

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace**

## **Digitální časomíra řízená mikroprocesorem**

**Pavel Gross**

**Plzeňský kraj**

**Plzeň 2018**

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace**

## **Digitální časomíra řízená mikroprocesorem**

**Digital timer controlled by a microprocessor**

**Autor:** Pavel Gross

**Škola:** Vyšší odborná škola a střední průmyslová  
škola elektrotechnická Plzeň, Koterovská 85

**Kraj:** Plzeňský kraj

**Konzultant:** Ing. Jiří Mazanec

**Plzeň 2018**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Plzni dne 2. 2. 2018 .....

Pavel Gross

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat svému konzultantovi Ing. Jiřímu Mazancovi za poskytnuté informace k dané problematice.

## **Anotace**

Tato práce se zabývá návrhem a realizací digitální časomíry řízené mikroprocesorem. V dokumentaci je popsána daná problematika a všechny části, které jsou důležité pro měření času při závodě. Hlavním cílem této práce bylo vytvořit časomíru určenou pro Závod traktorů do vrchu. Při výrobě časomíry byl kladen důraz na odolnost a na co nejjednodušší manipulaci.

## **Klíčová slova**

digitální časomíra; multiplex; laserová brána; mikroprocesor; displej

## **Annotation**

This thesis deals with the design and implementation of digital timer, controlled by microprocessor. The documentation describes the issue and all the parts that are important for measuring the time at the race. The main goal of this work was to create a timer for the tractor race. During production timer, emphasis was placed on durability and ease of manipulation.

## **Keywords**

digital timer; multiplex; laser gate; microprocessor; display

## Obsah

Úvod .....	7
1 Měření času při závodu traktorů do vrchu .....	8
2 Části měřicího systému pro závod traktorů.....	9
2.1 Řídící jednotka časomíry .....	9
2.1.1 Arduino UNO.....	9
2.1.2 Mikrokontrolér ATmega 328p.....	10
2.1.3 Posuvný registr 74HC595.....	10
2.2 Displej.....	11
2.2.1 Časový multiplex .....	12
2.2.2 Princip činnosti displeje.....	13
2.2.3 Realizace displeje.....	13
2.3 Bezdrátový modul NRF24L01 + PA + LNA.....	14
2.4 Laserová brána .....	15
2.5 Napájení.....	15
3 Princip zobrazení času na displej.....	17
4 Řídící jednotka časomíry .....	17
5 Plošný spoj .....	18
5.1 EasyEda – editor plošných spojů .....	18
5.2 Realizace spoje.....	18
6 Software .....	18
6.1 Programátor.....	18
6.2 ArduinoIDE – zápis programu.....	19
7 Mechanické část .....	19
8 Závěr .....	21
Citace a odkazy: .....	22
Příloha 1 – Zapojení .....	23
Příloha 2 – Fotodokumentace .....	28

# Úvod

Bydlím v malé vesnici jménem Žebnice, kde každým rokem pořádáme Závod traktorů do vrchu. Zpočátku se závodů účastnili jen místní obyvatelé. Postupem času se tento závod stával známějším a účastnilo se ho čím dál více lidí. A tím samozřejmě i větší konkurence.

Byla potřeba přesnějšího měření času. Nejdříve se čas měřil pouze stopkami, což bylo ale velice nepřesné. Proto jsme začali shánět časomíru. Pořizovací cena časomíry není zrovna malá a na naše použití, pouze jednou za rok, i dosti zbytečná. Časomíru jsme si tedy půjčovali. S tím byl ale velký problém. Buď nebyla volná na termín, na který jsme ji potřebovali, nebo byla nějak mechanicky poškozená. Někdy jsme to bohužel poznali až při samotném závodě. Řešení problému s majitelem časomíry bylo velice nepříjemné.

A jelikož jsem také pořadatel této akce, rozhodl jsem se časomíru pro tento závod vytvořit. A protože se dnes hojně využívají mikrokontroléry, a já už si pár měsíců „hrají“ s vývojovou deskou „Arduino UNO“, rozhodl jsem se ji pro tuto práci použít.

# 1 Měření času při závodu traktorů do vrchu

Závod traktorů do vrchu se hodnotí podle času a splnění všech překážek. Hlavním cílem je v co nejkratším čase projet trať. Za nesplnění překážky hrozí vyloučení ze závodu. Jestliže závodník posune některou z pneumatik, kterými je ohraničena trať, je penalizován 5-15 vteřinami dle závažnosti. Samotné měření začíná průjezdem startovní laserové brány a končí okamžikem průjezdu cílové laserové brány. Výhodou, oproti klasickému startu - mávnutím praporku, je, že jezdec může vystartovat nezávisle na pokynu startujícího.



## 2 Části měřicího systému pro závod traktorů

K měření času je použito: 2x laserová brána (start, cíl), řídicí jednotka časomíry, napájecí zdroj, displej u ovládací jednotky, externí displej, bezdrátový modul.

### 2.1 Řídicí jednotka časomíry

Na začátku elektronického měření času existovaly pouze časomíry realizované pomocí logických obvodů. Tato metoda je již dnes nepraktická. Nevýhodou realizace časomíry pomocí logických obvodů je velké množství součástek. Lepším řešením je použití mikrokontroléru, který se v posledních letech hojně rozmohl. A proto jsem se k dané problematice rozhodl využít mikrokontrolér, konkrétně jsem využil mikroprocesor ATmega 328p, který je srdcem vývojového kitu Arduino UNO.

#### 2.1.1 Arduino UNO

Jak jsem již zmínil v úvodu, s Arduinem jsem se seznámil již před pár měsíci. A proto jsem se rozhodl použít pro moji práci právě tuto desku. Existuje více druhů, já jsem si vybral konkrétně Arduino UNO, které jsem měl již doma. Arduino je vlastně vývojová deska založená na mikrokontrolérech ATmega od firmy Atmel.

Základní parametry desky – Arduino UNO:

- Provozní napětí 5V
- 14 digitálních vstupů/výstupů (včetně 6 pinů podporující PWM výstup)
- 6 vstupních analogových pinů
- DC proud na vstupech/výstupech – max. 40 mA



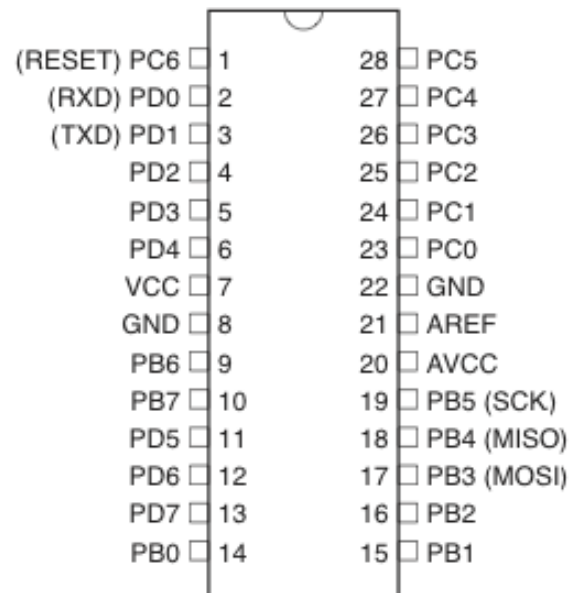
Obrázek 2: Vývojová deska Arduino UNO

## 2.1.2 Mikrokontrolér ATmega 328p

Srdcem celé časomíry je mikroprocesor ATmega 328p. Jde o nízkopříkonový osmibitový mikrokontrolér s architekturou RISC. Jeho výhodou je přijatelná cena a dobré parametry. Byl zvolen kvůli tomu, že se nachází na Arduinu.

