Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola, Liberec, příspěvková organizace

Tiskárna z Pichtova psacího stroje

Maturitní práce

Autor **Jakub Michalenko**

Obor **Elektrotechnika**

Vedoucí práce **Ing. David Krčmařík, Ph.D.**

Školní rok **2023/2024**

Počet stran **2**

Počet slov **1116**



Anotace

Práce se zabývá vytvořením nástavby na Pichtův psací stroj, který z něj udělá tiskárnu. Tato nástavba manipuluje s psacím strojem jako člověk, čímž dochází k tisku. Práce obsahuje konstrukční část, slaboproudou část a program. Cílem je zpřístupnit nevidomým lidem, kteří již velmi pravděpodobně vlastní Pichtův psací stroj, tisk v Braillově písmě.

Summary

This work deals with making of addon for Picht’s typewriter, which changes it to printer. This addon works with typewriter like a human, and by that it creates the print. This work contains construction part, weak-current part and a program. The objective is to make Braille printing more accessible to blind people, who by high chance already own Picht’s typewriter.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou maturitní práci vypracoval sám a uvedl jsem veškerou použitou literaturu a bibliografické citace.

V Liberci dne

Jakub Michalenko

Obsah

[Úvod 1](#_Toc147398975)

[1 Seznámení s Braillovým psacím strojem 2](#_Toc147398976)

[1.1 Historie Braillova psacího stroje 2](#_Toc147398977)

[1.2 Konstrukce Pichtova psacího stroje 2](#_Toc147398978)

[1.2.1 Části Pichtova psacího stroju operované nástavbou 3](#_Toc147398979)

[1.3 Dlouhá citace 3](#_Toc147398980)

[1.4 Zdrojový kód 4](#_Toc147398981)

[2 Druhá kapitola 5](#_Toc147398982)

[2.1 Podkapitola druhé kapitoly 5](#_Toc147398983)

[2.1.1 Podkapitola první kapitoly uvnitř první kapitoly 5](#_Toc147398984)

[Závěr 6](#_Toc147398985)

[Seznam zkratek a odborných výrazů 7](#_Toc147398986)

[Seznam obrázků 8](#_Toc147398987)

[Použité zdroje 9](#_Toc147398988)

[A. Seznam přiložených souborů I](#_Toc147398989)

Úvod

Práce je o nástavbě na Pichtův psací stroj, která ho promění v tiskárnu. K tomuto tématu jsem se dostal přes svého nevidomého bratra. Problémem Braillských tiskáren je jejich vysoká cena, tak jsem vytvořil tuto nástavbu, která je oproti Braillské tiskárně mnohem méně finančně nákladná. Nástavba je vytvořena pro Pichtův psací stroj Tatrapoint Adaptive, ale je možné ji použít i na dalších modelech Tatrapoint.

Teoretická část se zabývá mikrokontrolery, především mikrokontrolerem ATmega328P, krokovými motory a jejich ovládáním, DC motory, push solenoidy a unipolárními tranzistory.

Praktická část obsahuje konstrukční řešení mé nástavby, slaboproudou část a kód pro Arduino Uno, který to vše ovládá.

Když jsem se jednou o tomto nápadu bavil s šéfem firmy NOVOTNÝ AUTOMATION s.r.o., tak se mě zeptal, zda bych nechtěl tento projekt vypracovat pro něj, a já tu nabídku přijal.

# Seznámení s Braillovým psacím strojem

Brailluv psací stroj neboli Pichtův psací stroj je mechanické zařízení pro zápis Braillova písma na papír určený pro nevidomé.

## Historie Braillova psacího stroje

První psací stroj pro nevidomé byl vynalezl v roce 1892 Frank Haven Hall, který pracoval ve škole pro nevidomé v Illinois. Tento vynález nechránil patentem, jelikož na něm nechtěl vydělat. (1)

V roce 1901 si zaregistroval svůj patent Oskar Picht, podle které se občas v česku používá název „pichtův psací stroj“. Oskar Picht je v Evropě často označován za prvního vynálezce psacího stroje pro nevidomé. (1)

## Konstrukce Pichtova psacího stroje

Konstrukce Pichtova psacího stroje je podobná konstrukci klasického psacího stroje. Skládá se z klávesnice, mechanické části na vytlačení důlků do papíru, válec na posouvání papíru na další řádek a posuvný vozík na horizontální posun papíru. Oproti klasickému psacímu stroji ale klávesnice obsahuje pouze 7 kláves, 6 kláves tvoří šestibod Braillova písma, jejichž kombinací se píšou písmena a sedmá klávesa je mezerník.

