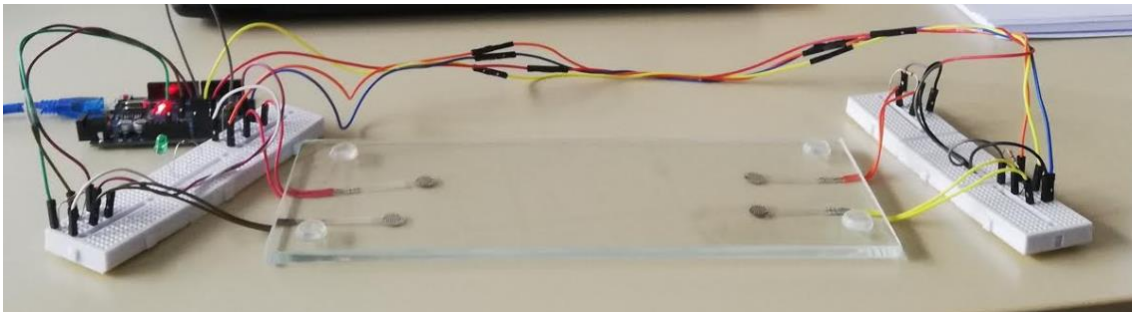


Mestna občina Celje
Komisija Mladi za Celje

POLICA ZA HLADILNIK Z VGRAJENO TEHTNICO

RAZISKOVALNA NALOGA
(Fizika, Elektronika)

Avtorja: Martin Malinger (9.a),
Luka Segečič (9.a)



Mentorica: Nina Miklavžina, mag. prof. pouč. mat. in fiz.

Somentor: Dorijan Morelj, dipl. inž. elektrotehnike

Celje, 2019

Osnovna šola Frana Kranjca

POLICA ZA HLADILNIK Z VGRAJENO TEHTNICO

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorja: Martin Malinger (9.a),

Luka Segečič (9.a)

Mentorica: Nina Miklavžina, mag. prof. pouč. mat. in fiz.

Somentor: Dorijan Morelj, dipl. inž. elektrotehnike

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2019

KAZALO

POVZETEK	7
1. UVOD	9
1.1 NAMEN IN CILJI RAZISKOVALNE NALOGE	9
1.2 HIPOTEZE	9
1.3 OBLIKE IN METODE DELA	9
2. TEORETIČNI DEL	10
2.1 ANALOGNO DIGITALNI PRETVORNIK	10
2.2. Gradniki	11
2.2.1. Mikrokontroler Arduino Uno	11
2.2.2. Upori 10 k Ω	12
2.2.3. Senzor sile	13
2.2.4. LED dioda	13
2.2.5. Testna ploščica	14
2.3. PROGRAMSKA OPREMA	14
2.3.1. Arduino	14
2.3.2. Scratch	15
3. EKSPERIMENTALNI DEL	16
3.1. Vezava na testni plošči	17
3.2. Montaža na polico	18
3.3. Sestavljanje programa	18
3.4. Rezultati eksperimentalnega dela	21
4. ZAKLJUČEK	22
LITERATURA	23

KAZALO SLIK

Slika 1: Analogno digitalni pretvornik	11
Slika 2: Upor 10 kOhm	12
Slika 3: Uporovna lestvica	12
Slika 4: Senzor sile	13
Slika 5: Struktura svetleče diode	13
Slika 6: Testna ploščica	14
Slika 7: Sestavljanje vezja	16
Slika 8: Umirjanje tehtnice	16
Slika 9: Shema vezja	17
Slika 10: Shema vezja narisane v programu Fritzing	17
Slika 11: Program za tehtnico	19
Slika 12: Program za tehtnico	19
Slika 13: Prikaz trenutnih vrednosti meritev in preračunanih vrednosti	20

POVZETEK

Odločili smo se, da bomo naredili finančno dostopno tehtnico za v hladilnik, ker nas je zanimalo ali je možno narediti polico, ki bi takoj, ko nanjo postavimo živilo, pokazala maso tega živila.

To smo storili z pomočjo mikrokrmilnika Arduino Uno, ki smo ga programirali z programskim jezikom Scratch. Na mikrokrmilnik smo povezali senzorje, ki zaznavajo silo pritiska. Te senzorje smo dali na stekleno polico. Steklo se nam je zdela boljša izbira od plastike, ker je trdnejše.

Tehtnice na koncu nismo uspeli vgraditi v hladilnik, a smo ugotovili, kje moramo kaj spremeniti, da bi lahko naslednjič dejansko naredili tehtnico, ki bi lahko bila v hladilniku, ne da bi se pokvarila, ali da bi vplivala na estetiko notranjosti hladilnika.

Tehtnica je bolj natančna, če je objekt, ki ga meri lažji. Ko pa je težji pa pride do večjih nihanj. Za celotno tehtnico smo zapravili nekaj manj kot 15 evrov, kar je precej ugodno.

