

Výukový kurz „Jednoduché Hands-on-Remote fyzikální experimenty s Arduinem

FRANTIŠEK LUSTIG

Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta Praha, KVOF

Abstrakt

V příspěvku chceme představit připravený výukový kurz/workshop na tvorbu tradičních hands-on fyzikálních experimentů a vzdálených fyzikálních experimentů podporovaných počítačem s dostupným a laciným Arduinem. Cílem tohoto kurzu je zpřístupnit, zpopularizovat tuto problematiku zájemcům, studentům, učitelům. Kurz má 3 úrovně podle vstupních znalostí. Myslíme si, že jsme schopni celý kurz s opravdu úplnými začátečníky, (kteří nikdy neviděli Arduino ani vzdálený experiment) probírat za cca 8 hodin (!) Začátečníky, kteří již vědí, co je Arduino, ale nikdy si s ním nic nezkusili, vše naučíme za 5 hodin a ti, co si již Arduino někdy vyzkoušeli, naučíme novou problematiku se vzdálenými experimenty s Arduinem za pouhé 3 hodiny. V závěru kurzu představíme nový typ školního experimentu tzv. „Hands-on-Remote“ experiment, který je zároveň hands-on a zároveň remote experiment.

Úvod

Autor příspěvku je autorem a spoluautorem měřicího systému ISES a rozsáhlého webu (www.ises.info) [1], který obsahuje volně stažitelné příručky s cca 200 počítačem podporovaných experimentů, volně přístupné vzdálené experimenty, aj. Všechny lokální i vzdálené experimenty byly prováděné na měřicím systému ISES, neboť jiných měřicích systémů v té době nebylo. Asi před 15 lety se objevil laciný jednodeskový počítač Arduino (aktivního rozšíření nabyl asi před 10 lety), který disponoval analogovými vstupy, případně i výstupy, které se dají využít pro počítačem podporované experimenty. Autor se poslední 3 roky zaměřil právě na tuto desku Arduino, aby čtenářům umožnil provádět lokální i vzdálené experimenty téměř komukoliv, neboť Arduino je snadno dostupné a velice laciné. A protože má autor tyto zkušenosti s Arduinem odzkoušené se studenty ve své výuce, dovolil si nabídnout „Kurz Jednoduché hands-on-remote fyzikální experimenty s Arduinem“, který by pomohl *tvůrcům* k rychlému pochopení a vyzkoušení této problematiky.

Arduino a lokální fyzikální hands-on experimenty

Naučit se pracovat s Arduinem a vytvořit první fyzikální měření se dá naučit za 3 hodiny i s úplnými začátečníky. Máme toto odzkoušeno v „Praktikum elektroniky“, kde za 3 hodiny studenty seznámíme s deskou Arduino, vyzkoušíme základní ovládání IDE prostředí včetně naprogramování Arduina a na konci praktika studenti již konstruují s Arduinem měření hodnot ze senzorů, které zobrazují na digitálním displeji a též i v grafu. Po třech hodinách odevzdávají z této laboratorní úlohy protokol se schématy,

s výpisem programu a s naměřenými hodnotami. Úlohu zvládají všichni studenti a oceňují ji jako nejlepší úlohu ze všech praktik, co kdy měli ...

Studenty nejdříve pěkně pomalu seznámíme s deskou Arduino, s jeho piny pro připojení senzorů a atenuátorů aj. Seznámíme je s různými senzory (teploměr, siloměr, fotočlánek, mikrofon, snímač srdečního tepu aj. Nainstalují si volně stažitelné vývojové prostředí „Arduino IDE“. Během několika minut je seznámíme s ovládáním tohoto prostředí. Předpokládáme, že studenti mají nějaké programátorské znalosti, ale úplně stačí *nejzákladnější příkazy*, neboť se ze začátku využívají základní programy, které jsou nainstalované přímo v prostředí IDE a tyto programky se pouze otevrou. A program (cca 5 řádků) si vysvětlíme a hned si ho vyzkoušíme. První blikání LED diody je povzbudivé. Tento triviální prográmeček si studenti modifikují (délka blikání, využití 3 barevné LED diody aj.). Další programky jsou již časové závislosti hodnot za senzorů (teploměr, fotodiody, siloměr aj.), které se zobrazují digitálně i graficky pomocí vestavěného ploteru (zobrazovače). Opět se využije již nainstalovaný program „AnalogInput“, který se opět modifikuje dle vlastní představy. No a ke konci praktika studenti již zapojují Arduino a senzor a digitální display. Opět podle doporučeného zapojení a se staženým programem. A to už je poměrně složitá úloha na správné zapojení i na bezchybný program.