Základní vlastnosti:

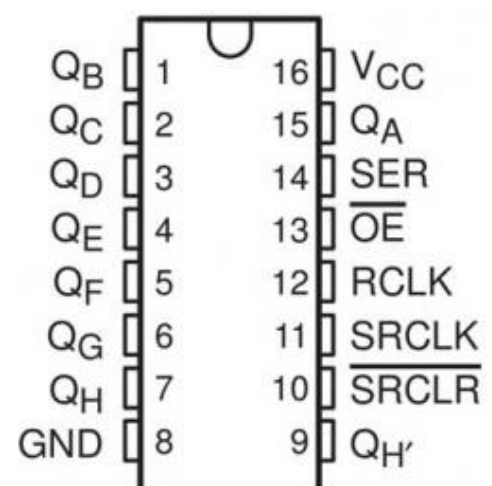
- Instrukční soubor obsahuje 131 instrukcí
- Dva 8-bitové (B, D) a jeden 7-bitový (C) vstupní/výstupní port
- Celkem 23 vstupů/výstupů
- Hodinový kmitočet až 20 MHz
- Programová paměť FLASH 32 kB
- Datová paměť SRAM 2 kB
- Datová paměť EEPROM 1 kB
- Dva 8-bitové časovače/čítače
- Jeden 16-bitový časovač/čítač
- 6 kanálů PWM
- 10-bitový A/D převodník
- Analogový komparátor
- Rozhraní: SPI, I2C, USART



Obrázek 3: Mikroprocesor ATmega 328 - pinout

## 2.1.3 Posuvný registr 74HC595

Jelikož jsem v průběhu své práce zjistil, že budu potřebovat více pinů, než má mikročip ATmega 328p k dispozici, začal jsem „tápat“ po internetu. Narazil jsem na posuvný registr, konkrétně posuvný registr 74HC595. Díky tomuto registru můžeme ovládat pomocí 3 vstupů až 8 výstupů. Co to vlastně posuvný registr je? Jde o skupinu klopných obvodů, která má propojené vstupy a výstupy tak, že s náběžnou hranou hodinového signálu jsou data (bity) synchronně posunuta o jeden klopný obvod. Dříve se posuvné registry řešili pomocí RS klopných obvodů a zpožďovacích linek. Dnes se dodávají jako samostatné integrované obvody.



Obrázek 4: Posuvný registr 74HC595 - pinout

Důležité piny: SRCLK – vstup hodinového signálu  
SER – vstupní datový pin  
SCLK – pin udávající stav pro nahrávání dat

Princip činnosti:

Když přijde hodinový signál na SRCLK, posune se logická hodnota se SER do posuvného registru. Do posuvného registru můžeme zapisovat jen tehdy, pokud bude na vstupu SCLK logická nula. Po zápisu a přepnutí SCLK do stavu logické jedničky se data zobrazí na výstupech.

## 2.2 Displej

Jako zobrazovací panel se, při závodech tohoto typu, nejčastěji používá segmentových displejů. Nevýhodou těchto displejů je malá svítivost a omezená velikost číslic.



Obrázek 5: Segmentový displej

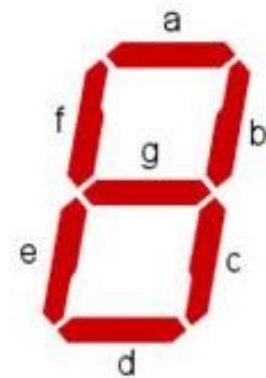
Postupem času se začaly používat zobrazovací displeje z vysoce svítivých LED, které jsou uspořádány ve tvaru číslic.

Výhodou takto zhotovených displejů je vysoká svítivost a možnost výroby číslic o jakékoliv velikosti.



Obrázek 6: Displej z vysoce svítivých LED

Časomíra obsahuje jeden „interní“ šestimístný 7-segmentový displej. Navíc lze ještě připojit jeden větší „externí“ šestimístný 7-segmentový displej, který umožní divákům vidět čas závodníků. Doposud byly výsledky vyhlašovány až po skončení závodu. V obou případech se jedná o zapojení displeje „se společnou anodou“. Při použití časomíry k závodu traktorů by stačil pouze čtyřmístný displej, protože „projetí“ celé trati, včetně překážek, trvá několik málo minut. Jelikož můžeme časomíru použít i k jiným účelům, raději jsem použil šestimístný displej pro případnou potřebu počítání hodin.



Obrázek 7: Pozice jednotlivých segmentů

### 2.2.1 Časový multiplex

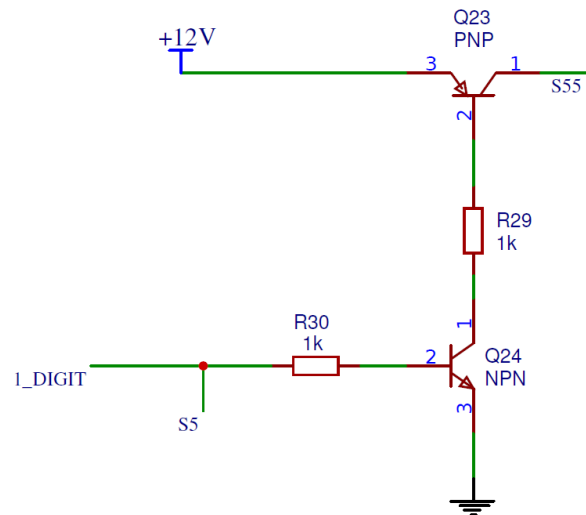
Časový multiplex je metoda přenosu více datových signálů jen jedním společným datovým médiem. Tato metoda se používá pro přenos digitálního signálu. Princip spočívá v rozdělení digitálního signálu do jednotlivých časových intervalů o přesně dané délce. Jednotlivá zařízení pošlou svá data do kódovače, který je rozdělí do časových úseků a pošle je přes společné datové médium.

Na konci média pak nalezneme dekodér, který má za úkol tyto časové úseky zpětně třídit a rozesílat je dále ke koncovým zařízením.

## 2.2.2 Princip činnosti displeje

Na principu časového multiplexu funguje i displej této časomíry. Katody, na které jsou přivedeny údaje o stavu jednotlivých segmentů, jsou spínány pomocí tranzistorů v zapojení „se společným emitorem“ zesilující proud. Anody malého displeje jsou řízeny přímo z mikroprocesoru. Jelikož velký 7-segmentový displej potřebuje pro rozsvícení jednotlivých segmentů napětí o hodnotě alespoň 7,5V, vyřešil jsem to pomocí dvou tranzistorů zapojených následovně:

Pokud přivedeme na bázi NPN tranzistoru Q24 logickou jedničku, tranzistor sepne a přivede logickou nulu na bázi PNP tranzistoru Q23. Zde pracujeme s negativní logikou. Jelikož je logická nula oproti 12V menší, tranzistor sepne a propustí tohle napětí, které je zapotřebí k rozsvícení daného segmentu.



Obrázek 8: Zapojení tranzistorů

Tímto způsobem se postupně dostanou data o jednotlivých segmentech k příslušné číslici. V jeden, námi určený, časový interval tak svítí pouze příslušný digit malého a velkého displeje. Frekvence časového multiplexu je 2 kHz a jelikož lidské oko tuto rychlou změnu nedokáže postřehnout, zdá se nám, že svítí všechny číslice najednou.

## 2.2.3 Realizace displeje

Rozhodl jsem se zhotovit dva displeje. Jeden, který bude přímo u ovládacího panelu a je určen pro obsluhu, která bude časy jednotlivých závodníků zapisovat do PC. A jeden velký externě připojitelný 7-segmentový displej pro diváky. Menší displej má velikost číslici 24 x 34 mm. U většího displeje je velikost číslice 47,8 x 69,7 mm. Pro oba displeje jsem si navrhl plošné spoje pomocí online editoru plošných spojů EasyEda. Po návrhu plošného spoje pro velký 7-segmentový displej jsem zjistil, že se takhle velké plošné spoje běžně nevyrábí. Nastal menší problém, který byl vyřešen vyhotovením tří plošných spojů a poté jejich propojení pomocí dutinkových lišt.

Displej zobrazuje čas ve formátu: MINUTY : VTEŘINY : SETINY

## 2.3 Bezdrátový modul NRF24L01 + PA + LNA

Wifi modul NRF24L01 umožňuje bezdrátovou komunikaci na frekvenci 2,4 GHz. Komunikace probíhá přes rozhraní SPI pouze mezi dvěma či více moduly, neumožňuje připojení se k domácí WiFi síti. Může pracovat jako vysílač i jako přijímač. Jeho výhodou je především relativně velká vzdálenost přenosu a nízký příkon.