Ključne besede: Tehtnica, izdelava tehtnice, hladilnik, Arduino, Arduino Uno, mikrokrmilnik, Scratch

Zahvala gre najini mentorici Nini Miklavžini, ki naju je vodila in nama veliko pomagala pri izvedbi same naloge, ter naju sproti veliko naučila. Brez nje bi bilo nemogoče narediti delujočo tehniko. Zahvala gre tudi somentorju Dorijanu Morelj.

1. UVOD

V svetu, kjer so skoraj vse naprave, elektronika in tudi bela tehnika "pametne", se nam ni zdelo odveč, da bi tudi hladilnike naredili "pametnejše".

Tehtnica, vgrajena v hladilnik se nam je zdela dobra ideja zaradi praktičnega pomena. Na primer, če bi želeli videti koliko mleka je še v tetrapaku, bi mleko enostavno pospravili v hladilnik kot po navadi, zraven bi pa izvedeli, koliko ga je še preostalo. Lahko bi tudi izvedeli točno maso torte, takoj ko jo damo v hladilnik, ne da bi jo prej tehtali z posebno tehtnico.

1.1 NAMEN IN CILJI RAZISKOVALNE NALOGE

Namen raziskovalne naloge je bil izdelati polico s tehtnico, ki bi bila preprosta za izdelavo, cenovno ugodna in bi imela merilno območje od 0 do 10 kg z natančnostjo 1 %.

Cilji:

- Tehtnica, ki bo preprosta za izdelavo,
- tehtnica, ki bo imela merilno območje od 0 do 10 kg,
- izdelati cenovno ugodno polico s tehtnico (do 20 evrov).

1.2 HIPOTEZE

Postavili smo naslednje hipoteze:

H1 - Tehtnica bo preprosta za izdelavo.

H2 - Tehtnica bo imela merilno območje od 0 do 10 kg z natančnostjo 1 % .

H3 - Izdelava tehtnice bo cenovno ugodno (manj kot 20 evrov).

1.3 OBLIKE IN METODE DE LA

- Zbiranje podatkov s pomočjo različnih virov in literature.
- Metoda praktičnega dela.

2. TEORETIČNI DEL

2.1 ANALOGNO DIGITALNI PRETVORNIK

Analogno digitalni pretvornik (ang. Analog to Digital Converter) je naprava, ki vrednost analogne napetosti pretvori v binarni zapis, ki ga lahko shranimo in obdelujemo. Uporaben je za zajem veličin z analognih senzorjev kot so teža, temperatura, tlak in podobno. Pretvorba poteka tako, da v rednih časovnih intervalih jemljemo vzorce analogne napetosti in zapišemo vrednost intervala napetosti, v kateri se nahaja vzorec. Ko iz analogne pretvorimo vrednost v digitalno, lahko z napravami interaktiramo z analognim svetom.

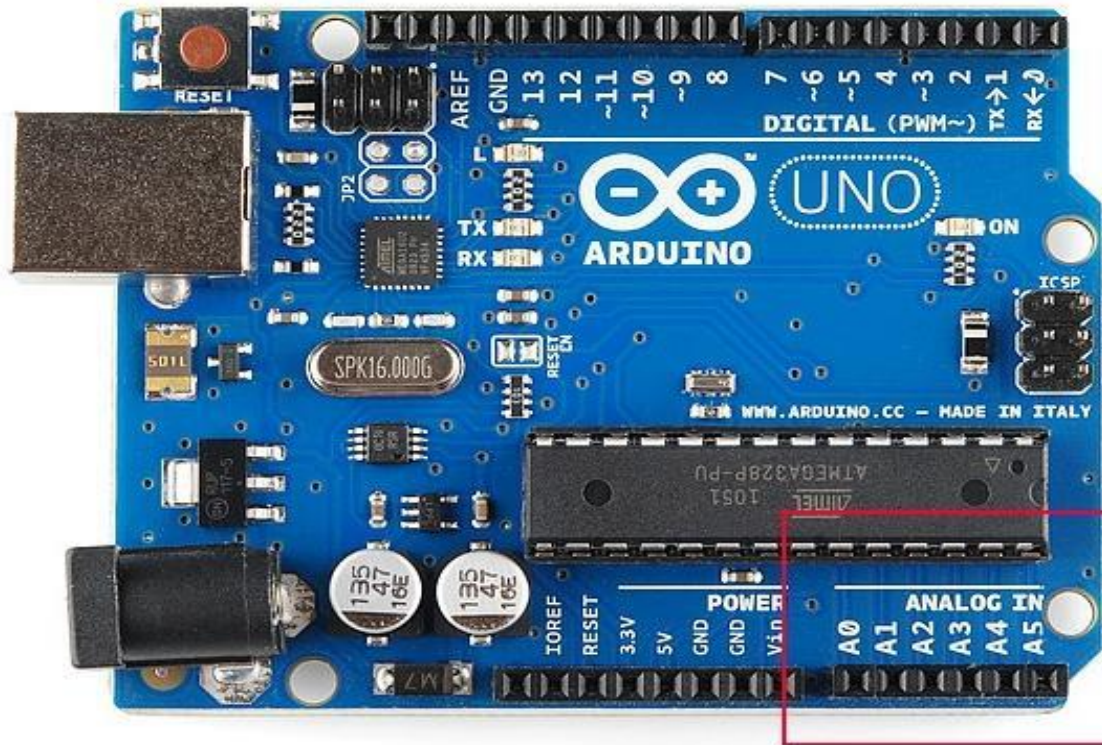
Mikrokrmilniki so zmožni zaznavanja binarnih signalov: ali je gumb pritisnjen ali ne? To so digitalni signali. Ko mikrokrmilnik napajamo z petimi volti, le-ta prebere nič voltov (0V) kot binarno 0, in 5 voltov kot binarno 1. Ampak kaj se zgodi če je signal npr. 2,72V? Je to ničla ali enica? Pogosto moramo izmeriti signale ki se spreminjajo. Tem signalom rečemo analogni signali. 5-voltni analogni senzor lahko odda vse signale med 0,01V in 4,99V. Na srečo imajo skoraj vsi mikrokrmilniki vgrajeno napravo, ki nam omogoča, da spremenimo napetost v vrednost, ki jo lahko uporabimo v programu, da naredi odločitev .