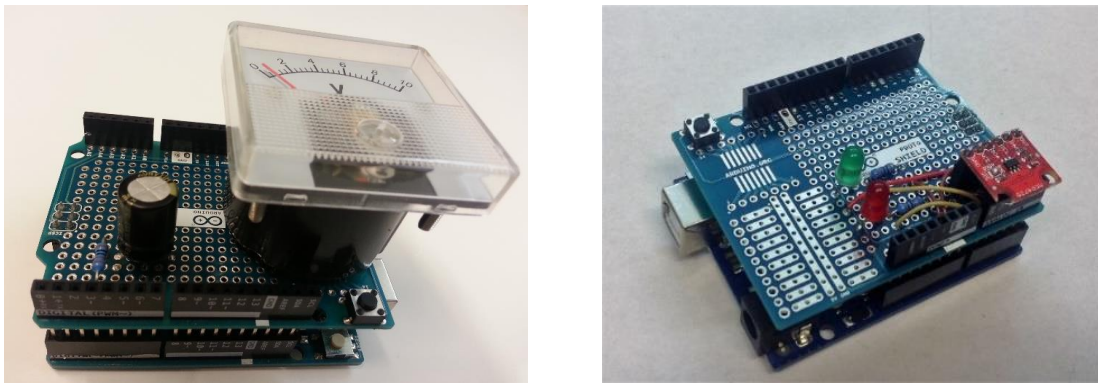
Základní dovednosti s Arduinem jsou popsány v mnoha příspěvcích i publikacích, na internetu aj. Mnoho publikací je právě pro začátečníky, pro děti. Ale i v těch nejjednodušších příkladech samotný jedinec přece jenom tápe. Nejde to a nejde to. Ale pokud má student k dispozici , okolní studenty, kterým se to podařilo, tak je první seznámení s Arduinem opravdu velmi krátkodobá záležitost. A proto v „Kurzů Jednoduché hands.on-remote experimenty s Arduinem“ nabízíme pro úplné začátečníky i toto prvotní seznámení s Arduinem.

Arduino a vzdálené fyzikální experimenty

Vzdálené experimenty existují také již hodně dlouho, více než 15 let. Vzdálené experimenty se systémem ISES vznikly na Matematicko-fyzikální fakultě a jsou stále volně přístupné na www.ises.info. Aby se rozšířil počet nových tvůrců vzdálených laboratoří, vytvořili jsme softwarovou stavebnici „ISES Remote Lab SDK“ [2], ze které se daly vzdálené experimenty sestavovat. Tvůrce vzdálených experimentů nemusel být programátor, stačilo „slepovat“ dohromady jednotlivé moduly pro vstup, výstup, zobrazení, záznam a export dat. Ale pořád byli tvůrce vázáni na hardware ISES. A proto jsme celou stavebnici vzdálených experimentů přeorientovali na laciný a volně dostupný jednodeskový počítač Arduino. Vytvořili jsme novou stavebnici „Remduino Lab SDK“ [3]. Lite verze "Remduino Lab SDK" je volně stažitelná na úvodní stránce www.ises.info [1]. Podporuje měření na vstupní pinu A0 (např. pro snímač teploty) a ovládání jednoho digitálního výstupního pinu D3 (např. pro relé). Plná verze stavebnice „Remduino Lab SDK“ podporuje všechny Arduino desky a všechny vstupní/výstupní piny, XY záznam, ovládání posuvníkem, dlouhodobý záznam, analogový výstup, aj. Obě verze samozřejmě poskytují živý kamerový pohled, datový záznam a funkci exportu dat např. do MS Excel. Příklady ze softwarové stavebnice "Remduino Lab SDK" mají nejjednodušší možný kód a většinou používají výchozí

nastavení pro všechny komponenty. Tyto jednoduché příklady lze libovolně sloučit a kombinovat, takže též začátečníci jsou schopni rychle sestavit i složité vzdálené měřicí a řídicí rozhraní.

