tabulka 1: Zapojení periferií a zařízení, které bude používáno.....	19
Tabulka 2: Srovnání vlastností BX-UCB a navrhovaného zařízení.....	25
Tabulka 3: Popis pinů klávesnice.....	27
Tabulka 4: Adresování daného tlačítka a LED.....	27
Tabulka 5: Popis pinů objektivu.....	30
Tabulka 6: Popis pinů fluorescence s objektivem.....	32
Tabulka 7: Přehled ovladačů FT232RL pro různé operační systémy.....	35
Tabulka 8: Srovnání mikrokontroléru pro návrh.....	37
Tabulka 9: Zapojení pinu konektoru.....	46
Tabulka 10: Popis stavů objektivu.....	50
Tabulka 11: Popis stavů klávesnice.....	51
Tabulka 12: Přehled některých vlastností modulu WT11 a BTM222.....	53
Tabulka 13: Přiřazení signálu UART na piny modulu WT11.....	54
Tabulka 14: Funkce stavů joysticku pro ovládání fluorescence s clonou a objektivu.....	57

Tabulka 15: Klávesy využívané pro ovládání fluorescence.....	57
Tabulka 16: Klávesy využívané pro ovládání objektivu.....	57
Tabulka 17: Tabulka propojení pinů FT232R s mikrokontroléry.....	62
Tabulka 18: Popis pinu masky pro SetBitMode.....	63
Tabulka 19: Popis zkratk pro test klávesnice.....	66
Tabulka 20: Ukázka testu klávesnice.....	67
Tabulka 21: Tabulka zapojení periférií pro testování.....	68

1 Úvod

Cílem diplomové práce je vyvinout elektronické zařízení, které ovládá motorizované části mikroskopu. Jedná se o ovládání motorizovaného objektivu U-D6REM, U-D5BDREM a fluorescence BX-RFA s clonou od firmy Olympus C&S. S návrhem na realizaci tohoto zařízení přišla firma Promicra s.r.o., zabývající se tvorbou software pro digitální mikroskopy, která potřebovala ovládat měnič objektivů U-D6REM z jejich software. Sice již existuje originální zařízení BX-UCB, které dokáže ovládat celý motorizovaný mikroskop, ale je drahé a hlučné. Na základě tohoto požadavku bylo vytvořeno zařízení CB-REM1. Po realizaci tohoto zařízení se objevily nové požadavky, které si vyžádaly zkonstruovat zařízení, ovládající nejen pěti-četný a šesti-četný měnič objektivů U-D6REM a U-D5BDREM, ale také motorizovanou fluorescenci BX-RFA, jenž může v sobě obsahovat jeden z měničů objektivů. Dalším požadavkem bylo ovládání všech těchto částí pomocí originální klávesnice Olympus nebo z PC pomocí rozhraní USB a RS232. Nedílnou součástí byl také požadavek na získání ES prohlášení o shodě (CE deklarace) na toto zařízení.

Diplomová práce je členěna na kapitoly. První kapitola stručně popisuje mikroskop a jeho části, které má nové zařízení ovládat. Druhá kapitola se zabývá specifikacemi hardware a software zařízení. Obsahuje varianty zapojení zařízení s perifériemi a základní požadavky na program mikrokontroléru v zařízení. V následující kapitole je analýza součástí pro výslednou konstrukci. Ve čtvrté kapitole je návrh hardwarové části a v páté kapitole je výsledný návrh řešení hardwarové a softwarové části. V šesté kapitole je soubor dalších vylepšení navrhovaného zařízení. Je možné zde nalézt návrh rozhraní Bluetooth pro zařízení. Díky podpoře tohoto rozhraní je součástí práce i applet pro mobilní zařízení, pomocí kterého je možné ovládat navrhované zařízení. Poslední část této kapitoly se zabývá návrhem ISP programátoru pro programování zařízení přes rozhraní USB s využitím převodníku UART/USB. Sedmá kapitola popisuje testování navrženého řešení, osmá kapitola informuje o výsledku této práce. Devátá kapitola obsahuje seznam použité literatury a poslední kapitola obsahuje přílohy.

1.1 Popis mikroskopu

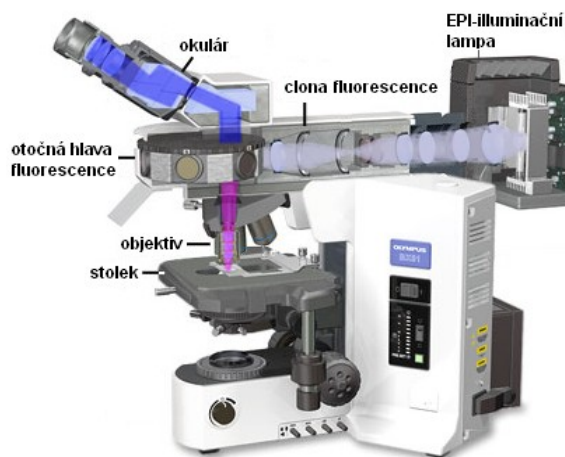
V následujících podkapitolách je představen ovládaný mikroskop, včetně součástí, které mají být novým zařízením ovládané.

1.1.1 Motorizovaný mikroskop

Motorizovaný mikroskop má pro pohodlí uživatele všechny pohyblivé části motorizované, což umožňuje nejen manuální, ale také elektronické ovládání přímo ze software. Mikroskop BX-61 [1] je špička v automatizované mikroskopii od firmy OLYMPUS viz obrázek 1 (použito z [2]). Na tomto obrázku po levé straně mikroskopu je stávající zařízení pro ovládání BX-UCB a po pravé straně je originální klávesnice U-HSTR2. Naše zařízení bude ovládat dvě motorizované části tohoto mikroskopu a to motorizovanou fluorescenci s clonou a objektiv. Na obrázku 2 (použito z [3])je popis jednotlivých částí, ze kterých se daný mikroskop skládá.



Obrázek 1: Mikroskop BX-61



Obrázek 2: Popis částí mikroskopu

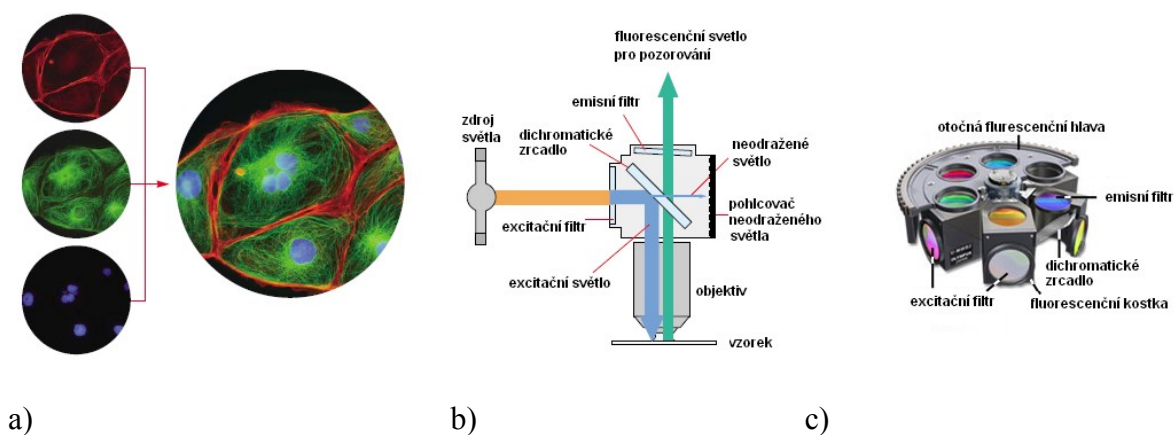
1.1.2 Fluorescence

Fluorescenční metody se používají především, pokud potřebujeme zviditelnit určité látky a struktury v buňce, jako je vidět na obrázku 3a (použito z [2]).

Princip je založen na jevu luminiscence, kdy látka vysílá do prostoru světlo [4]. Pokud k luminiscenci dochází po ozáření, jedná se o fluorescenci nebo fosforescenci. Záření, které luminiscenci vyvolá, se nazývá excitační. Záření vysílané látkou se nazývá emisní. U EPI

fluorescenčního mikroskopu obrázek 3b (použito z [2]) světlo z lampy prochází do excitačního filtru, kde excitační filtr propouští z barevného spektra záření jen část potřebnou pro excitaci fluorescence a zabraňuje průchodu světla o stejné či podobné vlnové délce jako je světlo emisní. Vyfiltrované záření dopadá na speciální dichromatické zrcadlo, které dané excitační záření dobře odráží, ale také dobře propouští záření emisní. Dichromatické zrcadlo neodráží stoprocentně excitační světlo, a proto je potřeba zbytek záření, co prošel zrcadlem, vyfiltrovat či pohltit. Paprsek excitačního záření prochází přes objektiv na preparát shora a emisní světlo se vrací zpět do objektivu, přičemž prochází přes dichromatické zrcadlo, které toto záření propouští. Následně emisní světlo prochází emisním filtrem, který zabraňuje průchodu zbytku excitačního světla, který prošel přes dichromatické zrcadlo viz obrázek 3b.

Fluorescenční kostka, obsahuje dichromatické zrcadlo, filtry pro excitační a emisní záření viz obrázek 3c (použito z [5]). Fluorescenční kostky jsou umístěny v otočné hlavě fluorescence, kdy uživatel pak snadno může měnit druhy kostek. Fluorescence obsahuje i clonu pro zamezení průchodu světla do otočné fluorescenční hlavy, někdy též nazývanou shutter.



Obrázek 3: a) Buňka ozářená pomocí fluorescence b) Ukázka principu fluorescence c) Otočná hlava fluorescence

1.1.3 Objektiv

Objektivy mikroskopů jsou tvořeny složitou soustavou čoček a spolu s okulárem jsou nejdůležitější částí mikroskopu. Objektivy mikroskopu jsou uloženy v otočné hlavě objektivů, často nazývané revolver.

2 Požadavky na zařízení

Požadavky na zařízení:

- Zařízení musí být schopno ovládat samostatně motorizované části U-D5BDREM, U-D6REM, BX-RFA, a dále i společnou konfiguraci v těchto variantách U-D5BDREM + BX-RFA, U-D6REM + BX-RFA.
- Zařízení musí být možné připojit k počítači přes rozhraní USB nebo RS232. Ovládaní zařízení musí být možné pomocí ASCII příkazů, stejně jako BX-UCB a musí být bezproblémově ovladatelné ze software od firmy Olympus analySIS FIVE. Tento software nabízí řadu řešení pro zpracování obrazů vyvinutých speciálně pro materiálové laboratoře. Přímě ovládá digitální kamery a motorizované mikroskopy [6].
- Zařízení musí umožňovat ruční ovládaní motorizovaných částí pomocí klávesnice U-HSTR2.
- Všechny součástky použité pro návrh zařízení musí splňovat směrnice RoHS.
- Navržené zařízení musí získat ES prohlášení o shodě (CE deklarace)
- Návrh musí být proveden tak, aby bylo dosaženo nízké ceny výsledného výrobku a byla možná jeho snadná hromadná výroba.

2.1 Specifikace připojených periferií

Zařízení bude používáno v 15 různých variantách. Tyto varianty lze nalézt v tabulce 1. Všechny 15 variant je možné rozdělit do 3 kategorií podle typu ovládaní:

1. z klávesnice
2. z PC
3. z PC, ale změny stavů tlačítek klávesnice se budou posílat do PC.

Na obrázku 4 jsou názorně zobrazeny všechny možnosti připojení periferií k zařízení. Je však vynecháno připojení napájecího adaptéru a programátoru. Celkově bude mít zařízení 6 konektorů :

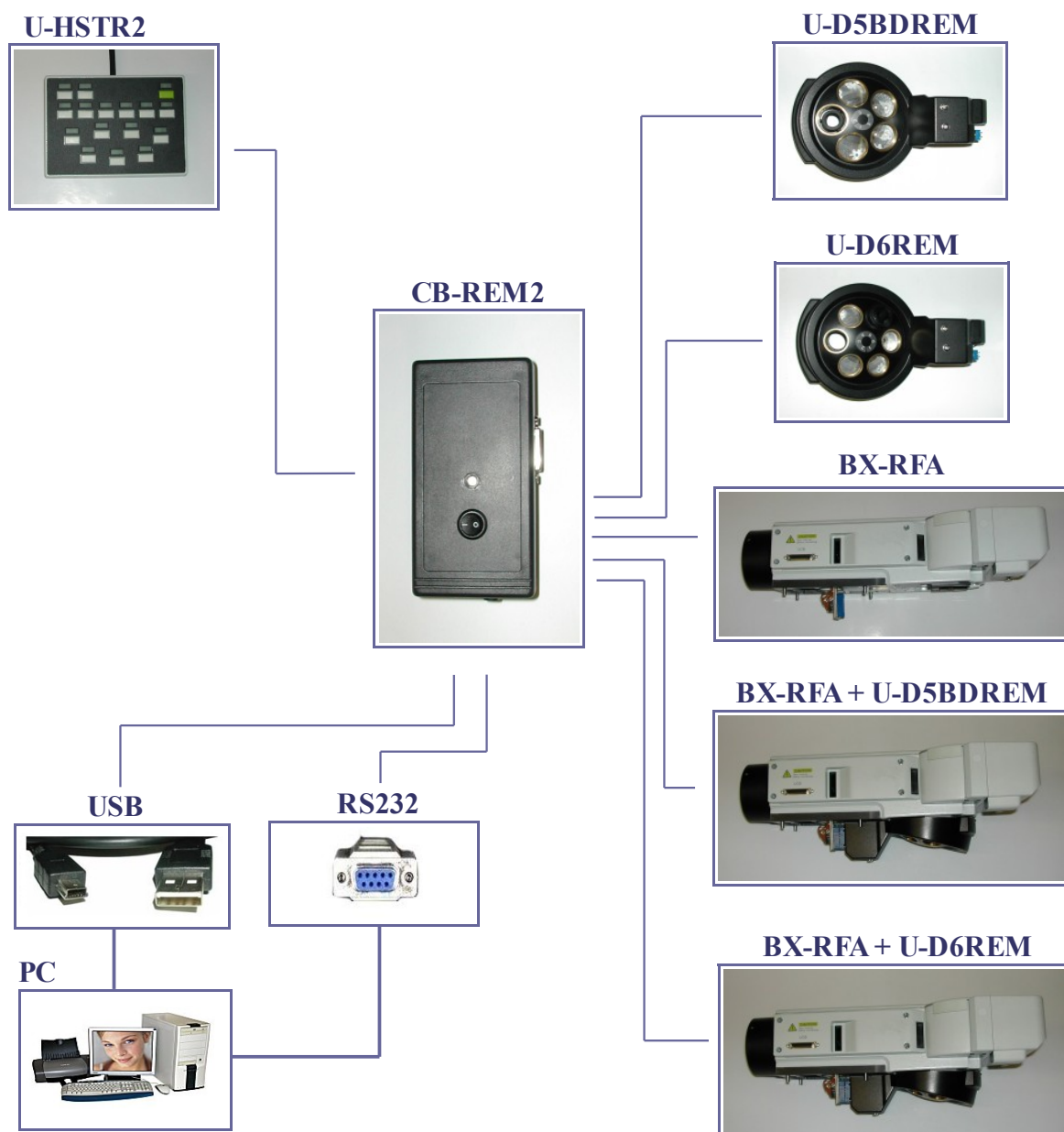
- konektor klávesnice

Zařízení pro ovládání objektivu U-D6REM a fluorescence BX-RFA

- konektor pro připojení objektivu a fluorescence
- konektor RS232 (může být umístěn uvnitř zařízení a kabel vyveden ven. Tento kabel, ale musí být odstranitelný při nepoužívání tohoto rozhraní)
- konektor USB
- konektor DC
- konektor k počátečnímu naprogramování přes ISP (může být umístěn uvnitř zařízení)

