UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

VYUŽITIE PLATFORMY ARDUINO V EXPERIMENTOCH NA HODINÁCH FYZIKY

Bakalárska práca

KATARÍNA POKRÝVKOVÁ

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

VYUŽITIE PLATFORMY ARDUINO V EXPERIMENTOCH NA HODINÁCH FYZIKY

d45d2d24-18b8-48a2-8efa-63f4615df02b

Bakalárska práca

Bratislava 2020	Katarína Pokrývková				
Vedúci:	doc. RNDr. František Kundracik CSc.				
Školiace pracovisko:	Katedra didaktiky matematiky, fyziky a informatiky				
Študijný odbor:	Učiteľstvo a pedagogické vedy				
Študijný program:	Učiteľstvo predmetov fyzika a informatika				





Univerzita Komenského v Bratislave Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezv Študijný prog Študijný odbo Typ záverečne Jazyk závereč Sekundárny ja	isko študenta: ram: j práce: nej práce: nzyk:	Katarína Pokrývková učiteľstvo fyziky a informatiky (Učiteľské štúdium, bakalársky I. st., denná forma) učiteľstvo a pedagogické vedy bakalárska slovenský anglický			
Názov:	Využitie platfor Using the Ardui	ny Arduino v experimentoch na hodinách fyziky. no platform in school physics experiments.			
Anotácia:	V súčasnosti je trendom využitie experimentov vo výučbe fyziky, pričom ako merací systém sa používajú často komerčné meracie systémy ako napr. Coach alebo Vernier. Tieto systémy ale nie sú dostupné na všetkých školách, preto študenti hľadajú lacnú alternatívu, hoci aj za cenu zníženej funkčnosti. Jednou z obľúbených možností je platforma Arduino. Práca by mala poskytnúť učiteľom úvodné informácie o tejto platforme a o jej možnostiach využitia na hodinách fyziky.				
Ciel':	Cieľom práce oboznámiť sa s využitím Ardu	om práce je vytvoriť manuál pre učiteľa fyziky, ktorý mu umožní námiť sa s platformou Arduino a zostaviť jednoduché experimenty užitím Arduina ako meracieho systému.			
Literatúra:	https://arduino.cz/ - portál o Arduine a jeho použití https://techfun.sk/ - portál s množstvom senzorov a návodmi na ich použitie Zbyšek Voda et al.: Průvodce světem Arduina. On-line: https:// www.hwkitchen.cz/arduino-kniha-pruvodce-svetem-arduina-2-vydani/				
Kľúčové slová:	fyzika, experim	nt, Arduino			
Vedúci: doc. RND Katedra: FMFI.KEJ Vedúci katedry: prof. Dr. Š		: František Kundracik, CSc. ⁷ - Katedra experimentálnej fyziky tefan Matejčík, DrSc.			
Dátum zadani	a: 14.10.201)			
Dátum schvále	enia: 22.10.201	doc. RNDr. Peter Demkanin, PhD. garant študijného programu			

študent

vedúci práce

Čestné prehlásenie

Čestne prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry. Bratislava, 2020

.....

Poďakovanie

Chcem sa poďakovať môjmu školitelovi doc. RNDr. František Kundracik Csc., za odborné rady a vedenie počas písania práce.

Abstrakt

POKRÝVKOVÁ, Katarína. Využitie platformy Arduino v experimentoch na hodinách fyziky.

[Bakalárska práca]. Univerzita Komenského v Bratislave. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky. Katedra didaktiky matematiky, fyziky a informatiky. Vedúci bakalárskej práce: doc. RNDr. František Kundracik Csc. Stupeň odbornej kvalifikácie: Bakalár v študijnom programe Učiteľstvo predmetov fyzika a informatika. Bratislava. 2020. 58 s.

Práca sa venuje problematike používania digitálnych meracích systémov na vyučovaní fyziky. V krátkosti analyzuje merací systém Coach a skúma možnosti vytvorenia meracích prístrojov na platforme Arduino. Ponúka podrobný návod na zostrojenie digitálneho teplomera pomocou Arduina, a návrh aktivít na vyučovanie fyziky, v ktorých sa teplomer využíva.

Kľúčové slová: arduino, merací systém, teplomer, meranie, vyučovanie fyziky

Abstract

POKRÝVKOVÁ, Katarína. Using the Arduino platform in school physics experiments. [Bachelor thesis]. Comenius University in Bratislava. Faculty of Mathematics, Physics and Informatics. Department of Didactics in Mathematics, Physics and Informatics. Supervisor: doc. RNDr. František Kundracik Csc. Grade of qualification: bachelor in study program Teaching of Subjects Physics and Informatics. Bratislava. 2020. 58 pages.

This thesis deals with the use of digital measurement systems in secondary education physics curriculum. We shortly analyze Coach, one such system, and explore possibilities of building measurement systems based on the Arduino platform. We offer detailed instructions for crafting a digital thermometer based on Arduino and propose activities to perform during physics lessons using this thermometer.

Key words: arduino, measurement system, thermometer, measurement, physics curriculum

Obsah

Úvod	
1 Experimenty a merania na hodinách fyziky	
1. 1 Experiment vo vyučovaní fyziky	
1.2 Počítače na vyučovaní fyziky	
1.3 Meracie systémy Coach	13
1.3.1 CoachLab II+	14
1.3.2 VinciLab	15
1.3.3 WiLab	16
1.3.4 Senzory	17
2 Platforma Arduino	19
2.1 Vznik a vízia	19
2.2 Dostupnosť	
2.3 Doska Arduino UNO	
2.4 Programovanie – softvér Arduino IDE	
2.5 Arduino na vyučovaní	
3 Digitálny teplomer z Arduina	
3.1 Hardvér	
3.2 Softvér	
3.3 Sekvenčné meranie teploty	
3.4 Digitálny teplomer	
4 Využitie digitálneho teplomera na vyučovaní	43
4.1 Teplomer na sekvenčné meranie	43
4.2 Externý teplomer	45
4.3 Výhody Arduino teplomeru	
Záver	50
Literatúra	
Prílohy	
1. Kód pre sekvenčné meranie teploty	
2. Kód pre digitálny teplomer	
3. Detail zapojenia, sekvenčné meranie:	
4. Detail zapojenia, externý teplomer:	

Úvod

Počas štúdia na FMFI sa učím o rôznych stratégiách používaných na vyučovaní fyziky na základnej a strednej škole, pričom najväčší dôraz je kladený na tvorbu poznatkov a vyučovanie, ktoré rozvíja prírodovednú gramotnosť a bádateľské zručnosti.

Úlohou žiakov pri takomto spôsobe vyučovania je byť aktívnymi experimentátormi, objavovať prírodné javy cez vlastnú skúsenosť a overovať nadobudnuté vedomosti v praxi. Takéto vyučovanie je náročné nielen na organizáciu, ale hlavne na pomôcky, ktoré musia byť dostupné všetkým deťom, alebo aspoň každej menšej skupine. Skupín môže byť podľa druhu aktivity a počtu detí v triede mnoho a pri aktivitách, kde vyžadujeme samostatnú prácu alebo prácu vo dvojici, je často nutné požiadať žiakov, aby si priniesli vlastné pomôcky. Takto sa to dá robiť, keď poprosíme žiakov, aby si priniesli plastelínu alebo baterku, bude to však horšie pri pomôckach ako je multimeter či digitálny teplomer. Pokiaľ škola nie je vybavená dostatočným množstvom týchto pomôcok, učiteľ je značne limitovaný v tom, ktoré merania a experimenty môže so žiakmi robiť.

V súčasnosti existujú meracie systémy, ktoré sa používajú na školách na Slovensku. Takéto zariadenia dokážu robiť množstvo meraní podľa toho, ktoré senzory sú zapojené, a spracovávať namerané dáta aj z viacerých senzorov naraz. Vykreslia vám graf, nafitujú ich funkciou, dokonca vedia kombinovať dáta z rôznych meraní a z rôznych senzorov. Dajú sa používať na meranie rýchlosti zvuku, zrýchlenia, či magnetického poľa, čo by bolo bez pomoci digitálnych senzorov nemožné, a značne prispievajú ku kvalite vyučovania.

Žiaci sa najlepšie učia vlastným zážitkom, preto sa snažíme viesť ich k samostatnému aktívnemu bádaniu. Na to ale potrebujeme takých meracích prístrojov značné množstvo, na rozdiel od situácie, kedy učiteľ robí pred triedou demonštračný experiment a stačí mu jeden. Nakúpiť meracie systémy v dostatočnom množstve je nákladné a školy sa môžu rozhodnúť, že nechcú investovať toľko financií iba do vybavenia fyzikálneho laboratória. Ak chce učiteľ v tom prípade naďalej robiť zložitejšie merania a chce mať zapojených všetkých žiakov, musí nájsť lacnejšiu alternatívu.

Cieľom mojej práce je analyzovať význam merania a aktívneho bádania na hodinách fyziky a získať predstavu o meracích systémoch, ktoré nám v tom môžu pomáhať. Ďalej ponúkam učiteľom alternatívu vo forme vlastných meracích prístrojov, a návod na

zostrojenie digitálneho teplomera na platforme Arduino. Na záver práce prikladám návrh na aktivity vo vyučovaní fyziky realizované s použitím tohto teplomera.

1 Experimenty a merania na hodinách fyziky

1. 1 Experiment vo vyučovaní fyziky

V súčasnosti sa v prírodovednom vzdelávaní kladie dôraz na rozvíjanie prírodovednej gramotnosti. "*Prírodovednú gramotnosť chápeme ako schopnosť používať vedecké poznatky, získavať nové vedomosti, vysvetľovať prírodné javy, identifikovať otázky a vyvodzovať dôkazmi podložené závery pre pochopenie a tvorbu rozhodnutí o svete prírody a o zmenách, ktoré v ňom nastali v dôsledku ľudskej aktivity*." (Lapitková, 2015 s. 7)

Táto charakteristika sa ďalej zvykne premietať do troch zložiek

- prírodovedné predstavy,
- prejavy vedeckého postoja k realite,
- spôsobilosti vedeckej práce.

Prírodovedné predstavy znamenajú prevažne znalosti, ktoré žiaci majú o prírode, jej zákonoch a javoch v nej prebiehajúcich. Je to obsah prírodovedného vzdelávania vo vedomostiach a schopnostiach žiakov.

Prejavy vedeckého postoja k realite zase súvisia s prístupom žiakov k realite, ktorú vnímajú okolo seba. Je to schopnosť zaujímať sa o javy, ktoré pozorujú, klásť otázky a byť zvedaví.