Pro kurz „Jednoduché hands-on-remote fyzikální experimenty s Arduinem“ jsme připravili kompletní jednoduché vzdálené experimenty jako např. „Nabíjení a vybíjení kondenzátoru“, „Voltampérová charakteristika LED diod“, „Snímání srdečního tepu“ aj. Popsané vzdálené experimenty jsou realizovány na tzv. univerzálních Shield deskách (prázdný tištěný spoj, kde se sestaví, naletuje vzdálený experiment). Tyto desky mají univerzální letovací pole a konektory, které se nasazují na konektory desky Arduina, Vznikne kompaktní sendvič, viz obr. 1 se vzdáleným experimentem. Experiment se nemusí propojovat drátky, což je opravdu rychle použitelné pro užití v kurzu.



Obr. 1. Jednoduché vzdálené experimenty používané na kurzu: „Nabíjení a vybíjení kondenzátoru“ a „Volt-ampérová charakteristika LED diod“ experimenty postavené na Shield deskách a zasunuté do Arduina bez propojovacích vodičů.

Výukové kurzy „Jednoduché hands-on-remote fyzikální experimenty s Arduinem“

Na internetu na úvodní stránce www.ises.info [1] je k dispozici volně stažitelný software „Remduino Lab SDK“, rovněž je zde popsáno i elektrické zapojení jednoduchých fyzikálních experimentů a rovněž je zde krok za krokem popsána instalace a nahrání programu pro vzdálený experiment. Máme zpětnou vazbu, že si šikovní uživatelé opravdu sami bez naší pomoci sestavili vzdálený experiment s Arduinem pouze z tohoto našeho WWW zdroje a poslali nám internetový odkaz na tento jejich vzdálený experiment.

Na prvních kurzech „Základy ovládání Arduina“ a „Vzdálené experimenty s Arduinem“ jsme pochopili, že první kroky s Arduinem se nejpohodlněji a nejrychleji zvládají s pomocí spolužáků, učitelů, lektorů. A proto jsme připravili „Výukový kurz Jednoduché hands-on-remote fyzikální experimenty s Arduinem“, který zahrnuje nezbytné zvládnutí samotného Arduina, tak i problematiku vzdálených experimentů.

Kurz pro úplné začátečníky (cca 8 hodin):

1. Úvod – Co to jsou klasické hands-on experimenty, počítačem podporované experimenty, vzdálené experimenty, virtuální experimenty a hands-on-remote experimenty.
2. Tradiční hands-on lokální fyzikální experimenty s Arduinem.
 - 2.1. Seznámení s Arduinem.
 - 2.2. Programátorské prostředí IDE, stažení, instalace, popis.
 - 2.3. Připojení Arduina k počítači, typ desky, virtuální port Arduina.
 - 2.4. První programy s Arduinem, zobrazení měřených hodnot z různých senzorů, sériový monitor, sériový ploter.
 - 2.5. Měření, ale též řízení s Arduinem, analogové/digitální vstupy/výstupy.
3. Vzdálené fyzikální experimenty.
 - 3.1. Co to je to vzdálený experiment, server, client, LAN, WiFi, IP adresa, WWW stránka, prohlížeč.
 - 3.2. Práce s dostupnými hotovými vzdálenými experimenty např. <http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory>, aj. zahraniční zdroje vzdálených experimentů.
 - 3.3. Vzdálené experimenty s Arduinem.
 - 3.3.1. Seznámení s volně dostupnou softwarovou stavebnicí Remduino Lab SDK (www.ises.info) pro tvorbu vzdálených experimentů.
 - 3.3.2. Realizace prvního DIY (Do It Yourself) vzdáleného měření, řízení, záznamu dat, exportu dat s Arduinem, podpora WEB kamery.
 - 3.3.3. Vlastní tvorba jednoduchých fyzikálních vzdálených experimentů s Arduinem např. „Nabíjení a vybíjení Kondenzátoru“, „Snímač srdečního tepu“, „Voltampérová charakteristika LED diod“, ovládání vzdáleného experimentu z počítače, tabletu, mobilního telefonu, (BYOD - Bring Your Own Device).
4. Hands-on-remote experiment – nové pojetí školních experimentů integrujících tradiční a vzdálený experiment.

