

Zařízení ke zjištění reakční doby rukou osoby

Martin Engliš

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin Engliš**
Osobní číslo: **A15045**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Zařízení ke zjištění reakční doby rukou osoby**
Téma anglicky: **A Device to Determine a Person's Hand Reaction Time**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na dané téma.
2. Vyberte vhodný typ mikropočítače a komunikačního rozhraní pro propojení s PC.
3. Proveďte hardwarový návrh zařízení pro měření reakční doby ovládaného z PC.
4. Realizujte navrženou měřicí jednotku.
5. Vytvořte obslužné programové vybavení pro PC a měřicí systém.
6. Ověřte funkci měřicího systému.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. ECKEL, Bruce. Thinking in Java. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, c2006. ISBN 0131872486.
2. NXP Semiconductors. HCS08 Family Reference Manual, Rev.1. [online]. 2003 [cit. 2018-11-20]. Dostupné z: <http://www.nxp.com>
3. NXP Semiconductors. MC9S08AC128 8-Bit Microcontroller Data Sheet: Technical Data, Rev. 4. [online]. 2011 [cit. 2018-11-20]. Dostupné z: <http://www.nxp.com>
4. FTDI CHIP. FT232 BL/BQ USB UART IC Datasheet, Rev.2.2 [online]. 2011 [cit. 2018-11-20]. Dostupné z: www.ftdichip.com
5. JURÁNEK, Antonín a Miroslav HRABOVSKÝ. EAGLE pro začátečníky /: uživatelská a referenční příručka .: 2. vydání. Praha: BEN – technická literatura, 2007, 191 s. ISBN 80-730-0213-2.
6. PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2004, 159 s. ISBN 80-7300-110-1.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Dostálek, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

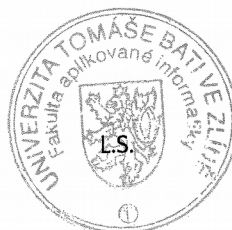
21. prosince 2018

Termín odevzdání bakalářské práce:

15. května 2019

Ve Zlíně dne 21. prosince 2018

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor;
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

diplomanta

.....
podpis

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem zařízení pro měření rychlosti reakce rukou osoby. V teoretické části je vysvětlen pojem reakční čas, jsou zkoumány možné přístupy k detekci hmatu a zkoumána komunikace mezi jednotlivými částmi přístroje. V praktické části jsou popsány části přístroje, napsán uživatelský manuál k jejich použití a ověřena funkce přístroje.

Klíčová slova: Mikropočítač, MC9S08AC128, reakční čas, , senzor, komunikace, FT232

ABSTRACT

This bachelor's thesis describes the design of a device to determine a person's hand reaction time. Theoretical part explains the term reaction time, various approaches to touch detection are investigated and a way of communication between the parts of the device is being researched. In the practical part of thesis are the parts of the device described, a user manual is written and a verification of device function is done.

Keywords: Microcontroller, MC9S08AC128, reaction time, sensor, communication, FT232

Rád bych chtěl poděkovat panu Ing. Petru Dostálkovi, Ph.D. který byl vedoucím mé práce za jeho trpělivost, pomoc a cenné rady při tvorbě této práce.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ABSTRAKT | 5 |
| ABSTRACT | 5 |
| ÚVOD | 9 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 10 |
| 1 REAKČNÍ DOBA | 11 |
| 1.1 TYPY REAKČNÍCH ČASŮ..... | 11 |
| 1.1.1 Prostý reakční čas..... | 11 |
| 1.1.2 Rozpoznávací reakční čas..... | 12 |
| 1.1.3 Výběrový reakční čas..... | 12 |
| 1.2 ČÁSTI TRVÁNÍ AKCE..... | 12 |
| 2 MIKROPOČÍTAČ MC9S08AC128 | 13 |
| 2.1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY..... | 13 |
| 2.2 TPM MODUL..... | 14 |
| 2.2.1 Součásti TPM modulu..... | 15 |
| 2.2.2 TPM stavový a kontrolní registr (TPMxSC)..... | 16 |
| 2.2.3 TPM stavový a kontrolní registr kanálu n (TPMxCnSC)..... | 16 |
| 3 SNÍMAČE A SENZORY | 18 |
| 3.1 HMATOVÉ SENZORY..... | 19 |
| 3.2 SPÍNACÍ SENZOR..... | 19 |
| 3.3 PIEZOELEKTRICKÝ HMATOVÝ SENZOR..... | 20 |
| 3.4 PIEZOREZISTIVNÍ HMATOVÝ SENZOR..... | 20 |
| 3.5 KAPACITNÍ DOTYKOVÝ SENZOR..... | 20 |
| 3.6 OPTICKÝ DOTYKOVÝ SENZOR..... | 21 |
| 4 SÉRIOVÁ KOMUNIKACE | 22 |
| 4.1 UART..... | 22 |
| 4.2 USB..... | 22 |
| 5 FT232B | 24 |
| 6 POSUVNÝ REGISTR 74HC595 | 25 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 26 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 7 | NÁVRH STRUKTURY MĚŘÍCIHO SYSTÉMU..... | 27 |
| 8 | TVORBA FYZICKÉ ČÁSTI PRÁCE..... | 28 |
| 8.1 | PROGRAM EAGLE..... | 28 |
| 8.1.1 | Režim tvorby schémat..... | 28 |
| 8.1.2 | Režim plánování desky..... | 29 |
| 8.1.3 | Režim tvorby součástek..... | 29 |
| 8.2 | DESKA PRO ŘIDICÍ ČÁST..... | 30 |
| 8.3 | DESKA PRO MĚŘICÍ ČÁST..... | 31 |
| 8.4 | KONEČNÝ VÝROBEK..... | 33 |
| 9 | PROGRAM PRO MIKROPOČÍTAČ..... | 34 |
| 9.1 | CODE WARRIOR..... | 34 |
| 9.2 | POUŽITÉ KNIHOVNY..... | 34 |
| 9.3 | VLASTNÍ FUNKCE..... | 34 |
| 9.4 | POPIS PROGRAMU..... | 35 |
| 10 | PROGRAM PRO OBSLUHU Z PC..... | 36 |
| 10.1 | ECLIPSE..... | 36 |
| 10.2 | EXTERNÍ KNIHOVNY..... | 36 |
| 10.3 | VYTVOŘENÉ TRÍDY..... | 36 |
| 10.4 | POPIS PROGRAMU..... | 37 |
| 11 | PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ FUNKCE JEDNOTKY..... | 38 |
| | ZÁVĚR..... | 39 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 40 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 41 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 42 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 43 |
| | SEZNAM PŘÍLOH..... | 44 |

ÚVOD

Cílem této práce bylo vytvoření zařízení, které má sloužit k měření reakční doby testované osoby. Stejná nebo podobná zařízení jsou používána v široké řadě odvětví. Ať už jde o zkoušení řidičů, zda dokážou dostatečně rychle reagovat na náhlé situace, zkoušení profesionálních sportovců, zda dokáží zareagovat včas na protivníkovu akci. Nebo zkoušení náhodných osob výzkumníky pro nalezení vztahů mezi působícími vlivy (únava, stres, věk) a látkami (drogy, alkohol) na ovlivnění našich reakčních schopností.

Součástí práce byl výběr vhodného senzoru pro detekci rukou osoby. Senzorů je mnoho různých druhů a jejich uplatnění je široké. Pomocí různých typů senzorů se dají odhalit přítomnosti látek, změřit fyzikální veličiny apod.

Tato práce je rozdělena na dvě části. Na teoretickou a na praktickou. V teoretické části je vysvětlován pojem reakčního času a jeho rozdělení podle nároků kladených na testovanou osobu. Dále jsou v práci popisovány důležité součástky použité na deskách plošných spojů. Také se tato část zabývá popisem interních modulů použitého mikropočítače, důležitých pro správnou funkci zařízení.

V praktické části jsou popisována vývojová prostředí, která byla při tvorbě zařízení použita. Také se zabývá popisem vytvořených programů a jejich ovládání. Poslední částí praktické části je praktické ověření jednotlivých částí zařízení a zhodnocení jejich funkce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 REAKČNÍ DOBA

Reakční doba se dá definovat jako čas měřený od vyslání předem stanoveného signálu až po akci člověka odpovídajícího na vyslaný signál. Rozdíl mezi reakční dobou a reflexem je rozhodovací vůle u reakční doby. U reflexu hovoříme o automatické reakci lidského těla na daný podnět.

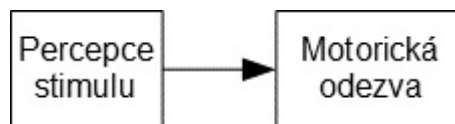
Na změřenou reakční dobu má vliv mnoho různých faktorů. Mezi důležitější se dají zařadit například různé přijímané látky, ať už jde o léky, drogy nebo alkohol. Dále pak věk, odpočatost, trénink, připravenost na podnět apod. [1] [2]

1.1 Typy reakčních časů

Reakční čas lze vyjádřit jako celkový součet dílčích časů potřebných pro vyvinutí požadované reakce na příslušný podnět od doby vzniku tohoto podnětu. Podle složitosti celkové odezvy lze rozdělit reakční čas na tři základní typy. [1]

1.1.1 Prostý reakční čas

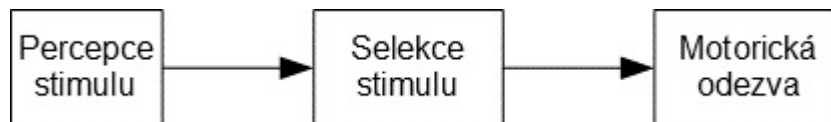
V tomto případě se jedná o situaci, při které bývá zkoušená osoba vystavována pouze jedinému typu podnětu, na který má následně tato osoba co nejrychleji zareagovat. Doba prostého reakčního času je pak časové rozmezí mezi začátkem vnímání podnětu a začátkem reakce na tento podnět. Tento typ reakčního času je nejkratší. [1][2]



Obr. 1. Prostý reakční čas [2]

1.1.2 Rozpoznávací reakční čas

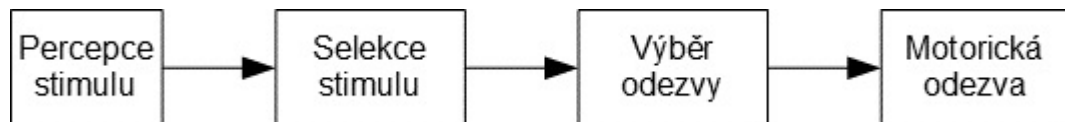
V tomto případě se jedná o situaci, kdy na testovanou osobu může působit více než jeden typu podnětu. Testovaná osoba má v tomto případě za úkol jakkoli zareagovat právě na jeden určitý ze dvou nebo více rozdílných podnětů. Protože je potřeba, aby testovaná osoba zareagovala na správný podnět, prodlužuje se tím její reakční čas oproti prostému. [1][2]



Obr. 2. Rozpoznávací reakční čas [2]

1.1.3 Výběrový reakční čas

V tomto případě se jedná o situaci kdy na testovanou osobu bude působit více typů podnětů, ale oproti předchozímu typu reakčního času musí navíc vybrat správný způsob odezvy na daný podnět. [1][2]



Obr. 3. Výběrový reakční čas [2]

1.2 Části trvání akce

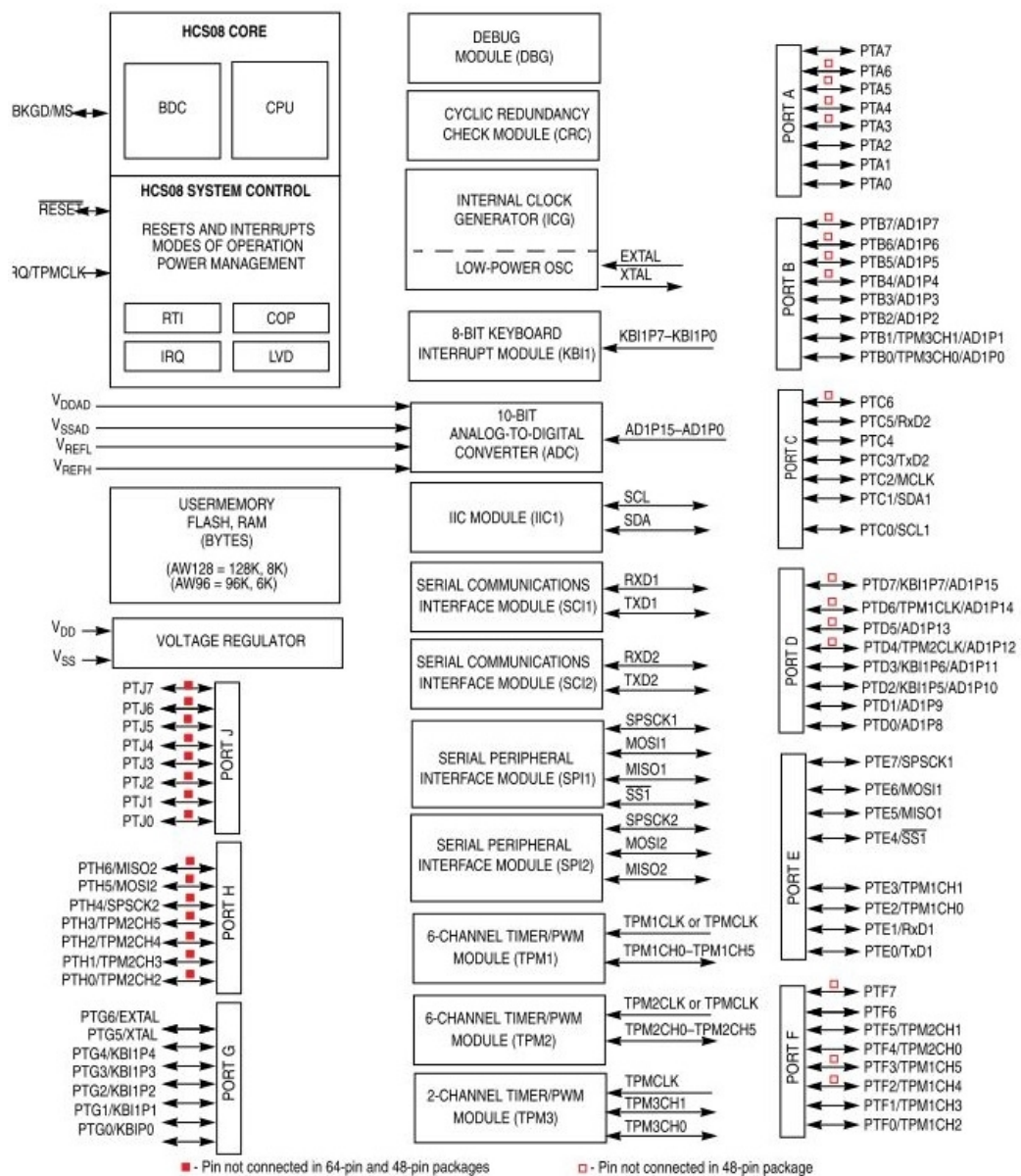
Celková doba trvání akce se dá rozčlenit do několika částí. První je reakční čas jehož podrobnější popis byl popsán dříve. Další částí je motorická odezva, tedy doba za jakou dokáže testovaná osoba vykonat požadovaný pohyb. Poslední částí je latence přístroje, tedy za jaký čas dokáže měřicí přístroj zaznamenat provedení požadované akce testovanou osobou. [2]

