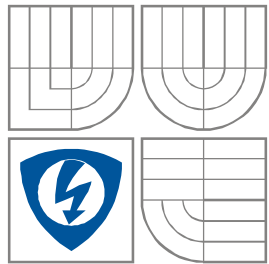


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ**  
**ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

# **GARÁŽOVÝ ŘÍDICÍ SYSTÉM SE VZDÁLENÝM DOHLEDEM**

GARAGE CONTROL SYSTEM WITH REMOTE MONITORING

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**JAKUB URBAN**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. JAKUB ARM**

BRNO 2016



# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Automatizační a měřicí technika**  
Ústav automatizace a měřicí techniky

**Student:** Jakub Urban

**ID:** 154901

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2015/16

**NÁZEV TÉMATU:**

## Garážový řídicí systém se vzdáleným dohledem

### POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je návrh a realizace řídicího systému s mikrokontrolérem pro automatizaci garáže. Součástí řídicího systému bude i možnost vzdáleného dohledu.

1. Proveďte rešerši automatizačních prvků pro automatizaci a zabezpečení garáže.
2. Vyberte vhodnou platformu a další komponenty pro řídicí systém a vzdálený dohled a seznamte se s jejich funkcemi a možnostmi programování.
3. Navrhněte koncept a realizujte garážový řídicí systém na modelu.
4. Navrhněte a realizujte webové rozhraní pro vzdálený dohled.

### DOPORUČENÁ LITERATURA:

Herout P.: Učebnice jazyka C, KOPP, 2004, IV. přepracované vydání, ISBN 80-7232-220-6

**Termín zadání:** 8.2.2016

**Termín odevzdání:** 23.5.2016

**Vedoucí práce:** Ing. Jakub Arm

**Konzultant bakalářské práce:**

**doc. Ing. Václav Jirsík, CSc., předseda oborové rady**

### UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se věnuje garážovému řídicímu systému se vzdáleným dohledem. První část je teoretická, věnuje se automatizačním prvkům garáže. V další části se věnují výběru vhodné platformy a způsoby programování. Následuje část, která se zabývá způsoby řízení garážových vrat. Závěrečná část je věnována vzdálenému dohledu.

**Klíčová slova:** automatizace garáže, řídicí systém, garážová vrata, vzdálený dohled

## **Abstract**

This bachelor's thesis describes control system of garage with remote monitoring. The first part is only theoretical and it deals with automation elements of the garage. Next part describes the choice of appropriate platform and its means of programming. Following part describes means of control of the garage door. Final part is dedicated to remote monitoring.

**Key words:** automation of garage, control system, garage door, remote monitoring

## **Bibliografická citace**

URBAN, J. *Garážový řídicí systém se vzdáleným dohledem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2016. 35s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jakub Arm.

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu Ing. Jakubu Armovi za pedagogickou pomoc, cenné rady, věcné připomínky, vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce a v neposlední řadě také za vytvoření funkčního modelu.

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Garážový řídicí systém se vzdáleným dohledem“ vypracoval samostatně a s použitím uvedené literatury a pramenů.

V Brně, dne 20. 5. 2016

.....

Jakub Urban

# Obsah

1	Úvod.....	8
2	Automatizační prvky garáže .....	9
2.1	Garážová vrata .....	9
2.1.1	Typy garážových vrat.....	9
2.2	Detekce výfukových plynů .....	11
2.3	Ovládání osvětlení.....	11
2.4	Snímač teploty.....	11
2.5	Detekce vniknutí nežádoucích osob .....	12
2.5.1	Pasivní infračervená čidla (PIR) .....	12
2.5.2	Ultrazvuková čidla .....	12
2.5.3	Radarová čidla .....	13
2.5.4	Duální čidla .....	13
2.6	Senzor kouře .....	13
2.7	Detekce zaplavení .....	13
2.8	Optické závory.....	13
3	Platforma pro řízení.....	15
3.1	Mikrokontrolér .....	15
3.2	Programovatelný logický automat (PLC).....	15
3.3	Arduino.....	15
3.3.1	Shieldy .....	15
3.3.2	Arduino Uno .....	16
3.3.3	Pulsně šířková modulace (PWM) .....	16
3.3.4	H-můstek pro řízení motoru (L298N).....	17
3.4	Raspberry Pi .....	18
3.4.1	Model Raspberry Pi 2 B .....	18
3.5	Samotný výběr platformy.....	19
4	Řízení garážových vrat .....	20
4.1	Snímací prvky řízení garážových vrat .....	20
4.1.1	Inkrementální (kvadrurní) enkodér .....	20
4.1.2	Měření proudu, který je odebírán motorem .....	21
4.1.3	Koncové spínače.....	22
4.2	Ovládací prvky řízení garážových vrat.....	22
4.3	Algoritmy řízení .....	23
4.3.1	Algoritmus polohy .....	23
4.3.2	Algoritmus rychlosti .....	23
4.3.3	Algoritmus poruchy.....	24

4.3.4	Algoritmy zotavení z poruchy.....	24
4.3.5	Algoritmus řízení rychlosti.....	24
4.4	Vývojový diagram programu .....	25
5	Vzdálený dohled .....	26
5.1	Síťové připojení .....	26
5.1.1	Ethernet shield a Ethernet module.....	26
5.1.2	Wi-Fi shield .....	26
5.2	Způsoby vzdáleného dohledu .....	27
5.2.1	Arduino jako webový server .....	27
5.2.2	Arudino jako webový klient.....	28
6	Model a realizace.....	29
6.1	Model .....	29
	Blokové schéma obvodu .....	31
7	Závěr .....	32

# 1 Úvod

Automatizovat lze v dnešní době spoustu věcí a procesů, jedním z nich je právě garáž a její součásti. Nemusí se jednat jen o záležitost jistého luxusu, spíše by tato práce měla řešit provedení dostupné pro běžného uživatele, který si případně může takový systém v jednodušší verzi sestavit svépomocí.

Mým cílem bylo vytvořit funkční model pro ovládání garážových vrat případně i vjezdové brány, doplněné o vhodné přidružené funkce, podle kterého by bylo možno zkonstruovat i reálnou aplikaci.

Požadavkem na zvolené řešení bylo vytvoření jednoduchého a levného funkčního řešení pro ovládání garážových vrat případně vjezdové brány. Dalším požadavkem bylo vytvoření možnosti dálkového ovládání a monitoringu stavu, ve kterém se vrata nacházejí.

Pro řešení těchto požadavků jsem zvolil koncept jednodeskového počítače dovybaveného o potřebné přidavné komponenty v takovém rozsahu, abych dosáhl zvoleného osazení aplikace.

V této práci se nejprve budu věnovat rešerši automatizačních prvků garáže a tomu, jaké jsou možnosti využití při samotné realizaci.

V další části budu vybírat vhodnou platformu pro realizaci garážového řídicího systému.

Dále se budu věnovat možnostem využití různých snímačů a čidel pro využití v řídicích algoritmech samotného ovládání garážových vrat.

Součástí realizovaného modelu bude i webový přístup pro ovládání a monitoring stavu, o němž budu pojednávat v další části této práce.

V závěrečné části práce se budu věnovat konkrétní realizaci modelu a jeho aplikovatelnosti pro případnou reálnou instalaci na vratech či vjezdové bráně.



## 2 Automatizační prvky garáže

Pro zvýšení komfortu při garážování automobilu je nejpodstatnější zautomatizovat ovládací prvky garážových vrat, v dnešní době téměř samozřejmě i s dálkovým ovládáním. Dále je však možné, pokud již instalujeme inteligentní řízení přidružit k automatizaci vrat i další funkcionality, které s ovládáním vrat přímo nesouvisí.

Za tematicky nejbližší považují detekce úniku plynu CO, který je sám o sobě bez zápachu a při nahromadění je i životu nebezpečný.

Mezi další možnosti, které připadají v úvahu pro docílení vyššího komfortu, případně zlepšení funkcionality, je měření a regulace teploty, zejména v zimním období. Pro garáže v odlehlejších lokalitách připadá v úvahu zaintegrování funkcí jako detekce vniknutí nežádoucích osob, detekce kouře a snímání zaplavení.

### 2.1 Garážová vrata

Garážová vrata jsou nejvýznamnějším automatizačním prvkem celé garáže. Jejich ovládání probíhá nejčastěji dálkově, manuální ovládání se předpokládá pouze jako nouzová varianta při poruše. Pokud je to dispozičně vhodné, může být ve vnitřním prostoru garáže pro pohodlí uživatele nainstalován i standardní ovladač.

#### 2.1.1 Typy garážových vrat

Existuje několik typů garážových vrat, jednotlivé typy se liší provedením, prostorovou náročností a způsobem řízení.