Vsi pini niso povezani na notranjo analogno digitalni pretvornik. Na Arduinotu so tisti konektorji, ki so povezani, označeni z črko A. torej lahko berejo analogne vrednosti.

Lastnosti ADC pretvornika se razlikujejo od mikrokrmilnika do mikrokrmilnika. ADC na Arduinotu so 10-bitni pretvorniki, kar pomeni, da lahko zaznajo 1024 različnih analognih vrednosti. Torej lahko razlikuje 0+1023 diskretnih vrednosti med 0V in 5V. [1]

2.2. Gradniki

2.2.1. Mikrokontroler Arduino Uno



Slika 1: Analogno digitalni pretvornik ¹

Arduino je mikrokontroler na tiskanem vezju (čipu ATmega328P), razvit v Italijanskem mestu Ivrea, ki je bil zasnovan tako, da bi bil postopek z uporabo elektronike v multidisciplinarnih projektih, bolj dostopen. Je mini računalnik, zgrajen iz preprostega procesorja, s katerim je mogoče krmiliti senzorje in zunanje naprave.

Strojno opremo sestavljajo vezje z 8-bitnim mikrokontrolerjem Atmel AVR.

Ima 14 digitalnih vhodno/izhodnih pinov, 6 analognih vhodov, 16-megaherčni oscilator, USB konektor in gumb za reset.

Programska oprema je sestavljena iz standardnega programskega jezika (večinoma C++), prevajalnika in zagonskega nalagalnika, ki se izvaja na mikrokontrolerju. [2]

¹ <https://learn.sparkfun.com/tutorials/analog-to-digital-conversion/all>

2.2.2. Upori 10 kΩ



Slika 2: Upor 10 kΩ

Upor (upornik ali resistor) je eden najpomembnejših elektrotehničnih in elektronskih elementov. Povezujejo aktivne elektronske elemente (integrirana vezja, tranzistorje,...) v edinstveno celoto tj. elektronsko napravo. Upori so pasivni elektronski elementi, ki se upirajo pretoku električnega toka. Če je upornost manjša, je električen tok večji. Velja tudi obratno, če je upornost večja, je električen tok manjši. Povezavo med napetostjo (U), tokom (I) in upornostjo (R) imenujemo Ohmov zakon ($U = R \times I$). Ohmov zakon se glasi: *Sprememba napetosti na bremenu je premo sorazmerna spremembi toka. Faktor sorazmernosti je upor R .* [5]

Označevanje uporov s pomočjo barvnih obročkov

Za označevanje uporov se uporabljata dva osnovna načina: Alfanumerično označevanje (s pomočjo števil in črk) ter označevanje s pomočjo barvnih prstanov. Na vsakem uporu bi se nahajajo trije podatki – vrednost upornosti in odstopanje. [5]

0	0	0	x1Ω		Črna
1	1	1	x10Ω	1%	Rjava
2	2	2	x100Ω	2%	Rdeča
3	3	3	x1kΩ		Oranžna
4	4	4	x10kΩ		Rumena
5	5	5	x100kΩ	0,5%	Zelena
6	6	6	x1MΩ	0,25%	Modra
7	7	7		0,1%	Roza
8	8	8			Siva
9	9	9			Bela
			x0,1Ω	5%	Zlata
			x0,01Ω	10%	Srebrna