Poř. číslo	Kategorie	Klávesnice	RS232 nebo USB	D5BDRE	D6REM	BX-RFA
1	1	ano	-	ano	-	-
2	1	ano	-	-	ano	-
3	1	ano	-	-	-	ano
4	1	ano	-	ano	-	ano
5	1	ano	-	-	ano	ano
6	2	-	ano	ano	-	-
7	2	-	ano	-	ano	-
8	2	-	ano	-	-	ano
9	2	-	ano	ano	-	ano
10	2	-	ano	-	ano	ano
11	3	ano	ano	ano		-
12	3	ano	ano	-	ano	-
13	3	ano	ano	-	-	ano
14	3	ano	ano	ano	-	ano
15	3	ano	ano		ano	ano

Tabulka 1: Zapojení periférií a zařízení, které bude používáno.



Obrázek 4: Blokové schéma zapojení periferií

2.2 Specifikace UART

Pro správnou funkci komunikace přes rozhraní UART je nutné nastavit:

- rychlost: 19200bps
- datových bitů: 8

- parita: lichá
- počet stop bitů: 2
- ukončení příkazu: CR + LF
- zapnuté zařízení nastaví pin CTS.
- piny DTR a DSR jsou propojeny

2.3 Specifikace ovládacího software

Software zařízení bude ovládat periferie ve všech 15ti variantách, jak je uvedeno v tabulce 1. Program by měl obsahovat:

- třídu pro obsluhu klávesnice, která bude mít tyto 4 stavy:
 - klávesnice je nepřipojená
 - klávesnice je připojená v módu 1 – pomocí ní se přímo ovládá objektiv a fluorescence
 - klávesnice je připojená v modu 2 – klávesnice je neaktivní
 - klávesnice je připojená v modu 3 – klávesnice posílá informace o změně hodnot tlačítek na UART
- třídu pro obsluhu duplexního UART, která bude obsahovat i lexikální analyzátor pro přijetí ASCII zpráv, tato třída má 2 stavy:
 - zařízení se ovládá pouze z klávesnice, ale zařízení čeká na přijetí ASCII příkazu pro aktivování ovládání přes UART
 - zařízení je ovládáno ASCII příkazy přes UART
- třídu pro obsluhu objektivu, musí rozeznat 2 typy objektivu (pěti-četný a šesti-četný), tato třída má 3 stavy:
 - objektiv je nepřipojen
 - objektiv je připojený a otočná hlava je na místě
 - objektiv je připojený a otočná hlava je v pohybu
- třída pro ovládání fluorescence s clonou, možné stavy fluorescence

- fluorescence s clonou je připojena
- fluorescence ani clona není v pohybu
- fluorescenční otočná hlava, clona nebo obojí je v pohybu

2.4 RoHS

RoHS (Restriction of the use of Hazardous Substances) je direktiva zakazující použití nebezpečných látek v elektrických a elektronických výrobcích vydaná Evropskou komisí 27. ledna 2003. Tato direktiva vstoupila v platnost 1.července 2006. Cílem direktivy RoHS je přispět k ochraně lidského zdraví a životního prostředí.

Direktiva RoHS zakazuje použití těchto látek:

- Kadmium
- Rtuť
- Olovo
- Šestimocný chróm
- Polybromované bifenyly (PBB)
- Polybromované difenylethery (PBDE)

Používání zařízení obsahující uvedené těžké kovy a retardanty hoření (PBB, PBDE) nad určený limit je direktivou zakázáno. Direktiva stanovuje jisté výjimky pro některá zařízení z důvodu nutnosti použití zakázaných látek při technologických postupech výroby. Použito z [7]. Proto při návrhu musí být vybírané součástky v souladu s RoHS.

2.5 Prohlášení o shodě a CE

Výrobce nebo dovozce je povinen podle zákona 22/97Sb. uvádět na trh v České republice jen bezpečné výrobky. Před uvedením stanoveného výrobku na trh musí být vydáno písemné prohlášení o shodě nebo ES prohlášení o shodě a výrobek označen označením CE. Použito z [8] Navrhované zařízení musí být v souladu s normami pro EMC.

3 Analýza

Při návrhu zařízení nebylo možné získat dokumentaci k ovládacím komponentám. Proto bylo potřeba zcela analyzovat funkci všech komponent. Jediná dokumentace dodána pro toto zařízení byla celá instrukční sada ASCII příkazu pro BX-UCB.

3.1 Srovnání zařízení pro ovládání mikroskopu

Na trhu je jen jedno zařízení, které ovládá celý motorizovaný mikroskop BX-61 a toto zařízení má označení BX-UCB. V praxi se velmi často prodávají mikroskopy vybavené pouze motorizovaným objektivem a motorizovanou fluorescenční jednotkou. Chce-li uživatel ovládat takovýto mikroskop je nucen také koupit drahou a velkou jednotku BX-UCB. Podobné to je, když si zákazník kupuje software pro ovládání mikroskopu musí si k tomu dokoupit ještě drahou motorizovanou jednotku.

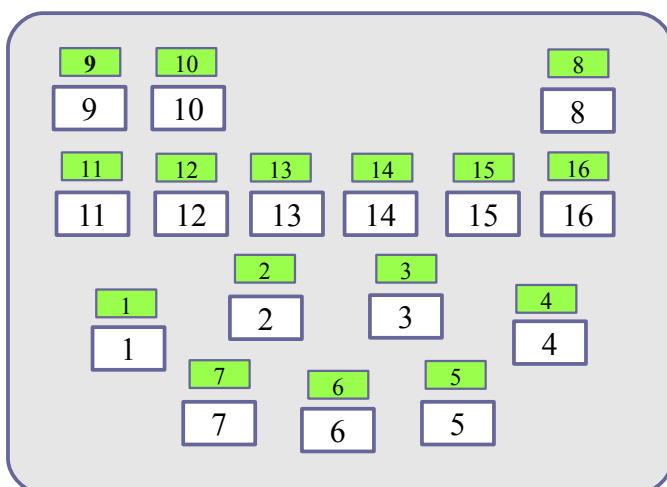
Další nevhodná vlastnost je velikost a hlučnost tohoto zařízení. Protože BX-UCB je navrhnut pro ovládání celého motorizovaného mikroskopu, musí zpracovávat velké výkony a proto obsahuje i větráček pro chlazení výkonových částí. Docela je udivující, že otáčky nejsou řízené podle výkonu a ani není použit větráček s tichým chodem. Proto se nehodí do tichých provozů a provozu s citlivostí na proudění částic ve vzduchu. Dalším omezením tohoto zařízení je existence pouze jednoho komunikačního rozhraní UART. Srovnání vlastností stávajícího a nově navrhovaného zařízení obsahuje tabulka 2.

Zařízení pro ovládání objektivu U-D6REM a fluorescence BX-RFA

Vlastnosti	BX-UCB	Navrhované zařízení
Ovládané části	U-D6REM U-D5BDREM BX-RFA U-HSTR2 U-LH100-3 U-UCD8A a další	U-D6REM, U-D5BDREM BX-RFA U-HSTR2
Komunikační rozhraní	UART	UART USB (Bluetooth)
Výhody	ovládá celý BX-61	tichý provoz malé rozměry více komunikačních rozhraní dobrá cena
Nevýhody	hlučný provoz velké rozměry	neovládá celý BX-61 nemá dobrý design
Rozměry	125 x 216 x 310 mm	67,5 x 41 x 130

Tabulka 2: Srovnání vlastností BX-UCB a navrhovaného zařízení

3.2 Klávesnice U-HSTR2



Obrázek 5: Umístění tlačítek a LED na klávesnici

Klávesnici tvoří 16 tlačítek a 16 zelených LED. Konektor pro připojení klávesnice má 20 pinů. Klávesnice je napájena 5V DC.

Pro identifikaci, zda klávesnice je připojena je potřeba 1 signálový vodič. Pro identifikaci připojení klávesnice a zároveň typ klávesnice, je potřeba požití dvou signálů K0 a K1, pomocí nichž lze rozeznat 3 typ klávesnic při hodnotách „00“, „01“ a „10“. Navrhované zařízení identifikuje pouze 1 typ klávesnice, který má hodnoty na signálech K0=“0“ a K1=“1“. Pro čtení kláves a nastavování LED je použito 4 signálů (KH, KL, LH, LL) pro výběr a 8 signálů (D0 - D7) pro adresaci přesné pozice tlačítka či LED. Signály KH a KL slouží k výběru jednoho z dvou obvodu 74LS245. Aktivuje-li se jeden z obvodů sestupnou hranou, objeví se na signálech D0-D7 hodnoty odpovídající stavu tlačítek. Pokud je tlačítko sepnuté je na výstupu log 0 (vstup obvodu se uzemní), pokud není sepnuté je na výstupu log 1 (vstup obvodu je připojen přes pull-up rezistory na 5V). Pro čtení dolní řady tlačítek, je nutné aktivovat signál KL, pro čtení horní řady tlačítek, je nutné aktivovat signál KH. Obvod reaguje na sestupnou hranu, protože vstup obvodu je negovaný. Na obrázku 7 je ukázka čtení hodnot tlačítek. Při sestupné hraně signálu KH jsou přečteny sepnuté tlačítka na signálech D1, D2 a D3, které odpovídají bílým tlačítkům 10, 11 a 12 na obrázku 5. Při čtení spodní řady tlačítek, není přečteno žádné sepnuté tlačítko. Diody na klávesnici umožňují rozsvícení ve dvou různých režimech s různou intenzitou záření. Na obrázku 6 je ukázka nastavení LED diod.

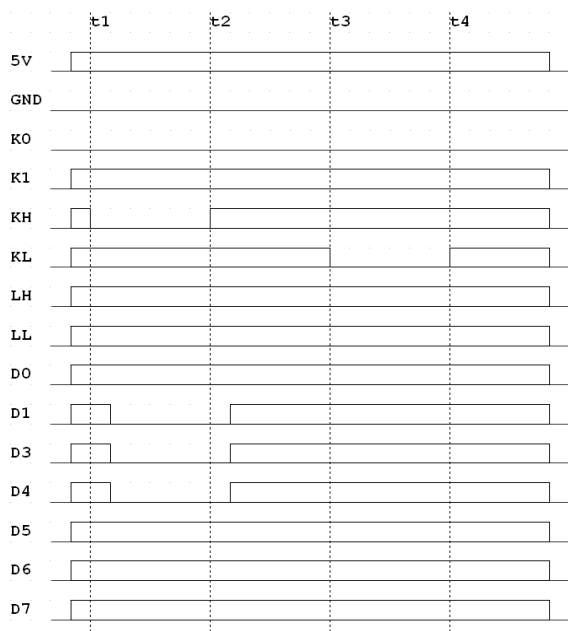
Zařízení pro ovládání objektivu U-D6REM a fluorescence BX-RFA

Označení pinů	Výsledný počet	Vlastnosti pinů
KH KL	2	Slouží pro přečtení vrchní 8 tlačítek. Slouží pro přečtení spodních 8 tlačítek.
LH LL	2	Slouží pro nastavení vrchní 8 LED. Slouží pro nastavení spodních 8 LED.
D0-D7	8	Slouží pro komunikaci s 8mi tlačítky nebo LED vybranými signály výše.
K0 K1	2	Slouží pro identifikaci připojené klávesnice a typu klávesnice.
GND	3	Zemnicí vodiče.
5V	3	Napájecí vodiče.

