

Mladá veda

Young Science

**Vzt'ah výkonovej motivácie
a aktívneho učenia sa študentov
Osobní vzťah ty & já a budoucnost společnosti
Džungl'a v teórii "business intelligence"**

Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 1, ročník 8., vydané v júni 2020

ISSN 1339-3189

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Starý židovský cintorín, Veľký Šariš. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

doc. Ing. Peter Adamišín, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)

prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

REDAKCIA

PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

Mgr. Martin Hajduk, PhD. (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSŠ UKF, Nitra)

Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

www.universum-eu.sk

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

VÝVOJ MERACIEHO SYSTÉMU PRE PRÍRODNE VEDY

DEVELOPMENT OF THE MEASURING SYSTEM FOR NATURAL SCIENCES

Michal Choma¹

Autor pôsobí ako interný doktorand na Katedre fyziky, matematiky a techniky Fakulte humanitných a prírodných vied na Prešovskej univerzite v Prešove. Vo svojej dizertačnej práci sa venuje vývoju a implementácii školského meracieho systému.

The author works as an internal doctoral student at the Department of Physics, Mathematics and Technology of the Faculty of Humanities and Natural Sciences at the University of Prešov in Prešov. In her dissertation thesis she deals with the development and implementation of the school measurement system.

Abstract

The author presents the philosophy of the developed school measuring system with the possibility of storing, downloading and processing the measured data. The paper includes familiarization of the reader with the user environment and a practical demonstration of the measurement of the thermal capacity of the roller.

Keywords: measuring system, mass heat capacity, MBL, probeware

Abstrakt

V príspevku autor predstavuje filozofiu vyvíjaného školského meracieho systému s možnosťou uchovávanía, exportu a spracovania nameraných údajov. Súčasťou príspevku je oboznámenie čitateľa s užívateľským prostredím a praktická ukážka merania hmotnostnej tepelnej kapacity valčeka.

Kľúčové slová: merací systém, hmotnostná tepelná kapacita, MBL, probeware

Úvod

Na začiatku 21. storočia dochádza k rozvoju technológií s čím súvisí aj implementácia meracích systémov do škôl. Prostredníctvom vhodných meracích systémov sa otvárajú nové možnosti laboratórnych úloh pre žiakov základných a stredných škôl. V tejto súvislosti dochádza k produkcii komerčných meracích systémov, ktoré sú určené pre vzdelávacie účely. V príspevku autor predstavuje koncept vyvíjaného otvoreného (open – source) školského meracieho systému, ktorý má svoje špecifiká.

¹ Adresa pracoviska: Mgr. Michal Choma, Katedra fyziky, matematiky a techniky, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita, Ul. 17 novembra č. 1, 081 16 Prešov
E-mail: michal.choma@smail.unipo.sk

Krátka charakteristika meracích systémov využívaných v škole

V dôsledku masového zavádzania digitálnych technológií dochádza k explózií nápadov laboratórnych úloh do vyučovania prírodovedných predmetov. V školskej praxi sa stretávame s rôznymi meracími nástrojmi pre podporu edukácie. Azda najrozšírenejšou platformou je počítačom podporované laboratórium (ang. Microcomputer based lab, skr. MBL), ktorá predstavuje nástroj na získavanie dát v reálnom čase (Tinker 2000). V súčasnosti sa používa v anglickej literatúre aj pojem “probeware”, ktorý sa vzťahuje na aplikáciu sond, interfejsových jednotiek a softvéru v edukácii na účel získavania, zobrazovania a analýzy údajov v reálnom čase (Lindwall a Bernhard 2003). Tieto meracie systémy majú svoje špecifické vlastnosti a sú určené predovšetkým na prácu počas 1 vyučovacej hodiny. V dôsledku rozmachu internetu a IoT (internet vecí) existuje nová kategória, tzv. vzdialené laboratórium (angl. remote lab), v rámci ktorých sa užívateľ môže aktívne zapojiť do diania na experimente. Ide o experimenty, ktoré sa vykonávajú a riadia na diaľku prostredníctvom internetu (CHEN et al. 2010). Prostredníctvom internetu sa užívateľ pripojí na webové rozhranie vzdialeného experimentu a v reálnom čase spustí experiment. Vzdialený experiment na rozdiel od klasických, sú umiestnené mimo školy. Z pohľadu školy ide o cenovo nenáročný nástroj pre podporu prírodovedného vzdelávania, avšak stráca sa kontakt žiaka s aparátúrou.

