

Evropský polytechnický institut, s.r.o.

BAKALÁRSKA PRÁCA

2014

ANDREJ BELIANSKÝ

Evropský polytechnický institut, s.r.o. v Kunovicích

Študijní obor: Elektronické počítače

DIALKOVÉ MERANIE VIZUALIZÁCIE JAVOV A ÚČINKOV ELEKTROMAGNETICKÉHO POĽA

(Bakalárska práca)

Autor: Andrej BELIANSKÝ

Vedúci práce: Ing. Miroslav ZÁLEŠÁK

Kunovice, 2014

1.soukromá vysoká škola na Moravě
Evropský polytechnický institut, s.r.o.
Akademický rok 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Meno a priezvisko: Andrej BELIANSKÝ
Študijný program: Elektronické počítače

Téma práce:

**Diaľkové meranie vizualizácie javov a účinkov
elektromagnetického poľa**

Cieľ bakalárskej práce:

Cieľom bakalárskej práce je diaľkové meranie vizualizácie javov a účinkov elektromagnetického poľa cez internetové rozhranie. V teoretickej časti bakalárskej práce vypracujte návrh na ďalšie pokračovanie v tejto bakalárskej práci (názov, ciele, osnova, literatúra) a v spolupráci s vedúcim práce podrobne preškoľte Vášho pokračovateľa z obsahu Vašej bakalárskej práce a jej cieľov. Tento systém uveďte v spolupráci s vyučujúcim predmetu do pilotného projektu a následne odstráňte pripomienky vyučujúcich i študentov. Uveďte prostredníctvom vyučujúceho do rutínnej prevádzky. Hodnotenie vyučujúceho predmetu Elektronika bude súčasťou bakalárskej práce. O celom riešení vypracujte príspevok na medzinárodnú študentskú konferenciu v požadovanom rozsahu. Príspevok bude súčasťou záveru bakalárskej práce. Prácu obhájte pred Ústavom aplikovanej informatiky. Bakalársku prácu podrobte na test plagiátorstva a výsledok predložte skúšobnej komisii pre štátnu záverečnú skúšku.

Osnova:

Úvod

1. Teoretické východiská
2. Profil zadanej témy (kompetencie, vedomosti, zručnosti)
3. Analýza požiadaviek na meranie
4. Návrh spôsobov merania
5. Realizácia projektu merania v rámci IS EPI
6. Pilotná prevádzka merania
7. Odstránenie pripomienok a uvedenie do rutínnej prevádzky

Záver

Podľa zákona č. 111/1998 Zb., § 47b, ods. 3 platí, že odovzdaním práce autor súhlasí so zverejnením svojej práce podľa tohto zákona, bez ohľadu na výsledok obhajoby.

Vedúci práce: **Ing. Zálešák Miroslav**

Oponent práce: **Mgr. Lazar Ivo**

Dátum zadania bakalárskej práce: **Kunovice, 1. apríla 2012**

Jindřich Petrucha
Ing., Ph.D.

Riaditeľ Ústavu aplikovanej informatiky

Oldřich Kratochvíl
Ing., h. prof., Dr.h.c., Ph.D., MBA

rektor

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracoval samostatne pod vedením
Ing. Miroslava ZÁLEŠÁKA a uviedol v zozname literatúry všetky použité literárne a
odborné zdroje.

Kunovice, 2014

Ďakujem pánovi Ing. Miroslavovi ZÁLEŠÁKOVÍ za veľmi užitočnú metodickú pomoc,
ktorú mi poskytol pri spracovaní mojej bakalárskej práce.

Kunovice, 2014

Andrej BELIANSKÝ

Obsah:

ÚVOD.....	8
1 TEÓRIA A METODOLÓGIA	11
1.1 ELEKTROMAGNET	13
1.1.1 Magnet	15
1.1.2 Použitie elektromagnetu	17
1.1.3 Elektromagnetický jav.....	19
1.1.4 Elektromagnetické pole.....	20
1.1.5 Ampérové pravidlo pravej ruky	22
1.1.6 Indukčnosť cievky.....	22
1.1.7 Magnetická indukcia.....	22
1.1.8 Napájanie elektromagnetu.....	23
1.2 SYSTÉM ARDUINO	23
1.2.1 Prehľad.....	24
1.2.2 Dizajn a popis zariadenia dosky Arduino Uno.....	25
1.2.3 Napájanie.....	27
1.2.4 Pamäť.....	28
1.2.5 Vstup a výstup.....	29
1.2.6 Komunikácia	29
1.2.7 Automatický (softwarový) reset	30
1.2.8 Programovanie	30
1.2.9 Nadprúdová ochrana USB 40.....	31
1.2.10 Fyzikálne vlastnosti.....	31
2 PROFIL ZADANEJ TÉMY (KOMPETENCIE, VEDOMOSTI, ZRUČNOSTI)	33
3 ANALÝZA POŽIADAVKOV NA MERANIE	34
3.1 ARDUINO UNO	34
3.2 ETHERNET SHIELD	34
3.3 PWM PREVODNÍKY.....	38
3.4 A/D PREVODNÍKY	39
3.5 OBVODOVÉ SÚČIASTKY.....	40
4 NÁVRH SPÔSOBOV MERANIA	47
5 REALIZÁCIA PROJEKTU MERANIA V RÁMCI IS EPI	57
6 PILOTNÁ PREVÁDZKA MERANIA	59
6.1 REALIZÁCIA PROJEKTU	60
6.2 PROJEKT A REALIZÁCIA PRACOVISKA.....	61
6.3 REALIZÁCIA PRIPOJENIA PRACOVISKA NA INTERNETOVÉ TECHNOLOGIE	61
6.4 POPIS CVIČENIA	63
6.5 SW NA REALIZÁCIU DIAĽKOVÉHO PRÍSTUPU	64
6.6 UMIESTNENIE SYSTÉMU DO PRÍSLUŠNÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU	65
6.7 UVEDENIE SYSTÉMU DO PILOTNEJ PREVÁDZKY	66
6.7.1 V praxi.....	66
6.7.2 Na EPI.....	66
7 ODSTRÁNENIE PRIPOMIENOK A UVEDENIE DO RUTINNEJ PREVÁDZKY	67

7.1	PRVÉ OSTRÉ MERANIE	67
7.2	POPIS TECHNICKEJ A PREVÁDZKOVEJ DOKUMENTÁCIE, EKONOMICKÉ NÁKLADY ..	68
7.3	PODPORNÝ VIDEOPROGRAM.....	68
ZÁVER		70
HODNOTENIE PODNIKU		73
ABSTRACT.....		75
LITERATÚRA.....		76
ZOZNAM SKRATIEK		80
ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK, GRAFOV A SCHÉM		82
ZOZNAM PRÍLOH.....		84

ÚVOD

Cieľom bakalárskej práce je vizuálne znázorniť elektromagnetické javy z akéhokoľvek miesta na svete vrátane EPI s.r.o., ako teoretickú tak aj praktickú úroveň cez ethernetové rozhranie.

V teoretickej časti sa popíše princíp a funkcia elektromagnetu, použitie a jeho význam. Ďalej sa popíšu jednotlivé použité komponenty, ktoré sa nachádzajú na doske plošného spoja.

V praktickej časti sa vytvorí úloha do protokolu (bude priložená k práci), ktorú treba zrealizovať. Používateľ si v praxi jednoducho stiahne protokol pomocou download odkazu a môže sa začať s vizualizáciou.

Práca sa ďalej zameriava na vývojovú dosku, ktorá je stredom praktickej časti. Pre túto časť práce bola zvolená vývojová doska Arduino Uno. Technológia je vyrobená spoločnosťou Arduino. Vývojová doska má integrovaný mikroprocesor Atmel ATmega328. Vďaka takýmto novým technológiám nie sú potrebné zložitejšie znalosti programátorov. Arduino Uno používa programovací jazyk Wiring. V tomto jazyku sa prevedie analýza možností a vytvorí sa programová aplikácia. Predvedie sa tiež analýza doplnku pre Arduino, ktorým je Ethernet Shield. Ten zabezpečuje prístup k meraciemu pracovisku z ktoréhokoľvek miesta na svete. K tomu stačí aby sa Ethernet Shield pripojil pomocou sieťového kábla na internet. Celý tento systém sa zaradil do informačného systému EPI preto, aby mal tento systém k dispozícii študent vo špecializovaných laboratóriách na kampusoch EPI s.r.o., a aby ho bolo možné prevádzkovať hlavne ako vzdialené meracie pracovisko. Systém sa uvedie do chodu najprv v pilotnej prevádzke a neskôr v rutinnej ostrej prevádzke. O kompletnom riešení sa vypracuje príspevok na medzinárodnej študentskej konferencii v danom rozsahu sa aj obháji. Výsledky práce musia byť schválené vyučujúcim predmetu programovacej techniky a elektroniky. Práca bude nasledovne obhájená pred Ústavom aplikovanej informatiky. Kompletná bakalárska práca sa podrobí skúške na plagiátorstvo a jej výsledok sa ďalej predloží skúšobnej komisii pre štátnu záverečnú skúšku.

Táto práca svojím spôsobom ukazuje dnešný trend, ktorý sa týka obrovského rozvoja a predovšetkým rozšírením vo všetkých možných odboroch a aplikáciách. Preto bol zvolený mikročip Arduino, ktorého využiteľnosť je obrovská. Tento mikročip sa teší obrovskej obľube, predovšetkým u domácich nadšencov. Arduinu sa venuje veľa článkov na internete. Pre pochopenie základných princípov je užitočný web výrobcu, kde je popísaná hardwarová a softwarová stránka.

Problém väčšiny študentov je ten, že nemajú ako nadobudnuté znalosti prakticky vyskúšať. Toto bolo predmetom toho aby vzniklo laboratórium diaľkového merania z rôznymi praktickými úlohami. Celý projekt je umiestnený v Evropsom polytechnickom institute v Hodoníne. V tomto laboratóriu je umiestnená celá rada meracích prípravkov, na ktorých si môžu prakticky vyskúšať študenti ich funkcie kedykoľvek a odkiaľkoľvek chcú. Pre laboratórium bola vyhradená učebňa KL3. V tejto učebni sa nachádza počítač, ktorý slúži ako server pre úlohy diaľkového merania a sprostredkováva komunikáciu medzi počítačom a daným meracím pracoviskom. Projekt bol uvedený do rutínnej prevádzky s diaľkovým prístupom, označeným B/2011/01.

Projekt sa začlení do IS EPI, aby ho mal študent k dispozícii v špecializovanom laboratóriu na EPI s.r.o., a aby ho bolo možné realizovať ako meracie pracovisko. Ďalej sa projekt zavedie do systému školného stavebnicového systému formátu A5, ktorý rozmermi vyhovuje pre potreby modulu Arduina Uno. Výhodou sa stane manipulácia s modulom pri praktických využitíach používateľmi (študentmi).

Táto bakalárska práca obsahuje kapitoly, ktoré sú vyjadrené nasledovným popisom. V prvej kapitole teoretické východiská sa rozoberú východiská javu, aby bolo jasné, čo sa bude v projekte vytvárať a naďalej očakávať. V druhej kapitole profil zadanej témy sa popíšu dané spôsoby diaľkového merania a v nasledujúcej kapitole analýza požiadavkou merania sa popíšu dané komponenty, ktoré neboli popísané v teoretickej časti zároveň s rozobratím napr. systému Arduina a k všetkému ostatnému k tomu potrebné. Vo štvrtej kapitole návrh spôsobu merania je dané to, čo všetko je potrebné poznať pri pracovisku v praxi a piata kapitola realizácia projektu merania zahrnuje spôsob ako prepojiť internetové rozhranie projektu z vysokou školou EPI s.r.o. Šiesta kapitola pilotná prevádzka definuje odskúšanie projektu v skúšobnom režime. V záverečnej siedmej

kapitole odstránenie pripomienok a prepojenie do rutinnej prevádzky sa nachádza samostatný popis a uvedenie projektu do ostrej rutinnej prevádzky.

Bakalárska práca je vlastne náučným materiálom, postupom a návodom výroby meracieho pracoviska, ktorá je voľne dostupná pre každého. V prílohe bakalárskej práce sa nachádzajú všetky potrebné informácie, jednotlivé prvky a schéma zapojenia. Príloha obsahuje aj fotografie meracieho pracoviska.

1 Teória a metodológia

V tejto kapitole je zahrnuté všetko ohľadné elektromagnetu a technológie Arduino. V tomto prípade sa jedná o jav , ktorým sa merajú určité druhy materiálov pomocou elektromagnetu a zisťujú sa účinky elektromagnetu na daný materiál , tzv. magnetické vlastnosti materiálu. Magnetická sila tu vzniká pri priechode elektrického prúdu, vynútením cievky na oceľovom jadre, ktorá priťahuje manuálne pohyblivú časť kotvu. Magnetické pole elektromagnetu je tým silnejšie, čím väčší elektrický prúd prechádza cievkou a ďalej tiež čím viac ma cievka závitov. Magnetickými parametrami elektromagnetu sa myslí z funkčného hľadiska jeho príťažlivá sila, tiež v tejto problematike sa jedna o premiestňovanie elektromagnetu a zistenie magnetických parametrov daných materiálov a ich javov. Takže ak sa zmení vzdialenosť elektromagnetu od materiálu alebo sa posunie elektromagnet viac na jednu alebo druhu stranu, tým sa zmenia tieto magnetické parametre. Toto dané meranie prebieha priamo v určenom laboratóriu v škole EPI a je možné ho prevádzkovať cez interne rozhranie diaľkovo takmer odkiaľkoľvek.

Elektromagnet sa zapojí v tomto obvode medzi ďalšie súčiastky , podľa toho aké sa vpusti napätie do cievky bude magnet silnejší a účinnejší na rôzne druhy materiálov. Po vytvorení tohto projektu sa vytvorí daný druh merania. Na pilinách z troch druhov materiálov sa pod vplyvom elektromagnetu budú vizuálne znázorňovať elektromagnetické javy. Pre tuto realizáciu bol zvolený príslušný stimulant a tým je systém Arduino uno. Je to programovateľný prototyp vývojovej dosky s mikro kontrolórom, ktorý vyvinula spoločnosť, firma Atmel. Vytvorená webová stránka je uložená v systéme Arduino uno v tvare programu a je sprevádzaná Ethernet Shieldom, ktorý je detailne spracovaný v podkapitole č. 3.2. K naprogramovaniu Arduina je určený software, ktorý je voľne šíriteľný na oficiálnych webových stránkach spoločnosti Arduina. Ethernet Shield je príslušný modul pre Arduino a slúži k pripojeniu k sieti a internetu. Súčasťou webového rozhrania sú ovládacie prvky, ktoré slúžia k zmene určitých parametrov obvodu, bloková schéma kompletného zapojenia a prenos obrazu web kamerou. Toto webové rozhranie je v rámci možností prehľadné a jednoduché.

Webové rozhranie, cez ktoré užívateľ komunikuje je vytvorené pomocou príkazov HTML jazyka. Kompletné meracie pracovisko tvorí jeden celok a obsahuje časti, ktoré sú opísané nižšie.

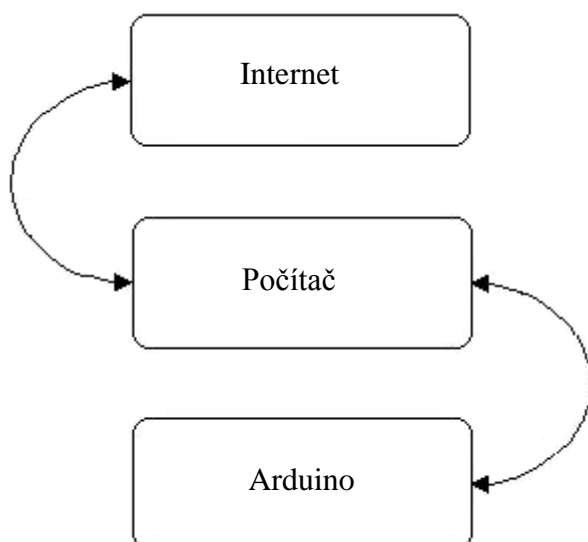


Schéma č.1: Blokovaná schéma diaľkového merania

Zdroj: vlastný

Táto schéma znázorňuje to, čo všetko v rámci techniky meracie pracovisko potrebuje. Obojsmerné šípky znázorňujú tok informácií a komunikáciu počítača s Arduino. Táto znázornená komunikácia bude v prevádzke vždy vtedy, keď sa začne diaľkové meranie. Nižšie je uvedený popis jednotlivých elementov.

Internet

V tomto prípade znázorňuje väčšiu škálu využitia, jednak je to pripojenie meracieho pracoviska k internetovej sieti ale má za úlohu aj diaľkovú obsluhu. V rámci používateľského využitia sa môže pripojiť každý, kto ale bude mať prístupové údaje. Bez práve spomínaného internetového pripojenia by tento projekt nemal absolútne zmysel. Toto pripojenie je možné realizovať pomocou Ethernet Shieldu, ktorý sa pripája priamo k Arduino. Tak isto je možné sa pripojiť k diaľkovému meraniu zo školských počítačov vo vyhradených výpočtových učebniach. V rámci iných možností je možné toto pripojenie realizovať k diaľkovému meraniu pomocou vzdialenej plochy.

Počítač

Centrálou pre ďalšie podobné projekty je počítač, v ňom sa nachádza portál, v ktorom sa užívatelia môžu jednoducho prihlásiť k jednotlivým diaľkovým meraniam. Presne týmto spôsobom sa bude užívateľ dostávať na toto meracie pracovisko. Diaľkové meranie na danom mieste merania bude možné iba pre jeden počítač, a to v daný čas.

Čas na meranie bude tiež daný obmedzene a to preto aby mohli pracovať a skúšať meranie aj iní užívatelia a pracovníci merania.

Arduino

Najdôležitejšou časťou tohto projektu je Arduino, bez ktorého by nebolo možné dostať sa aspoň na takúto úroveň diaľkového merania. Je to výkonný element kompletného meracieho pracoviska. Cez Arduino je prepojené doslova všetko. Vďaka USB káblu a počítača je možné upravovať alebo vytvárať program Arduina, ale aj si vytvárať spätnú väzbu merania, kontrolovať funkčnosť a stav úplne celého meracieho pracoviska. Súčasťou Arduina je aj Ethernet Shield, ktorý je naň pripojený (zasunutý priamo na dosku Arduina). Ethernet Shield tvorí prepojenie cez ethernetový kábel Arduino do internetu a siete. V tomto prípade je pripojenie k internetu zabezpečujúce práve to, aby sa k zariadeniu Arduino dalo pripojiť prakticky odkiaľkoľvek.

1.1 Elektromagnet

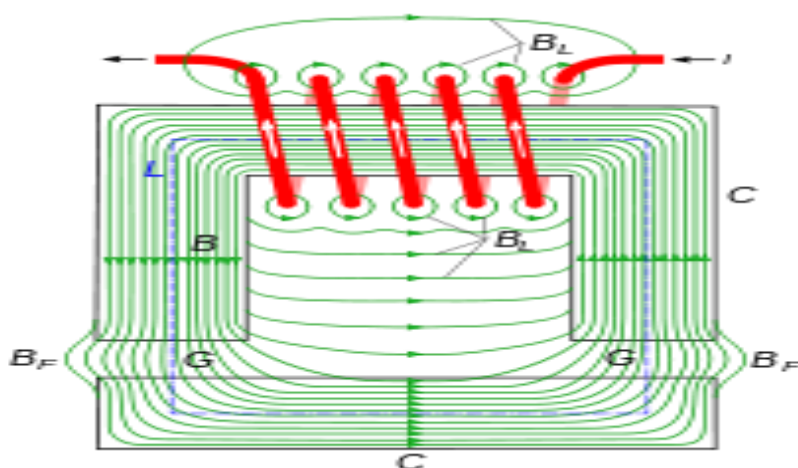
Elektromagnet využíva elektromagnetické indukcie, kde pri pohybe magnetického materiálu v okolí vodiča vo vodiči vzniká elektrický prúd. Elektromagnet pracuje principiálne opačne, kde pri pretekaní prúdu vodičom vzniká v jeho okolí magnetické pole, ktoré pôsobí na feromagnetické materiály silou. Táto sila je úmerná prúdu tečúcemu vodičom.

Elektromagnetická indukcia je najvýkonnejší spôsob výroby elektrickej energie, ktorú meníme v elektrických strojoch z mechanickej na elektrickú. Elektromagnetickou indukciou vzniká vo vodiči najprv indukované napätie a v uzavretom prúdovom obvode prúd. Indukované napätie vzniká vo vodiči, ktorý sa pohybuje v magnetickom poli a pretína siločiaru pričom napätie je tým väčšie, čím väčšia je indukcia magnetického poľa, čím je dlhšia účinná dĺžka vodiča a čím je väčšia rýchlosť vodiča. Zmenu magnetického toku dosiahneme týmito metódami. Zmenou prúdu, ktorý tok vytvára. Pohybom magnetu pri cievke. Pohybom cievky v magnetickom poli.

Veľkosť indukovaného napätia závisí od veľkosti zmeny toku a času za ktorý sa zmena uskutočnila. Smer indukovaného elektrického prúdu je taký, že magnetické pole indukovaného elektrického prúdu svojimi účinkami pôsobí proti zmene, ktorá ho vyvolala.

Lenzov zákon platí len pre tenké vodiče a prúdy indukované vo veľkých vodičoch v tvare plechu.

Uzavretý závit, ktorým preteká konštantný elektrický prúd je zdrojom stacionárneho poľa. Pri časovej zmene elektrického prúdu sa mení i magnetické pole generované daným obvodom a tým aj magnetický indukčný tok. Táto zmena vedie podľa faradayovho zákona elektromagnetickej indukcie k vzniku elektromagnetického napätia a tento jav nazývame samoindukcia. [14, s. 76]



Obrázok č. 1: Elektromagnet

Zdroj: [29]

Elektromagnet je cievka s jadrom s magnetickej ocele, ktorá využíva silových účinkov elektromagnetického poľa. Pre maximalizáciu magnetickej sily sú používané cievky vodičov o malom odporu s jadrom s paramagnetickými jadrami. Počas zdvihu kotvy elektromagnetu sa koná práca ako dôsledok premeny elektrickej energie na mechanickú. Elektromagnet je v podstate elektromechanickým meničom energie, a preto je z hľadiska roztriedenie vlastne elektrickým strojom, podobne ako elektrické stroje točivé. Doba zdvihu je však preto krátka a tým tiež veľkosť odovzdané práce, na rozdiel od točivých strojov je v pomery veľmi malá. V dôsledku tohto nie je pre technické použitie elektromagnetov rozhodujúca ani tak veľkosť energie, ako ten priebeh ťahovej sily kotvy počas jej zdvihu. Závislosť ťahovej sily na zdvihu, stanovovanou meraním pri stojacej kotve, nazýva sa ťahovou charakteristikou. Pritom zostáva konštantný, vždy v elektrických parametrov budiaceho vinutia pri napájaní elektromagnetu jednosmerným prúdom sa počas zdvihu nemení prúd cievky, pri napájaní striedavým prúdom sa na cievke nemení efektívna hodnota priloženého napätia. Priebeh ťahovej charakteristiky závisí

predovšetkým od druhu napájania. Na geometrických tvaroch a rozmeroch vzduchovej medzery a na jej usporiadanie vzhľadom vinutia.

