

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,  
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



## ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Návrh a realizace automatického systému  
tankování hydraulických agregátů

Sezimovo Ústí, 2022

Autor: Tomáš Pokorný





## ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Tomáš Pokorný**  
Obor studia: **26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy**  
Název práce: **Návrh a realizace automatického systému tankování hydraulických agregátů**  
Anglický název práce: **Project and implementation of an automatic system of refueling of hydraulic power units**

### Zásady pro vypracování:

1. Popište funkci hydraulických agregátů vyrovnávacích můstků používaných k nakládce a vykládce z kamionů do hal. Vysvětlete problémy týkající se doplňování hydraulického oleje do hydraulických agregátů.
2. Navrhněte prototyp zařízení doplňujícího olej do hydraulických agregátů a navrhněte komponenty potřebné k jeho výrobě.
3. Navrhněte elektroniku umožňující ovládání tohoto prototypu a navrhněte program pro zařízení, jenž bude řídit zmíněný prototyp.
4. Vyrobte zařízení pro automatické tankování oleje do agregátů vyrovnávacích můstků.
5. Otestujte výše navržené zařízení na servisovaných agregátech. Vyhodnoťte poznatky a uveďte reálný přínos prototypu.
6. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

### Doporučená literatura:

- [1] PAVLOK, BOHUSLAV. *Hydraulické prvky a systémy*. 2. vydání. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2015. ISBN 978-80-248-3777-2.
- [2] VODA, ZBYŠEK. *Průvodce světem Arduina*. Vydání druhé. Bučovice: Martin Stříž, 2017. ISBN 978-80-87106-93-8.

Vedoucí práce: **Mgr. Jakub Macillis, VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí**  
Odborný konzultant práce: **Ing. Jiří Roubal, Ph.D., VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí**  
Oponent práce: **Mgr. Bc. Miroslav Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí**

Datum zadání absolventské práce: **3. 9. 2021**

Datum odevzdání absolventské práce: **13. 5. 2022**

Mgr. Jakub Macillis  
(vedoucí práce)



V Sezimově Ústí dne **3. 9. 2021**

doc. PhDr. Lenka Hrušková, Ph.D.  
(ředitel školy)



## Prohlášení

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

V Sezimově Ústí dne 13.5.2022



\_\_\_\_\_  
podpis

## **Poděkování**

V první řadě děkuji svému vedoucímu práce Mgr. Jakubu Macillisovi za jeho vedení, rady a čas, který věnoval mé práci. Poděkování patří také Matouši Hrdličkovi za pomoc při dokončování práce. Dále bych rád vyjádřil dík svému zaměstnavateli za umožnění a podporu studia při zaměstnání. Na závěr děkuji mým blízkým a především snoubence za podporu během celého studia.

## Anotace

Tato absolventská práce se zabývá návrhem a realizací prototypu, automatizovaného zařízení doplňující pracovní kapalinu do hydraulických agregátů vyrovnávacích můstků. Stěžejní částí prototypu je návrh a výroba sondy snímající hladinu hydraulického oleje, jakožto elektricky nevodivé kapaliny. V práci jsou popsány jednotlivé komponenty a zdokumentován realizovaný prototyp včetně schémat.

**Klíčová slova:** Pracovní kapalina; hydraulický agregát; vyrovnávací můstek; fotoelektrická sonda; plovoucí poloha; základní poloha; shield; Arduino

## Annotation

This graduate thesis deals with a design and implementation of an automated device prototype that refills working fluid in hydraulic power generators and leveling hydraulic bridges. The main part of the prototype is the design and production of a sensor sensing the level of hydraulic oil as non-conductive fluid. The individual components are described and the realized prototype is documented including schematics.

**Key words:** Working fluid, hydraulic power generator, leveling hydraulic bridge, photoelectric sensor, floating position, basic position, shield, arduino





# Obsah

Seznam obrázků	ix
Seznam tabulek	xi
<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2 Hydraulické vyrovnávací můstky</b>	<b>3</b>
2.1 Hydraulické agregáty	4
2.2 Doplnování pracovní kapaliny hydraulických agregátů	5
<b>3 Návrh a konstrukce prototypu</b>	<b>7</b>
3.1 Funkce	7
3.2 Jednotlivé komponenty	8
3.2.1 Řídicí jednotka	8
3.2.2 Ovládací panel	11
3.2.3 Čerpadlo	14
3.2.4 Průtokoměr	15
3.2.5 Nádrž	15
3.2.6 Hubice	16
3.3 Výrobní schéma a dokumentace	17
<b>4 Snímače hladiny hydraulických olejů</b>	<b>19</b>
4.1 Snímače stavu kapaliny	19
4.2 Navržený snímač	20
<b>5 Elektronika pro řízení prototypu</b>	<b>23</b>
5.1 Jednotlivé komponenty	24
5.1.1 Relé shield	24

5.1.2	Dálkové ovládání . . . . .	26
5.2	Arduino . . . . .	27
5.2.1	Arduino UNO . . . . .	27
5.3	Elektrické schéma a program . . . . .	29
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>31</b>
	<b>Literatura</b>	<b>33</b>
<b>A</b>	<b>Obsah přiloženého CD/DVD</b>	<b>I</b>
<b>B</b>	<b>Použitý software</b>	<b>III</b>
<b>C</b>	<b>Časový plán absolventské práce</b>	<b>V</b>
<b>D</b>	<b>Tvorba prototypu v čase</b>	<b>VII</b>

# Seznam obrázků

1.1	Vyrovnávací můstek . . . . .	1
1.2	Vyrovnávací můstek . . . . .	2
2.1	Hydraulický agregát Argo Hytos SPA . . . . .	4
2.2	Plnicí otvor agregátu . . . . .	6
2.3	Omezený prostor v šachtě (rampa zvednuta) . . . . .	6
3.1	Prototyp v provozu . . . . .	8
3.2	Řídicí jednotka prototypu . . . . .	9
3.3	Konektory . . . . .	9
3.4	Ovládací panel . . . . .	12
3.5	Sirénka . . . . .	12
3.6	Hlavní vypínač . . . . .	13
3.7	Ovládací tlačítka . . . . .	13
3.8	Displej s I2C sběrnici . . . . .	14
3.9	Čerpadlo . . . . .	14
3.10	Průtokoměr . . . . .	15
3.11	Hubice . . . . .	16
3.12	Prototyp v provozu . . . . .	17
3.13	Blokové schéma . . . . .	17
4.1	Plnicí otvor agregátu . . . . .	20
4.2	Hubice v plnicím otvoru . . . . .	20
4.3	Schéma navrženého snímače hladiny . . . . .	21
4.4	Diody sondy . . . . .	21
4.5	Navržená hladinoměrná sonda . . . . .	22
5.1	Blokové schéma řídicí jednotky . . . . .	23
5.2	Relé shield modul na Arduino UNO . . . . .	24

5.3	Schéma zapojení relé shieldu . . . . .	26
5.4	Deska Arduino UNO . . . . .	28
5.5	Schéma řídicí jednotky . . . . .	29

# Seznam tabulek

3.1	Konektor x1 (průtokoměr a sonda hadice) . . . . .	10
3.2	Konektor x2 (čerpadlo a sonda nádrž) . . . . .	10
3.3	Konektor x3 (Ovládací panel) . . . . .	11
5.1	Signály . . . . .	28



# Kapitola 1

## Úvod

Množství logistických center, skladů, překladišť a jiných míst, které využívají nakládací techniku se stále zvyšuje. Ruku v ruce s tím roste i množství použitých překládacích doků, které využívají různých druhů a typů hydraulických vyrovnávacích můstků umožňujících propojení podlah nákladních automobilů s podlahou překládacích prostor.