2 MIKROPOČÍTAČ MC9S08AC128

MC9S08AC128 je mikropočítač od firmy NXP Semiconductors. Je to jeden z vysoko výkonných a nízko nákladových produktů z rodiny HCS08 8bitových mikrokontrolérů. Používá vylepšené HCS08 jádro a je k dispozici v několika typech pouzder. [3]

2.1 Základní parametry

- Napájecí napětí 2,7V až 5,5V
- 128kB Flash paměť
- 8kB RAM paměť
- až 70 vstupně výstupních pinů
- HCS08 CPU s taktovací frekvencí až 40 MHz
- Interní sběrnice s taktovací frekvencí až 20 MHz
- 16kanálový A/D převodník s rozlišením 10 bitů
- 2x sériové komunikační rozhraní SCI
- 2x sériové periferní rozhraní SPI
- 1x 2kanálový a 2x 6kanálový 16bitový TPM modul
- 8 pinů pro přerušení z klávesnice [3]



Obr. 4. Blokové schéma MC9S08AC128 [3]

2.2 TPM modul

Mikropočítače řady MC9S08AC128 v sobě zahrnují tři vzájemně nezávislé moduly fungující jako čítače nebo pulzně-šířkové modulátory (PWM). Tyto moduly podporují zachycování signálů, výstupní porovnání, nebo PWM zarovnaný podle hrany na každém z kanálů. Systém časovačů v této řadě mikropočítačů zahrnuje šestikanálový TPM1, oddělený šestikanálový TPM2 a oddělený dvoukanálový TPM3.

Kontrolní bit v každém z modulů TPM nastaví všechny kanály jako středově zarovnaná funkce PWM. V každém z TPM jsou funkce časovačů založeny na odděleném šestnáctibitovém čítači s předděličem a modulo pro ovládání frekvence a času mezi přetečeními.

Je možné připojit externí hodinový signál na pin TPMxCLK. Maximální frekvence tohoto externího hodinového signálu je čtvrtina sběrniceového hodinového signálu. [3]

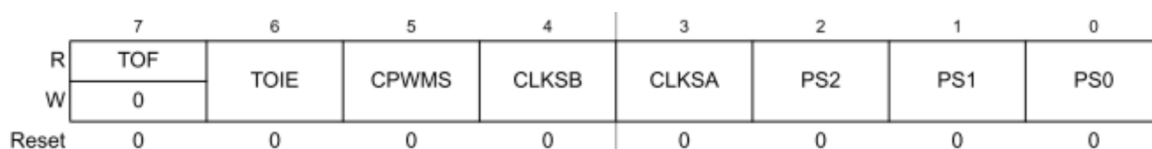
2.2.1 Součásti TPM modulu

TPM modul obsahuje následující komponenty:

- Zdroj hodinového signálu pro předdělič je pro každý z TPM nezávisle konfigurovatelný s možností výběru hodinové frekvence sběrnice, systémových hodin nebo externího pinu.
- Šestnáctibitový volně běžící nebo vzestupný / sestupný čítač (CPWM).
- Šestnáctibitový modulo registr pro nastavení rozsahu čítače.
- Povolení systému časovače.
- Přerušení pro každý z kanálů a přerušení při přetečení pro každý z TPM modulů.
- Každý z kanálů může být nastaven na zachycení změny signálu, výstupní porovnání, nebo PWM zarovnaný podle hrany.
- Vyvolání přerušení při náběžné, sestupné, nebo jakékoliv hraně.
- Nastavení, vynulování nebo překlopení při signálu výstupního porovnání.
- Nastavitelná polarita na PWM výstupech.
- Každý z TPM modulů může být nastaven na středově zarovnaný PWM na všech kanálech.[3]

2.2.2 TPM stavový a kontrolní registr (TPMxSC)

Registr TPMxSC v sobě zahrnuje příznak přetečení a ovládací bity pro povolení přerušení, nastavení TPM, zdroj hodinového signálu a velikost předděliče. Nastavení registru ovlivňuje všechny kanály pro daný TPM modul



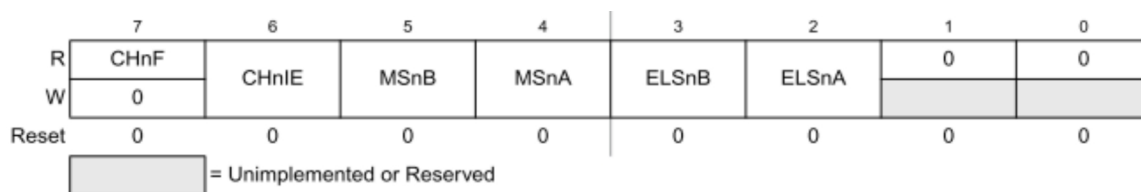
Obr. 5. Stavový a kontrolní registr TPMxSC [3]

Tab. 1: Popis bitů stavového a kontrolního registru TPMxSC [3]

| Pole | Popis |
|---------------|---|
| 7 TOF | Příznak přetečení časovače. Tento příznak je nastaven pokud TPM čítač nabude hodnoty 0x0000 po dosažení hodnoty naprogramované v modulu registru. 0 – Registr TPM nepřetekl 1 – Registr TPM přetekl |
| 6 TOIE | Povolení přerušení při přetečení čítače. 0 – TOF přerušení ignorováno 1 – TOF přerušení povoleno |
| 5 CPWMS | Výběr středově zarovnaného PWM. 0 – Všechny kanály fungují podle nastavení MSnB a MSnA ovládacích bitů v stavových a kontrolních registrech kanálů. 1 – Všechny kanály fungují jako středově zarovnaný PWM. |
| 4-3 CKLS[B:A] | Výběr zdroje hodinového signálu. Možnosti na výběr jsou žádné, kdy je čítač vypnut, podle hodin sběrnice, podle hodin systému, nebo externí zdroj. |
| 2-0 PS[2:0] | Nastavení velikosti předděliče. |

2.2.3 TPM stavový a kontrolní registr kanálu n (TPMxCnSC)

Registr TPMxCnSC v sobě zahrnuje kanálový příznak přerušení a ovládací bity k nastavení povolení přerušení, konfigurace kanálu a funkce pinů. [3]



Obr. 6. Stavový a kontrolní registr TPMxCnSC

Tab. 2: Popis bitů stavového a kontrolního registru TPMxCnSC [3]

| Pole | Popis |
|-----------------|--|
| 7 CHnF | <p>Příznak přerušení pro kanál n. Pokud je kanál n nastaven pro zachytávání vstupů a na vstupu se objeví požadovaná hrana signálu, nastaví se tento bit na 1. Pokud je kanál n nastaven na výstupní porovnání nebo hranově, případně středově zarovnaného PWM, je tento příznak nastaven pokud jsou hodnoty v registru čítači TPM shodné s hodnotami v registru pro kanál n.</p> <p>0 – Událost vyvolávací přerušení nenastala</p> <p>1 – Událost vyvolávací přerušení nastala</p> |
| 6 CHnIE | <p>Povolení přerušení pro kanál n</p> <p>0 – Přerušení na kanálu n je ignorováno</p> <p>1 – Přerušení na kanálu n je povoleno</p> |
| 5 MSnB | Výběr módu B pro TPM na kanálu n. |
| 4 MSnA | Výběr módu A pro TPM na kanálu n. |
| 3-2 ELSnB ELSnA | <p>Bity pro výběr hrany nebo úrovně. V závislosti na nastavení bitů CPWMS:MSnB:MSnA tyto bity slouží pro výběr typu spouštěcí hrany, nastavení výstupu při dosažení hodnoty časovače nebo výběru polarit při PWM výstupu.</p> |

3 SNÍMAČE A SENZORY

Snímače jsou prvky v elektrických obvodech, které na určitý druh podnětu vyšlou unifikovaný elektrický signál. Tím dává informaci řídicímu prvku o přítomnosti či nepřítomnosti daného podnětu, případně i jeho velikosti nebo jiných vlastnostech. Oproti senzorům které na podnět změni své fyzikální vlastnosti bez vyslání elektrického signálu.

Tyto prvky můžeme charakterizovat podle jejich vlastností. Můžeme je popsat buď jako pasivní nebo aktivní. Pasivní snímače potřebují pro svou správnou funkci dodatečný přísun elektrické energie, oproti aktivním, které dokážou vygenerovat signál přímo v reakci na daný podnět. Například termistor je pasivní snímač protože sám nevytváří elektrický signál, ale změnou svého odporu v závislosti na teplotě mění charakteristiku dodávaného signálu. Příkladem aktivního snímače může být fotodioda, která přímo převádí intenzitu dopadajícího světla na elektrický signál.

Dále jsou snímače přímé nebo hybridní. O přímých snímačích mluvíme tehdy, pokud samotný snímač přímo generuje elektrický signál v reakci na snímaný podnět. U hybridních snímačů je potřeba výchozí podnět převést na jinou fyzikální veličinu, na kterou poté snímač reaguje.

Podle zvolené reference k měřenému podnětu se snímače a senzory dají rozdělit na absolutní a relativní. Absolutní snímače vytvářejí signál vztahující se k absolutní hodnotě snímané fyzikální veličiny. Relativní snímače vytvářejí signál vztahující se k určitému případu měřené veličiny. Například pokud se signál snímače snímacího tlak vztahuje k vakuu, jedná se o snímač absolutní, protože se vakuum dá považovat jako absolutní nula při měření tlaku. Pokud se signál snímače místo vakua vztahuje k např. atmosférickému tlaku, jedná se o snímač relativní protože se jeho základ nevztahuje k absolutní nule měřené veličiny.

Dále se mohou snímače dělit podle požadovaných vlastností. Podle fyzických vlastností se můžeme dívat na jejich citlivost, rozsah, rychlost odezvy, pracovní podmínky, velikost, cenu, váhu, krátkodobou a dlouhodobou stabilitu a další. Podle snímacího materiálu mohou být organické, anorganické, na bázi vodivých materiálů, polovodičové, izolantní, atd. Podle způsobu přeměny mohou být fotoelektrické, termoelektrické, fotomagnetické, magnetoelektrické, atd. Podle místa uplatnění mohou být civilní, výrobní, lékařské, vědecké, vojenské, vesmírné, zemědělské aj. Podle podnětu se mohou dělit na akustické

(amplituda, frekvence zvuku), chemické (přítomnost, koncentrace látky), elektrické (napětí, vodivost, permitivita, náboj), mechanické (pozice, síla, zrychlení) a jiné. [4]

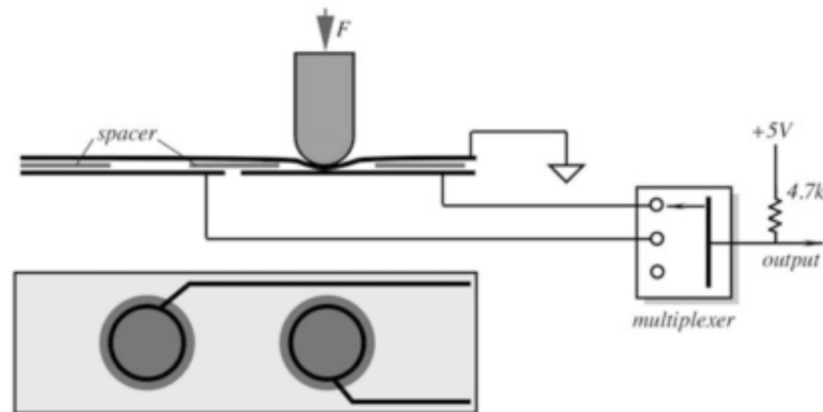
3.1 Hmatové senzory

Hmatové senzory obecně patří do speciální kategorie tlakových nebo silových senzorů. Jsou charakterizována svou malou tloušťkou a reakcí na velmi blízkou přítomnost ($< 1\text{mm}$) objektu. Jsou používány u dotykových displejů chytrých telefonů, klávesnic, robotů a dalších podobných oblastí kde je potřeba zjišťovat přítomnost doteku. Hmatové senzory se dále mohou volně dělit do několika podkategorií:

- **Dotykové senzory**, která dokážou detekovat, případně i změřit, působící sílu doteku na stanovených bodech.
- **Stykové senzory**, které zjišťují styk dvou objektů, nezávisle na působící sílu dotyku těchto objektů.
- **Prostorové senzory**, která detekují a měří prostorové rozložení síly, která působí kolmě k předdefinované oblasti a následným vyhodnocením získaných informací. Jako prostorové senzory mohou být vnímána např. vzájemně spolupracující skupina dotykových čidel.
- **Senzory skluzu**, které zjišťují a měří pohyb objektu vztahujícím se k danému senzoru.[4]