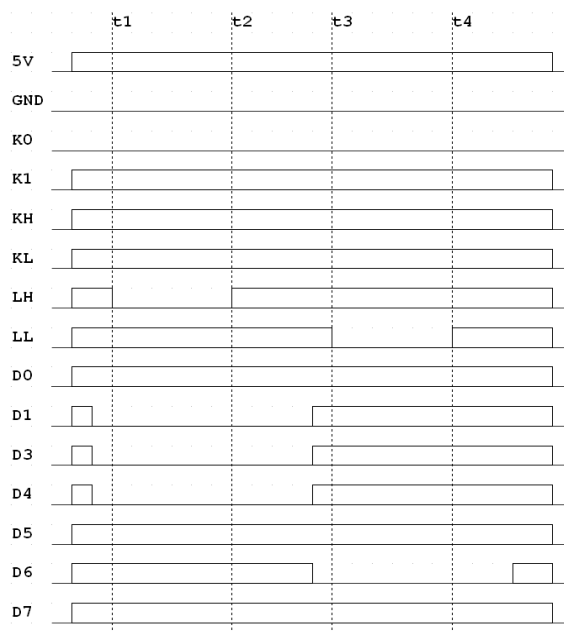
Tabulka 3: Popis pinů klávesnice

Označení pinů	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Popis funkce
KL	8	7	6	5	4	3	2	1	Tlačítka 1-8
KH	16	15	14	13	12	11	10	9	Tlačítka 9-16
LL	8	7	6	5	4	3	2	1	LED 1-8
LH	16	15	14	13	12	11	10	9	LED 9-16

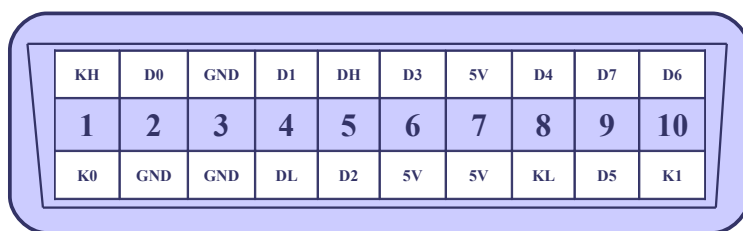
Tabulka 4: Adresování daného tlačítka a LED



Obrázek 7: Čtení hodnot klávesnice



Obrázek 6: Změna hodnot LED na klávesnici



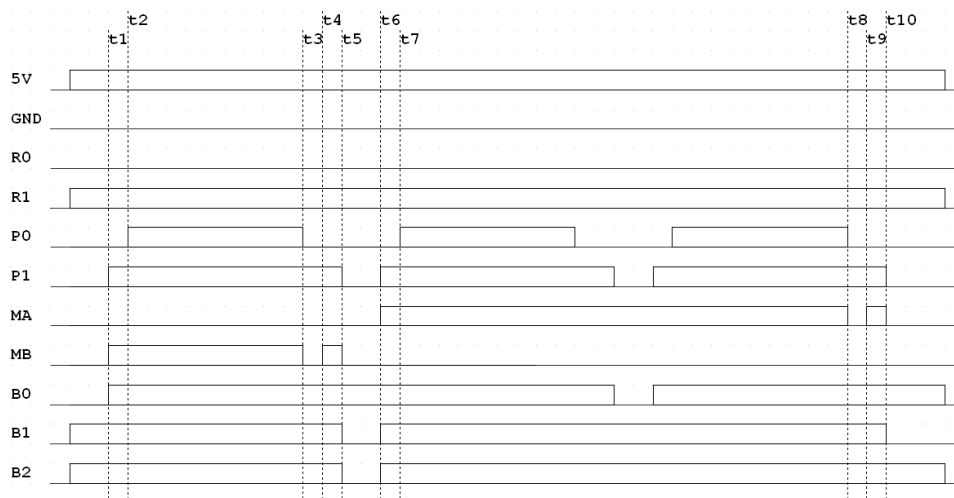
Obrázek 8: Umístění pinů v konektoru klávesnice

3.3 Motorizovaný objektiv D5BDREM a U-D6REM

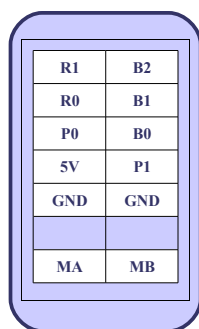
Konektor motorizovaného objektivu má 12 pinů. Pro identifikaci připojení a typu objektivu slouží piny R0 a R1. Pokud je R0=0 a R1=1 jedná se o pěti-četný objektiv, pokud je R0=1 a R1=0 tak se šesti-četný objektiv. Pro zjištění pozice aktuálně nastaveného objektivu slouží piny B0,B1 a B2. Pozice objektivu je dána negovanou hodnotou binárního kódu pozice. Pro identifikaci pozice se používají 3 halové sondy, které snímají pozici díky magnetům umístěných na hlavě objektivu. Signály P0 a P1 slouží pro identifikaci pozice. Pro změnu pozice je potřeba síly motoru. Pokud se přiblížíme ke správné pozici je nastaven signál P0, který motor jemně přibrzdí. Přesné nastavení pozice indikuje signál P1, který způsobí úplné zastavení motoru. Pro otáčení objektivů je použit DC motor.

Označení pinů	Výsledný počet	Vlastnosti pinů
B0,B1,B2	3	Slouží pro identifikaci aktuální pozice objektivu.
R0 R1	2	Slouží pro identifikaci připojení klávesnice a typu klávesnice.
P1 P2	2	Slouží pro zjištění zda je už pozice objektivu na místě.
MA MB	2	Slouží pro ovládní motoru.
GND	2	Zemnicí vodiče.
5V	1	Napájecí vodič.

Tabulka 5: Popis pinů objektivu



Obrázek 9: Změna pozice otočné hlavy objektivu



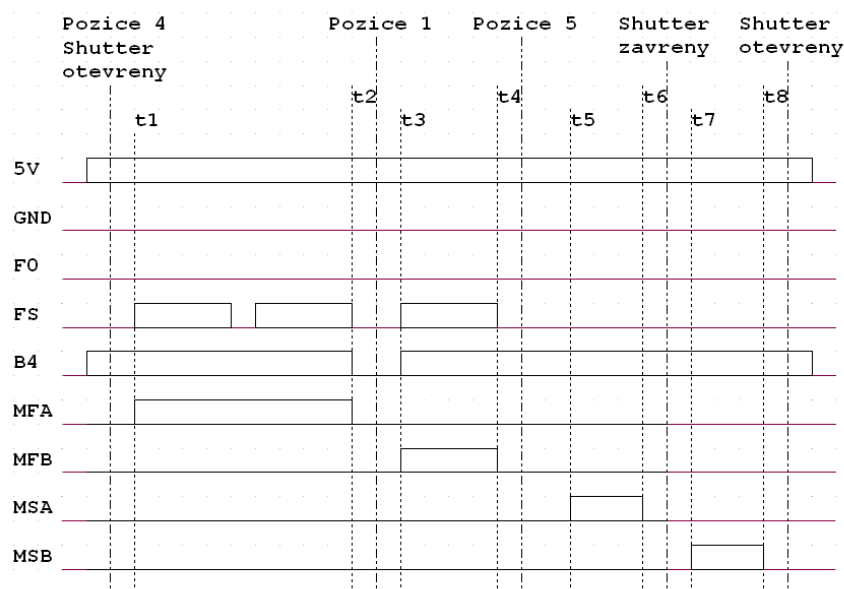
Obrázek 10: Umístění pinů v konektoru objektivu

3.4 Motorizovaná Fluorescence BX-RFA

Pro připojení motorizované fluorescence je použit konektor s 36 piny. Pokud je použita fluorescence, může v ní být umístěn i objektiv, s kterým se komunikuje přes konektor fluorescence. Připojení fluorescence je identifikováno pomocí signálu P3. Fluorescence nemá tolik signálů pro identifikaci pozice jako objektiv. Má jen jeden signál B4 pro identifikaci 1. pozice fluorescence. Proto při zapnutí zařízení je potřeba najít tuto pozici. Signálem F0 identifikuje, při otáčení hlavy fluorescence, zda je, či ještě není na nějaké pozici. Fluorescence obsahuje 2 DC motory. Jeden pro otáčení motorizované hlavy fluorescence a druhý pro zavírání a otevírání clony.

Označení pinů	Výsledný počet	Vlastnosti pinů
B0,B1,B2	3	slouží pro identifikaci aktuální pozice objektivu
R0 R1	2	slouží pro identifikaci připojení objektivu a typu objektivu
P1 P2	2	slouží pro zjištění zda je už pozice objektivu na místě
MRA MRB	2	slouží pro ovládaní motoru objektivu
GND	3	zemnicí vodiče
5V	3	napájecí vodič
B4	1	slouží pro identifikaci pouze pozice '1' fluorescence
F0	1	slouží pro zjištění zda je už pozice fluorescence na místě
P3	1	slouží pro identifikaci připojení fluorescence
MFA MFB	2	slouží pro ovládaní motoru fluorescence
MSA MSB	2	slouží pro ovládaní motoru

Tabulka 6: Popis pinů fluorescence s objektivem



Obrázek 11: Změna pozice otočné hlavy fluorescence, otevření a zavření clony

F0					MRA	R1	P0	P1	B2		B4		MFA	MSA	5V	GND	GND
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
					MRB	R0		B0	B1			P3	MFB	MSB	5V	5V	GND

Obrázek 12: Umístění pinů v konektoru objektivu

3.5 UART

Pro použití rozhraní RS232 v PC není potřeba žádných ovladačů, to je jeho výhoda a důvod, proč je požadováno v návrhu, ale je už zastaralé a mizí v sestavách PC. Proto je potřeba využít rozhraní, které je standardem v dnešních počítačových sestavách. Proto bylo vybráno rozhraní USB. USB se bude využívat jako virtuální sériový port, aby byl splněn požadavek pro ovládání ze software Olympus analySiS, který umí ovládat mikroskop BX-61 pouze přes COM port. Při návrhu je nutné zohlednit, aby ovladače pro USB rozhraní pracující jako virtuální COM port, byly stabilní a nebyl problém s jejich aktualizacemi při objevení nových operačních systémů na trhu.

3.6 Převodník UART/RS232

Pro připojení zařízení k PC přes rozhraní RS232 je na výběr ze dvou známých typů obvodů ICL232[9] a MAX232[10]. Pokud je pro zařízení prioritní kvalita, zvolíme MAX232. Ale pokud cena, která je třetinová od MAX232, tak je výhodné použití převodníku ICL232.

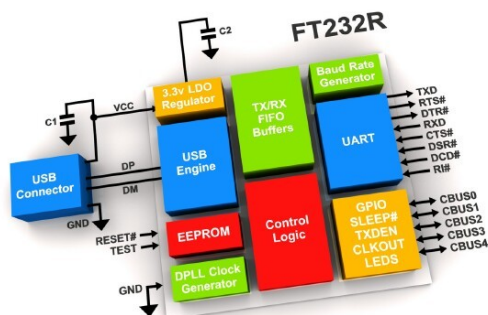
3.7 Převodník UART/USB

Pro využití USB rozhraní v režimu virtuálního sériového portu je použit převodník FT232RL od skotské firmy FTDI (Future Technology Devices International) [11]. Jedná se o jednu z mála součástí, která umožňuje jednoduché využití USB rozhraní pro malé rychlosti, neboť při využití sériového přenosu je maximální rychlost 1Mbaud.

Požadavek na zařízení je, aby virtuální port se choval jako klasický COM port zabudovaný v PC. Proto je FT232RL napájen z USB portu a ne ze zdroje zařízení. Klasický

COM port je připojen i když zařízení je vypnuté. Pokud je obvod FT232RL napájen ze zdroje zařízení, nebude vytvořený virtuální COM port, pokud je zařízení vypnuté.

3.7.1 FT232RL a jeho vlastnosti



Obrázek 13: Blokové schéma FT232R

FT232RL je obvodem III. generace převodníku USB/UART a má v sobě, oproti převodníku předešlé generace (FT232BM), integrovanou EEPROM, jež slouží pro uložení VID (Vendor ID), PID (Product ID), sériového čísla, popisu zařízení a nastavení převodníku (nastavení pinů CBUS1-CBUS5). Pro zařízení je nejlepší mít vlastní VID a PID. Tím se zabrání nainstalování standardních ovladačů v systému, místo toho se nainstalují ovladače přesně určené pro zařízení. Výrobce nabízí i svůj vlastní program Mprog pro uživatelské nastavení vlastností celého převodníku. Pomocí něj pak lze nastavit, aby zařízení se při připojení k PC identifikovalo jako „Zařízení pro ovládání motorizované fluorescence a objektivu“ a ne jako „USB <-> Serial Cable“.

Převodník má integrovaný svůj vlastní zdroj hodin 12Mhz. Pomocí násobičky a děličky hodin nabízí dohromady podporu hodinového kmitočtu 6Mhz, 12Mhz, 24Mhz, 48Mhz. Kterákoliv z těchto hodnot hodinového kmitočtu může být přivedena na piny převodníku CBUS1- CBUS5 (může tak dodávat hodiny až pro 5 obvodů s různými kmitočty). Není potřeba žádného dalšího externího krystalu pro mikrokontrolér. V navrhovaném zařízení nebylo možno využít této možnosti, neboť pro vybraný mikrokontrolér je potřeba krystal s kmitočtem 11,059Mhz pro dobré vlastnosti přenosové rychlosti rozhraní UART.

Převodník může být napájen od 3,3V do 5,25V. Napěťové úrovně vstupních a výstupních signálů (8pinu UART a 5pinu CBUS) mohou být v rozmezí 1,8-5V, a nastaví se napětím na pin VCCIO. Tím se odstraní přizpůsobení napěťových úrovní mezi převodníkem a

mikrokontrolérem. Převodník má zabudovaný svůj vlastní stabilizátor na 3,3V jež má maximální odběr 50mA.

Obvody od firmy FTDI mají výbornou dokumentaci součástek, pokyny pro návrh a úpravy ovladačů, ukázky programů využívající jejich ovladače a knihovní funkce. Obvod FT232RL má dobrou podporu pro různé operační systémy jak je vidět v tabulce 7. Pro využívání obvodu FT232RL standardně jako převodníku UART/USB je zapotřebí ovladačů VCP(Virtuální COM port). Pro přístup k paměti EEPROM převodníku, či využívání obvodu FT232RL v modu Bit Bang, jsou zapotřebí ovladače D2XX.

Operační systémy	Virtuální COM port (VCP) ovladače	Knihovní funkce (D2XX) ovladače
Windows 98, 98SE, ME, 2000, Windows Server 2003, XP.	ano	ano
Windows Vista / Longhorn*	ano	ano
Windows XP 64-bit.*	ano	ano
Windows XP Embedded.	ano	ano
Windows CE.NET 4.2 & 5.0	ano	ano
MAC OS 8 / 9, OS-X	ano	ne
Linux 2.4 and greater	ano	ano

Tabulka 7: Přehled ovladačů FT232RL pro různé operační systémy

3.7.2 FT232RL a mikrokontrolér

Při napájení převodníku z portu USB je problém s napětím, které se objeví v zařízení. Toto napětí je způsobené proudem, který teče z signálu FT232RL připojeném na signály mikrokontroléru 89S52. Pro odstranění tohoto jevu jsou možné dvě varianty řešení. Jedna je použití galvanického oddělení převodníku USB/UART od zařízení pomocí optočlenů a druhá použití multiplexu.