Elektromagnet sa používa k vytvoreniu dočasného magnetického pola, v našom prípade bude určovať magnetické vlastnosti materiálov. Princíp spočíva v premene elektromagnetického pola na danú energiu mechanickú. Magnetická sila tu vzniká pri priechode elektrického prúdu vynútením cievky na oceľovom jadre ktoré priťahuje pohyblivú časť – kotvu. Magnetické pole elektromagnetu je tým silnejšie, čím väčší elektrický prúd prechádza cievkou a ďalej podľa toho koľko ma cievka závitov. Princíp činnosti elektromagnetu je pomerne jednoduchý. Elektrický prúd prechádzajúci budiacej cievkou je zdrojom magnetického poľa o určitej magnetickej intenzite, a teda súčasne vytvára aj magnetický tok. Tento magnetický tok je priamoúmerný prechádzajúcemu prúdu. Magnetické pole svojimi silovými účinkami pôsobí na kotvu elektromagnetu. Toto magnetické pole bude tým silnejšie, čím väčší bude vstupný elektrický prúd alebo čím väčší bude závitov vinutia budiacej cievky. Po prerušení prúdu sa zruší magnetické pole a kotva odpadne. Elektromagnety sa všeobecne skladajú z budiacej cievky, pevného feromagnetického jadra a pohyblivej kotvy. Počet a tvar vzduchových medzier závisí na vzájomnom usporiadaní magnetického obvodu ako celku a cievky. V podstate sú možné dve riešenia: Elektromagnet s kotvou vŕahovaní do budiacej cievky umiestnenou mimo cievky, priťahovaný na dosadiacu plochu. V tomto prípade môže byť pohyb kotvy priamočiary alebo otáčavý. Toto posledné prevedenie je využívané najčastejšie u relé. Elektromagnety s kotvou vŕahované poskytujú primerane dosť veľký zdvih kotvy. Jednotlivé typy elektromagnetov majú priradovať vhodný typ elektromagnetu k zadanému poháňanému mechanizmu. [7, s. 15]

1.1.1 Magnet

Magnet je objekt, ktorý vyvoláva v priestore a vo svojom okolí magnetické pole. Magnet môže mať formu:

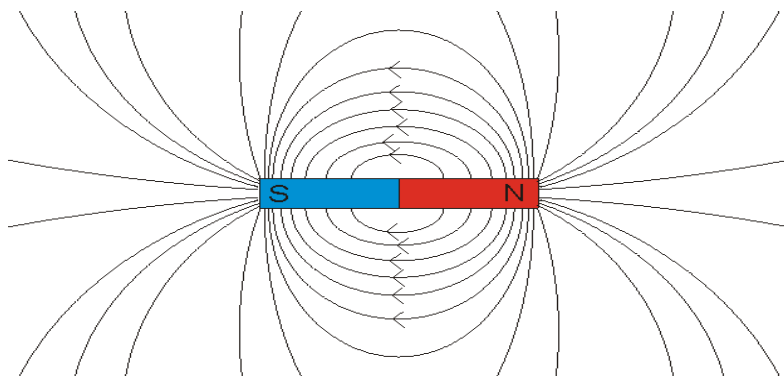
- Permanentného magnetu – tento magnet nepotrebuje k vytvoreniu magnetického poľa žiadnu vonkajšiu energiu a prirodzene sa vyskytuje v niektorých nerastoch. Tieto magnety sú zvláštne v tom, že u nich vzdialené usporiadanie existuje a najvyšší stupeň usporiadania existuje v magnetických doménach. Vzdialené usporiadanie je hlavným znakom feromagnetických materiálov.

- Elektromagnetu, ktoré predstavuje elektromechanické zariadenie meniace elektrickú energiu na prácu.

Magnety sú priťahované alebo odpudzované inými materiálmi a materiál, ktorý je silno priťahovaný k magnetu má vysokú permeabilitu. Voda má nízku permeabilitu a magnetickým poľom je ľahko odpudzovaná.

Všetky magnety majú aspoň dva póly, ktoré vyzerajú ako dve špecifické oblasti, pretože najväčšia povrchová intenzita poľa sa objavuje na póloch magnetu. Na magnetu nie je miesto, kde by sa nachádzali všetky južné či severné póly. Pri rozdelení magnetu budú mať obidve strany severný a južný pól, ktoré sa rozdelia na menšie magnety a každý diel bude mať znova oba póly. Voľne podopretý magnet sa časom vždy natočí od severu k juhu, pretože je priťahovaný k severnému a južnému zemskému pólu. Koniec magnetu smeruje k zemskému geografickému severnému pólu a preto sa označuje, ako severný pól magnetu, časť smerujúca k juhu zase, ako južný pól magnetu.

Magnet je objekt ktorý vo svojom okolí vytvára magnetické pole. Môže mať buď formu permanentného magnetu alebo v našom prípade elektromagnetu. Rozdiel medzi nimi je taký že permanentné magnety nepotrebujú k vytváraniu magnetického pola žiadnu silu či už vonkajšiu alebo elektrickú zatiaľ čo elektromagnety potrebujú elektrickú energiu. Vyskytujú sa prirodzene v niektorých nerastoch ale dajú sa taktiež vyrobiť. Magnety sú priťahované alebo odpudzované inými materiálmi. Materiály ktoré sú silno priťahované k magnetu majú vysokú permabilitu. Príklady materiálov z veľkou permabilitou sú železo a magnet. Voda má takú ľahkú permabilitu že je magnetickým poľom odťahovaná. Elektromagnet vo svojej najjednoduchšej forme, je drôt do jednej alebo viacerých slučiek.



Obrázok č.2: Vírivé magnetické pole
Zdroj: [21]

Miesta s najsilnejšími príťažlivými účinkami sa nazývajú pólmi magnetu. Magnetické silové účinky sú slabšie s rastúcou vzdialenosťou od pólu magnetu. V strede tyčového

magnetu medzi pólmi sa neprejavujú žiadne silové účinky a tento stred magnetu je charakteristický neutrálnou zónou. Pól magnetu, ktorý smeruje na sever označujeme, ako severný pól magnetu a opačný pól magnetu ako južný. Pri ďalšom delení sa magnet rozdeľuje na elementárne magnety, ktoré sú tvorené elektrónmi. Tieto oblasti sa nazývajú Weissove domény. [6, s. 25]

1.1.2 Použitie elektromagnetu

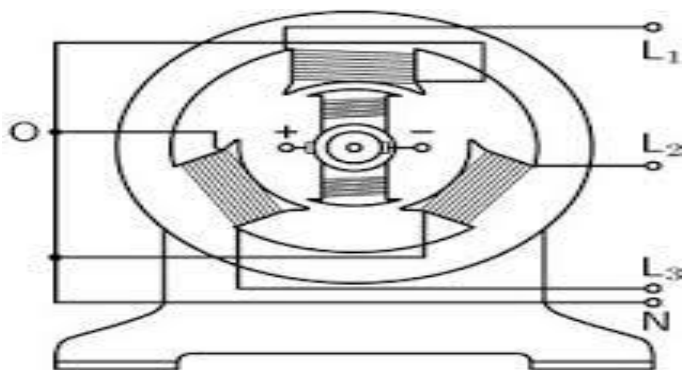
Elektromagnet má široké využitie a stretávame sa s ním skoro na každom kroku. Okrem železiarní, vrakovísk a zberníc, kde sa elektromagnety využívajú na prenos ťažkých železných predmetov, nájdeme elektromagnet aj v elektrických zvončekoch, reproduktoroch a rôznych iných zariadeniach. Elektromagnet sa podľa použitia delia:

- Prídržné elektromagnety, ktoré predstavujú bremenové magnety, elektromagnetické spojky, upínadlá, magnetické triediče.
- Pohyblivé elektromagnety, ktoré predstavujú elektromagnety, ktoré pohybom kotvy vykonávajú mechanickú prácu.

Podľa druhu prúdu rozoznávame elektromagnety:

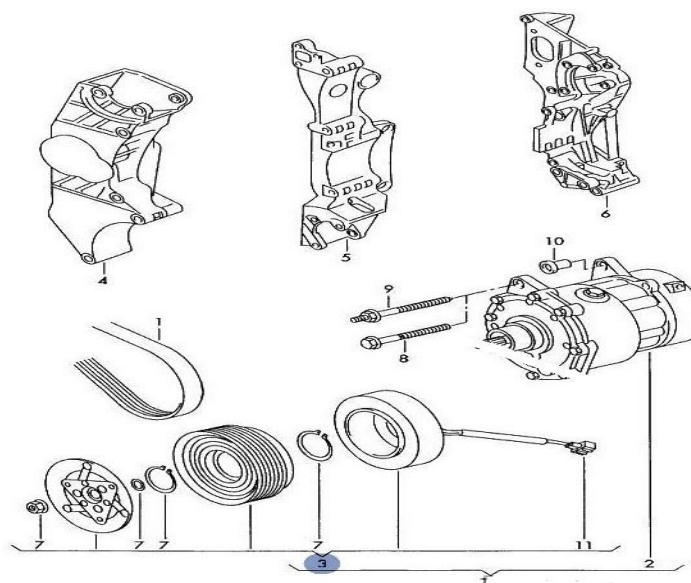
- Elektromagnety na jednosmerný prúd.
- Elektromagnety na striedavý prúd.

Striedavé elektromagnety majú magnetický obvod z izolovaných elektromagnetických plechov a pri zmenšovaní vzduchovej medzery sa zväčšuje magnetická indukcia a ťažná sila.



Obrázok č.3: Princíp trojfázového alternátora
Zdroj: [13]

- Jednosmerné elektromagnety predstavujú bremenovité elektromagnety, zvonovitého tvaru z oceleoviny.
 - Supravodivé elektromagnety slúžia na vytvorenie veľmi silných magnetických polí. Pracujú v prostredí s teplotou blízkou absolútnej nule.
 - Brzdové elektromagnety na jednosmerný prúd majú využitie v brzdových elektromagnetoch na jednosmerný prúd pre tichý chod a jednoduchú konštrukciu.
 - Brzdové elektromagnety na striedavý prúd sa využívajú pri ovládaní brzd elektromotorov na žeriavoch alebo na iných pohyblivých zariadeniach. Elektromagnet je pripojený paralelne k motoru, takže sa po pripojení na napätie motor súčasne odbrzdí a pri odpojení od siete sa zabrzdí.
 - Elektromagnety spínacích a ovládacích prístrojov, kedy v elektromagnetoch na jednosmerný prúd sú jadrá z plného materiálu. V elektromagnetoch na striedavý prúd sú jadrá zložené z elektrotechnických plechov. Preto je životnosť kontaktov pri stykačoch na jednosmerný prúd väčšia ako na striedavý prúd.
 - Bremenové elektromagnety sa využívajú na zdvíhanie a na dopravu oceleových predmetov ako sú odliatky a triesky železného šrotu.
 - Elektromagnetické upínadlá sú zložené z puzdra zliatej ocele v ktorom je uložená cievka zakrytá odnímateľnou platňou. Elektromagnetické upínadlá sú vhodné na rýchle upínanie drobných a oceleových súčiastok pri strojovom obrábaní, najmä pri brúsení. Po opracovaní sa súčiastky musia demagnetizovať v striedavom magnetickom poli.
 - Elektromagnetické spojky sa skladajú z magnetického telieska a lamel, ktoré sú unášané výstupkami na plášti. Elektromagnetické spojky môžu byť trecie, lamelové, elektrodynamické a práškové a používajú sa v pohonoch, kde potrebujete mäkký záber a tam, kde má byť točivý moment riadený diaľkovo alebo samočinne.
- [30, s. 12]



Obrázok č.4: Elektromagnetické spojky
Zdroj: [22]

1.1.3 Elektromagnetický jav

Elektromagnetický jav je špeciálny elektrický jav pri ktorom sa prejavuje len pôsobenie elektrického poľa v danej vzťahnej sústave a pôsobenie magnetického poľa je minimálne. Príčinou elektrického javu sú deje, ktoré prebiehajú v štruktúre látky. Elektrický prúd v cievke vzniká, keď sa v cievke mení magnetický tok. Magnetický tok sa v čase môže meniť do týchto rôznych dôvodov, ktorými sú:

- Zmena veľkosti magnetickej indukcie.
- Zmena uhlu medzi vektorom a vektorom plošného elementu.
- Zmena veľkosti plochy.

Smer indukovaného elektrického prúdu je určený Lenzovým pravidlom, ktoré hovorí, že smer indukovaného elektrického prúdu je taký, že magnetické pole indukovaného elektrického prúdu svojimi účinkami pôsobí proti zmene, ktorá ho vyvolala. Lencovo pravidlo je dôsledok prírodného zákona zachovania energie.

Objav elektromagnetickej indukcie mal význam pre rozvoj techniky. Faradayov zákon elektromagnetickej indukcie je fyzikálnym princípom, na ktorom pracujú generátory v elektrárnach, elektrické transformátory a rôzne iné technické aplikácie. [4, s. 6]

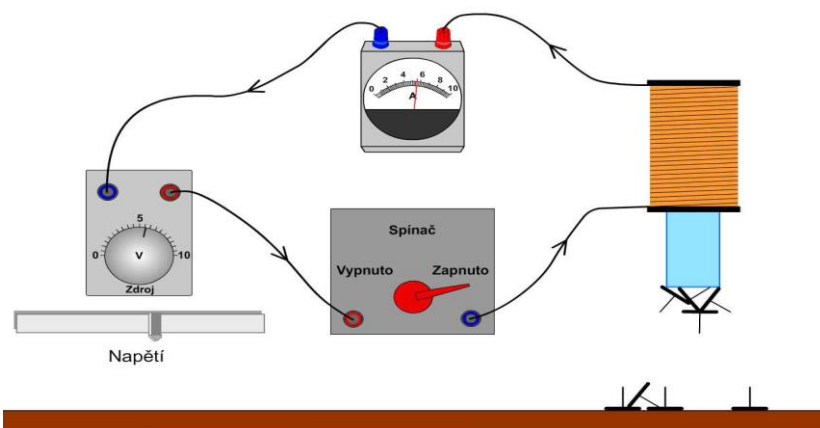
1.1.4 Elektromagnetické pole

Elektromagnetické pole zodpovedá pôsobeniu elektrickej a magnetickej sily v priestore. Skladá sa z elektrického a magnetického poľa. Magnetické pole vzniká, keď elektrický prúd vyvoláva magnetické pole vo vodiči, ktorý sa pohybuje v magnetickom poli sa indukuje napätie a vodič, cez ktorý preteká prúd sa môže pohybovať v magnetickom poli, kde naňho pôsobí určitá sila. Magnetické pole vzniká pohybom elektrického náboja, kde v elektromagnete je jeho príčinou prúd a permanentnom magnete pohyb elektrónov v atónoch, ktorý považujeme za elementárny magnet.

Vektory elektrického a magnetického poľa sú na seba kolmé a elektromagnetické polia sú:

- Stacionárne časovo nepremenné.
- Nestacionárne časovo premenné, kde musia obidve polia existovať zároveň a platí, že indukované elektrické pole je vždy kolmé k magnetickému poľu pričom časová zmena nevyvolala túto indukciu.

Pod poľom rozumieme všeobecnú funkciu, ktorá opisuje fyzikálnu veličinu v čase a priestore. Pri skalárnom poli je analyzovaná veličina skalár a zobrazuje iba veľkosť veličiny v danom bode a pole vektorové, ktoré okrem veľkosti veličiny zobrazuje smer veličiny. Elektrické polia vznikajú rozdielmi napätí a v okolí každého elektrického poľa existuje elektricky nabitý teleso čo sa prejaví silovým pôsobením na iné zelektrizované telesá. Elektrické pole môže mať protóny aj neutróny. Elektrické pole sa znázorňuje pomocou siločiar, ktorá je myslená čiara a jej dotyčnica určuje v každom mieste smer pôsobenia intenzity elektrického poľa. Prietokom elektrického prúdu vznikajú magnetické polia. Čím väčší je prúd, tým silnejšie je magnetické pole. Prejavy magnetického poľa si ľudstvo uvedomuje od pradávna. Ľudia veľmi skoro zistili, že úlomky niektorých nerastov sa vždy rovnako orientujú v priestore a využívali tento jav, aby našli správnu cestu na púšti alebo na mori. Magnetické pole je možné nájsť aj v okolí elektrických vodičov, ktorými prechádza elektrický prúd. Na jeho skúmanie sa používajú tie isté postupy ako na skúmanie stálych magnetov. [4]



Obrázok č.5: Zapojený elektromagnet
Zdroj: [21]

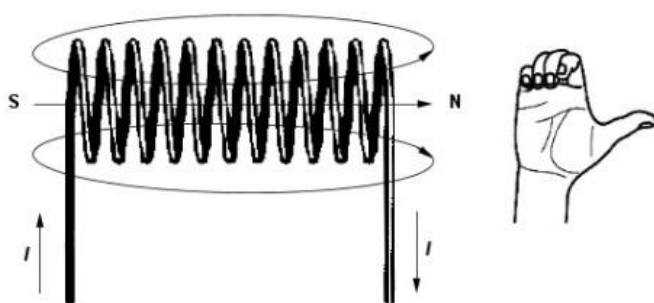
Elektrické a magnetické sily majú relatívny charakter a veličiny, ktoré ich charakterizujú závisia od súradnicovej sústavy. Magnetická indukcia charakterizuje magnetické pole a je závislá od jeho veľkosti. Indukcia znamená silové pôsobenie magnetického poľa a vyjadruje hustotu. Intenzita magnetického poľa je vektorová fyzikálna veličina, ktorej smer je vyjadrený smerom indukčných čiar. Vyjadruje mieru sily pôsobiacu v určitom mieste poľa na zanedbateľne veľký objem feromagnetkej látky alebo na myslený magnetický náboj v závislosti na faktoroch, ktoré pole vytvárajú a nezávisle na parametroch vytvoreného magnetického poľa. Intenzita je najsilnejšia v blízkosti povrchu vodiča a úmerne klesá s narastajúcou vzdialenosťou od neho. Vo veľkej vzdialenosti je intenzita zanedbateľná. [8]

Elektromagnet má v súčasnosti využitie v týchto oblastiach:

- K upínaniu predmetov z feromagnetických látok.
- K prepínaniu vlakov na koľajniciach.
- V poistkách.
- Pri zázname a čítaní informácii z čipových kariet.
- V magnetoterapii.
- V magnetickej rezonancii.
- V meracích prístrojoch.
- V reproduktoroch.

1.1.5 Ampérové pravidlo pravej ruky

Elektromagnet má tiež dva póly, a to južný (S) a severný (N). Ich umiestnenie je definované podľa Ampérového pravidla pravej ruky. Toto pravidlo, upravené pre cievky, nám hovorí, že ak pokrčené prsty pravej ruky ukazujú smer prúdu v cievke, vztýčený palec nám ukazuje severný pól cievky. [16, s. 7]



Obrázok č.6: Ampérové pravidlo pravej ruky
Zdroj: [23]

1.1.6 Indukčnosť cievky

Parametrov, ktorými môžeme ovplyvniť magnetické účinky elektromagnetu, je veľa. Jednou z hlavných fyzikálnych veličín, ktorá popisuje tieto účinky je indukčnosť cievky. Značí sa L a jednotkou je 1H (Henry). Je definovaná vzťahom

$$L = \frac{\mu S N^2}{l} = \frac{\mu N^2 V}{l^2}$$

Kde μ je permeabilita jadra, S je plocha jedného závit, N je počet závitov cievky, V je objem jadra cievky a l je dĺžka cievky. [16]

1.1.7 Magnetická indukcia

Z pohľadu magnetických separátorov je určujúcim faktorom sily elektromagnetu magnetická indukcia B . Jednotka magnetickej indukcie je 1T (Tesla). Podľa veľkosti tejto fyzikálnej veličiny možno odhadnúť, aký materiál bude možné separovať [16]

1.1.8 Napájanie elektromagnetu

Napájanie elektromagnetov môže byť vykonávané ako jednosmerným napätím (DC), tak striedavým (AC). Ak je napájaný DC napätím, elektromagnet vytvára konštantný magnetické pole. Pri napájaní striedavým napätím dochádza k vzniku premenného magnetického poľa. Toto je tiež sprevádzané odporom cievky voči prechádzajúcemu prúdu, tzv. indukčnosti. Dochádza tiež k fázovému posunu prúdu za napätím, ktorý činí $\pi / 2$.

Ďalšou vlastnosťou elektromagnetu, ktorou je potrebné sa zaoberať, je jeho zahrievanie. to je spôsobené odporom, ktorý kladie vodič prechode elektrického prúdu. Veľkosť zahrievania elektromagnetu je teda daná jednak materiálom z ktorého je vodič vyrobený a jednak veľkosťou elektrického prúdu, ktorý ňou prechádza. Limitujúce veličinou elektromagnetu je tiež prechádzajúci prúd. Pri príliš vysokých hodnotách napätia a prúdu by mohlo dôjsť k porušeniu izolácie vo vinutí cievky a jej následnému poškodeniu. [29]

1.2 Systém Arduino

V tejto časti rozoberieme systém Arduino, ktorá je viac–menej centrom celej tejto práce, tak môžeme zistiť to, že sa jedná o otvorenú open–source platformu (otvorený zdroj. kód, ktorý má samozrejme možnosť byť voľne šíriteľný, teda tento program je možné používať úplne bezplatne zadarmo a podľa potreby ho upravovať). Tieto technológie sú v dnešnej dobe rozšírené po celom svete a našli veľa spokojných užívateľov. Je to taktiež vďaka jednoduchému zapojeniu a komunikácii, pre ktoré je využívané najmä nespájkové pole, vďaka tomu nie sú žiadne problémy so spájkovaním. Medzi výhody technológie Arduino patrí:

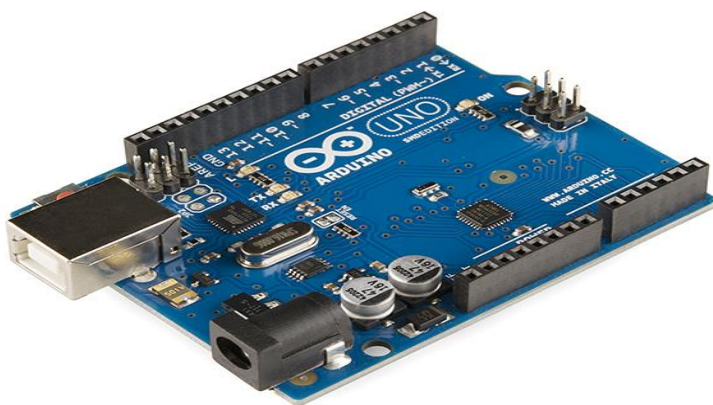
- programovací jazyk Wiring, ktorý zabezpečuje zjednodušenú fázu programovania
- rozšírený manuál a veľa návodov
- jednoduché zapojenie
- veľmi priaznivá cena oproti ostatným podobným projektom v zameraní
- široká užívateľská komunita
- podpora (Win/Linux/MacOS), nemá obmedzenie pre rozšírené operačné systémy

1.2.1 Prehľad

Arduino je single-board mikroprocesor, zamýšľal robiť uplatnenie interaktívnych objektov alebo prostredie viac prístupné. Hardware sa skladá z open-source hardvér doska určená okolo 8-bit Atmel AVR mikrokontrolér, alebo 32-bit Atmel ARM . Súčasný modely sú vybavené USB rozhraním, 6 analógových vstupných pinov, rovnako ako 14 digitálnych I / O pinov, ktoré umožňuje užívateľovi pripojiť rôzne rozširujúce dosky.

Predstavený v roku 2005, platforma Arduino bol navrhnutý tak, aby lacný a jednoduchý spôsob, ako pre fanúšikov, študentov a profesionálov vytvoriť zariadenie, ktoré interagujú s okolím pomocou senzorov a akčných členov. Bežné príklady pre začínajúcich fanatikov zahŕňajú jednoduché roboty, termostaty a detektory pohybu. Je dodávaný s jednoduchým integrovaným vývojovým prostredím (IDE), ktoré bežia na pravidelných osobných počítačoch a umožňuje používateľom písať programy pre Arduino pomocou C alebo C++ .

Súčasná cena Arduino dosiek beh okolo \$ 30 a tých súvisiacich "klonov" tak nízke, ako 9 dolárov. Arduino dosky je možné zakúpiť vopred zmontované alebo ako do-it-yourself výstroja. Informácie o vykonaní Hardvér je k dispozícii pre tých, ktorí by chceli zostaviť Arduino ručne. Odhaduje sa, v polovici roka 2011, že viac ako 300.000 oficiálny Arduinos bol komerčne vyrábaný a v roku 2013, ktoré 700,000 úradné dosky boli v rukách užívateľov. [12]



Obrázok č.7: Arduino Uno
Zdroj: [14]

Jedná sa o nové Arduino, ktoré umožňuje rýchlejší prenos a viac pamäte. Nie sú potrebné žiadne ovládače a má schopnosť ukázať sa aj ako klávesnica, myš, joystick a iné.