A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

Slika 3: Uporovna lestvica ²

² <https://svet-el.si/baza-znania/vse-o-uporih/kako-oznacujemo-upore/>

2.2.3. Senzor sile

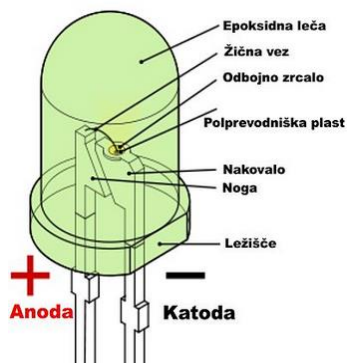


Slika 4: Senzor sile³

Senzorji (ang. Force sensor resistor) kot vhodni elementi spremljajo dogajanje v procesu in posredujejo stanje nadzornemu sistemu oziroma sistemu za vodenje. Naši senzorji so analogni in zaznavajo pritisk. Indikator so lahko LED luči, zvočne indikacije, ali pa digitalni zaslon, ročno povezan s senzorji in Arduino. FSR so senzorji, ki omogočajo zaznavo fizičnega pritiska in teže. So zelo enostavni za uporabo in niso dragi.

FSR-ji so uporniki, ki spremenijo njihovo upornost (v enoti Ohm Ω), glede na to, kako močno jih pritisnemo. Ti senzorji so finančno dostopni, in enostavni za uporabo, ampak niso najbolj natančni. Zaradi tega lahko pričakujemo le približne rezultate. FSR-ji lahko določijo maso predmeta, ampak so slaba izbira, če želimo določiti 100% točno maso predmeta in dobro ponovljivost. [7]

2.2.4. LED dioda



Slika 5: Struktura svetleče diode⁴

LED dioda (ang. Light Emiting Diode) je polprevodniški elektronski element. Kadar prevaja tok, se sveti. Razlikujejo se po barvi, velikosti, obliki in električnih karakteristikah. [8]

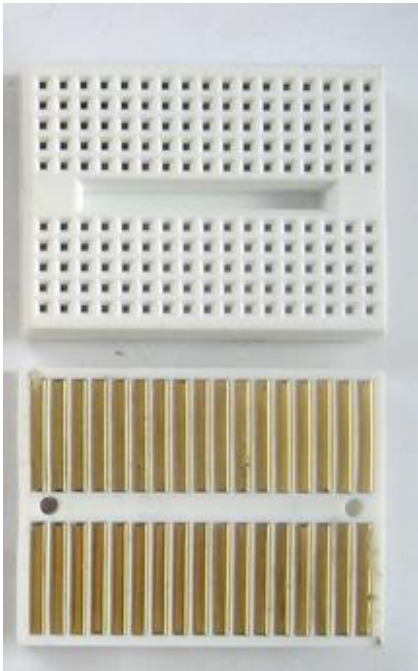
³ <https://www.thingbits.net/products/round-force-sensitive-sensing-resistor-fsr>

⁴ https://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8Da_dioda

2.2.5. Testna ploščica

Testna ploščica (ang. Breadboard) je kos plastike z luknjami. Uporabili smo jo zato, da ni bilo treba s spajkanjem povezovati elementov. [3]

V notranjosti je ploščica sestavljena iz kovinskih trakov, ki povezujejo pet vzporednih lukenj, kar je prikazano na naslednji fotografiji:



Slika 6: Testna ploščica ⁵

Mi smo ga uporabili samo za zapis programa, ki posreduje vrednosti iz ploščice v program scratch na računalniku in obratno.

2.3. PROGRAMSKA OPREMA

2.3.1. Arduino

Sintaksa programiranja je zelo podobna C programskemu jeziku.

Najprej na začetku programa nastavimo privzete vrednosti spremenljivk. Spremenljivke, ki jih definiramo na tem mestu lahko do njih dostopamo iz katerekoli funkciji.