Základní typy jsou:

**Sekční garážová vrata** – skládají se z jednotlivých sekcí, které jsou umístěny nad sebou a jsou propojeny. Při otevírání zajíždějí pod strop, čímž získáváme více místa v garáži i před garáží, zato pro ně musíme mít vymezený prostor pod stropem. Je dobré dbát na umístění ostatních instalací, světel a čidel při otevřené poloze vrat tak, aby byly funkční a ne v kolizi.



*Obrázek 1 Sekční garážová vrata*

**Rolovací garážová vrata** – nejčastěji jsou sestaveny z lamel a při otevírání jsou rolovány na válec. Tento typ vrat zachovává prostor pod stropem a hodí se do menších garáží.



*Obrázek 2 Rolovací garážová vrata*

**Výklopná garážová vrata** – jsou vyrobeny z jednoho kusu, z robustního materiálu. Při otevírání celé křídlo zajíždí po kolejnicích pod strop garáže.



Obrázek 3 Výklopná garážová vrata

## 2.2 Detekce výfukových plynů

Jedná se zejména o detekci oxidu uhelnatého (CO), který je bezbarvý, bez zápachu a navíc vysoce toxický. Použitý detektor instalujeme do pobytové zóny, tedy výšky 120-150cm a pokud možno 1,5m od zdroje detekovaného plynu. Pokud není součástí instalovaného detektoru akustická signalizace, je vhodné ji zajistit sirénou, instalovanou ve stejné místnosti. Vhodnější je varianta s doplněním sirény, neboť je ji možné použít i v případě ostatních signalizací. Optimálním řešením je, pokud je instalováno nucené větrání, zajistit i jeho automatické a bezpodmínečné spuštění. Spuštění odtahového ventilátoru z prostoru garáže může i zachránit život. [1]

## 2.3 Ovládání osvětlení

Ovládání osvětlení je spíše drobný komfortní doplněk, který je možno doplnit do systému a spřáhnout jeho zapnutí s otevřením vrat. Pokud bude pro některý jiný systém instalováno čidlo pohybu je možno využít i toto čidlo. Zejména je však možné naprogramovat funkci vypnutí osvětlení po předem nastavené době a tím zamezit plýtvání el. energií zbytečným svícením.

## 2.4 Snímač teploty

Pro zimní období je možno aplikovat algoritmus udržování teploty v garáží nad určenou mezí. Můžeme zvolit z několika režimů, např. proti zamrznutí (minimálně +5°C) nebo nastavit optimální teplotu pro větší komfort. Pro zvýšení komfortu v automobilu je však již daleko energeticky efektivnější využít systém přímého ohřevu chladicí kapaliny motoru automobilu. To je však již téma mimo rozsah této práce. Pro zrealizování stačí pouze odporový snímač teploty a návazné ovládání topného tělesa, které bude regulované podle prostorové teploty.

## 2.5 Detekce vniknutí nežádoucích osob

Pokud máme garáž na odlehlém místě, můžeme využít řídicí systém také pro detekci vniknutí nežádoucí osoby do garáže. Nedá se tato funkce přímo nazvat systémem EZS (elektronický zabezpečovací systém) neboť nesplňuje požadavky ČSN EN 50131-1, zejména potřebné bezpečnostní standardy jako záložní zdroj, zabezpečení proti sabotáži, bezpečnostní hlídání odpojení nebo zkratování jednotlivých smyček atd.

Algoritmus funkce je poměrně jednoduchý předpokládá minimálně využití koncového spínače polohy zavřeno, také by bylo vhodné doplnit instalaci o prostorové pohybové čidlo. Pokud nebude garáž otevřena pomocí dálkového ovládání, dá se považovat rozpojení snímače polohy zavřeno nebo zachycení pohybu pohybovým čidlem za neoprávněné vniknutí. [2]

Dále je již na uživateli, aby si zvolil, jakou variantu poplachu chce využít, pochopitelně je možná i kombinace obou. V závislosti na celkovém vybavení systému můžeme realizovat následující varianty:

- Klasický hlasitý alarm, tedy houkání pro odstrašení pachatele k čemuž nám může postačit využití stejné sirény jako pro hlášení výskytu CO.
- Tichý alarm, kde si opět podle osazení systému můžeme zvolit zaslání SMS, telefonát na definované číslo nebo pouze zaslání e-mailu.

### Samotné detektory můžeme rozdělit na dvě skupiny:

Pasivní a aktivní. Pasivní detektory ke své činnosti nevyžadují elektrickou energii, u mechanické činnosti dochází ke spojení/rozpojení kontaktu. Mezi tyto detektory můžeme zařadit zejména koncové spínače či magnetické kontakty.

Aktivní detektory vyžadují napájená čidla, jejich sepnutí vyvolá pouhý pohyb nežádoucí osoby v objektu. Mezi aktivní detektory řadíme pyroelektrické a duální detektory.

#### 2.5.1 Pasivní infračervená čidla (PIR)

Jde o detektor pohybu, pracující na principu detekce rozdílů vyzařování v infračervené oblasti v prostoru zhruba o záření do teploty 550°C. Hlavní výhodou tohoto detektoru je, že nevyzařuje žádnou energii a tedy v případě instalací více detektorů pro lepší pokrytí střeženého prostoru, se tyto detektory navzájem neovlivňují. [3]

#### 2.5.2 Ultrazvuková čidla

Tyto čidla jsou naopak aktivní. Pracují na principu vyzařování zvukového signálu v neslyšitelném pásmu (cca 40kHz) a v závislosti na změně frekvence odraženého signálu od pohybujícího se čidla (využití takzvaného Dopplerova jevu). Tyto čidla se však nehodí

do prostorů s častými změnami prostorového uspořádání jako například sklady a tedy ani pro naši aplikaci v garáži nejsou příliš vhodná.

### **2.5.3 Radarová čidla**

Někdy nazývaná také jako mikrovlnná. Pracují na stejném principu jako čidla ultrazvuková pouze s tím rozdílem, že k detekci není používán ultrazvuk, ale elektromagnetické vlnění nejčastěji v pásmech 2,5GHz, 10GHz nebo 24GHz.

### **2.5.4 Duální čidla**

Duálními čidly jsou nazývána čidla, která jejich výrobci pro zlepšení jejich funkce vyrábí jako kombinaci výše popsaných principů pro zvýšení jejich citlivosti, spolehlivosti, ale také pro omezení nežádoucích falešných alarmů. [4]

## **2.6 Senzor kouře**

Tyto detektory bychom opět mohli zintegrovat do garážového systému pro zvýšení jeho komplexnosti. Nejedná se však o žádné zvýšení funkcionality systému, ale spíše pouze o možnost využití již vybudovaného komunikačního kanálu k dálkové signalizaci další skutečnosti snímané specializovaným čidlem. Za základní typy jsou považovány dva typy senzorů: ionizační a fotoelektrický. Ionizační princip – využívá ionizační komoru a zdroj ionizační radiace k detekci kouře. Uvnitř detektoru je malé množství prvku americia. Fotoelektrický princip – využívá útlum nebo změnu směru světla procházejícího kouře. [5]

## **2.7 Detekce zaplavení**

Při prudkém tání sněhu nebo, když udeří přívalové deště, může lehce dojít k zaplavení garáže a tím k ohrožení bezpečnosti a škodám na majetku. Před tímto nás může ochránit právě tato detekce zaplavení. Existují dvě metody detekce – bodová a plošná. Bodová počítá se zaplavením do určité výšky, zato plošná využívá nasákový detekční kabel, který reaguje na poměrně malé množství vody. Opět se však jedná spíše o možnost doplňkové signalizační funkce. [6]

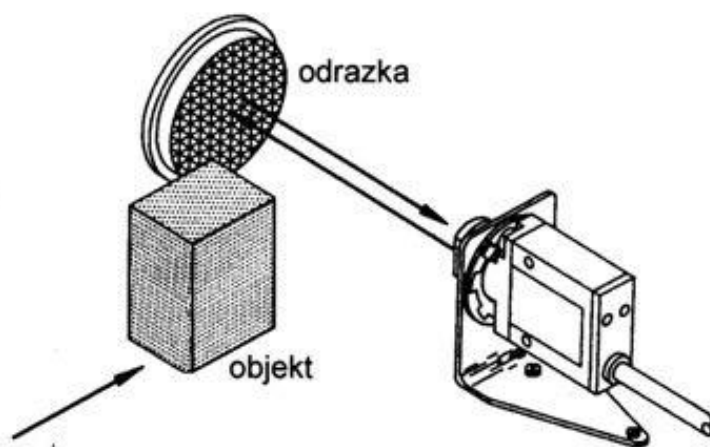
## **2.8 Optické závory**

Optické závory slouží k indikaci pohybu nebo průchodu osob případně ke zjištění průjezdu automobilu. Pracují na principu přerušení infračerveného paprsku mezi vysílačem a přijímačem. Vysílač a přijímač se buďto vyskytují na stejné straně, jsou tedy

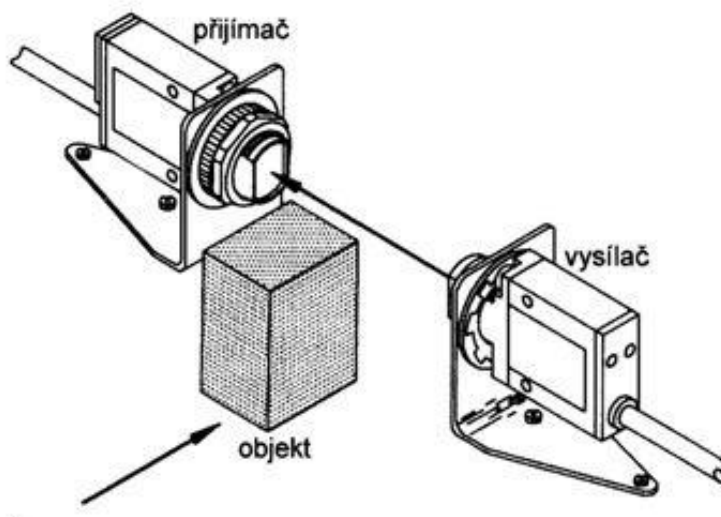
umístěny v jednom pouzdře a paprsek je odražen např. pomocí zrcadla nebo jsou vysílač a přijímač instalovány odděleně, tedy umístěny naproti sobě.