Arduino sa predáva vo veľa variantách, líšia sa svojou veľkosťou, počtom použiteľných pinov a rozhraním. Pre tento projekt postačí základná verzia Arduina, Arduino Uno, ide o nástupcu staršej verzie – Arduino Duemilanove. Jeho cena je asi 30eur a predáva ho firma Czechduino. [12]

Základné parametre dosky Arduino Uno

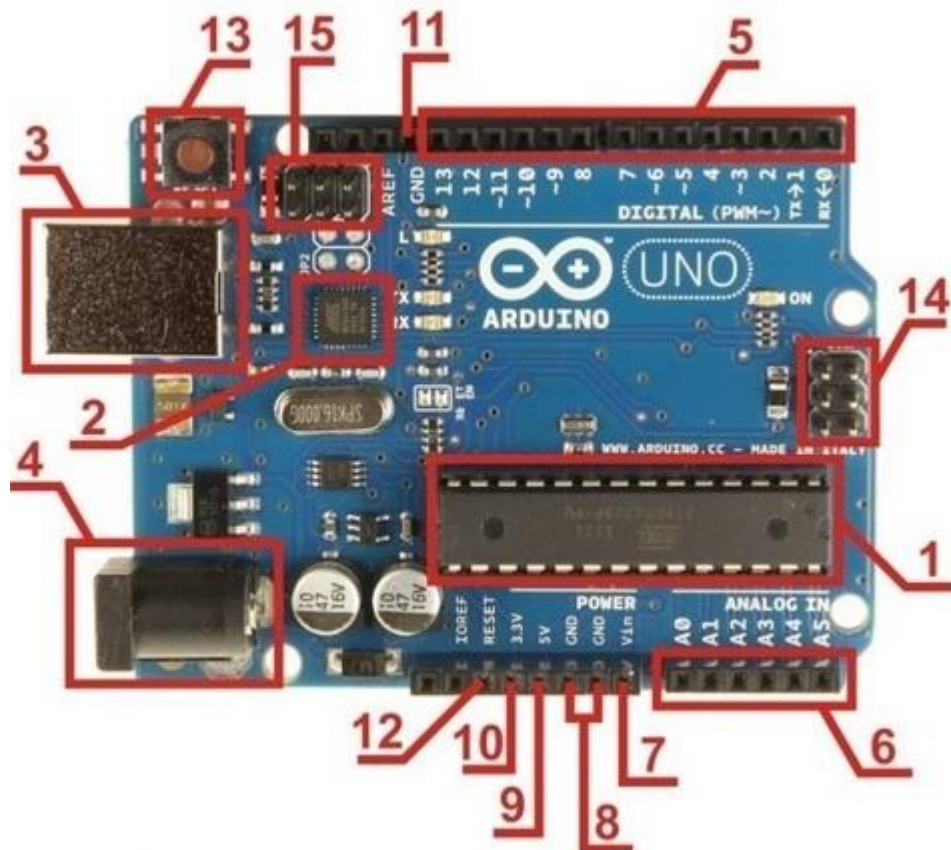
Podrobne popísané parametre dosky Arduino Uno.

Názov:	Arduino Uno
Procesor:	ATmega328
Operačné napätie:	5 V
Vstupné napätie (odporúčané):	7-12 V
Digitálne vstupné/výstupné piny:	14 (6 PWM)
Analógové vstupné piny:	6 analógových
FLASH:	32 kB
Bootloader:	0,5 kB
Frekvencia procesora:	16 MHz

1.2.2 Dizajn a popis zariadenia dosky Arduino Uno

Arduinio Uno, ako prvá Open Source hardvérová platforma. Jej vznik bol podnietený potrebou zjednodušiť proces vytvárania elektronických prototypov. Za jej vznikom stojí päťica autorov. Menovite sa jedná o dvoch Talianov, Massimo Banzi a Gianluca Martino, dvoch Američanov, Tom Igoe a David Mellis, a jedného Španiela žijúceho vo Švédsku, David Cuartielles. Arduino bolo vyvinuté ako súčasť výskumu na Interaction Design Institute v meste Ivrea v Taliansku, ako pomôcka pre študentov dizajnu pri vytváraní prototypov, ktoré majú nejakým spôsobom zaručiť interakciu s koncovým používateľom. Arduino pozostáva z troch hlavných častí. Prvou z nich je samotná vývojová doska vyrábaná v Taliansku. Jedná sa v podstate o akýsi malý počítač, ktorého alternatívy je možné dennodenne objaviť v tisíckach zariadení ako sú napríklad detské hračky, domáce spotrebiče a podobne. Druhou, nemenej dôležitou časťou, je softvérové rozhranie, ktoré sa využíva pri programovaní tejto dosky. Poslednou, avšak neoddeliteľnou súčasťou Arduina, je celosvetová komunita, ktorá každý deň medzi sebou komunikuje a prináša

stále nové a zaujímavé projekty, ktoré ako svoje srdce využívajú niektorú z platforiem Arduina. [12]



Obrázok č. 8: Dizajn a popis Arduino Uno
Zdroj: [14]

Popis zariadenia Arduino Uno:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 – ATmega328 | 9 – 5V |
| 2 – ATmega16U2 | 10 – 3,3V |
| 3 – USB konektor | 11 – GND pin pre digitálne V/V piny |
| 4 – konektor externého napájania | 12 – Reset |
| 5 – digitálne vstupno-výstupné piny | 13 – Tlačidlo Reset |
| 6 – analógové vstupy | 14 – ICSP pre ATmega328 |
| 7 – pin vstupného napätia | 15 – ICSP pre ATmega16U2 |
| 8 – GND piny (0V) | |

1.2.3 Napájanie

Pri napájaní sú na výber dve možnosti, ktorými sú:

- Zapojenie pomocou USB konektora.
- Zapojenie externého napájacieho zdroja.

Výber napájacieho zdroja je v doske vykonaný automaticky. Pri externom napájaní slúži AC/DC adaptér, ktorý sa zakupuje v špecializovaných obchodoch alebo využitie batérie. Rozsah napájacieho napätia je v rozmedzí od 6 do 20 V. Problém nastáva pri napätí nižšie, ako 7 V, kedy môže vzniknúť situácia, keď 5 V dodáva menej, ako päť voltov do okruhu čo spôsobuje nestabilitu dosky. Ak je napájacie napätie vyššie ako 12 voltov dochádza k prehriatiu regulátora napätia čo môže spôsobiť poškodenie dosky.

Napriek nie príliš veľkému počtu vstupno-výstupných portov, patrí Arduino Uno medzi najrozšírenejšie vývojové dosky Arduino. Jeho výpočtový výkon a jednoduchosť programovania dostatočne stačia na vytvorenie zaujímavých prototypov, kde sa kreativite medze nekladú. V tejto kapitole popíšem základné vlastnosti vývojovej dosky Arduino Uno R3 akými sú počet vstupno-výstupných portov, spôsob komunikácie s počítačom a napájanie. Označenie Arduino Uno R3 poukazuje na skutočnosť, že sa jedná o tretiu revíziu tejto dosky.

Arduino Uno je vývojová doska, ktorá ako svoj základ využíva procesor ATmega328. Obsahuje 14 digitálnych vstupno-výstupných pinov, z ktorých šesť môže slúžiť ako PWM výstupy, šesť analógových vstupov, 16 MHz keramický rezonátor, USB konektor, ktorý slúži na napájanie a na prepojenie vývojovej dosky s počítačom, napájací konektor, ICSP konektor a tlačidlo Reset. Arduino Uno sa líši od svojich predchodcov tým, že nepoužíva „*FTDI USB-to-serial driver chip*“, ale namiesto neho využíva procesor ATmega16U2, ktorý je naprogramovaný ako „*USB-to-serial*“ konvertor.

Arduino Uno štandardne využíva jeden typ procesora a to konkrétne ATmega328. Ako už bolo uvedené, jedná sa o 8 bitový procesor vychádzajúci z ARM architektúry. Disponuje 32 kB FLASH pamäte, ktorá je v Arduino Uno využívaná ako hlavná pamäť v ktorej je uložený Bootloader a nami vytvorený program, 1 kB EEPROM pamäte a 2 kB SRAM pamäte. Tento procesor slúži ako prevodník USB na sériový signál, pomocou ktorého je možné Arduino naprogramovať cez počítačom bez potreby externého hardvérového programátora. Jedná sa o 8 bitový AVR RISC procesor, ktorý disponuje 16 kB FLASH pamäte a maximálne dvadsiatimi dvoma vstupno-výstupnými pinmi.

Frekvencia procesora je 16 MHz a vo vývojovej doske Arduino Uno obsahuje predprogramovaný štandardný USB COM ovládač. [12, s. 17]

1.2.4 Pamäť

Arduino je open-source elektronická vývojová platforma, vyznačujúca sa jednoduchým, flexibilným a ľahko ovládateľným softvérom a hardvérom. Táto platforma je vhodná pre vývoj rôznych zariadení, využitelných pre meranie, riadenie a reguláciu. Svojou jednoduchosťou je predurčená aj na účely výučby základov programovania a využívania mikrokontrolérov.

Platforma Arduino umožňuje interakciu s okolitým prostredím pomocou analógových vstupov umožňujúcich pripojenie rôznych druhov snímačov a taktiež prostredníctvom výstupov umožňujúcich ovládanie rôznych pripojených zariadení.

Mikrokontroléry Atmel, ktorými sú platformy Arduino osadené sú jednoducho programovateľné pomocou jednoduchého programovacieho jazyka Arduino, založeného na jazyku Wiring, podobnom jazyku C++ vo vlastnom vývojovom prostredí napísanom v programe Java založenom na prostredí Processing.

Projekty a zariadenia vytvorené na platformách Arduino môžu pracovať samostatne, alebo v spolupráci s inými platformami, alebo nadradenými počítačmi s využitím rôznych druhov komunikácie a spolupracujúceho softvéru.

Pre platformy Arduino sú vytvorené aj rôzne typy nadstavbových modulov označovaných „shield“, ktoré rozširujú existujúce možnosti platformy Arduino o ďalšie funkcie, ktorými sú:

- sieťová komunikácia,
- bezdrôtová komunikácia,
- GPS prijímače,
- zobrazovacie moduly a rôzne iné špeciálne snímače a aktuátory.

Disponuje 32 kB FLASH pamäťou, ktorá je v Arduino Uno využívaná ako hlavná pamäť, v ktorej je uložený Bootloader a nami vytvorený program, 1 kB EEPROM pamäť a 2 kB SRAM pamäť. [12]

1.2.5 Vstup a výstup

Arduino Uno disponuje štrnástimi digitálnymi pinmi, ktoré môžu slúžiť ako vstupy, alebo ako výstupy. Každý z týchto pinov pracuje s napätím vo výške 5 voltov a dokáže poskytnúť, alebo prijať prúd do veľkosti 40 mA. Okrem vstupno výstupnej funkcie, niektoré piny poskytujú špeciálnu funkciu. Piny 3, 5, 6, 9, 10 a 11 môžu byť napríklad použité ako 8 bitové PWM výstupy. Pin 13 je priamo pripojený k vstavanej LED dióde, ktorá sa pri nastavení hodnoty na HIGH rozsvieti a opačne, pri nastavení hodnoty na LOW zhasne.

Okrem digitálnych, má Uno aj šesť analógových vstupov, ktoré sú označené ako A0 až A5. Každý z nich poskytuje 10 bitové rozlíšenie, čo nám dáva 1024 rozličných hodnôt na každý z analógových vstupov. Štandardne dokážu pracovať s hodnotami v rozsahu od 0 do 5 voltov. Horná hranica sa dá zmeniť pomocou pinu AREF, ktorý slúži ako pin referenčného napätia pre analógové vstupy.

Ďalším z použiteľných pinov na vývojovej doske Arduino Uno je pin Reset, ktorý ma rovnakú funkciu ako tlačidlo Reset, ktoré je umiestnené priamo na doske. Využiť ho je možné napríklad v prípade použitia rozširovacieho modulu, ktorý znemožní prístup k vstavanému tlačidlu. [19]

1.2.6 Komunikácia

Na komunikáciu s počítačom máme pri Arduino Uno je viacero možností. Využiť môžeme iné Arduino, alebo procesor. Procesor ATmega328 poskytuje UART TTL komunikáciu, ktorá je prístupná pomocou digitálnych pinov 0 (RX) a 1 (TX). Druhý procesor na doske, ATmega16U2, presmeruje túto komunikáciu cez USB a tým sa javí softvéru v počítači ako virtuálny COM port. Firmware v ATmega16U2 využíva štandardný USB COM ovládač, takže už nie je potrebný žiaden dodatočný externý ovládač. Prenos dát je indikovaný blikaním LED diód RX a TX, ktoré sú priamo na vývojovej doske Arduino Uno. Tie však neindikujú prenos v prípade využitia sériovej komunikácie pomocou digitálnych pinov 0 a 1. [20]

1.2.7 Automatický (softwarový) reset

Staršie modely Arduina potrebovali manuálny reset čipu ešte pred nahrávaním kódu. Pri novej verzii Arduino Uno, ktorý je zostrojený tak, že priamo zahŕňa automatický reset, ktorý sa automaticky spustí pred nahraním nového kódu. K zariadeniu je navrhnuté aj automatické resetovanie, ktoré sa nám spustí pred nahrávaním nového kódu. Vývojová doska Arduino Uno je konštruovaná tak, aby sa fyzicky tlačidlo reset nemuselo stláčať. V doske je navrhovaná možnosť resetovať softwarom za chodu na pripojenom počítači. Tento spôsob spúšťa reset línia, ktorá je z hardwarového riadiaceho vedenia prepojená k reset línii, ktorý spôsobí že ak reset línia klesne tak bude prijímať menej napätia a čip sa automaticky reštartuje.

Hardwerové vedenie USB prevodníka je pripojený k resetovaciemu pinu čipu ATmega 328 cez kondenzátor, vďaka ktorému ak je pin uzemnený je na ňom nízky potenciál a čip sa automaticky resetuje. Software Arduino má túto schopnosť za účelom nahrávania kódu a stačí stlačenie tlačidla upload v programovom prostredí.

Výhoda softwaru Arduino spočíva v tom, že nie je nutné použitie zložitých programov a nastavenie týchto rozmerov má za následok, že vývojová doska je pripojená k inému počítaču s operačným systémom a tým sa zariadenie reštartuje ak je k doske zrealizované pripojenie s možnosťou USB rozhrania. . [15]

1.2.8 Programovanie

Arduino Uno môžeme naprogramovať cez USB konektor, ktorý pripojíme do USB portu v počítači, pomocou softvéru Arduino IDE. Všetko čo je potrebné spraviť je stiahnutie uvedeného softvéru a po jeho spustení výber vývojovej dosky zo zoznamu. Tento spôsob programovania je umožnený Bootloader-om, ktorý obsahuje procesor ATmega328. Nový zdrojový kód programu je tak možné nahráť do Uno bez potreby využitia externého hardvérového programátora. Tento Bootloader komunikuje využívaním pôvodného protokolu STK500 od spoločnosti Atmel Corporation.

Bootloader je priamou súčasťou vývojovej dosky Arduino Uno. Je umiestnený v pamäti FLASH a pri tejto konkrétnej doske zaberá 0,5 kB miesta. Z toho vyplýva, že na program, ktorý chceme používať v doske Arduino Uno máme z 32 kB k dispozícii 31,5 kB voľného miesta.

Bootloader uľahčuje programovanie dosiek Arduino, pretože nie je potrebný žiaden externý hardvérový programátor. Stačí Arduino jednoducho pripojiť k počítaču pomocou USB rozhrania (pri Arduino Uno) a pomocou Arduino IDE doň nahráť vytvorený program. Okrem iného Bootloader slúži na inicializáciu zariadenia a spúšťa sa vždy po štarte, alebo resetovaní dosky. To má za následok krátku zdanlivú nečinnosť vývojovej dosky. Po úspešnom vykonaní všetkých príkazov Bootloader-a sa spustí program, ktorý sme nahrali do Arduina.

Ak máme k dispozícii externý programátor, je možné Bootloader z pamäte odstrániť a využiť tak celú kapacitu pamäte na program. Zároveň odstránime aj časové oneskorenie spôsobené behom Bootloader-a pri štarte a resetovaní Una. Avšak, ak by sme chceli v budúcnosti Arduino opäť programovať bez využitia externého programátora, je potrebné Bootloader nahráť späť do procesora.

ICSP úzko súvisí s programovaním pomocou externého programátora. Jedná sa v podstate o metódu priameho programovania procesorov AVR architektúry. Arduino na túto metódu poskytuje ICSP svorkovnicu, je však potrebné mať zakúpený AVR-ISP programátor. Existuje aj možnosť vytvoriť si paralelný programátor, na výrobu ktorého je návod uvedený priamo na stránkach Arduino.cc. [18]

1.2.9 Nadprúdová ochrana USB 40

Na doske sú nainštalované vratné polovodičové poistky, ktoré chránia USB porty nadradeného počítača proti skratu a preťaženiu. Väčšina počítačov má vlastnú vnútornú ochranu a poistka na doske poskytuje ďalšiu úroveň ochrany. Pokiaľ je prúd odoberaný z portu USB viac ako 500 mA, poistka automaticky preruší obvod až do doby odstránenia problému. [10]

1.2.10 Fyzikálne vlastnosti

Rozmerová a hmotnostná stránka predstavuje malé teleso, ktoré nezakryje veľkú časť dlane dĺžka vývojovej dosky Arduino Uno je 68 mm bez dĺžky vystupujúceho USB konektora, ktorý presahuje rozmer osadenenaj dosky. Napájací konektor presahuje vývojovú dosku o 2 mm a USB konektor presahuje vývojovú dosku o 6 mm. Šírka

vývojovej dosky Arduino Uno je 53 mm a hrúbka je celkom 1,5 mm s komponentmi a osadenými časťami vývojovej dosky je celkom 12 mm. Vývojová doska Arduino Uno má po okrajoch štyri otvory, ktoré umožňujú upevnenie k hocíjakému povrchu. Náhľad na Arduino Uno je vyššie na začiatku kapitoly 1.2 Systém Arduino. [3]

2 Profil zadanej témy (kompetencie, vedomosti, zručnosti)

Zo zadania bakalárskej práce vyplýva, že téma diaľkového merania vizualizácie javov a účinkov elektromagnetického poľa spája oblasti elektrotechniky, programovania a počítačových sietí. Preto bolo potrebné si pre jej realizáciu obnoviť znalosti získané počas štúdia na vysokej škole. Avšak tieto znalosti tvorili len základ. Pre lepšie pochopenie témy bolo nutné nadobudnuté vedomosti prehĺbiť štúdiom domácej i zahraničnej literatúry.

Získané znalosti z oblasti elektrotechniky

- rozšírenie vedomostí v elektronike,
- metódy merania napätia,
- vytváranie projektov s jednočipovým mikropočítačom,
- práca s jednočipovými mikropočítačmi.

Získané znalosti z oblasti počítačových sietí

- Protokol TCP,
- Protokol IP,
- Protokol UDP.

Získané znalosti z oblasti programovania

- programovanie v jazyku Wiring,
- programovanie v jazyku Java,
- programovanie v jazyku Processing.

Ako jednočipový mikropočítač bola vybraná platforma Arduino Uno, vďaka ktorému je možné realizovať diaľkové meranie. K Arduino je pripojený modul Ethernet Shield ktorý umožňuje Arduino pripojiť k počítačovej sieti.

Vďaka týmto vedomostiam, je možné realizovať bakalársku prácu na tému diaľkové meranie vizualizácie javov a účinkov elektromagnetického poľa.

3 Analýza požiadavkov na meranie

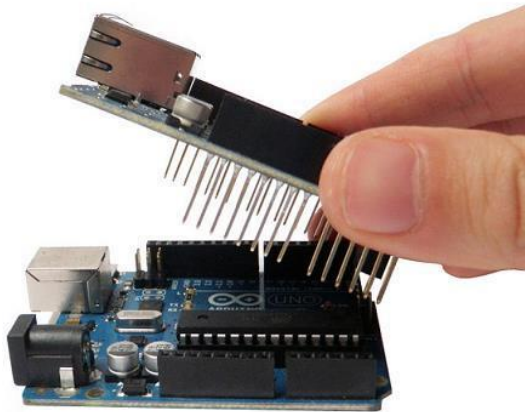
V tejto kapitole budú použité a popísané všetky súčiastky a komponenty pre dané diaľkové meranie. Táto kapitola sa zaoberá metódami merania, meraním elektromagnetických javov a popisom platformy Arduino UNO a modulu, ktorý sa nazýva Ethernet Shield. Popis použitých technológií, programového vybavenia, použitých súčiastok v obvode a ďalšie.

3.1 Arduino Uno

Pre zhotovenie projektu diaľkového merania sa použil s porovnaním s ostatnými arduinami typ Arduino Uno. Priamy popis vývojovej dosky, detailnejší a podrobné rozobratie zariadenia Arduino Uno sa nachádza v podkapitole 1.2 Systém Arduino.

3.2 Ethernet Shield

Pre diaľkové meranie sa použilo zariadenie Ethernet Shield, ktoré je kľúčom a taktiež hlavným procesom tejto práce. Toto zariadenie je dôležité použiť pre prístup z ethernetového rozhrania. Pri použití Ethernet Shieldu môže fungovať Arduino ako server v počítačovej sieti. Aby Ethernet Shield mohol korektne fungovať, musí sa do programu nahráť Ethernet a SPI knižnica, (`#include <SPI.h>` a `#include <Ethernet.h>`) bez tohto kódu Ethernet Shield nebude fungovať.



Obrázok č. 9: Aplikovanie Ethernet Shieldu na Arduino
Zdroj: vlastný

Inštalácia je veľmi jednoduchá. Ethernet Shield sa pomocou kolíkovej lišty nasunie na Arduino.

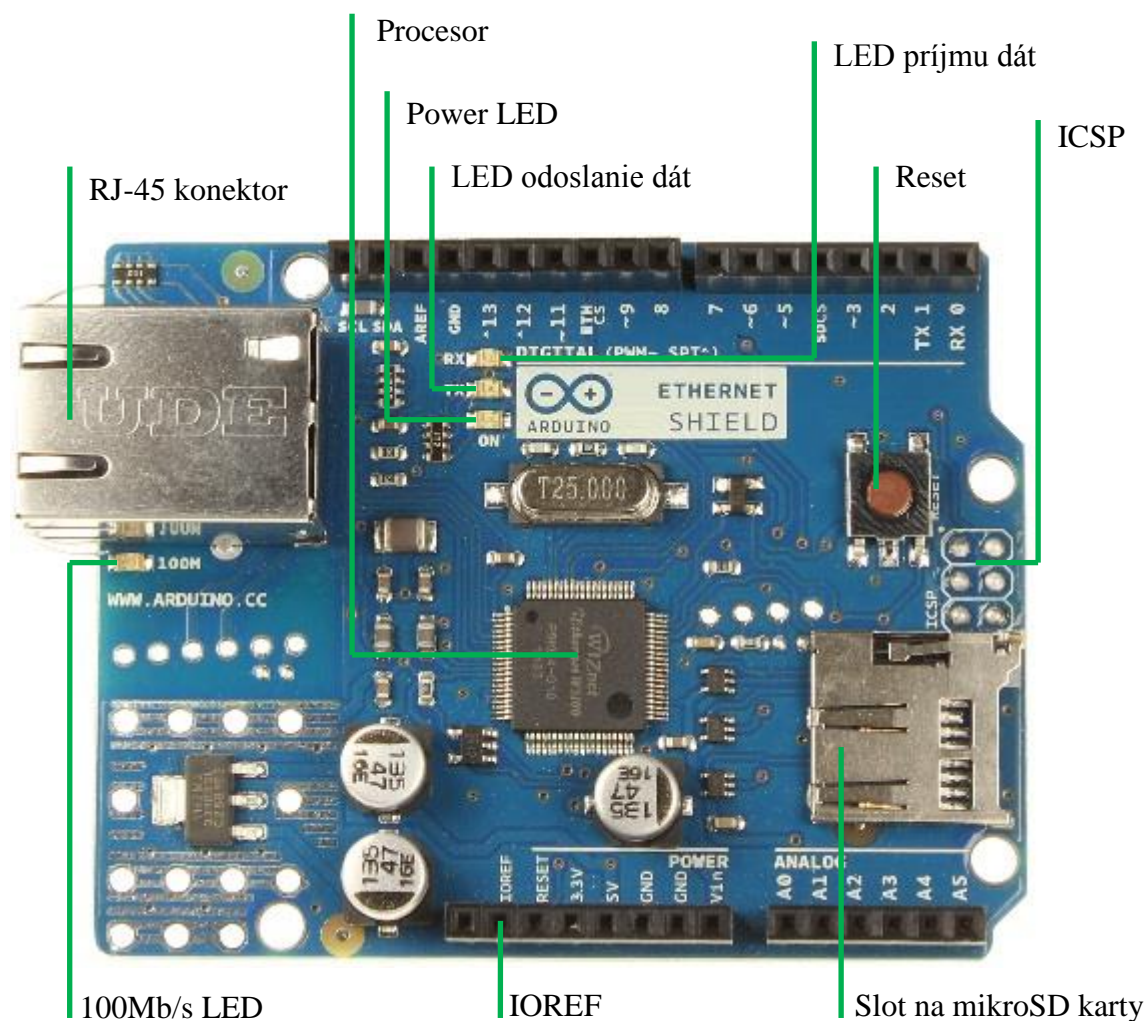
Prehľad

Toto zariadenie, ktoré má presný názov Arduino Ethernet Shield sa pripojí (nasunie) k Arduino doske a k internetu jednoducho behom niekoľkých minút. Stačí, ak sa len modul pripojí k Arduino samotnému. Ďalším krokom je potom pripojiť kábel, konkrétne typu RJ-45 a si skúsiť niekoľko príkladov programov pre využitie a zistenie možností daného Ethernet Shieldu. Presne tak ako Arduino, tak aj všetko ostatné okolo Shieldu, či už hardware alebo software je open-source, teda voľne šíriteľné. [12]

Požiadavky na pripojenie:

- kompatibilný typ Arduina (v tejto práci je zvolené Arduino Uno),
- operujúce prevádzkové napätie 5 V (napájanie je na doske Arduina),
- ethernetový kontrolór: W5100 s vnútorným bufferom 16K,
- rýchlosť pripojenia má byť: 10/100Mb,
- pripojenie k Arduino cez port SPI.