⁵ <http://www.ladyada.net/learn/arduino/lesson3.html>

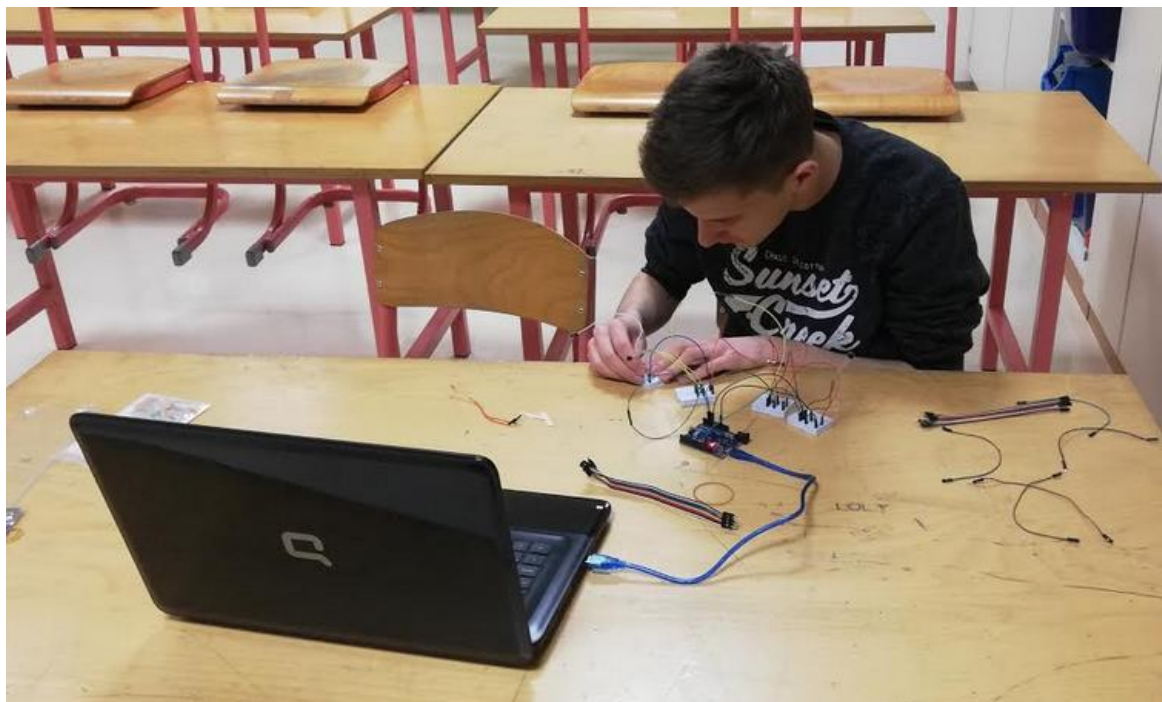
Na Arduino strani najdete reference s primeri od vseh podprtih funkcij, zank in operatorjev.

Znotraj okolja najdete tudi veliko enostavnih primerov, ki so primerni za učenje in spoznavanje Arduino platforme. [6]

2.3.2. Scratch

Scratch je programski jezik, ki so ga leta 2007 razvili Media Lab na Tehnološkem Inštitutu Massachusettsa. Ima funkcijo, da ga lahko povežemo z zunanji napravami, kot je Arduino Uno, ter jim s programi, narejenimi v njemu tudi ukazujemo. Namenjen je predvsem otrokom od 10. do 16. leta starosti. Predvsem poskuša mlade naučiti osnov programiranja. V Scratchu lahko uporabniki izdelujejo razne računalniške igrice, animacija, ter jih nato delijo na spletu. [4]