Kurz pro mírně pokročilé (cca 5 hodin):

(pro ty, kteří již alespoň trochu pracovali s Arduinem)

1. Úvod – Co to jsou klasické hands-on experimenty, počítačem podporované experimenty, vzdálené experimenty, virtuální experimenty a hands-on-remote experimenty.
2. Krátké zopakování Arduina.
3. Tradiční hands-on lokální fyzikální experimenty s Arduinem.
4. Vzdálené fyzikální experimenty.
 - 4.1. Co to je to vzdálený experiment, server, client, LAN, WiFi, IP adresa, WWW stránka, prohlížeč.
 - 4.2. Práce s dostupnými hotovými vzdálenými experimenty např. <http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory>, aj. zahraniční zdroje vzdálených experimentů.
 - 4.3. Vzdálené experimenty s Arduinem.
 - 4.3.1. Seznámení s volně dostupnou softwarovou stavebnicí Remduino Lab SDK (www.ises.info) pro tvorbu vzdálených experimentů.
 - 4.3.2. Realizace prvního DIY (Do It Yourself) vzdáleného měření, řízení, záznamu

dat, exportu dat s Arduinem, podpora WEB kamery.

4.3.3. Vlastní tvorba jednoduchých fyzikálních vzdálených experimentů s Arduinem např. „Nabíjení a vybíjení Kondenzátoru“, „Snímač srdečního tepu“, „Voltampérová charakteristika LED diod“, ovládání vzdáleného experimentu z počítače, tabletu, mobilního telefonu, (BYOD - Bring Your Own Device).

5. Hands-on-remote experiment – nové pojetí školních experimentů integrujících tradiční a vzdálený experiment.

Kurz pro pokročilé (cca 3 hodiny):

(pro ty, kteří již pracovali s Arduinem a též trochu znají síťovou problematiku)

1. Úvod – Co to jsou klasické hands-on experimenty, počítačem podporované experimenty, vzdálené experimenty, virtuální experimenty a hands-on-remote experimenty.

2. Krátké zopakování hands-on lokálního fyzikálního experimentu s Arduinem.

3. Vzdálené fyzikální experimenty.

3.1. Co to je to vzdálený experiment, server, client, LAN, WiFi, IP adresa, WWW stránka, prohlížeč, síťová problematika stručně.

3.2. Práce s dostupnými hotovými vzdálenými experimenty např.

<http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory>, aj. zahraniční zdroje vzdálených experimentů.

3.3. Vzdálené experimenty s Arduinem.

3.3.1. Seznámení s volně dostupnou softwarovou stavebnicí Remduino Lab SDK (www.ises.info) pro tvorbu vzdálených experimentů.

3.3.2. Realizace prvního DIY (Do It Yourself) vzdáleného měření, řízení, záznamu dat, exportu dat s Arduinem, podpora WEB kamery.

3.3.3. Vlastní tvorba jednoduchých fyzikálních vzdálených experimentů s Arduinem např. „Nabíjení a vybíjení Kondenzátoru“, „Snímač srdečního tepu“, „Voltampérová charakteristika LED diod“, ovládání vzdáleného experimentu z počítače, tabletu, mobilního telefonu, (BYOD - Bring Your Own Device).