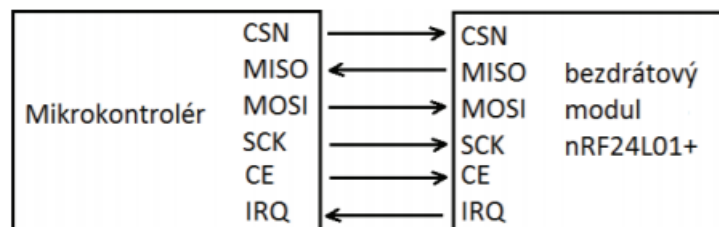
Základní vlastnosti:

- Stejnoseměrné napájecí napětí 1,9 – 3,6 V
- Komunikační frekvence 2,4 GHz
- Citlivost přijímače až -85dBm
- Odběr 10mA – 100mA
- Sériové rozhraní SPI (MOSI, MISO, SCK)



Obrázek 9: Bezdrátový modul NRF24L01

Přenos (důležité vývody):



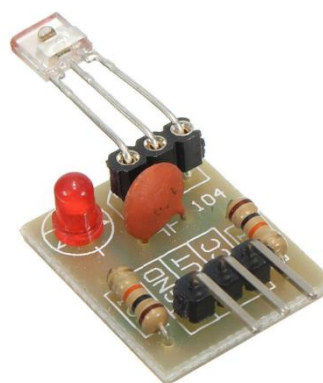
Obrázek 10: Princip přenosu

## 2.4 Laserová brána

Další otázkou bylo, jak celou časomíru zapnout a vypnout. Asi nejlepším způsobem je použít nějakou bránu, kterou když traktor projede, tak se zapne odpočítávání času. A poté ještě jednu bránu, kterou když se projede, tak se časomíra zastaví. Po „bádání“ na internetu jsem přišel s řešením. Rozhodl jsem se použít laserovou bránu. Tato brána se skládá ze dvou částí, vysílače a přijímače. Jako vysílač poslouží červený laser s vlnovou délkou 650nm, konkrétně čip KY-008. Jako přijímač jsem použil senzor právě tohoto laseru.



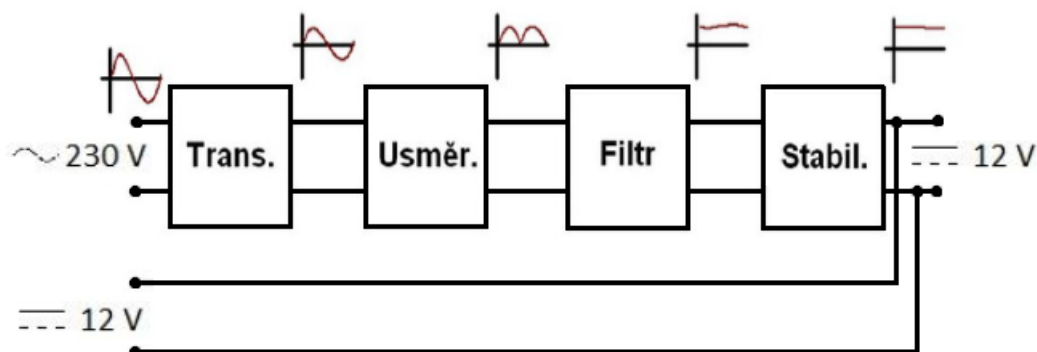
Obrázek 12: Vysílač



Obrázek 11: Přijímač

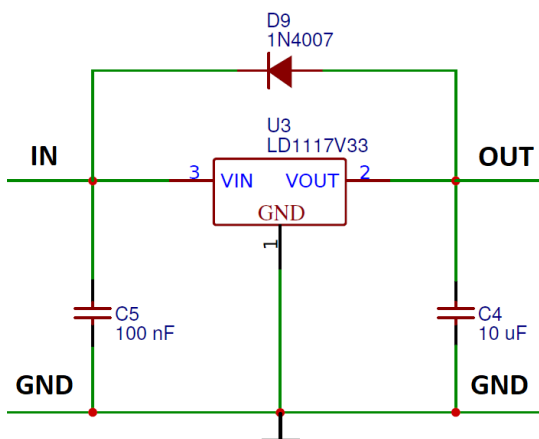
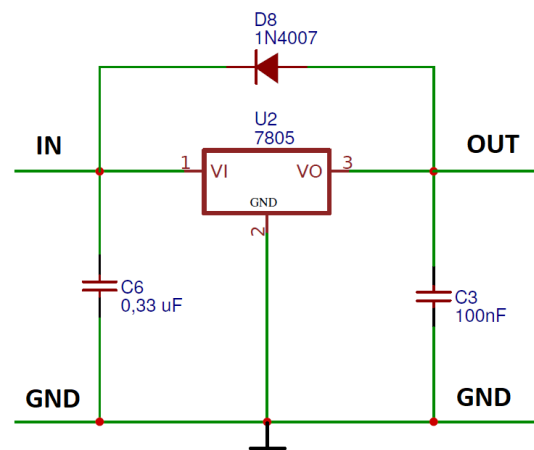
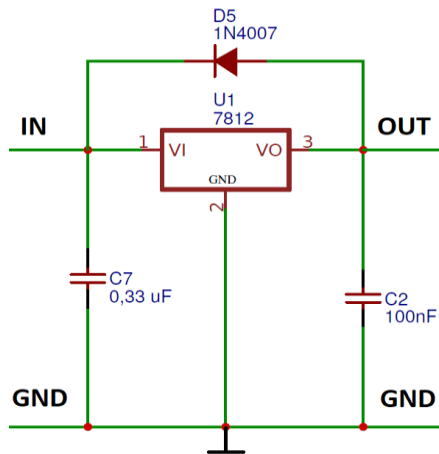
## 2.5 Napájení

Další nezbytnou částí časomíry je její napájení. Při návrhu jsem bral v úvahu, že by mohla být časomíra využívána v místech, kde je absence elektrického proudu. Proto jsem napájení navrhl pro stejnosměrné napětí 12V. Díky tomu může být časomíra napájena dvěma způsoby. První způsob je napájet časomíru síťovým zdrojem s výstupním stejnosměrným napětím 12V. Druhý způsob je napájet časomíru pomocí 12V baterie (autobaterie).



Obrázek 13: Blokové schéma zdroje

Jeho zapojení tvoří síťový transformátor, který zajišťuje změnu velikosti síťového střídavého napětí. Na jeho výstupu je pak zapojen usměrňovač, který přeměňuje střídavé sekundární napětí na stejnosměrné, ale pulzující. Pulzující napětí je pak pomocí vyhlazovacího filtru, který zde tvoří kondenzátor, vyhlazeno a ustáleno na stejnosměrné zvlněné napětí. Proto je v zapojení dále použit stabilizátor 7812, který zajišťuje co největší tvrdost zdroje. Zároveň zmenšuje zvlnění výstupního napětí a udržuje výstupní napětí na požadované hodnotě. Na vstupu a výstupu stabilizátoru jsou zapojeny blokovací kondenzátory, které slouží jako krátkodobé zdroje energie, při rychlé změně zatěžovacího proudu obvodu. Stabilizátor je jištěn diodou, která zabraňuje zničení nebo poškození stabilizátoru vlivem zpětného proudu. Zpětný proud vznikne při náhlém odpojení napájecího napětí. Jelikož mikroprocesor pracuje s napětím 5 V, k napájení jsem použil výstupní napětí ze síťového zdroje (12V), které jsem dále stabilizoval pomocí stabilizátoru 7805 s vhodně zapojenými kondenzátory na vstupu a výstupu. Pro práci bezdrátového modulu NRF24L01 je zapotřebí napájení 3,3 V. To jsem získal připojením stabilizátoru na 3,3 V (stabilizátor LD1117V33). Kvůli velkému odběru proudu, především segmentových displejů, jsou stabilizátory pasivně chlazeny.





### 3 Princip zobrazení času na displej

Časomíra je řízena mikrokontrolérem ATmega 328p. Samotný mikroprocesor je taktován pomocí externího krystalu Y1 o frekvenci 16MHz. U krystalu jsou zapojeny externí kondenzátory s hodnotou 22pF. Z důvodu potřeby více pinů byl použit posuvný registr 74HC595. Výhodou tohoto posuvného registru je potřeba pouze tří pinů mikrokontroléru. Samotný posuvný registr má osm výstupů. Posuvný registr jsem použil pro rozsvícení jednotlivých segmentů (katody). Nejdříve nastavíme pin SCLK na logickou nulu. Po příchodu hodinového signálu na SRCLK se data o stavu segmentů posunou se SER do posuvného registru. Po zápisu a přepnutí SCLK do stavu logické jedničky se data zobrazí na výstupech. U námi zvoleného registru jde o sériový vstup dat a následně paralelní výstup dat. Jednotlivé katody obou displejů jsou spínány pomocí NPN tranzistorů v zapojení „se společným emitorem“ zesilující proud. Pro zapojení „se společným emitorem“ je charakteristické, že obrací fázi. Jelikož používám displeje „se společnou anodou“, tak jednotlivé segmenty (A,B,C...) se rozsvítí uzemněním (logická nula). Po zapojení těchto tranzistorů, sloužících ke spínání katod, jsem musel program upravit tak, že se segmenty rozsvítí po přivedení logické jedničky. V sérii s kolektorem tranzistoru jsou zapojeny rezistory, které omezují proud displejem. Pro malý displej jsem použil rezistory o hodnotě 330 Ω. Pro velký displej byly použity rezistory o hodnotě 1kΩ. Anody malého displeje jsou řízeny přímo z mikroprocesoru. Anody velkého displeje jsou spínány dvojicí tranzistorů. Přesný princip funkce je vysvětlen v podkapitole „2.2.2 Princip činnosti displeje“.