Spôsobilosti vedeckej práce sa spájajú s procesom poznávania a je úlohou pedagógov ich u žiakov rozvíjať. Patria tam:

- pozorovanie,
- meranie,
- experimentovanie,
- formulácia hypotéz,
- interpretácia dát,
- konštruovanie tabuliek a grafov,
- tvorba záverov a zovšeobecnení.

(Lapitková, 2015 s. 8)

Budem sa ďalej venovať empirickým metódam poznávania, ktorými sú

- pozrovanie,
- meranie,
- experiment.

Pozorovanie

Javy a veci okolo seba pozorujeme každý deň. Vo vyučovaní fyziky máme pod týmto pojmom na mysli uvedomelé pozorovanie javov, ktoré nám dáva možnosť odhalovať skryté súvislosti či napĺňať vzdelávacie ciele.

Na hodinách fyziky môžeme pozorovať napríklad:

Dopplerov jav – na výlete stojac pri ceste sa započúvame do zvuku okoloidúceho auta.

- Lom svetla zdanlivá hĺbka, ceruzka v nádobe s vodou javy z geometrickej optiky súvisiace s lomom a s odrazom svetla.
- Interferencia svetla pri odraze od CD média pri odraze monochromatického a bieleho svetla.

(Demkanin, 2006 s. 15)

Meranie

Fyzika objekty a javy nielen pozoruje, slovne opisuje a kvalitatívne vysvetľuje, ale každú vlastnosť objektu sa snaží určiť aj kvantitatívne - stanoviť jej veľkosť. Kvantitatívne vyjadrená vlastnosť objektu sa nazýva fyzikálna veličina. Meranie je porovnávanie meranej hodnoty s istým štandardom, s jednotkou fyzikálnej veličiny. Skladá sa z číselnej hodnoty a jednotky. (Demkanin, 2018 s. 55)

Experiment

Experiment má nezastupiteľné miesto na vyučovaní fyziky. Používajú ho vedci pri overovaní hypotéz a cieľom učiteľa je reprodukovať taký postup so žiakmi, čím rozvíja spôsobilosti vedeckej práce a pomáha žiakom lepšie pochopiť fyzikálne súvislosti.

Existuje viacero delení fyzikálnych experimentov. Venujme sa rozdeleniu z hľadiska použitých prostriedkov a organizácie. Podľa štyroch kritérií ich môžeme deliť na:

- 1. Demonštračné experimenty
- 2. Frontálne experimenty
- 3. Skupinové experimenty
- 4. Domáce experimenty a pokusy s jednoduchými pomôckami
- 5. Experimenty a použitím laboratórnych prostriedkov
- 6. Počítačom podporované experimenty
- 7. Reálne experimenty
- 8. Modelové experimenty
- 9. Myšlienkové experimenty
- 10. Laboratórne práce
- 11. Dlhodobé pozorovania a merania
- 12. Terénne experimenty

(Demkanin, 2006 s. 35)

Všetky typy experimentov majú svoj význam a miesto vo vyučovaní. Moja práca sa venuje pomôckam na reálne, počítačom podporované experimenty. Môžu byť realizované frontálne, avšak výhoda použitia meracieho systému, alebo digitálneho senzora s Arduinom, je ich dostupnosť. Práve preto sú ideálne pre skupinové experimenty, kde je ich potrebné veľké množstvo, aby mohlo pracovať čo najviac žiakov. Venujme sa ďalej počítačom podporovaným experimentom.

1.2 Počítače na vyučovaní fyziky

Počítače dnes neodmysliteľne patria do nášho každodenného života. Uľahčujú nám život, pomáhajú nám byť efektívnejšími v práci a predovšetkým nám dávajú nové možnosti. Odvetvie informatiky sa vyvíja extrémne rýchlo, a jeho vývoj sa odzrkadľuje vo vede aj

komerčnej sfére. To isté sa žiaľ nedá povedať o počítačoch a technike v školstve. Síce je zvykom, že školy na Slovensku majú informatickú učebňu vybavenú dostatočným množstvom počítačov, ich použitie žiaľ zatiaľ takmer absentuje v ostatných predmetoch.

"Prírodovedná zložka všeobecného stredoškolského štúdia ponúka viacero možností pre rozvoj a využitie zručností žiakov v oblasti informačno-komunikačných technológií. Nezastupiteľnú úlohu má pri počítačom podporovaných meraniach a experimentoch a pri modelovaní javov." (Demkanin, 2006 s. 7)

Príklady použitia počítača na fyzike sú napríklad spracovanie informácií. V textových editoroch a prezentačných softvéroch sa dá manipulovať s veľkým množstvom dát a triediť ich do zmysluplných štruktúr. Ďalej používanie elektronickej pošty, či iných komunikačných kanálov umožňuje efektívnu komunikáciu a spoluprácu medzi študentami či učiteľmi. Simulačný softvér nám dáva možnosť priblížiť žiakom javy, ktoré nemôžu vidieť na vlastné oči (napríklad rozpad jadier atómov), alebo ktoré vyžadujú level abstrakcie (elektrický náboj, prúd elektrónov). Počítačovým modelovaním môžeme "zrealizovať" aj ťažko realizovateľný alebo nerealizovateľný experiment.

Samostatnou kapitolou sú meracie senzory. Použitím počítača dokážeme zbierať dáta tam, kde by to ručne nebolo možné, napríklad počas veľmi krátkeho, alebo veľmi dlhého časového intervalu. Meracím systémom budeme v práci nazývať zariadenie schopné zaznamenávať a spracovávať údaje zo senzorov.

1.3 Meracie systémy Coach

Najrozšírenejším meracím systémom na Slovensku je Coach. Vyvíja ho Centre for Microcomputer Applications (skrátene CMA) Univerzity v Amsterdame. Ich cieľom je obohatiť STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) vzdelávanie o inovatívne a atraktívne technológie. Vyvíjajú špecializovaný hardvér na vyučovanie prírodných vied spolu s aplikáciami pre PC a tablety s projektami pripravenými rovno na použitie v triede.

Na Slovensku sa systém Coach používa a vyvíja od roku 1990. Školy majú možnosť si zariadenia Coach buď samostatne kúpiť alebo sa prihlásiť do rôznych projektov, ktoré zastrešujú prevažne univerzity.

Napríklad v roku 2003 sa uskutočnil projekt Infovek katedry didaktiky FMFI UK, kedy sa uskutočnili školenia pre učiteľov a niekoľko desiatok základných škôl dostalo zariadenia CoachLab II. Podobne v roku 2014-2015 to boli zariadenia MoLab v projekte Dielne. Naposledy v roku 2019 to bol projekt IT Akadémia, kedy sa na 90 základných a stredných škôl dodali zariadenia VinciLab a uskutočnili sa aj školenia. (Demkanin, 2020)

V ďalšom odseku sa venujem analýze vybraných meracích interfejsov Coach.

1.3.1 CoachLab II+

"Merací panel CoachLabII+ je stavaný pre súčasné i budúce generácie počítačov, je vybavený vlastným riadením a vyrovnávacou pamäťou. Je to multifunkčný interfejs určený na počítačom podporované meranie a riadenie systémov. Zabezpečuje on-line meranie so zobrazovaním meraných dát na monitore počítača v reálnom čase. CoachLab II+ je vybavený vlastným mikroriadením a FLASH pamäťou umožňujúcou updatovanie interného systémového softvéru." (Demkanin, 2006 s. 41)

Na trhu je od roku 2004, je dodnes používaný, a považovaný za najpraktickejšie riešenie v laboratóriu. Výhoda CoachLab II+ je hlavne široká paleta senzorov, pričom môže mať zapojených až 6 senzorov naraz. Je nutné používať ho spolu s počítačom, čo na druhej strane znamená, že nepotrebuje žiadnu vlastnú batériu, ktorú by bolo treba po niekoľkých rokoch meniť.

Je vybavený dvoma vstupmi pre analógové BT senzory, dvoma digitálnymi BT vstupmi a dvoma analógovými 4 mm koncovkami (obr. 1). Dokáže naraz spracovávať merania zo všetkých 6 snímačov s maximálnou vzorkovacou frekvenciou 100 000 Hz.

Na meranie s CoachLab II+ je potrebný PC a softvér Coach 6 6.32 alebo novší. Do počítača sa pripája prostredníctvom USB. Softvér rozpozná pripojené senzory a je možné spustiť meranie alebo ovládať nejaký zo štyroch výstupných kanálov s napätím 0V / +12V. (Kedzierska, 2014)



Obr. 1 *CoachLab II+*, zdroj: <u>https://webshop-english.cma-</u> science.nl/_clientfiles/products/CMA_Interfaces/m_006p.jpg

Cena CoachLab II+ je 307,50 eur. (CMA, 2020b)

1.3.2 VinciLab

VinciLab (obr. 2) je mobilný grafický merací systém, ktorý sa dá používať buď samostatne alebo spolu s počítačom a tabletom, a to v triede či v teréne. Vyrába sa od roku 2013.



Obr. 2 *VinciLab*, zdroj: <u>https://webshop-english.cma-</u> science.nl/_clientfiles/products/CMA_Interfaces/m_001.jpg

Založený na operačnom systéme Linux, s dvoma procesormi, 8GB vnútornej pamäte a 5" dotykovým displejom je meracím systémom a počítačom v jednom. Na meranie

nepotrebujeme nič ďalšie, a dá sa zobrať kamkoľvek do terénu. Z toho vyplývajú rovnako nevýhody, ako je závislosť na batérii, ktorá má obmedzenú životnosť, a tiež (hlavne kvôli displeju) vyššia cena. Pri aktívnom používaní by mala batéria vydržať 6 hodín a jej životnosť je niekoľko rokov.

Rozlíšenie displeja je 800x480 px, k počítaču sa dá pripojiť pomocou USB kábla alebo bezdrôtovo cez Wi-Fi alebo Bluetooth. Senzory sa k nemu dajú pripájať cez štyri analógové konektory a dva digitálne. Súčasťou je vstavaný akcelerometer a mikrofón.

S VinciLabom sú kompatibilné BT senzory. Ovládajú sa predinštalovanou aplikáciou Coach, alebo po pripojení do PC v programe Coach 7 LITE (zadarmo) alebo Coach 7 (platená verzia). Pri používaní vstavanej aplikácie sa VinciLab ovláda pomocou dotykového displeja a hardvérového tlačidla. Dá sa tiež používať spolu s tabletom cez Android aplikáciu Coach 7.