Dizajn a popis zariadenia dosky Ethernet Shield



Obrázok č. 10: Popis zariadenia Ethernet shield s rozložením komponentov a hlavných pinov

Zdroj: Vlastný

Popis

Ethernet Shield v rámci funkcií umožňuje pripojiť Arduino UNO k internetu. Shield pracuje na báze ethernetového čipu s ktorým má názov WIZnet W5100. Tento čip poskytuje sieťový zásobník (IP) ktorý podporuje TCP, tak aj UDP komunikáciu. Zvláda až štyri sokeťové pripojenia naraz. Ethernet Shield ponúka nové možnosti použitia. S pomocou knižnice a programovacieho jazyka je možné vytvoriť napríklad jednoduchú HTML štruktúru. Ethernet Shield sa pripojí k doske Arduina pomocou kolíkovej. To udržiava usporiadanie pinov neporušené a umožňuje ľahké pripojenie ďalších shieldov, dokonca rozširuje Arduino o micro-SD kartu.

Ethernet Shield má štandardné pripojenie cez konektor RJ-45 s integrovaným sieťovým transformátorom, tzn. „Power over Ethernet“ čo znamená v praxi prenos napájacieho napätia po LAN kábli.

Na doske Ethernet Shieldu sa nachádza slot pre micro-SD kartu, ktorý je vidieť aj na vyššie uvedenom obrázku môže byť použitý pre uloženie súborov pre daný server cez sieť. Tieto možnosti sú kompatibilné nielen s modelom Uno ale aj s modelom Mega (pomocou knižnice Ethernet). Integrovaná čítačka micro-SD kariet, ktorú poznáme aj z mobilných telefónov je prístupná cez SD knižnicu. Pri práci s touto knižnicou je napájanie SD karty vyvedené na pin 4, Ethernet Shieldu. Originálna revízia Ethernet Shieldu obsahuje klasický slot pre micro-SD kartu.

Ethernet Shield taktiež obsahuje resetovacie tlačidlo, ktoré resetuje pripojené Arduino. Predošlé revízie Ethernet Shieldu nie sú kompatibilné s modelom Mega a musí byť manuálne resetovaný po naštartovaní systému. Ethernet Shield, ktorý je použitý v tejto práci má „Power over Ethernet“ modul, v skratke PoE a je navrhnutý tak, aby umožnil využiť privedené napätie po ethernetovom kábli. Tým pádom logicky sa nemusí použiť externé napájanie. Tým pádom PoE modul nie je súčasťou Ethernet Shieldu a musí sa samostatne dokupovať.

Arduino teda po prepojení komunikuje s čipom W5100 a SD kartou pomocou zbernice SPI a to skrz ISCP konektora. Na oboch doskách je pin 10 použitý pre selekciu Ethernet Shieldu a pin 4 pre SD kartu. Tieto piny nemožno ďalej použiť pri použití Ethernet Shieldu. Tieto piny s použitím Ethernet Shieldu majú len toto využitie a nijako inak sa nedajú ďalej použiť.

Pri použití Ethernet Shieldu treba dbať na to, že samotný čip W5100 a SD karta využívajú spoločné rozhranie SPI, avšak v jednom čase môže byť periférne aktívna len jedna vec. Pokiaľ sa používajú obe periférie v programe, malo by byť postarané o korešpondovanie knižníc. Ak sa však používa len jedna periféria, druhá sa musí explicitne od značiť. S tou SD kartou sa to urobí tak, že sa nastaví pin 4 ako výstup a permanentne sa na ňom nechá log. U Ethernet Shieldu sa takto nenastavuje pin 4 ale pin 10. [12]

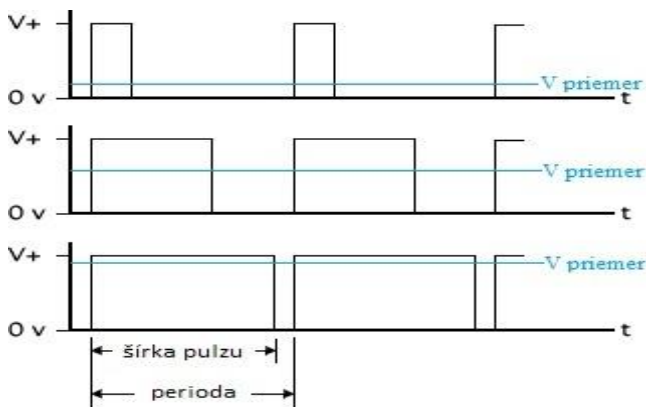
Ethernet Shield obsahuje rôzne druhy LED diód:

- PWR: signalizuje to, že doska a shield sú v chode prevádzky
- LINK: signalizuje pripojenie k sieti LAN a bliká len vtedy, ak shield odosiela alebo prijíma dáta
- FULLD: signalizuje to, že sieťové pripojenie plní absolútne funkciu duplexu
- 100M: signalizuje to, ak je prítomnosť sieťového pripojenia 100Mb na rozdiel ako je to u 10MB pripojenia
- RX: bliká vtedy, keď Ethernet shield prijíma dáta
- TX: bliká vtedy, keď Ethernet shield odosiela dáta
- COLL: bliká vtedy, ak vznikne nejaká sieťová kolízia

Spájkový kontakt označovaný „INT“ možno prepojiť s vývojovou doskou Arduina za účelom prijímania notifikácie prerušenia riadenia z diania Shieldu. Táto funkcia nie je ale podporovaná v ethernetovej knižnici. Kontakt typu INT spojuje pin 2 digitálneho výstupu s čipom na doske Ethernet Shieldu. [13]

3.3 PWM prevodníky

Táto značka PWM (Pulse Width modulation) ako samotná v preklade znamená „pulzne šírková modulácia“, je inými slovami povedané obdoba analógového riadenia a ovládania výkonu. V týchto technológiách má čip ATmega328 podporu niekoľko pinov. Tieto piny sa dajú ovládať a riadiť a vďaka inštrukciám a príkazom v programe nastaviť tak, aby sa dal výkon regulovať podľa požiadaviek užívateľa.

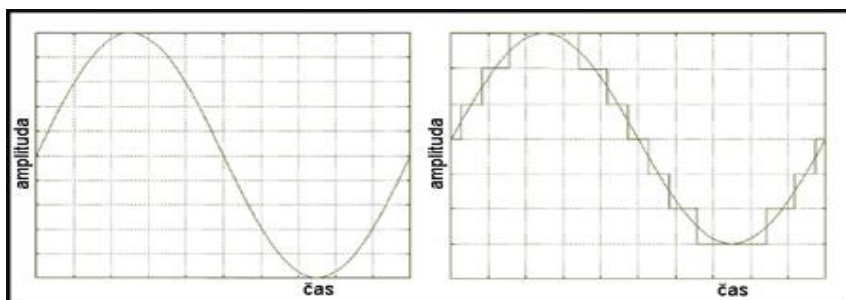


Graf č. 1: Princíp a znázornenie PWM regulácie
Zdroj: [16]

Ako je vidno na grafe vyššie tak má dve osi. Prvá je os x, ktorou je myslená horizontálna os je čas a os y, ktorou je myslená vertikálna os je napätie. Na obrázku sú znázornené pulzy napätia, ktoré sa pravidelne opakujú. Ak je frekvenčné opakovanie vysoké dostačujúco, tak sa pre zariadenie napätie prejavuje spojito. Pri aj tých najmenších zmenách veľkosti opakujúceho sa pulzu a medzery čiže pauzy sa voči sebe mení ich spoločný polomer a tým dochádza k zdanlivým zmenám hodnôt napätia a odchýlkam. S pomocou týchto inštrukcií popri vytváraní príslušného programu je možnosť zvoliť si ľubovoľnú hodnotu šírky pulzu (0 až 255) a tiež podmienky, za ktorých je ich možné meniť. Veľkosť odporu je čítaná na vstupe a prenesená na výstup PWM. Maximálna hodnota PWM je daná konštrukciou mikrokontroléru. V praxi je týchto javov využívaných najčastejšie pri meraní osvetľovania LED diód na fototranzistoroch. [16]

3.4 A/D prevodníky

A/D prevodníky sú dané druhy zariadení, ktoré nám umožňujú prijímaný spojitý analógový signál previesť a zmeniť tento signál na digitálny, spojitý je len do určitej formy, ďalej s ním len pracovať a vytvárať ďalšie chody v prevádzke. Za použitia vhodného algoritmu daný analógový signál postupom času okótuje, vytvára so vzorkami a následne potom sa pracuje len s tými váhovými hodnotami, ktoré tomu vyhovujú. Digitálna technika môže tieto hodnoty pomeniť alebo len pozmeniť a späť previesť na signál, ktorý bude potom znova analógový. Tieto technológie sú využiteľné v počítačoch ale aj v samotnej elektronike, kde sa napr. často pracuje s hudbou, zvukmi a celkovo s audio technológiami. Parametre zvuku sa môžu pomeniť (hlbky, výšky, hlasitosť zvuku). Spojenie s týmto projektom a realizácie v meraní sa pracuje s možnosťou snímaní hodnôt napätí a manipulácie s nami nameranými hodnotami napätia. [16]



Graf č. 2: Graf signálu a jeho kótovania
Zdroj: [18]

Graf na obrázku znázorňuje okótovanie a zmeny analógového signálu na digitálny. Ak sa priradí okótovaná hodnota odpovedajúca binárnej hodnote, čo vlastne je len sled jednotiek a núl, tak potom vždy binárna hodnota spätne vyjadruje analógovú hodnotu a veľkosť analógového signálu. ATmega používa bežne desať bitové kótovanie, ktorému sa aj hovorí smplovanie. Jeden bit nadobúda buď stavu 0 alebo 1, čo je vlastne jeden bit a v rámci kótovania je to desaťbitové. Ďalej vychádza číslo, ktoré je presne 2^{10} , teda je potom v rámci možností okótovať analógový signál až na 1024 hodnôt. [16]

3.5 Obvodové súčiastky

Do tejto kapitoly zahrnieme a rozoberieme niektoré z použitých obvodových súčiastok ktorí boli použité v tomto meraní.

Praktická časť bakalárskej práce sa sa kompletne skladá z použitých súčiastok a komponentov, ktoré tvoria jeden celok. Kompletne všetky časti sú zapojené v obvode a tvoria funkčnú zostavu. Medzi hlavné prvky patrí Arduino Uno, Ethernet Shield, elektromagnetická cievka, integrovaný obvod, USB kábel, napájací konektor.

Kompletný zoznam použitých súčiastok:

- Elektromagnetická cievka
- USB kábel
- Adaptér
- Prepojovacie káble
- Relátka
- Jednosmerný elektrický motorček
- Kondenzátor
- Rezistor
- Tranzistor
- LED dióda
- Jednosmerný elektrický motorček

Elektromagnetická cievka

Táto cievka tvorí jednu z hlavných súčiastok tejto práce. Cievka je pasívny elektrotechnický prvok, ktorý je danou reprezentáciou v indukčnosti elektrickom obvode. Po technickej stránke sa cievka skladá z izolovaného vodiča navinutého na nevodivú nosnú kostru. Vinutie je buď jednovrstvové alebo viacvrstvové. Vlastnosti cievky výrazne ovplyvňuje prítomnosť magnetického jadra. Základnou fyzikálnou veličinou cievky je indukčnosť (meraná v jednotkách henry), ktorá závisí od rozmerov cievky, počtu závitov a jadra. Vzhľadom ku vodivosti vodiča, z ktorého je cievka zhotovená, má táto aj odpor. Vodič ktorý sa nachádza v cievke má mať čo najmenší odpor, aby v cievke nedochádzalo k veľkým tepelným stratám. Najčastejšie používaným materiálom pre cievky je meď. Závitky cievky musia byť izolované. Izolácia je tvorená vrstvou izolačného laku. Na zväčšenie magnetických vlastností sa do cievky vkladá jadro z magneticky mäkkej ocele (feromagnetickéj látky).

Využitie elektromagnetickej cievky :

- Pre vytvorenie magnetického poľa elektrického prúdu, pričom sa využíva vzniknutá magnetická sila, vťahujúca na jadro (kotvu). Cievka slúži ako elektromagnet. Napríklad na ovládanie zariadení, elektrický zvonček, elektromotor a pod.
- Pre vytvorenie indukcie elektrického prúdu magnetickým poľom. Cievka slúži ako induktor. Indukcia sa využíva napríklad v LC obvodoch, rádiotechnike a pod.
- Pre transformáciu napätia v transformátoroch. Indukcia vytvorí striedavé magnetické pole v primárnej cievke, ktoré v druhej cievke transformátor generuje elektrické napätie, pričom pomer napätia je priamo úmerný pomeru počtu závitov cievok. [29]

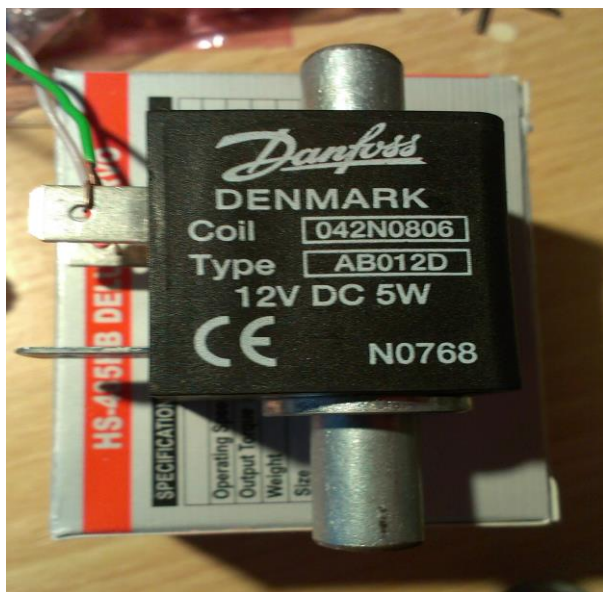


Schéma č.2: Schematická elektronická značka cievky z jadrom a cievky bez jadra.
Zdroj: Vlastný

K práci bola konkrétne vybraná elektromagnetická cievka AB 12V DC 5W.

Jej parametre sú:

Napätie	12V
Frekvencia	DC
Výkon	5W
Krytie	IP00



Obrázok č.11: Elektromagnetická cievka
Zdroj: Vlastný

Na obrázku je elektromagnetická cievka do ktorej je vložená železná tyčka. Táto zostava slúži ako elektroamgnet.

USB port

Univerzálna sériová zbernica (angl. Universal Serial Bus – USB) je určitý štandard sériovej zbernice určenej pre pripojenie periférií k PC. USB je sérová zbernica, ktorá prenáša bit po bite a tiež súčasne dodáva aj napájacie napätie pre iné zariadenia. Je možné bez problémov odoberať od 100 do 500 mA. Často je spojovaná s pojmom „Plug-And-Play“. Zariadenie USB môžeme v princípe odpojovať za prevádzky. [11]



Schéma č. 3: Označenie USB
Zdroj: [20, s. 12]

Dáta sa tu vysielajú a prijímajú buď v krátkych paketoch, ktoré majú dĺžku do 8 bajtov alebo dlhších paketoch ktoré majú dĺžku do 256 bajtov. Všetky prenose dát sa uskutočňujú o dĺžke 1 milisekundu. Vo vnútri jedného rámca môžu byť spracované postupne pakety pre niekoľko zariadení. Pokiaľ potrebujeme pripojiť k PC viac zariadení, ich rozdelenie zaisťuje rozdeľovač zbernice (hub) ku ktorému je možné pripojiť až 127 zariadení. Tiež zabraňuje, aby boli signály s plnou rýchlosťou vedené na pomalé zariadenia. [11, s. 13]

USB port podporuje tieto 4 dátové rýchlosti:

- low Speed (USB 1.0): rýchlosť 1,5 Mbit/s,
- full Speed (USB 1.1): rýchlosť 12 Mbit/s (1,5 MB/s),
- high Speed (USB 2.0): rýchlosť 480 Mbit/s (60 MB/s),
- super Speed (USB 3.0): rýchlosť 5 Gbit/s (625 MB/s). [12, s. 13]

Tie pomalšie zariadenia, ktoré pracujú s prenosovou rýchlosťou 1,5 Mbit/s, tzn. jeden bit je dlhý presne 666,7 ns. Potom tie rýchlejšie prenose pracujú s rýchlosťou 12 Mbit/s, poprípade 83,33 ns. Rýchlosť je predpisovaná predovšetkým výhradne masterom. Zariadenie typu slave sa musí zosynchronizovať na daný dátový tok. Pokiaľ sa žiadny oddelený hodinový signál neprenáša, musia sa získať hodiny z dátového signálu. K tomu sa používa metóda NRZI (Non-Return-To Zero). Ku zmene vedu nuly v dátach úrovně, jednotky zasa nechávajú úroveň bez akejkoľvek zmeny. Kódovanie a dekódovanie signálu je len hardwarovou záležitosťou. Prijímač musí byť schopný prijať hodinový signál, taktiež prijať a dekódovať všetky vložené dáta. Špeciálne prostriedky by mali zaisťovať, aby nikdy nedochádzalo ku strate synchronizácie. [11, s. 13]

Tranzistor

V tomto programe bol použitý tranzistor typu NPN BC547, ktorý má schematickú značku takú že šípka ide smerom von. V tomto prípade písmená B,C,E znamenajú B-báza, C-kolektor a E-emitor.

Na báze tohoto zvoleného tranzistoru (BC547) je pripojené PWM a to nám práve zabezpečuje ovládanie napätia a prúdu v obvode. Ďalej pri zmene odporu v tranzistore (kolektor-emitor) sa zmení napätie aj prúd a následne podľa týchto zmien sa začnú chovať ostatné časti tohoto obvodu. [11, s. 10]

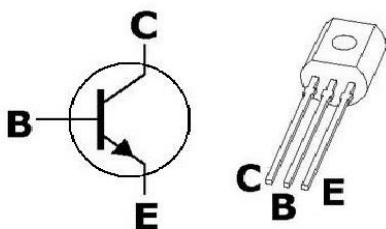
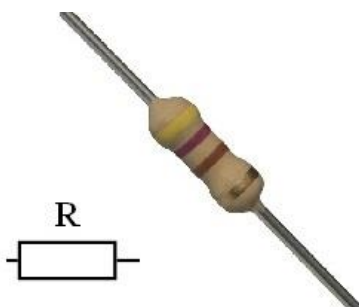


Schéma č. 4: Schematická značka a náhľad tranzistora NPN
Zdroj: [20]

Pasívne obvodové súčiastky (rezistor, kondenzátor)

Aby bol nastavený celkovo projekt a hlavne meracie pracovisko správne v rámci daných parametrov potom je treba použiť pasívne obvodové súčiastky. V tomto projekte sa pasívnymi súčiastkami myslí rezistor a kondenzátor. Pasívne sa im preto hovorí, lebo k svojej funkcii nepotrebujú iný zdroj energie. V tejto práci bolo použitých viacej rezistorov. [12]

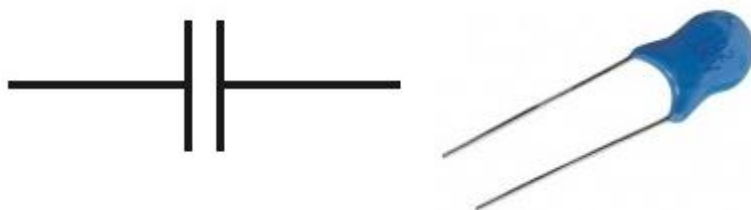
Rezistory sú také súčiastky, ktoré majú svoju vlastnosť, a tým je odpor. V obvode kladie rezistor odpor voči prúdu, ktorý cez neho preteká. Keď nastane strata tohto prúdu, tak sa to na súčiastke odrazí v zmene teploty, preto je dôležité zvoliť správny druh rezistora a na aký výkon bude v danom obvode pripojený. Pre správnu veľkosť pretekajúceho prúdu sa väčšinou pripájajú rezistory k LED diódam ale aj iným podobným súčiastkam. Značí sa buď číselne alebo farebnými prúžkami priamo na súčiastke. Každá farba alebo farebný prúžok predstavuje je svoju vlastnosť. Sú aj rezistory, ktoré majú hodnotu odporu premenlivú. [12]



Obrázok č. 12 a schéma č. 5: schematická značka rezistoru a reálny rezistor
Zdroj: [20]

Kondenzátor je taký prvok, ktorý má svoju kapacitu. Kapacita je vlastne taká vlastnosť prijať a udržať určitý čas v sebe istú energiu náboja. Využitie kondenzátoru je napríklad u zosilňovačov, kde majú za úlohu oddeľovať vstup a výstup. Avšak svoju najpodstatnejšiu úlohu tvorí v zdrojoch a usmerňovačoch. V takýchto situáciách sa kondenzátor chová tak,

že keď klesne napätie sa nabije, potom sa pomaly vybíja, tým sa pozorovateľne vyrovnáva napätie a cyklus ten sa stále opakuje ďalej. U keramických kondenzátorov sa používa isté značenie ako u rezistorov čiže vo farebných prúžkov a jeho všeobecne označenie je písmenom C. [12]



Obrázok č.13 a schéma č.6: Schematická značka kondenzátora a reálny kondenzátor
Zdroj: [20]

LED dióda

LED dióda je elektronická súčiastka polovodičového charakteru, obsahuje PN priechod. Na rozdiel od klasických diód je taký, že LED vyžaruje viditeľné svetlo buď infra alebo aj UV, ktoré sú v užšom spektre rôznych farieb a použitie majú vo veľkom množstve aplikácií. Ak prechodom preteká elektrický prúd v priepustnom smere, tak vyžaruje nesúdržné svetlo s úzkym spektrom. Toto spektrálne pásmové žiarenie diódy je závislé na aké má použitý polovodič zloženie chemických prvkov. Na rozdiel od elektrických zdrojov svetla napríklad u žiarovky majú LED takú výhodu, že pracujú s malými napäťovými a prúdovými hodnotami. Životnosť LED diód je viac ako 50 000 hodín, na rozdiel od spotreba, ktorá je rádovo v jednotkách wattov, to závisí na počte použitých LED diód. [19]

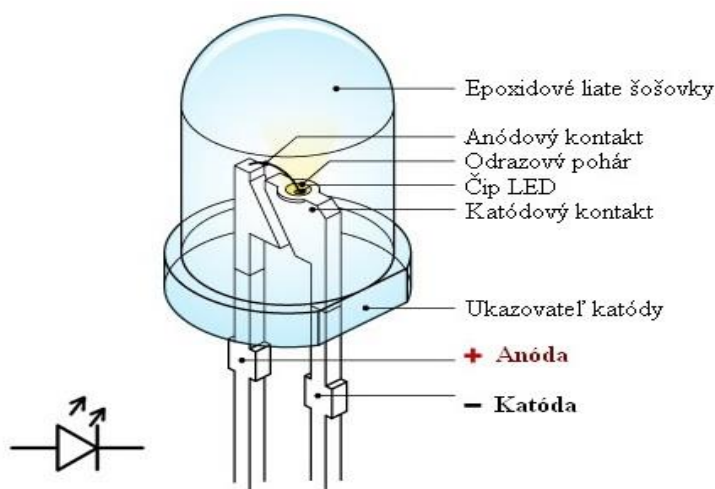


Schéma č. 15: Schematická značka a popis LED diódy
Zdroj: [19]

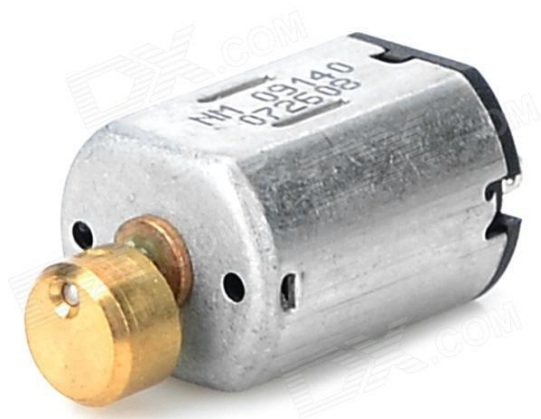
Keď pripojujeme LED diódy, tak sa musí dodržiavať polarita. Vývod záporného pólu (katóda), ktorý je vyznačený sploštením puzdra alebo kratšou nožičkou. Na rozdiel kladný pól (anóda) má dlhšiu nožičku. Ak sa zmení polarita diódy nesvieti, tak hrozí aj poškodenie diódy. [19]

Prevádzkové napätia LED diód:

- infračervená – 1,6 V,
- červená 1,8 V až 2,1 V,
- žltá 2,4 V,
- oranžová 2,2 V,
- modrá 3,0 V až 3,5 V,
- zelená 2,6 V,
- biela 3,0 V až 3,5 V. [5, s. 107]

Jednosmerný elektrický motorček

K roztrepaniu pilín sa použil vibrační motor DIY N20, ktorý je priamo nato určený. Jedná sa o úplne bežný elektromotor ktorý sa skladá z rotora – nepohyblivej časti a statora rotujúcej časti.