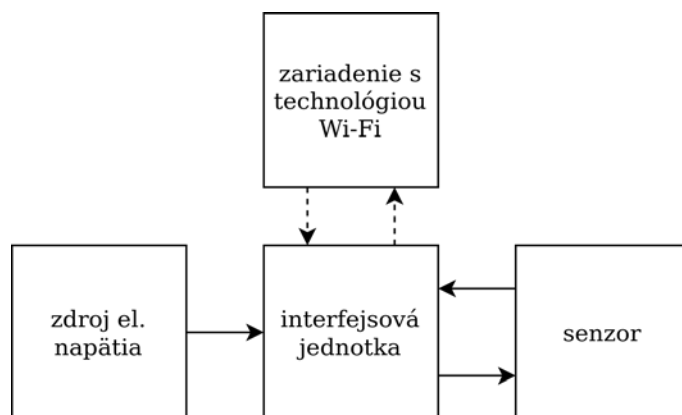
Filozofia

Vyvíjaný merací systém možno charakterizovať ako “probeware”, teda nástroj na získavanie, zobrazovanie a analýzu údajov v reálnom čase. Základná myšlienka systému spočíva vo využití smartfónu pre prácu s meracím systémom. Prostredníctvom Wi-Fi technológie sa užívateľ, teda žiak alebo učiteľ, pripojí na interfejsovú jednotku meracieho systému.

Vyvíjaný systém pozostáva z týchto základných častí:

- Interfejsová jednotka. Interfejsová jednotka je ústredným prvkom celého systému, ktoré má za úlohu komunikovať so senzormi, pracovať s údajmi a vytvárať webové prostredie pre užívateľa. Dôležitou funkciou interfejsovej jednotky je vytvorenie bezdrôtového prístupového bodu (angl. wireless access point – WAP) čím vytvára bezdrôtovú sieť. Súčasťou interfejsovej jednotky je jednoduchý znakový displej, ktorý je určený na zobrazenie prihlasovacích údajov k WAP a IP adresy webového rozhrania, ako aj na zobrazenie stavovej informácie.
- Sensory. Pod pojmom senzor vo vyvíjanom systéme sa rozumie jednotka, ktorá meria vopred určenú fyzikálnu veličinu a posiela namerané údaje do interfejsovej jednotky, ktorá s nimi ďalej pracuje. Senzor komunikuje s interfejsovou jednotkou prostredníctvom CAN (z angl. Controller Area Network) zbernice.
- Zdroj elektrického napätia. Merací systém sa napája prostredníctvom štandardnej powerbanky pre smartfóny alebo USB portu s nominálnou hodnotou napätia 5V. Pre napájanie je nutné využiť kábel s napájacím súosovým konektorom. Jednotlivé senzory sú napájané interfejsovou jednotkou.
- Zariadenie s technológiou Wi-Fi. Pre ovládanie a prácu so systémom je nevyhnutná požiadavka zariadenia s Wi-Fi konektivitou (napr. smartfón, tablet, notebook alebo

stolový počítač). Systém je nezávislý od nainštalovaného operačného systému a na komunikáciu užívateľa s užívateľským prostredím, je možné použiť ľubovoľný webový prehliadač zariadenia.