Prostredníctvom dedikovaných desktop aplikácií sa dá zariadenie nastavovať, konfigurovať pripojenie k PC, pracovať so súbormi, pozerať videá, či surfovať na internete. V aplikácií Coach sa dajú v reálnom čase sledovať údaje zo senzorov a vykresľovať grafy, ponúka nástroje na spracovanie dát a vytváranie a otváranie predpripravených aktivít pre žiakov. (Kedzierska, 2019a)

Cena VinciLabu na oficiálnej stránke firmy CMA je 442 eur. (CMA, 2020e)

1.3.3 WiLab

WiLab (obr. 3) je jednoduchý data-logger na zbieranie dát. Z rodiny Coach interfejsov je to najnovší, na trh vstúpil v roku 2019. Oproti predchádzajúcim modelom pribudla možnosť zaznamenávať dáta v reálnom čase bezdrôtovo do počítača, čo vie byť veľmi praktické oproti ťahaniu káblov po celej triede.



Obr. 3 WiLab, zdroj: <u>https://webshop-english.cma-</u> science.nl/_clientfiles/products/CMA_Interfaces/m_002.jpg

WiLab má dva analógové vstupy pre BT senzory. Pre kontrolu sa dajú použiť aj vstavaná LED dióda a bzučiak. Ďalšie dve LED diódy zobrazujú status pripojenia a batérie. Hardvérovým tlačidlom sa zariadenie zapína a vypína.

Na prevádzku je potrebné mať počítač a program Coach 7 alebo Coach 7 Lite a pripojiť sa dá buď bezdrôtovo cez Bluetooth alebo USB káblom. Ďalší variant je používať ho v kombinácii s tabletom, kedy dáta spracúva Android aplikácia s rovnakým názvom Coach 7. Vstup na WiLab-e je microUSB.

Zber dát je možný s frekvenciou až do 100 kHz pri použití jedného senzora s ukladaním do vnútornej pamäte. Je k dispozícií 128 kB, na ktorej sa dá uchovať 32 000 vzoriek. Meranie sa automaticky preruší, keď je táto pamäť vyčerpaná. Pri USB komunikácii nie je počet vzoriek obmedzený, keďže sa dáta ukladajú priamo do PC cez Coach 7, avšak frekvencia zberu nesmie prekročiť 10 000 Hz a prenos dát nesmie byť pomalší ako ich generovanie, čo môže závisieť aj od použitého USB kábla.

Prostredníctvom Bluetooth komunikácie vieme rovnako zbierať dáta v reálnom čase, avšak s maximálnou frekvenciou 2 000 Hz pri jednom senzore a 1 000 Hz pri dvoch. Pri prekročení týchto limitov sa dáta ukladajú do vnútornej pamäte a platí limit 32 000 vzoriek. (Kedzierska, 2019b)

WiLab sa dá kúpiť na oficiálnej stránke firmy CMA za 198 eur. (CMA, 2020f)

1.3.4 Senzory

Firma CMA vyrába tri typy senzorov.

CMA BT (konektor British Telecom): V ponuke sú senzory zrýchlenia, vodivosti, prúdu, napätia, sily, magnetického poľa, pohybu, tlaku, zvuku, teploty, radiácie a mnoho ďalších. Všetky senzory sú pripravené na okamžité použitie. Sú kompatibilné so systémami VinciLab, WiLab, CoachLab II/II + a ďalšími. Cena senzorov sa pohybuje od 16 do 412 eur za kus. (CMA, 2020a)

ML senzory: ML senzory konvertujú namerané hodnoty do digitálnych. Používa ich iba systém MoLab. Ponuka senzorov je oproti BT trochu menšia. Cena sa je od 15 po 232 eur za kus. (CMA, 2020c)

USB senzory: Tieto senzory sa dajú pripojiť priamo k PC bez použitia meracieho interfejsu. Momentálne sú to senzor pohybu a spektrometer. (CMA, 2020d)

Počítačom podporované experimenty sú veľkým obohatením vyučovania fyziky, nakoľko nám dávajú možnosť robiť veľmi presné merania a merať aj pomerne zložité javy. Práca s meracími systémami tiež rozvíja digitálnu gramotnosť žiakov. Príprava a realizácia takýchto experimentov rozvíja spôsobilosti vedeckej práce a vie žiakov zaujať a nadchnúť.

V ďalšej kapitole sa venujem platforme Arduino a možnostiam, ktoré nám ponúka v súvislosti s počítačom podporovanými experimentami.

2 Platforma Arduino

Arduino je vývojová doska určená pre začiatočníkov na vytváranie interaktívnych samostatne funkčných objektov alebo zariadení spolupracujúcich s počítačom. Je vhodné pre umelcov, dizajnérov a ďalších, ktorí chcú zabudovať výpočtovú techniku do svojich dizajnov bez toho, aby sa najprv museli stať elektroinžiniermi. (Banzi, 2015)

Jednoducho povedané, je to malá počítačová riadiaca jednotka, s programovateľnou vnútornou pamäťou, do ktorej používateľ nahrá kód, pomocou ktorého ovláda jednotlivé časti obvodu.

2.1 Vznik a vízia

Arduino vytvoril tím inžinierov v talianskom meste Ivrea v roku 2005 na báze mikrokontroléra ATMega. Pôvodným zámerom bolo vytvoriť platformu, s ktorou budú môcť študenti elektrotechniky pracovať a vytvárať svoje projekty.

"Keďže cieľom bolo vytvoriť rýchlo a ľahko dostupnú platformu, (autori) mali pocit, že najlepšie bude otvoriť projekt toľkým ľuďom, koľko bude len možné." (Kushner, 2011)

Výsledkom bolo, že Arduino spravili ako open-source. "Open-source (v preklade "otvorený zdroj") hardvér zdieľa veľa z princípu a prístupu voľného a open-source softvéru. Presnejšie, veríme, že ľudia by mali mať možnosť študovať náš hardvér a porozumieť ako pracuje, robiť zmeny, a zdieľať tie zmeny. Aby sme tomu pomohli, zverejnili sme všetky originálne dizajnové súbory (Eagle CAD) pre Arduino hardvér. Tieto súbory sú pod licenciou Creative Commons Attribution Share-Alike, ktorá dovoľuje osobné aj komerčné použitie, kým dajú kredit Arduinu a zverejnia svoje dizajny pod rovnakou licenciou. Arduino softvér je takisto open-source." (Arduino, 2020a)

Open-source softvér je softvér dostupný na voľné použitie, originálny program môže byť hocikým zmenený. (Cambridge Dictionary, 2020)

Autori si dali za cieľ vytvoriť dostupnú platformu, ktorá by nikoho neodradila svojou cenou a ako strop si dali predajnú cenu 30 dolárov. "*Malo to byť ekvivalentom večere s priateľmi v pizzérii.*" hovoril Massimo Banzi, hlavná postava za vznikom Arduina. (Kushner, 2011)

Dnes sa Arduino teší obrovskej popularite, pričom práve vďaka filozofii open-source môže ktokoľvek vytvárať a zdieľať svoje vynálezy a podporovať tak stále rastúcu komunitu amatérskych vynálezcov. Takisto je možné pomocou Arduina vytvárať komerčné produkty, tie však musia nasledovať rovnakú filozofiu (a byť pod rovnakou licenciou), teda dovoliť ľuďom rozoberať ich, skúmať a upravovať podľa svojej potreby.

2.2 Dostupnosť

Spoločnosť Arduino LLC má oficiálnu web stránku (www.arduino.cc), kde sa dajú zakúpiť rôzne verzie dosky ako aj užitočné príslušenstvo. Avšak existuje aj veľké množstvo tzv. klonov (identických zariadení predávaných inými firmami), ktoré sa dajú kúpiť aj za menej ako 5 eur. V duchu svojej filozofie vám však dokonca sami tvorcovia ponúkajú možnosť postaviť si vlastné Arduino. Venovali tomu sekciu na svojej webstránke (Arduino, 2020d), kde poskytli zoznam súčiastok, schému aj návod. Všetky tieto súbory podliehajú licencii Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5.

Dosiek je mnoho verzii, líšia sa veľkosťou, výkonom a funkciami, ktoré závisia od pridaných komponentov. Napríklad maličká verzia Arduino Nano s rozmermi 18x45 mm, ktorá môže byť súčasťou drona alebo hračkárskeho robota, alebo Arduino MKR WiFi 1010 s Wi-Fi a Bluetooth senzorom na riadenie inteligentnej domácnosti. V mojom projekte digitálneho teplomera používam základnú, takpovediac začiatočnícku, verziu Arduino UNO.

Práca s elektronikou a vytváranie vlastných zariadení sa môže zdať človeku bez skúseností značne odstrašujúca, ale práve preto existujú knihy špecializované na Arduino, ktoré učia základy elektroniky a programovania a obsahujú podrobné návody. Obrovské množstvo stránok zameraných na DIY (Do it yourself / Urob si sám) ponúka návody a kreatívne projekty, ktoré nadšení vynálezcovia vytvorili a zdokumentovali pre ostatných, a ktoré dokáže nasledovať aj úplný začiatočník. Portál YouTube je plný videotutoriálov a inšpiratívnych projektov od ľudí z celého sveta. Na fórach (napríklad priamo na oficiálnej stránke <u>https://forum.arduino.cc</u>) môžete položiť otázku a takmer isto sa nájde niekto ochotný a skúsený, kto vám ju pomôže zodpovedať. Obvykle však trvá nejaký čas, kým je človek natoľko skúsený, aby vôbec dokázal položiť otázku, ktorá ešte zodpovedaná nie je. Pravdepodobne bude stačiť len pohľadať odpoveď na internete.

2.3 Doska Arduino UNO

Definujeme niekoľko pojmov:

- Pin konektor. Otvor alebo kolík, kam sa pripája iný (komplementárny) konektor.
- Input / output pin Vstupno výstupný pin. Znamená to, že dokáže prijímať signál alebo ho posielať. V kóde sa tieto dve funkcie rozlišujú príkazom, digitalRead() alebo digitalWrite(), analogicky pre analógový signál analogRead() a analogWrite().
- Mikrokontrolér jednočipový počítač. Integrovaný obvod, ktorý typicky obsahuje flash pamäť na ukladanie kódu, a operačnú pamäť RAM na uloženie aplikačných premenných.





Arduino UNO je základná doska, vhodná pre začiatočníkov. Umiestnenie jednotlivých prvkov vidno na obr. 4.

Z čoho sa skladá

Opíšem niekoľko základných komponentov, s ktorými budeme pracovať. Ich polohou sa nebudem bližšie zaoberať, identifikovať jednotlivé piny je jednoduché, nakoľko sú označené skratkami priamo na doske.