Řešení pomocí optočlenů je zajímavé, neboť PC by bylo zcela izolované od zařízení. Při použití levných optočlenů je problém s jejich rychlostí. Ta je na přenosu signálu s rychlostí 19200Baudu na hranici použitelnosti. A optočleny rychlejší jsou drahou záležitostí.

Levná varianta je použití multiplexoru 74LS257. Ten je napájen z USB a při vypnutém zařízení jsou výstupy multiplexoru uzemněny. Pokud je zařízení pod napětím jsou propojeny vodiče mezi FT232RL a mikrokontrolérem. Napájení zařízení slouží pro výběr multiplexoru. Aby se přes tento vodič nedostal proud z USB do zařízení je na signálu použita dioda.

3.8 Mikrokontrolér

Před rozhodnutím, který mikrokontrolér užít, je třeba sečíst potřebné piny. V tabulce lze nalézt souhrn všech pinů a k čemu slouží. Součet všech potřebných pinů je 37. Nastavováním RxD a TxD mezi RS232 a FT232 pomocí jumper lišty lze ušetřit 2 piny. Pro programování mikrokontroléru se mezi piny SPI a mikrokontrolér vloží 3-stavová sběrnice a tím dojde k ušetření dalších 3 pinů. Výsledný počet je 32 pinů. Nyní lze využít mikrokontroléry řady x51. Například mikrokontrolér AT89S52 má 32 pinů a podporuje SPI programování. Druhá možnost je použít mikrokontrolér novější generace Atmega64, u kterého lze využít všech 37 pinů, mikrokontrolér ATmega64 má 2 x USART. Pro zařízení byl vybrán mikrokontrolér AT89S52, neboť jeho vlastnosti jsou dostačující pro toto řešení a cena je skoro třetinová oproti verzi s ATmega64.

Popis	Výsledný počet pinů	Vlastnosti pinů
Klávesnice	14	8 x datové + 4 x řídicí + 2 x konfigurační
Objektiv + fluorescence	10	7 x informační bity objektivu 3 x informační bity fluorescence
Objektiv + fluorescence	6	2 x motor objektiv 2 x motor fluorescence + 2x motor shutter
RS232	2	RxD a TxD
FT232	2	RxD a TxD
Programování SPI	3	MOSI, MISO, SCK
Celkem:	37	

Tabulka 8: Seznam signálů potřebných pro ovládání periférií z mikrokontroléru

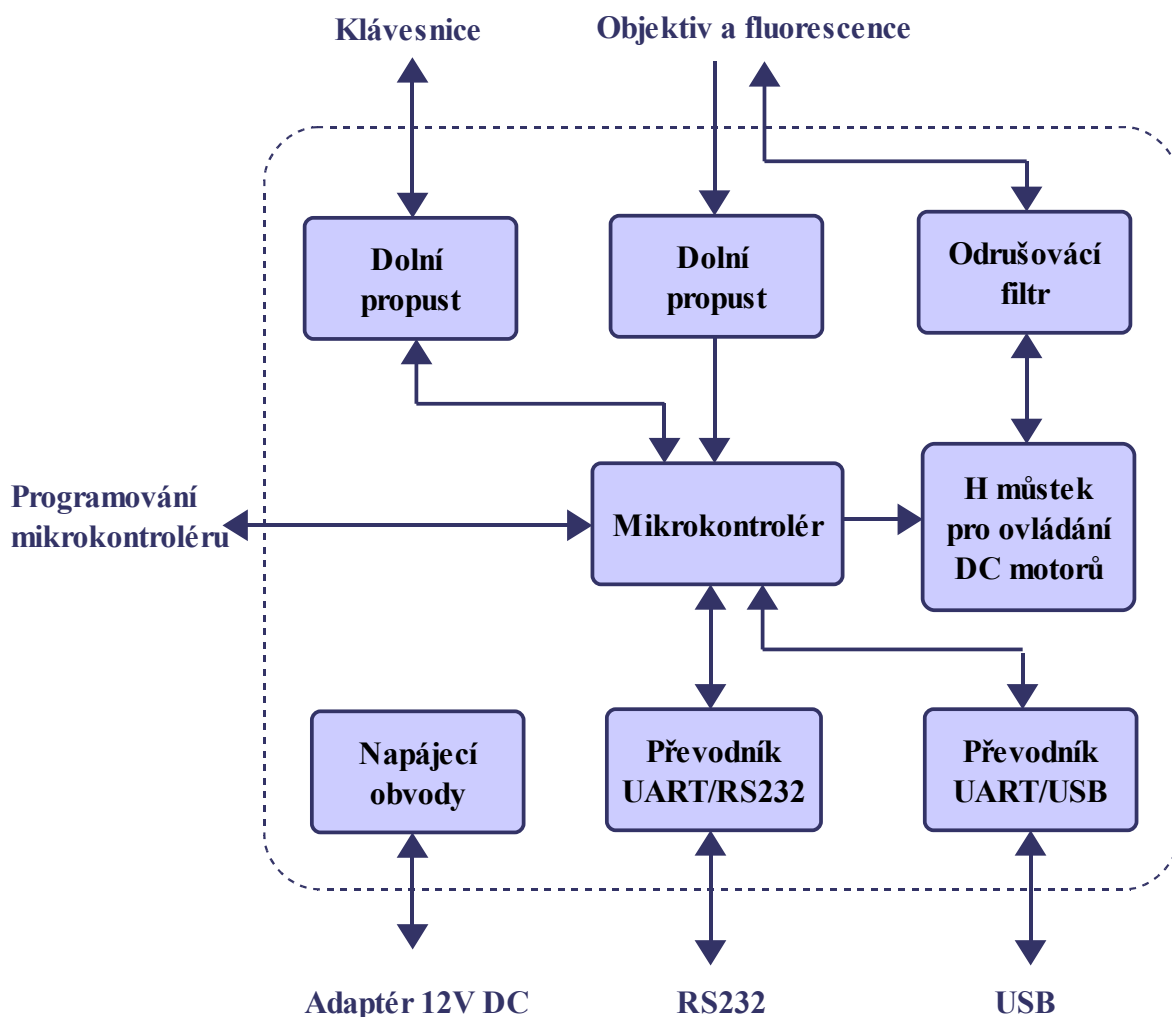
Vlastnosti	AT89S52	ATmega64
Počet pinů	32	53
ISP	ano	ano
UART	1 x UART	2 x USART
Integrované hodiny	ne	ano
Power on reset	ne	ano
Cena mikrokontroléru	44 Kč	160 Kč s DPH
Cena krystal + jumper lišta	8 Kč	-
74LS245	12Kč	
Celkem:	64Kč s DPH	160Kč s DPH

Tabulka 9: Srovnání mikrokontroléru pro návrh

3.9 Software mikrokontroléru

Program zařízení je možno psát v asm a c. Program napsaný v assembleru mikrokontroléru má výhodu, že programátor má přímou kontrolu nad kódem. Nevýhoda je, že je pak zpětně problém při přepisování najít zde myšlenky a rychle reagovat na změny. Z těchto důvodů byl pro programování zvolen jazyk C, což urychlí další vývoj a úpravy programu v budoucnosti. Další výhodou je jednoduchá přenositelnost programu na různé typy mikrokontrolérů.

4 Návrh



Obrázek 14: Blokové schéma navrhovaného zařízení

Na obrázku 14 je blokové schéma navrhovaného zařízení, které je možné rozdělit na 8 částí:

1. Napájecí obvody – Součástí tohoto bloku bude konektor pro připojení adaptéru 12V DC. Pro funkci zařízení bude potřeba dvou napětí. Jedno pro logiku zařízení a druhé pro řízení motorů. Zařízení pod napětím bude potřeba signalizovat zelenou LED.
2. Převodník UART/RS232 – Součástí tohoto bloku bude konektor pro připojení rozhraní RS232 a převodník UART/USB.
3. Převodník UART/USB – Součástí tohoto bloku bude konektor pro připojení rozhraní

USB a převodník UART/USB.

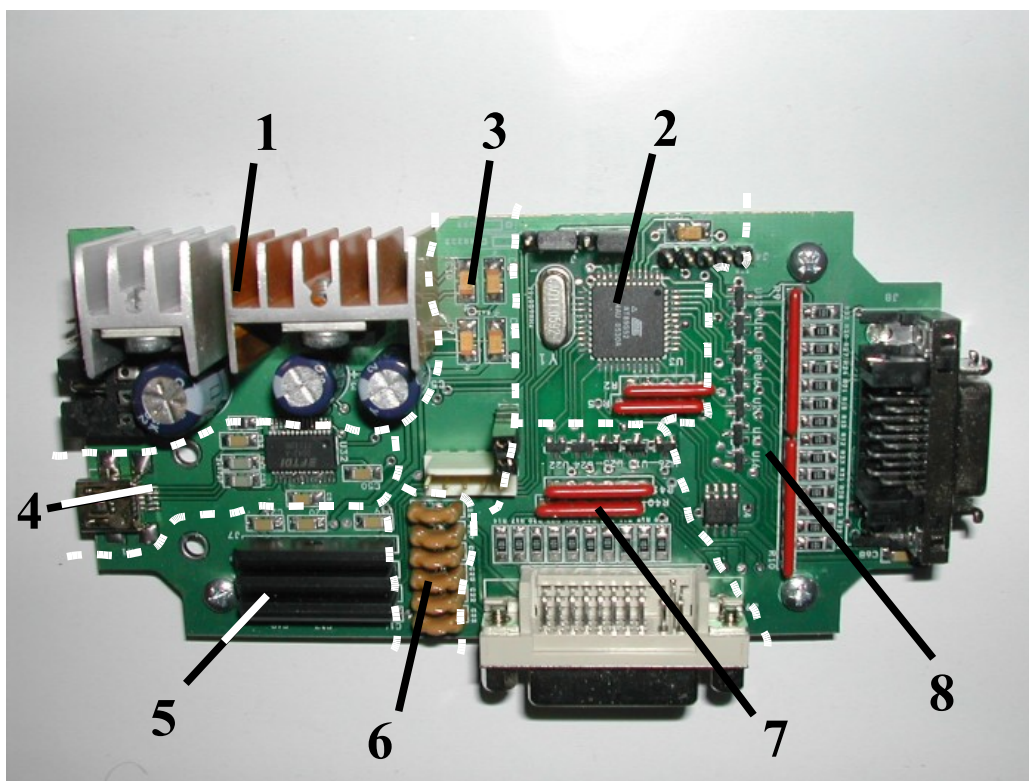
4. Mikrokontrolér - Součástí tohoto bloku bude konektor pro připojení rozhraní ISP a součástky potřebné k programování mikrokontroléru. Dále bude obsahovat samotný mikrokontrolér s externím krystalem (pokud bude zapotřebí).
5. H můstek pro ovládání DC motorů.- Součástí tohoto bloku budou součástky pro ovládání DC motorů fluorescence, clony a objektivu.
6. Odrušovací filtry – Slouží pro odstranění vf rušení při řízení DC motorů. Pokud bude potřeba, bude obsahovat ochranné diody pro omezení napěťových překmitů, vyšších než je napájecí napětí motorů a nižších než je nulový potenciál společného vodiče.
7. Dolní propust (fluorescence s clonou a objektiv) - Součástí tohoto bloku je konektor pro připojení ovládaných periférií. Pro odfiltrování vf. složek je součástí dolní propust a
pokud bude potřeba, bude obsahovat ochranné diody pro omezení napěťových překmitů vyšších než je napájecí napětí a nižších než je nulový potenciál společného vodiče. Pokud si návrh bude vyžadovat, tak i externí pull-up rezistory pro zesílení interních pull-up rezistorů mikrokontroléru..
8. Dolní propust (klávesnice) - Součástí tohoto bloku je konektor pro připojení klávesnice. Pro odfiltrování vf. složek je součástí dolní propust. Pokud bude potřeba, bude obsahovat ochranné diody pro omezení napěťových překmitů vyšších než je napájecí napětí motorů a nižších než je nulový potenciál společného vodiče.. Pokud si návrh bude vyžadovat, tak i externí pull-up rezistory pro zesílení interních pull-up rezistorů mikrokontroléru.