Horizontálně se posuvný vozík posouvá automaticky po úderu na jakoukoliv klávesu, což zajišťuje buben se strunou, který obsahuje pružinu a automaticky se namotává. Pro návrat na předchozí znak obsahuje psací stroj ještě jedu páčku.

Z těchto částí se ale operují pouze klávesnice a horizontální a vertikální posun papíru. Tím pádem nemusím nijak operovat mechanismus na vytlačení důlků do papíru, jelikož to je přímo mechanicky propojené s klávesnicí.

Obsah obrázku doplňky, Zavazadla a tašky, taška, Příruční zavazadlo

Popis byl vytvořen automaticky

Obrázek Pichtův psací stroj - Tatrapoint Adaptive

### Části Pichtova psacího stroju operované nástavbou

1. klávesnice
2. vertikální posun papíru
3. horizontální posun papíru

## Dlouhá citace

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet ut et voluptates repudiandae sintr et molestiae non recusandae. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. In laoreet, magna id viverra tincidunt, sem odio bibendum justo

Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Pellentesque arcu. Nullam eget nisl. Integer malesuada. Nulla pulvinar eleifend sem. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Donec quis nibh at felis congue commodo. (2)

Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Pellentesque arcu. Nullam eget nisl. Integer malesuada. Nulla pulvinar eleifend sem. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Donec quis nibh at felis congue commodo. Cras pede libero, dapibus nec, pretium sit amet, tempor quis. Etiam dui sem, fermentum vitae, sagittis id, malesuada in, quam. Nunc auctor

## Zdrojový kód

Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Pellentesque arcu. Nullam eget nisl. Integer malesuada. Nulla pulvinar eleifend sem. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Donec quis nibh at felis congue commodo. Cras pede libero, dapibus nec, pretium sit amet, tempor quis. Etiam dui sem, fermentum vitae, sagittis id, malesuada in, quam. Nunc auctor.

Zdrojový kód nebo jiná ukázka strojového výpisu

Může mít i víc řádků.

Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Pellentesque arcu. Nullam eget nisl. Integer malesuada. Nulla pulvinar eleifend sem. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Donec quis nibh at felis congue commodo. Cras pede libero, dapibus nec, pretium sit amet, tempor quis. Etiam dui sem, fermentum vitae, sagittis id, malesuada in, quam. Nunc auctor Lorem ipsum dolor..

Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Pellentesque arcu. Nullam eget nisl. Integer malesuada. Nulla pulvinar eleifend sem. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Donec quis nibh at felis congue commodo. Cras pede libero, dapibus nec, pretium sit amet, tempor quis. Etiam dui sem, fermentum vitae, sagittis id, malesuada in, quam. Nunc auctor.

# DC motor

Stejnosměrný (DC) motor je v elektrotechnice točivý elektrický stroj na stejnosměrný proud, s vnitřní komutací cívek v rotoru. Může pracovat v režimu elektromotor nebo generátor (dynamo). Princip stejnosměrného motoru objevil v roce 1873 Zénobe Gramme. Stejnosměrné motory se dělí do více skupin, na kartáčové a bezkartáčové a dále podle typu buzení, na motory s cizím buzením, motory se sériovým buzením a derivační motory. (3)

Malé stejnosměrné motory jsou požívány v hračkách a pohonech spotřebičů. Díky jejich rozšíření jsou cenově velmi přístupné, je jich velké množství a dělají se ve všech možných rozměrech a s různými parametry. Díky tomu jsou velmi používané nejen v profesionálních strojích ale využívají je i kutilové. Někdy se prodávají s přimontovanou převodovkou pro dosažení větších otáček nebo většího kroutícího momentu.