3. EKSPERIMENTALNI DEL



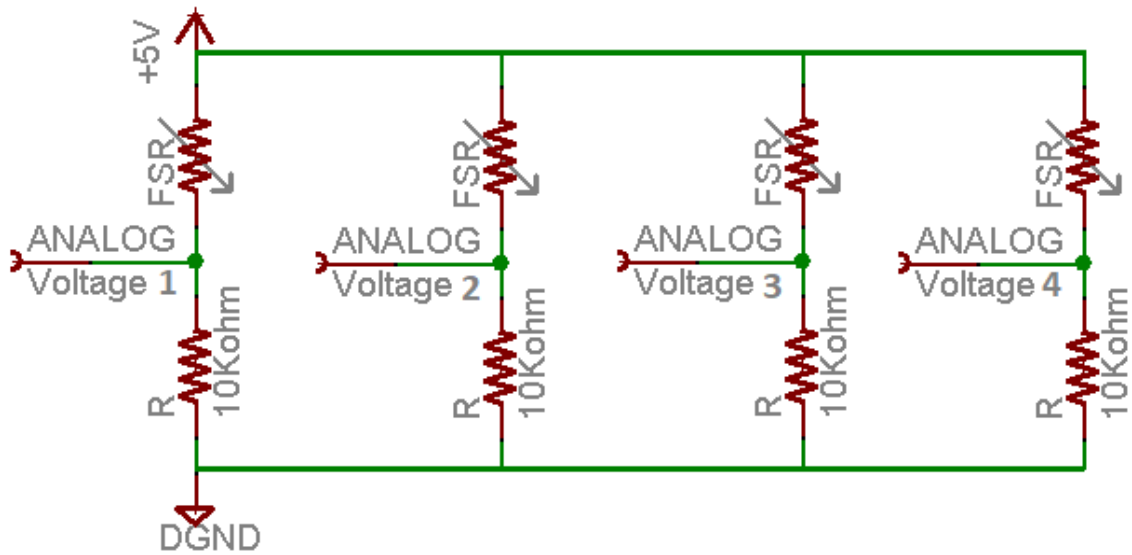
Slika 7: Sestavljanje vezja



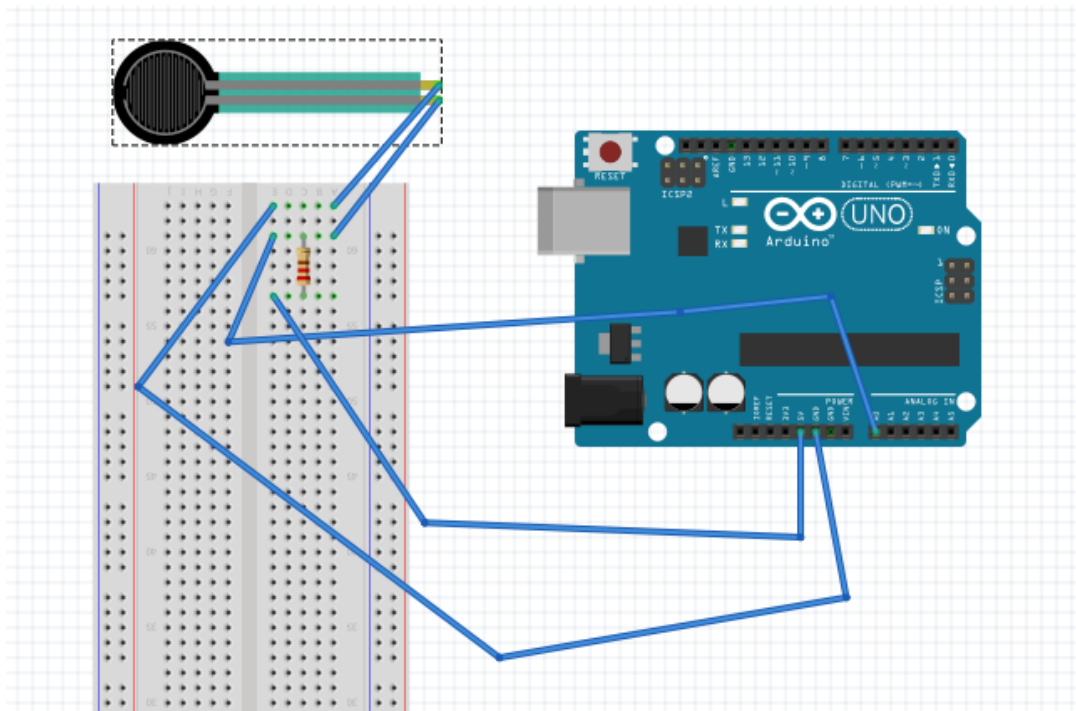
Slika 8: Umirjanje tehtnice

3.1. Vezava na testni plošči

Narisali smo shemo vezja. Na drugi sliki je prikazana shema vezja, ki smo jo naredili s pomočjo brezplačnega programa Fritzing.



Slika 9: Shema vezja



Slika 10: Shema vezja narisana v programu Fritzing

3.2. Montaža na polico

Senzorje za silo smo prekrili z gumijastimi čepki, ter jih pritrdili na stekleno polico, tako da vsa sila police sloni izključno na senzorjih. Žice, ki so bile v napoto, smo z lepilnim trakom uredili v snope.

Najlažji način, da merimo z uporovnim senzorjem je priključitev enega konca na napajanje, drugega pa na upor proti masi. Točka med statičnim upornikom in spremenljivim FSR upornikom je povezana z analognim mikrokrmilnikom, kot je Arduino.

V tem primeru je prikazano z 5V. Napetosti v tej konfiguraciji so med 0V-5V (kar je približno enako kot napetost napajalne enote).

Z povečanjem obremenitve se upornost FSR-ja zniža z več 100 k Ω na cca 100 Ω . To pomeni, da se tok, ki teče skozi oba upornika zviša in napetost na upor proti masi naraste.