Pro naši aplikaci bych zvažoval jejich použití za vhodné zejména v případě ovládání posuvné brány. Zde bych považoval za účelné jejich instalaci z obou stran posuvné brány jako prvky pro zvýšení bezpečnosti. Tedy pokud by se z kterékoli strany přiblížila libovolná překážka (automobil nebo pohybující se člověk) došlo by k automatickému zastavení pohybu brány.

Za předpokladu instalace takového zabezpečení bychom mohli rozšířit program o funkci automatického uzavření brány, pokud se v jejím okolí nikdo nepohybuje déle než nastavený čas.



Obrázek 4 Optická závora reflexní



Obrázek 5 Optická závora jednocestná

## 3 Platforma pro řízení

### 3.1 Mikrokontrolér

Mikrokontrolér, také označovaný jako jednočipový počítač, obsahuje v jednom pouzdře všechny komponenty mikropočítače. Mezi jeho základní části patří procesor, pevná paměť, která je většinou typu Flash nebo EPROM, případně ROM, dále paměť RAM a další periferie – jako např. řadiče přerušení, časovače, čítače, A/D převodníky a watchdog.

Použijeme mikrokontrolér, který bude reagovat na vstupy a měnit výstupy. Pro tuto platformu by bylo nutné vyřešit konkrétní obvodové zapojení, spolu s programováním jednotlivých jejích částí.

### 3.2 Programovatelný logický automat (PLC)

PLC je relativně malý počítač řízený mikroprocesorem, který má vlastní operační systém a je uzpůsobený pro řízení v reálném čase. Pro komunikaci s okolím je PLC vybaven vstupními a výstupními periferiemi. [7]

PLC se stará o monitorování a ovládání jednotlivých prvků v garáži (osvětlení, vzduchotechnika, vytápění, apod.) Ke vstupním kartám mohou být připojené poplachové i nepoplachové čidla.

Jejich nevýhodou je vysoká cena.

### 3.3 Arduino

Arudino je jednodeskový počítač. Jedná se o open-source projekt. Vznikl původně v Itálii v roce 2005 ve snaze přiblížit elektroniku studentům, poté se rozšířil do celého světa. Komunita uživatelů je velmi rozsáhlá, existuje spousta již hotových řešení.

Existují tyto typy desek: Arduino Mini, Arduino Nano, Arduino Uno, Arduino Yún, Arduino Mega2560, Arduino Due a další.

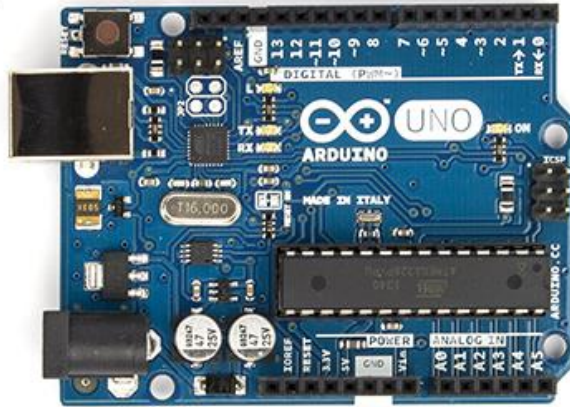
Programování probíhá pomocí programovacího jazyka Wiring, který je velmi podobný jazyku C, ve speciálním vývojovém prostředí Arduino IDE, které bohužel nepodporuje debugování. V případě potřeby je možné použít plugin pro prostředí Eclipse, kde možnost debugování je. [8]

#### 3.3.1 Shieldy

Rozšiřujícími prvky Arduina jsou takzvané shieldy, které umožňují např. připojení k síti pomocí LAN kabelu, příp. Wi-Fi, dále připojení LCD displeje apod. Využití shieldu je většinou jednodušší než kdybychom chtěli komponenty připojovat sami pomocí kabelů.

### 3.3.2 Arduino Uno

Arduino Uno je v současnosti nejčastěji používaná vývojová deska z rodiny Arduino, disponuje procesorem ATmega328SP od firmy ATMEL, 14 digitálními výstupy, 6 analogovými a USB portem A-B pro připojení k PC.



Obrázek 6 Deska Aruino Uno

Specifikace Arduino Uno :

- Mikrokontrolér: Atmel ATmega328
- Provozní napětí (logická úroveň): 5V
- Vstupní napětí (doporučená): 7-12V
- Vstupní napětí (limitní): 6-20V
- Digitální I/O: 14 (z toho 6 podporuje PWM výstup)
- Analogové vstupní piny: 6
- DC proud I/O pinů: 20 mA
- Flash paměť: 32 KB
- SRAM: 2 KB
- EEPROM: 1 KB
- Taktovací frekvence: 16 MHz
- Rozměry: 68,6 x 53,4 mm

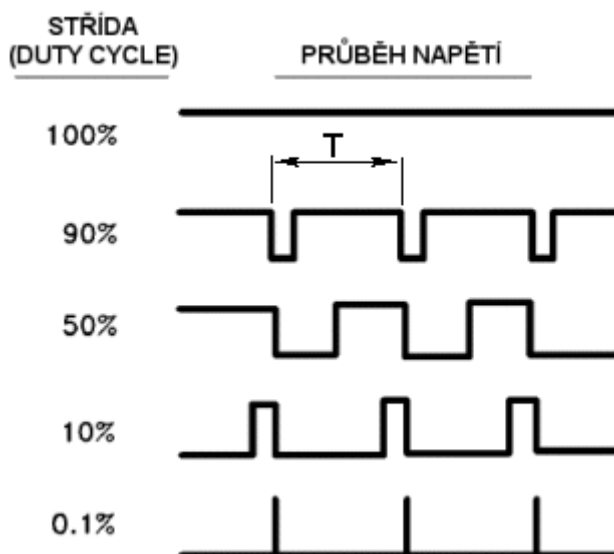
### 3.3.3 Pulsně šířková modulace (PWM)

Pulsně šířková modulace slouží k přenosu analogového signálu pomocí dvouhodnotového signálu. Výstupní veličinou bývá většinou napětí nebo proud. Je poslán obdélníkový signál, u kterého měníme střidu a tím ovládáme výstupní hodnotu.

Arduino obsahuje piny, které můžeme použít pro PWM, ostatní tuto možnost nemají.



Takto vypadá výstupní napětí pro různě zvolené střídy:

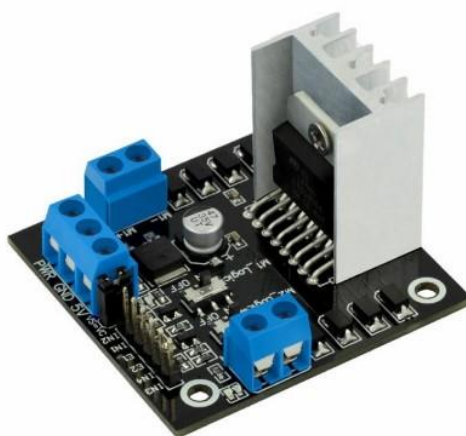


Obrázek 7 Pulsně šířková modulace – různé střídy

### 3.3.4 H-můstek pro řízení motoru (L298N)

Tento modul dokáže řídit až dva stejnosměrné nebo krokové motory s napětím v rozsahu 5 – 35V, řídicí napětí je 5V a maximální výkon 25W.