## Stavba stejnosměrného motoru

Stejnosměrný motor má čtyři hlavní díly, společný magnetický obvod statoru a rotoru, buzení magnetického toku statoru, komutátor s kartáči a rotor. Napájení rotoru je realizováno přes sběrací kartáče na komutátoru, který přepíná vinutí rotoru. Na statoru je budicí vinutí, které vytváří magnetický tok. Budicí vinutí je nahrazováno u nových konstrukcí permanentním magnetem. Změnou velikosti budicího proudu nebo napájecího napětí kotvy je možno řídit rychlosti otáčení (ot/min). Změnou směru jen budicího proudu nebo jen napětím kotvy docílíme změnu směru otáčení kotvy. (3)



Obrázek příklad DC motoru s převodovkou na kroutící moment

Obsah obrázku text, logo, kruh, Písmo

Popis byl vytvořen automaticky

Obrázek stavba stejnosměrného motoru

## Princip činnosti stejnosměrného motoru

Stejnosměrný motor se skládá z rotoru (upevněn na hřídeli) a statoru (pevná část elektromotoru). Rotor je vždy elektromagnet, stator může být buď elektromagnet nebo permanentní magnet. Kotvou je označován elektromagnet, na kterém dochází k přepólování napájení jeho vinutí (buď pomocí komutátoru nebo řídícím elektronickým obvodem). Kotva může být na statoru i na rotoru (podle konstrukce motoru). (3)

Magnetický tok budicího vinutí a kotvy na sebe silově působí. Stejné póly se odpuzují a opačné přitahují. Tím vzniká točivý moment. Pokud by při pootočení nedošlo k přepnutí vinutí kotvy (komutaci), došlo by k zastavení. Vektory spřaženého magnetického toku by nevyvozovaly vzájemné silové účinky (magnetická pole by byla orientována ve stejném směru). Pro zachování dosavadního směru otáčení je kotva přepólována tak, aby se rotor snažil pootočit směrem do další neutrální polohy, ale mezi tím dojde opět k další komutaci části vinutí kotvy. Pro plynulejší pohyb má kotva tři a více vinutí. Změnu směru otáčení motoru nebo polarity výstupního napětí dynama je možno uskutečnit reverzací (přepólováním) jen kotvy, nebo jen buzení. Pro rychlou reverzaci motoru je obvykle reverzována kotva, která má mnohem menší časovou konstantu než budicí obvod. (3)

Snížení velikosti budicího proudu se snižuje velikost magnetického budicího toku. Odbuzením statoru se zvyšují otáčky motoru (při konstantním momentu zátěže a napětí), podle vztahu, kde je U – indukované napětí v kotvě, K – konstanta stroje, ϕ – budicí tok, ω – úhlová rychlost vodičů kotvy, odvozený ze vztahu , kde je U – indukované napětí v kotvě, B – magnetická indukce, l – délka vodiče, v – rychlost vodiče v magnetickém poli. Snížením velikosti proudu v kotvě se snižuje velikost kroutícího momentu na hřídeli (při konstantních otáčkách a napětí), podle vztahu , který je odvozen ze vztahu , kde je M – kroutící moment, K – konstanta stroje, ϕ – budicí tok, I – proud kotvou, F – síla, l – délka vodiče. Při konstantním buzení narůstá lineárně výkon motoru od nuly až do jmenovitých otáček . Po dosažení jmenovitých otáček dochází k odbuzování a tím klesá hyperbolicky moment motoru . (3)

## Typy stejnosměrných motorů

Základní typy DC elektromotorů jsou kartáčové a bezkartáčové DC elektromotory, dále se dělí podle způsobu buzení.