3.3. Sestavljanje programa

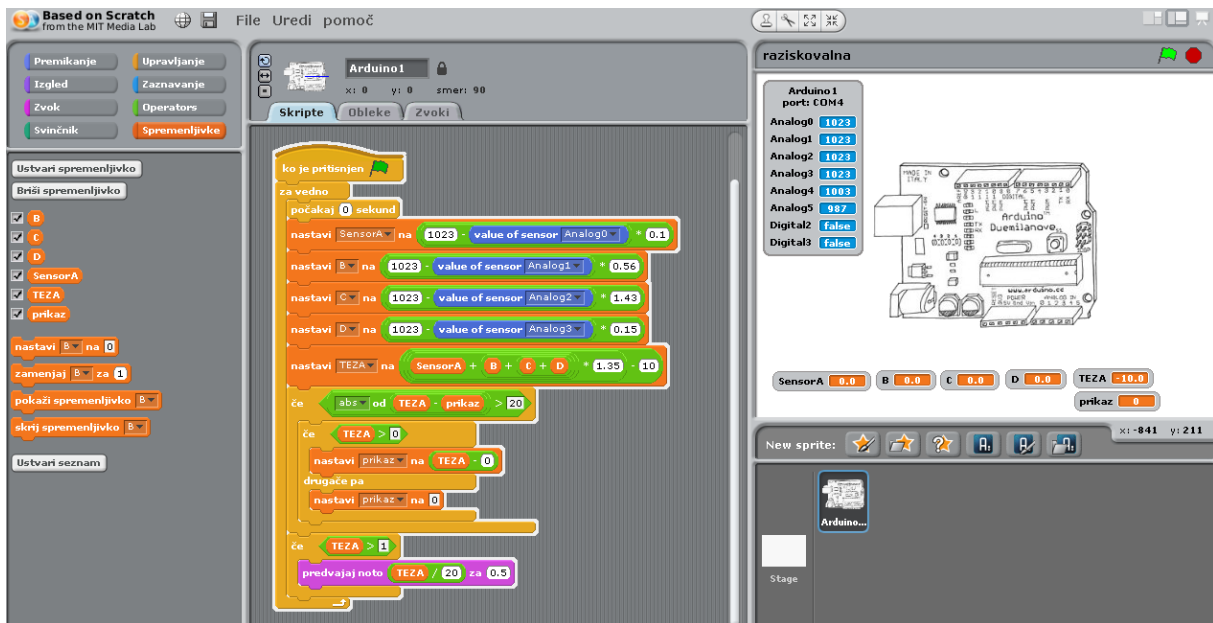
Sprva smo izbrali spremenljivke za senzorje, kamor se shranjujejo vmesni rezultati in meritve.

Zaradi odstopanja senzorjev med seboj in različne porazdelitve mase police med senzorji, smo za vsak senzor posebej določili prilagoditveni faktor strmine odziva. S tem smo jih približno izenačili.

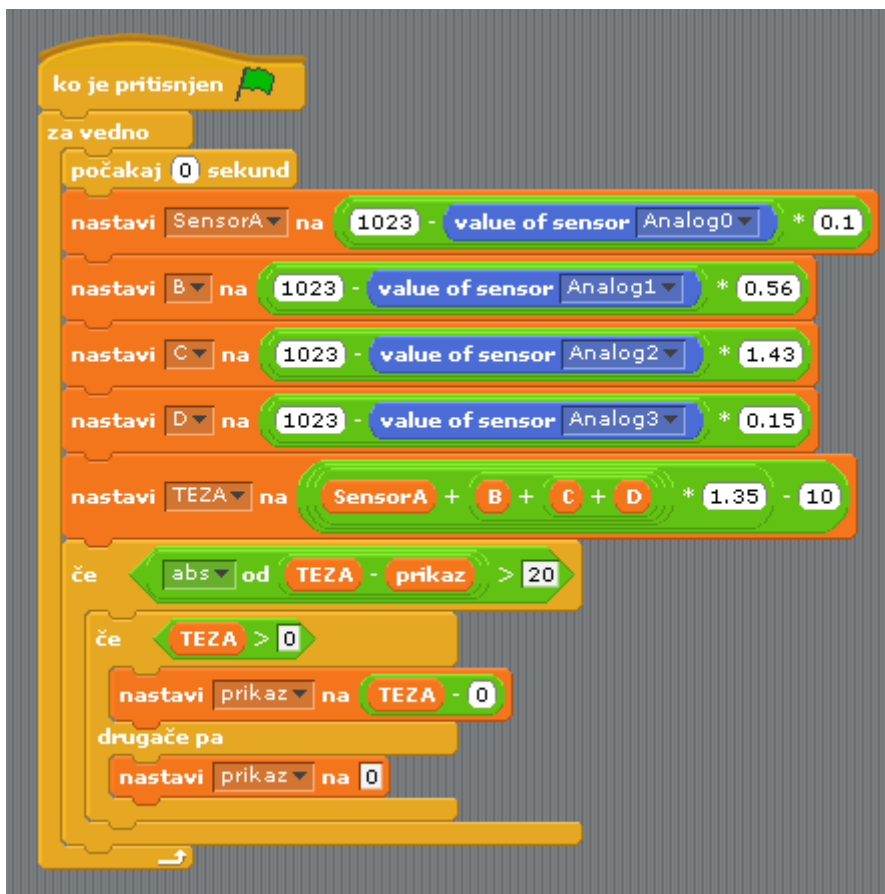
Dodali smo ukaz, kjer seštejemo vse meritve.

Zapisali smo vrstico, kjer vsoto prilagodimo za prikaz v gramih in odštejemo maso police.

Kasneje smo kot dodatek zapisali še ukaz, ki glede na vrednost teže predvaja ton z neko frekvenco.