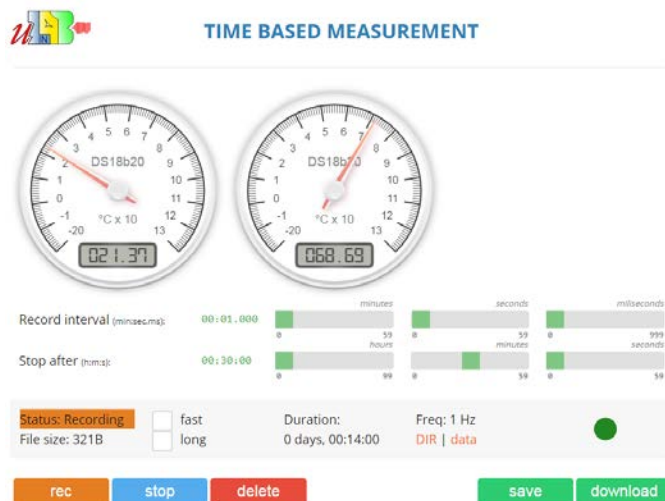
Obr. 1 - Bloková schéma meracieho systému
Zdroj: vlastné spracovanie

Súčasťou interfejsovej jednotky a aj každého senzora je mikrokontrolér ESP32, ktorý bol vyvinutý firmou Espressif Systems (ESP32 2020). Jedná sa o mikrokontrolér s integrovanou Wi-Fi a Bluetooth technológiu a dvojjadrovým procesorom s dostatočným výkonom pre vykonávanie požiadaviek, ktoré boli kladené na vyvíjaný systém (Maier et al. 2017). Dôležitou požiadavkou na výber mikrokontroléra bola požiadavka dostatočnej internej pamäti. Vybraný mikrokontrolér disponuje internou pamäťou, ktorá postačuje pre vytvorenie webového užívateľského prostredia a uschovanie dát. Kapacita FLASH pamäte (určená na uloženie firmvéru) je 4 MB a pamäte SRAM (vyrovnávacia pamäť) je 520 KB.

Užívateľské prostredie

Pre prácu s meracím systémom je nutné pripojiť sa k užívateľskému prostrediu a to zadáním IP adresy do adresového poľa prehliadača. Užívateľské prostredie ponúka možnosť uskutočniť meranie, alebo možnosť stiahnutia predchádzajúcich meraní s údajmi, ktoré sa uložili do internej pamäte interfejsovej jednotky. V prípade, že chce užívateľ inicializovať meranie, má možnosť výberu merania fyzikálnej veličiny v závislosti od času (Time based measurement) alebo v závislosti od inej meranej fyzikálnej veličiny (X-Y axis based measurement).

Prostredie určené na meranie časovej závislosti automaticky zobrazuje aktuálne hodnoty meraných veličín prostredníctvom ručičkových ukazovateľov (angl. gauge). V prípade, že chce užívateľ inicializovať meranie, nastaví interval nahrávania (Record interval) a čas, za ktorý sa má meranie ukončiť (Stop after). Súčasťou nahrávania je vizualizácia údajov prostredníctvom grafu. Po skončení merania, prostredie ponúka možnosť uloženia dát v samostatnom súbore typu csv do internej pamäti meracieho systému a možnosť stiahnutia súboru pre prácu v tabuľkovom procesore.