14 digitálnych pinov – dokážu prijímať alebo posielať logickú hodnotu 0 alebo 1, vo forme napätia LOW (0V) alebo HIGH (5V). Označené sú číslami 0 – 13.

6 analógových i/o pinov – dokážu posielať alebo prijať analógový signál a skonvertovať ho na digitálnu hodnotu, ktorú môže prečítať a spracovať mikrokontrolér. Označené sú číslami 0-5.

Napájací konektor – sieťový adaptér 2.1 mm.

USB konektor – obvykle sa jedná o konektor USB typu B, ale klony sa dajú ľahko zohnať aj s konektormi USB-mini, USB-micro, či USB-C. Podstatné je mať príslušný kábel, a teda dokázať pripojiť Arduino k PC.

Reset tlačidlo – stlačením Reset tlačidla sa reštartuje program, ktorý na Arduine beži. Ak je tlačidlo nedostupné, to isté sa dá dosiahnuť pripojením vlastného Reset tlačidla na Reset pin.

Napájanie

Arduino UNO sa dá napájať z USB, externého adaptéru jednosmerného napätia alebo batériou. Adaptér sa dá pripojiť pomocou 2.1mm konektora na doske. Kontakty batérie sa dajú pripojiť na Vin (Voltage In) a GND (Ground) piny.

Externý adaptér môže mať napätie 6 V – 20 V, odporúčaný rozsah je 7 V – 12 V.

Pamäť

Arduino UNO používa mikročip ATmega328 s 32 kb pamäte, z čoho 0,5 kb zaberá bootloader. (Arduino, 2020b) Do tejto pamäte sa nahrá kód.

Ako sa používa

Arduino dokáže ovládať digitálne a analógové vstupno-výstupné piny. Zapojíme teda obvod podľa potreby, pripojíme príslušné kontakty na piny. Energiu do obvodu dostaneme

z 5V alebo 3,3V pinu a uzatvoríme ho do pinu GND. Všetky ground (GND) piny na Arduine sú rovnocenné.

Ďalší krok je nahrať do Arduina kód. Arduino musí byť pripojené do PC a nakonfigurované v príslušnom porte v programe Arduino IDE. Tomu procesu sa bližšie venujem v kapitole 3 – Softvér. Pre túto dosku treba v IDE zvoliť "Arduino/Genuino Uno", a zvoliť treba port, v ktorom je pripojené Arduino (typicky je na výber iba jeden port).

Keď je kód nahratý, čo by malo trvať niekoľko sekúnd, Arduino začne pracovať. Zastaviť ho môžeme odpojením od zdroja, spustiť program odznovu môžeme stlačením tlačidla Reset.

2.4 Programovanie – softvér Arduino IDE

IDE je skratka pre "Integrated Development Environment", v preklade "Integrované vývojové prostredie". Napísaný je v jazyku Java. Pôvodne vznikol z výukového prostredia Processing upraveného pridaním niekoškých funkcií a podporou jazyka Wiring. (Voda, 2017 s. 23)

Program Arduino IDE je open-source, zdrojový kód je zverejnený na stránke <u>https://github.com/arduino/Arduino/</u>. Je to cross-platformová aplikácia, teda pobeží na operačných systémoch Windows, Linux aj Mac. Používateľ v ňom napíše kód, ktorý chce, aby bežal na Arduine, a nahrá ho do pamäte mikrokontroléra.

Programovať Arduino sa dá aj bez inštalovania IDE, a to prostredníctvom webového editoru, ktorý je ale inak takmer identický. Dá sa tiež nepoužívať žiaden Arduino softvér a spraviť si vlastné programy použitím AVR C alebo C++. (Arduino, 2020c) Web editor sa nachádza na linku <u>https://create.arduino.cc/editor/</u>

Prostredie IDE

Prostredie Arduino IDE (obr. 5) obsahuje textový editor na písanie kódu, oblasť správ, toolbar s menu a toolbar (nástrojovú lištu) s tlačidlami.

Programy vytvorené v Arduino IDE sa nazývajú náčrty (skeče - sketches) a ukladajú sa s príponou .ino.

Tlačidlami Verify a Upload sa dá kód v hlavnom okne skontrolovať a tiež nahrať do Arduina, v prípade, že je bez chýb a máme správne pripojenú dosku. Tlačidlá New, Open a Save vytvárajú, otvárajú a ukladajú skeče.



Obr. 5 Okno Arduino IDE

Oblasť správ dáva spätnú väzbu pri ukladaní a exportovaní a tiež zobrazuje ukazuje chybové hlásenia.

Ak je funkčná komunikácia medzi doskou a programom, po kliknutí na ikonu lupy sa otvorí Serial Monitor (v slovenskej verzii preložené ako Monitor sériového portu). Cez Serial Monitor sa dá komunikovať s bežiacim programom v Arduine - posielať mu údaje, alebo ich preberať. Napríklad keď nám senzor niečo meria, môžeme si v Arduine hodnoty nechať vypisovať do sériového portu a prijaté údaje v PC zobrazovať pomocou Serial Monitoru (obr. 6).

Pre zabezpečenie komunikácie je potrebné nastaviť typ dosky, ktorú používame. To sa robí cez tlačidlo **Tools → Board** a pre Arduino UNO vyberieme možnosť Arduino/Geniuno UNO.

									ø
			/dev	/ttyUSB0				- o x	
								Send	
955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 966 967 968	605.61 606.25 606.89 607.52 608.16 608.80 609.43 610.07 610.71 611.34 611.98 612.62 613.25 613.89	33, 38 33, 31 33, 25 33, 25 33, 19 33, 19 33, 19 33, 19 33, 19 33, 19 33, 10 33, 00 33, 00 33, 00 33, 00 32, 94							
969	614.53	32.81 imestamp			Newline	▼ 9600	baud	▼ Clear output	

Obr. 6 Okno Serial Monitor v Arduino IDE

Arduino IDE je preložené do viac ako 50 jazykov vrátane slovenčiny, zmenia sa však iba názvy tlačidiel a položiek menu, programovanie ostáva rovnaké.

Programovanie

Arduino IDE používa "jazyk" C/C++, respektíve skupinu funkcií z neho. Základná syntax zodpovedá C, a kód má dve hlavné časti: funkciu setup() a funkciu loop(). Obe predchádza slovo "void", čo znamená, že sa bude jednať o funkciu, ktorá nevracia žiadnu hodnotu. Názov funkcie nasleduje dvojica okrúhlych zátvoriek "()" na parametre, ako určuje syntax C, a zložené zátvorky "{}" v ktorých je telo funkcie, teda príkazy, ktoré sa majú vykonať. Obe tieto funkcie musia byť súčasťou programu, inak sa neskompiluje a vyhlási chybu.

Okrem toho môžeme obdobne definovať vlastné funkcie, inicializovať premenné, či vkladať knižnice.

void setup(){}

Medzi zložené zátvorky sa v tomto bloku píše kód, ktorý sa vykoná len raz, na začiatku programu. To znamená po pripojení napájania, stlačení tlačidla Reset, alebo nahratí kódu do Arduina. V tejto časti je vhodné napríklad zadefinovať premenné, či nastaviť módy pinov.

void loop(){}

Do zložených zátvoriek funkcie loop sa píše kód, ktorý sa bude opakovať neustále dokola až do odpojenia napájania, reštartu, alebo nahratia nového programu. (Voda, 2018 s. 24)

Poznámky

Všetok text v riadku za

//

je komentár, alebo inak povedané poznámka. Program bude tento text úplne ignorovať. Píšu sa tam prevažne vysvetlivky ku kódu.

Knižnice

Knižnica poskytuje nové funkcie, napríklad na prácu so špeciálnym hardvérom, alebo manipuláciu s dátami. Dajú sa importovať cez Sketch → Import Library . Knižnicu do programu zaradí výraz

#include

na začiatku skeču. Knižnica sa bude kopírovať na dosku spolu s kódom, takže program bude v Arduine zaberať viac pamäte.

Niekoľko základných knižníc je predinštalovaných v IDE, iné sa dajú doinštalovať kliknutím na Tools → Manage Libraries . Tomto procesu sa bližšie venujem v časti 3.2.3 Inštalovanie knižníc.

Príklady

IDE má predpripravených niekoľko skečov ako ukážku kódu. Dajú sa otvoriť cez

File \rightarrow Examples \rightarrow Build-in Examples

Nachádza sa tam niekoľko príkladov roztriedených do kategórií, napríklad **01.Basics** \rightarrow **Blink** (žmurkanie), ktoré obsahuje kód, ktorý nechá Arduino v sekundovom intervale zapínať a vypínať vstavanú LED diódu.

Konkrétnemu programovaniu sa venovať nebudem, nakoľko to nie je cieľom tejto práce. Kód, ktorý bude nahratý do Arduina pri vyrábaní digitálneho teplomera je súčasťou práce.

2.5 Arduino na vyučovaní

Arduino sa dá kúpiť za pár eur a pri vytváraní projektov nám pomôže obrovská komunita nadšencov na internete. Je výborným spojením elektroniky a programovania, s možnosťou vytvárať plne funkčné produkty, kde najväčšou limitáciou sú fantázia a trpezlivosť. Arduino je ideálne pre záujmové krúžky, elektrotechnické školy, či vyučovanie techniky na druhom stupni v rámci disponibilných hodín.

Príkladom podobného projektu je Micro:bit od britskej BBC, vytvorený ako podpora digitálneho vzdelávania. V roku 2016 dostalo svoj vlastný Micro:bit približne milión žiakov Spojeného kráľovstva. Podobne ako Arduino, je to malá programovateľná platforma, ktorá je ale prispôsobená deťom. Napríklad umožňuje blokové programovanie a má niekoľko vstavaných prvkov, ako dve tlačidlá, 5x5 px Led displej či Wi-Fi modul. Dalo by sa povedať, že je to zjednodušené, atraktívnejšie Arduino.

Podobné projekty majú veľký potenciál a budúcnosť na vyučovaní informatiky či techniky, nakoľko sa digitálne technológie stávajú stále väčšou súčasťou nášho každodenného života a spoločnosť smeruje k čoraz väčšej automatizácii.

Arduino je na vyučovaní prírodovedných predmetov tiež využiteľné v podobe meracieho systému. Na trhu je veľká ponuka zaujímavých senzorov. Keď nájdeme taký, ktorý nás zaujíma, treba zistiť ako sa zapája a či k nemu existujú knižnice. Ak áno, sme na polceste k meraciemu prístroju.