5 Řešení

5.1 Řešení Hardware

Schéma zařízení je rozděleno do 8 částí :

1. Napájení zařízení
2. mikrokontrolér s programátorem
3. Převodník UART/RS232
4. Převodník UART/USB
5. H můstky pro ovládání DC motorků
6. Odrušovací filtry motorů
7. Dolní propust, ochranné diody a pull-up rezistory pro klávesnici
8. Dolní propust, ochranné diody a pull-up rezistory pro objektiv a fluorescenci



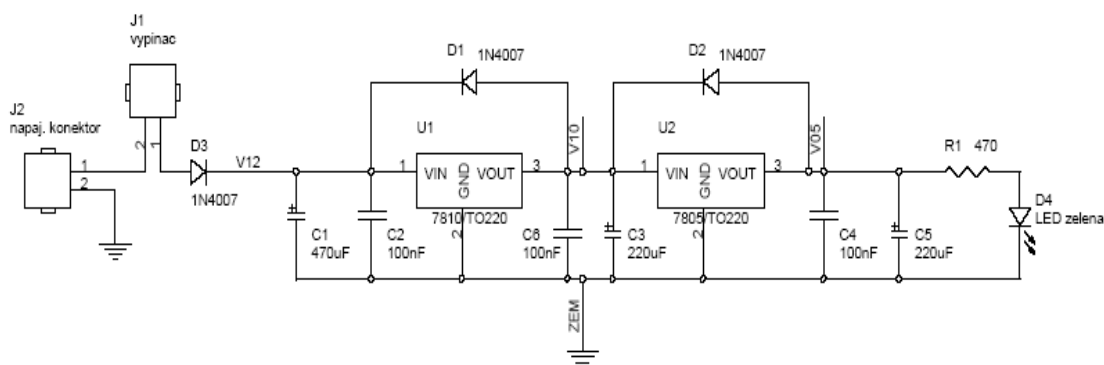
Obrázek 15: Popis jednotlivých částí

5.1.1 Napájecí zdroj zařízení

Pro napájení zařízení byl použit lehký síťový spínaný adaptér MW1210SZ. Tento zdroj má výstupní napětí 12V a proud 1A, což jsou parametry dostačující pro dané zařízení. Zdroj má požadované vstupní napětí 110-265V a frekvenci 50/60Hz. Tento parametr je výhodný pro země s nižším síťovým napětím, či jinou frekvencí síťového napětí, díky čemuž může být zařízení distribuováno v cizích zemích splňující tyto parametry. Další výhodou tohoto zdroje je integrovaný obvod ochrany proti zkratu. Dále má pevný DC konektor 2,1mm, který zamezí přepólování. Pro uvedení tohoto zařízení na trh je důležité, aby zdroj vyhovoval ve směrnících o shodě a měl značku CE. Značka CE je evropské logo informující, že výrobek splňuje normy Evropské unie. Pozor na značku CE, protože Čína má svou vlastní značku CE pro „China Export“ [12]. Má stejný design písmen jako evropská značka - liší se jen menší vzdáleností mezi písmeny.

5.1.2 Napájení

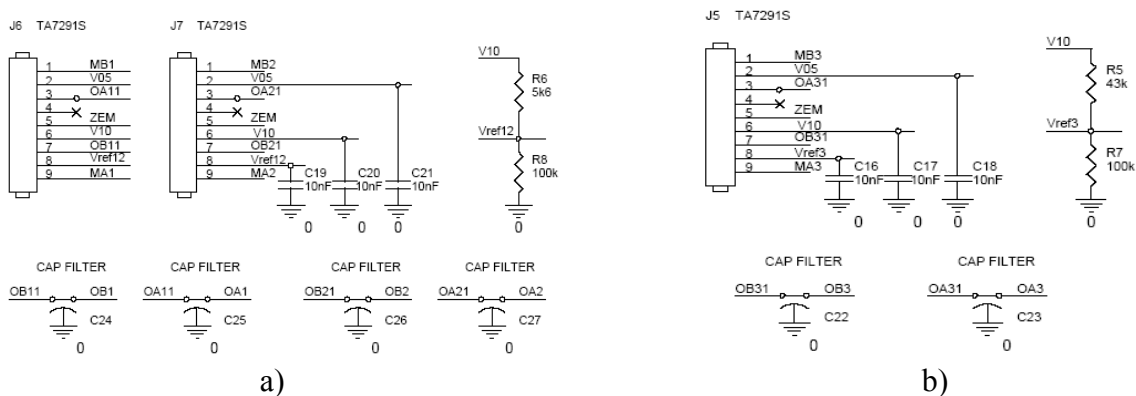
Vstupní napětí je 12V stejnosměrných. Pro přerušení přívodu napětí je zde umístěn vypínač, dioda D3(1N4007) zde plní funkci ochrany proti přepólování obrázek 16. Dále je umístěn blokovací elektrolytický kondenzátor C1(470uF) a keramický kondenzátor C2(100nF) [13]. Stabilizátor U1(7810) má mezi výstupní a vstupní svorkou diodu D1, která chrání stabilizátor U1 pro případ zkratu, kdy by výstupní napětí mohlo být větší než vstupní. Keramický kondenzátor C6(100nF) na výstupu 7810 je pro kmitočtovou stabilitu stabilizátoru, a elektrolytický kondenzátor C3(220uF) zásobuje zatěžovací obvod energií vždy v okamžiku, kdy zpětná vazba stabilizátoru teprve začne reagovat na změnu výstupního napětí. Obdobně je to u stabilizátoru 7805, jež má na výstupu diodu D4(zelená LED) pro identifikaci, že je zařízení v činnosti.



Obrázek 16: Napájení

5.1.3 Ovládání výkonové části

Pro řízení DC motoru je použit obvod TA7291SG. Jedná se o obvod pro obousměrné řízení DC motorku (H switch). Pro nastavení správného výstupního napětí pro motor, slouží dva rezistory. Ty nastaví referenční napětí na potřebnou velikost. Pro odrušení vf rušení jsou použity třípólové kapacitní filtry obrázek 17.



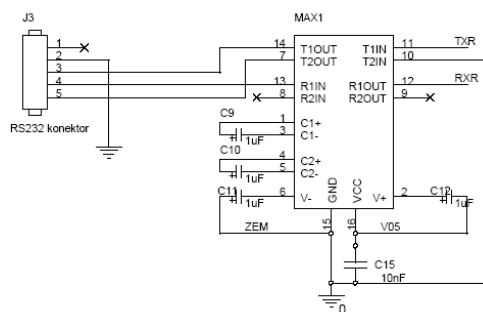
Obrázek 17: Ovládání výkonové části a) fluorescence b) objektivu

5.1.4 Obvod pro rozhraní RS232

Zapojení vychází z katalogového zapojení, které lze nalézt v katalogovém listu daného obvodu MAX232CWE či ICL232. Obvod transformuje logiku RS232 sériového portu na TTL logiku mikrokontroléru obrázek 18.

Pin konektoru	Signál RS232
1	DSR + DTR
2	GND
3	RxD
4	TxD
5	CTS

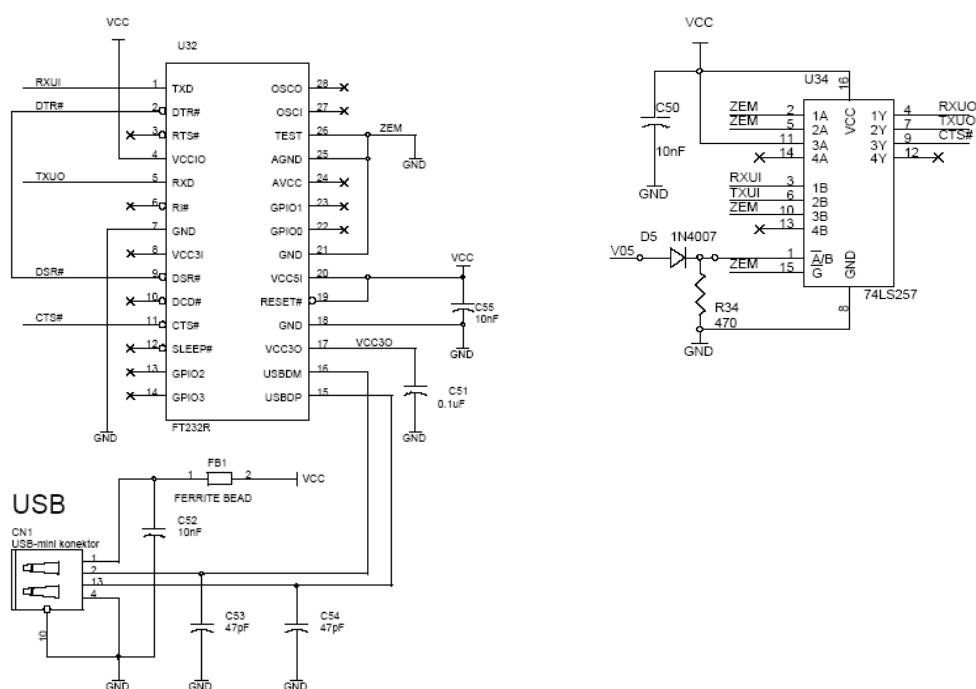
Tabulka 10: Zapojení pinu konektoru



Obrázek 18: Obvod pro rozhraní RS232

5.1.5 Obvod pro rozhraní USB

Pro ovládání zařízení přes USB je využit převodník UART/USB. Schéma vychází z katalogového zapojení, kde pro odrušení napájení je použito feritové jádro obrázek 19. Protože USB/RS232 převodník je napájen z USB portu, je nutné zařídit, aby pin 11 (CTS) obvodu FT232R byl uzemněn, až když je naše zařízení aktivní. Pro tuto funkci je použit obvod 74LS257. Zároveň jsou tímto odděleny čtecí a vysílací signály. Diody D5, zde slouží k zabránění vniknutí proudu do částí zařízení, kdy je vypnuto.



Obrázek 19: Přebodník UART/USB

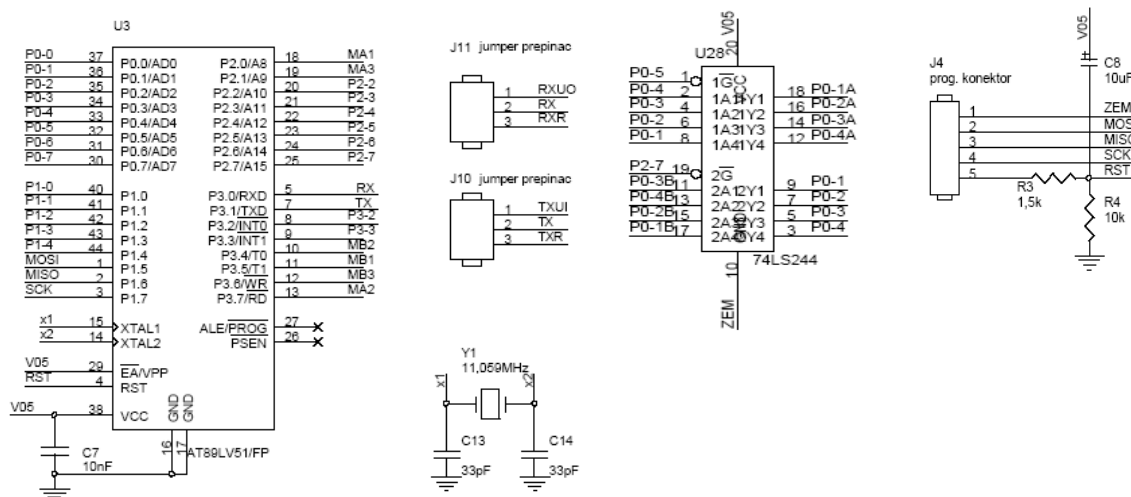
5.1.6 Mikrokontrolér

K mikrokontroléru je připojen krystal 11.059Mhz pro lepší generování rychlosti UART obrázek 20. Kondenzátory C13 a C14 jsou podle doporučení výrobce. Protože 89S52 má jen 1

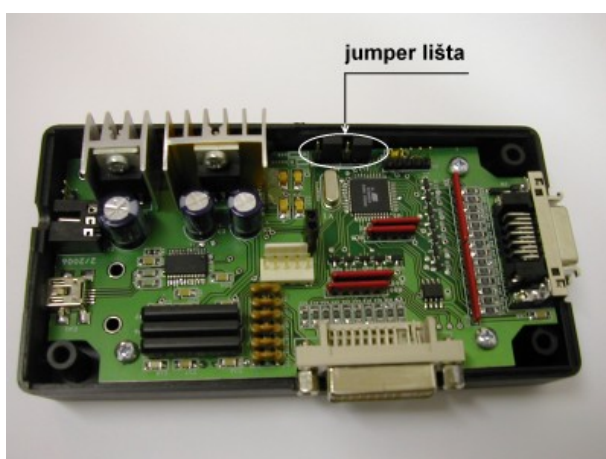
Zařízení pro ovládání objektivu U-D6REM a fluorescence BX-RFA

UART je potřeba pro změnu ovládání RS232 či USB nastavit jumper propojky na jumper liště 21 a 22. Pro přeprogramování mikrokontroléru přímo na desce je na obrázku 20 vpravo schéma zapojení součástek. Reset mikrokontroléru při zapnutí je součástí odvodu pro programátor.

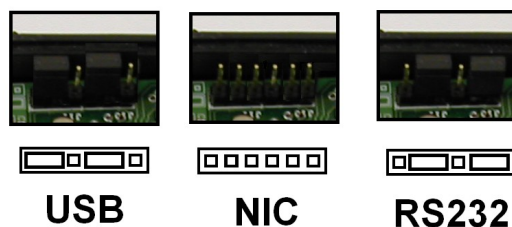
Mikrokontrolér má všechny V/V porty využity. P0.1-P0.4 jsou využívány pro dvě funkce z důvodu potřebného většího počtu V/V portů. Pro přepínání je využit 74LS244 3-stavový budič sběrnice obrázek 20 uprostřed. Porty P3.0 a P3.1 jsou využívány pro sériový přenos obvodu.



Obrázek 20: Mikrokontrolér 89S52



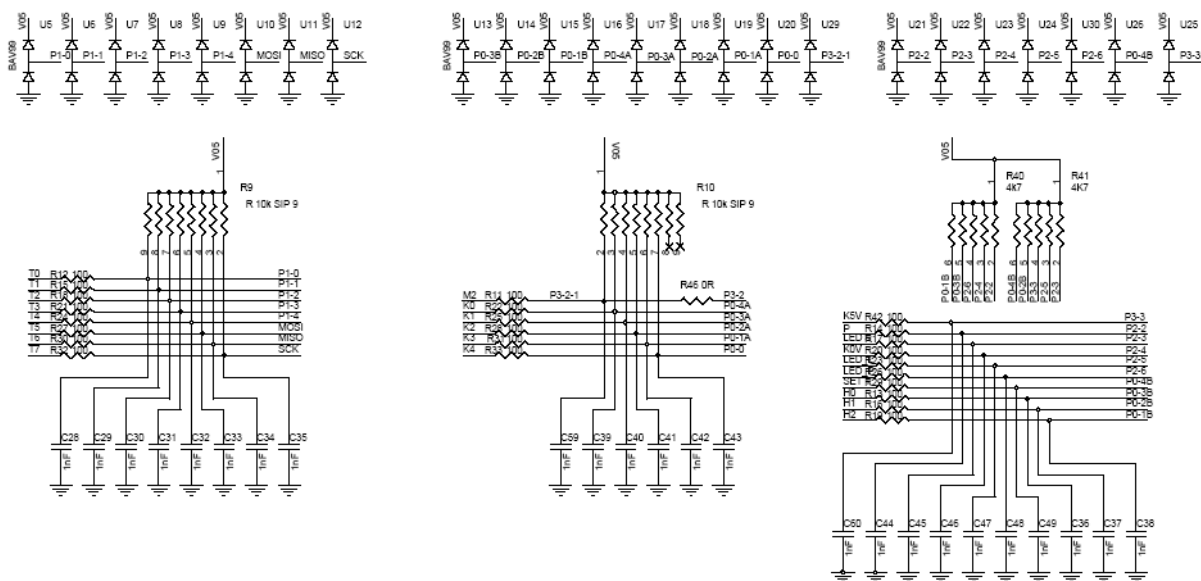
Obrázek 21: Umístění jumper lišty v zařízení



Obrázek 22: Nastavení pinu podle potřebného rozhraní

5.1.7 Ochrana periferií

Pro impedanční přizpůsobení a zároveň pro odfiltrování rušení je použita dolní propust. Rezistory R9, R10, R40 a R41 nám zesílí interní pull-up rezistory v mikrokontroléru. Pro případ omezení napět'ových překmitů vyšších než je napájecí napětí motorů a nižších než je nulový potenciál společného vodiče, jsou zde umístěny ochranné diody.