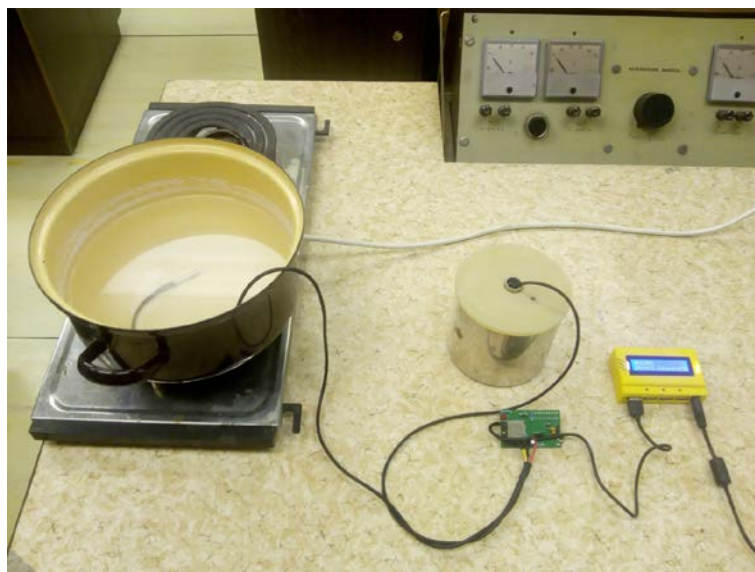


Obr. 2 - Meranie časových závislostí
Zdroj: vlastné spracovanie

V rámci laboratórnych cvičení je kladená požiadavka na študentov konštruovať nielen časové závislosti, ale aj grafické znázorniť závislosť, v ktorej nevystupuje čas (napr. volt-ampérová charakteristika). Merací systém ponúka možnosť vytvárať takéto závislosti v prípade pripojenia minimálne 2 senzorov k interfejsovej jednotke. Užívateľ vyberie senzory, ktorých závislosť chce znázorniť a k nim prislúchajúce osi. Graf sa nevytvára automaticky, ale manuálne. Po skončení merania má možnosť užívateľ stiahnuť namerané údaje, podobne ako v prípade časovej závislosti.

Praktická ukážka – meranie tepelnej kapacity valčeka

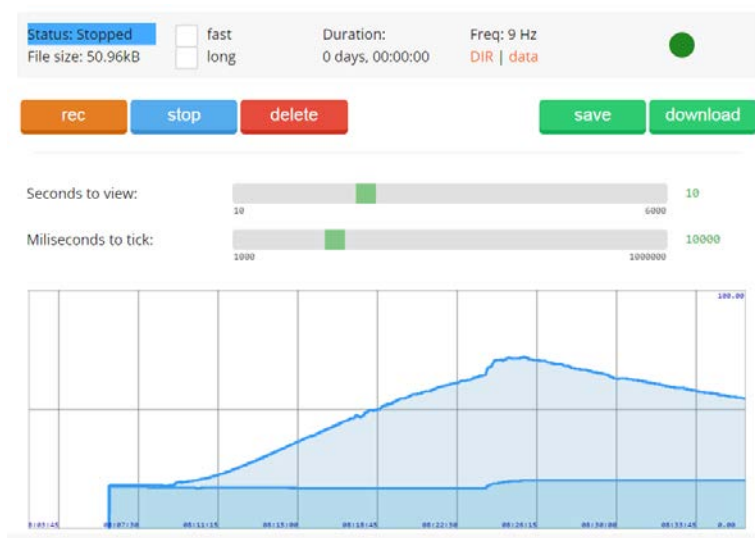
Meranie hmotnostnej tepelnej kapacity valčeka je klasickým laboratórnym cvičením, s ktorým sa stretnú žiaci na strednej škole v rámci vyučovania fyziky. Cvičenie spočíva v ohreve valčeka vo vodnom kúpeli, ktorý následne ponoríme do chladnejšej vody v kalorimetri, v ktorom dochádza k tepelnej výmene. Valček s vyššou teplotou odovzdáva časť svojej tepelnej energie vode s nižšou teplotou. Tepelná výmena pokračuje dovtedy, pokiaľ sa obe teploty nevyrovnajú (Il'kovič 2010). Pre účely merania teploty sme použili 2 teplotné sondy DS18B20 od firmy Dallas s presnosťou merania ± 0.5 °C a rozsahom merania -55 °C až +125 °C (DS18B20 2019). Prvou sondou sme merali teplotu vodného kúpeľa, druhou sme merali aktuálnu teplotu vody v kalorimetri. Z nameraných údajov sme určili teplotu vody v kalorimetri pred ponorením valčeka a teplotu vodného kúpeľa tesne pred vložením valčeka do kalorimetra.



Obr. 3 - Usporiadanie experimentu
Zdroj: vlastné spracovanie

Po tepelnej výmene sme určili výslednú teplotu sústavy valček - voda. Vizualizácia časového priebehu teploty v reálnom čase zatriktívňuje meranie a poskytuje nové možnosti práce s nameranými údajmi:

- Žiak má možnosť sledovať nárast teploty vody v kalorimetri po vložení valčeka.
- Žiak vie určiť koniec tepelnej výmeny a tak určiť ľahšie výslednú teplotu sústavy, a tým predísť hrubej chybe merania.