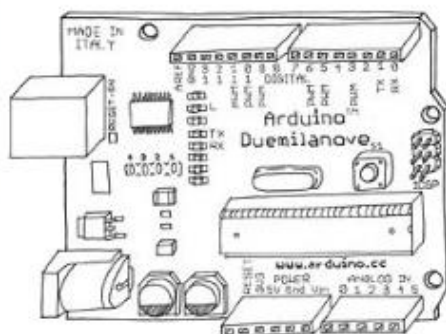
Slika 11: Program za tehnicno



Slika 12: Program za tehnicno

Arduino 1
port: COM4

Analog0	1023
Analog1	1023
Analog2	1023
Analog3	1023
Analog4	1003
Analog5	987
Digital2	false
Digital3	false



SensorA	0.0	B	0.0	C	0.0	D	0.0	TEZA	-10.0	
									prikaz	0

Slika 13: Prikaz trenutnih vrednosti meritev in preračunanih vrednosti

3.4. Rezultati eksperimentalnega dela

Meritve smo večkrat ponovili pri različnih obremenitvah (od 0 do 10 kg), vendar pa so se vedno pojavile težave, saj je prihajalo de velikih odstopanj med maso, ki nam jo je prikazala kuhinjska tehtnica. S trenutnimi algoritmi hipotezo (H2) ne moremo potrditi, zaradi precejšnjega odstopanja pri višjih obremenitvah.

1. m = 731g (kuhinjska tehtnica)

MERITVE:

726g, 712g, 716g, 726g, 700g, 715g

POVPREČJE:

715.8g, kar je 97,9% dejanske mase.

2. m = 1756g (kuhinjska tehtnica)

MERITVE:

1332g, 1323g, 1340g, 1367g, 1327g, 1409g

POVPREČJE:

1349.6g, kar je 76,9% dejanske mase

3. m= 2356g

MERITVE:

1706g, 1727g, 1721g, 1727g, 1709g, 1734g

POVPREČJE:

1720.7g, kar je 73% dejanske mase.

4. m=6021g

MERITVE:

5017g, 5034g, 5052g, 5047g, 5027g, 5038g

POVPREČJE:

5038.5g, kar je 83% dejanske mase.

4. ZAKLJUČEK

Kaj bi se dalo izboljšati?

Namesto Arduina bi lahko uporabili manjši mikrokrmilnik oz. zunanji ADC čip, ki bi izvajal meritve.

Namesto žic bi lahko imeli povezave do senzorjev napažene ali natisnjene na spodnjo stran stekla (podobno kot pri vzvratnih steklih avtomobila) polica pa bi se »vlegla« na kontakte za napajanje in komunikacijo z glavnim mikrokrmilnikom oziroma prikazovalnikom hladilnika.

Lahko bi tudi na vsako polico dodali manjši zaslonček za prikaz teže na posameznih policah in s tem lažje spremljanje, če je bilo kaj dodano ali odvzeto iz police.

Hipotezo (H1) lahko potrdimo, saj je bila sama izdelava tehtnice precej preprosta, le programiranje v Scratchu je bilo malo zahtevnejše.

S trenutnimi algoritmi hipotezo (H2) ne moremo potrditi, zaradi precejšnjega odstopanja pri višjih obremenitvah. Potencialna rešitev, bi bila umerjanje tehtnice pri več točkah merilnega območja. Na primer v območju od 0 do 10 kg v korakih po 0,5 kilograma.

Izdelava tehtnice je bila cenovno ugodna (manj kot 20€). Vse skupaj je stalo 14,76€, zato lahko tudi zadnjo hipotezo (H3) potrdimo.

LITERATURA

- [1] *Analog to Digital Conversion*. (b. l.). Pridobljeno 17. januarja 2019 s
<https://learn.sparkfun.com/tutorials/analog-to-digital-conversion/all>
- [2] *Arduino kot učno okolje*. (b.l.) Pridobljeno 11. decembra 2018 s
<https://telefoncek.si/2017/06/02/arduino-kot-ucno-okolje/>
- [3] *Arduino tutorial*. (b. l.). Pridobljeno 6. januarja 2019 s
<http://www.ladyada.net/learn/arduino/lesson3.html>
- [4] *How to use Scratch*. (b. l.). Pridobljeno 14. februarja 2019 s
<https://www.instructables.com/id/How-to-use-Scratch/>
- [5] *Kako označujemo upore*. (b. l.). Pridobljeno 5. decembra 2018 s
<https://svet-el.si/baza-znanja/vse-o-uporih/kako-oznacujemo-upore/>
- [6] *Osnove programiranja za Arduino*. (b. l.). Pridobljeno 17. januarja 2019 s
<https://zmaga.com/content.php?id=4511>
- [7] *Round Force-Sensitive Resistor (FSR)*. (b. l.). Pridobljeno 11. decembra 2018 s
<https://www.adafruit.com/product/166>
- [8] *Zakaj led svetila*. (b. l.). Pridobljeno 20. februarja 2019 s
<http://www.fosilum.si/si/zakaj-led-svetila/led-dioda/>