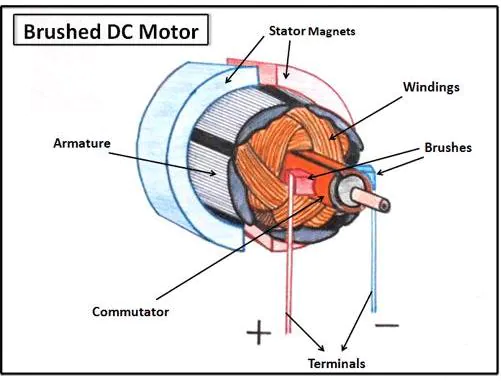
### Kartáčový stejnosměrný elektromotor

Kartáčový motor má na hřídeli rotor a zároveň kotvu, v jejichž drážkách je vloženo vinutí rotoru připojené na komutátor. Komutátor je soustava vzájemně elektricky oddělených vodivých kovových lamel upevněných na hřídeli rotoru. Na komutátor přiléhají uhlíky (kartáče), kterými je přiveden do rotoru elektrický proud. Komutátor s uhlíky zajišťují komutaci vinutí – přepínání částí vinutí rotoru. Během provozu dochází k opotřebovávání uhlíků otěrem o lamely a jiskřením při přepínání napájení pro jednotlivé části vinutí. Komutátor je nejporuchovější součástí stejnosměrného kartáčového motoru a vyžaduje pravidelnou údržbu. Napětí a proud procházející vinutím rotoru je vždy stejnosměrný, pokud je střídavý jedná se o univerzální motor. (3)

Stator kartáčového motoru obsahuje budicí obvod, který je tvořen permanentními magnety nebo cívkami budicího vinutí. (3)

Vektor magnetického toku buzení (statoru) je pootočen o 90°elektrických vůči vektoru magnetického toku kotvy. Oba magnetické toky jsou spřaženy ve společném magnetickém obvodu. Tím dochází k silovému působení mezi magnetickými toky cívek a vzájemným silovým působením vzniká [kroutící moment](https://cs.wikipedia.org/wiki/To%C4%8Div%C3%BD_moment). (3)

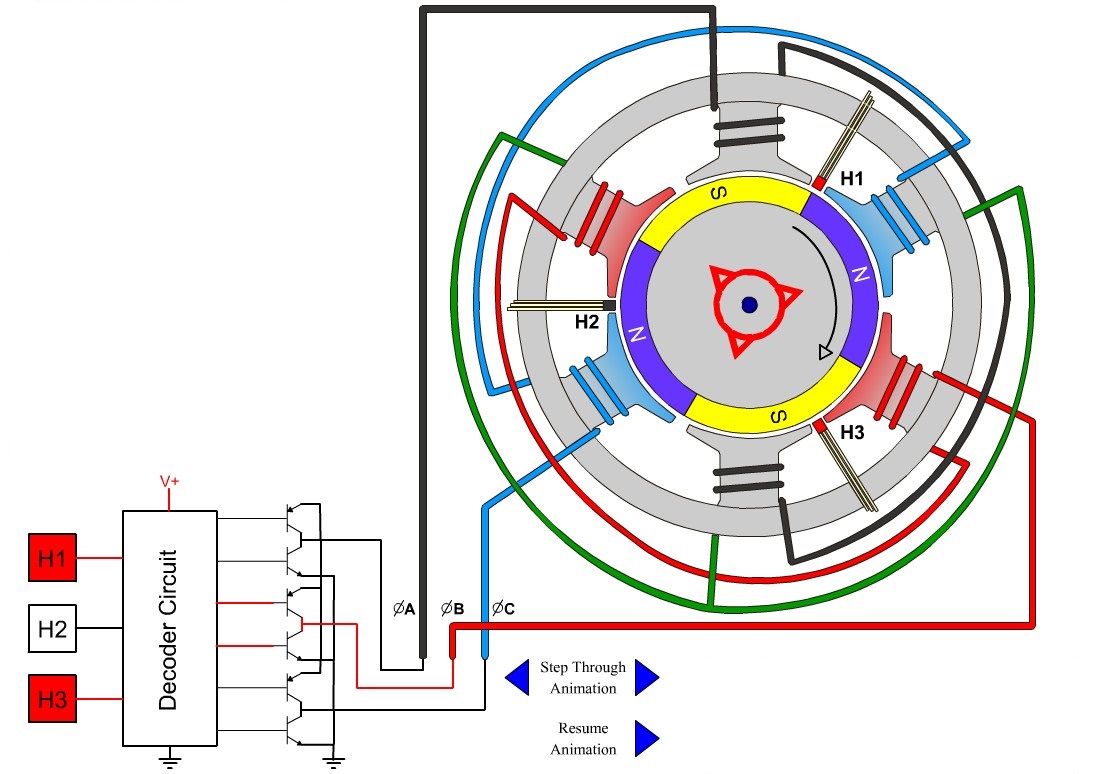
Změna rychlosti otáčení a kroutícího momentu je prováděna změnou velikosti přivedeného elektrického napětí na kotvu a změnou budicího proudu. (3)