Ako príklad uvediem niekoľko senzorov dostupných na stránke <u>www.techfun.sk</u> spolu s ich cenami (aktuálne k 12.2.2020).

Fotorezistor	0,2 eur
senzor napätia	0,7 eur
senzor zrážok a výšky vodnej hladiny	0,9 eur
senzor dotyku	1,1 eur
snímač srdcového pulzu	3.5 eur

senzor teploty	1,2 eur
infračervený senzor prekážok	1,3 eur
ultrazvukový senzor vzdialenosti	1,9 eur
senzor zvuku	1,5 eur
senzor kolízie	1,5 eur
senzor vlhkosti a teploty	1,8 eur
senzor pohybu	1,9 eur
senzor vlhkosti pôdy	2 eur
gyroskop/akcelerometer	2,8 eur
senzor teploty a tlaku vzduchu	2,9 eur
senzor magnetického poľa (Hallov efekt)	1,6 eur

Príkladom využitia Arduina ako fyzikálneho laboratória je aj projekt uskutočnený vo Francúzsku na Université Paris-Sud, kedy študenti tretieho ročníka v odbore fyzika vytvárali vlastné experimentálne zostavy na báze Arduina. Za výhody Arduina považujú autori nízku cenu, flexibilitu, a hlavne jeho open-source povahu, ktorá medzi študentami podnecuje zdieľanie nápadov a kreativitu. "*Hlavným pedagogickým cieľom otvorených projektov je byť realistickým úvodom do experimentálnej fyziky: aj keď je porozumenie študovaného fenoménu dôležité, zameranie je viac na to, ako vykonávať vedeckú štúdiu a schopnosti, ktoré to vyžaduje, od konceptu experimentu po analýzu výsledkov. Študenti dostanú úplnú experimentálnu autonómiu a môžu si vybrať ktorú fyzikálnu tému chcú študovať: ich úlohou je postaviť experimentálnu zostavu od základu a zrealizovať experimenty podľa svojho uváženia.*" (Bouquet, 2017) Študentské projekty boli napríklad meranie elektrickej vodivosti zmesi kovu a skla (s pomocou Arduino analógového vstupu), rýchlosti zvuku (s použitím elektretového mikrofónu), či magnetizácie v závislosti od poľa pre rôzne feromagnetické materiály (Hallov senzor). O aparáte na báze Arduina píšu aj U. Sari a T. Kirindi z Tureckej Kırıkkale University. Vytvorili podrobný návod na experiment sledovania závislosti elektrického odporu od teploty a definovanie elektrického koeficientu vodiča. Svoju zostavu (obr. 7) prezentujú ako nízko-nákladovú alternatívu fyzíkálneho laboratória. (Sari, 2019)



Obr. 7 *Schéma zapojenia experimentálnej zostavy*, zdroj: <u>https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/843060</u>

Ako je vidieť, existuje veľa možností využiť Arduino na vyučovaní. Prekážkou využitia vlastnoručne vyrobených meracích prístrojov môže byť malá skúsenosť učiteľov s elektrotechnikou a programovaním. Preto venujem ďalšiu kapitolu mojej práce podrobnému návodu na zostrojenie digitálneho teplomera.

3 Digitálny teplomer z Arduina

Vytvorila som dva varianty digitálneho teplomera, obidve rozpracované samostatne.

Prvá je pre sekvenčné meranie s pripojeným PC, kedy program zaznamenáva veľa hodnôt, meranie je spustené tlačidlom a po skončení sa dáta zo Serial Monitoru dajú skopírovať a ďalej spracovávať napríklad v tabuľkovom procesore.

Druhým variantom je autonómny teplomer. K Arduinu pripojíme okrem teplotného senzora aj LCD displej, na ktorom sa bude v reálnom čas zobrazovať nameraná teplota. Toto zariadenie nemusí byť pripojené k počítaču. Ak Arduino pripojíme namiesto k napájaciemu adaptéru k batérii, bude fungovať ako samostatný prístroj a dá sa zobrať kamkoľvek "do terénu".

Softvérové požiadavky sú rovnaké pre obidve verzie teplomera, hardvér sa líši dvoma súčiastkami.

3.1 Hardvér

Arduino Uno

Obr. 8, základná verzia vývojovej dosky od spoločnosti Arduino sa dá kúpiť na oficiálnej stránke za cca 20 eur, rôzne klony (funkčne rovnocenné) sa dajú kúpiť aj na Slovensku na stránke <u>https://www.gme.sk/klon-arduino-uno-r3-atmega328p-ch340-mini-usb</u>

alebo prostredníctvom portálu Ebay za cca 5 eur.



Obr. 8 Doska Arduino UNO, zdroj: https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3

Kábel na pripojenie Arduina k PC cez USB.

Kábel je obvykle dodávaný priamo s Arduinom. Ak nie, treba si ho zohnať podľa konektora na Arduine. Najrozšírenejšie sú varianty s USB-mini, USB-micro, a USB typu B. USB káble sa navzájom líšia iba konektorom, inak sú úplne rovnocenné.

Breadboard – Kontaktné pole

Obr. 9, doska na pospájanie častí obvodu. Breadboard použitý v mojej schéme, a tiež ten na obrázku 9, má spojené kontakty pozdĺž červenej a modrej čiary, a potom vnútri dosky kolmo, vždy po piatich. Dostupné na: <u>https://techfun.sk/produkt/nepajive-pole-400-bodov/</u>



Obr. 9 Kontaktné pole, zdroj: https://www.circuitspecialists.com/wb-801.html

Senzor teploty DS18B20

Dostupný na: https://techfun.sk/produkt/samostatny-senzor-teploty-ds18b20/

Senzor DS1820 meria teplotu termistorom, teda súčiastkou, ktorá mení svoj odpor v závislosti od teploty. Túto informáciu v sebe senzor spracuje pomocou zabudovaného mikročipu a cez dátový pin pošle Arduinu v podobe binárneho kódu. Teda nie hodnotu napätia, ale už vyhodnotené číslo, s ktorým ďalej v Arduine pracuje knižnica DallasTemperature. Tento tepelný senzor sa dá zohnať ako samostatný čip, alebo vložený do kovovej tyčky s káblom. Odporúčame používať druhý typ, nakoľko je odolnejší.

Podľa datasheetu k tejto súčiastke,

rozmedzie teplôt je -55°C až 125°C

presnosť v intervale -10°C až 85°C je ±0.5°C

(Maxim Integrated Products, 2019)



Obr. 10 Senzor teploty DS1820,

zdroj: https://lastminuteengineers.com/ds18b20-arduino-tutorial/

Na obr. 10 sú dva varianty, spolu s popisom kontaktov. GND sa zapája na ground, VDD na napájací zdroj, v našom prípade na pin +5V na Arduine. DQ označuje dátový vodič. (LastMinuteEngineers, 2020)

Rezistory	4.7KΩ Four Bands		10KΩ Four Bands	
4.7 kΩ	4 7 ×100	±5%	1 0	×1K ±5%
10 kΩ	More at resisto.rs	220Ω	A	sisto.rs
220 Ω		Pour Bands	15%	
Farebné kódy vidno na obr. 11.		More at resisto.rs	13%	

Obr. 11 Farebné kódy rezistorov, zdroj: http://resisto.rs

Vodiče

Obr. 12. Dostupné na: https://techfun.sk/produkt/kabliky-40-kusov-30-cm-m//



Obr. 12 *Vodiče*, zdroj: <u>https://www.exploringarduino.com/wp-</u> content/uploads/2013/05/45040-dscn0624-400x300.jpg

LCD display 16x2 – použité vo variante 2 (digitálny ukazovateľ teploty) Obr. 13. Dostupné na: <u>https://techfun.sk/produkt/display-lcd-16x2-tmavomodre-podsvietenie/</u>



Obr. 13 *16x2 LCD displej*, zdroj: <u>https://www.diyelectronics.co.za/store/6765-</u> <u>thickbox_default/lcd-display-16x2-white-on-blue.jpg</u>

Tlačidlo – použité vo variante 1 (sekvenčné meranie teploty)

Obr. 14. Dostupné na: https://techfun.sk/produkt/tlacidlo-s-nasadou/



Obr. 14 *Tlačidlo*, zdroj: <u>https://electrosome.com/wp-content/uploads/2012/12/Push-Button-</u> Switch.jpg

3.2 Softvér

- Arduino IDE
- Dallas Temperature (Arduino knižnica)
- One Wire (Arduino knižnica)

3.2.1 Inštalácia Arduino IDE

Prostredie Arduino Integrated Development Environment (Integrované vývojové prostredie Arduino) si stiahneme zo stránky <u>https://www.arduino.cc/en/Main/Software</u>

Stiahneme si verziu pre náš operačný systém a nainštalujeme ju. Spustíme Arduino IDE.

Ďalší krok, nastavenie komunikácie medzi PC a doskou Aduino, sa líši pre rôzne operačné systémy. Uvedieme štandardné riešenie pre Linux a Windows.

Windows 8.1 a novšie

Pripojíme Arduino do PC pomocou USB kábla.

Nastavíme v prostredí IDE našu dosku. Klikneme na

Tools → Board: → Arduino/Genuino Uno

Vyberieme port na ktorý je pripojené Arduino

Tools \rightarrow **Port** \rightarrow **COM6**

Tu treba vybrať správny port, ak je na výber iba jeden, COM a čislo, to je ten správny. V prípade, že ich máme viac, alebo pracujeme s viacerými Arduinami, stačí Arduino odpojiť/zapojiť, a pozrieť sa, čo sa v ponuke zmenilo.

Teraz je čas otestovať, či naše PC komunikuje s Arduinom.

Linux (testované na Xubuntu 18.04.3 LTS)

Pre inštaláciu stači rozbaliť .tar.gz súbor, ktorý stiahneme z hore uvedeného linku, a po rozbalení spustiť skript Install.sh. Do terminálnu napíšeme:

cd */cesta do priečinka so skriptom/* sudo sh Install.sh

a samozrejme heslo.

Pre fungovanie komunikácie s Arduinom treba ešte pridať príkazy:

```
sudo usermod -a -G tty *username*
```

sudo usermod -a -G dialout *username*

kde za *username* treba napísať meno aktuálneho používateľa.

Toto zabezpečí, že je používateľ pridaný do skupín *dialout* a *tty*, a bude mať práva komunikovať s Arduinom cez príslušný port. Môže byť potrebné odhlásiť sa, prípadne reštartovať PC.