### 4 Řídící jednotka časomíry

Na čelním panelu časomíry jsou vyvedeny některé ovládací prvky. Tlačítka: START – pro zahájení odpočtu času, STOP – pro zastavení odpočtu času, RESET – pro vynulování času. Přepínač – z důvodu možnosti ovládání časomíry dvěma způsoby. Když je přepínač v poloze „automaticky“, časomíra je ovládána pomocí laserových bran. Když je přepínač v poloze „manuálně“, časomíru lze ovládat pouze tlačítky. Dále jsou zde vyvedeny kontrolky pro jednodušší orientaci. Dvě kontrolky sloužící pro definování stavu přepínače. A jedna kontrolka signalizující napájení.

## 5 Plošný spoj

Pro chod časomíry, jako celku, je potřeba několika částí. Od samotného napájení, přes řídicí jednotku až po samotný displej.

### 5.1 EasyEda – editor plošných spojů

EasyEda je online editor určený k návrhu plošných spojů. Jeho výhodami jsou rozsáhlé knihovny součástek, snadné ovládání a také online editace. Pomocí tohoto editoru jsem navrhl všechny potřebné desky plošného spoje, které jsou nezbytné pro chod časomíry.

### 5.2 Realizace spoje

Pracovat s editorem pro mě byla zcela nová zkušenost. Své znalosti ohledně práce s tímto programem jsem získal díky instruktážním videím. A především metodou „pokus-omyl“. Nejprve jsem začal od menším plošných spojů, kde jsem získal další potřebné zkušenosti pro tvorbu složitějších desek. Začal jsem překreslením všech potřebných schémat do programu. Poté jsem tato schémata převedl do editoru plošných spojů, kde bylo třeba navrhnout jejich konečnou podobu. Finální podobu spojů jsem vytiskl na folii, kterou lze zakoupit v informačním centru u nás na škole. Plošné spoje byly zhotoveny pomocí fotocesty, která je přístupná v dílnách na škole. K výrobě touto metodou je zapotřebí cuprexitové desky s fotocitlivou vrstvou, kterou lze zakoupit také v centru Plzně. Tímto způsobem jsem postupoval u všech dalších plošných spojů.

## 6 Software

### 6.1 Programátor

K naprogramování mikroprocesoru je třeba zařízení, které umožní komunikaci mezi počítačem a mikroprocesorem. Jak jsem již zmínil v úvodu, tuto funkci plní vývojová deska Arduino UNO. Arduino se k počítači připojuje přes sběrnici USB (Universal Serial Bus). Také lze mikroprocesor naprogramovat bez použití tohoto vývojového kitu. A to například přes paralelní port. Volba druhé metody, vzhledem k použití mikroprocesoru ATmega 328p, který je kompatibilní s Arduinem, je značně složitější.

## 6.2 ArduinoIDE – zápis programu

K zapsání programu jsem použil aplikaci ArduinoIDE v 1.8.5. Jde o volně dostupnou, šiřitelnou aplikaci, pomocí které lze zapisovat program do mikroprocesorů firmy Atmel. Její velkou výhodou je, že je navržena pro jednoduchou a především přehlednou práci při psaní programu. Další velkou výhodou je vypalování zavaděče, který je nezbytný pro komunikaci s arduinem. Jak už z názvu vyplývá, jde především o aplikaci hojně využívanou ve spojení s arduinem. Pro správnou funkci bylo potřeba, po prvním spuštění, nastavit typ mikroprocesoru, komunikační port a typ programátoru. Po nahrání programu, byl mikroprocesor připravený k použití. Poté bylo možné jej opatrně vyjmout z kitu a následně vyzkoušet v osazené řídicí jednotce, jejíž nezbytnou součástí je tento mikrokontroler.

## 7 Mechanické část

Řídicí jednotka časomíry je usazena do typizované krabice od firmy ABB. Její rozměry jsou následující 31 cm x 24 cm s výškou 11 cm. Uvnitř krabice se nachází „řídicí deska“, která je srdcem celé časomíry. Zdroj, ke kterému je připevněn chladič o velikosti 10 cm x 5 cm x 2 cm. Vedle „řídicí desky“ se nachází toroidní transformátor 12V a 20VA. A ještě jeden plošný spoj s dutinkovou lištou, do které je usazen bezdrátový modul, jehož anténa je vyvedena ven kvůli lepšímu přenosu. Všechny plošné spoje jsou připevněny k montážní desce, kterou jsem dle velikosti a tvaru krabice vyřízl z nehořlavého materiálu, který mám doma. Celá deska je spojena s konstrukcí osmi šrouby. Segmentové displeje jsou uchyceny k přední straně krabice pomocí čtyř šroubů na každém rohu desky. Zabudované displeje jsou chráněny plexisklem červené barvy. To slouží jednak k ochraně, a také napomáhá lepší čitelnosti času. Na přední straně krabice jsou vyvedena tlačítka k ovládání časomíry, která jsou popsána pomocí DYMO kleští. Na boku krabice je konektor XLR pro komunikaci s laserovou bránou na startu, konektor D-SUB (VGA) pro externí připojení velkého displeje, konektory pro její napájení a také pojistková pouzdra pro případnou výměnu pojistky. Z druhého boku krabice je vyvedena anténa pro lepší komunikaci a přepínač pro snadné zapnutí časomíry při napájení ze sítě.

Vysílač a přijímač laserové brány na startu je umístěn v jedné krabici o rozměrech 10 cm x 10 cm s výškou 6 cm. Ze strany krabice je konektor XLR se třemi piny sloužící k napájení a detekci stavu senzoru. Pomocí zmíněného konektoru bude propojena s řídicí jednotkou. Vysílač a přijímač laserové brány v cíli se nachází v krabici o rozměrech 10 cm x 10 cm s výškou 8 cm. Uvnitř krabice je oproti krabici na startu umístěn ještě plošný spoj zdroje, mikroprocesor ATmega 328p, který je důležité pro bezdrátovou komunikaci s řídicí jednotkou. Nejdříve jsem chtěl použít čip ATtiny 85. Po dlouhém hledání na internetu a zprovoznování komunikace mezi mikročipem a počítačem se mi podařilo program do mikročipu nahrát. Poté jsem vlastní „blbostí“ zjistil, že tento čip má méně použitelných pinů než potřebuji. Proto jsem nakonec zvolil mikroprocesor ATmega 328p. Dále zde nalezneme plochou 4.5 V baterii sloužící k napájení celé laserové brány. Pro bezdrátovou komunikaci zde slouží bezdrátový modul NRF24L01 s vyvedenou anténou. Ze strany krabice je přepínač pro jednoduché zapnutí a vypnutí. Kapacita baterie je 3500 mAh. Díky nízkému odběru a potřebě napájení 4,5V a 3,3V je použití této baterie vhodné. Zde jsou použity opět krabice od firmy

ABB. Vysílač (laser) se nachází v průchodce typu PG 13,5. Příjímač je umístěn v měděné vodoinstalační trubce, která je z vnitřní strany vylepená alobalem kvůli snadnému odrazu laserového paprsku.

Velký displej jsem umístil do plastového ventilačního kanálu, který jsem zařízl dle potřebné velikosti. Konečná velikost je 49 cm x 11 cm x 5,5 cm. Uzavření boků kanálu jsem vyřešil redukcí, která původně sloužila k prodlužování kanálů. Tuto redukci jsem z jedné strany seřízl, a vyplnil ji plastem, který je přilepen pomocí speciálního lepidla na plast. Druhý bok kanálu je řešen stejným způsobem, navíc se zde nachází D-SUB (VGA) konektor pro připojení k řídicí jednotce. Samotný displej je opět chráněn červeným plexisklem, který zde plní ještě jednu funkci - lepší čitelnost času.



Obrázek 14: Konektor XLR



Obrázek 15: Konektor D-SUB (VGA)

## 8 Závěr

Cílem mé práce bylo vyrobit plnohodnotnou časomíru pro použití při Závodu traktorů do vrchu, kterou lze mimo jiné využít i pro jiný závod než jen tento. Záměr práce byl prakticky splněn ve všech bodech, které jsem si na začátku práce stanovil. Při testování funguje časomíra bez problémů. Případné problémy a nedostatky se mohou projevit při použití časomíry v praxi.