4. Hands-on-remote experiment – nové pojetí školních experimentů integrujících tradiční a vzdálený experiment.

Tradiční a současně vzdálený „hands-on-remote“ experiment

Na závěr ještě připomeneme, co že je to ten „hands-on-remote“ experiment. Nejdříve jsme měli v laboratoři pouze hands-on experimenty, později s příchodem počítačů počítačem podporované experimenty, no a nyní v době Internetu máme ještě virtuální experimenty a vzdálené experimenty. Nové technologie a možnosti zahájily diskuse odborníků, jaké experimenty jsou nejpřínosnější. Tak jak se nejdříve experimenty rozděly na hands-on, virtuální a vzdálené, tak se nyní opět objevuje snaha o integraci vzdálených a virtuálních experimentů (integrovány e-learning). My se nyní pokoušíme o propojení hands-on a vzdálených experimentů. Přicházíme s „hands-on-remote“ experimentem, který je zároveň hands-on a zároveň vzdálený. Student nebo učitel sestaví školní experiment a klasicky (hands-on, resp. na počítači) ho demonstruje před třídou. Ale ovládací program tohoto experimentu umožňuje bez jakýchkoliv úprav, aby tento

experiment mohli sledovat ale i řídit studenti ze svých lavic prostřednictvím svých mobilních zařízení (BYOD, Bring Your Own Device). Takovýto experiment nazýváme „*near remote experiment*“ (blízký vzdálený experiment). A úplně nakonec – ten samý experiment, bez jakýchkoliv úprav, je ihned vzdáleně přístupný mimo školní budovu prostřednictvím internetu jako standardní vzdálený experiment, který zde pro odlišení nazýváme „*far remote experiment*“ (daleký vzdálený experiment = klasický vzdálený experiment).

Naše nové "hands-on-remote" experimenty nevyžadují žádné další instalace, vzdálený experiment může být publikován na webu a sdílen za cca 10 minut. Experimenty na dálku jsou dostupné prostřednictvím smartphonů a dalších mobilních zařízení. S naším novým přístupem „hands-on-remote experimentem“ student zažívá všechny důležité fáze experimentování: 1. může vlastníma rukama sestavit (instalovat) experiment (lokální), 2. může vytvořit, či se seznámit s tvorbou řídicí webové stránky, 3. s experimentem pracuje rukama lokálně na své, resp. učitelské lavici, 4. studenti ale mohou zároveň ten samý experiment "vzdáleně" (near remote) ovládat a řídit ze svých mobilních zařízeních v rámci třídy a 5. ten samý experiment je současně standardní vzdálený experiment přístupný i mimo školu a po školním vyučování.

Závěr

Po dlouholetých zkušenostech s hands-on a se vzdálenými experimenty nabízíme výukový kurz „Jednoduché hands-on-remote fyzikální experimenty s Arduinem“, aby si Arduino a nové technologie vzdálených experimentů mohl odzkoušet každý zájemce. Kurz je odzkoušený s úplnými začátečníky. Pokud byste měli zájem o nějaký výše popsaný kurz, ozvěte se autorovi příspěvku. Kurz je možné po domluvě realizovat jak na vašem pracovišti, tak i na pracovišti autora na Matematicko-fyzikální fakultě v Praze. K dispozici je nyní 5 kompletních pracovišť, ale lze je snadno rozšířit i na 10 pracovišť.

Literatura

- [1] Projekt e-Laboratoř iSES, available: <http://www.ises.info>, [Online], [Accessed: 01-September-2019].
- [2] Dvorak, J. Kuriscak, P. Lustig, F. (2013) iSES Remote Lab SDK – internet School Experimental Studio for Remote Laboratory Software Development Kit , Business and License Agreement: SME RNDr. Frantisek Lustig. U Druhe Baterie 29, 162 00 Praha 6, phone +420 602 858 056, 2013, available: <http://www.ises.info/index.php/en/systemises/sdkisesstudio>, [Online], [Accessed: 01-September-2019].
- [3] Lustig, F., Brom, P., Kuriščák, P., Dvořák, J.: "Hands-on-Remote" Laboratories, Proceedings of the 15th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV 2018), 21.-23. 3. 2018, University of Applied Science Düsseldorf (HSD), Germany, 2018, str. 446-455.