Obrázek stavba kartáčového stejnosměrného motoru

### Bezkartáčový stejnosměrný elektromotor

Bezkartáčový motor má rotor tvořen permanentními magnety, a proto nepotřebuje na rotor přivádět elektrický proud. Vinutí cívek statoru je zapínáno řídicí elektronikou tak, aby byl neustále vyvoláván točivý moment na rotoru, což znamená, že stejnosměrné napájení je elektronickou řídicí jednotkou měněno na střídavý proud. Řídící jednotka musí sledovat pozici rotoru, například pomocí Hallových sond, aby správně přepojovala vinutí statoru. Změna otáček je prováděna změnou frekvence přepínání cívek ve statoru. Řídicí jednotka může regulovat napětí a proud do cívek statoru, čímž může ovlivňovat rychlost otáčení a točivý moment. Tím, že není použit komutátor, je bezkartáčový motor nenáročný na údržbu. Jsou označovány někdy jako BLDC. Příkladem bezkartáčového motoru je motor ventilátoru chlazení PC. (3)

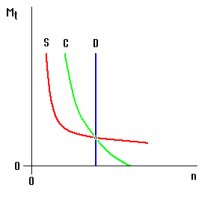


Obrázek diagram BLDC motoru s ovládáním

## Buzení stejnosměrných motorů

První komutátorové motory měly výhradně statorové budicí vinutí. U nových konstrukcí bývá nahrazováno permanentním magnetem. Odbuzením (snížením budicího proudu) vinutí statoru umožňuje u komutátorového motoru zvýšení rychlosti otáčení. Současně klesá krouticí moment. (3)

Komutátorové motory používají čtyři typy elektrického propojení buzení a kotvy: sériové, derivační (paralelní) a kompaundní (kombinace obou) a cizí buzení. Každý má jinou charakteristiku točivého momentu k otáčkám motoru pro různé zátěže a rozdílné výstupní charakteristiky dynam. (3)

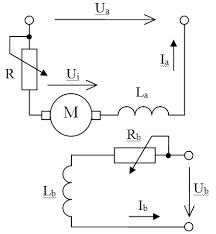


Obrázek Charakteristiky buzení stejnosměrných motorů

Na zobrazeném grafu jsou zobrazeny idealizované momentové charakteristiky motorů v závislosti na otáčkách [S] - sériový, [D] - derivační, [C] - kompaundní. Grafy platí jen v pracovní oblasti motorů. (3)

### Cizí buzení

Cize buzený motor má kotvu (rotor) i statorové buzení napájeny z různých nezávislých zdrojů, které mohou být řiditelné. Pro zavedení elektrodynamické brzdy (změnu směru práce ve IV. kvadrantu) stačí jednoduché zapojení obvodů. Tento motor nepotřebuje zeslabování budicího vinutí (buzení má vlastní regulaci). Využíval se po rozvoji výkonové elektroniky (pulzní měniče). (3)