Obrázek 1.1: Vyrovnávací můstek

Tato zařízení potřebují svůj pravidelný servis opravy a kontroly jako každá jiná. Jako pohony těchto můstků se používají hydraulické agregáty. Hlavním problémem těchto agregátů je, že je často nemožné zjistit množství hydraulického oleje v nádrži. Na trhu s vyrovnávacími můstky se objevují stěžejní tři značky agregátů. Každý z těchto výrobců doporučuje zjišťování množství oleje vložím předmětu do plnicího víčka nádrže. Uvádí tak určitou vzdálenost od víčka, kde by měla být hladina oleje. Zkouška se má provádět s

vyrovnávacím můstkem v takzvané plovoucí poloze (můstek je zcela dole, aby se veškerý olej z hadic a pístů přepustil zpět do nádrže).



Obrázek 1.2: Vyrovnávací můstek

Problémem je, že když je můstek v této poloze, je fyzicky často nemožné se pod můstek dostat. V ostatních případech je to minimálně náročné. Častou poruchou těchto zařízení bývá prasklá hadice nebo jiná netěsnost hydraulického okruhu. Po opravě takových závad technici nevědí, kolik oleje uniklo, a z důvodu špatné dostupnosti k agregátu v plovoucí poloze můstku se zjišťuje hladina oleje pouze odzkoušením a postupným (obtížným) doplňováním oleje při zvednutém můstku.

Prvním cílem této práce je sestavit automatizované plnicí zařízení, které by usnadnilo technikům práci, zpřesnilo doplňování oleje a zefektivnilo opravy a servisní prohlídky na těchto zařízeních. Druhým cílem práce je zhotovení fotoelektrické sondy snímající hladinu hydraulického oleje, která bude v zařízení použita a díky níž bude zařízení automatizováno.

Struktura této práce je následující: kapitola 2 představuje funkci vyrovnávacích můstků, hydraulických agregátů, které jsou jejich hlavní částí, a popisuje postup doplňování pracovní kapaliny těchto agregátů. Kapitola 3 se zabývá návrhem a realizací prototypu, který bude automatizovaně doplňovat hydraulický olej do zmíněných agregátů. Kapitola 4 uvádí čtenáře do problematiky snímání hladiny elektricky nevodivých kapalin a kapitola 5 se zabývá návrhem a realizací řídicí jednotky zmíněného prototypu.



## Kapitola 2

# Hydraulické vyrovnávací můstky

V této kapitole bude čtenář obeznámen s vyrovnávacími můstky, jejich funkcí, využitím a typy. Dále budou uvedeny základní principy funkce hydraulických agregátů a agregátů používaných pro pohyb vyrovnávacích můstků. V poslední části kapitoly bude popsán průběh činnosti servisních techniků při doplňování pracovní kapaliny agregátů vyrovnávacích můstků.

Vyrovnávací můstky se používají pro přesné vyrovnání rozdílů mezi ložnými plochami různých nákladních automobilů a nakládacími rampami. Díky tomu je možné náklad naložit do nákladního automobilu nebo jej vyložit jediným horizontálním pohybem. Robustní ocelová konstrukce s platformou odolnou proti zkroucení vyrovná boční sklon i u nerovnoměrně naloženého nákladu.

Účelem, pro který se rampa zřizuje, je zrychlení nakládky (vykládky, překládky) materiálu mezi prostory v budově a dopravním prostředkem. Stejná výška rampy a ložné plochy dopravního prostředku umožňuje zajíždět přímo do vozidla ručními vozíky, rudly nebo kontejnery s kolečky. Pokud se mezera mezi hranou rampy a hranou ložné plochy zakryje, je možné vjíždět na korbu vozidla i nízkozdvíhacími vozíky.

*Typy hydraulických vyrovnávacích můstků:*

- *Můstek se sklopným lipem*
- *Můstek s výsuvným lipem*
- *Můstek klapkový*
- *Můstek ve formě nůžkové plošiny*

Celé zařízení je rozpořbováno pomocí okruhu hydraulických pístů poháněných hydraulickým agregátem.

## 2.1 Hydraulické agregáty

Hydraulické agregáty jsou i u vyrovnávacích můstek zdrojem energie pro hybnou sílu pístů. Na tyto agregáty jsou kladeny určité speciální požadavky, mezi něž patří hlavně omezený prostor a omezená míra hlučnosti. Z těchto důvodů se pro vyrovnávací můstky používají malé nízkotlaké kompaktní hydraulické agregáty s motorem ponořeným v pracovní kapalině. Jedním z typických a velice používaných pohonů je agregát od firmy Argo Hytos SPA s elektromotorem ponořeným v nádrži s pracovní kapalinou. Je určen pro aplikace, kde je požadována nižší hlučnost a menší prostory pro zástavbu. Vzhledem k malému objemu nádrže nemůžou být tyto agregáty použity pro trvalý chod, proto jsou vhodné pro pohon zvedacích zařízení, kde krátkým sepnutím zajišťují dosažení jejich požadované polohy. Veškeré hlavní díly - elektromotor, zubové čerpadlo, řídicí blok a nalévací zátka - jsou upevněny na víku agregátu. Montážní poloha agregátu je horizontální.



Obrázek 2.1: Hydraulický agregát Argo Hytos SPA

### *Technické parametry:*

- *AC elektrohydraulická kompaktní pohonná jednotka s motorem ponořeným v pracovní kapalině*
- *Malé vestavné rozměry a úspora nákladů*
- *Vhodný pohon zejména pro zvedací plošiny a manipulační zařízení*
- *Hydraulický blok umožňující 3 základní hydraulická zapojení*
- *Možnost rozšíření funkce formou sdružování řídicích bloků*
- *Objem nádrže od 7 do 30 l, volitelné plastové provedení nádrží pro úsporu nákladů*

(S.R.O., n.d.)

## 2.2 Doplnování pracovní kapaliny hydraulických agregátů

Všechny typy hydraulických agregátů používané u vyrovnávacích můstků s podobnými specifikacemi, ať už jsou jedno nebo více ventilové (podle daného typu můstku).

Je známo, že většina zmíněných hydraulických agregátů neobsahuje měрку pracovní kapaliny (hydraulického oleje). Je to z mnoha různých důvodů. Při použití průhledné nádoby s ohraničenými ryskami se po čase nádoba zanesе filmem nebo nánosem a hladina oleje se tak stane nečitelnou. Při použití tyčkové odměrky je často z důvodů vlastností hydraulického oleje nečitelná hranice hladiny. Navíc se u naprosté většiny odměrka fyzicky nevejde mezi plnicí otvor a platformu vyrovnávacího můstku.

Na trhu s vyrovnávacími můstků se objevují stěžejní tři značky hydraulických kompaktních agregátů. Každý z těchto výrobců doporučuje zjišťování množství oleje vložéním předmětu do plnicího víčka nádrže a uvádí určitou vzdálenost od víčka, kde by měla být hladina oleje. Z principu funkce hydraulického čerpadla se musí zjišťování hladiny oleje provádět ve stavu, kdy je veškeré možné množství z hydraulického okruhu přečerpáno do nádrže pro pracovní kapalinu. To znamená, že všechny písty u zařízení jsou zcela zataženy a olej z jejich válců je přečerpán do nádrže. V praxi s vyrovnávacími můstků to znamená uvést můstek do plovoucí polohy.

Častou poruchou těchto zařízení bývá prasklá hadice nebo jiná netěsnost hydraulického okruhu. Po opravě těchto závad technici nevědí, kolik oleje uniklo, a zjišťují to pouze odzkoušením a postupným doplňováním oleje. Při servisních kontrolách se uvádí následující postup:

Proveďte kontrolu těsnosti u všech pístů, hadic a jejich napojení. V případě netěsnosti proveďte očištění a přetěsnění (je-li to možné). Po této opravě proveďte opětovnou zkoušku těsnosti = vyzkoušet celý cyklus můstku s delší prodlevou s držéním ovládacích tlačítek v koncových polohách (zvýšení tlaku oleje). Dále zkontrolujte množství oleje v nádrži: uveďte můstek do nejnižší polohy a vypněte. Pokud je to možné, podlezte pod můstek. Hydraulický blok je namontován zespodu horní platformy. Hladinu oleje zkontrolujte ponořením např.ohnutého drátu do nádrže. Hladina oleje nesmí být níže než 20 mm pod plnicí otvor.