3.2 Spínací senzor

Jedná se o jednoduchý dvoustavový spínač. Jeden z možných jednoduchých způsobů jak tento typ senzoru vytvořit je pomocí dvou tenkých vodivých fólií mezi které jsou vloženy rozpěrky, kdy jedna z fólií je napojena na zem a druhá na zdvihadí odpor. Pokud je na oblast mezi rozpěrkami vyvinuta vnější síla, fólie se spojí, a tím klesne napětí na výstupu z logické 1 na logickou 0. [4]



Obr. 7: Příklad spínacího taktálního snímače [4]

3.3 Piezoelektrický hmatový senzor

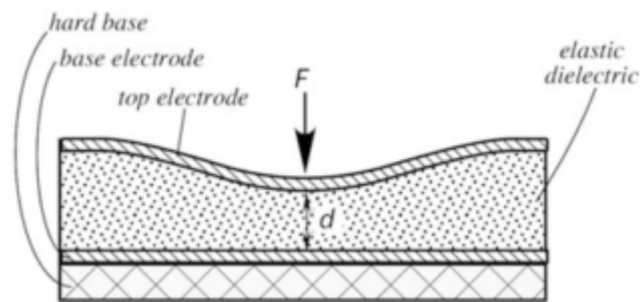
Tento typ senzoru funguje na bázi piezoelektrického jevu, kdy se při deformaci určitého materiálu vytváří napětí. Jedna z možností zjištění doteku, a případně pohybu, pro tento typ senzoru se dá vytvořit jako tenká vrstva piezoelektrického materiálu vsunutá do pružného materiálu. Takový senzor je aktivní a nepotřebuje tedy dodatečný přísun elektrické energie. Vzhledem k způsobu provedení dodává tento senzor spíše informaci o četnosti působící síly než o její velikosti. [4]

3.4 Piezorezistivní hmatový senzor

Jako další možnost provedení pro hmatový senzor je jeho tvorba pomocí piezorezistivního materiálu. Sensory tohoto typu namísto tvorby elektrického signálu při deformaci, jak je to u piezoelektrického materiálu, mění v závislosti na vnější síle svůj elektrický odpor. Tyto senzory jsou vyráběny pomocí vodivého elastomeru nebo nátěru citlivého na tlak. [4]

3.5 Kapacitní dotykový senzor

Tento typ senzorů funguje na základě vztahu pro výpočet velikosti kapacity kondenzátoru. Je přitom předpokládáno že při použití síly se změní vzdálenost ploch jeho desek. Dielektrikum takového kondenzátoru může být navíc tvořeno z pružného materiálu, aby se desky vrátili na původní vzdálenost po odstranění působící síly. Je několik způsobů



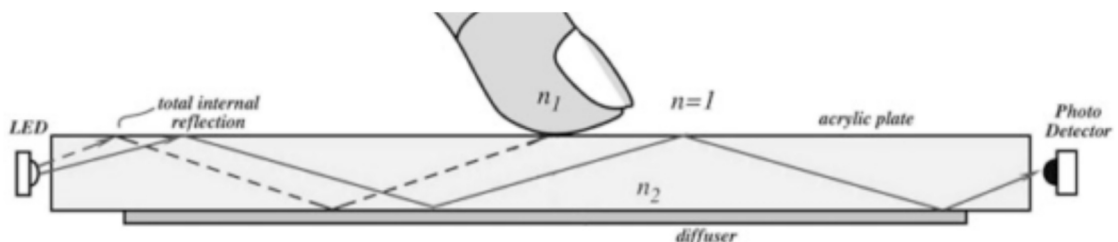
Obr. 8: Příklad kapacitního taktilního snímače [4]

měření změny velikosti kapacity. Jeden z častějších způsobů je použití odporu spolu s zdrojem proudu a měřit časové zpoždění způsobené měnící se velikostí kapacity. Dalším ze způsobů je zapojení senzoru na této bázi do LC nebo RC obvodu a měření jeho frekvenční charakteristiky. [4]

3.6 Optický dotykový senzor

Tento typ senzorů se skládá ze sady infračervených LED diod a fotodetektorů umístěných na opačných koncích snímací plochy pro analýzu prostředí a zjištění doteku. Funguje na principu změny indexu lomu, kdy v základním stavu se infračervené světlo odrazí uvnitř prostředí mezi LED a fotodetektorem. Pokud se ale v nějaké oblasti vyskytne dotek od lidské ruky, index lomu se změní a světlo namísto odrazu prostoupí ven z daného prostředí, čímž příslušný fotodetektor nedostane impuls. Podle informace o dopadu světla na fotodetektory je následně možné zjistit místo dotyku.

Nevýhodou těchto typu snímačů je jejich vysoká cena a snížená účinnost v prostředí s vyšším jasnem. [4]



Obr. 9: Příklad optického taktilního snímače [4]

4 SÉRIOVÁ KOMUNIKACE

Při sériové komunikaci jde o posílání dat mezi dvěma a více zařízeními po jednom bitu. Většina portů pro sériovou komunikaci funguje obousměrně, tedy mohou data posílat i přijímat. Ačkoli se může zdát posílání dat po jednotlivých bitech neefektivní, výhodou takové komunikace je ušetřená cena za propojovací kabely a možnost použití menších konektorů. Sériová komunikace je vhodná při zajišťování komunikace mezi vestavěnými systémy mezi sebou, případně mezi vestavěným systémem a PC. Další možnost uplatnění sériové komunikace je při nutnosti požití velmi dlouhých spojů nebo pokud je potřeba vytvořit velmi jednoduchou síť.

4.1 UART

UART, zkratka pro Universal Asynchronous Transmitter/Receiver, je hardwarové zařízení, které převádí data mezi paralelním a sériovým formátem a obstarává některé další nízkourovňové detaily komunikace.

UART posílá data ve slovech. Každé ze slov obsahuje start bit, data bity, případně paritní bity a jeden nebo více stop bitů. Častým formátem je 8-N-1, při kterém odesílatel posílá každé ze slov ve formátu počátečního bitu, následně posílá osm datových bitů a zakončuje stop bitem. Vysílaná data začínají nejméně významným bitem a N v daném formátu znamená, že je bez kontroly parity. Pro příklad formátu ve kterém je použito parity může být například formát 7-E-1. Zde odesílatel odešle jeden start bit, následovaný sedmi datovými bity, sudým paritním bitem a stop bitem. [5]

4.2 USB

USB, zkratka pro universal serial bus je sada technických norem na stanovení parametrů pro kabely, přípojky, komunikačních protokolů. Pro posílání nebo přijímání dat na USB rozhraní je potřeba aby hostitelské zařízení zahájilo přenos. Každý takový přenos má stanovený formát pro zaslání dat, adresy, kontrolních bitů, stavu, a řídicích informací. Samotný formát se liší podle typu přenosu a směru. Každá komunikace na USB je mezi hostitelem a přístroji. Hostitel ovládá provoz na sběrnici a zařízení odpovídá na komunika-

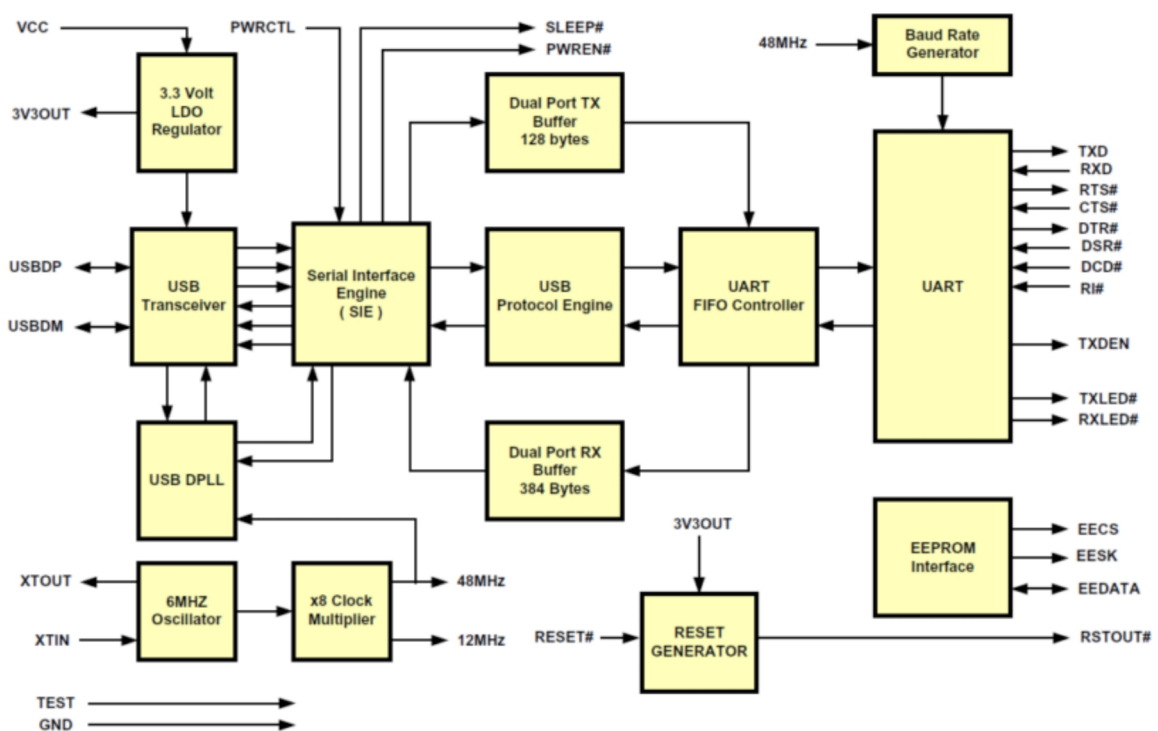
ci od hostitele.

USB podporuje čtyři různé typy přenosů: ovládací, hromadný, přerušení, a izochronní. Ovládací přenos má tři fáze: Nastavení, data, a stav. Při fázi nastavení hostitel posílá žádost na příslušné zařízení, aby mu vrátilo informace o jeho možnostech. Při fázi dat obsahuje, podle příslušné žádosti, data od hostitele pro zařízení nebo naopak. Nakonec stav v sobě obsahuje záznam o úspěšnosti přenosu informace. Hromadný, přerušovaný, a izochronní přenos nemají nastavené fáze. Hromadné jsou velmi rychlé na nečinné sběrnici, ale nemají zaručené časování. Tento typ využívají například tiskárny. Přerušení má zajištěnou nejkratší dobu odezvy a využívá se například u myši nebo klávesnic. Izochronní mají zaručenou dobu odezvy, ale jsou bez oprav poškozených dat. Streamování videa nebo zvuku je tímto typem přenosu využíván. [6]

5 FT232B

FT232B je integrovaný obvod od firmy FTDI který převádí data získaná z USB na UART a zpět. Je to nástupce staršího čipu FT8U232AM, který plnil totožnou úlohu, ale pro svůj provoz potřeboval více externích prvků. Navíc má FT232B oproti FT8U232AM dodatečné funkce.

Jeho využití zahrnuje převádění dat z standardu USB na data ze standardů RS232/RS422/RS485. Modernizace zastaralých periferií na USB. Použití v USB bezdrátových modemech, v USB čtečkách čárových kódů, v USB čtečkách karet atd. [7]



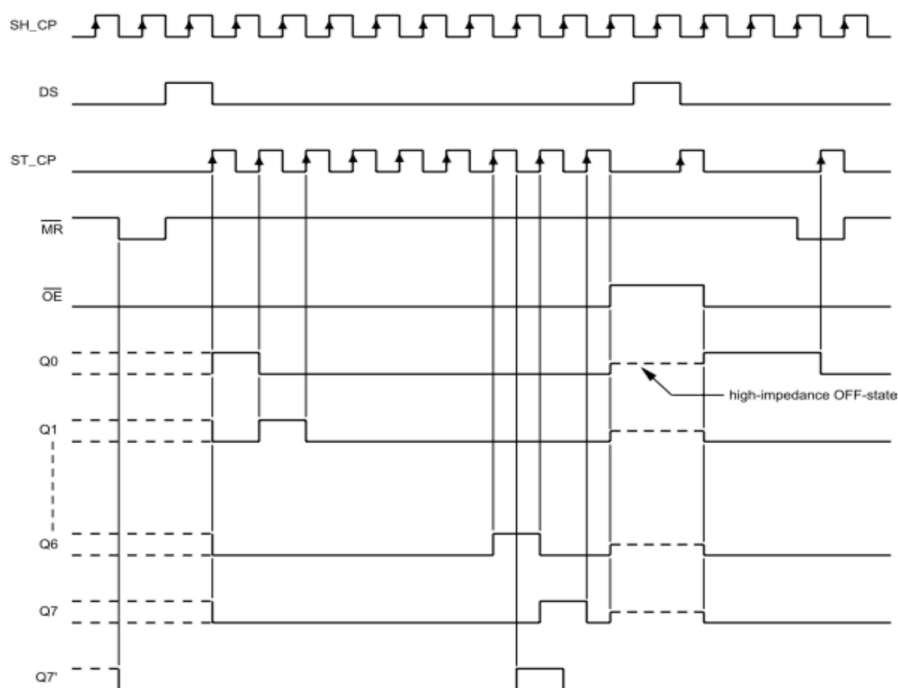
Obr. 10: Blokové schéma FT232BL[7]

6 POSUVNÝ REGISTR 74HC595

74HC595 Je osmibitový, vysokorychlostní posuvný registr s třístavovými výstupy. Výstupní registr a datový registr mají oddělené hodinové signály. Data jsou posunuta při každé náběžné hraně na vstupu SH_CP. Data jsou přesunuta do výstupního registru při náběžné hraně na vstupu ST_CP. [8]