Obsahuje svorky pro napětí, ke které lze připojit i 5V výstup z Arduina, pokud je to pro daný motor dostatečné, v opačném případě lze připojit externí zdroj s výstupním napětím od 5 do 35V. Dále modul obsahuje pro každý motor tři řídicí svorky – E, na kterou připojujeme PWM, a která určuje velikost napětí a tím pádem i rychlost otáčení motoru. Další dvě svorky IN1 a IN2 určují směr otáčení motoru, jako příklad pro kladný směr otáčení nastavíme IN1 do stavu HIGH a IN2 do stavu LOW.



Obrázek 8 H-můstek L298N

L298N Specifikace:

- Logická úroveň: 5V, 0-36 mA
- Napájení: 5-35V
- Maximální proud: 2A
- Maximální výkon: 25W
- Rozměry desky: 43 x 43mm

## 3.4 Raspberry Pi

Raspberry Pi je jednodeskový počítač o velikosti platební karty. Je možné k němu připojit klávesnici, monitor a další periferie. Může být využitý jak pro elektronické projekty, tak i jako klasické stolní PC, tedy k vytváření dokumentů, prohlížení internetu a dokonce ke hraní her. Většinou disponuje některou linuxovou distribucí.

### 3.4.1 Model Raspberry Pi 2 B

Specifikace Raspberry Pi 2 B:

- Procesor: Broadcom BCM2836 Arm7 čtyř jádrový
- Operační paměť: 1GB
- Počet pinů: 40
- Počet portů USB2: 4
- Další porty: HDMI, CSI (pro připojení kamery), DSI (pro připojení displeje)
- Napájecí port: micro USB
- Připojení k síti: pomocí Ethernet portu



Obrázek 9 Raspberry Pi

### 3.5 Samotný výběr platformy

Jako platforma pro řízení byla zvolena deska Arduino Uno hlavně z důvodu podpory PWM výstupu, přes který je řízena rychlost otáčení motoru. Mezi další kritéria patřila nízká cena, dostatečná technická a uživatelská podpora, jednoduchost programování a existence velkého množství přídavného hardwaru.

Řízení motoru je řešeno H-můstkem pro řízení dvou stejnosměrných nebo krokových motorů modulu L298N, který splňuje dané požadavky.

Jelikož je naše úloha poměrně jednoduchá, postačuje nám Arduino se svojí hlavní smyčkou, která se vykonává stále dokola. Pokud bychom potřebovali složitější algoritmy, případně multitasking zvolili bychom Raspberry Pi. Dalším důvodem, proč jsem ne zvolil právě Raspberry Pi je to, že disponuje pouze jedním PWM pinem, ostatní by se museli realizovat softwarově.

## 4 Řízení garážových vrat

Pro realizaci modelu jsem se rozhodl použít stejnosměrný motor o napájecím napětí 12V. Regulováno bude napětí pomocí pulzně šířkové modulace (PWM). Hodlám implementovat řízení podle relativní zpětné vazby realizované pomocí inkrementálního enkodéru a koncových spínačů polohy instalovaných v koncových polohách otevřeno a zavřeno. Jelikož se snažím celé řešení koncipovat jako variantu s co nejnižšími náklady budu se zabývat touto minimální variantou a veškeré potřebné funkce budou vytvořeny softwarově tak, aby nebylo potřeba instalovat další hardwarové vybavení jako proudové koncové spínače.

Je sice pravděpodobné, že při použití snímání a vyhodnocování okamžitého proudu by bylo možné některé poruchové situace řešit pravděpodobně rychleji, jsem ale přesvědčen, že za použití správných logických vazeb a algoritmů bude pro tuto aplikaci postačovat osazení, které jsem zvolil.

Jako doplňkové funkce nesouvisející přímo s řízením vrat budu realizovat pouze snímání výskytu CO (snímání pro účel modelu nahradím tlačítkem) a jednoduchou variantu zabezpečení proti vniknutí nežádoucích osob za použití vypočítané polohy garážových vrat.

Pro signalizaci těchto funkcí na modelu jsem zvolil klaxon.

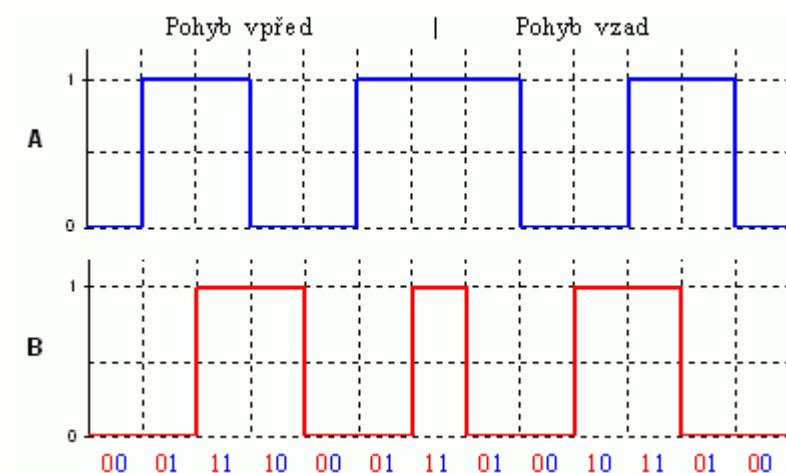
### 4.1 Snímací prvky řízení garážových vrat

Nyní se budu věnovat jednotlivým prvkům, které připadají v úvahu pro použití v řídicích algoritmech a popisovat jejich možnosti.

#### 4.1.1 Inkrementální (kvadrurní) enkodér

Inkrementální enkodér poskytuje relativní informaci o změně polohy, díky které jsme schopni regulovat chod motoru a to jak jeho směr, tak i rychlost pohybu.

Inkrementální enkodér obsahuje dva signály A a B, které jsou posunuty o 90°,



Obrázek 10 Inkrementální enkodér

Hlídám náběžnou hranu signálu A a pokud je signál B v LOW znamená to, že jde o pohyb například vpřed, pokud je však B signál v HIGH, jde o pohyb v opačném směru. Dle obrázku je možno odvodit všechny zbývající stavy pro pohyb vpřed i vzad. Za jednu periodu tedy zaznamenám 4 změny signálů, od toho název kvadraturní.

Principiálně tento enkodér můžeme využít pouze částečně, tedy pokud například použijeme pouze náběžnou hranu kanálu A k určování polohy a kanál B pouze k určení směru, má tento enkodér rozlišení snímače rovno počtu jeho šterbin. V tomto případě by však bylo zapotřebí ošetřovat ochranu proti kmitání okolo jedné náběžné hrany. Pokud však použijeme i sestupnou hranu kanálu A dostaneme dvojnásobné rozlišení a ošetříme tím i nebezpečí dříve zmíněného kmitání. Při využití náběžných a sestupných hran a kanálu B docílíme dalšího zdvojnásobení přesnosti odměřování polohy.

Máme tedy možnost podle konkrétního snímače, jeho převodu a požadované přesnosti zvolit nejvhodnější algoritmus.

Pro tuto práci jsem zvolil variantu minimálního vyhodnocení, protože zvolená platforma odpovídá rychlosti této četnosti signalizace.

#### **Vlastnosti této metody řízení.**

Předností tohoto principu je při použití správných vyhodnocovacích algoritmů znalost jak rychlosti pohybu, tak i možnosti výpočtu poměrně přesného určení polohy garážových vrat. Klade však vyšší nároky na rychlost hardware, kterým je odměřování snímáno a vyhodnocováno.

### **4.1.2 Měření proudu, který je odebírán motorem**

Pro řídicí algoritmy můžeme rovněž používat takzvané proudové koncové spínače.

Princip je poměrně jednoduchý, snímáme proud odebíraný motorem, a pokud hodnota proudu překročí nastavenou limitní mez, vyhodnotí se logika přetížení a je možno dát povel k vypnutí motoru. Je možné vyhodnocovat také pokles proudu pod nastavenou mez, čímž můžeme identifikovat nějakou mechanickou poruchu hnacího mechanismu.

Je nutno však brát v úvahu, že tento stav nezaručuje s jistotou dojetí do krajní polohy. Pouze vyhodnotí, že je kladen velký mechanický odpor proti pohybu vrat.

#### **Vlastnosti této metody řízení.**

Předností této metody je její jednoduchost i její principiálně bezpečnostní funkce před poškozením vrat, automobilu případně i ublížení na zdraví.

Za nevýhodu považuji, že pokud bychom tuto metodu chtěli použít jako jedinou zpětnou vazbu pro řízení, museli bychom za použití doby chodu vytvářet složité algoritmy pro určení, zdali se jedná o uzavření vrat, nebo překážku v dráze.

### **4.1.3 Koncové spínače**

Koncové snímače zajišťují spínání a rozpínání systému v krajní poloze (vrata jsou zavřena / plně otevřena). Tuto variantu samostatně nepovažuji za vhodnou k řízení, neboť neposkytuje žádné možnosti k zabezpečení vrat před překážkami vloženými do dráhy vrat.

Na druhou stranu jsou velmi vhodné, pokud budeme chtít vytvořit celkově výborně pracující celek, který se vlastní logikou bude schopen zesynchronizovat i z nestandardního stavu, například výpadek napájení během otvírání, překážky v dráze a podobně.