Použitím laserové brány s viditelným spektrem (650nm) je nevýhodné z důvodu, že senzor reaguje i na přímý slunečný svit. Nyní bych volil infračervenou bránu, která má vlnovou délku větší než viditelné světlo. (760 nm – 1 mm). Tuto problematiku jsem vyřešil použitím již zmíněné „trubky“, která je přivedena až k senzoru umístěnému uvnitř krabice. Jelikož je časomíra řízena 16MHz krystalem, počítání času není tak přesné jako při použití obvodu reálného času. Pro naše účely je přesnost časomíry zcela dostačující, jelikož jsou podmínky pro všechny závodníky stejné.

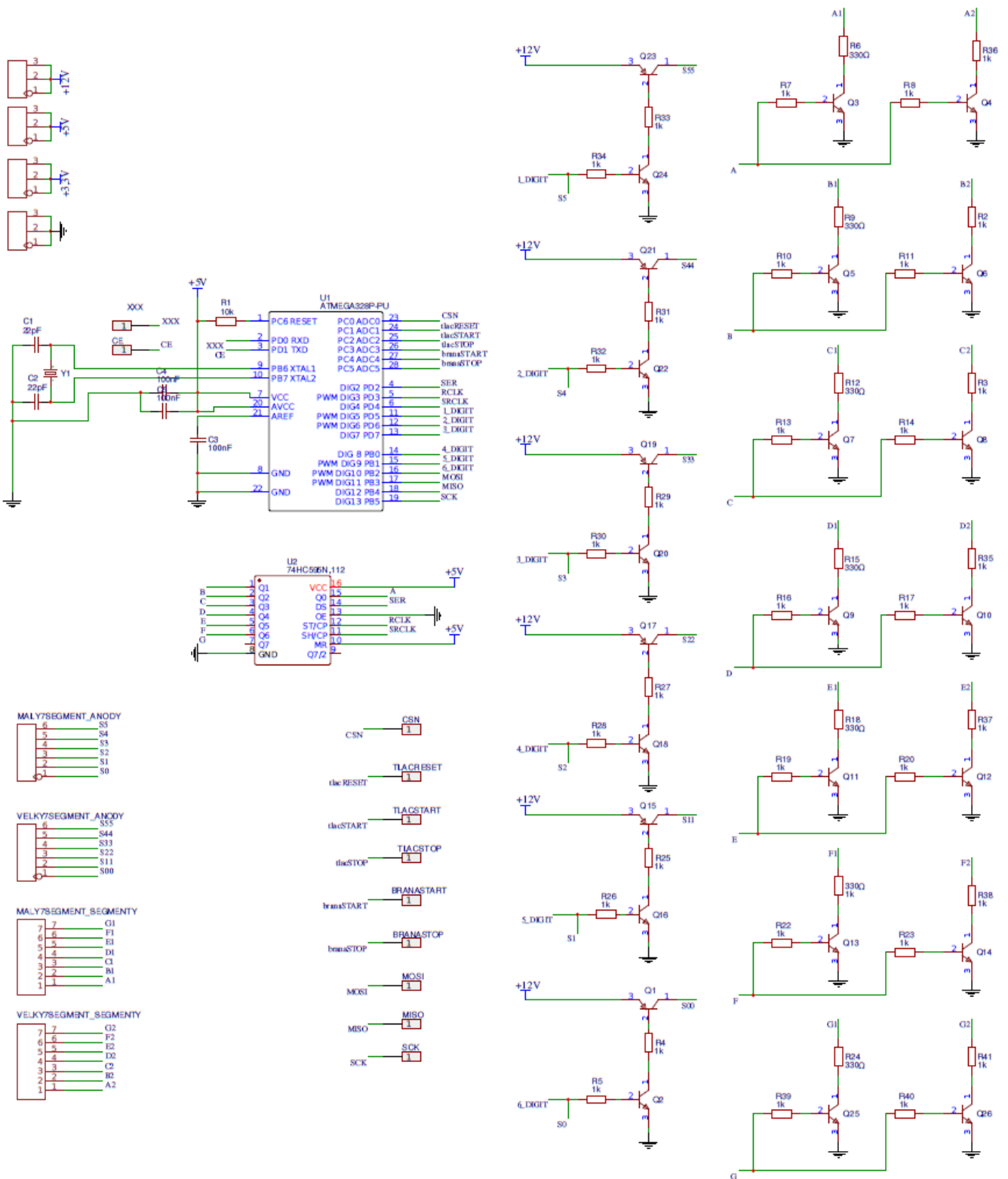
Při této práci jsem si ověřil znalosti návrhu síťového zdroje, které jsem získal při teoretických hodinách v předmětu ESO. A prakticky je uplatnil. Také jsem se naučil pracovat s editorem plošných spojů EasyEda a získal jsem nové zkušenosti ohledně programování mikroprocesorů a práce s bezdrátovým modulem. Další dobrou zkušeností pro mě bylo vytváření plošných spojů pomocí fotocesty.

## Citace a odkazy:

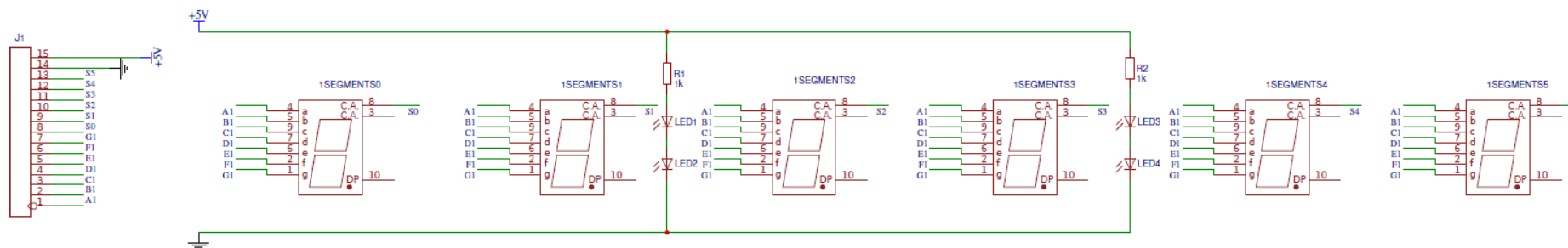
- [1] Datasheet – stabilizátor 7812  
<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/9044/NSC/7812.html>
- [2] Datasheet – stabilizátor 7805  
<https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf>
- [3] Princip stabilizace  
<http://www.elektroportal.xf.cz/index.php?p=stabilizace-pomoci-obvodu-7805>
- [4] Posuvný registr – 74HC595  
<https://arduino8.webnode.cz/news/lekce-12-posuvny-registr-74hc595/>
- [5] Datasheet – posuvný registr 74HC595  
<https://www.sparkfun.com/datasheets/IC/SN74HC595.pdf>
- [6] Datasheet – ATmega328p  
[https://www.mouser.com/pdfdocs/Gravitech\\_ATMEGA328\\_datasheet.pdf](https://www.mouser.com/pdfdocs/Gravitech_ATMEGA328_datasheet.pdf)
- [7] Časový multiplex  
<http://www.8bitu.cz/clanek/serial-pic16f84-23-zobrazovace-uvod-a-multiplexni-rezim/>
- [8] EasyEda online  
<https://easyeda.com/>
- [9] Instrukční videa pro práci s editorem EasyEda  
<https://www.youtube.com/watch?v=VaJ8u4Zr5ho&t=101s>
- [10] Datasheet – bezdrátový modul NRF24L01  
<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/90046/ETC/NRF2401.html>