Tab. 3: tabulka funkcí pro posuvný registr 74HC595 [8]

| Vstup | | | | | Výstup | | Funkce |
|-------|------|-----------------|-----------------|----|--------|------|---|
| SH_CP | STCP | \overline{OE} | \overline{MR} | DS | Q7' | Qn | |
| X | X | L | L | X | L | n.c. | Nízká úroveň na \overline{MR} pouze ovlivňuje posuvné registry |
| X | ↑ | L | L | X | L | L | Prázdný posuvný registr načtený do výstupního registru |
| X | X | H | L | X | L | Z | Vynulovaný posuvný registr. Paralelní výstupy ve vysokoimpedačním vypnutém stavu. |
| ↑ | X | L | H | H | Q6' | n.c. | Logická 1 posunuta do posuvného registru na pozici 0. Hodnoty ostatních pozic jsou posunuty o úroveň výš. |
| X | ↑ | L | H | X | n.c. | Qn' | Hodnoty z posuvného registru jsou posunuty do výstupního registru a na výstupy. |
| ↑ | ↑ | L | H | X | Q6' | Qn' | Hodnoty posuvného registru jsou posunuty. Původní hodnoty jsou přesunuty na výstupy |



Obr. 11: Časový diagram 75HC595 [8]

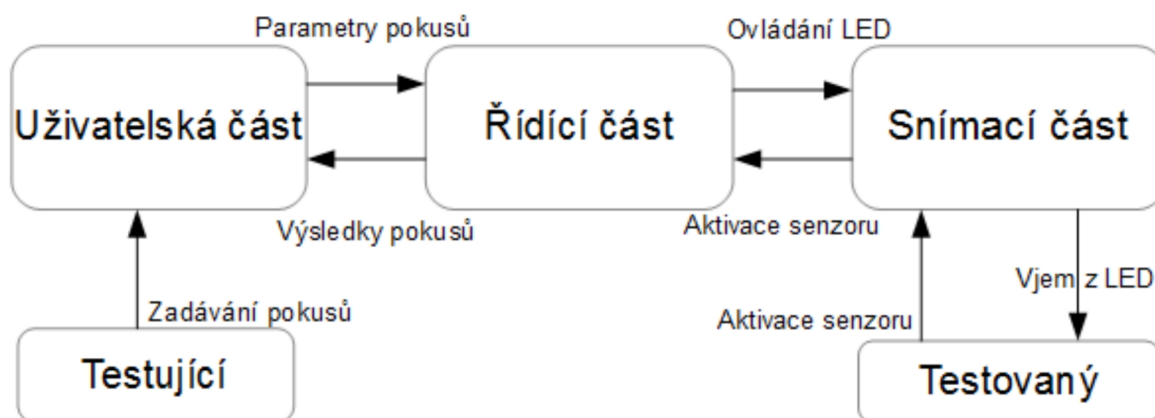
II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 NÁVRH STRUKTURY MĚŘÍCÍHO SYSTÉMU

Zařízení je rozděleno na tři různé části, jak je znázorněno na obrázku č.12. V první, uživatelské, části se zadávají parametry pro probíhající testy, vyplňují se údaje o zkoušených osobách, ukládají se výsledky, načítají se nedokončené sady měření apod. Uživatelská část je propojena s deskou ovládací částí přes USB port. Na řídicí desce je umístěn integrovaný obvod pomocí kterého dokáže PC přistupovat k USB portu jako k virtuálnímu UART portu.

Druhá, ovládací, část zpracovává přijaté požadavky, posílá signál do snímací části, plánuje jaký typ akce bude následovat, měří a posílá zpět uživatelské části výslednou dobu reakce.

Třetí, snímací část, podle signálů od řídicí části do posuvných registrů, pomocí RGB LED diod, dává informaci zkoušené osobě o tom, jaká akce se očekává. Může se jednat o výzvu k položení rukou na výchozí pozici, použití levé, pravé, nebo libovolné ruky k aktivaci vybraného senzoru, případně by zkoušená osoba měla nechat ruce na výchozí pozici. Dále tato část získává údaj o dotyku ruky na senzorech a tento údaj posílá do ovládací části.



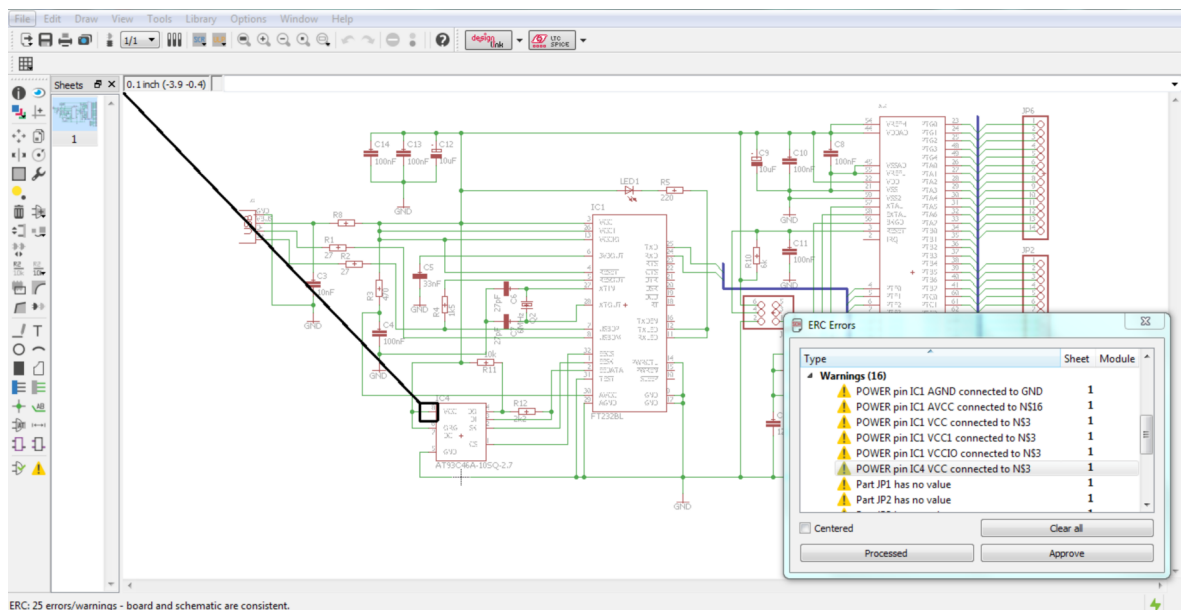
Obr. 12: Blokové schéma výrobku

8 TVORBA FYZICKÉ ČÁSTI PRÁCE

Pro vytvoření řídicí a snímací části jednotky ho bylo nejdříve potřeba navrhnout. K tomu posloužil program EAGLE, kde se navrhlo zapojení a rozložení součástek na desce. Následně bylo potřeba tento návrh přenést na samotnou desku. Po vyleptání spojů a osazení desky se přes konektory zajistila komunikace mezi jednotlivými částmi.

8.1 Program EAGLE

Program EAGLE v sobě zahrnuje režim pro tvorbu schémat, režim pro následné plánování rozložení součástek na desce plošných spojů, a režim pro vytváření vlastních součástek v případě že daná součástka v knihovně programu chybí a není ani v stažitelných knihovnách tvořenými dalšími uživateli.



Obr. 13: Ukázka programu EAGLE

8.1.1 Režim tvorby schémat

V tomto režimu se plánuje, které součástky budou použity, jejich parametry, pojmenování, a jak budou propojeny s ostatními součástkami.

V levé části je panel s příkazy. Pro přidání součástky se použije příkaz add, který otevře knihovny zvolených součástek, ze které se následně požadovaná součástka vybere a

umístí na hlavní plochu. V případě potřeby jde součástku následně otáčet, převracet, přejmenovat, nastavit hodnotu apod. Pro vytvoření spojení mezi dvěma součástkami je určen příkaz net. V případě, že by se schéma stávalo nepřehledným kvůli vzájemně se křížícím spojům se může použít příkaz bus, který vytvoří sběrnici přes kterou se následně jednotlivé spoje dají propojit bez zahlcení prostoru. Po dokončení návrhu schématu může následně uživatel pomocí příkazu ERC zkontrolovat, zda tam nemá z hlediska návrhu chyby.

8.1.2 Režim plánování desky

V režimu plánování desky program EAGLE použije informace o připravených součástkách z režimu torby schémat a přichystá je pro uživatele na rozmístění po desce. Současně EAGLE uživateli zobrazuje nepropojené spoje součástek. Příkazem ratsnest EAGLE přepočítá tyto nepropojené spoje a zobrazí nejbližší takový spoj pro součástky. Spoje se propojují příkazem route a následnou kresbou trasy spoje s volbou umístění a šířky. Spoje se dají vést přes spodní, vrchní, případně i jinou část v případě vícevrstevných desek. V případě tohoto projektu se muselo pracovat s jednostrannými deskami a tedy jen spodní strana desky mohla být připravována na vyleptání a tedy spoje vedoucí přes vrchní stranu jsou vnímány jako rovné vodiče. V případě špatně udělaného spoje se použije příkaz ripup pro jeho odstranění. Dokončený návrh se dá následně zkontrolovat příkazem DRC.

8.1.3 Režim tvorby součástek

Pokud je potřeba přidat součástku do schématu, ale není v knihovně EAGLu při instalaci, a ani není v dostupných uživatelských knihovnách, je nutné takovou součástku vytvořit. V EAGLu je na to jednoduchý režim, ve kterém se zvláště navrhuje schématické značky a zvláště pouzdra na desce. Samotná součástka následně vznikne navázáním výstupu značky s výstupy pouzdra.

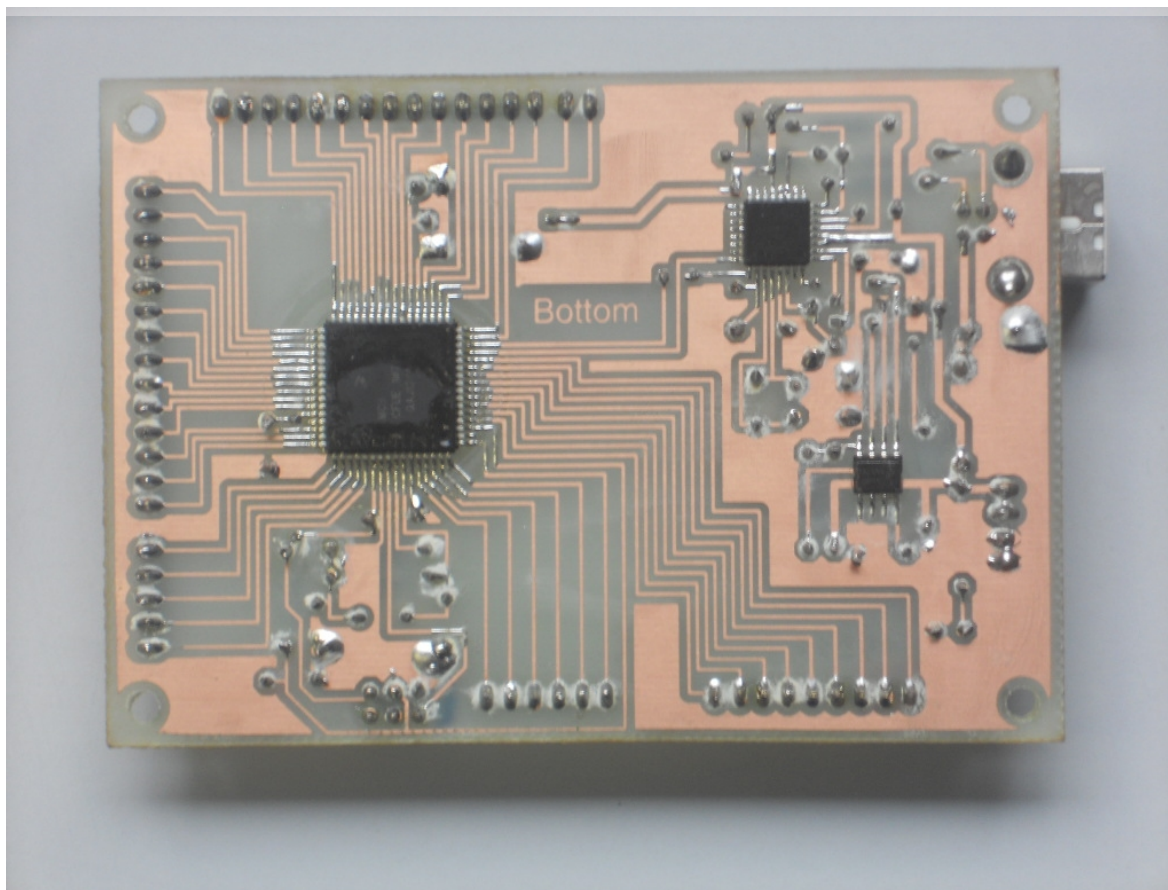
Protože nebyla součástí běžné knihovny a nebyla ani k nalezení v uživateli tvořenými knihovnami, bylo nutné pro tento projekt vytvořit součástku mikropočítače MC9S08AC128. Jednotlivé výstupy součástky byly pojmenovány podle technické dokumentace mikropočítače. Při tvorbě pouzdra posloužila jako základ součástka ze standardní knihovny EAGLu, která měla stejný typ pouzdra. Následně stačilo propojit výstupy ze

schématické značky s výstupy pozdru.

8.2 Deska pro řídicí část

Při tvorbě schématu desky pro řídicí část bylo potřeba dbát na dokumentaci k součástkám od výrobců doporučené připojení odporů a filtračních kondenzátorů o dané velikosti. Protože použitý mikropočítač není navržen tak, aby přímo posílal a přijímal data přes USB, bylo potřeba přidat součástku FT232B, která převádí USB signál na signál jednoho ze standardů UART, který mikropočítač dokáže zpracovat. Pro správnou funkci FT232B bylo také nutné přidat paměť EEPROM AT93C46, do které je uloženo nastavení převodníku.

Při plánování rozložení součástek na této desce muselo být dáváno pozor na umístění filtračních kondenzátorů, protože jejich úkolem je odfiltrout šumy u signálu jdoucího do integrovaného obvodu a čím větší vzdálenost mezi kondenzátorem a IO je, tím je účinnost filtrování menší. Dále bylo potřeba mít USB konektor umístěný na okraji desky pro jeho snadnou přístupnost. A nakonec bylo potřeba součástky umístit tak, aby bylo pokud možno co nejmenší počet propojení přes vrchní stranu desky.



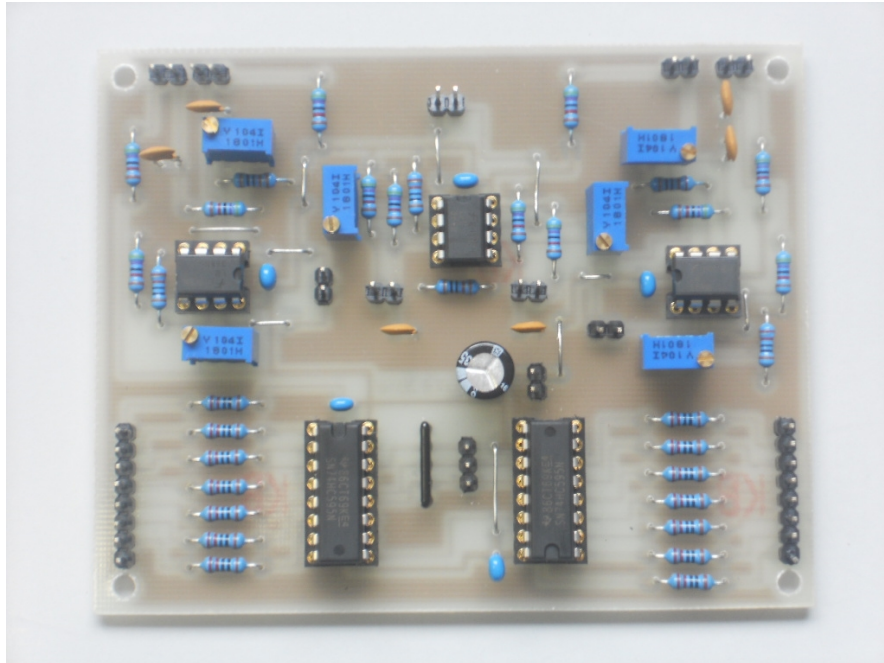
Obr. 15: Spodní strana desky řídicí části

8.3 Deska pro měřicí část

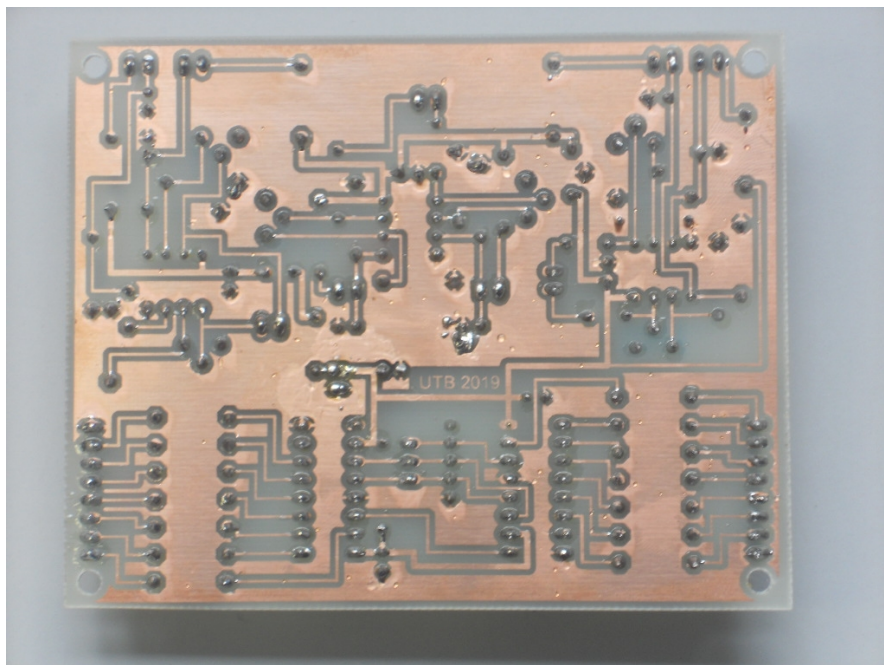
Při návrhu schématu této desky bylo, stejně jako při návrhu předchozí, potřeba dbát na velikost a počet filtračních kondenzátorů. Dále musel být brán ohled na zvolený typ senzorů a návrh obvodu tomu musel být přizpůsoben. Z hlediska kombinace rozměrů, dostupnosti, rychlosti odezvy, a ceny se jako nejlepší možnost pro detekční senzor zhodnotila jednoduchá deska s vodivými plochami blízko sobě tak, aby při nepřítomnosti doteku lidské ruky neprocházel žádný proud a současně aby při doteku ruky vznikl spoj. Tomuto musel být také přizpůsoben obvod pomocí OZ, tak aby při doteku mohl být výsledek snímání na úrovni logické 1 i přes vysoký odpor lidské kůže a současně aby se logická 1 nevyskytovala náhodně i bez přítomnosti ruky na senzoru. Protože bylo potřeba ovládat rozsvěcování LED diod a z možného důvodů příliš mnoha vodičů byla jako nejlepší možnost zvoleno ovládání z posuvných registrů, při kterém je potřeba minimálně tři vodičů namísto tří pro každou ze čtyř použitých RGB LED a po jednom vodiči pro použité dvě zelené LED.

Při návrhu rozložení součástek na desce musel být brán ohled na plánovaný výsledný tvar výrobku, tak aby jednotlivé snímače a diody měly své určené místo napojení.

Také jako u předchozího bylo i zde potřeba umístit filtrační kondenzátory poblíž použitých IO, aby neztratily na účinnosti. Výsledná deska by se nakonec dala rozdělit na dvě části. Na část pro zpracovávání signálů z čidel a část pro ovládání LED diod.



Obr. 16: Vrchní strana desky snímací části



Obr. 17: Spodní strana desky senzorové části

8.4 Konečný výrobek

Měřicí systém je tvořen ze dvou jednotek – řídicí a snímací. V řídicí jednotce je uložena řídicí deska. Tuto jednotku je možné připojit k PC pomocí USB konektoru. Řídicí a snímací jednotku je možno propojit pomocí Cannon konektoru přes dvanáctivodičový kabel (pouze jedenáct vodičů je využitých). Snímací jednotka má v sobě desku pro pomoc se zpracováním signálů a ovládání LED diod. Vrchní strana snímací jednotky má celkem šest čidel pro snímání hmatu, dvě pro výchozí pozici a čtyři pro měření reakce. U čidel pro měření reakce jsou RGB LED diody a u čidel pro zaznamenání výchozí pozice jsou zelené LED diody.



Obr. 18: Ukázka hotového výrobku

9 PROGRAM PRO MIKROPOČÍTAČ

9.1 CodeWarrior

Pro naprogramování mikropočítače řídicí části byl použit program CodeWarrior verze 11.0. Program byl psán v jazyce C. Součástí tohoto programu je i debugger, který po zapnutí automaticky nahraje napsaný kód do paměti mikropočítače. Po nahrání je možné program spustit nebo úplně zastavit, případně pozastavit běžící program. Dále je možno nastavit breakpointy, které pozastaví chod programu na zvoleném místě. U pozastaveného programu lze kontrolovat hodnoty uložených proměnných a krokovat jednotlivé příkazy programu.

9.2 Použité knihovny

Byly použity předem vygenerované knihovny Procesor Expertem a knihovna std-lib.h pro funkci pseudonáhodných čísel. Konkrétní knihovny od Procesor Expertem byly AS1 pro komunikaci po UART, IO_map pro jednodušší práci s porty, Cpu pro funkci na zpoždění a sada knihoven pro obsluhu přerušení jednotlivých částí modulů.

9.3 Vlastní funkce

- Check, která slouží ke kontrole funkčnosti přístroje.
- SetDiodes, která podle vstupní hodnoty nastaví posuvné registry na desce se senzory tak, aby LED diody svítily podle požadovaného stavu.
- SetTest, která vygeneruje požadovanou hodnotu pro funkci setDiodes podle nastavení uživatele.
- Interrupts, která obstarává vyvolání přerušení z TPM čítačů.

9.4 Popis programu

Ve výchozím stavu program čeká na přijetí čtyř příkazových znaků. V případě že přijde sada pro ověření funkčnosti, program postupně nastaví hodnoty v posuvných registrech části se senzory tak, aby postupně zasvítily diody červeně, zeleně, a modře. Následně rozsvítí znova všechny zeleně a čeká na uživatele, aby postupně ověřil funkčnost senzorů postupným dotykem na jednotlivé senzory. Po ověření funkce senzoru, zhasne příslušná indikační dioda. Zhasnou-li všechny diody vrací se program do výchozího stavu.

Pokud dostane příkaz k spuštění testování, vyčká na zaslání parametrů testu (počet, způsob, časy), které si následně uloží. Následně vybere jaká dioda se rozsvítí jakým způsobem. Pokud testovaná osoba nemá ruce na výchozí pozici, rozsvítí u nich LED jako indikaci, aby je tam položila. Následně vyčká stanovený čas a rozsvítí vybranou LED a současně spouští časovač. Po uplynutí pěti sekund nebo po zaznamenání aktivace senzoru časovač pozastavuje, zkontroluje, zda uživatel použil správnou ruku podle dat ze senzorů na výchozí pozici a odešle tyto údaje obsluhujícímu programu na PC. Tuto činnost následně opakuje podle počtu zadaných testů po jejichž ukončení se vrací do výchozího stavu.

V době testování hlídá, zda nepřišel příkaz pro pozastavení nebo ukončení činnosti. Při pozastavení čeká na příkaz k navrácení nebo ukončení. Pokud dostane příkaz na ukončení, vrací se do původního stavu.

10 PROGRAM PRO OBSLUHU Z PC

10.1 Eclipse

Pro programování obslužného programu z PC byl vybrán jazyk Java, který má několik výhod, například přenositelnost mezi platformami, připravenou sadu knihoven, zpětnou kompatibilitu u vyšších verzích apod. Jako vývojové prostředí byl použit Eclipse verze Oxygen.3a (4.7.3a).

10.2 Externí knihovny

Protože JAVA nemá vlastní knihovnu funkcí pro práci s porty, bylo potřeba takové funkce vytvořit nebo vyhledat a stáhnout knihovnu, která takové funkce mít bude. Knihovna, která byla použita pro tento účel je jSSC (java simple serial connector), protože je dostatečně jednoduchá na použití a má dostatečné výsledky.

10.3 Vytvořené třídy

- Data, pro práci s prvky jednotlivých zkoušených osob.
- dataArray, pro práci s jednotlivými zkoušenými osobami.
- DataExpImp, pro export a import dat z a do souborů.
- NewDialog, nové okno pro přidání další testované osoby.
- NewXDialog, nové okno pro nastavování sad pokusů.
- Okno, hlavní pracovní okno.
- Setting, pro uložení parametru testů.
- USBHandler, pro zajištění komunikace

10.4 Popis programu

Začíná v hlavním okně. Na vrchní straně je lišta s ovládacími příkazy. Hned pod ní je lišta s informacemi o pokusu, kolik je nastaveno opakování, jaké ruce se budou používat, jaký má být čas mezi položením rukou do výchozího stavu a zapnutím LED a jméno napojeného COM portu. Pod lištou je okno s informacemi o zkoušených osobách, jejich identifikační data a časy. Pod tímto oknem se vyskytuje identifikační číslo zkoušené osoby a tlačítko pro zápis získaného času.

Na hlavním panelu příkazů jsou záložky Options a Device. Rozkliknutí záložky Options poskytuje uživateli výběr ve kterém je příprava nových parametrů zkoušení, uložení a načtení výsledků, přidání, odebrání nebo výběr osoby pro testování.

Pod záložkou Device jsou možnosti pro spuštění zkoušení, zastavení zkoušení, kontrolu funkčnosti diod a snímačů a položka pro výběr možných COM portů.

Nový test dává možnosti nastavení rozmezí časů mezi položením ruk na výchozí polohu a rozsvěcením LED v řádu desetin sekund, kolik opakování je potřeba pro dané měření, a výběr použití rukou na dané měření.

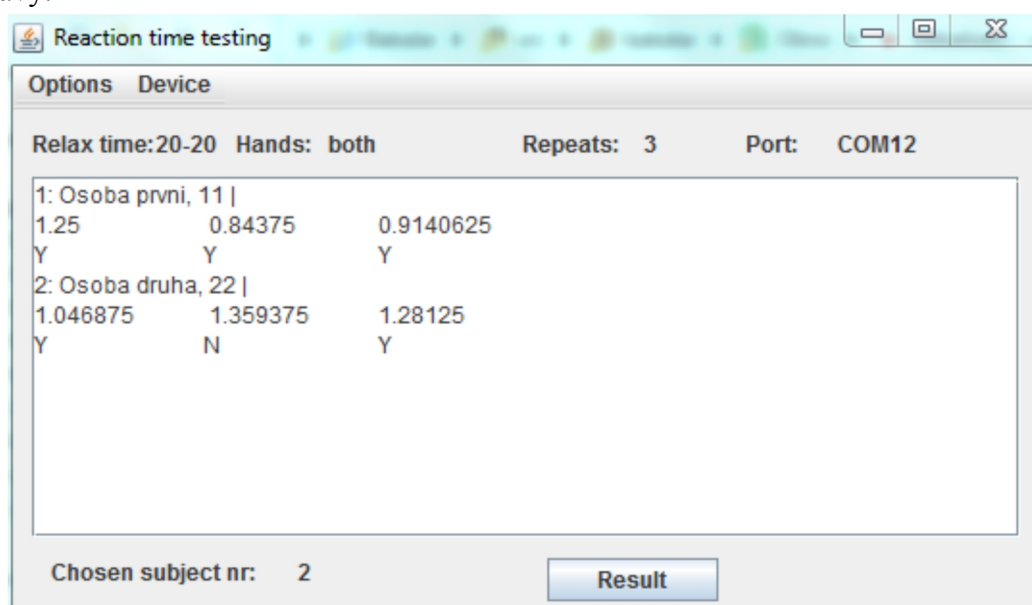
11 PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ FUNKCE JEDNOTKY

Praktické ověřování funkčnosti jednotky probíhalo ve třech oblastech. Jako první bylo potřeba ověřit že součástky na deskách plošných spojů jsou umístěny na správných pozicích, a nevyskytuje se někde zkrat, který by znemožnil desce správně fungovat. Tato část funguje naprosto bezchybně.

Druhou částí na ověření bylo ověření správnosti naprogramování mikropočítače. Jeho komunikaci s uživatelským rozhraním, komunikaci se snímací jednotkou a samotný chod programu bez chyb. Při počtu provedených různých zkoušek se dá tato část hodnotit jako dobrá. Ačkoli je komunikace s PC bezproblémová a časovač je nastavený správně, občas se vyskytne špatně vyhodnocená situace a časové prodlevy mohou být delší než očekávané kvůli nedostatečnému doladění.

Třetí kontrolovanou částí je uživatelské rozhraní na PC. Z hlediska funkčnosti je také dostačující. Jednotlivá tlačítka fungují zamýšleným způsobem a jednotlivé části mezi sebou předávají správné informace k chodu programu. Ale i zde jsou nedostatky. Chybí varovná hlášení pro uživatele, pokud zadají nesprávnou hodnotu. Dále chybí kontroly některých nepovolených stavů.

Celkově se dá říct že výrobek je funkční, ale je tu nemalá pravděpodobnost výskytu stavů neodpovídajících realitě. Tyto ale půjdou snadno odhalit a existuje možnost jejich nápravy.



Obr. 19: Ukázka výstupu programu

ZÁVĚR

Cílem práce bylo vytvořit zařízení pro měření reakční doby rukou osoby. V teoretické části práce je vysvětlení pojmu reakční doby a možných typů jejího měření. Dále je popis použitého mikropočítače a popis jeho důležitých částí využívaných v této práci. Konkrétně se jedná o modul TPM. Následuje přehled a popis druhů snímačů, používaných pro detekci přítomnosti dotyku ruky. Předposlední část pojednává o používané komunikaci mezi PC a mikropočítačem. Teoretická část pak končí popisem integrovaných obvodů využívaných na vytvořených deskách plošných spojů.

Praktická část začíná návrhem struktury výsledné práce. Poté přistupuje k jednotlivým dílčím částem. Začíná popisem návrhu schématu a následného plánování osazení na desku plošných spojů. Dále se věnuje programu tvořeného pro mikropočítač v řídicí jednotce. Následuje popis uživatelského programu na PC a končí rozborem výrobku z hlediska jeho funkčnosti.

Zařízení a součásti potřebné pro jeho správný chod jsou v současné podobě použitelné, i když je potřeba občas kontrolovat, zda jsou všechny dodané údaje odpovídající realitě. Vzhledem k velikému množství neosázených pinheadrů na řídicí desce má toto zařízení potenciál být dále vylepšován podle přání uživatele.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] OSMANČÍK, Radek. Analýza změny reakční doby vlivem působení vnějších a vnitřních vlivů. . Ostrava: , 2017.
- [2] Prof. PhDr. STRAUS, Jiří. Prodloužení reakční doby v závislosti na hladinu alkoholu.. . : Katedra kriminalistiky Policejní akademie v Praze., .
- [3] FREESCALE SEMICONDUCTOR. MC9S08AC128 Reference manual. Rev. 3. : , 2008. Dostupné z: <http://www.nxp.com>
- [4] FRADEN, Jacob. Handbook of Modern Sensors. Fifth edition. : Cham: Springer International Publishing, 2016. 978-3-319-19302-1
- [5] AXELSON, Jan. Serial Port Complete: COM Ports, USB Virtual COM Ports, and Ports for Embedded Systems. Second edition. : Lakeview Research, 2007. 978-1931448-07-9
- [6] Jan AxelsonUSB Complete. fifth edition. : Lakeview Research, 2015. 978-1-931448-29-1
- [7] FUTURE TECHNOLOGY DEVICES INTERNATIONALFT232BL/BQ USB UART IC. . : , 2011. Dostupné z: <https://www.ftdichip.com/>
- [8] TEXAS INSTRUMENTS. 74HC595 Datasheet. . : , 2003. Dostupné z: <http://www.ti.com>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|--------|--|
| RAM | Random access memory |
| CPU | Central processing unit |
| A/D | Analog to Digital |
| SCI | Sériové komunikační rozhraní (serial communications interface) |
| SPI | Sériové periferní rozhraní (serial peripheral interface) |
| TPM | Timer/PWM |
| PWM | Pulzně šířková modulace (pulse width modulation) |
| CPWM | Center-aligned pulse width modulation |
| TPMxSC | Timer/PWM x status control register |
| TOF | Timer overflow flag |
| TOIE | Timer overflow interrupt enable |
| CLKS | Clock signal |
| PS | Prescaler |
| CHnF | Channel n Flag |
| CHnIE | Channel n interrupt enable |
| LC | Obvod s cívkou a kondenzátorem |
| RC | Obvod s rezistorem a kondenzátorem |
| PC | Osobní počítač (personal computer) |
| LED | Light emitting diode |
| USB | Universal serial bus |
| UART | Universal asynchronous receiver/transmitter |
| RGB | Red green blue |
| IO | Integrovaný obvod |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obr. 1. Prostý reakční čas [2]..... | 11 |
| Obr. 2. Rozpoznávací reakční čas [2]..... | 12 |
| Obr. 3. Výběrový reakční čas [2]..... | 12 |
| Obr. 4. Blokové schéma MC09S08AC128 [3]..... | 14 |
| Obr. 5. Stavový a kontrolní registr TPMxSC [3]..... | 16 |
| Obr. 6. Stavový a kontrolní registr TPMxCnSC..... | 17 |
| Obr. 7: Příklad spínacího taktilního snímače [4]..... | 20 |
| Obr. 8: Příklad kapacitního taktilního snímače [4]..... | 21 |
| Obr. 9: Příklad optického taktilního snímače [4]..... | 21 |
| Obr. 10: Blokové schéma FT232BL[7]..... | 24 |
| Obr. 11: Časový diagram 75HC595 [8]..... | 25 |
| Obr. 12: Blokové schéma výrobku..... | 27 |
| Obr. 13: Ukázka programu EAGLE..... | 28 |
| Obr. 14: Vrchní strana desky řídicí části..... | 31 |
| Obr. 15: Spodní strana desky řídicí části..... | 31 |
| Obr. 16: Vrchní strana desky snímací části..... | 32 |
| Obr. 17: Spodní strana desky senzorové části..... | 32 |
| Obr. 18: Ukázka hotového výrobku..... | 33 |
| Obr. 19: Ukázka výstupu programu..... | 38 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tab. 1: Popis bitů stavového a kontrolního registru TPMxSC [3]..... | 16 |
| Tab. 2: Popis bitů stavového a kontrolního registru TPMxCnSC [3]..... | 17 |
| Tab. 3: tabulka funkcí pro posuvný registr 74HC595 [8]..... | 25 |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: Schéma zapojení desky řídicí části.

Příloha P 2: vrchní a spodní strana Motivu desky plošných spojů pro řídicí část.

Příloha P 3: Osazovací plán vrchní a spodní strany řídicí desky.

Příloha P 4: Seznam součástek pro řídicí desku.

Příloha P 5: Schéma zapojení snímací desky.

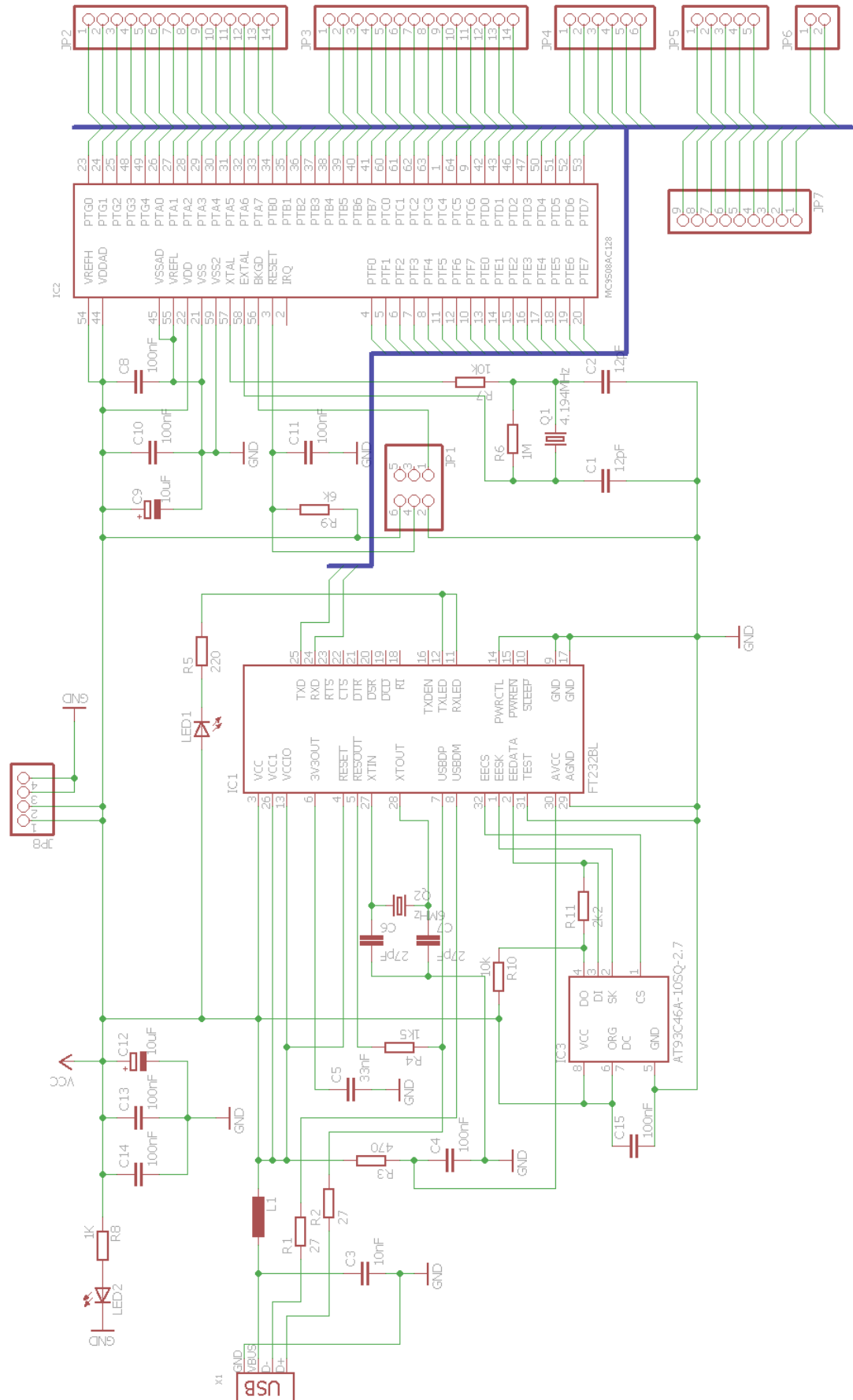
Příloha P 6: vrchní a spodní strana Motivu snímací desky plošných spojů.

Příloha P 7: Osazovací plán snímací desky.

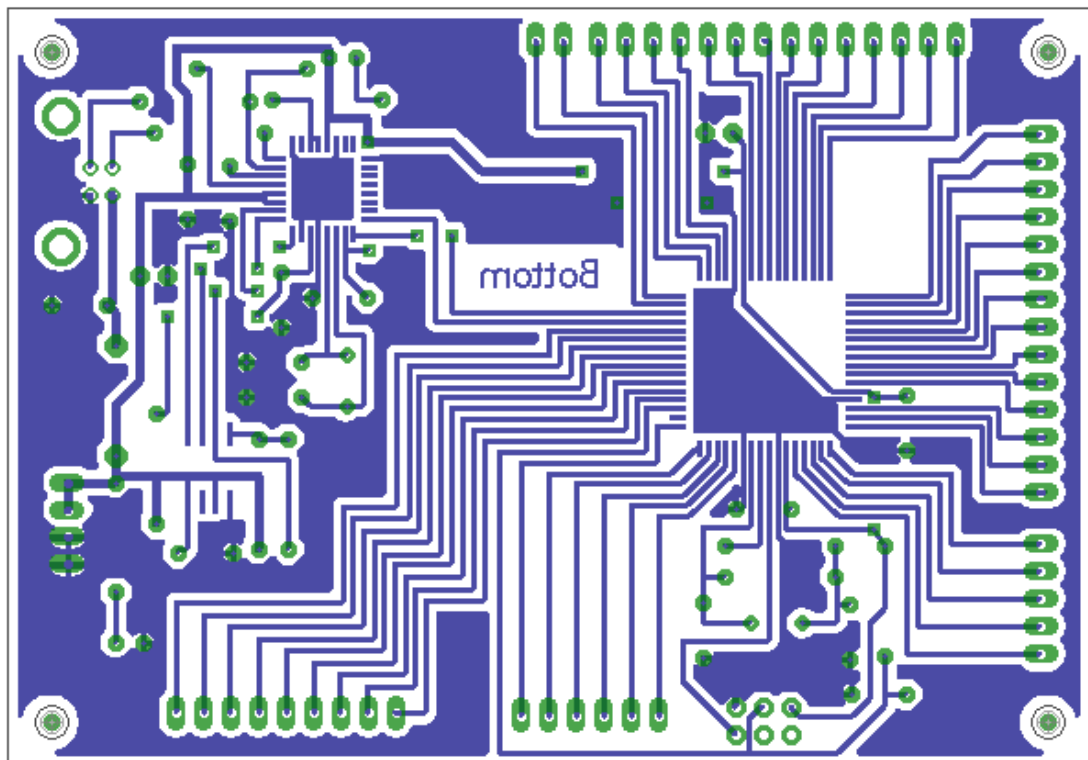
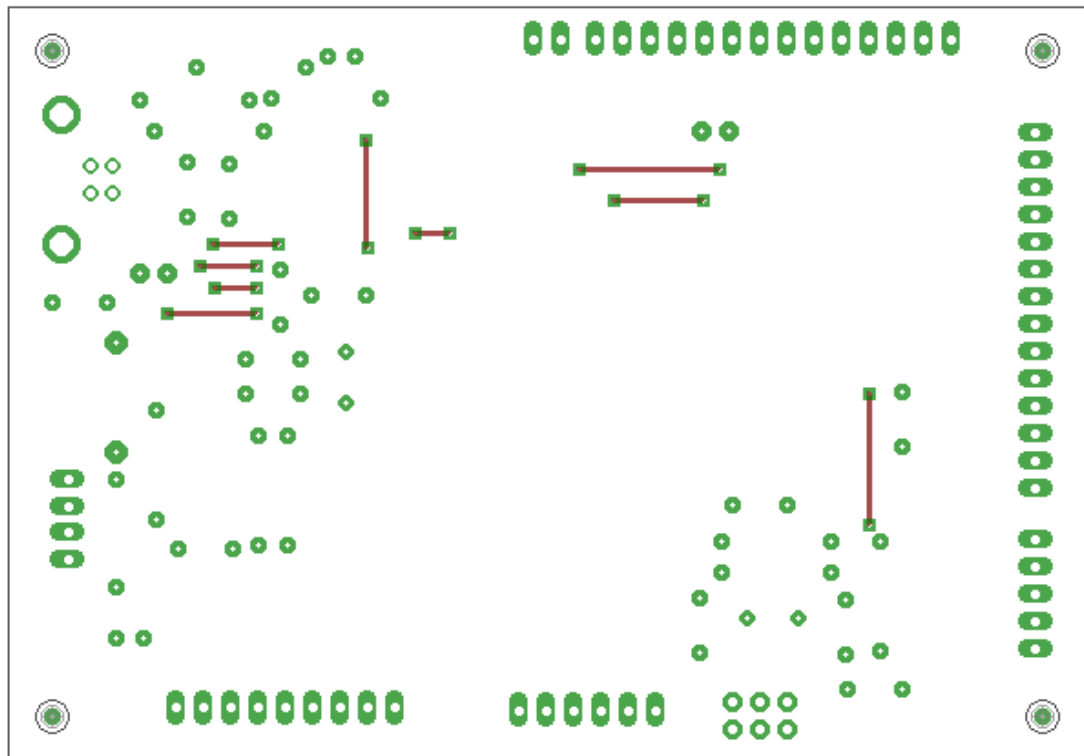
Příloha P 8: Seznam součástek pro Snímací desku.

Příloha P 9: obsah CD.

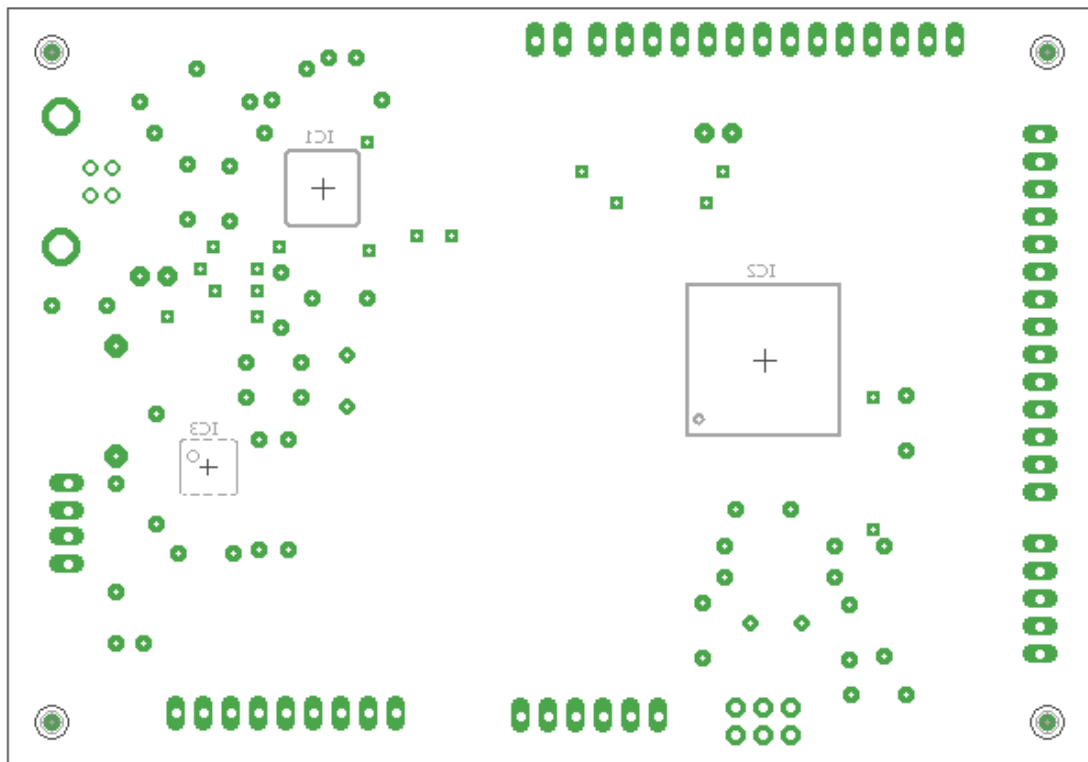
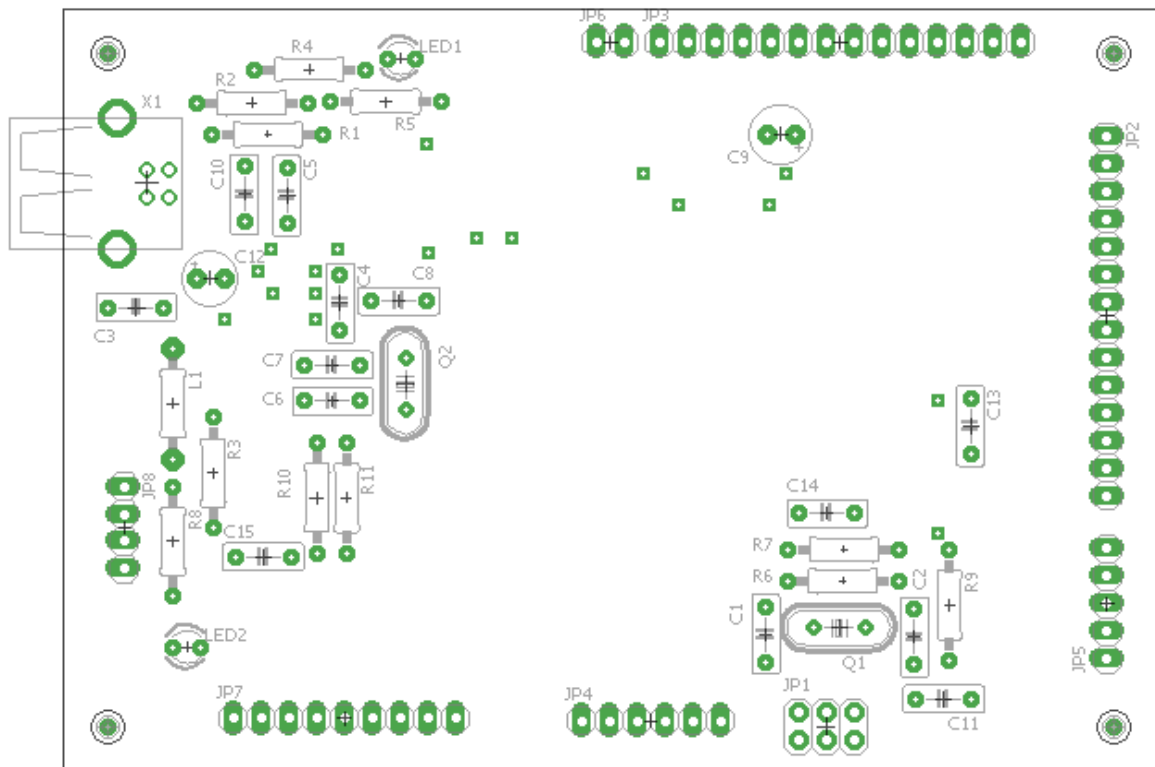
PŘÍLOHA P 1: SCHÉMA ZAPOJENÍ DESKY ŘÍDICÍ ČÁSTI.



**PŘÍLOHA P 2: VRCHNÍ A SPODNÍ STRANA MOTIVU DESKY
PLOŠNÝCH SPOJŮ PRO ŘÍDICÍ ČÁST.**



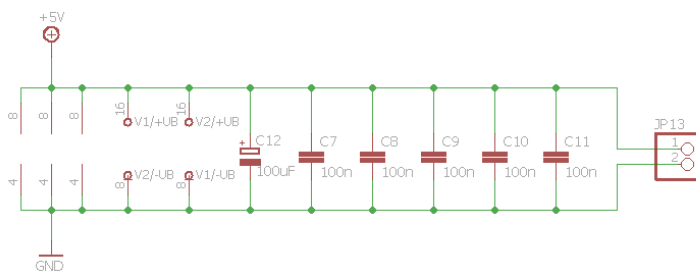
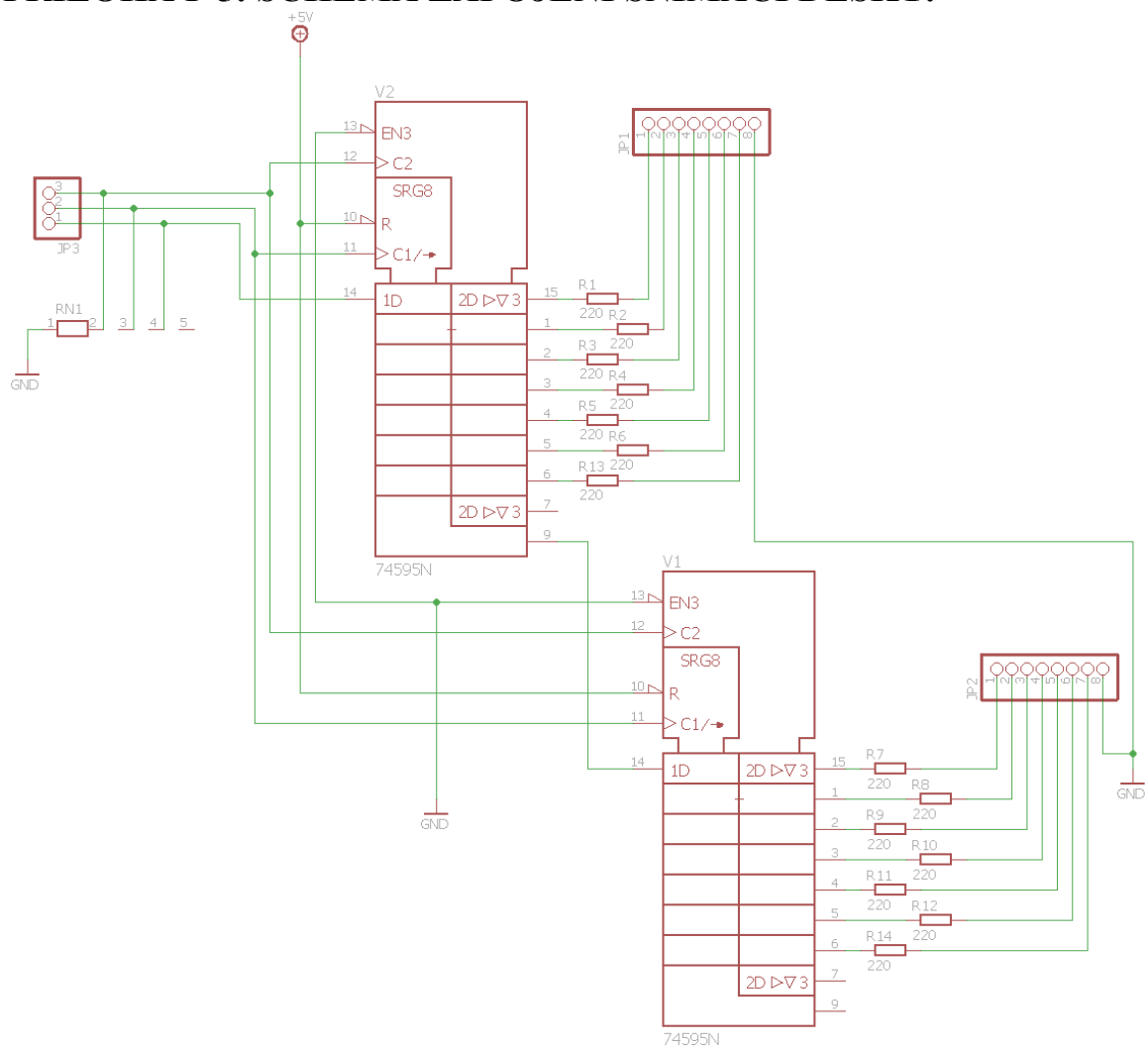
PŘÍLOHA P 3: OSAZOVACÍ PLÁN VRCHNÍ A SPODNÍ STRANY ŘÍDÍCÍ DESKY.

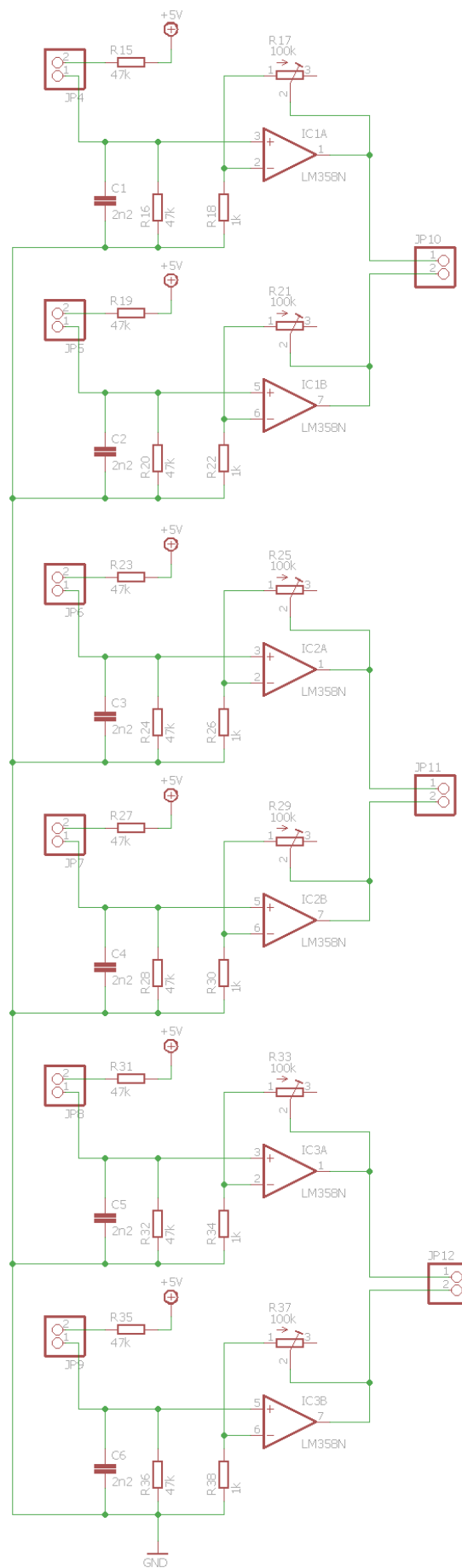


PŘÍLOHA P 4: SEZNAM SOUČÁSTEK PRO ŘÍDICÍ DESKU.

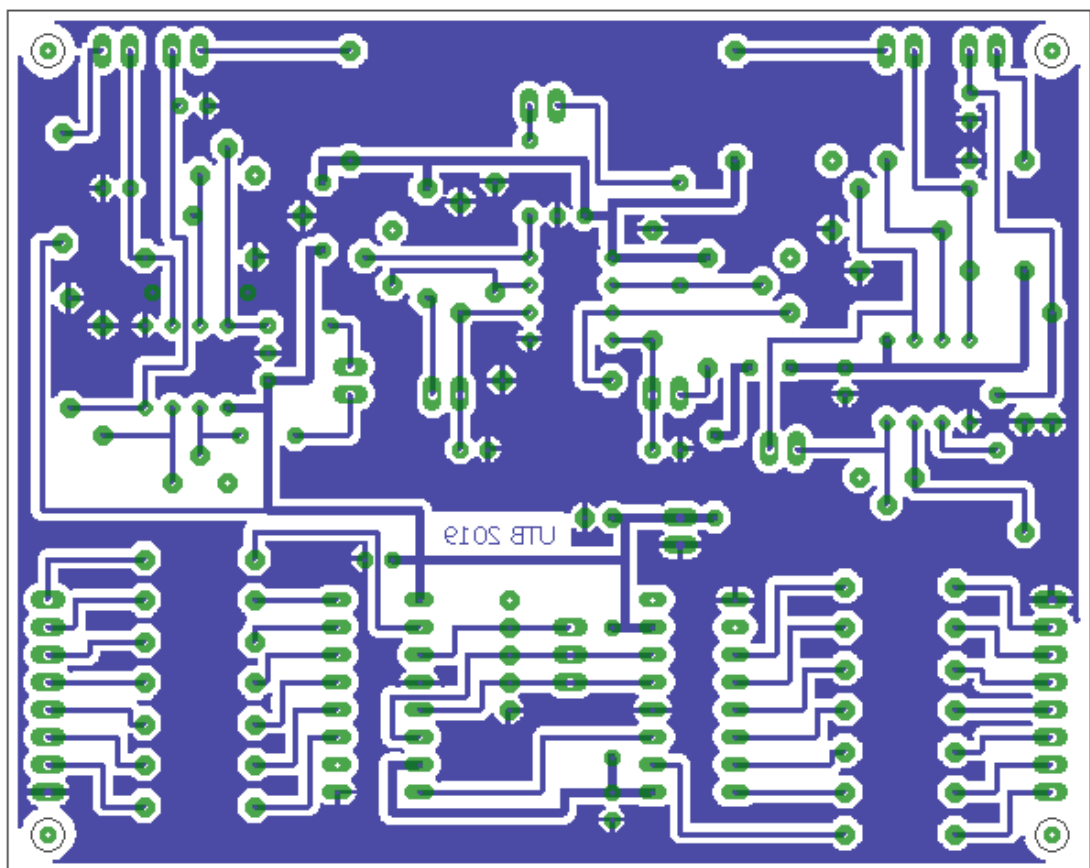
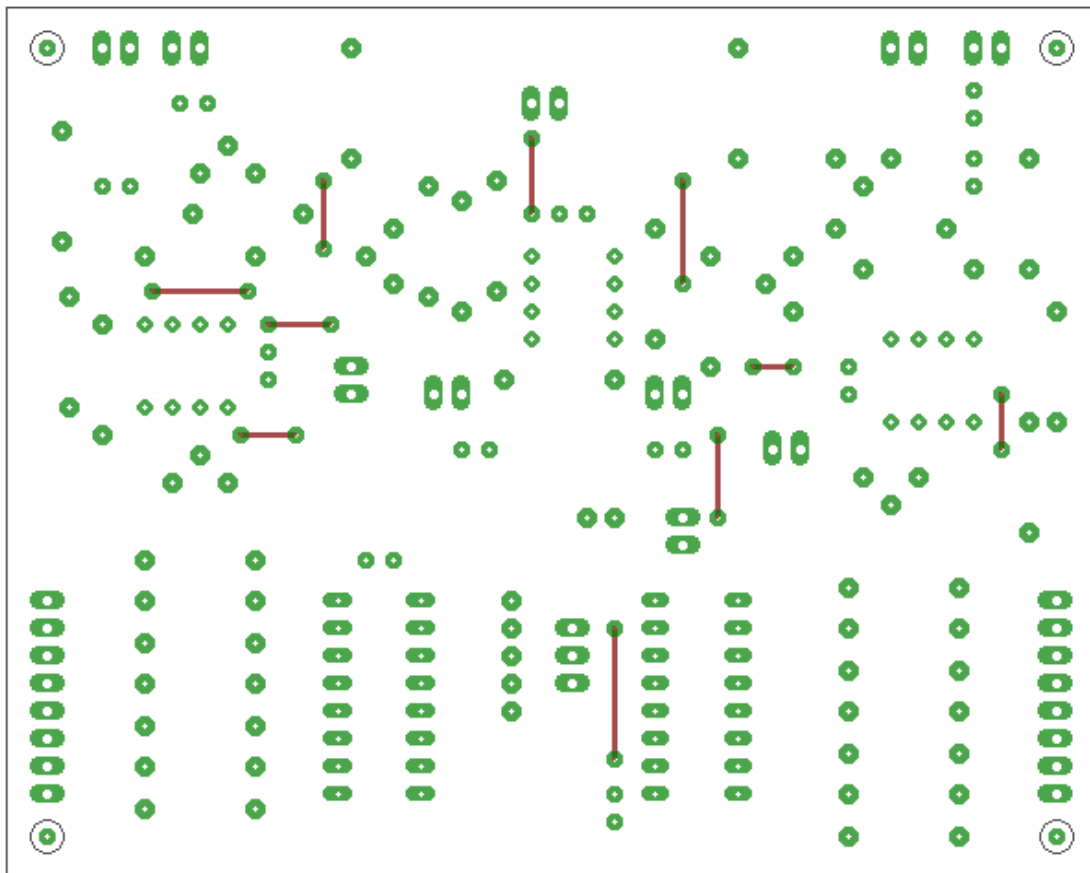
| Součástka | Název | Počet |
|--------------------|--------------------------|-------|
| FT232BL | IC1 | 1 |
| MC9S08AC128 | IC2 | 1 |
| AT93C46 | IC3 | 1 |
| Odpor 27 Ω | R1-R2 | 2 |
| Odpor 470 Ω | R3 | 1 |
| Odpor 1k5 Ω | R4 | 1 |
| Odpor 220 Ω | R5 | 1 |
| Odpor 1M Ω | R6 | 1 |
| Odpor 10k Ω | R7, R10 | 2 |
| Odpor 1k Ω | R8 | 1 |
| Odpor 6k Ω | R9 | 1 |
| Odpor 2k2 Ω | R11 | 1 |
| Kondenzátor 12pF | C1-C2 | 2 |
| Kondenzátor 10nF | C3 | 1 |
| Kondenzátor 100nF | C4, C8, C10-C11, C13-C15 | 7 |
| Kondenzátor 33nF | C5 | 1 |
| Kondenzátor 27pF | C6-C7 | 2 |
| Kondenzátor 10uF | C9, C12 | 2 |
| LED, červená | LED1 | 1 |
| LED, zelená | LED2 | 1 |
| HC49S 4.194MHz | Q1 | 1 |
| HC49S 6MHz | Q2 | 1 |
| USB-B-H | X1 | 1 |
| Tlumivka | L1 | 1 |
| Pinheader 2x3 | JP1 | 1 |
| Pinheader 1x14 | JP2-JP3 | 2 |
| Pinheader 1x6 | JP4 | 1 |
| Pinheader 1x5 | JP5 | 1 |
| Pinheader 1x2 | JP6 | 1 |
| Pinheader 1x9 | JP7 | 1 |
| Pinheader 1x4 | JP8 | 1 |

PŘÍLOHA P 5: SCHÉMA ZAPOJENÍ SNÍMACÍ DESKY.

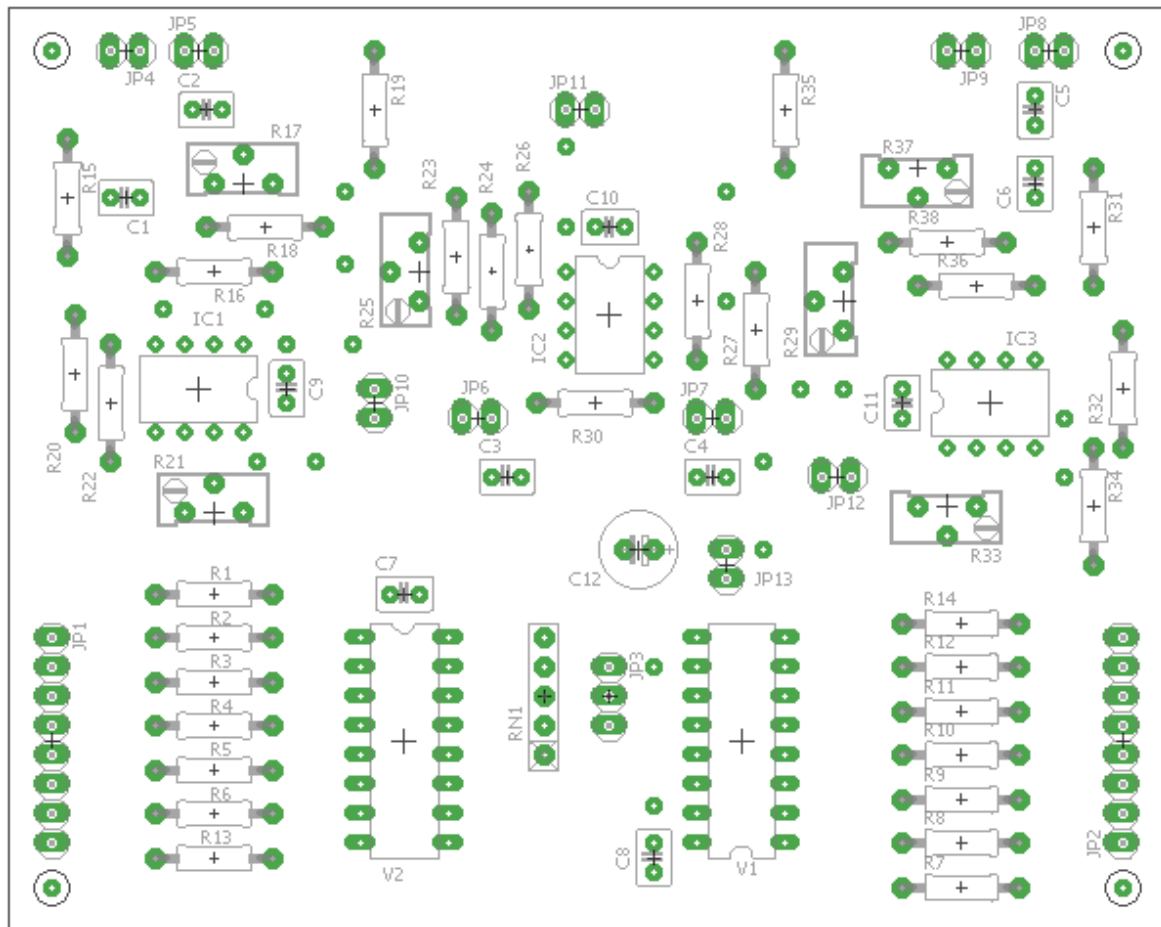




**PŘÍLOHA P 6: VRCHNÍ A SPODNÍ STRANA MOTIVU SNÍMACÍ
DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ.**



PŘÍLOHA P 7: OSAZOVACÍ PLÁN SNÍMAČÍ DESKY.



PŘÍLOHA P 8: SEZNAM SOUČÁSTEK PRO SNÍMACÍ DESKU.

| Součástka | Název | Počet |
|-----------------------------|---|-------|
| Posuvný registr 74HC595 | V1-V2 | 2 |
| Operační zesilovač LM358N | IC1-IC3 | 3 |
| Odpor 220 Ω | R1-R14 | 14 |
| Odpor 47k Ω | R15-16, R19-20, R23-R24, R27-R28, R31-R32, R35-R36 | 12 |
| Odpor 1k Ω | R18, R22, R26, R30, R34, R38 | 6 |
| Trimr 100k Ω | R17, R21, R25, R29, R33, R37 | 6 |
| Odporová síť 4x4k7 Ω | RN1 | 1 |
| Kondenzátor 2n2F | C1-C6 | 6 |
| Kondenzátor 100nF | C7-C11 | 5 |
| Ellyt. kondenzátor 100uF | C12 | 1 |
| Pinheader 1x8 | JP1-JP2 | 2 |
| Pinheader 1x3 | JP3 | 1 |
| Pinheader 1x2 | JP4-JP13 | 10 |

PŘÍLOHA P 9: OBSAH CD.

Obsahuje bakalářskou práci ve formátu fulltext.pdf, návrh schémat a desek plošných spojů vytvořených v programu EAGLE pro řídicí a snímací část a vyexportované projekty z vývojových prostředí Code Warrior IDE a Eclipse.