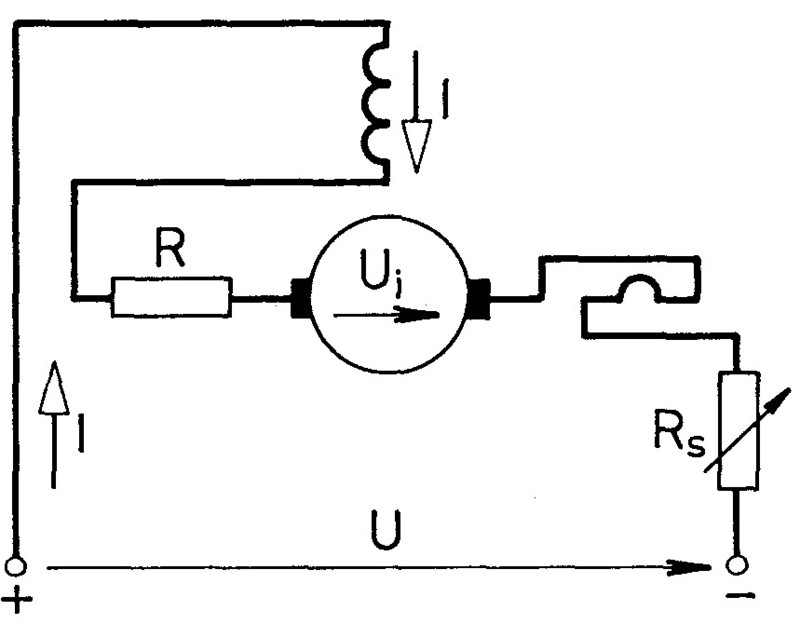


Obrázek zapojení stejnosměrného motoru s cizím buzením

### Sériové buzení

Statorové budicí vinutí je spojeno do série s vinutím rotoru. Dopravní prostředky závislé i nezávislé trakce (vlaky, metro, tramvaje,...) vyžadují pohon motory s velký záběrovým momentem. Tomu nejlépe vyhovoval motor se sériovým buzením. Mluvíme o sériovém elektromotoru. Točivý moment motoru je nepřímo úměrný otáčkám. Při nulových otáčkách dosahuje motor maximálních hodnot kroutícího momentu. (3)

Motory se sériovým buzením nemají omezení rychlosti otáčení. Při běhu naprázdno se motor může roztočit do vysokých otáček, kdy hrozí mechanické roztržení rotoru s možným zraněním obsluhy. (3)

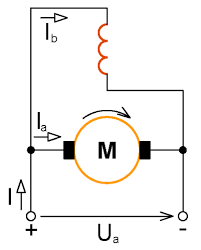


Obrázek zapojení stejnosměrného motoru se sériovým buzením

### Derivační zapojení buzení

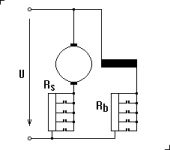
Derivační motor je komutátorový motor, jehož budicí vinutí i kotva je napájeno ze společného zdroje (zapojeno paralelně). Jedná se v podstatě o obdobu cize buzeného motoru. Otáčky v motoru v pracovní oblasti jsou málo závislé na zátěži motoru. Derivační motor je využíván u poháněných zařízení s požadavkem malých změn otáček. Proud statoru i buzení je možno samostatně regulovat. Derivační motor přechází samočinně z motorického režimu do režimu generátoru (z I. do II. kvadrantu) a zpět v závislosti na mechanické charakteristice poháněného zařízení. (3)

Derivační motor se může při přerušení budicího obvodu přetočit, hrozí mechanické poškození rotoru až zranění obsluhy. (3)



Obrázek zapojení derivačního motoru

Zapojení motoru umožňuje samostatnou regulaci a smyslu proudu ve statorovém budicím vinutí a vinutí rotoru (kotvy). Tím je možno měnit otáčkovou a momentovou charakteristiku motoru a dynama. Při pohonu z vnějšího zdroje výkonu přechází stejnosměrný motor samočinně z motorické do generátorické oblasti (pracuje jako dynamo). Motor je možno jen odbuzovat a omezovat proud kotvy. Momentová charakteristika je velmi podobná jako u motoru cize buzeného. Spouštění motoru: před zapnutím motoru musí být nastaven maximální budicí proud, tedy vařazen – zkratován rezistor Rb a zařazen celý odpor rezistoru RS. (3)

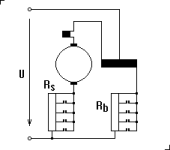


Obrázek zapojení derivačního motoru 2

### Kompaundní zapojení buzení

Kompaundní motor neboli elektromotor se smíšeným buzením má sériové i paralelní budicí vinutí, jejichž magnetické toky působí buď souhlasně, nebo proti sobě. Podle toho, která část budicího vinutí (sériová nebo derivační) má převládající vliv na budicí tok, se mění pracovní charakteristiky kompaundního motoru. Výstupní charakteristiky jsou kompromisem derivačního a sériového motoru. Působí-li obě vinutí stejným směrem, má motor větší záběrný moment než motor s paralelním buzením a otáčky se nesnižují tolik jako u motoru se sériovým buzením. Působí-li sériové vinutí proti paralelnímu, udržuje motor otáčky při proměnném zatížení. Zvětší-li se zatížení, otáčky klesnou, sériovým vinutím prochází větší proud, buzení se zeslabí a otáčky se opět zvýší. (3)

Spouštění motoru: Před zapnutím motoru musí být nastaven maximální budicí proud, tedy vyřazen - zkratován rezistor Rb a zařazen celý odpor rezistoru Rs. Po vyřazení odporu v obvodu kotvy se snižuje buzení odporníkem v obvodu buzení. (3)



Obrázek zapojení kompaundního motoru

# Návrh konstrukce a hardwaru nástavby

Nástavba operuje klávesnici a posuv papíru po horizontální a vertikální ose. Všechny tyto části mají část konstrukční a hardwarovou.

Celý hardware bude ovládat arduino UNO, které bude přijímat text ze sériové linky, převede ho na Braillovo písmo, a pomocí hardwaru vytiskne požadovaný text.

## Operace klávesnice

Zmáčknutí klávesy klávesnice nahradím pomocí push solenoidů, které namontuji přímo nad klávesy.

### Konstrukce

Konstrukce je velmi jednoduchá, jedná se pouze o nosič push solenoidů, na kterém jsou solenoidy položené a připevněné pomocí matky, jelikož jsou udělané se závitem.

Obsah obrázku snímek obrazovky, černobílá, design

Popis byl vytvořen automaticky

Obrázek model nosiče push solenoidů

### Hardware

Jelikož arduino nedokáže digitálními GPIO piny dát větší napětí než napájecí, a proud větší než 200mA, musel jsem push solenoidy, který každý požaduje 12V/0,6A, napájet jinak. Pro kombinaci použití jiného zdroje pro push solenoidy a jiného ovládacího zařízení jsem použil unipolární MOSFET tranzistory IRFZ48N.

#### Další úroveň nadpisů

Text.

#### Další úroveň nadpisů

Text.

##### Ještě další úroveň nadpisů.

Další text.

Závěr

Tak jsem se dostal až na konec.

Seznam zkratek a odborných výrazů

HTML

HyperText Markup Language – značkovací jazyk používaný pro tvorbu webových stránek.

Seznam obrázků

[Obrázek 1 Úplně bez legrace, mě tohle kotě docela děsí. 3](#_Toc147398169)

[Obrázek 2 Modré borůvky 3](#_Toc147398170)

[Obrázek 3 Pichtův psací stroj - Tatrapoint Adaptive 4](#_Toc147398171)

Použité zdroje

1. **Wikipedia foundation.** Psací stroj pro nevidomé. *Wikipedie otevřená encyklopedie.* [Online] 4. září 2023. [Citace: 5. říjen 2023.] https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Psac%C3%AD\_stroj\_pro\_nevidom%C3%A9&action=history.

2. **Stehlík, Michal.** *Návod k maturitním pracím 2020.* Liberec : Albatros, 2020.

1. Seznam přiložených souborů

Na přiloženém datovém nosiči se nacházejí následující soubory a složky:

* **MP2010-Novák-Jan-L4-Tepelné\_čerpadlo.docx** – editovatelná verze dokumentace maturitní práce
* **MP2010-Novák-Jan-L4-Tepelné\_čerpadlo.pdf** – tisknutelná verze dokumentace maturitní práce
* **Výkresy** – kompletní výkresová dokumentace
* **Aplikace** – zdrojové kódy