# Příloha 1 – Zapojení

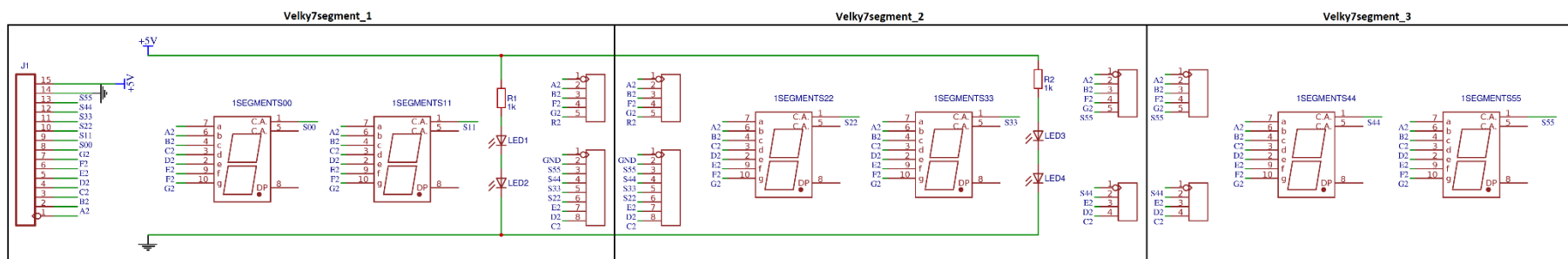
## Schéma zapojení řídicí jednotky



## Schéma zapojení malého 7-segmentového displeje

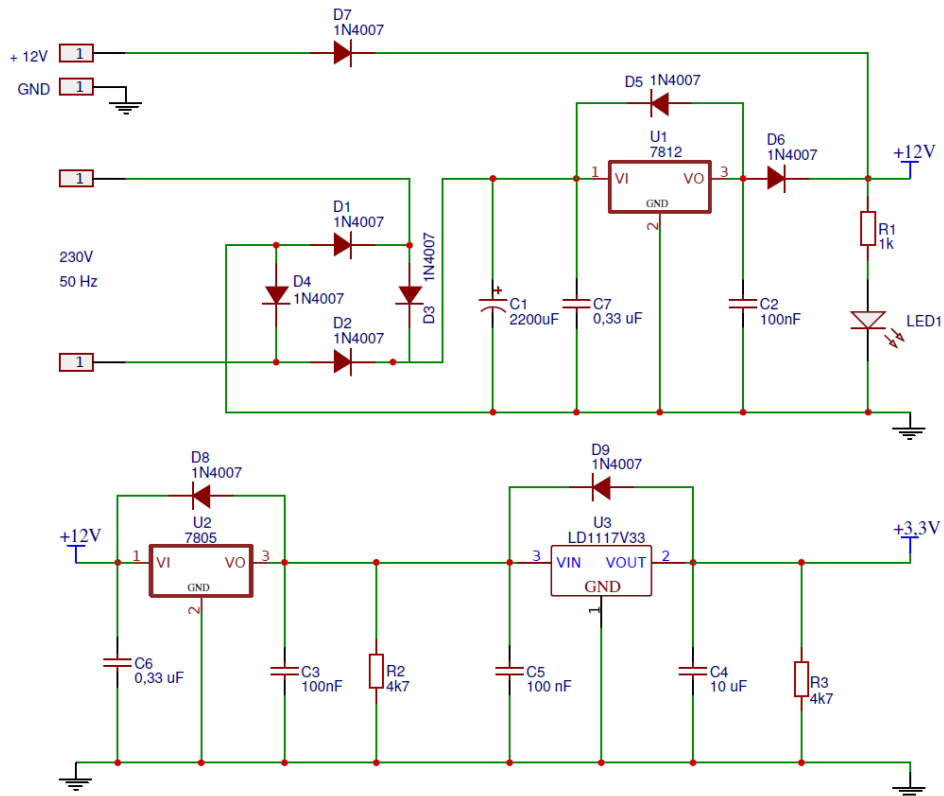


## Schéma zapojení velkého 7-segmentového displeje

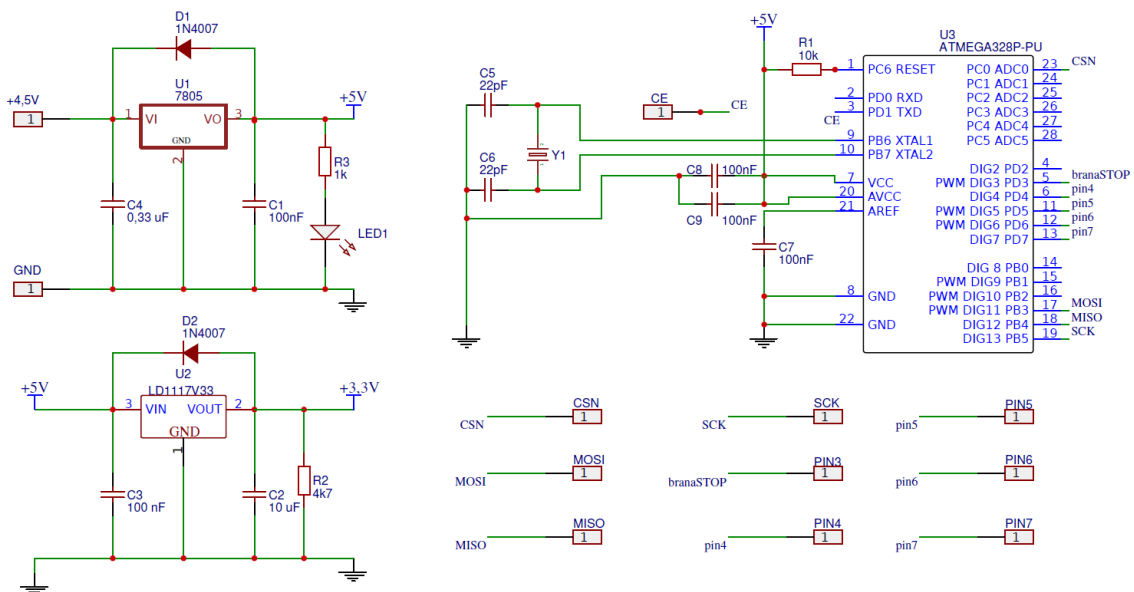




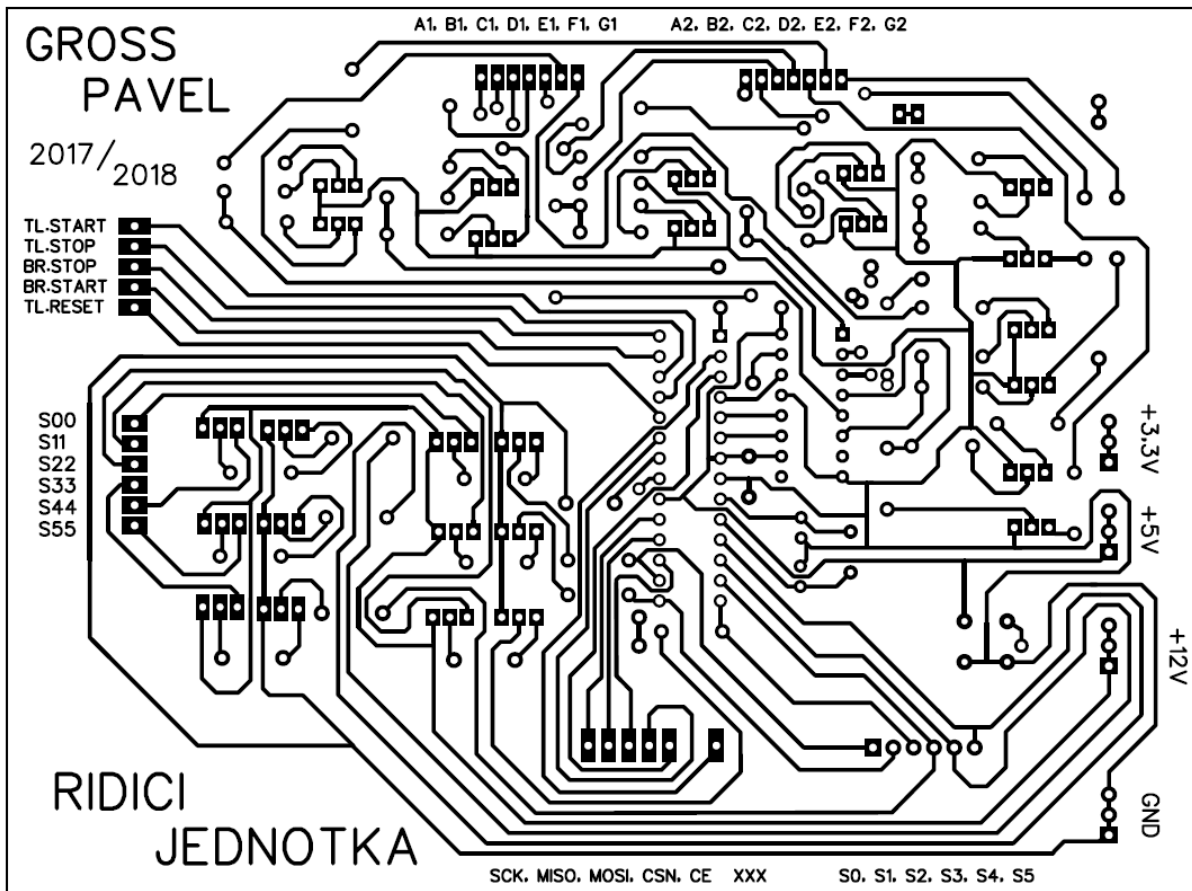
## Schéma zapojení zdroje



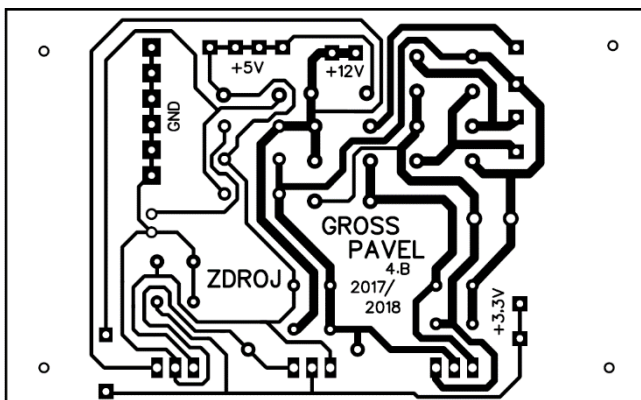
## Schéma zapojení vysílače (cílová brána)