Obr. 4 - Vizualizácia nameraných údajov
Zdroj: vlastné spracovanie

Záver

Navrhovaný merací systém má svoje miesto v prírodovednom vzdelávaní a je vhodným nástroj pre počítačom podporované laboratórium. Medzi základne výhody vyvíjaného systému patrí:

- Univerzálnosť. Využitie mikrokontroléra ESP32 v rámci senzora poskytuje možnosť transformovať analógový signál na digitálny a následne vhodnou kalibráciou nameranú hodnotu previesť na fyzikálnu veličinu (napr. meranie odporu termistora, ktorú po vhodnej kalibrácii senzor prevedie na teplotu) (Maier et al. 2017).
- Prenosnosť meracieho systému. Vyvíjaný merací systém môžeme využiť aj pri výučbe v exteriéri (napr. terénne praktikum). V takom prípade napájanie systému zabezpečuje externý zdroj elektrickej energie, čiže tzv. “powerbanka” a prenosné zariadenie
- s Wi-Fi technológiou (smartfón, alebo tablet).
- Jednoduché a prehľadné užívateľské prostredie nezávislé od nainštalovaného operačného systému. Pre prácu s meracím systémom užívateľ nemusí inštalovať do svojho zariadenia špecializovaný softvér, nevyhnutnou podmienkou je webový prehliadač, ktorý je väčšinou štandardne nainštalovaný v počítači alebo v mobilnom zariadení.
- Možnosť pripojenia viacerých užívateľov na 1 interfejsovú jednotku. Prvý užívateľ, ktorý sa pripojí na interfejsovú jednotku získava práva aktívne riadiť experiment, zatiaľ čo ostatní pripojení užívatelia majú možnosť pasívneho sledovania experimentu. Na interfejsovú jednotku sa môžu pripojiť maximálne 5 užívatelia.
- Cena meracieho systému. Pre stavbu meracieho systému boli využité moderné mikrokontroléry, ktorých cena sa v poslednom období výrazne znížila (na internetovom obchode Aliexpress je možné si jednotlivé komponenty objednať za výhodných podmienok). Ostatné elektronické komponenty (rezistory, kondenzátory, prevodník napätia, indikačná LED dióda, znakový displej a integrovaný obvod určený na komunikáciu interfejsovej jednotky so senzormi), sú cenovo nenáročne.
- Otvorený systém. Vďaka tomu je možný vývoj ďalších senzorov v závislosti od požiadaviek užívateľa.

*Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:
doc. RNDr. Sergej Il'kovič, PhD.*

Použitá literatúra

1. Espressif Inc. [online katalógový list]. ESP32. ©2020 [cit. 20-02-2020].
Dostupné z: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf
2. CHEN, Xuemin, Gangbing SONG and Yongpeng ZHANG, 2010. Virtual and remote laboratory development: A review. In: Earth and Space: Engineering, Science, Construction, and Operations in Challenging Environments. Honolulu: American Society of Civil Engineers. 3843-3852. ISBN: 9780784410967.
3. ILKOVIČ, Sergej, 2008. Praktikum z fyziky I, II. Prešov: FHPV PU. ISBN 978-80-8068-721-2

4. LINDWALL, Oskar and Jonte BERNHARD, 2003. Approaching interactive engagement tasks. Padova: EARLI.
5. MAIER, Alexander, Andrew SHARP and Yuriy VAGAPOV, 2017. Comparative analysis and practical implementation of the ESP32 microcontroller module for the internet of things. In: Internet Technologies and Applications. Wrexham: Institute of Electrical and Electronics Engineers. p. 143-148. ISBN: 978-1-5090-4815-1.
6. Maxim Integrated Products Inc. [online katalógový list]. DS18B20. ©2019. [cit. 20-02-2020]. Dostupné z: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
7. TINKER, Robert, 2000. A history of probeware [online]. The Concord Consortium.[cit. 20-02-2020] Dostupné z: [http://www.concord.org/sites/default/files/pdf/probeware history.pdf](http://www.concord.org/sites/default/files/pdf/probeware%20history.pdf).