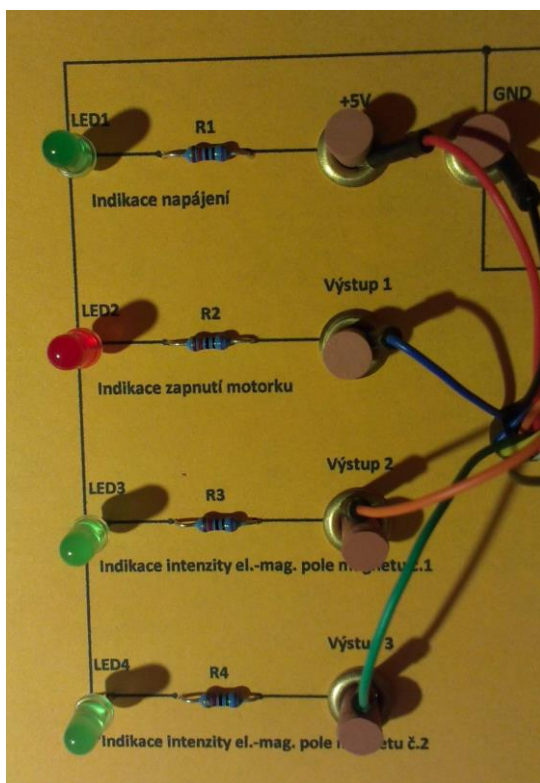


Obrázok č. 14: Jednosmerný elektrický motorček
Zdroj: [17]

4 Návrh spôsobov merania

Cieľom pri diaľkovom meraní bolo vymyslieť úlohu, na ktorej by mohli študenti vidieť výhody a nevýhody merania na väčšie vzdialenosti. V učebni KL3 na kampuse v Hodoníne bude realizované meracie pracovisko. V tejto učebni bude umiestnený počítač, ktorý bude slúžiť ako server pre diaľkové merania a bude sprostredkovať komunikáciu medzi meracími prípravkami a užívateľmi, pripojenými na nich cez internet.

K aplikácií vizualizácie magnetických javov boli zvolené štyri LED diódy, ktoré slúžia na znázornenie chodu motoru a elektromagnetu.



Obrázok č.15: Vystúpi LED diód
Zdroj: Vlastný

Na obrázku sú štyri LED diódy. Prvá dióda ukazuje napájanie v obvode, ďalšia ukazuje stav regulačného členu, tým je tranzistor. Každá z diód je napojená na PWM výstup z Arduina a budú signalizovať ako moc alebo málo je tranzistor otvorený. T1 a D2, T2 a D3, T3 a D4, to sú spoločné pary. Napríklad keď T1 sa trochu otvorí, D2 bude jemne svietiť. Keď bude plne otvorený, D2 bude svietiť veľa. Keď bude T1 zatvorené, D2 svietiť nebude. Takto sa to bude chovať. T1 je pre motorček, T je pre prvý

elektromagnet a T3 je pre druhý elektromagnet. V tomto prípade budeme na T1 spúšťať a vypínať jednosmerný motorček, na T2 a T3 budeme regulovať prechádzajúci prúd elektromagnetom. Pri otváraní nebude tranzistor obmedzovaný. Bude vždy na určitý časový interval plno otvorený a plno zatvorený. Chladič v tomto prípade nie je za potrebu. Pre menšie napätie motorka na roztvorenie pilín bol použitý stabilizátor.

K projektu boli použité tri druhy kovových pilín, ktoré sú rozoznateľné farbou. Použité druhy kovových pilín:

Železo

Svojimi vlastnosťami je tento najznámejší kov sivočiernej farby pre tento projekt najideálnejší. V Periodickej tabuľke prvkov má značku Fe a protónové číslo 26.

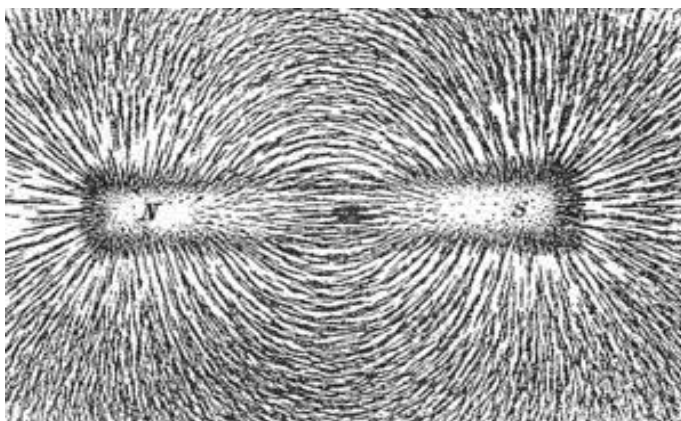
Hliník

Je striebrolesklý ohybný kov s nízkou hustotou, ktorý je trikrát ľahší ako železo. V Periodickej tabuľke prvkov má značku Al a protónové číslo 13.

Meď

Ako posledná tretí kov sa použila meď, ktorá je najlepším vodičom elektrického prúdu. Je to ušľachtilý kov červenej farby, ktorý má vysokú tepelnú vodivosť, tvárnosť za tepla aj studena a dobrú odolnosť voči korózii. V Periodickej tabuľke prvkov má značku Cu a protónové číslo 29.

Voľba princípu merania je do značnej miery určujúca pri výbere meracej metódy. Na použitých druhov materiálov sa dajú urobiť dva druhy merania. Toto závisí od polohy magnetu, buď magnet položíme alebo postavíme.



Obrázok č.16: Magnetické indukčné čiary (magnet je položený)
Zdroj: [21]

Magnet je položený a priložený k pilinám. Keď položíme magnet do ležatej polohy tak nám vzniknú dva pole severný (S) a južný (N), ktoré sú jasne dobre na obrázku.



Obrázok č.17: Magnetické indukčné čiary (magnet je vzpriamený)
Zdroj: Vlastný

Druhou metódou je dať magnet do vzpriamenej polohy. Magnet je umiestnený v vzpriamenej polohe pod miskou s pilinami. Na rozsypané piliny na rozdiel od ležiaceho magnetu pôsobí len jedným pólom. Na obrázku vyššie je dobre vidieť daný jav.

Druhy a typy magnetov

Magnetická sila nezáleží od veľkosti magnetu, záleží hlavne na materiálu s ktorého je magnet vyrobený. Pre výrobu stálych magnetov sa používajú tkz. magneticky tvrdé materiály. Tie majú totiž schopnosť uchovať si polarizáciu aj po tom, čo na ne prestane pôsobiť vonkajšie magnetické pole. Vyrábajú sa rôzne typy magnetov:

Feritové magnety

Sú asi najznámejšou skupinou magnetov, celosvetovo sa ich za rok spotrebuje vyše 300 000 ton a ich sortiment sa neustále rozširuje, spoločne s rôznorodosťou tvarov a rozmerov. Ich chemické zloženie je pomerne strohé, sú to oxidy železa a bária alebo stroncia, ktoré sa správajú ako keramický materiál. Ich výhodou je pomerne nízka cena za kilogram hmoty, až ponúkaných druhov magnetov sú tými najlacnejšími, ďalej nízka hmotnosť a vysoká odolnosť voči korózii. Nevýhodou je však krehkosť, takže sa môže stať, že sa pri upustení magnet rozbije, napríklad ako sklo. Využívajú sa ako pridržené magnety, používajú sa v malých elektromotoroch, alebo napríklad bývajú súčasťami magnetických brzd.

Alnico magnety

Sú magnety tvorené zliatinou železa (hliník a nikel). Aj napriek veľký rozmach nových typov magnetov, zaujímajú na trhu stále pomerne významnú pozíciu. Miesto spekania sa ale odlievajú, čo umožňuje vyššiu presnosť vo výrobe. Tvary sa ďalej nechajú aj ľahko upravovať brúsením. Majú vysokú magnetickú energiu na jednotku objemu a sú tepelne odolné, preto sú vhodné na nasadenie pri zvýšených teplotách. Využívajú sa v stredne veľkých elektromotoroch, reproduktoroch, akustických meničoch a rôznych elektrických meracích prístrojoch.

Plastomagnety

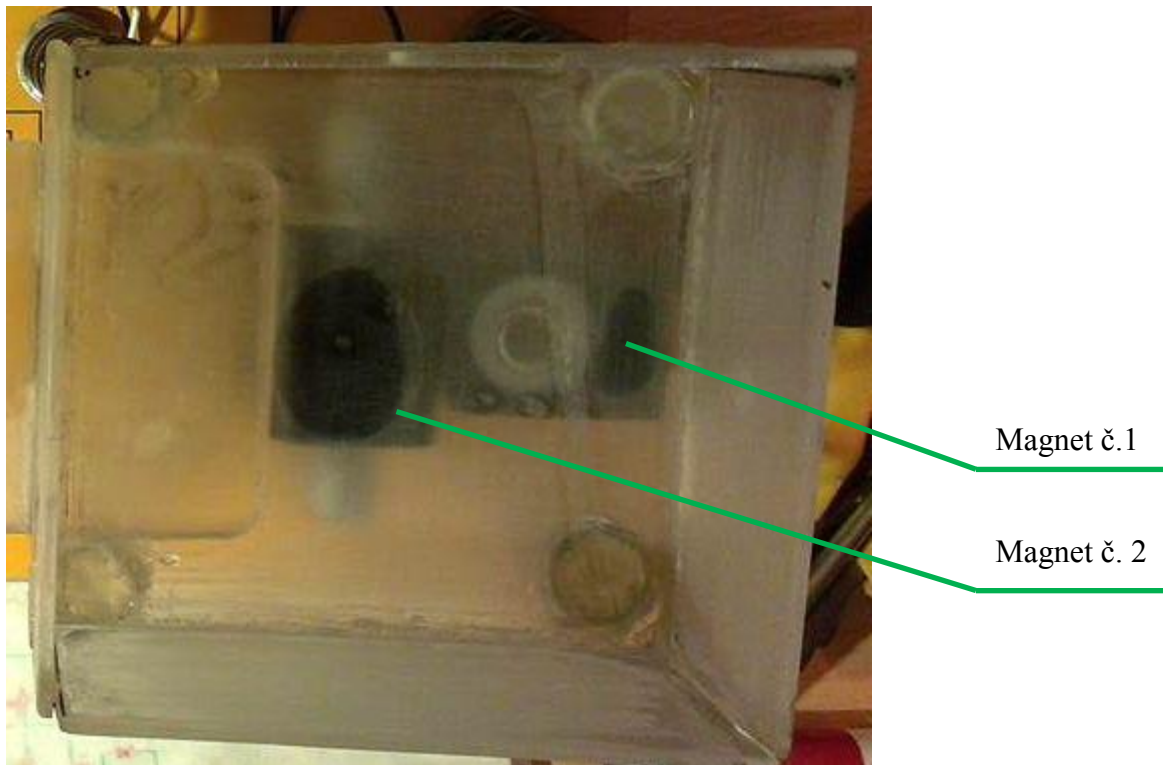
Boli vyvinuté kvôli zvyšujúcim sa nárokom na presnosť výroby. Magnetický materiál sa v podobe prášku mieša so spojivom, najčastejšie živicom. Prášková zmes sa potom lisuje a teplom vytvrdí, a alebo sa polotekuté zmes vstrekuje priamo za tepla. Vstrekovaním môžu byť vyrábané aj zložité tvary magnetov s vysokou presnosťou. Nevýhodou je, že majú menšiu magnetickú energiu na jednotku objemu, pretože časť objemu tvorí spojivo. Podiel magnetického prášku býva okolo 70%. Keby ho bolo viac, magnet by nemal dostatočnú pevnosť, a keby ho bolo menej, magnet by mal zas príliš málo magnetickej energie a jeho výroba by sa nevyplatila. Využívajú sa hlavne pri priemyselnej výrobe a ich nasadenie sa vypláca až pri výrobe nad desaťtisíc kusov.

Gumené magnety

Boli vyvinuté z dôvodu obmedzujúcich mechanických vlastností ostatných magnetov, najmä kvôli ich krehkosti. Podobne ako plastomagnety sa vyrába z magnetického prášku,

ktorý sa ale mieša s elastoplastickým spojivom. Množstvo prášku a spojiva potom ovplyvňuje jeho elastické vlastnosti - čím viac spojiva, tým je pružnejšia ale stráca magnetickú silu a naopak. Využíva sa predovšetkým v reklamnom priemysle ako rôzne magnetky s potlačou a alebo ako držiaky rôznych predmetov.

Aby trvalý magnet plnil svoju funkciu, je nutné ho po vyrobení zmagnetizovať. Intenzita magnetovacieho poľa by mala dosiahnuť minimálne trojnásobku daného materiálu. Materiály s menšou hodnotou možno magnetová až po zostavení celého obvodu. Pre magnetovanie trvalých magnetov sa používajú väčšinou špeciálne magnetizéry na princípe elektromagnetu.



Obrázok č.18: Umiestnenie magnetov na plošnom spoji
Zdroj: Vlastný

Na obrázku vyššie je dobre vidieť uloženie elektromagnetov. Magnet č.1 je umiestnený vo vzpriamenej polohe, kde pôsobí na piliny len jedným pólom. V ležatej polohe je umiestnený magnet č.2, ktorý zaberá väčšiu plochu a pôsobí obidvomi pólmi. Na jednotlivé magnety môžeme regulovať napätie, či zapnúť alebo vypnúť jeden alebo druhý magnet.

Pri realizovaní projektu robil problém jednosmerný motorček, ktorý bol kvôli vysokému výkonu tri krát menený. Pri použití pôvodného motorčeka z holiaceho strojčeka sa kovové piliny rozkladali nerovnomerne alebo na jednu stranu misky. Vyhovujúci motorček je vibrační motor DIY N20, ktorý je priamo určený na roztrepávanie pilín.

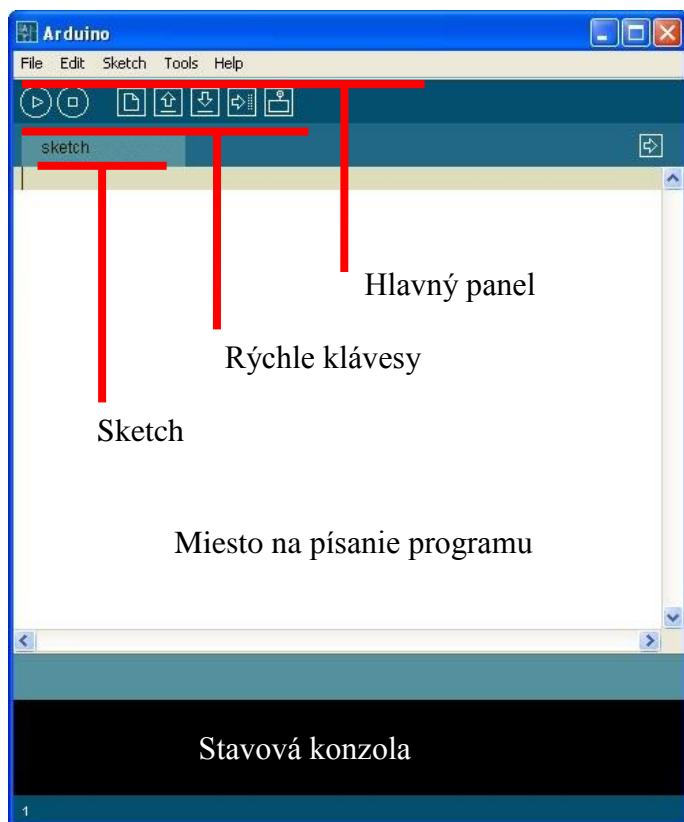
Programové vybavenie

Na domovských stránkach Arduina je voľne k náhľadu vývojové programové vybavenie Arduino software. Tento program je voľne šíriteľný Open Source software ako aj samozrejme jeho vývoj. Užívatelia aj iných platforiem ako Windows majú možnosť bez obmedzenia používať Arduino software takmer na akomkoľvek PC zariadení. Software je možné stiahnuť ako aj pre Linux, tak aj pre MAC operačné systémy.

V tejto práci je použitý systém Windows, tak sa práve k tomu zvolila patričná platforma. Po stiahnutí, rozbalení a nainštalovaní balíčku softwaru sa môže začať pracovať na projekte. Ďalší krok je už len pripojiť pomocou príslušného USB káblu Arduino a systém si ovládače nájde automaticky sám.

Samotný software je vyvíjaný v programovacom jazyku Java, na princípe podobnom ako je to u založeného jazyka Processing (program s vývojovým charakterom pre tvorbu aplikácií aj pre Arduino).

Po spustení programu ukazuje hlavné okno aplikácie. Je to aplikácia, ktorá sa spustí automaticky v okne. V hornej časti programového prostredia sa nachádza panel ponúk. V ponuke sú Súbor, Úpravy, Sketch, Príslušenstvo a Pomoc. V tlačidle ponuky Súbor (File) máme možnosti vytvorenia nového sketcha, možnosti tlače, príklady a ďalšie ponuky. V ponukovom tlačidle Úpravy (Edit) sú editácie vytvoreného sketcha alebo vyhľadávanie daných reťazcov v napísanom programe. Ponukové tlačidlo Sketch má možnosti skompilovať a skontrolovať napísaný a vytvorený program, importovať knižnice k daným programom apod. V tlačidle Príslušenstvo (tools) sa edituje to, pre ktorú platformu Arduina sa bude dať programovať, spustenie sledovania a poprípadne aj možnosť vypálenia bootloaderu do Arduina. Posledná ponuka je Pomoc (Help) a už z tohto názvu vyplýva podstata ponuky. Teda táto ponuka obsahuje v skratke rady v prípade nejakého problému, referenčný manuál a ďalšie možnosti pri riešení problémov.



Obrázok č. 19: Prostredie aplikácie

Zdroj: vlastný

Tento obrázok znázorňuje prostredie aplikácie. Z obrázku vyššie je vidno, že prostredie je jednoduché a ľahko zrozumiteľné. Je tu hlavná ponuka, pod hlavnou ponukou je lišta, ktorej sa hovorí aj rýchle klávesy. Sú to klávesy, ktoré v aplikácii umožňujú jednoduchú a rýchlu manipuláciu s možnosťami vytvoreným programom pre Arduino.



Obrázok č. 20: Rýchle klávesy programového prostredia Arduina

Zdroj: vlastný

Popis a charakteristika tlačidiel – Rýchle klávesy:



Obrázok č. 21: Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo Verify.

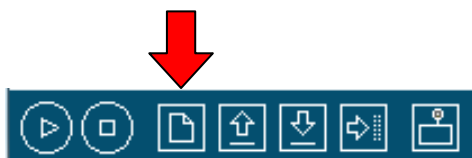
Zdroj: vlastný

Verify je prvé tlačidlo. Plní funkciu kontroly navrhnutého programu, či užívateľ neurobil nejakú chybu pri písaní alebo niečo nezabudol.



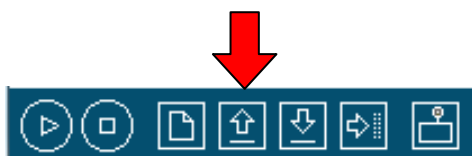
Obrázok č. 22: Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo Stop.
Zdroj: vlastný

Druhé tlačidlo je Stop, ktoré má funkciu zastavenia kontroly programu alebo zastavenia nahrávania programu do jednočipu.



Obrázok č. 23: Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo New.
Zdroj: vlastný

Tlačidlo New, ktoré po kliknutí otvorí nové programovacie okno. Tlačidlo New umožňuje v rámci užívateľských možností písať viac vo viacerých programoch naraz.



Obrázok č. 24: Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo Open.
Zdroj: vlastný

Open je tlačidlo, ktoré otvorí ponuku k otvoreniu už existujúceho projektu alebo k otvoreniu skúšobných programov v knižnici aplikácií. V ponuke sa zobrazujú tiež aj už doposiaľ používané projekty.



Obrázok č. 25: Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo Save.
Zdroj: vlastný

Tlačidlo ma názov Save. Ukladá otvorený, používaný alebo napísaný program. Ak chceme uložiť nový projekt, aplikácie vyzve používateľa kam a pod akým názvom sa má projekt uložiť.



Obrázok č. 26: Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo Upload.
Zdroj: vlastný

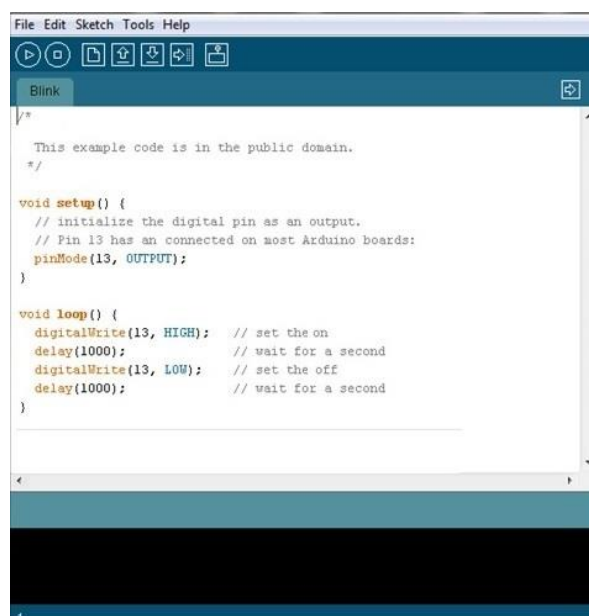
Upload je tlačidlo, ktorým sa daný program skontroluje, prepošle, skompiluje alebo nahráva dáta do jednočipu.



Obrázok č. 27: Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo Serial Monitor.
Zdroj: vlastný

Serial Monitor je tlačidlo, ktoré slúži ku komunikácii medzi počítačom a Arduino. Ak program, ktorý sa nachádza v Arduine má v sebe príkazy pre sériový kanál, tak je možné cez túto konzolu dávať príkazy alebo ich prijímať.

Príklad napísaného programu v aplikácii Arduino.