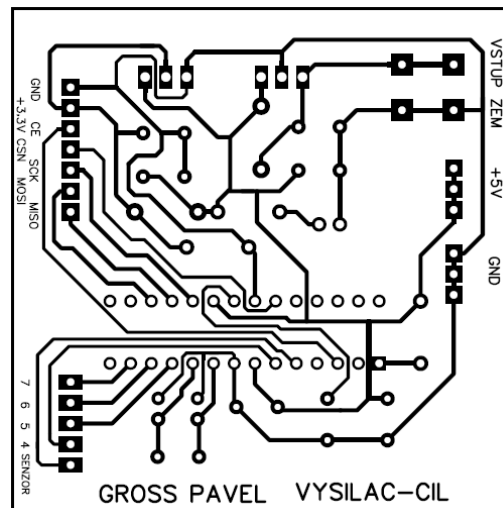
Deska plošného spoje – řídicí jednotka



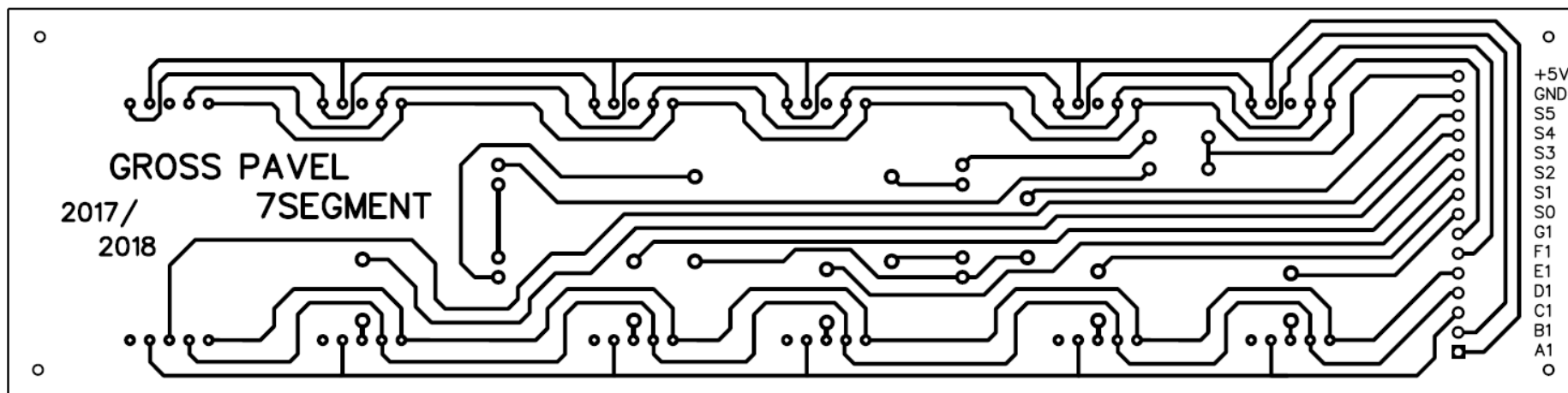
Deska plošného spoje – zdroj



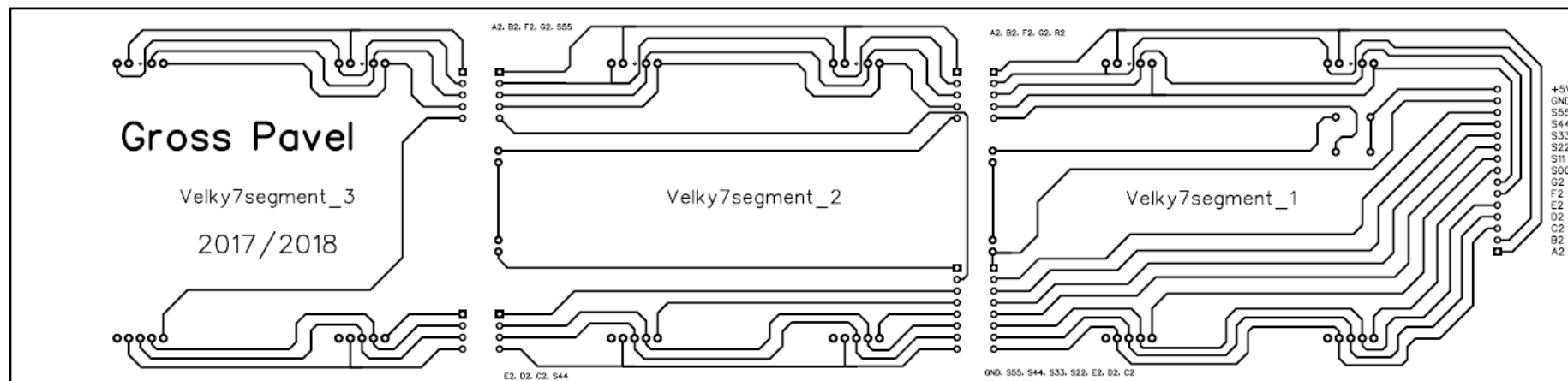
Deska plošného spoje – vysílač (cílová brána)