Je-li ale můstek v plovoucí poloze, je fyzicky často nemožné se pod můstek dostat - v ostatních případech je to minimálně náročné. Znamená to tedy, že technik uvede můstek do maximální zvednuté polohy, vypne hydraulický okruh, vlezе do šachty, doplní

přiměřené množství oleje, vyleze ze šachty, zapne hydraulický okruh, uvede můstek do plovoucí polohy, obtížně vleze do zmenšené šachty a zjistí hladinu pracovní kapaliny v hydraulickém agregátu. Tento postup případně opakuje do stavu dosažení optimálního množství pracovní kapaliny v nádrži hydraulického agregátu. U většiny případů navíc nelze ani zasunutou delší předmět do plnicího otvoru. Dále často není možné vlézt pod můstek, který je uveden do plovoucí polohy. To znamená, že se měření provádí při zvednutém můstku, pak je tedy hladina pracovní kapaliny zkreslena. V některých případech se dokonce při doplňování oleje musí samotný agregát sundat ze svého uložení zespod platformy.



Obrázek 2.2: Plnicí otvor agregátu Obrázek 2.3: Omezený prostor v šachtě (rampa zvednuta)

# Kapitola 3

## Návrh a konstrukce prototypu

Tato kapitola na svém začátku popisuje funkce prototypu automatizovaného zařízení doplňující hydraulický olej. V další části kapitoly budou podrobně rozebrány jednotlivé komponenty prototypu a jejich vlastnosti. A v poslední části bude vysvětleno blokové schéma a dokumentace zařízení.

### 3.1 Funkce

Prototyp automatizovaného zařízení doplňující pracovní kapalinu hydraulických agregátů je mobilní a je umístěn ve voze servisního technika. Obsahuje vlastní nádržku s hydraulickým olejem, plnicí hubici, ovládací panel s displejem a dálkové ovládání. Technik při doplňování pracovní kapaliny agregátu vyrovnávacího můstku uvede můstek do zdvižené polohy, vypne hydraulický okruh, umístí zařízení do šachty, připojí do plnicího otvoru nádrže hubici tankovacího zařízení, vyleze ze šachty, zapne hydraulický okruh, uvede můstek do plovoucí polohy a dálkovým ovladačem uvede plnění oleje z tankovacího zařízení do nádrže agregátu do provozu.

Zařízení má v hubici doplňující olej, implementovanou vlastní fotoelektrickou sondu snímající hladinu hydraulického oleje, která sama přeruší doplňování při optimálním množství oleje v nádrži agregátu. Technik pak už jen uvede můstek do základní polohy, odpojí a vyndá zařízení ze šachty, na displeji zařízení zjistí množství doplněného oleje a tím je činnost dokončena. Funkce automatické plničky je založena na principu snímání hladiny pracovní kapaliny v určité vzdálenosti od plnicího otvoru nádrže. Zařízení po aktivaci začne do nádrže čerpat olej a v době, kdy je nádrž agregátů optimálně naplněna,

samo s čerpáním přestane. Podobně je tomu při tankování pohonných hmot do automobilu. Akčním členem zařízení je tedy čerpadlo a senzorem navržená sonda hladiny oleje umístěna v tankovací hubici.

## 3.2 Jednotlivé komponenty

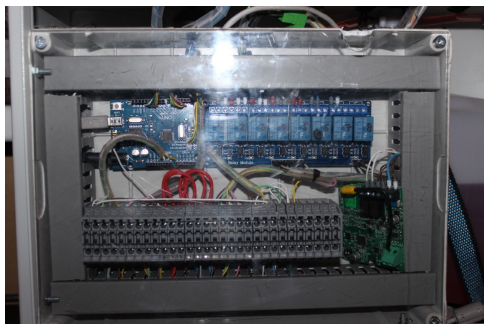
Prototyp kromě čerpadla a čerpací hubice se sondou obsahuje také ovládací panel s displejem, akustickou signalizací upozorňující na dokončení plnění, průtokoměr, jehož hodnoty se zobrazují na displeji, vlastní nádrž s olejem vybavenou stejným typem hladinové sondy pro automatické doplňování, dvě akumulátorové baterie pro mobilizování zařízení a dálkové ovládání. Nejdůležitější částí prototypu je řídicí jednotka, jejíž funkce, vlastní program procesoru a komponenty jsou popsány v kapitole 5. Všechny komponenty jsou umístěné v plechové skříni obsahující otevírací kryt doplněný o 4 ks natáčivých, silikonových koleček a přenosné madlo pro snadnou manipulaci se zařízením. Celý prototyp váží při plné nádrži 20 kg. Celkové rozměry zařízení činí 50x21x21 cm.



Obrázek 3.1: Prototyp v provozu

### 3.2.1 Řídicí jednotka

Řídicí jednotka pro ovládání prototypu byla nainstalována do oddělené rozvodnicové skříňky a přidělána k plechovému krytu rozebiratelnými spoji. Spolu s použitím konektorů pro všechny vývody z řídicí jednotky tvoří vyjímatelný kompaktní celek. Řídicí jednotka je vybavena průhledným víčkem pro čtení kontrolky na ovládacích deskách.



Obrázek 3.2: Řídicí jednotka prototypu



Obrázek 3.3: Konektory

Do rozvodné skříňky byla nainstalována DIN lišta pro využití propojovacích svorek. Dále byly použity rozvodnicové kanály pro vodiče a jako řídicí procesor byla použita programovatelná deska Arduino UNO, která ovládá silové kontakty za použití relé shieldu. Dále je v řídicí jednotce obsažen externí přijímač dálkového ovládání firmy FAAC, který je též připojen do řídicí desky Arduino UNO. Tento přijímač zajišťuje příjem signálu z dvoukanálového dálkového ovladače, kterým lze spouštět a zastavovat čerpání na dálku. Tento ovladač technik použije potom, co připojí plnicí hubici do hydraulického agregátu a uvede vyrovnávací můstek do plovoucí polohy. S jeho použitím je zajištěno snímání hladiny pracovní kapaliny v optimálním stavu hydraulického můstku, kdy je veškerý možný hydraulický olej přečerpán z pístů a hadic zpět do nádrže hydraulického agregátu. Řídicí jednotka je připojena na akumulátorovou 12 V baterii, jejíž napájení je vypínatelné hlavním vypínačem na ovládacím panelu. Tato baterie je použita pouze pro řídicí desku Arduino UNO, která dále napájí obě použité fotoelektrické sondy, průtokoměr a displej ovládacího panelu. Druhá akumulátorová 12 V baterie pak ovládá čerpadlo a relé shield. Napájení této baterie je taktéž vypínatelné hlavním vypínačem na ovládacím panelu. Z rozvodnice řídicí jednotky vystupují čtyři jednotlivé svazky vodičů vybaveny konektory a jedním datovým USB kabelem pro připojení PC pro případné další programování řídicí jednotky.

První svazek vodičů obsahuje na konektoru vodiče k napájecím bateriím. Ve druhém svazku vodičů jsou v konektoru x1 obsaženy 3 vodiče pro průtokoměr a 4 pro sondu instalovanou v plnicí hubici.

Tabulka 3.1: Konektor x1 (průtokoměr a sonda hadice)

Svorka konektor	Součástka	PIN Řídící jednotka
X1.1	Průtokoměr	5V Arduino
X1.2	Průtokoměr	D2
X1.3	<i>Fotodioda+</i>	Relé4.3
X1.4	<i>LED+</i>	3,3V Arduino
X1.5	<i>LED-</i>	GND Arduino + Rezistor 1KR
X1.6	<i>Fotodioda-</i>	GND Arduino
X1.7	Průtokoměr	GND Arduino

Ve třetím svazku jsou na konektoru x2 2 vodiče pro čerpadlo a 4 pro sondu, instalovanou v nádržce s olejem.

Tabulka 3.2: Konektor x2 (čerpadlo a sonda nádrž)

Svorka konektor	Součástka	PIN Řídící jednotka
X2.1	Čerpadlo	Relé2.1
X2.2	Čerpadlo	Relé3.1
X2.3	<i>LED-</i>	GND Arduino + Rezistor 1KR
X2.4	<i>Fotodioda-</i>	GND Arduino
X2.5	<i>LED+</i>	3,3V Arduino
X2.6	<i>Fotodioda+</i>	Relé4.1

V posledním největším svazku konektoru x4 jsou obsaženy všechny vodiče vedoucí do ovládacího panelu včetně displeje. Tento svazek obsahuje dohromady 20 vodičů. První 4 vodiče vedou do hlavního vypínače, který odděleně spíná dva páry vodičů, každý pro jednotlivou baterii, a tím zajišťuje zapínání a vypínání celého zařízení. Další 2 vodiče jsou dotaženy k ovládacímu panelu jako rezerva a jsou připraveny pro případné osazení pohotovostního tlačítka stop, které by okamžitě odpojilo čerpadlo. 2 páry jsou použity pro zapínací a vypínací tlačítka a další 4 jsou použity pro reverzační tlačítko. 2 vodiče ovládají sirénku signalizující ukončení plnění agregátu (signál ze senzoru hladiny v plnicí hubici). Nakonec poslední 4 vodiče ovládají displej ovládacího panelu.



Tabulka 3.3: Konektor x3 (Ovládací panel)

Svorka konektor	Součástka	PIN Řídící jednotka
X3.1	Hlavní vypínač	+12V:DO; rel.5.2; rel.JD-VCC
X3.2	Hlavní vypínač	+12V Baterie
X3.3	Hlavní vypínač	-12V Napájení Arduino
X3.4	Hlavní vypínač	-12V Baterie
X3.5	Wago (total stop)	Relé 1.2
X3.6	Wago (total stop)	Relé 5.1
X3.7	Tlačítko Start	GND Arduino; DO
X3.8	Tlačítko Start	D3 Arduino; DO
X3.9	Tlačítko Stop	5V Arduino; DO
X3.10	Tlačítko Stop	D4 Arduino; GND Arduino + Rezistor 1KR; DO;
X3.11	Tlačítko Reverzace	Relé 5.1
X3.12	Tlačítko Reverzace	Relé 5.2
X3.13	Tlačítko Reverzace	5V Arduino
X3.14	Tlačítko Reverzace	D5 Arduino; GND Arduino + Rezistor 1KR
X3.15	Sirénka	Relé 6.1
X3.16	Sirénka	+12V
X3.17	Displej	SDA Arduino
X3.18	Displej	GND Arduino
X3.19	Displej	SCL Arduino
X3.20	Displej	VCC Arduino

### 3.2.2 Ovládací panel

Ovládací panel obsahuje informativní displej, na kterém se zobrazuje množství natan- kovaného oleje, dále akustickou signalizační sirénku, která signalizuje ukončení čerpání, ovládací tlačítka a hlavní vypínač.



Obrázek 3.4: Ovládací panel

Sirénka: Pro akustickou signalizaci byla zvolena signální/akustická panelová sirénka typu AD16-22SM s napájecím napětím 12 V.



Obrázek 3.5: Sirénka

Hlavní vypínač a ovládací tlačítka: Pro zapínání a vypínání zařízení byl použit 3-pólový univerzální nouzový ON-OFF přepínač, který odpíná baterie od zařízení.



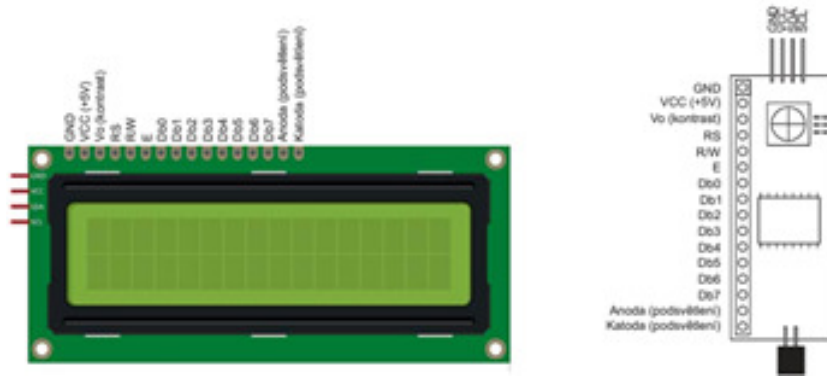
Obrázek 3.6: Hlavní vypínač

Pro ovládání zařízení byla použita panelová tlačítka s odlišnými barevnými štítky pro snadnou obsluhu.



Obrázek 3.7: Ovládací tlačítka

Displej: Použit byl standardní LCD displej se zeleným podsvícením o velikosti 16x2 (16znaků, 2 řádky). Displej využívá jednoduchý HD44780 řadič paralelního rozhraní. Napájecí napětí displeje činí 5VDC. Displej byl připojen k Arduinu pomocí IC sběrnice osazené trimrem pro jednoduché seřízení podsvícení. Celkově je displej s Arduinem spojen pomocí 4 pinů, a to +5V, GND, SDA (pin A4) a SCL (pin A5). Sběrnice byla osazena přímo na výstupní piny displeje.



Obrázek 3.8: Displej s I2C sběrnicí

### 3.2.3 Čerpadlo

Pro přečerpávání hydraulického oleje bylo použito zubové čerpadlo Extron modellbau. Napájecí napětí čerpadla je 12 V a umí čerpat v obou směrech. Odběrový proud čerpadla činí 1,5-3,5 A. Čerpadlo je připojeno pomocí 6 mm silikonové hadičky mezi nádrží a průtokoměrem. Při plnění agregátu je olej čerpán z vlastní nádrže prototypu přes čerpadlo, dále přes průtokoměr a poté do plnicí hubice. Při opačném směru (při doplňování vlastní nádrže) se chod čerpadla obrátí, přičemž průtokoměr v tomto směru nepočítá množství proudící kapaliny. Jako senzor pro snímání naplněné vlastní nádrže slouží navržená fotoelektrická hladinová sonda pod víčkem nádrže (stejná jako v plnicí hubici).



Obrázek 3.9: Čerpadlo

### 3.2.4 Průtokoměr

Pro zaznamenání množství průtoku byl použit průtokoměr typu YF-S201. Tento průtokoměr je vstupní modul pro Arduino. Umožňuje monitorovat množství proudící kapaliny skrze měřicí turbínu. Zvládá měřit průtok v rozsahu 1 až 30 litrů za minutu s poměrně dobrou přesností. Pracovní napětí průtokoměru je v rozsahu 5 až 18 V a maximální proudový odběr je 15 mA (při napětí 5 V). Provozní teploty udávané výrobcem jsou pak -25 až +80°C. Samotné měření průtoku probíhá detekováním pulzů na výstupním pinu průtokoměru, přičemž charakteristika pulzů je 450 pulzů na litr kapaliny. Pro propojení k Arduino řídicí desce byly použity 3 vodiče. Napájecí piny, 5V a GND a digitální pin, který pomocí programu zaznamenává počítané pulzy. Digitální pin byl připojen a naprogramován na svorku D2.



Obrázek 3.10: Průtokoměr

### 3.2.5 Nádrž

Jako rezervoár prototypu byla použita obyčejná plastová nádoba o objemu 5 l. Nádoba je v zařízení přidělána tak, aby byla ve spádu, s hrdlem nahoře a s rohem, kde je umístěna hadička, v nejnižším bodě. Je tak zajištěno, že je zařízení schopno zcela vypotřebovat rezervoár. Do hrdla je zavedena silikonová 6 mm tlustá hadička vedoucí ode dna nádržky k čerpadlu. Spolu s hadičkou je do nádrže zavedena vyrobená fotoelektrická sonda snímající hladinu oleje. Tato ohebná sonda je zatížená malým závažím

tak, aby byla stále centimetr pod hranicí hrdla nádoby. Při stisku reverzačního tlačítka, tedy doplňování vlastního rezervoáru prototypu, se zařízení samo doplňuje a v okamžiku vystoupení hladiny oleje pod hrdlo se čerpání samo zastaví díky zmíněnému snímači hladiny.

### 3.2.6 Hubice

Plnicí hubice obsahuje dvě silikonové hadičky v chrániče. Tenčí 6mm hadička pro přenos hydraulického oleje obsahuje na konci ještě mechanický kohoutek.



Obrázek 3.11: Hubice

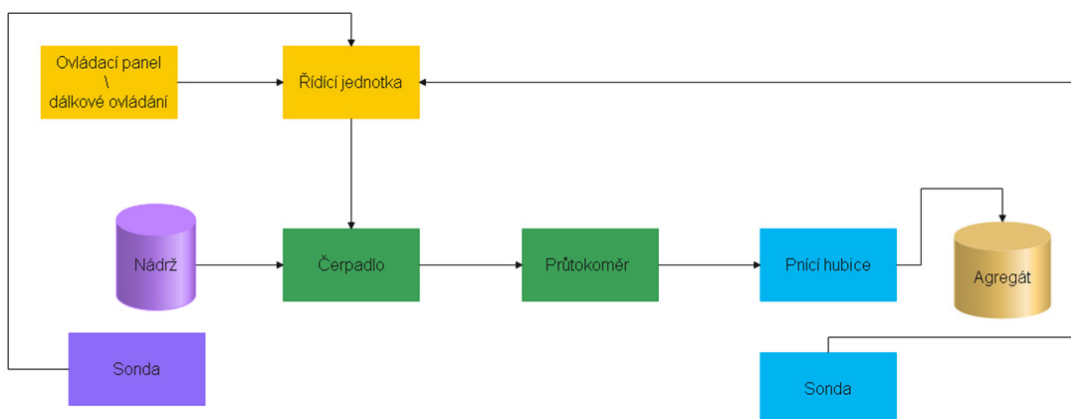
Čerpáním z nebo do rezervoáru vzniká v plastové nádržce podtlak, který způsobuje lehký únik oleje z plnicí hubice i při vypnutém zařízení. Proto je u konce plnicí hubice instalován kohoutek, který uzavírá plnicí hadičku a zabraňuje úniku oleje. Druhá 10 mm hadička obsahuje navrženou fotoelektrickou sondu. Plnicí hubice je udělaná tak, aby při zasunutí hubice do agregátu byl snímač hladiny 20 mm od plnicího hrdla agregátu, čímž je zajištěno automatické zastavení čerpadla při vystoupení hladiny oleje k bodu, kdy je v agregátu optimální množství pracovní kapaliny.



Obrázek 3.12: Prototyp v provozu

### 3.3 Výrobní schéma a dokumentace

Na blokovém schématu prototypu je znázorněna funkce a komponenty celého prototypu. Ze schématu lze vyčíst, že řídicí jednotka je řízena ovládacím panelem, případně dálkovým ovladačem. Řídicí jednotka řídí čerpadlo a vyčítá informace z hladinových sond, dále zpracovává informace z průtokoměru a promítá množství protečeného oleje na displej.



Obrázek 3.13: Blokové schéma





# Kapitola 4

## Snímače hladiny hydraulických olejů

V této kapitole je čtenář uveden do metod snímání stavů kapalin a obeznámen s problematikou snímání nevodivé kapaliny a principy a druhy snímačů. V poslední části je vysvětlen princip fotoelektrického snímání a představen vlastní návrh fotoelektrické sondy včetně připojení.

Měřením stavu hladiny rozumíme zpravidla zjišťování množství kapaliny v zásobníku nebo nádrži, které se vyjadřuje výškou hladiny v délkových jednotkách nebo určujeme zásobu kapaliny v objemových jednotkách. Množství kapaliny je také možné zjišťovat vážením zásobníku. (PAVEL CINGR, 1995)

Snímače hladiny mohou být přímé a nepřímé podle toho, zda měří hladinu přímo nebo v závislosti na jiné veličině a mohou pracovat jako dvupolohové nebo jako spojitě. (ING. OLDŘICH ŠULA, CSC., 1990)

### 4.1 Snímače stavu kapaliny

Zjišťování stavu hladiny je mnoho způsobů. Například pomocí jednoduchých stavoznaků jako jsou odměrné tyče, plovákové ukazatele nebo plovákové ukazatele s magnetickou spojkou, stavoznaků založených na měření tlaku s diferenčním manometrem nebo tenzometrických stavoznaků. Měření stavu hladiny může být pneumatické, elektrické, kapacitní, ultrazvukové nebo radioizotopové. (PAVEL CINGR, 1995)

Volbu vhodné metody ovlivňuje řada faktorů - teplota, korozivní účinky, rozsah, citlivost, potřeba plynulého měření hodnoty anebo indikace mezních stavů. (CSC., n.d.a)

Druh snímače hladiny zpravidla volíme podle druhu měřené kapaliny, druhu nádoby,

v níž je kapalina uložena a dalších charakteristik, jako je prostor nebo způsob zpracování informace ze snímače. V případě prototypu bylo potřeba zvolit snímač hladiny hydraulického oleje a snímač velice malé velikosti, jehož informace bylo potřeba zpracovat určitým elektrickým signálem. Jelikož je hydraulický olej elektricky nevodivý izolant, hrdlo nádrže hydraulických agregátů bývá široké 20-30 mm a musela se do hrdla vejít ještě hadička přemisťující pracovní kapalinu. Všechny zmíněné způsoby měření hladiny tak odpadly.



Obrázek 4.1: Plnicí otvor agregátu



Obrázek 4.2: Hubice v plnicím otvoru

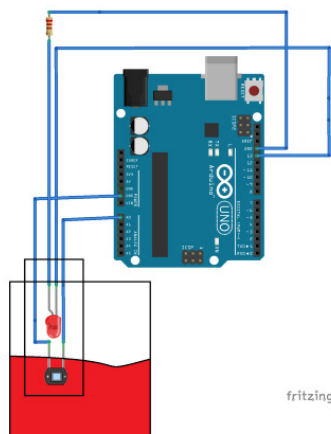
Zvolena tedy byla metoda fotoelektrického snímání popsaná v patentu 233260. Princip této metody byl zvolen především díky možnosti snímat elektricky nevodivé kapaliny a možnosti vlastní výroby snímače dle konkrétních požadavků bez přílišné náročnosti na výrobu.

## 4.2 Navržený snímač

V patentu 233260 bylo použito zařízení pro indikaci přítomnosti kapaliny vyznačující se tím, že před průhledné duté těleso tvořící po naplnění kapalinou spojnou optickou soustavu s reálným obrazem předmětného bodu je umístěn zdroj světla a za tímto průhledným dutým tělesem je umístěno fotočidlo.

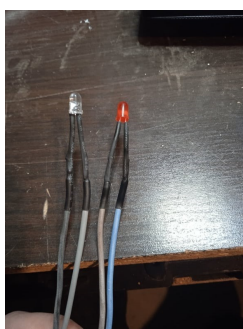
Princip této metody závisí na zdroji a detektoru světla. Podle této myšlenky byl navržen a vyroben vlastní senzor snímající hladinu hydraulického oleje.

Senzor je 10 mm tlustá silikonová hadička obsahující jednu svítivou diodu jako zdroj světla a jednu fotodiodu jako detektor světla. Mezi těmito diodami je prostor pro vniknutí oleje. Řídicí člen, na který jsou obě diody připojeny, vyhodnocuje napětí vzniklé při fotoelektrickém jevu na fotodiodě způsobeném dopadem světla z diody svítivé.



Obrázek 4.3: Schéma navrženého snímače hladiny

Mezi diodami je mezera, do které když vnikne kapalina, zmenší množství dopadajícího světla na fotodiodu. Následkem toho se změní hodnota napětí na fotodiodě a tuto změnu zaznamená řídicí člen. Jako řídicí člen je použita mikrokontrolérová vývojová deska Arduino UNO popsaná v kapitole 5.



Obrázek 4.4: Diody sondy



Obrázek 4.5: Navržená hladinoměrná sonda

Z hadičky vychází 4 vodiče připojené do řídicí jednotky. K řídicí jednotce je připojena pomocí konektoru x3 popsaném v kapitole 3.

*Vodiče:*

- *První vodič je připojen ke katodě svítivé diody a v řídicí jednotce je se sériově připojeným rezistorem 1000R zapojen do pinu GND desky Arduino.*
- *Druhý vodič je připojen k anodě svítivé diody a v řídicí jednotce je připojen do pinu 3V desky Arduino.*
- *Třetí vodič je připojen ke katodě fotodiody a v řídicí jednotce je připojen do pinu GND desky Arduino.*
- *A poslední čtvrtý vodič je připojen k anodě fotodiody a v řídicí jednotce je připojen do relé shieldu na svorku kontaktu NO relé 4.*

Zmíněné relé 4 má svorku COM připojenou na pin A0 v desce Arduino a přepíná na základě programu mezi kontakty NC a NO, na které jsou připojeny anody fotodiody obou senzorů. Tím je zajištěno zjišťování hodnot buď z hladinového senzoru uvnitř plnicí sondy nebo ze senzoru uvnitř hrdla rezervoáru prototypu viz schéma v kapitole 5.

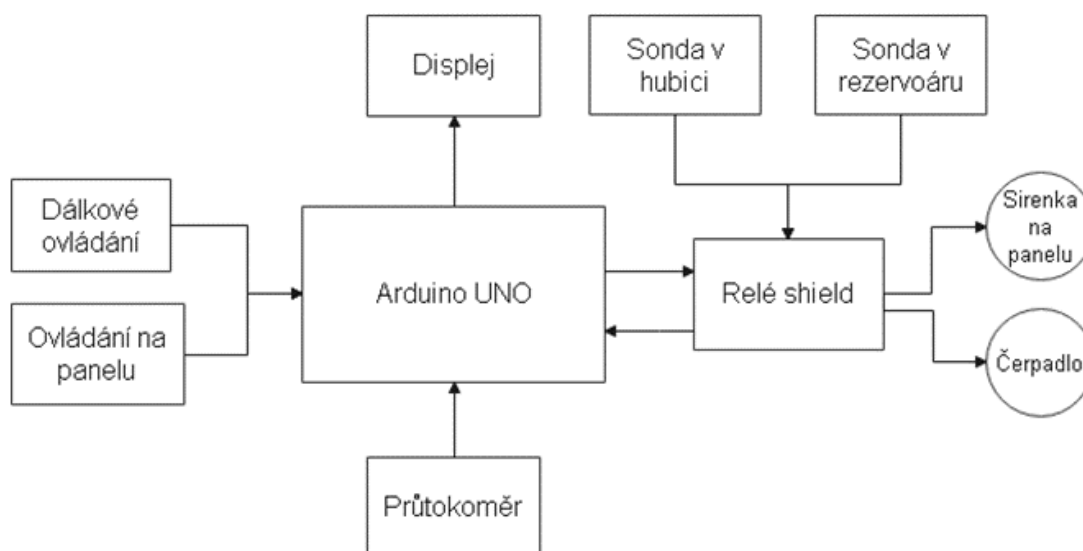
# Kapitola 5

## Elektronika pro řízení prototypu

V této kapitole bude popsán návrh a výroba prototypu. Použit bude návrhový program Fritzing. Dále budou rozebrány jednotlivé komponenty řídicí jednotky. V závěru kapitoly bude rozebráno kompletní schéma zapojení.

Hlavní řídicí jednotkou je mikrokontrolérová vývojová deska Arduino UNO, která zajišťuje zobrazování signálů, ovládání akčního členu zařízení, komunikaci s PC při programování a komunikaci s displejem.

Jako řídicí člen byla zvolena tato deska především díky své malé velikosti, nízkému napájecímu napětí, nízkým pořizovacím nákladům, schopnostem obdobným ostatním velkým PLC automatům a kompatibilitě s mnoha nastavbovými shieldy.



Obrázek 5.1: Blokové schéma řídicí jednotky

Z obrázku je vidět, že se o veškerou komunikaci mezi elektronickými prvky stará deska Arduino UNO, která je napájena samostatným napětím 12 V a která dále napájí další komponenty - průtokoměr, displej a hladinové fotoelektrické sondy. Pro napájení dalších prvků - relé shieldu, čerpadla a přijímače dálkového ovládání slouží další zdroj napětí 12V.

## 5.1 Jednotlivé komponenty

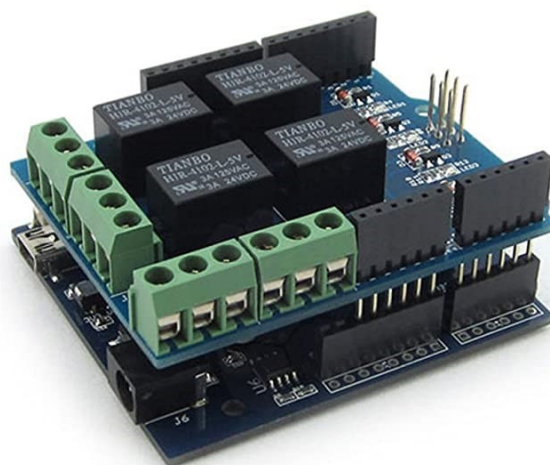
### 5.1.1 Relé shield

Protože mikrokontrolér neposkytuje energii potřebnou k ovládání větších zátěží (proud, který může protékat výstupy Arduina nepřesahuje 15 mA) musí se použít relé, pomocí kterého lze přepínat větší proudy. Pro připojení zátěží k Arduinu se používají takzvané relé shieldy, které jsou přímo s deskami Arduino kompatibilní.

V závislosti na počtu spínaných zátěží se používají jedno, dvou, tří a vícekanálové relé moduly. Podle velikosti ovládaných proudů se prodávají s různými jmenovitými proudovými zatíženími kontaktů. Dále se dělí podle napájecího napětí na 3, 5, 12, 24, 48 V.

(KARAOKEONLAIN, n.d.)

Moduly s menším napájecím napětím 3 nebo 5 V se dají připojit přímo k desce Arduino. Některé jsou na to dokonce vybaveny nástrčnými piny.



Obrázek 5.2: Relé shield modul na Arduino UNO

Při použití shieldů napájených přímo deskou Arduino ale může nastat nežádoucí jev, který může způsobit selhání celého relé shieldu nebo i ovládací desky Arduino. Tento jev nastává při spínání více relé současně. Sepnutím cívky relé nastane v obvodu náhlá špička napětí, která je obvykle zanedbatelná, ale pokud se ve stejný okamžik sepne více relé z modulu, špičky se sečnou a mohou poškodit funkci obou desek nebo je i zničit. Z tohoto důvodu je lepší při požadavku spínání více relé současně zvolit samostatný zdroj napájení pro relé desku.

Při připojení na externí napájení relé shieldu je obvykle nutno odstranit jumper propojující svorky VCC a JD-VCC a připojit napájecí napětí. Kladný pól zdroje na svorku JD-VCC, záporný na GND a svorku VCC ponechat volnou. Na svorku VCC v pinech relé se pak připojí 5 V z Arduina pro ovládání jednotlivých relé.

Pro prototyp byl vybrán relé shield s 8 relé, napájecím napětím 12 V z důvodu použití 12 V akumulátorové baterie jako zdroje. Modul má rozměry 13,5 x 5,3 x 1,7 cm, pracovní napětí 5 V s jmenovitým proudem na kontaktech 10 A. Modul je také vybaven indikačními SMD diodami, které slouží jako indikace sepnutí jednotlivých relé.

Připojení napájecího napětí bylo již popsáno. K aktivaci příslušného relé Arduinem slouží ovládací piny. Relé se ovládá stejně jako například rozsvícení a zhasínání LED diody. Pokud je výstupní pin, ke kterému je připojena LED dioda HIGH (čili 5 V u Arduina Uno) začne dioda svítit. Pokud je tomu naopak, tedy LOW (čili 0 V), dioda zase zhasne. Stejně je tomu tak i s relé, jen s tím rozdílem, že některé moduly mohou mít obrácenou logiku řízení. To znamená, že se relé může spínat v 0 V (LOW) a naopak se rozepínat v 5 V (HIGH).

(FALTUS, n.d.)

Z následujícího schématu zapojení lze vyčíst použití jednotlivých relé. První relé K1 přepíná na základě hodnot z hladinových sond. Společně s relé K5, které je ovládáno na základě ovládacích tlačítek, buď sepne nebo přeruší napájení čerpadla. Relé K2 a K3 zajišťují reverzaci čerpadla tzn. svými kontakty obrátí polaritu napětí na čerpadle na základě stisku tlačítka pro doplňování vlastního rezervoáru. Relé K4 má kontakt COM připojen na pin A0 ovládací desky, ze kterého deska na základě programu analyzuje analogovou hodnotu ze sond. Jedna sonda je připojena na kontakt NC, druhá na NO a relé mezi těmito kontakty přepíná. Při tankování do agregátu přepne na sondu v hubici a při doplňování rezervoáru přepne na hodnoty ze sondy rezervoáru. Relé K6 a K7 ovládají sirénku také na základě snímání hladin ze sond. Pokud hladina oleje stoupne k některé ze sond, sirénka se rozhouká a houká dokud hladina již není přítomná v sondě nebo je sirénka vypnuta stop tlačítkem systému.





## 5.2 Arduino

Vývoj prvního Arduina započal v roce 2005 jako pokus o vytvoření jednoduchého a hlavně levného vývojového setu pro studenty. Pro ně bylo do té doby finančně náročné pořizování drahých vývojových desek jako je například BASIC Stamp. Arduino se uchýlilo natolik, že se tvůrci rozhodli ho poskytnout celému světu. Velké rozšíření bylo způsobeno kromě nízkých pořizovacích cen desek hlavně sdílením všech schémat a návodů celému světu zdarma.

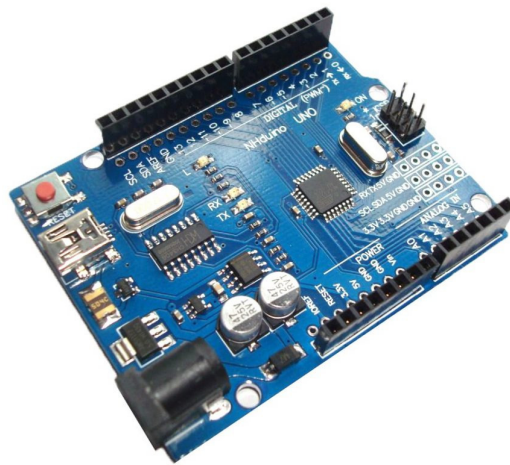
Programová část Arduina byla založena na Processing, což je knihovna pro jazyk Java, ke které je přidán vlastní editor. Výsledkem je zjednodušené programování.

Dnes je na trhu mnoho typů desek Arduino včetně několika neoficiálních typů zvaných klonů. Nejrozšířenější deskou je bezpochyby deska Arduino UNO. (ZBYŠEK VODA, 2015)

### 5.2.1 Arduino UNO

Na desce je osazen procesor ATmega328 a USB. Dále deska obsahuje napájecí konektor, resetovací tlačítko, které použijeme, pokud chceme nahraný program spustit od začátku, indikační LED diody, digitální a analogové nástrčné piny a nakonec pájecí piny. Deska obsahuje další části jako například USB převodník, ICSP hlavice pro externí programování převodníku nebo čip desky, o který se běžný uživatel nestará.

Digitální a analogové piny se dají použít jako vstupy i výstupy. Funkce pinu se určuje samotným programem. (ZBYŠEK VODA, 2015)



Obrázek 5.4: Deska Arduino UNO

Připojení komponentů na piny Arduina je následující:

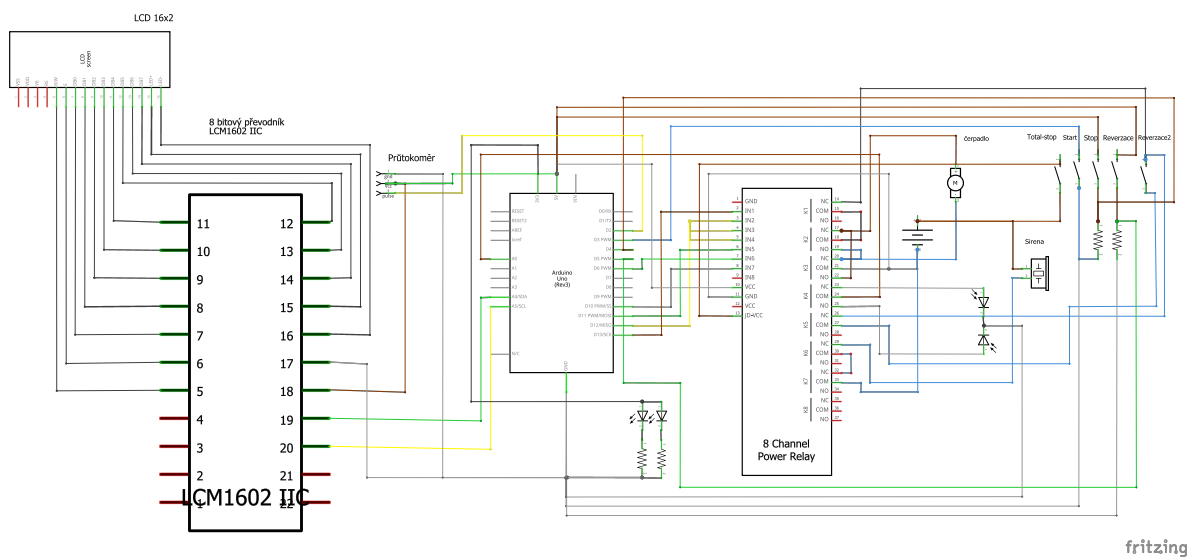
Tabulka 5.1: Signály

<b>PIN Arduina</b>	<b>I/O Arduina</b>	<b>Komponent</b>
D2	<i>I</i>	Průtokoměr
D3	<i>I</i>	Tlačítko Start
D4	<i>I</i>	Tlačítko Stop
D5	<i>I</i>	Tlačítko Reverzace
D6	<i>O</i>	Relé 6
D10	<i>O</i>	Relé 7
D11	<i>O</i>	Relé 5
D12	<i>O</i>	Relé 2,3,4
D13	<i>O</i>	Relé1
A0	<i>I</i>	Sondy
SDA	<i>O</i>	Displej

## 5.3 Elektrické schéma a program

Připojení a funkce jednotlivých komponentů zařízení byly popsány v předchozích kapitolách. Celkové a podrobné zapojení lze vyčíst z následujícího kompletního elektrického schéma prototypu.

Program pro řídicí jednotku je napsán v prostředí Arduino IDE. Program je u Arduina vykonáván v periodicky se opakujícím uzavřeném cyklu, tzv. scanu, jako v jiných PLC. Celý program je popsán a nahrán v příloze.



Obrázek 5.5: Schéma řídicí jednotky



# Kapitola 6

## Závěr

Tato absolventská práce měla za cíl uvést čtenáře do funkce vyrovnávacích můstků a problematiky doplňování pracovní kapaliny do těchto zařízení. Na základě stručného seznámení byl navrhnut prototyp, který zajišťuje automatizované doplňování zmíněné kapaliny a usnadňuje či dokonce upřesňuje činnost servisních techniků při opravách, servisech nebo revizích na těchto zařízeních.

V práci se podařilo splnit všechny požadavky zadání. Nejprve bylo provedeno obeznámení s funkcí hydraulických vyrovnávacích můstků. Dále byl čtenář uveden do problematiky doplňování oleje do hydraulických agregátů vyrovnávacích můstků. Byl navržen prototyp včetně jeho komponentů a ovládací elektroniky. Na základě toho byl prototyp sestaven a dále pak i odzkoušen v provozu.

Při výrobě prototypu nastalo mnoho problémů, například problém se spínáním jednotlivých relé najednou, jak bylo popsáno v kapitole 5.1.1. Stejně jako bylo řešeno i problém se snímáním hladiny nevodivé kapaliny. Při řešení tohoto problému byla navržena a vyrobena vlastní sonda jejíž princip a funkce je popsána v kapitole 4.2.

Vyrobený prototyp se i při využití v praxi osvědčil a momentálně je používán v servisním voze nejmenované firmy. Z časových důvodů sice nebyly podrobně analyzovány výsledky použití prototypu ve smyslu ušetřeného času nebo větší přesnosti oproti stávajícím postupům, ale z množství servisů na hydraulických vyrovnávacích můstcích s použitím prototypu jednoznačně vyplývá urychlení, upřesnění a zejména usnadnění doplňování pracovní kapaliny do těchto agregátů.

Zajímavou funkcí, jímž zařízení v současné době disponuje, je i funkce dálkového ovládání pro snadnější použití. Technik v omezeném prostoru nemusí být fyzicky vůbec přítomen, jak je popsáno v kapitole 2.2.

Prototyp má před sebou ještě řadu nutných dokončení před pravidelným používáním v

provozu. Tím je například nabíjení baterií zařízení nebo ukazatel stavu baterií či množství oleje v rezervoáru. Naproti tomu lze ale zmínit, že na návrh tohoto zařízení je v současné době podána přihláška užitného vzoru na úřadu průmyslového vlastnictví pod číslem PUV 2022-39799. Fakt o této přihlášce lze považovat jako jednu z dalších přidaných hodnot této práce.

Nad rámec této práce by se dalo uvažovat o využití navržené sondy i v jiných průmyslových odvětvích, stejně tak i zařízení jež automatizovaně doplňuje nevodivé kapaliny jakou je například hydraulický olej.

# Literatura

CSC., I. V. R. (n.d.a), ‘Teorie měření a regulace’, <https://docplayer.cz/24390281-Cw01-teorie-mereni-a-regulace.html>.

CSC., M. H. R. (n.d.b).

FALTUS, R. (n.d.), ‘Spínací prvky – relé, tranzistory a tranzistorová pole’, <https://navody.drateg.cz/zaciname-s-arduinoem/spinaci-prvky-rele-tranzistory-a-tranzistorova-pole.html>.

ING. OLDŘICH ŠULA, CSC. (1990), *Základy automatizace*, SNTL-Nakladatelství technické literatury. ISBN 80-03-00250-8.

KARAOKEONLAIN (n.d.), ‘Ovládání relé pomocí arduina. arduino: Reléový modul sketch control 16 kanálové relé pro arduino’, <https://karaokeonlain.ru/cs/upravlenie-rele-s-pomoshchyu-arduino-arduino-modul-rele-sketch-upravlenie-16/>.

PAVEL CINGR (1995), *Základy automatizace*, Praha: Informatorium, spol. s.r.o. ISBN 80-85427-70-2.

S.R.O., A.-H. (n.d.), ‘Hydraulický agregát s motorem ponořeným v pracovní kapalině’, <https://www.argo-hyotos.com/cz/vyroby/hydraulicke-agregaty/spa-01.html>.

ZBYŠEK VODA, T. H. K. (2015), *Průvodce světem Arduina*, Matin Stříž. ISBN 978-80-87106-90-7.





# Příloha A

## Obsah přiloženého CD/DVD

K této práci je přiloženo CD/DVD s následující adresářovou strukturou.

- Absolventská práce v  $\LaTeX$ 2<sub>ε</sub>
- Fotodokumentace
- Program řídicí jednotky
- Přihláška k udělení užitečného vzoru
- Schéma zapojení elektroniky
- Pokorný\_AP\_2021\_2022.pdf – absolventská práce ve formátu PDF



# Příloha B

## Použitý software

**L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub>** [⟨http://www.miktex.org/⟩](http://www.miktex.org/)

**Fritzing** [⟨https://fritzing.org/⟩](https://fritzing.org/)

**Arduino IDE** [⟨https://www.arduino.cc/en/software⟩](https://www.arduino.cc/en/software)

**Wondershare Edrawmax** [⟨https://www.edrawmax.com/⟩](https://www.edrawmax.com/)

**Arduino IDE** [⟨https://www.arduino.cc/en/software⟩](https://www.arduino.cc/en/software)

**TeXstudio** [⟨https://www.texstudio.org/⟩](https://www.texstudio.org/)



# Příloha C

## Časový plán absolventské práce

Činnost	Časová náročnost	Termín ukončení	Splněno
výroba sondy snímání hladiny oleje	1 měsíc	29.8.2021	20.09.2021
AP: kapitoly týkající se funkce vyrovnávacích můsteků	1 měsíc	29.9.2021	
naprogramování řídicí jednotky prototypu	2 měsíce	29.11.2021	4.2.2022
kompletní sestavení prototypu	2 měsíce	29.1.2022	6.2.2022
otestování prototypu v terénu	3 týdny	20.2.2022	24.3.2022
AP: kapitoly týkající se komponent prototypu	1 měsíc	20.3.2022	
AP: dokončení textu	3 týdny	10.4.20	28.3.2022



# Příloha D

## Tvorba prototypu v čase

**20.02-27.02. 2021** Komunikace s firmou argo-hytos ohledně možností snímání stavu oleje.

**02.03.2021** Výběr a nákup součástek pro pokusy indikace hladiny oleje.

**30.03.2021** Vyzvednutí součástek.

**13.04.2021** První pokusy o vytvoření sondy.

**16.04.2021** První prototyp sondy.

**06.05.2021** Oficiální zadání AP.

**31.05.2021** Nákup součástek na další prototyp sondy.

**01.07.2021** Zkouška funkce fotodiody místo fotorezistoru v sondě

**10.07-16.07.2021** Provedeny další pokusy o vytvoření funkční sondy, psaní základního programu pro ovládání relátka sondou.

**20.09-25.9.2021** Vytvoření finální sondy, připojení čerpadla a průtokoměru včetně základního programu.

**14.10.2021** Vyzvednutí instalačních dílů a rozmyšlení rozložení dílů v rozvaděči.

**28.10-31.10.2021** Instalace krabice: kolečka, madlo, sonda, baterka, rozvodná krabice s elektronikou: (koryta, DIN lišta se svorkami, arduino, relé shield), hydraulický rozvod:(sonda, plnicí hadice, nádrž, čerpadlo, průtokoměr).

- 06.07-07.07.2021** Pokračování v instalaci, první zkouška, zjištěn nedostačující relé shield (do 3A a pouze 4relé).
- 16.10-17.10.2021** Pokračování v instalaci a psaní jednotlivých částí programu. Provedena výměna čerpadla za obousměrné, výměna většího relé shieldu včetně instalace a základního programování, připraven přijímač pro dálkové ovládání.
- 21.11.2021** Vyztužení hadice, zapojení totál stopu čerpadla, naprogramování dálkového ovládání. Zapojení relé pro přepínání sond včetně naprogramování, připojení reverzace na tlačítko včetně naprogramování tlačítka.
- 26.11-28.11.2021** Připojení ovládacích tlačítek, narýsování krytu pro vytvoření otvorů v plechu pro ovládací panel, vytvoření programu pro ovládací tlačítka, průtokoměr a začátek programu pro displej.
- 31.12.2021** Dokončení připojení ovládání tlačítka.
- 09.01.2022** Výroba a instalace sondy do vlastní nádrže, včetně připojení a naprogramování, připojení sirény.
- 12.01.2022** Napájení konektorů.
- 14.01.2022** Připojení konektoru ovládacího panelu.
- 16.01.2022** Vyřezání děr a nalakování ovládacího panelu.
- 18.01.2022** Osazení ovládacího panelu.
- 19.01.2022** Zapojení panelu, vyřezání plexi pro kryt řídicí jednotky a displej.
- 20.01.2022** Dokončení panelu, přidání závaží na sondu v nádrži.
- 30.01.2022** Analýza problému s relé shieldem.
- 04.02.2022** Výměna relé shieldu včetně přepojení a přepájení, učešání rozvodů řídicí jednotky s nalisováním dutinek, připojení a naprogramování sirény, včetně odzkoušení, zakrytování a dokončení rozvaděče, dopsání popisů svorek konektorů do deníku.
- 06.02.2022** První test s připojením na agregát.
- Výroba prototypu zabrala 159 hodin čistého času.