3.2.2 Test komunikácie Arduina s našim PC cez USB port

Vyberieme si ukážku programu kliknutím na

File \rightarrow Examples \rightarrow 01. Basics \rightarrow Blink

Objavil sa nám v okne jednoduchý kód. Nahráme ho do Arduina kliknutím na tlačidlo UPLOAD.

Ak sa neobjavila žiadna chyba, je naša doska pripojená, a pripravená na použitie. Maličká LED dióda na Arduine by mala blikať jedenkrát za sekundu.

Ak sa chyba objavila, nevieme poskytnúť univerzálne riešenie. Arduino IDE je open source softvér a neustále sa vyvíja, rovnako ako hardvér a operačné systémy. Nekompatibilita môže nastať, avšak je vysoko pravdepodobné, že už ju niekto na internete vyriešil, stačí to dohľadať. My ďalej predpokladáme, že Arduino je pripojené a schopné komunikácie.

3.2.3 Inštalovanie knižníc

Máme nainštalované Arduino IDE, ale na prácu s teplotným senzorom (DS1820), ktorý budeme používať, budeme potrebovať ešte dve knižnice: Dallas Temperature a OneWire. V tomto kroku potrebujeme byť pripojení na internet. Klikneme na

Sketch \rightarrow Include Library \rightarrow Manage Libraries

Otvorilo sa nám nové okno Library Manager. Do vyhľadávacieho okna napíšeme **Dallas Temperature** a klikneme na tlačidlo **Install** prislúchajúce výsledku s návom Dallas Temperature.

Postup zopakujeme pre knižnicu OneWire.

Prostredie máme pripravené, môžme začať tvoriť konkrétny projekt.

3.3 Sekvenčné meranie teploty

Prvá verzia digitálneho teplomera je zariadenie na meranie teploty počas časového intervalu. Meranie sa spúšťa a zastavuje stlačením tlačidla a namerané hodnoty sa vypisujú do Serial Monitoru, ktorý je súčasťou Arduino IDE. Odtiaľ ich používateľ môže odčítavať, alebo po skončení merania skopírovať a používať ďalej podľa potreby.

Formát, v ktorom sa hodnoty zobrazujú v Serial Monitore, bude nasledovný:

čas teplota

Nové meranie prebehne približne každých 300 milisekúnd, tento interval sa dá predĺžiť zvýšením premennej vo funkcii delay().

Hardvér:

- Arduino Uno
- breadboard
- tlačidlo
- káble
- DS1820 (senzor teploty)
- USB kábel k Arduinu
- $4.7 \text{ k}\Omega \text{ rezistor}$
- 10 kΩ rezistor

Súčiastky zapojíme podľa schémy na obr. 15.



Obr. 15 Schéma variantu 1

Priamo na Arduino pôjdu štyri káble. 5V a GND podľa schémy zapojíme do breadboardu. Na pin 2 zapojíme stredný (dátový) kontakt teplotného senzora, a pomocou 4,7 k Ω rezistora na 5V. Na pin 7 tlačidlo, rezistor použitý pri tlačidle má 10 k Ω .

Ďalším krokom je vytvorenie programu v Arduino IDE.

Kód sa nachádza v prílohe, alebo na:

http://davinci.fmph.uniba.sk/~kundracik1/arduino/arduino_teplomer.html

ako variant 1. Po nahratí kódu do Arduina otvoríme Serial monitor, buď klávesovou skratkou **Ctrl + Shift + M**, kliknutím na ikonu lupy alebo kliknutím na

Tools \rightarrow Serial Monitor

Po stlačení tlačidla sa začnú objavovať hodnoty (obr. 16). Obr. 16 obsahuje ešte číslo meraného údaju, takýto výpis sa dá zapnúť odkomentovaním jedného riadku v programe.

Ďalšie stlačenie tlačidla meranie zastaví, program je pripravený začať nové meranie s časom od nuly (toto si však používateľ môže prepísaním kódu zmeniť podľa aktuálnej potreby).

Dáta sa zo Serial Monitoru dajú jednoducho skopírovať, používateľ s nimi môže naložiť ako uzná za vhodné, uložiť do textového súboru, alebo z nich vytvoriť graf v tabuľkovom procesore.

<u>Eile E</u> dit <u>S</u> ketch <u>T</u> ools <u>H</u> elp				
			2	
output_na_kopirovanie §				
String str; woid setup(woid)				
	<u>©</u>	/dev/ttyUSB0	- = ×	
<pre>// Start serial communication for debugging pu Serial.begin(9600); </pre>	955 605.61 33.38 956 606.25 33.31		Send	
<pre>// Start up the library sensors.begin(); pinMode(buttonPin, INPUT); }</pre>	957 606.89 33.25 958 607.52 33.25 959 608.16 33.19			Π
<pre>void loop(void){</pre>	961 609.43 33.19 962 610.07 33.13			
<pre>B_read = digitalRead(buttonPin); if (P_read == UTCU) {</pre>	963 610.71 33.06 964 611.34 33.06 965 611.98 33.00			
<pre>Serial.println("button_press");</pre>	966 612.62 33.00 967 613.25 32.94		0	
else {x = 1; T = millis()/1000.C delay(300); }	969 614.53 32.81			
	Autoscroll Show timestamp		Newline v 9600 baud v Clear output	
<pre>if (x == 1) { cas = millis()/1000.0; c = (cas T); sensors.requestTemperatures(); Serial.print(String(n) + " '); Serial.print(String(c) + " '); Serial.print(n(sensor, getTempCByIndex(0));</pre>				
}				
	······			
Sketch uses 9236 bytes (28%) of program storage Slobal variables use 290 bytes (14%) of dynamic	space. Maximum is 32256 bytes. nemory, leaving 1758 bytes for local variables. Maximu	m is 2048 bytes.		
26			Arduina/Genuino Uno on /dev/ttyUSB	0

Obr. 16 Hodnoty namerané senzorom teploty v Serial Monitore



Obr. 17 Zapojenie variantu 1

Časté problémy:

teplomer ukazuje -127 stupňov

Riešenie: zlý kontakt na tepelnom senzore, treba skontrolovať ako sú súčiastky pripojené. Dobrý spôsob, ako sa vyhnúť tejto chybe, je priletovať kontakty senzora na hrubší káblik, s ktorým sa bude ľahšie manipulovať a nebude vypadávať z breadboardu.

Meranie nezačalo / neprerušilo sa

Riešenie: tlačidlo nezaregistrovalo zmenu, treba ho stlačiť silnejšie.

3.4 Digitálny teplomer

Druhá verzia teplomera využíva LCD displej, na ktorý sa zobrazuje aktuálna hodnota nameraná senzorom. Dôležitá výhoda tohto zapojenia je, že po prvotnom nahratí kódu do Arduina už nebudeme počítač potrebovať. Ak pripojíme Arduino na externý zdroj napätia, môžme si teplomer zobrať do terénu.

Hardvér:

- Arduino Uno
- breadboard
- káble
- DS1820 (senzor teploty)
- USB kábel k Arduinu
- $2x 4.7 \text{ k}\Omega$ rezistor
- 220 Ω rezistor
- LCD displej 16x2

Zapojenie LCD displeja:

Displej má 16 pinov, ktoré majú rôznu funkciu. Prácu väčšiny z nich za nás bude riadiť knižnica LiquidCrystal, avšak dôležité je správne ich zapojiť.

Zl'ava doprava sú to:

GND	uzemnenie displeja
5V	napájanie displeja z napätia 5V
Kontrast	podľa napätia na tomto pine bude display zobrazovať

	text. Príliš vysoký odpor spôsobí nevýrazné písmená, a príliš nízky biele obdĺžniky.			
RS (Register select)	kontrolný pin, ktorý za nás bude riadiť knižnica LiquidCrytal. Posiela binárne buď 0 = nastavujeme kurzor, alebo 1 = vypisujeme na display			
RW (Read / write)	1 alebo HIGH (alebo napätie) na tomto pine znamená čítanie z registrov, a 0 znamená písanie. My chceme len písať, pin pripojíme na GND.			
E (enable writing to registers)	zabezpečuje komunikáciu displeja s knižnicou.			
D0 - D7	 - 8 bitov ktorými posielame znaky v ASCII kóde (8 núl alebo jednotiek). Dá sa používať 8 bitový alebo iba 4 bitový, kedy každý pin musí poslať dva bity informácie, a je teda pomalší. Nám bude stačiť 4-bit. 			
Anóda	Zabezpečujú intenzitu podsvietenia displeja			
Katóda				

(Electronicsforu, 2018)



Obr. 18 Schéma variantu 2

Zapojíme súčiastky podľa obr. 18. Dva rezistory sú 4.7 k Ω , a rezistor na anóde (úplne napravo) je 220 Ω . Farebné kódy rezistorov na obrázku sú správne. Program sa nachádza opäť v prílohe a na

http://davinci.fmph.uniba.sk/~kundracik1/arduino/arduino_teplomer.html

Ako variant 2. Nahráme ho do Arduina, a teplota by sa mala začať zobrazovať na displeji.



Obr. 19 Zapojenie variantu 2

Na obr. 19 možno vidieť hotové zariadenie. Dá sa používať ako externý teplomer. Arduino pripojené k PC berie energiu z PC cez USB, ale ak by sme ho pripojili na iný zdroj napätia, bude naďalej merať teplotu, keďže na svoje fungovanie už PC vôbec nepotrebuje.

Časté problémy:

teplomer ukazuje -127 stupňov

Riešenie: zlý kontakt na tepelnom senzore, treba skontrolovať ako sú súčiastky pripojené. Dobrý spôsob ako sa vyhnúť tejto chybe je priletovať kontakty senzora na hrubší káblik, s ktorým sa bude ľahšie manipulovať, a nebude vypadávať z kontaktného poľa.

Displej nič nezobrazuje, displej zobrazuje biele obdĺžniky

Riešenie: pravdepodobne chybne zapojený pin na nastavenie kontrastu. Treba skontrolovať, či má správny odpor, alebo skúsiť použiť iný rezistor.

Displej má nevhodný jas

Riešenie: treba vymeniť rezistor pri anóde. Aj tie isté displeje, tak povediac z tej istej továrne, môžu mať rôzne vlastnosti a vhodný rezistor pre jednu súčiastku nemusí byť ideálny pre druhú súčiastku.

4 Využitie digitálneho teplomera na vyučovaní

Podľa Štátneho vzdelávacieho programu by sa mali žiaci základných škôl na Slovensku v siedmom ročníku venovať téme teplo, teplota, a premeny skupenstva látok.