Deska plošného spoje – malý 7-segmentový displej

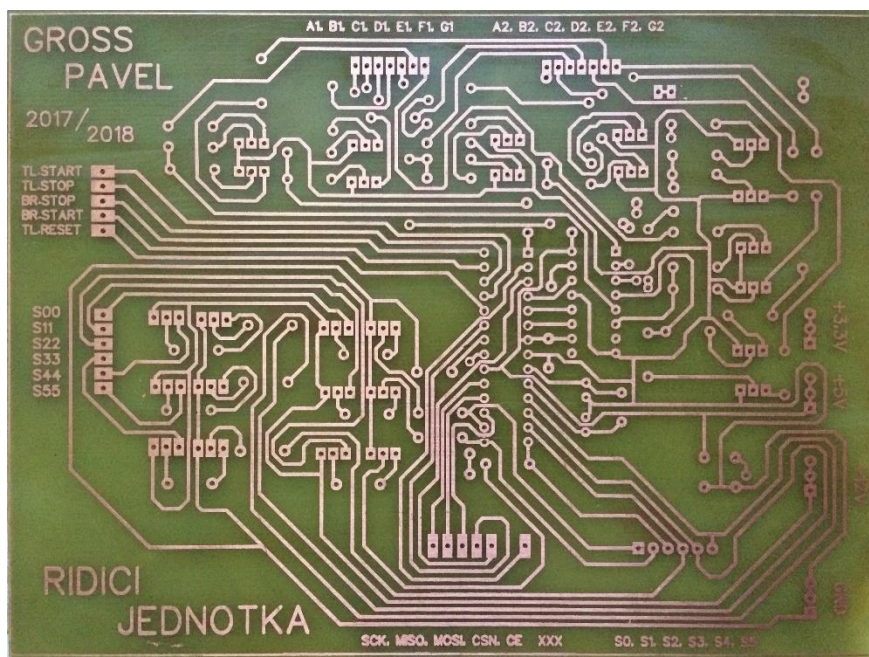


Deska plošného spoje – velký 7-segmentový displej

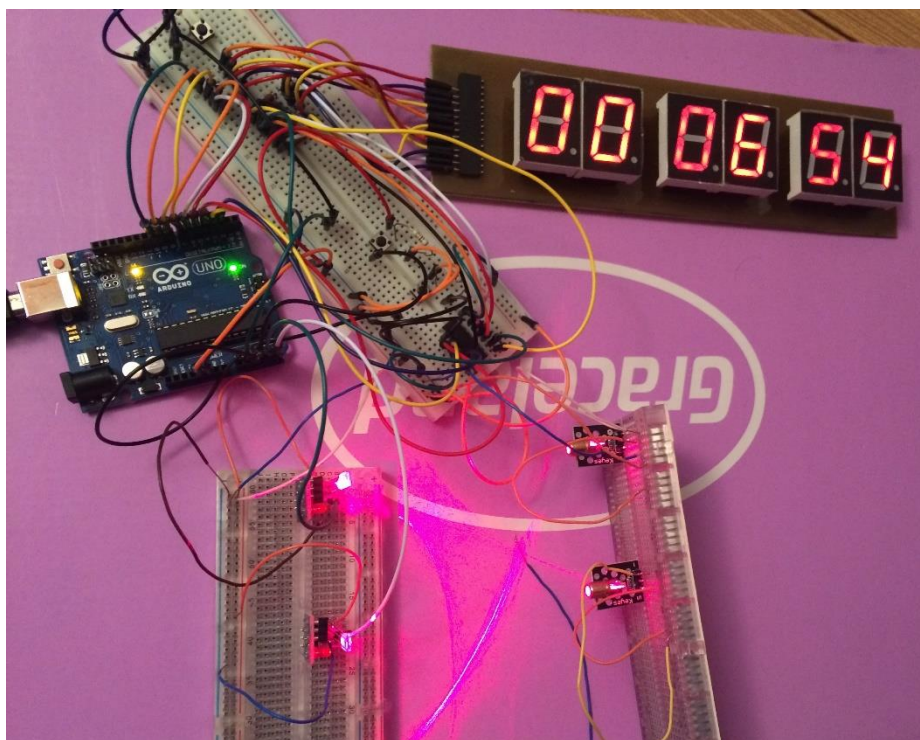


## Příloha 2 – Fotodokumentace

Plošný spoj řídicí jednotky zhotovený fotocestou



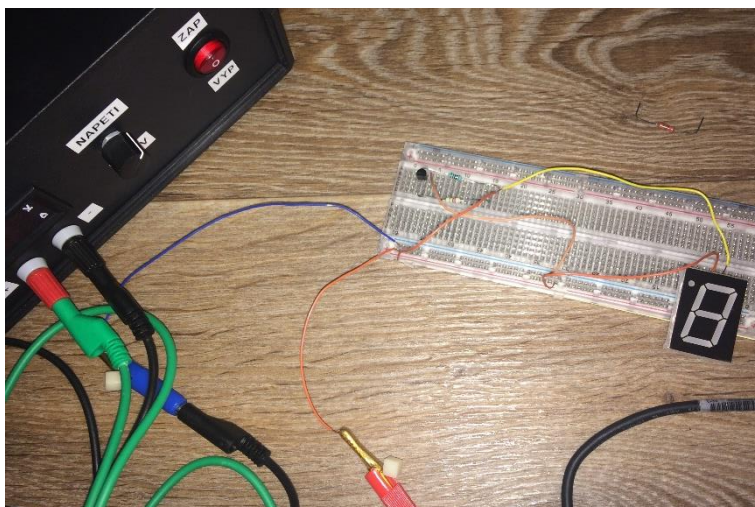
Zapojení na nepájivém poli



Pájení vodičů k VGA konektoru



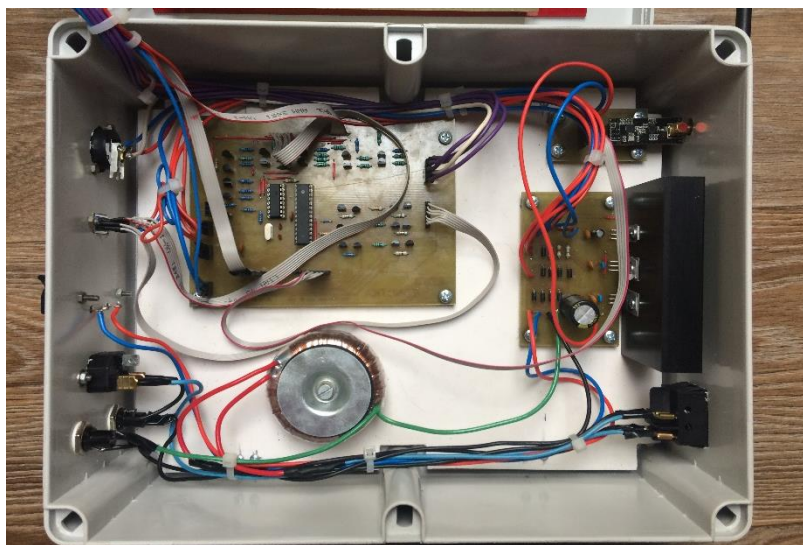
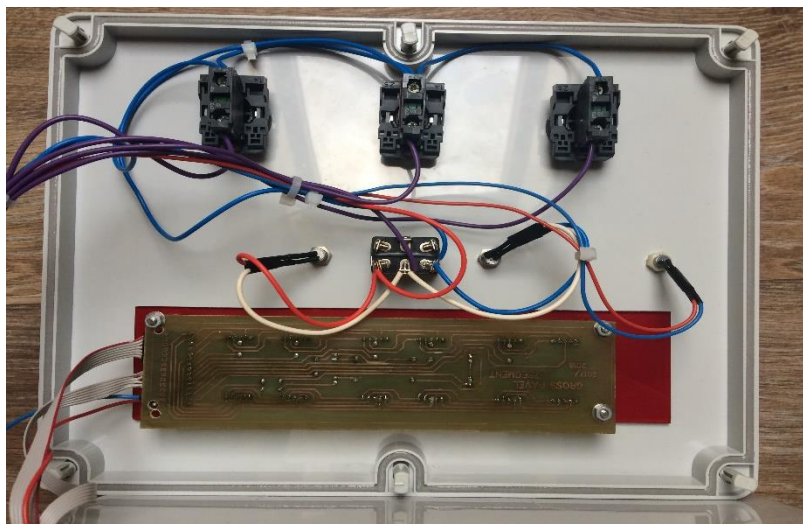
Ověření funkce spínání katod pomocí tranzistoru



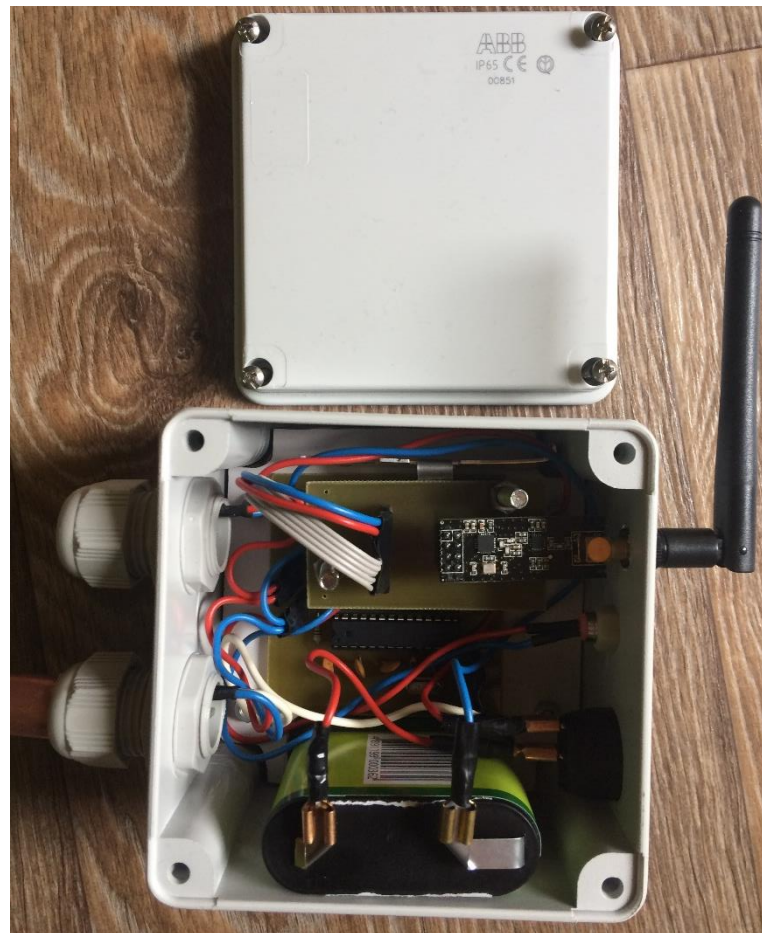
Rozvržení ovládacích prvků časomíry



Vnitřní uspořádání řídicí jednotky



Vnitřní uspořádání laserové brány – cíl



Konečná podoba všech komponentů časomíry