Obrázek 23: Ochrana periferií

5.2 Řešení software

Program pro ovládání celého zařízení má celkem 5 částí. Hlavní část obsahuje počáteční funkci main(), která inicializuje na začátku všechny části zařízení a to uart, objektiv, fluorescence a klávesnici obrázek 24. Při inicializaci jsou nastaveny počáteční hodnoty komponent a nastavení časovače pro program. Program využívá 2 časovače T1 a T0. T1 je použit pro obsluhu klávesnice a clony, T0 je využit pro obsluhu UART. Po inicializaci všech 4 komponent je program v nekonečné smyčce, které hlídá volání, klávesnice, objektivu a fluorescence.



Obrázek 24: Popis programu

5.2.1 UART

Při inicializaci(`initSeriak(void)`) UARTu je nastavena počáteční rychlost a přerušení pro UART. Protože každá ASCII instrukce začíná znakem „1“, zahazují se všechny znaky dokud není přijat tento znak. Příjem instrukce(`serial_IT(void)`) je ukončena po přijetí CR+LF a spustí se se lexikální analyzátor(`najdi()`) pro identifikaci přijaté zprávy.

5.2.2 Objektiv

Objektiv vždy testuje, zda zařízení je připojené a pokud ano je nastaven některý typ obsluhy. Pokud zařízení není připojené, provede se nulování obsluhy, zastaví se motor a nastaví se počáteční hodnoty, což je nutné pro ošetření odpojení a opětovné připojení kabelu..
 . Objektiv má 5 stavů obsluhy viz tabulka 11.

Stav	Popis
-1	Objektiv není připojený.
0	Objektiv je připojený, ale otočná hlava není v pohybu.
1	Inicializační stav. Zjištění aktuální pozice, nalezení nejbližší cesty k nové pozici. Spuštění motoru a ukončení obsluhy fluorescence (dále jen obsluhy) a stav se zvýší na 2.
2	Testuje se, zda objektiv vyjel z blízkosti pozice, pokud: ano - zvýší se stav na 3 a ukončí se obsluha ne - ukončí obsluhy a testuje se tento stav příště.
3	Testuje, zda otočná hlava je v blízkosti nové pozice pokud: ano - zjistí se, jestli je aktuální pozice cílová pokud: ano - zvýší se stav na 4 a ukončí se obsluha ne - sníží se stav na 2 a ukončí se obsluha. ne - zůstává stav stejný a ukončí se obsluha.
4	Po stanovené době se zapne motor a testuje se, zda otočná hlava je přesně na dané pozici pokud: ano - vypne se motor, nastaví se stav 0 a ukončí se obsluha ne - zůstává stav stejný a ukončí se obsluha

Tabulka 11: Popis stavů objektivu

5.2.3 Fluorescence

Fluorescence má stavy obsluhy obdobné jako objektiv, liší se v tom, že končí obsluha ve stavu 3, protože nedochází k žádnému přibrzdění motoru. Fluorescence nepodporuje zjištění aktuální pozice podle signálu. Fluorescence má jen jeden signál pro zjištění pozice „1“, proto je zapotřebí při zapnutí zařízení, zjistit aktuální pozici rotací celého zásobníku fluorescence o 360°. Rotace není zapotřebí, pokud fluorescence při zapnutí je na pozici „1“. Pro nastavení clony se využívá přerušení časovače klávesnice, neboť u clony se nečtou žádné

signály, ale jen se spustí motor na určitou dobu na jednu či druhou stranu.

5.2.4 Klávesnice

Modul klávesnice má nastaveno přerušení od časovače, který se využívá pro přečtení změn hodnot kláves a nastavení změn intenzity záření LED. Zároveň se využívá časovač pro ovládání clony viz dříve. Klávesnice má 3 stavy tabulka 11.

Stav	Popis
-1	Klávesnice je odpojena
1	Klávesnice přímo ovládá objektiv a fluorescenci
2	Klávesnice je pasivní, nelze ovládat objektiv a fluorescenci (zařízení se ovládá pomocí UART)
3	Klávesnice je v stavu, kdy posílá informace o změně hodnot kláves na UART.

Tabulka 12: Popis stavů klávesnice

6 Vylepšení návrhu

6.1 Bluetooth

6.1.1 Bluetooth modul

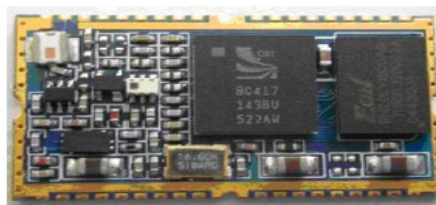
6.1.1.1 Požadavky na Bluetooth modul

- Podpora protokolu SPP.
- Integrovaný inteligentní firmware s ohledem na jednoduchost pro počáteční nastavení a následné využití v provozu
- Přenos signálu RTS,CTS,DTR a DSR a tím nahrazoval funkci RS232 s využívající těchto signálu.
- Splňoval CE a RoHS

6.1.1.2 Analýza Bluetooth modulů



a)



b)

Obrázek 25: Bluetooth moduly a) WT11 b) BTM222

Na trhu je velká řada Bluetooth modulů, ale moduly, které by splňovaly všechny požadavky, jsou od firmy BlueGiga. Tato firma nabízí dva druhy modulů podle výkonnostních tříd WT11(třída 1) a WT12(třída 2). Oba tyto moduly mohou být dodávány s firmwarem iWrap. Pro návrh je potřeba iWrap od verze 2.2.0, který už podporuje přenos nejen Rx a Tx signálu, ale individuální řízení signálu rozhraní UART jako jsou CTS,RTS,DTR,DSR,DCC a RI. Tyto moduly mají i výbornou podrobnou dokumentaci jednotlivých modulů, tak i firmwaru iWrap. Firmware iWRAP umožňuje uživatelům zpřístupnit Bluetooth prostřednictvím jednoduchých ASCII příkazů posílaných do jednotky přes sériové rozhraní. Tento modul má i podporu profilu HFP, který by bylo možno využít pro ovládání zařízení pomocí hlasu s využitím

Hands-Free. Otázkou je, jaká kvalita zvuku bude přijímána pro výsledné zpracování.

Pokud není potřeba emulovat piny sériového rozhraní a mít zaručené bezproblémové projití certifikací CE, je možno použít levnější Bluetooth modul s třetinovou cenou od firmy Rayson typ BTM-222 [14]. Tento modul(obrázek 25b) má jednoduché ovládání pomocí ASCII příkazu, ale je potřeba připojit externí anténu.

Vlastnosti	WT11	BTM222
Profily	SPP, HFP, HFP-AG, OPP, DUN	SPP, GAP
RoHS	ano	ano
CE	ano	ne
Podpora celého UART	ano	ne
Integrovaná anténa	ano nebo konektor U.F.L pro externí	ne (připojení antény na pin modulu)
Rozměry	35.3 x 14 x 2.3 mm	28.2 x 15.0 x 2.8 mm
Cena s DPH	1073 Kč	403 Kč

Tabulka 13: Přehled některých vlastností modulu WT11 a BTM222

6.1.1.3 Bluetooth modul pro zařízení

Pro využití moderního rozhraní Bluetooth v navrhovaném zařízení je použit modul od firmy BlueGiga[15] WT11-A-AI (iWrap2.2.0 + integrovaná anténa) na obrázku 25a). Při použití modulu v praxi v kovovém zapouzdření je potřeba, aby modul měl anténu mimo kovovou kostru. Modul WT11 se vyrábí jak s integrovanou anténou, tak i s konektorem UFL konektorem pro externí anténu. Přes možnost využití modulu s konektorem pro připojení UFL antény, je použit modul s integrovanou anténou, pro jednoduchost návrhu. Modul je pevně připájen k PCB. A jen část modulu s anténou je umístěna mimo kovovou krabičku se zapouzdřením do pěkné plastové krytky. Tím odpadají mechanické poruchy a je dosaženo lepší estetiké a rozměrové vlastnosti. Modul pracuje na napětí 3,3V a proto je nutné přizpůsobit napěťové úrovně pro komunikační vodiče.

6.1.1.4 Nastavení modulu

Pro správnou funkci modulu je potřeba změnit jeho počáteční nastavení. Toto nastavení si

modul pamatuje i při vypnutí napájení díky integrované flash paměti. Na začátku komunikace je nutné nastavit NCTS (clear to send) na logickou '0' pro aktivování příjmu dat. Počáteční nastavení sérové linky je 115200,8n1. Při posílání příkazů je nastavení aktivní po zaslání příkazu a nemá žádnou zpětnou reakci. Při zadání špatného příkazu je odezvou „SYNTAX ERROR“.

Zařízení má pro USB a Bluetooth stejné nastavení sériového rozhraní a to 19200,8E1. Toto nastavení se liší od výrobcem nastaveného 115200,8n1, proto je třeba změna této rychlosti pomocí příkazu `SET CONTROL BAUD 19200,8E1`. Pro správnou komunikaci je nutné nastavit i správnou rychlost komunikační konzole.

Pro zabezpečení komunikace je potřeba nastavení autorizačního pinu. Pokud modul nemá nastaven autorizační pin je komunikace mezi Bluetooth moduly bez šifrování dat. Proto je potřeba nastavit pin pro zabezpečení úniku dat a taky nedovolené připojení bez znalosti toho pinu. Autorizační pin na zařízení je zvolen „1313“ a nastaví se příkazem `SET BT AUTH * 1313`.

Při hledání zařízení pomocí Bluetooth lze zjistit, že se jmenuje „WT11“, což je nastavení od výrobce. Pro správnou identifikaci zařízení je potřeba nastavit název zařízení příkazem `SET BT NAME CB3`.

Dále je potřeba nastavení CTS,RTS,DTR.DSR pinů. Modul WT11 má 6 uživatelsky nastavitelných pinů PIO2-PIO7, které lze využít pro plné nahrazení sériového rozhraní.

Možné nastavení shrnuje tabulka 14, kde číslo pinu WT11 zvětšené o jedna je pořadí jedničky zleva v binární reprezentaci. Výsledné nastavení pomocí příkazu je `SET CONTROL MSC DTE 80 40 10 04 00 00`.

UART	WT11	Hodnota
DSR	PIO7	0x80 = 0b10000000
DTR	PIO6	0x40 = 0b01000000
RTS	PIO4	0x10 = 0b00010000
CTS	PIO2	0x04 = 0b00000100

Tabulka 14: Přiřazení signálu UART na piny modulu WT11

6.1.2 Ovládání zařízení přes Bluetooth počítače

Pro ovládání zařízení pomocí Bluetooth z PC bylo použito miniaturního USB adaptéru od firmy MSI typ BToes (476-CI). Při instalaci ovladačů z CD se nainstaluje standardně i program BlueSolei. Je to pěkně graficky zpracovaný program, pro ovládání a vyhledávání Bluetooth zařízení. Program Olympus analySiS podporuje připojení maximálně COM port číslo 4. Proto je někdy potřeba změna nastavení tohoto portu. Při použití programu BlueSolei byly problémy se změnou COM portu. Problém byl vyřešen při stažení originálních ovladačů od firmy MSI pro daný adaptér.

6.1.3 Ovládání zařízení přes Bluetooth mobilního zařízení.

Při využití Bluetooth rozhraní v navrhovaném zařízení, přišla myšlenka udělat pěkné uživatelské ovládání pro mobilní zařízení. Ovládání mikroskopu mobilním zařízením, asi nebude používané zákazníkem, ale může být řešením pro individuální přání ze strany zákazníka, ovládat zařízení bezdrátově a bez PC. Tato nabízena varianta je jednoduchá a levná. Aplikace bude J2ME applet pro mobilní telefon K750i. Jako vývojové prostředí byly zvoleny NetBeans 5.5 Mobility. Dále byl při návrhu použit emulátor Sony Ericsson SDK 2.5.0 for the Java(TM) ME Platform.

6.1.3.1 Požadavky na aplikaci

- Vyhledání a připojení k zařízení pomocí rozhraní Bluetooth.
- Dobré grafické zpracování a jednoduchost ovládání jednotlivých částí mikroskopu.
- Možnost naprogramovat stále se opakující sekvenci příkazů.

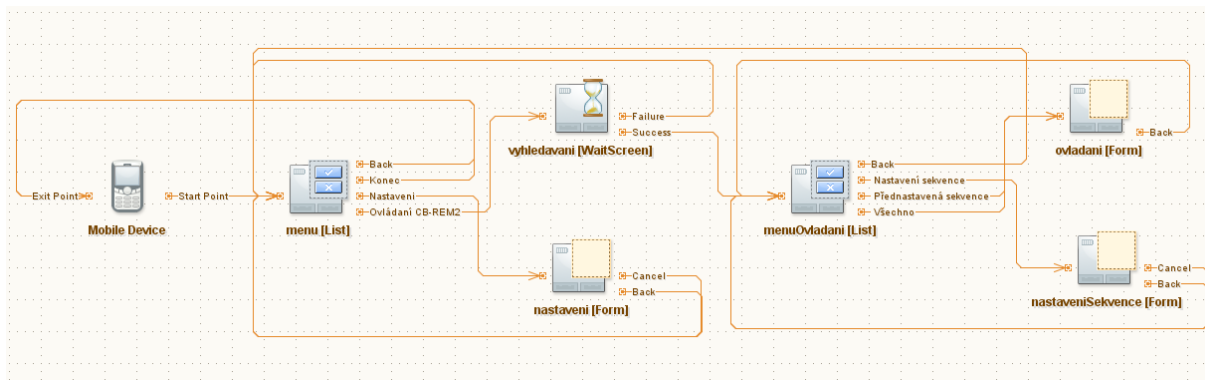
6.1.3.2 Návrh software

Aplikace byla vytvořena pomocí Visual Mobile Designer (VMD), který umožňuje graficky vytvářet navigaci mezi jednotlivými obrazovkami, včetně jejich grafického návrhu [16]. Návrh appletu pomocí VMD pro ovládání fluorescence s clonou a objektivu je na obrázku 26. Nejdůležitější třídy mobilní aplikace jsou třídy Controller.java a HandCanvas.java.

Třída Controller.java řídí Bluetooth přenos mezi ovládaným zařízením a mobilní aplikací, čímž umožňuje řídit periferie připojené k zařízení. Pro přenos dat pomocí Bluetooth

rozhraní je použita třída ClientBlue.java. Pro ovládání fluorescence a clony je použita třída Cube.java. Pro ovládání objektivu je použita třída Objective.java. Obě tyto třídy jsou potomkem třídy Rotate.java .

Pro ovládání zařízení pomocí tlačítek a joysticku s grafickým znázorněním stavu jednotlivých částí je využita třída HandCanvas.java .



Obrázek 26: Diagram přechodů obrazovek Appletu

6.1.3.3 Popis software

Při spuštění aplikace je zobrazena obrazovka menu[List] s třemi položkami obrázek 26. Pokud je vybraná položka „ovládání zařízení“, začne se vyhledávat zařízení a o průběhu informuje obrazovka vyhledavani[WaitScreen]. Pokud není zařízení nalezeno program se vrátí do úvodního menu[List]. Pokud je nalezeno zařízení, objeví se obrazovka menuOvladani[List]. Je zde na výběr ze dvou typů ovládání zařízení:

- Všechno – všechny části ovládaných periferií je možno ovládat pomocí joysticku (tabulka 15) a klávesnice (tabulky 16 a 17).
- Přednastavená sekvence – pokud je nastavená předdefinovaná sekvence stavů, ovládá se pohyb v této sekvenci pomocí joysticku. Směr joysticku doprava nastavuje následující stav, směr doleva předchozí stav. Pokud je potřeba nastavit jinou pozici fluorescence nebo objektivu než je nastavena v sekvenci stavu, je nutné použít klávesnici (tabulky 16 a 17).

Zařízení pro ovládání objektivu U-D6REM a fluorescence BX-RFA

Stav joysticku	Směr doleva	Směr doprava	Směr dolů	Směr nahoru	Střed joysticku
Reakce na joystick	pozice objektivu - 1	pozice objektivu + 1	pozice fluorescence -1	pozice fluorescence + 1	změna stavu clony

Tabulka 15: Funkce stavů joysticku pro ovládání fluorescence s clonou a objektivu

Tlačítko klávesnice	1	2	3	4	5	6
Nastavení pozice fluorescence	1	2	3	4	5	6

Tabulka 16: Klávesy využívané pro ovládání fluorescence

Tlačítko klávesnice	7	8	9	*	0	#
Nastavení pozice objektivu	1	2	3	4	5	6

Tabulka 17: Klávesy využívané pro ovládání objektivu

Na obrázku 27 a) je ukázka obrazovky pro ovládání fluorescence s clonou a objektivu. Tento obrázek zachycuje změnu pozice fluorescence z 4. na 5. pozici (levá vrchní část obrazovky mobilního zařízení, je zde místo názvu fluorescence použito názvu cube). Podnět k této změně byl aktivován pozicí joysticku nahoru. Pro optickou kontrolu je vedle obrázku reprezentující fluorescenci zvětšena šipka směrem nahoru. Přejít na novou pozici je znázorněn blikáním čísla požadované pozice, dokud není fluorescence na správné pozici. Pak se vybarví do černa. Vedle obrázku reprezentující fluorescenci je po pravé straně ovládání clony (v aplikaci nazván shutter). Clona je zavřená, šedý kruh uprostřed, pokud by byl kruh bílý je clona otevřena. Spodní část je věnována objektivu, který má nastavenou pozici 1. Na obrázku 27 b) je obrazovka pro ovládání objektivu (fluorescence není k ovládanému zařízení připojena.).



a)

b)

Obrázek 27: Ukázka appletu pro ovládání periferií a) K ovládanému zařízení je připojena fluorescence s clonou a objektiv b) K ovládanému zařízení je připojen jen objektiv.

6.2 Programátor ISP

Mikrokontrolér 89S52 lze programovat buď klasickým způsobem(paralelně) nebo pomocí rozhraní ISP (sériový download) [17]. Pro paralelní programování je potřeba mikrokontrolér naprogramovat v programátoru, a pak vložit do zařízení. Programování mikrokontroléru pomocí rozhraní ISP (In-System Programmable), jak napovídá zkratka, lze programovat přímo v zařízení. Mikrokontroléry řady ATmega podporují také rozhraní ISP [18]. Pro programování pomocí SPI je potřeba, aby u 89S52 byl RESET=1 (pro ATmega64 /RESET=0). Pak lze komunikovat s mikrokontrolérem pomocí tří signálu SCK(hodiny), MOSI(vstup) a MISO(výstup).

Při prvním návrhu bylo pro programování mikrokontroléru použito ISP programátoru využívající signály paralelního portu PC [19]. Na desce zařízení bylo vyvedeno 5 pinů pro programování mikrokontroléru. Pokud je požadována úprava firmwaru, bylo nutné převézt zařízení od zákazníka zpět k výrobcí, který teprve mohl přehrát firmware. Při integraci programátoru přímo do zařízení jsou všechny tyto problémy odstraněny a firmware lze přehrát přímo u zákazníka stiskem jediného tlačítka s názvem „upgrade firmware 2.0“ Zařízení má jen 2 periferie pro komunikaci z PC RS232 a UART. Rozhraní RS232 je už zastaralé a nebyl by problém využít princip programátoru PonyProg [20]. Proto cíl je vytvořit programátor přes USB. Ukázka programu je na obrázku 28, kdy zařízení je připojeno k PC, ale není zapnuté zařízení do sítě.



Obrázek 28: Program pro přehrání firmware v zařízení

6.2.1 Analýza programátoru

Pro realizaci je možno využít 3 typů USB programátoru, které jsou popsané dále v kapitole.

6.2.1.1 FT232R v modu převodníku UART/USB

FT232R v modu převodníku UART/USB, kdy byl použit princip programátoru PonyProg. Při pokusech s realizací toho programátoru, nastal problém s rychlostí odezvy signálu RTS, CTS, DTR a DSR. Programátor byl funkční, ale rychlost programování byla nízká. Nastal zde problém, jak zabránit nechtěnému přeprogramování zařízení uživatelem.

6.2.1.2 Druhý mikrokontrolér pro programování ISP

Další varianta, jak naprogramovat mikrokontrolér, je použití druhého mikrokontroléru, který by přijímal data po signálech Rx a Tx z FT232R a pak vše překládal a zajišťoval programování ISP. Dosáhli bychom větší rychlosti než u předešlé varianty. Zůstává otázka, jak zabránit nechtěnému přeprogramování uživatelem. Použitelná varianta by byla, že druhý mikrokontrolér bude komunikovat daleko větší rychlostí a při zadané inicializační posloupnosti, by mohl pak nastavit ISP programování mikrokontroléru. Tato varianta potřebuje další mikrokontrolér a napsat pro něj firmware. Dále bude potřeba mít externí piny

pro počáteční ISP naprogramování mikrokontroléru 2.

6.2.1.3 FT232 v módu Bit Bang

Jako nejlepší a zároveň nejjednodušší varianta, byla zvolena možnost využít obvod FT232 v speciálním Bit Bang módu, kdy všechny piny Tx, Rx, RTS, CTS.... jdou využít jako I/O piny s rychlostí změny 3Mbps. Pro využití tohoto módu je potřeba speciální knihovní funkce od výrobce. Hlavní důležitá výhoda tohoto řešení je, že je zabráněno nechtěné přeprogramování mikrokontroléru. Je to díky tomu, že pro reset mikrokontroléru jsou použity signály FT232RL, které jsou pro čtení a ne pro zápis např. DCD,RI. Pokud jsou použity tyto signály, uživatel nemá možnost nechtěně přeprogramovat mikrokontrolér, pokud obvod FT232RL je používán v módu převodníku UART/USB. Pro přeprogramování mikrokontroléru přes ISP je potřeba nejprve nastavit reset mikrokontroléru a pak se přes vodiče MISO, MOSI, SCK programuje. Takže o signály MISO, MOSI, SCK není nutné se starat, k jakému signálu FT232R budou připojeny.

6.2.1.3.1 Bit Bang Mód

Obvod podporuje kromě standardního módu převodníku UART/USB i BitBang mód. BitBang mód, ve kterém se 8 řídicích linek rozhraní UART (obvod FT232RL(FT232RQ)) stává 8-bitovým paralelním I/O portem. Převodník předešlé generace FT232BM dokáže jen 1 mód BitBang a to asynchronní. Obvod FT232R má už tyto módy 3. A jsou to tyto:

Asynchronní Bit Bang Mód - data jsou čtena z pinů UARTu hned po nastavení módu – stejný jako mód FT232BM.

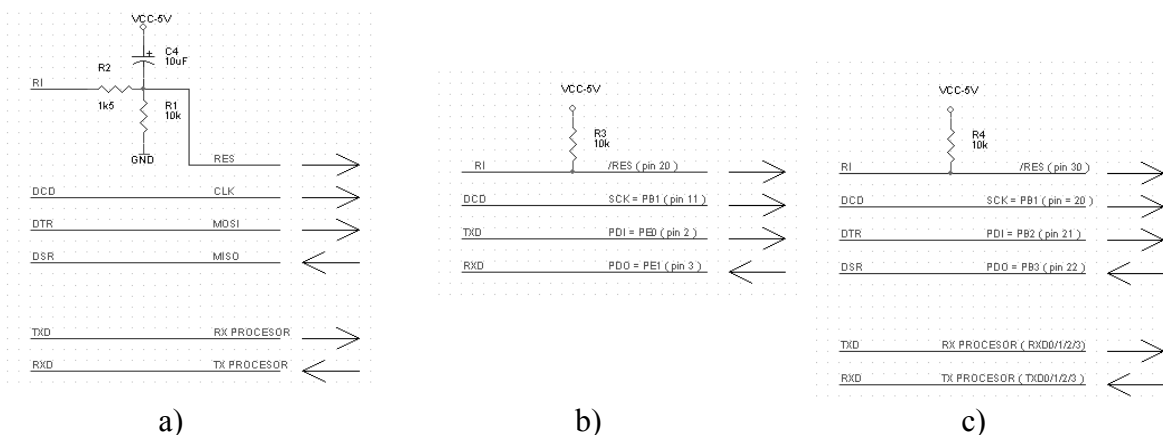
Synchronní Bit Bang Mód – data jsou čtena z pinů UARTu, jen když jsou zapsána na výstup UARTu.

CBUS Bit Bang Mód – v tomto módu se využívají 4 CBUS piny, tento mód je pomalejší než předchozí dva módy.

6.2.2 Návrh hardwaru

Při programování mikrokontroléru řady AT89S5x, je reset aktivní v log „1“ a proto musí být uzemněn přes rezistor. Nastavení pinu resetu programátoru po AT89S5x a ATmega bude jiné. Mikrokontroléry ATmega mají reset aktivní v log „0“ proto je potřeba, aby byl reset

přes rezistor připojen na napájení.



Obrázek 29: Zapojení pinů FT232 s mikrokontrolérem a) AT89S52 b) Atmega64 c) ATmega640

Rozhraní	Název pinu	FT232R		AT89S52		ATmega64		ATmega640	
		název	pin	název	pin	název	pin	název	pin
	RES	RI	6	RES	10	/RES	20	/RES	30
ISP	SCK	DCD	10	P1.7(SCK)	9	PB1(SCK)	11	PB1(SCK)	20
	MOSI	DTR	2	P1.5(MOSI)	7	PE0(PDI,RXD0)	2	PB2(MOSI)	21
	MISO	DSR	9	P1.6(MISO)	8	PE1(PD0,TXD0)	3	PB3(MISO)	22
UART	TxD	TxD	1	P3.0 (RXD)	11	PE0(PDI,RXD0)	2	PE0(RXD0)	2
	RxD	RxD	5	P3.1 (TXD)	13	PE1(PD0,TXD0)	3	PE1(TXD0)	3

Tabulka 18: Tabulka propojení pinů FT232R s mikrokontroléry

Jako programovací jazyk byl zvolen jazyk Java, neboť je autorovi nejbližší a součástí diplomové práce je i programování Java Appletu pro mobil.

Software programátoru je navrhnout pro mikrokontroléry rodiny x51 a ATmega. Podporované mikrokontroléry s ISP rozhraním rodiny x51 jsou AT89S51 a AT89S52 jež mají stejné instrukční sady a liší se jen ve velikosti programované flash. Podporované mikrokontroléry s ISP rozhraním rodiny ATmega jsou ATmega64 a Atmega128. Ale neměl by být problém naprogramovat i mikrokontroléry Atmega640, Atmega1280, Atmega1281, Atmega2560 a Atmega2561. Na obrázku 29 je ukázka propojení jednotlivých typu mikrokontroléru s obvodem FT323RL. Upřesnění zapojení pinů těchto součástek je shrnutý v tabulce 18.

6.2.2.1 Návrh softwaru programátoru

Pro vývoj programátoru byl vybrán programovací jazyk Java. Výrobce FT232RL sice přímo tento programovací jazyk nepodporuje, ale odkazuje na web, kde jsou knihovní funkce FTDI pro Javu implementovány. Knihovní funkce pro přístup na FTDI v Javě byly testovány ve Windows. Pro komunikaci se zařízením v Bit Bang Módu 1 a 2 jsou nejdůležitější tyto knihovní funkce:

- **SetBitMode(int maska, int mode)** - Nastavení módu zařízení
 - **maska** nastaví jestli daný pin bude vstupní = 0 nebo výstupní = 1; pořadí pinu a jemu odpovídající signál viz Tabulka 19

např. DCD, DSR, TXD budou výstupní piny, ostatní vstupní. Pak maska = 01100001

Pozice	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Signál	RI	DCD	DSR	DTR	CTS	RTS	RXD	TXD
Číslo pinu	6	10	9	2	11	3	5	1

Tabulka 19: Popis pinu masky pro SetBitMode

- **mode** nastaví daný mód, Asynchronní mód má hodnotu 0x01, Synchronní mód hodnotu 0x04, a reset módu obvodu, je proveden hodnotou 0x00
- **SetBaudRate(int baudRate)** – Nastavuje rychlost hodin, která udává jak rychle budou data měněna na výstupu, či čtena na vstupu. Tato doba je ale 16x větší než nastavená rychlost. Pokud je nastavená rychlost baudRate=9600, bude pak možno zapisovat či číst data 153600(9600*16)krát za sekundu. Takže každých 6,5mikrosekund.

Pozn. Mikrokontroléry má 8kB paměti programu. Na hodiny je potřeba 2 takty pro L a pak H. 1Byte má 8bitů. $8KB * 2 * 8 = 8192 * 2 * 8 = 131072 < 153600$, takže čas potřebný pro naprogramování mikrokontroléru bude kratší než 1 vteřina, při zanedbání inicializační zpoždění a zpoždění po zápisu dat ve Flash paměti..

- **write(byte[] data)** – Zapiše data na výstup. Data se na výstupu budou měnit podle rychlosti nastavené pomocí SetBaudRate. Poslední zapsaná hodnota zůstává na výstupu, dokud není přepsána jinou hodnotou. Pro využití maximální rychlosti

přenosového kanálu mezi PC a FT232RL je zapotřebí zapisovat data o velikost 4096B.

- **read()** - přečte data na vstupu. Při asynchronním módu, se čtou neustále data ze vstupu, po aktivování módu. Pokud data nejsou přečtena z příchozího bufferu obvodu, budou přepisována novými daty. Při Synchronním módu, jsou do příchozího bufferu zapsaná data jen v dobu, pokud jsou data zapisována do vysílacího bufferu. Počet přijatých byte v tomto režimu, je roven počtu vysílaných.

7 Testování

Při sestavení zařízení byly otestovány funkce hardware a software mikrokontroléru. Po bezchybném dokončení všech testů bylo zařízení posláno k otestování do EZÚ.

7.1 Testování software mikrokontroléru

7.1.1 Testování při napsání a úpravě programu pro mikrokontrolér

Zařízení bylo testováno v 25 různých konfiguracích zapojení. Počet těchto konfigurací vychází z počtu možného zapojení periférií zařízení viz tabulka 1. Je potřeba otestovat obě rozhraní RS232 a USB, proto je výsledný počet $15+10=25$. Ukázka testu zapojení zařízení v konfiguraci 5 z tabulky 1 je popsán v tabulce 21. Popis zkratk tohoto testu je v tabulce 20.

Testuje se pomocí předem předefinovaných stavů, které se snaží co nejlépe ověřit funkci zařízení. Tyto testy jsou postupně doplňovány o stavy, při kterých docházelo k chybám v předešlých verzích software. Zařízení bylo testováno ve všech 25ti konfiguracích na počítači s konfigurací procesoru Athlon 1700+, 640 MB RAM, Windows XP SP2. Dále bylo testováno na stejném počítači, ale s operačním systémem Windows 98 a Windows 2000, pro rozhraní USB a RS232, pouze v konfiguraci 5 z tabulky 22 .

Zařízení pro ovládání objektivu U-D6REM a fluorescence BX-RFA

Název periferie	Označení	Popis
Fluorescence	F1, F2, F3, F4, F5, F6	pozice fluorescence 1,2,3,4,5,6
	FX	pozice fluorescence není známa
	C	clona v fluorescenci
	O	clona otevřena
	Z	clona zavřena
Objektiv	R1, R2, R3, R4, R5, R6	pozice objektivu 1,2,3,4,5,6
	X	pozice objektivu není známa
Klávesnice	KC	Tlačítko pro změnu stavu clony
	LC	LED nad tlačítkem KC
	KF+	Tlačítko pro změnu pozice o 1 nahoru
	LF+	LED na tlačítkem KF+
	KF-	Tlačítko pro změnu pozice o 1 dolů
	LF-	LED na tlačítkem KF-
	KP	Tlačítko pro nastavení minulé pozice objektivu
	LP	LED na tlačítkem KP
	KR1, KR2, KR3, KR4, KR5, KR6	Tlačítka pro nastavení přesné pozice objektivu např. KR1 slouží pro nastavení pozice 1
	LR1, LR2, LR3, LR4, LR5, LR6	LED na tlačítky KR1, KR2, KR3, KR4, KR5, KR6

Tabulka 20: Popis zkratk pro test klávesnice

Zařízení pro ovládání objektivu U-D6REM a fluorescence BX-RFA

Poř.	Stav	Činnost	C	F	R	L	Poznámky	Ok
1	0	-	Z	2	1		Vypnuté zařízení	
1		Zapnutí zařízení	O	2	1	C,F-,F+,R1	F se otočí o 360°, clona se otevře	
2		KF+	O	3	1	C,F-,F+,R1	F+(F!=3 ? bliká : svítí)	
3		KC	Z	3	1	F-,F+,R1	C nesvítí	
4		KC	O	3	1	C,F-,F+,R1	C svítí	
5		KF-	O	2	1	C,F-,F+,Rn	F-(F!=3 ? bliká : svítí)	
2	0	-	O	2	X		Vypnuté zařízení R=(1<X<2)	
1		Zapnutí zařízení	O	2	2	C,F-,F+,R2	F se otočí o 360° R najde nejbližší pozici	
2		KP	O	2	2	C,F-,F+,R2	-	
3		KF+ & KR1	O	3	1	C,F-,F+,R1	F+(F!=3 ? bliká : svítí) R1(R!=1 ? bliká : svítí)	
3	0	-	O	1	1		Vypnuté zařízení	
1		Zapnutí zařízení	O	1	1	C,F-,F+,R1	-	
2		KR1	O	1	1	C,F-,F+,R1	-	
3		KRP	O	1	1	C,F-,F+,R1	-	
4		K6,K9,K10,K11,K12,K13	O	1	1	C,F-,F+,R1	-	
4	0	-	O	1	1		Vypnuté zařízení	
1		Zapnutí zařízení	O	1	1	C,F-,F+,R1	-	
2		KR1	O	1	1	C,F-,F+,R1	-	
3		KR1	O	1	1	C,F-,F+,R1	-	
4		KRP	O	1	1	C,F-,F+,R1	-	
5		KR2	O	1	2	C,F-,F+,R2	R2(R!=2 ? bliká : svítí)	
6		KRP	O	1	1	C,F-,F+,R1	R1(R!=1 ? bliká : svítí)	
7		KR2	O	1	2	C,F-,F+,R2	R2(R!=2 ? bliká : svítí)	

Tabulka 21: Ukázka testu klávesnice

7.1.2 Testování zařízení po výrobě

Pokud by se každé vyrobené zařízení mělo testovat ve všech konfiguracích, bylo by jich celkem 25, proto je počet těchto konfigurací zredukován na 5 viz tabulka 22. Každé zařízení, které jde k zákazníkovi, je testováno při těchto konfiguracích pomocí testovací sekvence, která je specifická pro dané zapojení.

Poř. číslo	režim	Klávesnice	Olympus analySiS	USB	RS232	D5BDRE	D6REM	BX-RFA
1	1	ano	-	-	-	-	ano	-
2	1	ano	-	-	-	ano	-	ano
3	2	-	ano	ano	-	-	-	ano
4	2	-	ano	-	ano	ano	-	-
5	3	ano	ano	ano	-	-	ano	ano

Tabulka 22: Tabulka zapojení periférií pro testování

7.2 ES prohlášení o shodě, CE

Pro testování zařízení byl vybrán Elektrotechnický zkušební ústav EZÚ, jež je nejstarším zkušební ústavem u nás a který testuje a zkouší od roku 1926 [21]. Při komunikaci s EZÚ o podmínkách zkoušek bylo zmíněno, že zařízení pro ovládání optiky a ovládání z PC bude zkoušeno podle norem ČSN EN 55022 a ČSN EN 55024. Tyto dvě normy se týkají Elektromagnetické kompatibility EMC [13]. Norma ČSN EN 55022 se zabývá měřením rušivého vyzařování v pásmu 30-1000MHz (viz příloha, protokol o zkoušce strana 2-4). Norma ČSN EN 55024 se zabývá zkouškami odolností, např. odolnosti zařízení na elektrostatický výboj, odolnosti zařízení na vyzařování vysokofrekvenčního elektromagnetického pole...(viz příloha, protokol o zkoušce strana 5-11).

Pro test je potřeba dodat jedno kompletní zařízení včetně periférií a napájecího zdroje, kterým bude v praxi zařízení napájeno. Pro test je třeba také dodat i dokumentaci, s popisem jednotlivé části zařízení, schématem zapojení, tabulkou součástek a osazovacího výkresu. Celková cena za zkoušky, vystavení CE deklaráce, certifikátu EZU je 18900Kč. Celý test trval tři dny a následně bylo oznámeno, že zařízení je vyhovující. Po testu byl dodán certifikát EZU, ES prohlášení o shodě (CE conformity declaration) a protokol o průběhu testování výrobku (viz příloha).

8 Závěr

Hlavních cílů, které byly zadány, se podařilo dosáhnout. Zařízení ovládá všechny požadované periferie pomocí klávesnice nebo z PC.

V rámci této diplomové práce byl navrhnout a vyroben dvouvrstvý plošný spoj, a následně zkonstruováno zařízení. Dále byl napsán program v C pro mikrokontrolér, který obstarává celé řízení a ovládání periférií. Zařízení bylo funkčně otestováno pro hardware a software části. Bylo provedeno testování zařízení, zda splňuje normy EMC. Zařízení byl udělen certifikát ECU a ES prohlášení o shodě (CE deklarace).

Na základě podnětů plynoucích z používání tohoto zařízení v praxi, byla následně navrhuta vylepšení. Byl navržen ISP programátor pro mikrokontrolér v zařízení, který využívá převodníku USB/UART FT232R ve speciálním módu Bit Bang. Program pro tento programátor je napsán v programovacím jazyku Java. Dále byl navržen a zkonstruován obvod pro využití Bluetooth rozhraní, které je náhradou za rozhraní RS232. V této práci byl naprogramován J2ME applet pro mobilní zařízení, který ovládá zařízení pomocí rozhraní Bluetooth.

9 Literatura

- [1] Olympus - Mikroskopy pro biologické vědy - BX61
.http://www.olympus.cz/microscopy/22_BX61.htm.
- [2] Research system microscope.- BX51/BX61. BX2 SERIES .
.http://www.olympusamerica.com/files/seg_research_bx51-bx61_bro.pdf.
- [3] Microscopy Resource Center - Reflected Light Fluorescence Microscopy Light Pathways.
.http://www.olympusmicro.com/primer/java/lightpaths/fluorescence/index.html.
- [4] Fluorescenční mikroskopie
.http://www.natur.cuni.cz/~parazit/parpages/mikroskopickatechnika/fluorescencni.htm.
- [5] Microscopy Resource Center - Anatomy of the Fluorescence Microscope.
.http://www.olympusmicro.com/primer/techniques/fluorescence/anatomy/fluoromicroanatomy.html.
- [6] Olympus- software Olympus analySIS.
.http://www.olympus.cz/microscopy/35_189.htm.
- [7] Úvod do požadavků směrnic RoHS
.http://www.rohs.cz/more.info.html.
- [8] Elektronický zkušební ústav - Prohlášení o shodě, CE. .
.http://www.ezu.cz/next/main.php?le=cz.
- [9] ICL232. .www.intersil.com/data/fn/fn3020.pdf.
- [10] MAX232. .http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf.
- [11] FTDI - FT232RL. .
.http://www.ftdichip.com/Documents/DataSheets/DS_FT232R.pdf.
- [12] Blog.idnes.cz - Pozor: China Export !!! .
.http://roithova.blog.idnes.cz/c/16927/Pozor-China-Export.html.
- [13] V. Záhlava. *Metodika návrhu plošných spoju*. Vydavatelství CVUT, , Praha 2000.
- [14] BTM222. .http://tme.pl/dok/a04/btm222_datasheet.pdf.

[15] WT11. .<http://www.bluegiga.com/default.asp?file=238>.

[16] NetBeans - Začínáme s NetBeans Mobility Pack 5.0. .

[.http://www.netbeans.org/kb/50/quickstart-mobility_cs.html](http://www.netbeans.org/kb/50/quickstart-mobility_cs.html).

[17] ATMEL - AT89S52. .

[.http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc1919.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc1919.pdf).

[18] ATMEL - ATmega64. .

[.http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2490.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2490.pdf).

[19] AEC electronics - ISP programmer

[.http://www.aec-electronics.co.nz/wp-content/uploads/2007/01/aec_isp.pdf](http://www.aec-electronics.co.nz/wp-content/uploads/2007/01/aec_isp.pdf)

[20] PonyProg - Serial device programmer. .<http://www.lancos.com/prog.html>.

[21] Elektronický zkušební ústav - Úvod. .<http://www.ezu.cz/next/index.php>.

10 Přílohy

A Příloha A

B Příloha B

C Obsah CD