4.1 Teplomer na sekvenčné meranie

Súčasťou obsahového štandardu pre 7. ročník pre témy Teplota. Skúmanie premien skupenstva látok je okrem iného:

- meranie času
- meranie teploty v priebehu času
- graf závislosti teploty od času
- využitie PC pri zostrojovaní grafov
- var, teplota varu,
- graf závislosti teploty od času pri vare vody

(ŠPÚ, 2014)

Na naplnenie vzdelávacích cieľov v tejto oblasti, na vyučovaní necháme žiakov v skupinách vykonať nasledujúci experiment.

Experiment 1: Meriame teplotu vody v rýchlovarnej kanvici

Ciel':

Merať teplotu vody v priebehu jej zohrievania a počas varu. Zistiť, ako sa správa teplota vody pri jej vare a aký priebeh má graf závislosti teploty od času pri vare kvapaliny.

Pomôcky:

- teplomer na sekvenčné meranie pripojený do PC
- rýchlovarná kanvica
- voda

Postup:

- 1. Teplotný senzor vložíme do vody v rýchlovarnej kanvici.
- 2. Pripravíme si prostredie Arduino IDE a otvoríme Serial Monitor.
- 3. Zapneme meranie stlačením tlačidla na teplomeri.
- 4. Zapneme rýchlovarnú kanvicu.

- 5. Necháme meranie spustené, kým voda nedosiahne var, a potom ešte približne pol minúty.
- 6. Zastavíme meranie stlačením tlačidla, vypneme rýchlovarnú kanvicu.

Experimentálnu zostavu s teplomerom možno vidieť na obr. 20.

Spracovanie dát:

Dáta skopírujeme zo Serial Monitoru, máme dvojice: čas merania a hodnotu teploty v stupňoch Celzia (obr. 21). V programe Microsoft Excel, prípadne v inom procesore, z týchto hodnôt vykreslíme graf (obr. 22).

Doplňujúce otázky:

- 1. Prečo sa čiara grafu nezačína v bode so súradnicami [0, 0]?
- 2. Aký je vzťah medzi časom a teplotou pri zohrievaní vody?
- 3. Približne za aký čas by voda dosiahla teplotu 90 °C?
- 4. Kde v praxi je dôležité sledovať závislosť teploty od času?
- 5. Čo sa deje v kvapaline pri vare? Prečo teplota kvapaliny nestúpa?

(Velmovská, 2015 s. 109 -110)

Realizácia s Arduino teplomerom



Obr. 20 Zostava experimentu 1

💩 📄 🖚 🖻 🕺 🖉 🚾	bakal_sekvencne.ino Arduino 1.8.10	🔁 🔇 😵 🚍 🐥 🔒 🕪 - 10 teb, 15445 💌
		Serial Monitor 👂
<pre>bakal_sekvencne.ino 5 minclude combine hs minclude combine hs // zavoläme knižnice, ktoré budeme používať #define ONE_WIRE_BUS 2 Omewire oneWire(ONE_WIRE_BUS): DallasTemperature sensors(GoenWire); // ticto prikazy volajú moduly z knižníc. Číslo 2 v #define ONE_WIRE_BUS o; // definovanie premenných: int n = 1: // tuch prikazy volajú moduly z knižníc. Číslo 2 v #define ONE_WIRE_BUS o; // definovanie premenných: int n = 1: // bude kontrolovať zapnutie a vypnutie spolu s tlačidlom int buttomPin = 7: // zonačuje Arduino pin, kan sne pripojili tlačidlo int B_read; // do tejto premennej hudeme ukladať hodnotu z tlačidla HU flost c.css.; // // ca cas budú na zaznamennate času, v ktorom sne name void setup(void){ // zapneme Serial.monitor, ktorý nám bude zobrazovať hodnoty Serial.hegin(9500); // zapnite senzorov, príkaz z knižnice sensors.begin(); pinkded (buttomPin. IN=VT);</pre>	Image: Constraint of the system //dev/ttyUSB0 5:62 49.06 60.26 49.31 60.90 49.69 61.55 50.00 62.19 50.25 62.34 50.56 63.47 50.88 64.11 51.19 65.46 51.69 65.47 50.88 64.16 51.69 67.83 52.19 67.94 52.75 68.61 52.94 69.26 53.19 69.26 53.38	Send
<pre>// prememma buttomruh, ktora ma cisto / tpin na Arduine, kam sme 2epojii void loop(void){ Bread - digitalRead(buttonPin); // do premennej B_read uložime hodnotu prećitanú z tlaćidla. HIGH znamenu if (B_read == HIGH) { if (x == 1) {x = 0; Serial.println("Koniec merania");} // pro else { x = 1; Serial.println("začiatok merania+"); T = millis()/1000.0; // T ie hodnota funkcie millis() na začiatku u Sketch uses 5940 bytes (27%) of program storage space. Maximum is 32256 byt</pre>	Autoscroll Show timestamp i stlačené tlačidlo, LOW nestlačené. ipneme hodnotu kontrolnej premennej eranja, používame ju ako referenčnů, a prepočítavame rovno do s 03.	Newline v 9600 baud v Clear output
Global variables use 304 bytes (14%) of dynamic memory, leaving 1744 bytes	for local variables. Maximum is 2048 bytes.	

Obr. 21 Namerané hodnoty z experimentu 1 v Serial Monitore



Obr. 22 Graf vytvorený z nameraných hodnôt v experimene 1

4.2 Externý teplomer

Ako ukážku aktivity pre využitie druhej verzie digitálneho teplomera máme aktivitu z témy teplo. Podľa štátneho vzdelávacieho programu pre 7. ročník základnej školy patrí do obsahového štandardu v téme teplo aj:

- odovzdávanie a prijímanie tepla telesom
- kalorimeter
- výsledná teplota pri výmene tepla medzi horúcou a studenou vodou
- rozdiel dvoch teplôt (Δt)
- tepelná rovnováha
- hmotnostná tepelná kapacita, značka c, jednotka J/kgoC teplo, značka Q, jednotka tepla J,
- vzťah Q = $\mathbf{c} \cdot \mathbf{m} \cdot \Delta t$

(ŠPÚ, 2014)

Experiment 2: Miešame horúcu a studenú vodu

Ciel':

Odhadnúť a následne meraním zistiť výslednú teplotu pri zmiešavaní horúcej a studenej vody.

Pomôcky:

- digitálny teplomer
- odmerný valec
- jednoduchý kalorimeter
- rýchlovarná kanvica

Postup:

- 1. Dobre si preštuduj tabuľku a dbaj na pokyny vyučujúceho. Dôležité je vykonanie odhadov pred meraním v predposlednom stĺpci tabuľky.
- 2. Prvé tri merania urob podľa pokynov v tabuľke. Studená voda môže mať teplotu vody z vodovodu.
- 3. V meraní č. 4 a 5 si sám urči množstvo a teplotu horúcej vody. Ber však do úvahy, koľko vody sa do jednoduchého kalorimetra zmestí.
- 4. Pri každom meraní postupuj tak, že najskôr dáš do kalorimetra studenú vodu, a až potom naleješ horúcu vodu. Spodnú časť kalorimetra zakry vrchnou časťou a chvíľu počkaj na ustálenie teploty.
- 5. Prv než odmeriaš výslednú teplotu, odhadni, aká asi bude. Svoj odhad napíš do 6. stĺpca tabuľky.
- 6. Odmeraj výslednú teplotu vody a zapíš ju do tabuľky (obr. 23).

(Lapitková, 2010 s. 112)

číslo	horúca voda		studer	ná voda	výsledná teplota zmiešanej horúcej a studenej vody	
merania	hmotnosť [g]	začiatočná teplota [°C]	hmotnosť [g]	začiatočná teplota [°C]	odhad [°C]	meranie [°C]
1.	50	pribl. 70	50			
2.	50	60	50			
3.	50	50	50			
4.			50			
5.			50			

Obr. 23 *Tabuľka k experimentu 2,* zdroj: Lapitková, učebnica pre 7. ročník ZŠ s. 71

Doplňujúce otázky

- Svoj odhad výslednej teploty porovnaj so skutočne nameranou teplotou. Sú tvoje odhady a namerané hodnoty približne zhodné? V ktorom meraní sa tvoj odhad a skutočne nameraná hodnota najviac zhodujú? V ktorom meraní si sa najviac pomýlil?
- 2. Ako si odhady robil? Opíš postup.
- 3. Od čoho závisí výsledná teplota pri zmiešavaní horúcej a studenej vody?
- 4. Aké chyby merania ovplyvnili nameranú výslednú teplotu?

(Velmovská, 2015 s. 144 – 146)

Realizácia s Arduino teplomerom

Na obr. 24 a), b), c) je experimentálna zostava s digitálnym teplomerom. Teplomer bol postupne ponorený do pohárov s rôznou teplotou vody, hodnoty teploty sa zobrazujú na LCD displeji.



Obr. 24 a), b), c) Zostava experimentu 2

4.3 Výhody Arduino teplomeru

Veľa škôl používa na vyučovaní na meranie teploty liehové teplomery. Pri experimente s rýchlovarnou kanvicou je potrebné neustále sledovať a zapisovať hodnoty. Je potrebná presná koordinácia viacerých žiakov, aby dokázali odsledované hodnoty presne priradiť k času, a treba to robiť počas niekoľkých minút. Automatizácia tohto merania dáva možnosť získať väčšie množstvo dát, nehovoriac o presnosti merania. Okrem priradenia časového údaju vieme určiť zmeny teploty s rozlíšením na stotinu stupňa, čo je na liehovom teplomeri ťažko realizovateľné. "*Pri meraniach pomocou senzorov dosahujeme zvyčajne oveľa väčšiu presnosť, čo vzbudzuje v žiakoch väčšiu dôveru k výsledkom merania.*" (Demkanin, 2006 s. 8)

Oproti použitiu meracích systémov Coach sa môže zdať náš teplomer menej estetický a vyžaduje, aby sme dáta spracovali sami. Na druhej strane, nemusíme sa oňho báť a vieme mať vždy dostatok teplomerov pre celú triedu. A na koniec, pre žiakov môže byť poučné vidieť dovnútra meracieho zariadenia a vedieť si vytvoriť, prípadne nafitovať vlastný graf.

Záver

V tejto práci som analyzovala význam počítačom podporovaných experimentov na vyučovaní fyziky. Urobila som stručný prehľad dostupných meracích systémov Coach a ponúkla alternatívu v podobe meracieho systému na báze Arduino. Druhá kapitola sa venovala Arduinu a jeho potenciálu na vyučovaní, a tiež zahraničným projektom, ktoré využívajú Arduino vo fyzike. Tretia kapitola pozostáva z podrobného návodu na zostrojenie digitálneho teplomera, spolu so zoznamom súčiastok, popisom funkcionality a potrebnými krokmi pre zapojenie teplomera. Štvrtá kapitola ukazuje dva experimenty z učebnice fyziky pre 7. ročník ZŠ, zrealizované s digitálnym Arduino teplomerom.