Obrázok č. 28: Ukážka programu v aplikácii.
Zdroj: vlastný

Tento program je veľmi jednoduchý a nazýva sa Blink. V pozadí tohto programu sa píšú konštanty, premenné, identifikátory a ich dátové typy. Program to ale nemá za potrebu vo svojich vlastnostiach. Program začína komentárom. Komentár má dva spôsoby zápisu. Prvý spôsob zápisu `//`, čo je komentár na jeden riadok, alebo toto `/* */`, čo je vlastne komentár ľubovoľnej veľkosti. Tieto spomenuté znaky ohraničujú daný komentár. `Void setup()` je funkcia nastavujúca pre obsah. `Void loop()` je funkcia stále opakujúca sa až dovtedy, pokiaľ nie je napísané v programe inak. Prevádzacie príkazy sa vpisujú sem, tak ako vpisovanie výsledkov, posielanie. [10]

5 Realizácia projektu merania v rámci IS EPI

Táto kapitola bude zahŕňať kompletne prepojenie celej bakalárskej práce s interným systémom EPI, s.r.o., čo je cieľom tohto projektu a v rámci prepojenia možnosti pripraveného laboratória.

Bakalárska práca tejto témy je prepojená s projektom 30 B8/2011/01 Analýza, SW a zapojení do rutiny systému úloh "Meranie s diaľkovým prístupom". Začiatok 1.10.2011, koniec 31.8.2014.

Cieľom tohto projektu je vybudovať laboratórium dostupné cez internet. V tomto laboratóriu majú miesto a sú umiestnené popredu pripravené meracie prvky, na ktorých si študenti budú môcť prakticky overiť ich teoretické a praktické znalosti z pohodlia svojich domov. Pokiaľ sa študent dočíta, že na reálnom meracom prostredí sú nejaké zmeny parametrov napr. že pri zaťažení na elektromagnete klesá magnetické napätie, bude si môcť túto skutočnosť overiť.

Laboratórium pripravujú študenti, ktorí majú ako tému bakalárskej práce diaľkové meranie, taktiež webový portál, ktorý bude jednotlivé merania v laboratóriu sprístupňovať. Laboratórium by malo byť dostupné nie len študentom na EPI, ale aj verejnosti.

V tomto laboratóriu sa nachádza celý rád meracích prípravkov, ktoré budú zamerané napríklad na tieto témy:

- Vizualizácia javov a účinku elektromagnetického poľa,
- Meranie na diódach
- Meranie na čítačoch,
- Meranie na pasívnych elektrických súčiastkach
- Meranie elektromagnetickej indukcie,
- Meranie elektrických parametrov fotodiódy
- Meranie elektrických parametrov fotorezistora,
- Meranie elektrických parametrov fototranzistora
- Meranie zaťažovacej charakteristiky napájacieho zdroje
- Meranie na A/D prevodníkoch,

- Meranie optočlenov,
- Meranie na motorku s permanentným magnetom,
- Meranie prietoku kvapaliny,
- a ďalšie.

Jednotlivé merania bude môcť študent ovládať v reálnom čase cez webové rozhranie, budú mu poskytnuté namerané dáta a tiež bude môcť sledovať meracie zariadenie cez webovú kameru.

Popis získaných znalostí, schopností a kompetencií

Posledná časť práce pred záverom sú poznatky, čo táto práca priniesla ohľadom znalostí, schopností a kompetencií.

Znalosti, Schopnosti, skúsenosti a kompetencie, ktoré boli získané pri tvorbe tejto práce sú:

- Rozšírené znalosti s PC (software, hardware)
- Programovanie v jazyku HTML
- Programovanie v jazyku PHP
- Programovanie v jazyku Processing
- Programovanie v jazyku Wiring
- Práca s Arduinom
- Vytváranie projektov pomocou Arduina
- Programovanie Arduina
- Práca s databázovými systémami

6 Pilotná prevádzka merania

V danej kapitole sa budú rozoberať všetky definície a požiadavky na systém. Čo všetko systém pre tento projekt vyžaduje. Táto časť bakalárskej práce bude popisovať realizáciu celého pracoviska a jeho pripojenie na internetové technológie, informačného systému, spustenie systému do pilotnej prevádzky. Vytvorený prototyp bol pripojený na domácu sieť a prístup na meracie pracovisko bol cez aplikáciu LogMeIn (vzdialená plocha) alebo TeamViewer, ktorá umožňuje diaľkový prístup ku vzdialenému počítaču prostredníctvom siete internet. Nevýhodou programu TeamViewer je to že musí byť v PC nainštalovaný, namiesto čo program LogMeIn pracuje v prehliadači.

Zo všetkého najviac je potreba rozhranie USB na počítači. Bez nej nie je možné merať a ani celkovo meracie pracovisko realizovať. Podľa potreby bude meracie pracovisko napájané z USB alebo z externého zdroja, ktorým je adaptér. Zdroj sa vybral podľa výkonných potrieb, kábel a rozmerov. Zvolil sa malý spínaný zdroj na sieťové napájacie napätie. Zdroj má v sebe zabudovaný aj usmerňovač a stabilizátor, takže je jej možné ihneď pripojiť k napájaniu Arduina. Zdroj má výstupné napätie 9V a môže dodávať prúd až 0,5A.

Ďalej je na Arduine je uložený Ethernet Shield. Komunikáciu medzi meracím pracoviskom a užívateľom bude možné previesť cez USB port alebo ethernetové rozhranie. USB rozhranie bude určené pre vypálenie programu do Arduina a taktiež bude slúžiť ako servisná komunikácia pri testovaní, doladňovaní a opravách programového prostredia meracieho pracoviska. Ethernetové rozhranie je využívané pri samotnom meraní.

Pre systém diaľkového merania vizualizácie javov a účinkov elektromagnetického poľa bola vytvorená jednoduchá webová stránka. Návštevníci tejto stránky boli poučení o meraní magnetických účinkov, ktoré sú vizuálne znázornené na železných, medených a hliníkových pilinách po zapnutí elektromagnetickej cievky. Ďalej mohli prejsť k samotnému meraniu.

Meracie pracovisko, ktorým je myslené miska s tromi druhmi pilín, dve elektromagnetické cievky, motorček ktorý bol použitý z holiaceho strojčeka, slúži na roztvorenie pilín vrátane

Arduina je uložené na doske plošného spoja a tvoria jeden celok, to znamená, že sa s ním dá ľahko manipulovať a prenášať. V laboratóriu sa nachádza školský počítač a server, na ktorom sú pripojené všetky meracie pracoviská pre ktoré je taktiež vytvorená pracovná databáza, tiež určená aj pre tento projekt. Databáza slúži na uloženie nameraných hodnôt v tomto prípade znázornených obrazcov z Arduina, ktoré sú následne odosielané na webovú stránku.

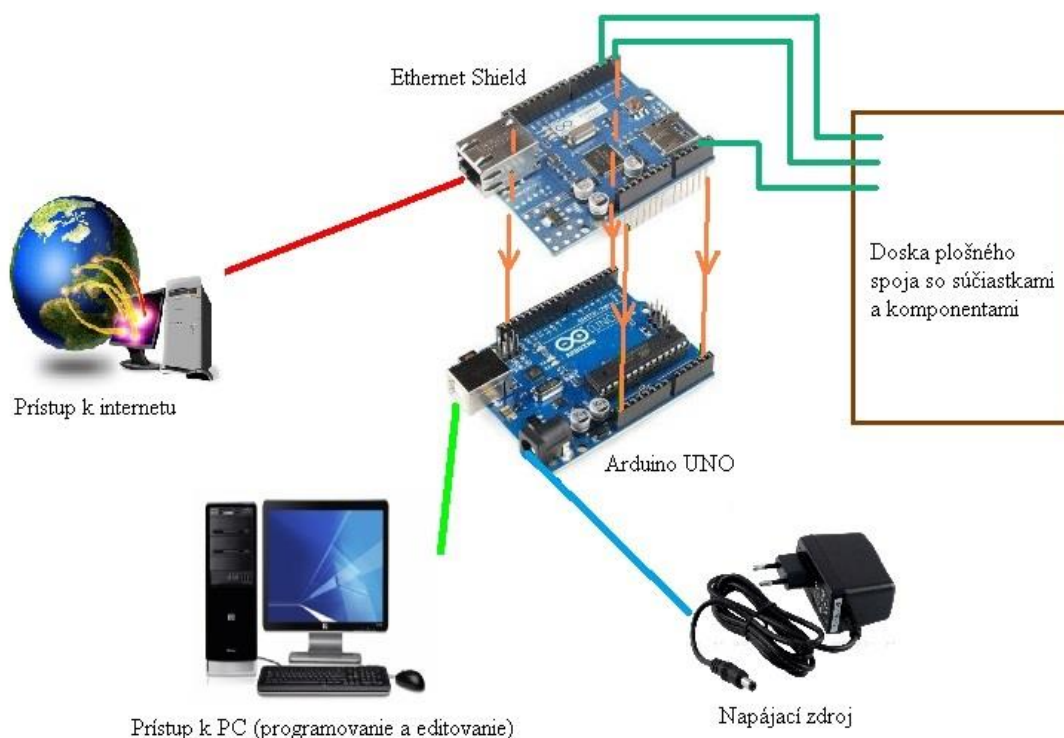


Schéma č. 8: Schéma, ktorá znázorňuje pripojenie použitých komponentov s Arduino
Zdroj: vlastný

6.1 Realizácia projektu

V tejto kapitole je obsahom kompletne celá praktická časť, či už vytvorenie samotného meracieho pracoviska vrátane jeho pripojenia do siete, laboratórneho protokolu, webového rozhrania a uvedenie do príslušného informačného systému. Ďalej pokračuje spustenie meracieho pracoviska v praxi a na EPI, kompletné dokumentácie a všetky náklady na realizáciu. Na koniec je priložený videoprogram s obsluhou pracoviska a k úspešnému zvládnutiu diaľkového merania.

Meracie zariadenie je v konečnej podobe umiestnené v laboratóriu KL3 diaľkového merania na kampuse v Hodoníne, kde je možné s ním pracovať. Zariadenie je umiestnené na stavebnicovom, kovovom module formátu A5, na ktoré je namierená web kamera zachytávajúca vytvorené obrazce z pilín.

6.2 Projekt a realizácia pracoviska

K uplnému vyhotoveniu tohto projektu sa vychádzalo z protokolu merania, ktorý bol následne upravený podľa požiadaviek projektu. Schéma pracoviska je upravená tak aby spĺňala požadované prvky kladené v cieľoch tejto práce.

Centrom celého projektu spočíva hlavne v dobrom zapojení jednosmerného elektrického motorčeka, ktorý slúži na roztrasenie pilín umiestnených na miske vytvorenej z pleskli skla. Misku po okrajoch držia štyri pružinky, tie sú spolu z elektromagnetickou cievkou AB 12V DC 5W a Arduino umiestnené na plošnom spoji. Neoddeliteľnou súčasťou tohto projektu je tiež Arduino, ktoré slúži ako spínač a vypínač jednej, druhej alebo obidvoch elektromagnetických cievok naraz a na zapnutie a vypnutie trasenia motorčeka. Taktiež bola vytvorená webová stránka na ktorú sa môže pripojiť ktokoľvek a kedykoľvek.

6.3 Realizácia pripojenia pracoviska na internetové technológie

Úlohou je zaistiť čo možno najmenej problémové rozhranie, s ktorým bude používateľ komunikovať na diaľku a tým ovládať meracie pracovisko s Arduino. Dôležité je to aby pracovník merania mal čo najlepšie podmienky pre diaľkové meranie a vedel jednoducho ovládať Arduino na diaľku a vedieť komunikovať so vzdialeným serverom, na ktorom beží veľké spektrum projektov diaľkového merania. Vytvorila sa komunikácia medzi Arduino, užívateľom a serverom.

Pôvodne sa uvažovalo z využitím tkz. „prostredníka“ , ktorý by reagoval na Arduino taktiež na pokyny užívateľa. Arduino robí záznam každú sekundu, takže svojím spôsobom robí meranie neustále. Medzi týmto si urobí Arduino nevyhnutné kontroly pre záznamy

aj pre svoju funkčnosť. Na EPI je lokálny počítač, ktorý bol vytvorený a použitý na projekty z diaľkovým meraním sa vytvorila databáza pre tento projekt. Táto databáza ukladá namerané hodnoty tkz. obrazce vzniknuté z pôsobením elektromagnetickej cievky na piliny. To znamená že tieto hodnoty uložené v databáze sa posielajú na webové rozhranie, na ktorom sa zobrazujú a užívateľ s nimi môže naďalej pracovať. Toto webové rozhranie sa riadi cyklom rovnako každú sekundu. V rámci tohto cyklu je aj požiadavka na databázu pre import aktuálnych hodnôt. Po skončení tohto meranie alebo snímania sa pomocou príkazu zoznam hodnôt vymaže, aby mohla byť databáza nachystaná pre ďalšie meranie.

Komunikácia od pracovníka ku Arduinu bola vyriešená nasledovným spôsobom. V Arduine sa vytvorila kompletná HTML stránka. Webové rozhranie disponuje tlačidlami pre ovládanie Arduina, ktoré su zapnúť a vypnúť elektromagnetickú cievku(jednu, druhu alebo obidve), tlačidlo roztrepáť slúži na zapnutie motorčeka a nasledovné roztrepánie pilín do pôvodného stavu pre ďalšie meranie. Je to súhrn príkazu GET, ktoré majú vo svojom tele prevádzajúce príkazy a obsahy čo má Arduino previesť. Táto komunikácia neprechádza cez server, ale priamo z webového rozhrania na Arduino. Ďalej sa implementovala funkcia pre zobrazenie webkamery , schému meracieho pracoviska a odkaz na merací protokol a video návod. K meraciemu pracovisku je možný prístup z portálu školy alebo zo vzdialenej plochy kde sa používateľ prihlási a pomocou spomínaného programu LogMeIn sa pripojí cez vzdialenú plochu. Potom si otvorí vytvoreného zástupcu na obrazovke a zobrazí si merané pracovisko. Udaje pre prístup k meraciemu pracovisku sú taktiež na stránkach školy, alebo môžete kontaktovať priamo mňa.



Obrázok č.29: Náhľad na webovú stránku
Zdroj: Vlastný

Na obrázku je náhľad na vlastnú stránku, ktorá bude slúžiť na pripájanie, online web kamerový prenos a ovládanie projektu. Na stránke sa nachádzajú príkazy ovládanie magnetu č.1 a magnetu č.2. Týmito príkazmi môžeme pridávať a ubúdať napätie do magnetu, ovládanie intenzity elektromagnetu. Ďalším príkazom je roztrásenie pilín, kde môžeme jednoducho zapnúť alebo vypnúť motorček tlačidlom zapnúť/vypnúť. Na stránke sa potom nachádza video postup pre ovládanie, prezentácia javu a môj e-mail na ktorý môžu študenti posielat' svoje pripomienky.

6.4 Popis cvičenia

Popis cvičenia obsahuje protokol zo zadáním, čo má používateľ robiť, ako to robiť tak aby sa dostal ku správne výsledku.

Tento protokol bude obsahovať:

- úlohu zadania,
- teória,
- použité prístroje pri meraní,

- schéma zapojenia,
- postupy,
- grafy a tabuľky nameraných hodnôt,
- kontrolne otázky,
- záver,
- prílohy.

Ako prvý bod sa bude v protokole spomínať úloha zadania. Je tu presný popis, čo konkrétne má používateľ robiť, aký by mal byť výsledok a čo tým výsledkom urobiť. Príprava je jednoduchá, aby mal používateľ pri sebe nachystané všetky potrebné meracie prístroje. Potom nasleduje teória na danú tému, vzorce, vety a dôkazy. Rozbor úlohy používateľ povie, čo všetko musí zistiť, namerať a vypočítať. Ako orientácia pri skúmaní zariadenia a analýze nám slúži schéma, ktorá je dôležitá v tomto protokole. Používateľ musí taktiež musí vypísať všetky použité časti a prístroje, ktoré potreboval pri meraní a ktoré sú súčasťou meracieho pracoviska. Ďalej sú v postupe navrhnuté optimálne kroky pre meranie daného javu. V laboratórnych dokumentoch sú obsahom tiež poznámky, výpočty a grafy. Na konci sa nachádza niekoľko otázok ohľadom merania a na záver opíše používateľ pár vetami to ako meranie prebiehalo a ako dopadlo v praxi. Tento merací protokol je súčasťou bakalárskej práce.

6.5 SW na realizáciu diaľkového prístupu

Inštrukcie a kompletný program, ktoré boli vytvorené pre Arduino boli veľmi zložité ale však dali sa realizovať. Bolo treba vyriešiť niekoľko nezrovnalostí a to vytvorenie jednoduchšej HTML stránky, ktorá je vytvorená v Arduinu. Táto stránka slúži pre dotazy používateľa merania k zmenám ovládaniu Arduina a tiež slúži ako technická stránka pre ladenie alebo úpravu Arduina. Pokiaľ je zariadenie pripojené k PC pomocou USB káblu, tak sú súčasťou programu inštrukcie pre výpis nameraných hodnôt a dát cez sériovú linku.

Ďalej je štruktúra použitého programu nasledovná. V programe sú najprv umiestnené všetky potrebné a dôležité knižnice. V týchto knižniciach sa nachádzajú inštrukcie pre komunikáciu s Ethernet Shieldom a ďalšie funkcie. Nasledujú príkazy pre pripojenie

Arduina k sieti internetu. Pre tento krok bola potreba zvoliť vhodnú MAC adresu Ethernet shieldu, IP adresu, predvolenú bránu, server a náhradnú masku siete.

Ďalej nasleduje deklarácia premenných, konštánt, použitých vstupov a výstupov. Vo funkcii `void setup()` sa nachádza inštrukcia pre nastavenie ethernetového pripojenia, spúšťanie funkcií, ale aj prípadne spustenie sériového kanálu, ktorý je určený pre kontrolu chýb a ich opravu. Ďalej sa tu nastavujú vstupné a výstupné piny tak aby po zapnutí vykazovali stav log. 1 (5 V) alebo log. 0 (0 V).

Nasleduje funkcia nazývaná `void loop()`, ktorá sa dá povedať že je srdcom celého tohto projektu a celého tohto snaženia. Sú tu cele procedúry pre pripojenie klienta ako používateľa, funkcie pre ovládanie elektromagnetickej cievky, potrebné skripty pre web kameru, schéma meracieho pracoviska a výpis nameraných, nasnímaných hodnôt. Ďalej obsahuje odkaz na stiahnutie meracieho protokolu a video s postupným návodom. V prílohe sú použité riadky ako „komentáre“. Sú to riadky s funkciami, ktoré neovplyvňujú program meracieho pracoviska a jeho správny chod, ale sú určené na diagnostiku. Sú to funkcie, ktoré posielajú výsledky do programovacej aplikácie Arduino, cez sériový kanál.

Pre širšie pochopenie a vysvetlenie je v prílohe č. 8 priložený zdrojový kód Arduina.

6.6 Umiestnenie systému do príslušného informačného systému

Vytvorený prototyp na domácej sieti a prístup k pracovisku bol vytvorený a zrealizovaný v programe LogMeIn. Konečná verzia meracieho pracoviska, ktoré je určené na meranie je funkčne pripojené na školskej sieti. Tento projekt sa nachádza v laboratóriu nato KL3 na Európskom polytechnickom inštitúte, konkrétne na kampuse v Hodoníne. Na stránke školy sú uložené všetky potrebné informácie o diaľkovom meraní.

6.7 Uvedenie systému do pilotnej prevádzky

Pracovisko bolo na skúšobne testy, na ktorých sa podieľali vybraní ľudia, ktorý mali za úlohu otestovať a vytvoriť pripomienky k tomuto meraniu. Skúšobne testy dopadli v konečnom dôsledku v celku dobre, prípadné chyby a nedostatky boli odstránené. Odstránilo sa zlé rozmiestnené ovládacích prvkov na webovom rozhraní a upravil sa celkový dizajn pre príjemnejší pocit pri práci.

6.7.1 V praxi

V praxi bolo prvýkrát toto zariadenie umiestnené do chodu v domácej sieti. Potom sa na lokálnom počítači vytvorila dočasná databáza, ktorá bola určená pre príjem dát z Arduina a prenos týchto dát bol určený pre webové rozhranie. Projekt bol zapojený do kontaktného poľa, otestovaný a nasledovne doladený. Ďalej sa meracie pracovisko pripojilo na lokálnu domácu sieť, kde sa otestovalo meranie, komunikácia s Arduino a komunikáciu z databázou. V podstate v rámci prevádzky bolo celé pracovisko bez akýchkoľvek problémov a mohla sa začať riešiť konečná fáza.

6.7.2 Na EPI

Konečná fáza bola taká, že sa pre projekt vytvoril jednosmerný plošný spoj na ktorom sa nachádzajú všetky použité súčiastky vrátane samého Arduina. Celý projekt sa pripájal s vodičmi na doske a bol vložený do špeciálne vytvoreného boxu. Tento projekt sa umiestnil do laboratória, k ďalším podobným hotovým projektom. Toto pracovisko je už teraz spustené a dá sa každodenne využívať.

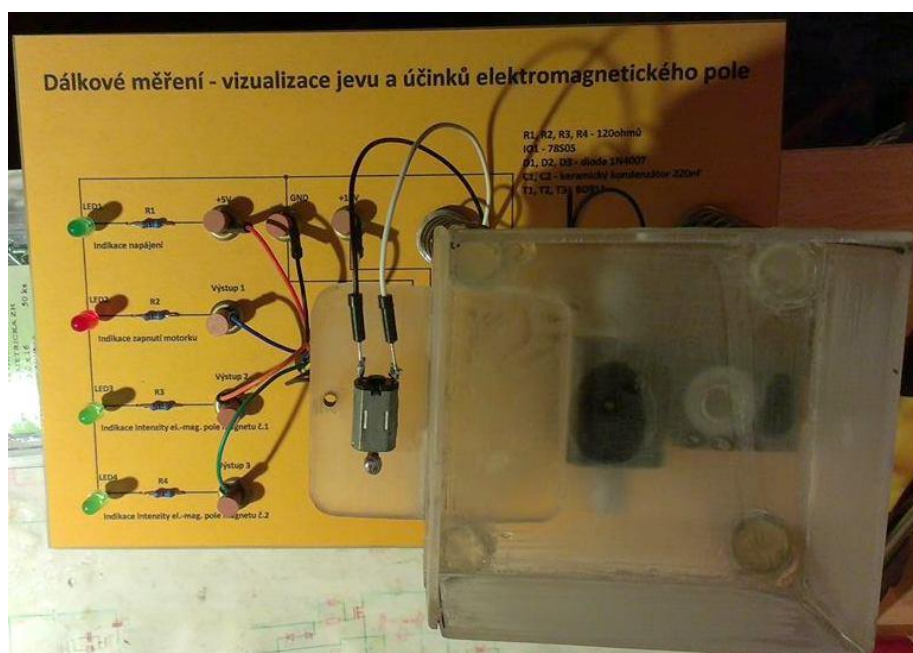
7 Odstránenie pripomienok a uvedenie do rutinnej prevádzky

Zariadenie bolo testované v domácom prostredí. Otestované bolo dôkladne mnou aj verejnosťou. Celý systém bol v testovacej prevádzke po dobu jedného týždňa, pričom boli nájdené nedostatky a chyby, ktoré boli následne odstránené. Ako pri každom zariadení aj pri tomto sa našli chyby. Bol prepísaný kód v Arduino, aby reagovalo rýchlejšie. Pre zníženie energie v polovodiči v podobe tepla bol zvolený stabilizátor.

Po celom otestovaní a odstránení pripomienok z pilotnej prevádzky bola táto aplikácia pripravená na uvedenie do siete internet.

7.1 Prvé ostré meranie

V laboratóriu diaľkového merania na EPI sa po prvom ostrom zapojení projektu otestovalo pripojenie a uskutočnilo sa prvé ostré diaľkové meranie. Potom sa otestovala komunikácia medzi meracím pracoviskom a počítačom tiež ovládanie na diaľku. Po otestovaní je projekt pripravený na každodenné používanie podľa potrieb jednotlivých používateľov z celého sveta, ktorý si budú chcieť pozrieť funkcie elektromagnetickej cievky.



Obrázok č. 30: Konečné zapojenie meracieho pracoviska
Zdroj: vlastný

7.2 Popis technickej a prevádzkovej dokumentácie, ekonomické náklady

Technická dokumentácia je prílohou bakalárskej práce. Zahrňuje schému zariadenia a dosku plošného spoja (príloha č.x) K prevádzkovej dokumentácií patrí video návod. Použité časti a súčiastky k realizácii zariadenia a ich ceny sú uvedené v nasledujúcej tabuľke:

Použité časti a súčiastky	Počet kusov:	Cena (€ / Kč)
Arduino Uno	1	31,16 / 841,30
Ethernet Shield	1	46,09 / 1244,30
Elektromagnetická cievka 12V	2	18,96 / 511,92,50
Doska plošného spoj / kuprextit	1	2,39 / 64,50
Prepojovacie káblíky	1	0,28 / 7,50
Web kamera	1	3,40 / 90
Adaptér 9V/2A	1	11,50 / 310,50
Nepájivé pole	1	9 / 230
Sieťový kábel 2m	1	0,92 / 26
Celkovo:	13	123,87 / 3301

Tabuľka č.1: Zoznam použitých súčiastok a ich cena
Zdroj: Vlastný

7.3 Podporný videoprogram

Pre jednoduché a hlavne úspešné absolvovanie merania na meracom pracovisku bude slúžiť na podporu videoprogram, ktorý bude obsahovať návod na chod merania. Vysvetlí nám meraný jav a obsahuje ukážku zo samotného merania. Videoprogram bol natočený

softwarom pre nahrávanie činnosti na obrazovke počítača a nasledovné uloženie. Po zostrihaní a upravení bolo video uložené na školský systém.

Pre vytvorenie video návodu sa použil voľne šíriteľný program Free Screen Recorder a v podobe odkazu je súčasťou meracieho pracoviska tohto projektu.

Táto aplikácia vám umožní zaznamenať a zároveň uložiť všetko, čo sa odohráva na ploche vášho systému. Následne sú videá uložené vo formáte AVI. Aplikácie zaznamená všetky pohyby myšou, otváranie okien aplikácií aj zvuk z vášho mikrofónu. Tento program je veľmi vhodný k tvorbe tutoriálov a návodov pre obsluhu softvéru. K natočeným sekvenciám môžeme pridať aj komentár. Aplikácia umožňuje voľbu výstupného kodeku pre video aj audio, voľbu kurzora a ďalšie.

Hlavné funkcie a vlastnosti:

- Záznam zvuku z mikrofónu
- Záznam celej obrazovky alebo jej časti
- Ovládanie pomocou klávesových skratiek

ZÁVER

Bol vytvorený systém diaľkového merania vizualizácie javov a účinkov elektromagnetického poľa a začlenený do informačného systému Evropskeho polytechnického institutu. K realizácii tohto projektu bolo použité zariadenie ArduinoUno, Ethernet shield, software vyvinutý v programovacom jazyku Wiring a vytvorené webové rozhranie v jazyku HTML. Celkový tento systém je dostupný z webového portálu laboratória diaľkového merania pre študentov aj verejnosť.

Hlavným princípom je to že užívateľ, či už verejný alebo študent sa môže k diaľkovému meraniu pripojiť a tam priamo sleduje činnosť zariadenia v reálnom čase, vidí všetko cez web kameru a taktiež môže zariadenie ovládať. Namerané výsledky sú tiež užívateľovi poskytnuté v reálnom čase v prehľadnej podobe.

Výhodou internetu je to, že sa dá veľmi rýchlo spojiť s pracoviskom odkiaľkoľvek vo svete. Vďaka nemu môže byť používateľ vzdialený kilometre a prenos merania je dostačujúci.

Užívateľ má k dispozícii všetky študijné texty v elektronickej podobe, z ktorých má možnosť čerpať informácie. Táto teória obsahuje riešenie a analýzu problémov a popisuje zariadenie Arduino Uno. Teoretická časť bakalárskej práce zahŕňa popis použitých súčiastok, parametre elektromagnetu a jeho charakteristiky, ďalej analýzu meraných veličín. Užívateľ sa tiež dozvie ako funguje elektromagnet, magnetické javy a ich význam. V samostatnej kapitole Arduino sa študenti dozvedia čo Arduino znamená a prečo je také obľúbené, aké su jeho výhody a nevýhody, k čomu ide použiť a ako sa s ním vlastne pracuje.

Tieto študijné dokumenty a texty obsahujú okrem teoretickej časti aj praktickú časť, kde si môžu užívatelia zistiť ako celý systém funguje. V tejto časti sa nachádza schéma meracieho elektrického obvodu, popis jeho funkcie a obrázky zariadenia. Užívatelia získajú informácie o softwari vytvorenému k tomuto projektu a zdrojovým kódom v Arduine. Je tu popísaná aj serverová aplikácia ktorá ide na počítači v laboratórií.

Samotný užívateľ sa tak pred meraním môže zoznámiť s týmto programom a jeho ovládaním.

Celý tento projekt bolo potrebné umiestniť do školských, stavebnicových, kovových modulov formátu A4,A5,A6. Pre tento projekt bol zvolený modul formátu A5, ktorý je rozmerovo postačujúci ako pre Arduino tak aj pre celé zapojenie. Tohto výhodou je, že sa modul stane odolnejším pri praktických aplikáciách voči užívateľom.

Tiež bolo natočené krátke video, ktoré dokumentuje prácu z aplikáciami ale aj prácu meracieho obvodu. Užívatelia si vďaka nemu môžu pozrieť prácu z týmito aplikáciami a prácu meracieho obvodu.

Zásluhou študentských textov a videonahrávky majú užívatelia možnosť sa pred samotným meraním oboznámiť.

Svoje nadobudnuté znalosti si môžu študenti overiť tiež v praxi. V rámci tejto bakalárskej práci bol tiež vytvorený merací protokol, jeho spracovaním si študent vyskúša svoje znalosti. Tiež boli vytvorené kontrolne otázky, ktoré je možné začleniť do samodiagnostických testov. Takto si môžu študenti overiť svoje znalosti on-line. Kontrolne otázky sú v prílohe č.4.

Celý systém bol zavedený do rutinej prevádzky a nasledovne vyladený a otestovaný. K tejto práci je priložený vytvorený merací protokol, zdrojový kód programu Arduino, obrázky do samodiagnostického testu, návrh plošného spoja a dokumentácia projektu.

Pokračovanie tejto práce by bolo vhodnou témou bakalárskej práce pre študentov z nižších ročníkov oboru Elektronické počítače. Bolo by veľmi prínosné, keby s systém rozšíril o ďalšie typy meraní elektrických parametrov elektromagnetických súčiastok.

Bakalárska práca je začlenená do informačného systému Európskeho polytechnického inštitútu, tak aby ju mali študenti k dispozícii v špeciálnom laboratóriu. Pre toto meracie pracovisko bola vyhradená miestnosť KL3 na kampuse Hodoníne, kde sú aj všetky podobné projekty, ktoré dohromady tvoria meracie laboratórium. V tejto učebni je umiestnený počítač, ktorý je využívaný ako server pre všetky projekty diaľkového merania a vytvára komunikáciu medzi užívateľmi a meracím pracoviskom. Elektronické

pracovisko s diaľkovým prístupom je takmer samostatné, jediné čo potrebuje pre svoj beh je napájanie z USB portu. Nad pracoviskom je umiestnená webová kamera, ktorá sníma akúkoľvek reakciu a zmenu na Arduine tak tiež na samotnom zariadení. Pripojiť sa k pracovisku je možné cez školský portál alebo pomocou vzdialenej plochy cez program LogMeIn alebo Team Viewer. Celý systém je uvedený v rutínnej prevádzke.

Ciele bakalárskej práce boli splnené v celom rozsahu. Bola vytvorená praktická úloha pre študentov, jednoduchý návod v podobe videonahrávky a práca bola obhájená na Medzinárodnej virtuálnej študentskej konferencii. Práca bude k úžitku pre veľké množstvo študentov nielen na Európskom polytechnickom inštitúte ale v podstate aj na celom svete. Tiež sa dúfa že práca s týmto diaľkovým meraním sa bude páčiť a bude obľúbenou formou merania pre študentov. Študenti si môžu pri tomto diaľkovom meraní rýchlo a jednoducho osvojiť svoje znalosti. V dnešnej dobe je informácia jedna z najdôležitejších vecí. Študent môže získané znalosti z tohto merania v budúcnosti len využiť.

Hodnotenie podniku



Evropský polytechnický institut, s.r.o.
Osvobození 699, 686 04 Kunovice
<http://www.edukomplex.cz>, epi@edukomplex.cz

Hodnocení bakalářské práce ústavem Aplikované informatiky

Název bakalářské práce: Diaľkové meranie vizualizácie javov a účinkov
elektromagnetického poľa

Jméno a příjmení autora práce: Andrej Belianský

Studijní obor: Elektronické počítače

	Kritéria hodnocení	A	B	C	D	E	F
1.	Náročnost práce		X				
2.	Splnění cílů práce					X	
3.	Teoretická část práce				X		
4.	Praktická část práce				X		
5.	Formální úprava práce					X	

Hodnocení v jednotlivých kritériích označte x

Abecední hodnotící stupnice				
Číselné hodnocení	Abecední hodnocení	Slovní hodnocení	Anglický ekvivalent hodnocení	Procentuální rozpětí
1	A	excelentní	upper - excellent	90 – 100 %
2	B	výborný	lower - excellent	80 – 89 %
2	C	velmi dobrý	very good	70 – 79 %
3	D	dobrý	good	60 – 69 %
3	E	dostatečný	sufficient	50 – 59 %
4	F	nevyhovující	fail	pod 50 %

Práci doporučuji – ~~nedoporučuji~~ k obhajobě. (*nehodící se škrtně)

Bakalářskou práci navrhuji klasifikovat stupněm: D

Hodnocení vypracoval: Ing. Robert Jurča, PhD.

V Kunovicích dne: 22.11.2014

ABSTRAKT

Andrej BELIANSKÝ *Diaľkové meranie vizualizácie javov a účinkov elektromagnetického poľa*. Kunovice, 2013. Bakalárska práca. Evropský polytechnický institut, s.r.o.

Vedúci práce: Ing. Miroslav ZÁLEŠÁK

Kľúčové slová: Arduino, Ethernet shield, elektromagnet, mikroprocesor PWM, jednosmerný motor, USB port, programovanie v jazyku Wiring.

Cieľom bakalárskej práce bolo vytvoriť zariadenie pre diaľkové meranie vizualizácie javov a účinkov elektromagnetického poľa s použitím Arduina. V práci sú opísané základne pojmy a princípy z teórie, tiež komunikácia mikroprocesora z Ethernet shieldom, ktorý má za úlohu urobiť prenos dát k užívateľovi. Na počítači sa zobrazuje HTML stránka v ktorej sa prenesené dáta zobrazujú. Pri programovaní v jazyku Wiring boli použité knižnice pre komunikáciu Ethernet Shieldu s Arduinom (SPI.h) a pre sieťové služby a identifikáciu v sieti internetu (Ethernet.h). Ďalej sa Arduino identifikuje v sieti za pomoci MAC adresy. Je to fyzická adresa a meno použitého zariadenia, ktoré sa pripojuje do siete či internetu. Je tu nakoniec aj IP adresa, ktorá umožňuje komunikáciu zo zariadením. Arduino simulátor je v tejto práci dôkladne rozobraný a získané informácie sú využité v praktickej časti, ktorá obsahuje schému zapojenia, dosku plošného spoja a program Arduina.

Pre študentov je najlepším spôsobom ako sa učiť to, keď sa priamo môžu s daným problémom stretnúť. Študenti nemajú možnosť si sami všetko vyskúšať, napr. nemajú doma meracie zariadenie a potrebné veci k realizácii rôznych meraní. Preto vzniklo na EPI laboratórium diaľkového merania. V tomto laboratóriu je tiež uložená aj bakalárska práca na tému diaľkové meranie vizualizácie javov a účinkov elektromagnetického poľa.

ABSTRACT

Andrej BELIANSKÝ *Remote measurement of visualization of phenomena and effects of electromagnetic fields*. Kunovice, 2013. The Bachelor Thesis. European polytechnic institute, Ltd.

Supervisor: Ing. Miroslav ZÁLEŠÁK

Key words: Arduino, Ethernet shield, electromagnet, a microprocessor, PWM ,DC motor, USB port, programming in Wiring.

The aim of the thesis was to create a device for remote measurement of visualization of phenomena and effects of electromagnetic fields using Arduino. The paper recorded the basic concepts and principles of the theory, also communication microprocessor of Ethernet Shield, which is tasked to do the data transfer to the user. When programming in the language Wiring libraries were used to communicate with Arduino Ethernet Shield (spi.h) and for network services and identify you in the know (Ethernet.h). Arduino identifies the network using the MAC address. It is a physical address and name of the device used to connect to the network or internet. There is finally the IP address that enables communication with the device. Arduino Simulator in this work carefully disassembled and the information are used in the practical part, which contains the wiring diagram, circuit board and program Arduino.

For students, the best way to learn it when they can directly with the problem encountered. Students have the opportunity to try things out for yourself, for example. not at home measuring equipment and the necessary things to the implementation of the various measurements. Thus arose the EPI remote laboratory measurements. The laboratory is also imposed a bachelor thesis on telemetry visualization of phenomena and effects of electromagnetic fields.

Literatúra

Knihy, monografia

- [1] RUKOVANSKÝ, I.; HORVÁTH, M. *Počítačové sítě*. Kunovice: Evropský polytechnický institut, s.r.o., 2011. 232 s. ISBN 978-80-7314-231-5.
- [2] MARGOLIS, M. *Arduino Cookbook*. O'Reilly Media, Inc., 2011, 662 s. ISBN 970-0-596-80247-9.
- [3] SCHMIDT, M. *Arduino: a quick-start guide*. Raleigh, N.C: Pragmatic Bookshelf, 2010, 272 s. ISBN 19-343-5666-2.
- [4] BEZDĚK, Miloslav. *Elektronika: [učebnice]*. 3. vyd. České Budějovice: Kopp, 2008, 341 s. ISBN 978-80-7232-359-32.
- [5] KOSEK, Jiří. *HTML tvorba dokonalých WWW stránek: podrobný průvodce*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1998, 291 s. ISBN 80-716-9608-0. Dostupné z: <http://www.kosek.cz/html/html-tvorba-dokonalych-www-stranek.pdf>
- [6] MALINA, V. *Poznáváme elektroniku I*. 1. vyd. České Budějovice: KOPP, 1998, 224 s. ISBN 80-7232-039-4.
- [7] TKOTZ, K. *Příručka pro elektrotechniku*. 1. vyd. Praha: Europa Sobotáles, 2006, 568 s. ISBN 80-86706-00-1.
- [8] CHEBNÝ, Jan. *Automatizace a automatizační technika 3*. Praha : Computer Press, 2009. 304 s. ISBN 978-80-251-2523-6, EAN: 9788025125236.
- [9] WARREN, J. D.; ADAMS, J.; MOLLE, H. *Arduino Robotics*. 1. vyd. New York: Springer Science+Business Media, 2011, 628 s. ISBN 978-1-4302-3184-4.
- [10] KESL, J. *Elektronika Učebnice*. 1. vyd. Havlíčkův Brod: Fragment, 1998, 86 s. ISBN 80-7200-261-9.

- [11] MARGOLIS, M. *Arduino Cookbook*. O'Reilly Media, Inc., 2011, 662 s. ISBN 970-0-596-80247-9.
- [12] BAKSHI, K.A.; BAKSHI, A.V.; BAKSHI, U.A. *Electrical Measurements & Measuring Instruments*. 1. vyd. India: Technical Publications Pune, 2007, 506 s. ISBN 81-8431-255-5

Internetové zdroje:

- [13] Element14 [online]. 10.3.2011 [cit. 2012-07-14]. Arduino. Dostupné z: <http://www.element14.com/community/groups/arduino?CMP=KNC-CZ-Arduino&s_kwid=TC|20989|arduino||S|e|7875242588>
- [14] *Arduino: Language reference* Verze 1. [online]. [cit. 2012-07-17]. Dostupné z: <<http://www.ele.uri.edu/courses/ele205/Arduino%20-%20Reference.pdf>>
- [15] Jak funguje Internet. *Radirna* [online]. 2011 [cit. 2012-07-16]. Dostupné z: <<http://www.radirna.cz/hardware/jak-funguje-internet.html>>
- [16] *PS3Hax: Arduino Duemilanove* [online]. [cit. 2012-07-23]. Dostupné z: <<http://www.ps3hax.net/2010/10/arduino-duemilanovemega-with-pl3-and-hermes-v4b-together/>>
- [17] *IN60* [online]. 2013 [cit. 2013-1-8]. Dostupné z WWW: <<http://www.gme.sk/sk/1n60-p220-029/>>
- [18] *Bricogreek, Arduino: Nuevo Arduino Fio con XBee incorporado* [online]. [cit. 2012-07-24]. Dostupné z: <<http://blog.bricogeek.com/noticias/arduino/nuevo-arduino-fio-con-xbee-incorporado/#more>>
- [19] *Annotatable Schematic of the Arduino Uno*: [online]. [cit. 2012-07-28]. Dostupné z: <http://brittonkerin.com/annotateduino/annotatable_uno.html>

- [20] Arduino: *Arduino EthernetShield*. [online]. [cit. 2012-07-28]. Dostupné z: <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>>
- [21] Society of robots: SCHEMATICS - HOW H-BRIDGES WORK. SOCIETY OF ROBOTS. *How to Build a Robot Tutorial* [online]. [cit. 2012-07-28]. Dostupné z:
- [22] <http://www.societyofrobots.com/schematics_h-bridgedes.shtml>
- [23] Zvuk a MP3: Digitalizace. KUBA, Jiří. *Zvuk a MP3: Digitalizace* [online]. [cit. 2012-07-28]. Dostupné z:
- [24] <<http://lide.uhk.cz/fim/student/kubaji1/digitalizace.htm>>
- [25] Fairchildsemi: *Single-Channel: 6N138, 6N139, Schematic*. [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z: <<http://www.fairchildsemi.com/ds/6N/6N138.pdf>>
- [26] V Čo je to LED? [online]. 2012 [cit. 2012-12-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.uspornaziarovka.sk/pages/%C4%8Co-je-to-LED%3F.html>>
- [27] Our survey [online]. 2012 [cit. 2013-2-02]. Dostupné z WWW: <<http://oursurvey.biz>>
- [28] Elektromagnetizmus [online]. 2013 [cit. 2014-2-02]. Dostupné z WWW: <<http://e-materialy.net76.net/elektromagnet>>
- [29] Elektromagnetické cievky [online]. 2013 [cit. 2014-2-02]. Dostupné z WWW: <<http://fm-autodily.com>>
- [30] Fyzika – magnetické pole [online]. 2012 [cit. 2014-2-02]. Dostupné z WWW: <<http://oskole.sk>>
- [31] Arduino UNO [online]. 2012 [cit. 2012-10-16]. Dostupné z WWW: <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>
- [32] Arduino PWM [online]. 2012 [cit. 2012-10-18]. Dostupné z WWW: <<http://arduino.cc/en/Tutorial/PWM>>

- [33] *Arduino int* [online]. 2012 [cit. 2012-12-24]. Dostupné z WWW:
<<http://arduino.cc/en/References/Int>>

Zoznam skratiek

A – ampér

AC – striedavý

ADC – analógovo digitálny prevodník

Atd – a tak ďalej

COM – komunikačný port, sériová linka

D – diaľka

DPS – doska plošných spojov

č. – číslo

EPI – Evropský Polytechnický Institut

FTDI – firma Future Technology Devices International

Hz – Hertz

HW – hardware

I/O – vstup/výstup

ICSP – In-Circuit Serial Programming

IP – Internet Protocol

Ing. – inžinier

KB – KiloByte

Kb – Kilobit

Kh – kilohertz

LAN – lokálna sieť

LED – svietiaci dióda

LOW, HIGH – nízka logická hodnota, vysoká logická hodnota

MacOS – MacIntosh Operation System

MAC – jedinečný identifikátor sieťového zariadenia

Mb – Megabit

mm – milimeter

cm – centimeter

mA – miliampér

MHz – MegaHertz

PC – osobný počítač

PHP – Hypertext Preprocessor

PoE – Power over Ethernet
PWM – pulzne šírková modulácia (Pulse Width Modulation)
RJ-45 – konektor ethernetového kábla
RX, TX – prijímanie, vysielanie
s. – strana
s.r.o. – spoločnosť s ručením obmedzením
Š – šírka
SD – Secure Digital, typ flash kariet
SPI, ICSP – programovanie v systéme
SRAM – statická pamäť s náhodným prístupom
SW – software (programy)
TCP – Transmission Control Protocol
tzn. – to znamená
UDP – User Datagram Protocol
USB – Universal Serial Bus (univerzálna sériová linka)
V – volt
Vyd. – vydanie
WWW – word wide web (celosvetová sieť)
Win – Windows

Zoznam obrázkov, tabuliek, grafov a schém

Obr. č. 1	Elektromagnet
Obr. č. 2	Vírivé magnetické pole
Obr. č. 3	Princíp trojfázového alternátora
Obr. č. 4	Elektromagnetické spojky
Obr. č. 5	Zapojený elektromagnet
Obr. č. 6	Ampérové pravidlo pravej ruky
Obr. č. 7	Arduino Uno
Obr. č. 8	Dizajn a popis Arduin Uno
Obr. č. 9	Aplikovanie Ethernet Shieldu na Arduino
Obr. č. 10	Popis zariadenia Ethernet shield s rozložením komponentov a hlavných pinov
Obr. č. 11	Elektromagnetická cievka
Obr. č. 12	Reálny rezistor
Obr. č. 13	Reálny kondenzátor
Obr. č. 14	Jednosmerný elektrický motorček
Obr. č. 15	Výstupy LED diód
Obr. č. 16	Magnetické indukčné čiary (magnet je položený)
Obr. č. 17	Magnetické indukčné čiary (magnet je vzpriamený)
Obr. č. 18	Umiestnené magnety na plošnom spoji
Obr. č. 19	Prostredie aplikácie
Obr. č. 20	Rýchle klávesy programového prostredia
Obr. č. 21	Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo s názvom Verify
Obr. č. 22	Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo s názvom Stop
Obr. č. 23	Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo s názvom New
Obr. č. 24	Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo s názvom Open
Obr. č. 25	Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo s názvom Save
Obr. č. 26	Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo s názvom Upload
Obr. č. 27	Rýchle klávesy – šípka ukazuje na tlačidlo s názvom Serial Monitor
Obr. č. 28	Ukážka programu v aplikácii
Obr. č. 29	Náhľad na webovú stránku
Obr. č. 30	Konečné zapojenie meracieho pracoviska

Tabulka č. 1 Zoznam použitých súčiastok a ich cena

Schéma č. 1: Bloková schéma diaľkového merania

Schéma č. 2: Schematická elektronická značka cievky z jadrom a cievky bez jadra

Schéma č. 3: Označenie USB

Schéma č. 4: Schéma, ktorá znázorňuje pripojenie použitých komponentov s Arduino

Schéma č. 5: Schematická značka rezistora

Schéma č. 6: Schematická značka kondenzátora

Schéma č. 7: Schematická značka a popis LED diódy

Schéma č. 8: Schéma, ktorá znázorňuje pripojenie použitých komponentov s Arduino

Graf č. 1: Princip a znázornenie PWM regulácie

Graf č. 2: Graf signálu a jeho kótovania

Zoznam príloh

Príloha č. 1: Schéma zapojenia

Príloha č. 2: Návrh plošného spoja

Príloha č. 3: Popis dosky plošného spoja

Príloha č. 4: Otázky do elektronického testu

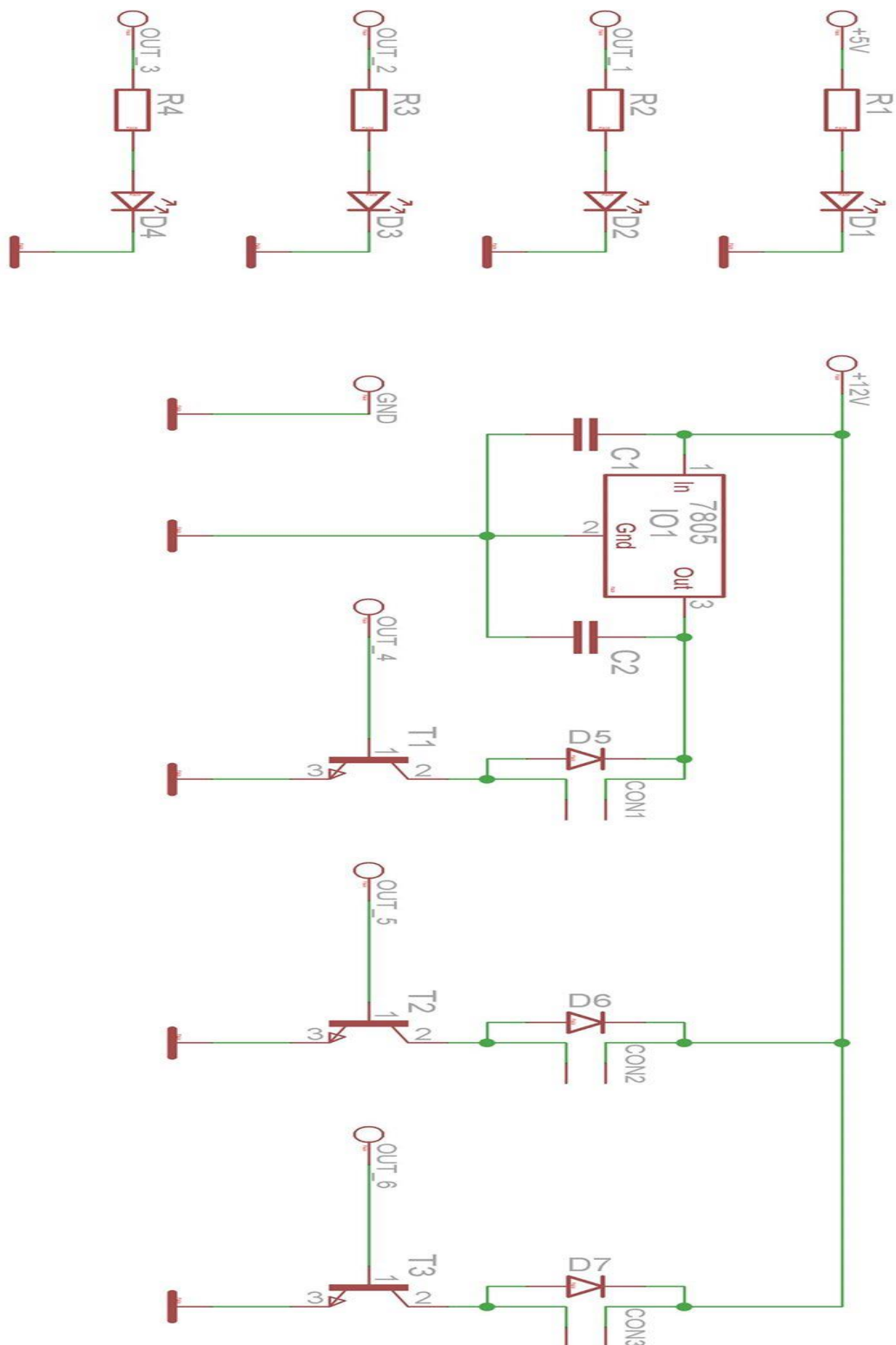
Príloha č. 5: Fotodokumentácia prototypu meracieho pracoviska

Príloha č. 6: Fotodokumentácia vizuálneho znázornenia pilín

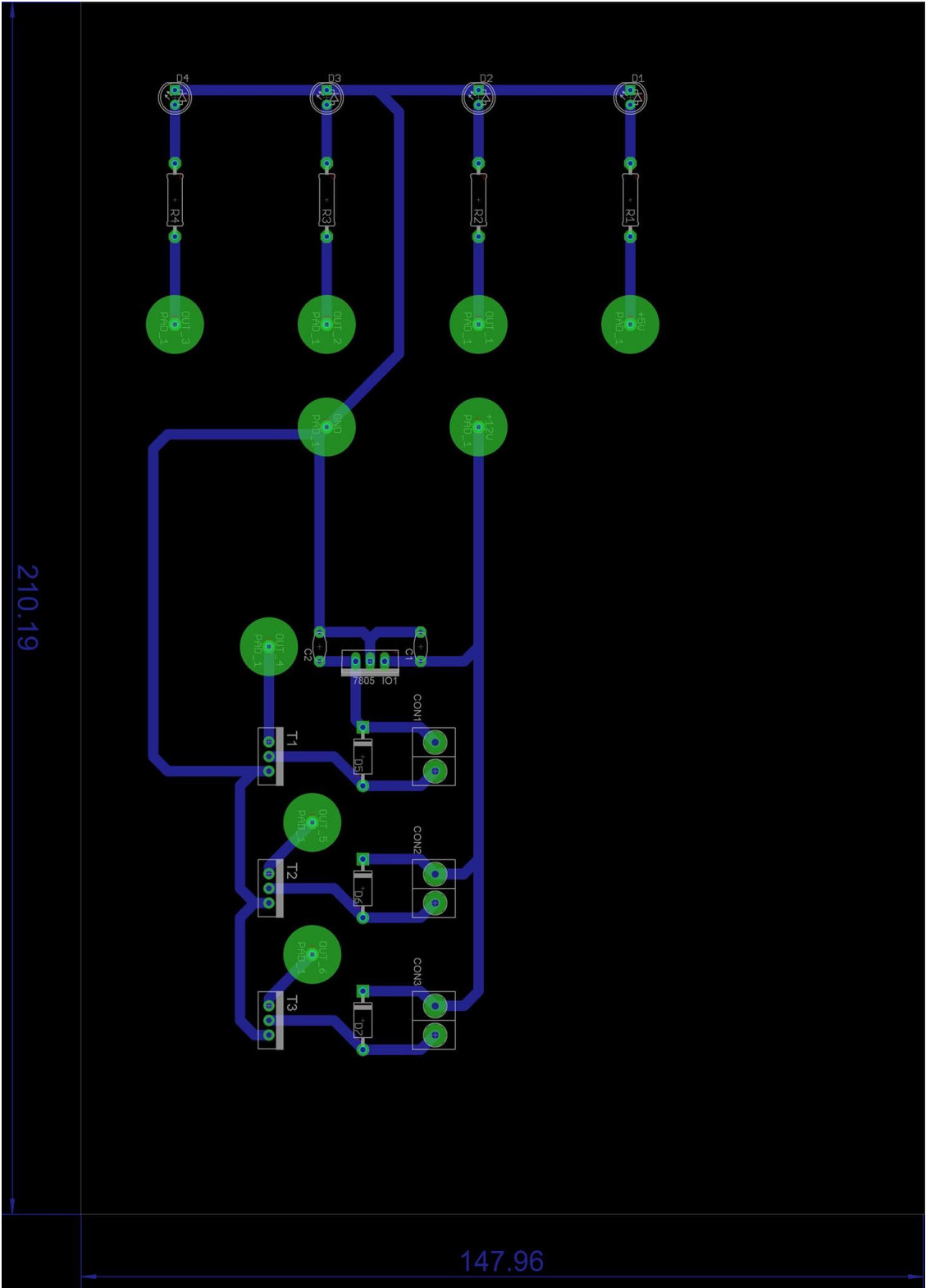
Príloha č. 7: Fotodokumentácia finálnej verzie meracieho pracoviska

Príloha č. 8: Zdrojový kód pre Arduino

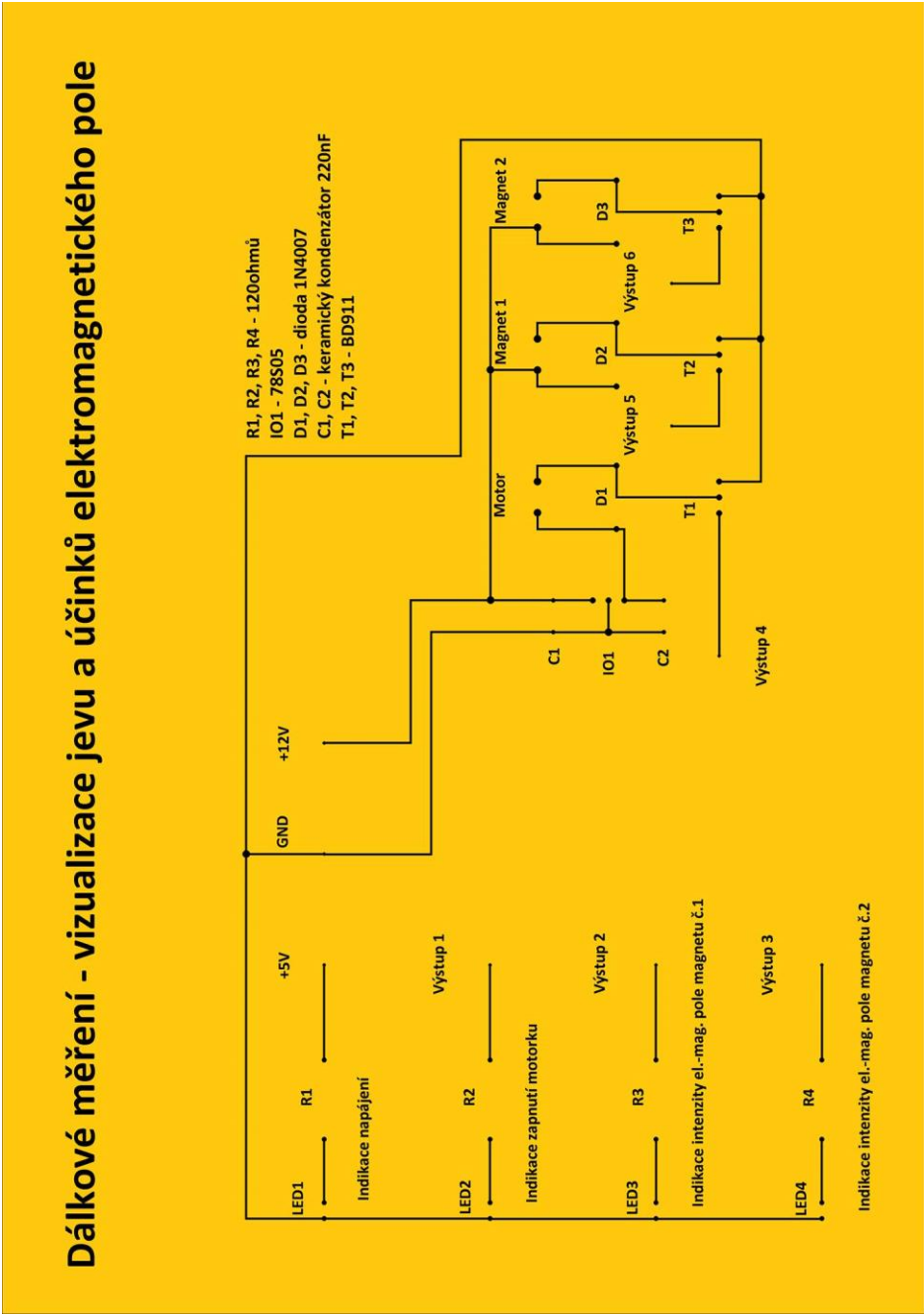
Príloha č. 1: Schéma meracieho pracoviska



Príloha č. 2: Návrh plošného spoja



Príloha č. 3: Popis dosky plošného spoja



Príloha č. 4: Otázky do elektronického testu

1. Čo je to Arduino:

A) nový druh motorky

B) prototypová doska

C) druh náradia

D) nič ako Arduino neexistuje

2. Doporučené napájanie pre Arduino je:

a) 3-5V

b) 3-7V

c) 7-12V

d) 220V

3. Co znamená zkratka HTML:

A) Hyper Text Markup Language

B) Hard Tale Manual Language

C) Human Touch Must Lost

D) Hirens Table Media Log

4. Párový tag pre kurzívu písmo v HTML jazyku:

A) ,

B) <u>, </u>

C) <i>, </i>

D) <a>,

5. LED dióda je v praxi:

A) dióda rušiaca svetlo

B) dióda prijímacia svetlo

C) dióda vyhľadávajúca svetlo

D) dióda emitujúca svetlo

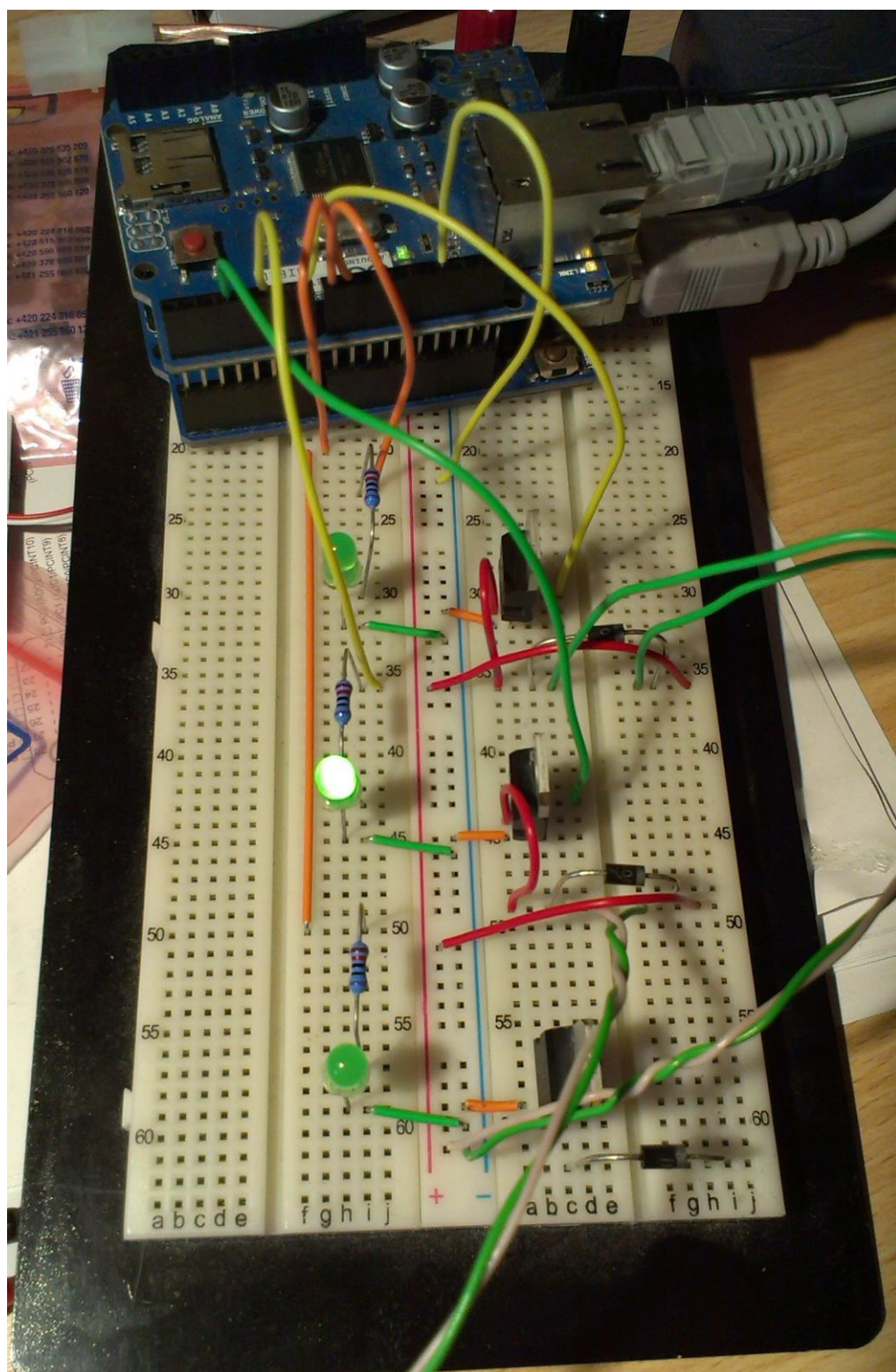
6. Čo znamená PWM?

- a) Pulse Width Modulation
- b) Pulse With Modulation**
- c) Phase With Modulation
- d) ani jedna odpoveď nie je správna

Jazyk v ktorom sa programuje Arduino je zjednodušený jazyk:

- a) C**
- b) Java
- c) Pascal
- d) PHP

Príloha č. 5: Fotodokumentácia prototypu meracieho pracoviska



Príloha č. 6: Fotodokumentácia vizuálneho znázornenia pilín



Príloha č. 7: Fotodokumentácia finálnej verzie meracieho pracoviska



Príloha č. 8: Zdrojový kód pre Arduino

```
#include <Ethernet.h> // použité knižnice
#include <SPI.h>

boolean reading = false; // vytvorené premenné
int i=0; //pomocná premenná pre magnet č. 1
int ii=0; //pomocná premenná pre magnet č. 2

int stavA=0;
int stavB=0;
int stavC=0;

int motor=7;
int motorLed=8;

int magnet1=3;
int magnet1Led=5;

int magnet2=6;
int magnet2Led=9;

//nastavení EthernetShieldu (MAC a IP adresa)
byte mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x00, 0x49, 0xB2 }; // pôvodne D6
byte ip[] = { 192,168,1,121 };
static char baseUrl[]="http://192.168.1.121";

EthernetServer server(80); //server, port 80

void setup() //nastavenie vstupov, výstupov, komunikácie
{
    pinMode(motor, OUTPUT);
    pinMode(motorLed, OUTPUT);
    pinMode(magnet1, OUTPUT);
    pinMode(magnet1Led, OUTPUT);
    pinMode(magnet2, OUTPUT);
    pinMode(magnet2Led, OUTPUT);

    Ethernet.begin(mac, ip);
    server.begin();
    Serial.begin(9600);
}

void loop() // cyklický program
{
    EthernetClient client = server.available(); // vytvorenie spojenia
    if (client)
    {
        boolean currentLineIsBlank = true;
        boolean sentHeader = false;
```

```

while (client.connected())
{
    if (client.available())
    {
        if(!sentHeader)
        {
            client.println("HTTP/1.1 200 OK"); // hlavička html stránky
            client.println("Content-Type: text/html");
            client.println("<script type=text/javascript>");
            client.println();
            sentHeader = true;

            client.print("<body
background=http://wallpaperscraft.com/image/10505/3840x2400.jpg>"); // pozadie
stránky

            client.println("<table border=0 cellpadding=20 cellspacing=0 align=left>");
//tabulka a její nastavení
            client.println("<tr>");
            client.println("<td>");
            client.println("<center>");
            client.println("<b>");
            client.println("Ovladani intenzity elektromagnetu"); // nadpis v tabul'ke
            client.println("<br>");
            client.println("pomoci tlacitek: ");
            client.println("</b>");
            client.println("<br>");
            client.println("<br>");
            client.println("<br>");
            client.println("Ovladani magnetu c.1:");
            client.println("<br>");
            client.println("<br>");

            client.println("<form METHOD=get action=\\'"); // tlačidlo
            client.println(baseurl);
            client.println("\\'>");
            client.println("<input type=hidden name=out value=0>");
            client.println("<input type=submit value=\\'      +++      \\'></form>"); // text
tlačidla

            client.println("<form METHOD=get action=\\'");
            client.println(baseurl);
            client.println("\\'>");
            client.println("<input type=hidden name=out value=1>");
            client.println("<input type=submit value=\\'      ---      \\'></form>");

            client.println("<form METHOD=get action=\\'");
            client.println(baseurl);
            client.println("\\'>");

```

```

client.println("<input type=hidden name=out value=2>");
client.println("<input type=submit value=\\\"    Max / Min    \\\"></form>");
client.println("<br>");

client.println("Ovladani magnetu c.2:");
client.println("<br>");
client.println("<br>");

client.println("<form METHOD=get action=\\\""); // tlačidlo
client.println(baseurl);
client.println("\\\">");
client.println("<input type=hidden name=out value=5>");
client.println("<input type=submit value=\\\"        +++        \\\"></form>"); //text
tlačidla

client.println("<form METHOD=get action=\\\"");
client.println(baseurl);
client.println("\\\">");
client.println("<input type=hidden name=out value=6>");
client.println("<input type=submit value=\\\"        ---        \\\"></form>");

client.println("<form METHOD=get action=\\\"");
client.println(baseurl);
client.println("\\\">");
client.println("<input type=hidden name=out value=7>");
client.println("<input type=submit value=\\\"    Max / Min    \\\"></form>");

// ovládanie výstupov pre magnety

client.println("</td>");
client.println("</center>");
client.println("</tr>");

client.println("<tr>");
client.println("<td>");
client.println("<center>");
client.println("<b>");
client.println("Roztreseni pilin:"); // nadpis v tabulke
client.println("</b>");
client.println("<br>");
client.println("<br>");

client.println("<form METHOD=get action=\\\"");
client.println(baseurl);
client.println("\\\">");
client.println("<input type=hidden name=out value=9>");
client.println("<input type=submit value=\\\"Zapnúť / Vypnúť\\\"></form>");

client.println("</center>");
client.println("</td>");
client.println("</tr>");

```

```

client.println("</table>");

client.println("</body>");
client.println("</script>");

}

// funkcia prevadená stisnutím príslušného tlačidla s jeho hodnotou (value)
char c = client.read();
if(reading && c == ' ') reading = false;
if(c == '?') reading = true;
if(reading)
{
    if(c == '0') // pokiaľ znak je nula, vykoná sa obsah zátvorky
    {
        if(i<255)
        {
            i=i+5;
            analogWrite(magnet1, i);
            analogWrite(magnet1Led, i);
            break;
        }
        else
        {
            break;
        }
    }
    if(c == '1') // pokiaľ znak je jednotka, vykoná sa obsah zátvorky
    {
        if(i>0)
        {
            i=i-5;
            analogWrite(magnet1, i);
            analogWrite(magnet1Led, i);
            break;
        }
        else
        {
            break;
        }
    }
    if(c == '2') // pokiaľ znak je dvojka, vykoná sa obsah zátvorky
    {
        if(stavA==0) // pokiaľ je premenná nula, vykoná sa obsah zátvorky
        {
            i=255;
            analogWrite(magnet1, i);
            analogWrite(magnet1Led, i);
            stavA=1;
            break;
        }
    }
}

```

```

if(stavA==1) // pokiaľ je premenná jednotka, vykoná sa obsah zátvorky
{
i=0;
analogWrite(magnet1, i);
analogWrite(magnet1Led, i);
stavA=0;
break;
}
}

if(c == '5') // pokiaľ znak je päťka, vykoná sa obsah zátvorky
{
if(ii<255)
{
ii=ii+5;
analogWrite(magnet2, ii);
analogWrite(magnet2Led, ii);
break;
}
else
{
break;
}
}

if(c == '6') // pokiaľ znak je šesťka, vykoná sa obsah zátvorky
{
if(ii>0)
{
ii=ii-5;
analogWrite(magnet2, ii);
analogWrite(magnet2Led, ii);
break;
}
else
{
break;
}
}

if(c == '7') // pokiaľ znak je sedmička, vykoná sa obsah zátvorky
{
if(stavB==0) // pokiaľ je premenná nula, vykoná sa obsah zátvorky
{
ii=255;
analogWrite(magnet2, ii);
analogWrite(magnet2Led, ii);
stavB=1;
break;
}
if(stavB==1) // pokiaľ je premenná jednotka, vykoná sa obsah zátvorky
{
ii=0;

```

```

        analogWrite(magnet2, ii);
        analogWrite(magnet2Led, ii);
        stavB=0;
        break;
    }
}
if(c == '9') // pokiaľ znak je deviatka, vykoná sa obsah zátvorky
{
    if(stavC==0) // pokiaľ je premenná nula, vykoná sa obsah zátvorky
    {
        digitalWrite(motor, HIGH);
        digitalWrite(motorLed, HIGH);
        stavC=1;
        break;
    }
    if(stavC==1) // pokiaľ je premenná jednotka, vykoná sa obsah zátvorky
    {
        digitalWrite(motor, LOW);
        digitalWrite(motorLed, LOW);
        stavC=0;
        break;
    }
}
}

    if (c == '\n' && currentLineIsBlank) break; // na konci stránky sa zastaví načítanie
obsahu stránky
    if (c == '\n')
    {
        currentLineIsBlank = true;
    }else if (c != '\r')
    {
        currentLineIsBlank = false;
    }
}
}

    client.stop(); // koniec relácie
}

}

```