V neposlední řadě je možno koncové spínače využít k velmi jednoduchému zabezpečení prostoru.

## **4.2 Ovládací prvky řízení garážových vrat**

Jak již bylo zmíněno, pro ovládání vrat počítám v podstatě s jediným řízeným výstupem ze systému a to s PWM regulací pro řízení stejnosměrného motoru.

Pro demonstrativní signalizaci doplňkových funkcí na modelu byl osazen také klaxon.

Zabývat se bližšími vlastnostmi a možnostmi výstupních zařízení v této části nepovažuji za podstatné, neboť variant v této oblasti je velmi mnoho a při případné realizaci je nutno vycházet zejména z možností garážových vrat a jim případně přizpůsobit dané řešení.

## 4.3 Algoritmy řízení

Základním algoritmem, na kterém je postaveno celé toto řízení, je princip popsaného inkrementálního enkodéru. Jeho princip je v podstatě základním stavebním kamenem celého logického algoritmu. Díky enkodéru jsme schopni znát dvě základní veličiny a to polohu, ve které se garážová vrata nacházejí a téměř okamžitou rychlost, kterou se vrata pohybují.

Pro další popisy algoritmů si nejprve definuji důležitou proměnou „čítač polohy“ dále jen ČP, se kterou budou pracovat téměř všechny následně popisované algoritmy.

### 4.3.1 Algoritmus polohy

Pomocí algoritmu inkrementálního enkodéru popsaného v bodě 4.1.1 je neustále softwarově vypočítávána poloha, ve které se vrata momentálně nacházejí. A tato hodnota je vždy při dojezdu na koncový spínač polohy synchronizována. Tedy pokud vrata dojedou do polohy zavřeno je ČP vynulována. Naopak při dojezdu do polohy otevřeno je hodnota ČP nastavena na předem zjištěnou hodnotu maximálního rozsahu.

Postup pro výpočet polohy jde z pohledu programování popsat zjednodušeně následujícím způsobem.

Úlohu si pro zjednodušení rozdělíme na dva velmi podobné podprogramy spouštěné od přerušení vyvolaného změnou hodnoty snímacího kanálu A nebo B

- 1) Přerušení nastane od kanálu A. Pro potlačení záskmitů porovnáme aktuální hodnotu kanálu A s hodnotou uloženou. Pokud jsou shodné jedná se o záskmit a není prováděna žádná další funkce. Pokud jsou různé uložíme si novou hodnotu kanálu A do proměnné a provedeme vyhodnocení.
  - Pokud je A=high & B=low je hodnota ČP inkrementována o 1
  - Naopak pokud je A=high & B=high je hodnota ČP dekrementována o 1
- 2) Toto přerušení nebylo nakonec využito.

Od hodnoty takto vypočtené následně odvozují v klidovém stavu alarm vniku nežádoucí osoby. Tedy pokud při uzavřených vratech dojde bez povelu z dálkového ovládání k otevření vrat je spuštěn alarm. Tento je možno ukončit autorizovaným povelům otevřít nebo zavřít.

### 4.3.2 Algoritmus rychlosti

Aktuální rychlost je určena jako čas mezi po sobě jdoucími pulsy. K tomuto se v Arduino používá funkce *millis()*, která vrací čas od startu programu v milisekundách. Při každé změně pulsu je tato funkce zavolána a vypočítá se rozdíl jednotlivých časů.

### 4.3.3 Algoritmus poruchy

Porucha je vyhodnocena několika algoritmy jako stav, kdy nedošlo k očekávanému pohybu nebo dojetí na koncový spínač. Jednotlivé poruchy jsou vyhodnocovány následovně:

- 1) Porucha „vrata jsou blokována“. Tato porucha je vyhodnocena, pokud rychlost vrat poklesne pod nastavenou mez. Typicky pokud něco brání vratům v dráze otevírání nebo zavírání případně i porucha hnacího mechanismu. V případě této poruchy dojde ke spuštění zvukové sirény po dobu dvou sekund.
- 2) Porucha „zvýšená koncentrace plynu CO“ není porucha systému jako takového, ale pouze dojde ke spuštění sirény po stisknutí pomocného tlačítka (které by v praxi bylo nahrazeno detektorem plynu CO).
- 3) Porucha „neoprávněné vniknutí“ se spustí v případě, že došlo k pohybu vrat směrem nahoru bez předchozího příkazu „otevřít“ z dálkového ovládní, reaguje na rozpojení spodního koncového spínače, také dojde ke spuštění sirény.
- 4) Porucha „koncových spínačů“. Tato porucha je vyhodnocena, pokud čítač polohy podkročí nulovou hodnotu nebo překročí maximální hodnotu čítače ČP o více než nastavená tolerance, tato porucha není realizovaná na modelu z důvodu nemožnosti její simulace (model neumožňuje přejetí krajní polohy).

### 4.3.4 Algoritmy zotavení z poruchy

Abychom se dostali z poruchových stavů, musíme provést tyto úkony:

Pokud nastane porucha 1) nebo 3), musíme zadat příkaz otevřít nebo zavřít.

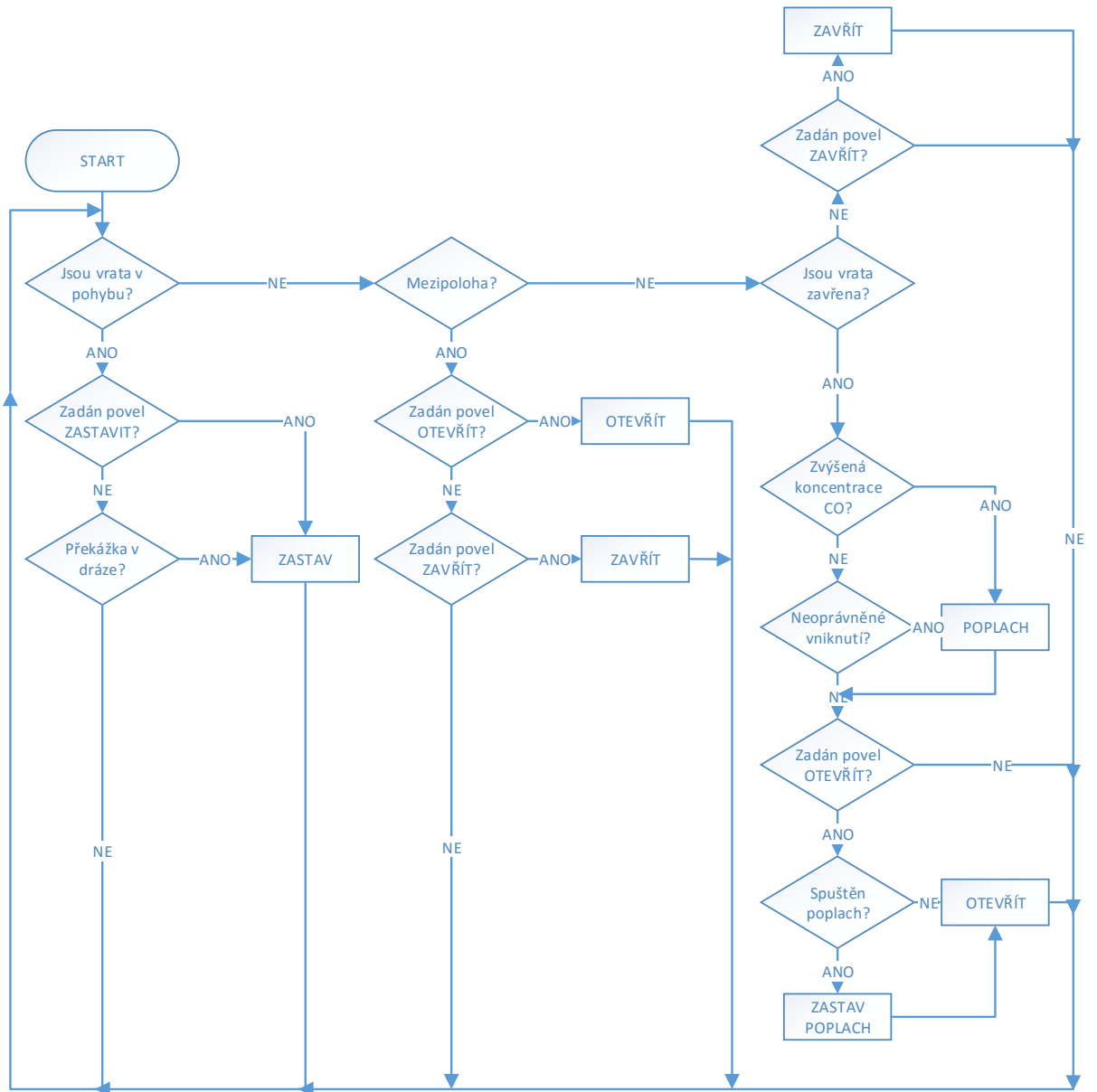
Při poruše 2) nám postačuje zadat příkaz otevřít, aby došlo k odvětrání nebezpečné koncentrace.

### 4.3.5 Algoritmus řízení rychlosti

Rozjezdová rychlost při otevírání a zavírání vrat je pevně stanovena. Po určitém počtu příchozích pulsů z enkodéru dochází k regulaci rychlosti pomocí posílání střídý do PWM výstupu, minimální a maximální hodnota střídý je omezena, aby nedošlo k poškození modelu. Rychlost se počítá pomocí rozdílů časů mezi jednotlivými pulsy, pokud je rozdíl času velký dojde ke zrychlení a naopak. Dochází k zesilování odchylky času. Dá se říct, že se jedná o P regulátor.



## 4.4 Vývojový diagram programu



Obrázek 11 Vývojový diagram programu

## 5 Vzdálený dohled

Vzdálený dohled slouží pro zobrazení aktuálního stavu garážových vrat (otevřeno/zavřeno/zastaveno/porucha) a také k provádění příkazů pro změnu stavu online, samozřejmě po jisté autorizaci.

### 5.1 Síťové připojení

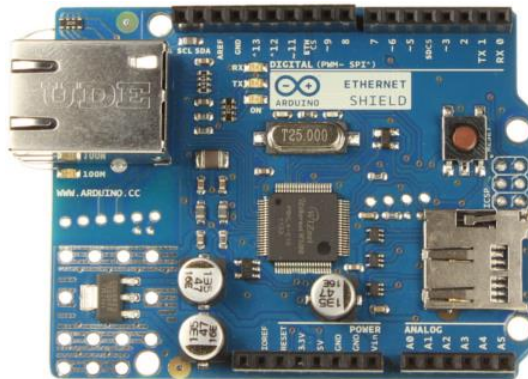
V této kapitole se budu věnovat připojení Arduina do sítě, hlavně z důvodu realizace vzdáleného dohledu, máme několik možností řešení, viz níže.

#### 5.1.1 Ethernet shield a Ethernet module

Ethernet shield obsahuje slot RJ45 pro připojení do sítě a také slot na SD kartu. Připojuje se zasunutím ze shora do základní desky Arduina, využívá SPI port a piny 10 až 13, přičemž ostatní porty jsou normálně k dispozici.

Parametry Ethernet shield:

- Pracovní napětí: 5V (přivedené z desky arduino)
- Ethernet ovladač: W5100 s interním 16K bufferem
- Rychlost připojení: 10/100Mb/s
- Připojení k Arduinu: přes SPI port



Obrázek 12 Arduino Ethernet shield

Ethernet module je jednodušší, obsahuje pouze slot RJ45, jeho připojení k Arduinu je složitější, musíme využít kabelů.

#### 5.1.2 Wi-Fi shield

Někdy je jednodušší připojit se k Arduinu bezdrátově. Uvedme základní vlastnosti tohoto shieldu: Wi-Fi síť se standardem 802.11b a 802.11g, dokáže se připojit i k sítím se zabezpečením WPA2, také obsahuje slot na SD kartu, nelze však využívat zároveň s Wi-Fi.

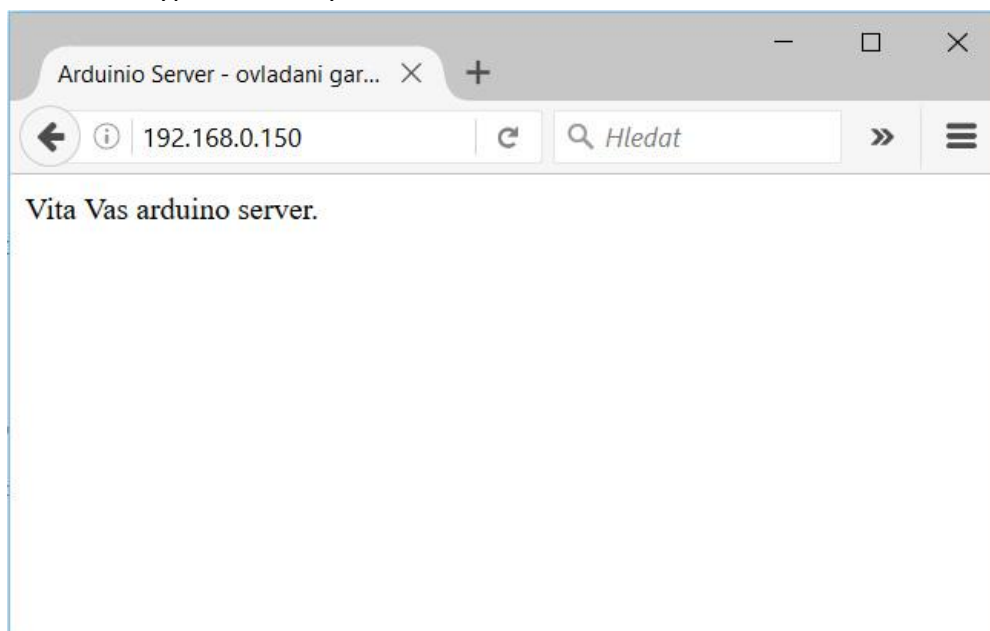
## 5.2 Způsoby vzdáleného dohledu

Na tuto úlohu se můžeme dívat různými způsoby, buď použijeme Arduino jako webový server, kdy server běží přímo na desce. Druhou možností je použít Arduino jako webový klient, kdy se naše deska ptá serveru, v jakém stavu se nachází proměnné a naopak se serveru odesílají data.

### 5.2.1 Arduino jako webový server

Přístup k Arduino z lokální sítě realizujeme tak, že mu přidělíme pevnou IPv4 adresu, která musí korespondovat s nastavením sítě. Např. pokud náš router nebo switch má adresu 192.168.0.1 (jeho adresu zjistíme např. pomocí příkazu `ipconfig` v příkazové řádce), pak musíme zvolit adresu ve tvaru 192.168.0.xxx, kde xxx představuje číselnou hodnotu od 2 do 255, přičemž adresa nesmí kolidovat s již připojenými zařízeními v síti. Pokud je to nutné, je možné změnit i MAC adresu našeho síťového shieldu, v opačném případě zůstane defaultní. Pro připojení stačí zadat zvolenou IP adresu do webového prohlížeče a otevře se stránka, kterou jsme definovali programově. Připojení ovšem proběhne pouze ze zařízení připojených do stejné sítě. Vzdálený přístup z vnější sítě bychom zajistili s pomocí veřejné IP adresy a přesměrovaného portu. V takovém případě je vhodné zabezpečit stránku přihlášením uživatele.

Takto může vypadat takový Arduino server:



Obrázek 13 Arduino webový server

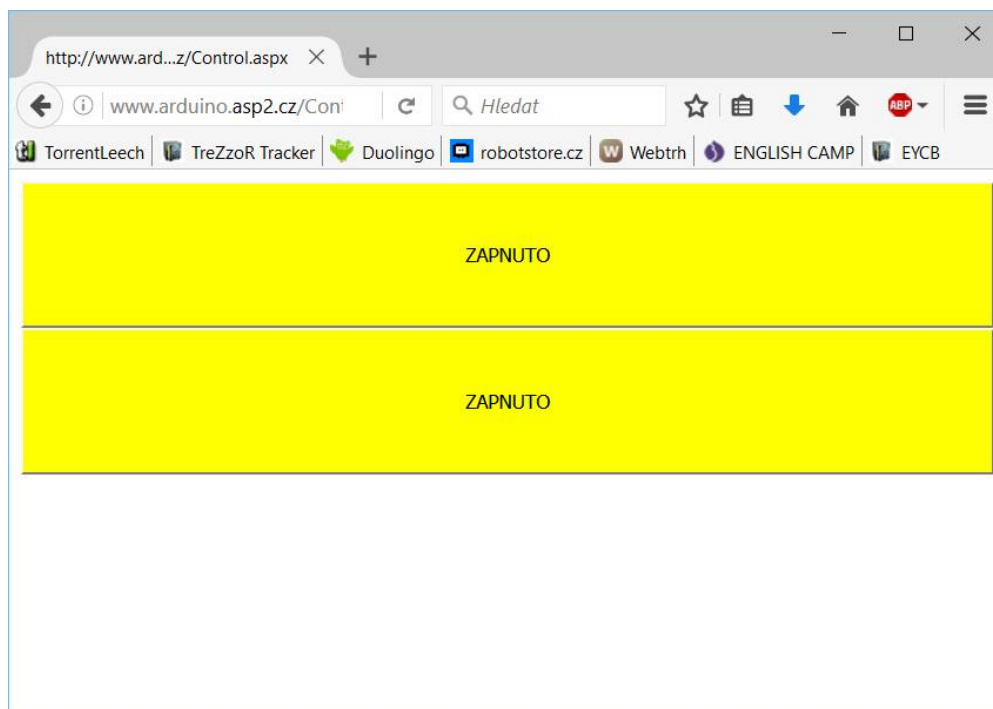
Jedná se o řešení jednodušší, ale na druhou stranu server běží přímo na naší desce, musíme tedy počítat s vyšším zatížením procesoru a paměti. Toto řešení bylo zvoleno pro účely mé bakalářské práce.

## 5.2.2 Arudino jako webový klient

V tomto případě běží server na námi zvolené webové stránce, která je přístupná z celého internetu. Je vhodné tuto stránku opatřit jistou autorizací, abychom k citlivým ovládacím prvkům měli přístup skutečně pouze my. Ideálním řešením je vytvoření databáze s uživateli, kterým přidělíme přístupová práva. Toto lze realizovat např. pomocí PHP a MySQL, případně databáze v ASP .NET.

Je potřeba vytvořit alespoň dvě stránky, jedna, na které budou ovládací prvky – tlačítka, textová pole apod. a druhá, která bude sloužit ke čtení stavu – např. bude obsahovat pouze 1, což arduino přečte jako stav „sepnuto“.

Dále je nutno počítat s náklady na webhosting a doménu, pokud se tedy nespokojíme s free hostingem, kde bychom byli omezeni množstvím přenesených dat a zobrazováním reklamních bannerů. V neposlední řadě vzniká otázka bezpečnosti našich dat na takovém free hostingu.



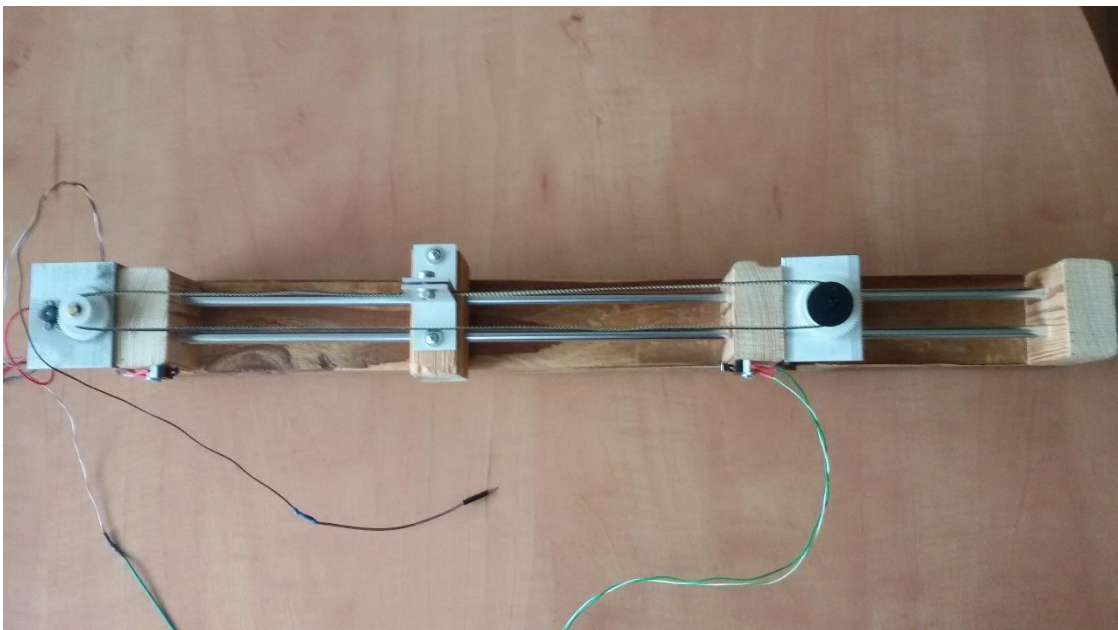
Obrázek 14 Ukázka ovládacích prvků - Arduino jako webový klient

## 6 Model a realizace

### 6.1 Model

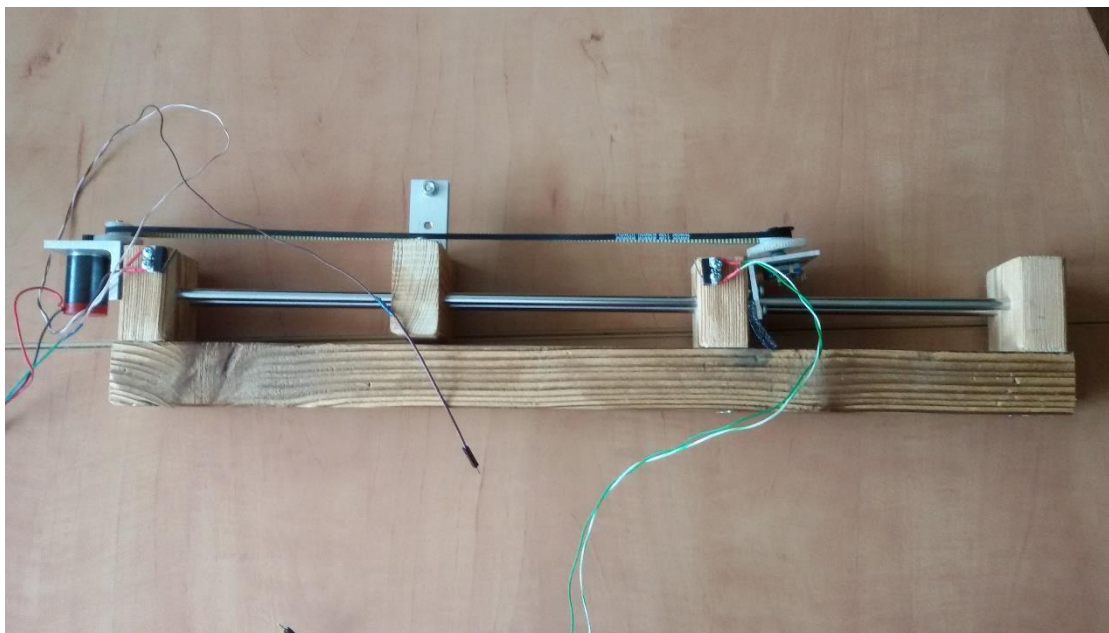
Realizace nebude probíhat na reálné garáži, ale pouze na jejím modelu. Tento model se skládá z dřevěné konstrukce, kovových tyčí, posuvného elementu, ozubeného řemenu. Řemen je ovládán pomocí stejnoměrného motoru, který je umístěn na jednom konci a na druhém konci se vyskytuje inkrementální enkodér, ten nám udává relativní pozici jezdce (vrat). Model je napojen na vývojovou desku Arduina.

Pohled na model ze shora:



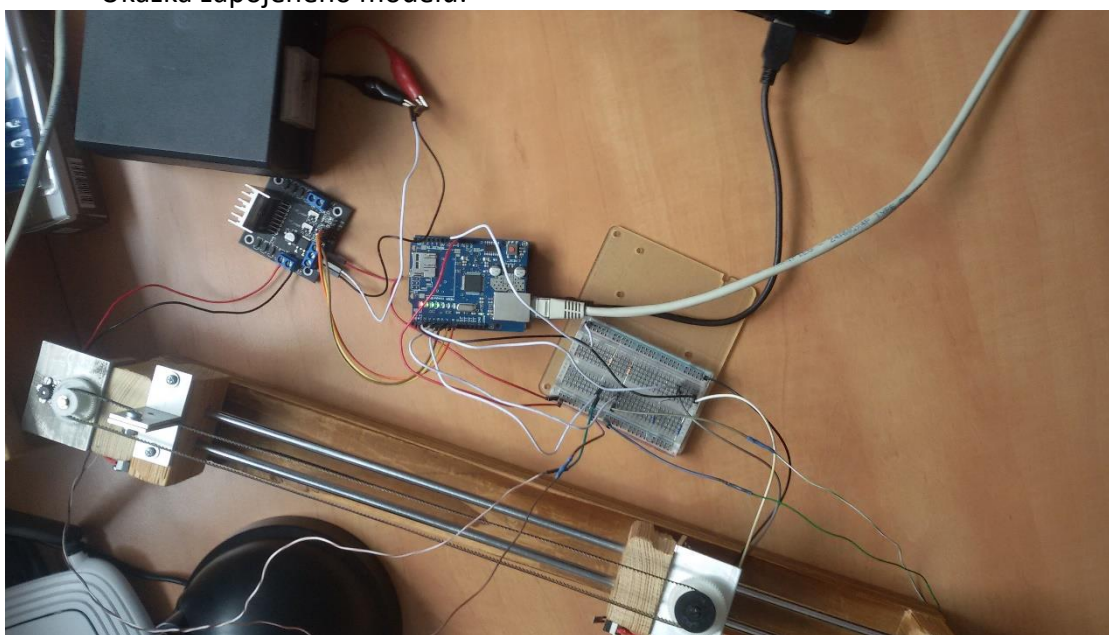
Obrázek 15 Model ze shora

Pohled na model z boku:



*Obrázek 16 Model z boku*

Ukázka zapojeného modelu:



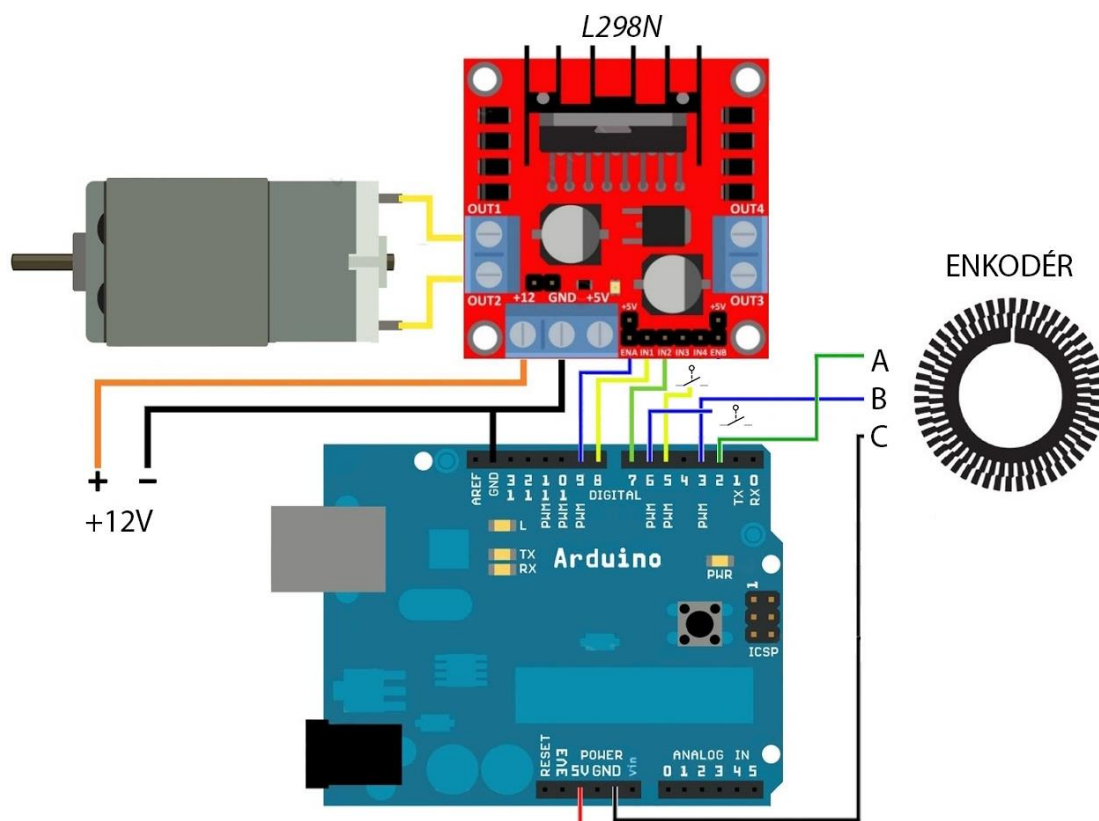
*Obrázek 17 Ukázka zapojeného modelu*

Ve výhledu je návrh desky plošných spojů (DPS).



## Blokové schéma obvodu

Na Obrázek 18 není znázorněn Ethernet shield, jelikož je zasunut přímo do desky arduina, využívá piny 10–13. Do pinů 7-9 je zapojen H-můstek L298N, přičemž pin 9 je využit jako výstup PWM. Na můstek je připojen DC motor (přes svorky OUT1 a OUT2). Do pinů 5 a 6 jsou zapojeny koncové spínače. Inkrementální enkodér má zapojen signál A do pinu 2 a signál B do pinu 3, tyto piny jsou uzpůsobeny pro obsluhu přerušování, tyto využíváme pro zpracování signálu z enkodéru. Signál C z enkodéru je připojen na zem.



Obrázek 18 Zapojení obvodu

## 7 Závěr

Provedl jsem rešerši o tom, jaké prvky v garáži lze vůbec automatizovat. Využití všech těchto prvků naráz se nepřepokládá u běžné garáže u rodinného domu, bytu, avšak vyloučená není. Možné využití se nabízí např. v průmyslu – u autoservisů, dílen, velkých garáží a parkovišť, u garáží pohotovostních jednotek.

Dále jsem vybíral vhodnou platformu pro řízení, nastínil jsem možné varianty a vybral jednu konkrétní.

Návrh softwarové části byl proveden s důrazem na co nejjednodušší a snadno pochopitelné ovládání systému.

Navrhovaný systém umožňuje přes webové rozhraní otevírání, zavírání a zastavení garážových vrat, je schopen vyvolat poplach v podobě zapnutí sirény. Také zobrazuje aktuální stav vrat a případné poruchy.

K navrhovanému systému by bylo možno přidat některé z čidel popisovaných v kapitole 2.

Dalším rozšířením by mohla být vizualizace všech měřených veličin, stavů a jejich historie.



## Literatura

[1] Detektory plynu-Manuál. *Variant plus, spol. s.r.o.* [Online] 2009. [Citace: 8. 12 2015.] [http://www.dstechnik.cz/foto/man\\_produkty.html?im=man1\\_1229007056147.pdf](http://www.dstechnik.cz/foto/man_produkty.html?im=man1_1229007056147.pdf).

[2] KAISLER, Radek. Principy detekce vniku nežádoucích osob do objektu. *Elektrika.cz.* [Online] 2002. [Citace: 8. 12 2015.] <http://elektrika.cz/data/clanky/pdvn0020611>.

[3] KAISLER, Radek. Detektory PIR-1.díl, umíte je správně nainstalovat? *Elektrika.cz.* [Online] 2002. [Citace: 8. 12 2015.] <http://elektrika.cz/data/clanky/pujsi1>.

[4] Prostorová ochrana. *Alarmsecurity.cz.* [Online] [Citace: 21. 4 2016.] <https://www.alarmsecurity.cz/www-alarmsecurity-cz/5-TECHNICKA-PODPORA/38-Typy-pohybovych-senzoru>.

[5] VOJÁČEK, Antonín. Detektory kouře-princip & IO Freescale. *Automatizace.hw.cz.* [Online] 2006. [Citace: 8. 12 2015.] <http://automatizace.hw.cz/clanek/2006091701>.

[6] MICHALEC, Libor. Detekce zaplavení garáží. *Automatizace.hw.cz.* [Online] 2012. [Citace: 8. 12 2015.] <http://automatizace.hw.cz/detekce-zaplaveni-garazi-a-vytahovych-sachet-aneb-praskle-potrubu-to-je-previt>.

[7] PLC - Programovatelný logický automat. *plc-automatizace.cz.* [Online] [Citace: 25. 4 2016.] <http://www.plc-automatizace.cz/knihovna/plc.htm>.

[8] STŘÍŽ, Martin. *Průvodce světem Arduina.* Bučovice, 2015. 978-80-87106-90-7.

## Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 SEKČNÍ GARÁŽOVÁ VRATA.....	10
OBRÁZEK 2 ROLOVACÍ GARÁŽOVÁ VRATA .....	10
OBRÁZEK 3 VÝKLOPNÁ GARÁŽOVÁ VRATA.....	11
OBRÁZEK 4 OPTICKÁ ZÁVORA REFLEXNÍ.....	14
OBRÁZEK 5 OPTICKÁ ZÁVORA JEDNOCESTNÁ .....	14
OBRÁZEK 6 DESKA ARUINO UNO .....	16
OBRÁZEK 7 PULSNĚ ŠÍŘKOVÁ MODULACE – RŮZNÉ STŘÍDY .....	17
OBRÁZEK 8 H-MŮSTEK L298N.....	17
OBRÁZEK 9 RASPBERRY PI.....	18
OBRÁZEK 10 INKREMENTÁLNÍ ENKODÉR.....	21
OBRÁZEK 11 VÝVOJOVÝ DIAGRAM PROGRAMU .....	25
OBRÁZEK 12 ARDUINO ETHERNET SHIELD.....	26
OBRÁZEK 13 ARDUINO WEBOVÝ SERVER .....	27
OBRÁZEK 14 UKÁZKA OVLÁDACÍCH PRVKŮ - ARDUINO JAKO WEBOVÝ KLIENT.....	28
OBRÁZEK 15 MODEL ZE SHORA .....	29
OBRÁZEK 16 MODEL Z BOKU .....	30
OBRÁZEK 17 UKÁZKA ZAPOJENÉHO MODELU .....	30
OBRÁZEK 18 ZAPOJENÍ OBVODU .....	31

## Seznam příloh

Přílohy jsou součástí doprovodného CD.

Příloha 1      Program pro Arudino Uno – garazovy\_ridici\_system.zip