Záverom je, že fyzikálne laboratórium s pomôckami zostrojenými z Arduina je možná alternatíva pre ľudí ochotných skúsiť niečo nové a dať do toho trochu vlastného úsilia.

Literatúra

- ARDUINO, 2020a. Arduino Introduction. [online] [cit. 30.1.2020] Dostupné na internete: https://www.arduino.cc/en/Main/FAQ#toc3
- ARDUINO. 2020b. *Arduino UNO REV3*. [online] [cit. 4.2.2020] Dostupné na internete: <u>https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3</u>
- ARDUINO. 2020c. Arduino Software. [online] [cit. 30.1.2020] Dostupné na internete: https://www.arduino.cc/en/Main/FAQ#toc11
- ARDUINO. 2020d. Arduino Single-Sided Serial Board (version 3). [online] [cit. 30.1.2020] Dostupné na internete: https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardSerialSingleSided3
- BANZI, M., SHILOH, M. Getting Started with Arduino. 3. edícia. Sebastopol: Maker Media, Inc. 2015. ISBN 978-1-449-36333-8
- BOUQUET, F, BOBROFF, J. Project-based physics labs using low-cost open-source hardware. 2017. [online] [cit. 22.2. 2020] Dostupné na internete: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1601/1601.06659.pdf
- CAMBRIDGE DICTIONARY. *Open-source*. 2020. Dostupné na internete: <u>https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/open-source</u>
- CMA. 2020a. *BT Sensors* [online] [cit. 4.2. 2020] Dostupné na internete: <u>https://webshop-</u> english.cma-science.nl/subject-areas/physics/sensors/bt-sensors/
- CMA. 2020b. *CoachLab II*+ [online] [cit. 4.2. 2020] Dostupné na internete: <u>https://webshop-english.cma-science.nl/subject-areas/physics/interfaces/coachlab-</u> <u>ii.html</u>
- CMA. 2020c. *ML Sensors* [online] [cit. 4.2. 2020] Dostupné na internete: <u>https://webshop-english.cma-science.nl/subject-areas/physics/sensors/ml-sensors/</u>
- CMA. 2020d. USB Sensors [online] [cit. 4.2. 2020] Dostupné na internete: https://webshop-english.cma-science.nl/subject-areas/physics/sensors/usb-sensors/
- CMA. 2020e. *VinciLab* [online] [cit. 4.2. 2020] Dostupné na internete: <u>https://webshop-english.cma-science.nl/subject-areas/physics/interfaces/vincilab.html</u>
- CMA. 2020f. W*iLab* [online] [cit. 4.2. 2020] Dostupné na internete: <u>https://webshop-</u> english.cma-science.nl/subject-areas/physics/interfaces/wilab.html

- DEMKANIN, P. Didaktika fyziky pre študentov magisterského štúdia a učiteľov v praxi. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, 2018. ISBN 978-80-223-4374-9.
- DEMKANIN, P. et al.: *Počítačom podporované prírodovedné laboratórium*. Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2006. ISBN 80-89186-10-6
- DEMKANIN, P. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského, Mlynská dolina F1, Bratislava. 12. februára 2020. Osobná komunikácia.
- ELECTRONICSFORU. *How 16×2 LCDs work: Build a basic 16×2 character LCD*. 2018. [onilne] [cit. 21.1.2020] Dostupné na internete: https://electronicsforu.com/resources/learn-electronics/16x2-lcd-pinout-diagram
- KEDZIERSKA, E, 2019a. VinciLab User's Guide. Verzia 1.3. Amsterdam: CMA, 2019.

KEDZIERSKA, E, 2019b. WiLab User's Guide. Amsterdam: CMA, 2019.

- KEDZIERSKA, E, DORENBOS, V. *€Lab User's Guide*. Verzia. 1.5. Amsterdam : CMA, 2014.
- KUSHNER, D., *The Making of Arduino*. 2011. [online] [cit. 19.1. 2020] Dostupné na internete: <u>https://spectrum.ieee.org/geek-life/hands-on/the-making-of-arduino</u>
- LAPITKOVÁ, V. et al.: Spôsobilosti vedeckej práce v prírodovednom vzdelávaní.
 Bratislava: Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2015. ISBN 978-80-8147-0486.
- LAPITKOVÁ, V., KOUBEK, V., MAŤAŠOVSKÁ, M., MORKOVÁ, Ľ. Fyzika pre 7. ročník základnej školy a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. Bratislava: Didaktis, 2010. ISBN 978-80-89160-79-2.
- LASTMINUTEENGINEERS. Interfacing DS18B20 1-Wire Digital Temperature Sensor with Arduino. 2020. [onilne] [cit. 21.1.2020] Dostupné na internete: https://lastminuteengineers.com/ds18b20-arduino-tutorial/
- MAXIM INTEGRATED PRODUCTS, INC. DS18B20. Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. 2019. [online] [cit. 11.2.2020] Dostupné na internete: <u>https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf</u>
- SARI, U., KIRINDI, T. Using arduino in physics teaching: arduino-based physics experiment to study temperature dependence of electrical resistance. Journal of Computer and Education Research, 7 (14), 698-710. 2019. DOI:

10.18009/jcer.579362. Dostupné na internete: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/843060

- ŠPÚ. Inovovaný ŠVP pre 2. stupeň ZŠ: Fyzika. [online] 2014. [cit. 8.2.2020] Dostupné na internete: <u>http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statnyvzdelavaci-program/fyzika_nsv_2014-12-03.pdf</u>
- VELMOVSKÁ, K., LAPITKOVÁ, V. *Pokusy pre učiteľa fyziky*. Bratislava: Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2015. ISBN 978-80-8147-033-2
- VODA, Z a kol. *Průvodce světem Arduina*. 2. vydanie. Bučovice: Nakladatelství Martin Střiž, 2017. ISBN 978-80-87106-93-8

Prílohy

1. Kód pre sekvenčné meranie teploty

Komentáre sú za "//" a nie sú potrebné pre fungovanie programu. Slúžia len na vysvetlenie funkčnosti jednotlivých častí.

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
// zavoláme knižnice, ktoré budeme používať
#define ONE WIRE BUS 2
OneWire oneWire (ONE WIRE BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
// tieto príkazy volajú moduly z knižníc. Číslo 2 v #define
ONE WIRE BUS označuje číslo pinu na Arduine, kam sme zapojili
senzor.
// definovanie premenných:
                      // bude počítať merania
  int n = 1;
  int x = 0; // bude kontrolovať zapnutie a vypnutie spolu s
tlačidlom
  int buttonPin = 7; // označuje Arduino pin, kam sme
pripojili tlačidlo
  int B read; // do tejto premennej budeme ukladať hodnotu
z tlačidla HIGH alebo LOW
  float c,cas,T; // c a cas budú na zaznamenanie času, v
ktorom sme namerali údaj, a T bude nameraná hodnota teploty.
void setup(void) {
  // zapneme Serial monitor, ktorý nám bude zobrazovať
hodnoty
  Serial.begin(9600);
  // zapnutie senzorov, príkaz z knižnice
  sensors.begin();
pinMode(buttonPin, INPUT);
// premennná buttonPin, ktorá má číslo 7 (pin na Arduine, kam
sme zapojili tlačidlo) sa nastaví na INPUT - prijímanie
signálu z tlačidla.
}
void loop(void) {
  B read = digitalRead(buttonPin);
  // do premennej B read uložíme hodnotu prečítanú z
tlačidla. HIGH znamená stlačené tlačidlo, LOW nestlačené.
```

```
if (B read == HIGH) {
              if (x == 1) \{x = 0; Serial.println("Koniec
merania");} // prepneme hodnotu kontrolnej premennej
             else {
       x = 1;
       Serial.println("začiatok merania+");
       T = millis()/1000.0; // T je hodnota funkcie millis()
na začiatku merania, používame ju ako referenčnú, a
prepočítavame rovno do sekúnd
       n = 1; // n zobrazuje počet meraní
         }
              delay(300); // delay zabezpečí, že 300
milisekúnd tlačidlo nebude reagovať, aby sme meranie okamžite
nezrušili.
             }
  if (x == 1) { // podmienka je splnená ak bolo tlačidlo
stlačené na zapnutie merania
     cas = millis()/1000.0; // v premennej cas je hodnota v
sekundách
    c = (cas-T); // od cas odopčítame referenčnú hodnotu zo
začiatku merania
     sensors.requestTemperatures();
   // Serial.print(String(n) + "
                                      "); // po
odkomentovani tohto riadku bude program vypisovat aj cislo
merania
     Serial.print(String(c) + "
                                    "); // vypíšeme do
riadku hodnoty čísla merania a času
    Serial.println(sensors.getTempCByIndex(0)); // do serial
monitoru vypíšeme hodnotu zo senzora
            delay(100);
    n++; // zväčšíme n, môže prísť ďalšie meranie
             }
}
```

2. Kód pre digitálny teplomer

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal.h>
// zavoláme knižnice, ktoré budeme používať. Knižnica
LiquidCrytal je automaticky súčasťou Arduino IDE.
#define ONE WIRE BUS 1
OneWire oneWire (ONE WIRE BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
// tieto príkazy volajú moduly z knižníc. Číslo 1 v #define
ONE WIRE BUS označuje číslo pinu na Arduine, kam sme zapojili
senzor.
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
// tento príkaz konfiguruje LED display, čisla v zátvorke sú
čísla príslušných pinov na Arduine, kam sme podľa schémy
pozapájali kontakty displeja.
String str; // budeme používať jednu premennú str, typu
String
void setup(void)
{
  sensors.begin();
 lcd.begin(16, 1);
// zapne zobrazovanie na displeji, 16 znakov, 1 riadok
void loop(void) {
     sensors.requestTemperatures();
     str = String(sensors.getTempCByIndex(0)) + " C";
// do premennej str sme uložili hodnotu zo senzora
skonvertovanú na typ string, a pridali číslo C, ako jednotku
stupňov Celzia
     lcd.setCursor(0,0); // kurzor sa nastaví na prvý znak v
prvom riadku (súradnice 0,0)
    lcd.print(str); // zobrazenie premennej str na
displeji
    delay(100);
              }
```

3. Detail zapojenia, sekvenčné meranie:



4. Detail zapojenia, externý teplomer:

