Po technické stránce CD připravil *Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.*, obrázky v učebnici zhotovil programem Metapost *doc. Mgr. Miroslav Brož, Ph.D.* Revizi upraveného vydání učebnice posoudily lektorky *RNDr. Margita Hubeňáková* a *RNDr. Dana Mandíková, CSc.* Pro tisk učebnici velmi pečlivě připravili redaktoři nakladatelství Prometheus *Mgr. Milena Osobová* a *PaedDr. Bohuslav Rothanzl.*

Hlavní autor učebnice Molekulová fyzika a termika pro gymnázia děkuje všem spolupracovníkům, lektorkám a redaktorům za kvalitní práci. Věřím, že i toto přepracování učebnice doplněné vybranými učebními materiály na CD bude pro učitele fyziky i žáky gymnázií vhodnou a hlavně přínosnou učební pomůckou. Učivo molekulové fyziky a termiky spojuje poznatky fyziky makrosvěta a fyziky mikrosvěta a je vlastně úvodem do studia mikrosvěta, které čeká studenty v dalším ročníku gymnaziálního vzdělávání.

Literatura

[1] *Svoboda, E., Bartuška, K.*: Fyzika pro gymnázia. Molekulová fyzika a termika. Šesté přepracované vydání. Prometheus, Praha, 2016.

[2] Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. VÚP v Praze, 2007. [cit. 24. 10. 2016]. Dostupné na: http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-gymnazia

[3] *Štoll, I.*: Dějiny fyziky. Prometheus, Praha, 2009.

Jednoduchý průmyslový manipulátor

PETR ADÁMEK – VÍT BARABÁŠ

Pedagogická fakulta JU, České Budějovice

Trend současné výuky s praktickým využitím výpočetní techniky v odborných předmětech fyziky, informatiky, matematiky, chemie, s různou úrovní a poměrem zastoupení oborů mechaniky, optiky, elektroniky, automatizace, robotiky, případně mechatroniky i jiných oborů, směřuje k téměř úplnému a stále rozšířenějšímu nahrazování reálného experimentu virtuální

realitou. Výchozím postupem je algoritmus experimentu v podobě matematického modelu, který je pak vhodně prezentován nejčastěji v grafické a animované podobě. Tento trend je neoddiskutovatelný z hlediska výhod, které poskytuje [1]. Hlavními výhodami je možnost prezentace nebo náhrady experimentů, které prakticky nelze provést, nebo zobrazit a realizovat. Například pohyb a interakce elementárních částic, iontů v různých fyzikálních polích, zobrazení funkce elektrického obvodu, jeho součástek nebo průběh chemické reakce, interakce-kolize těles. Další výhodou je spolehlivost a opakovatelnost výsledku a v neposlední řadě bezpečnost a hygiena výuky i šetrnost k životnímu prostředí. Virtuální experiment eliminuje nežádoucí vlivy fyzikálních podmínek reálného experimentu, včetně vlivu experimentátora.

Pro specifické druhy výuky, jako je praktické seznámení s reálnými jevy, systémy i procesy nebo pro konstruktivistický model vzdělávání [2, 3], badatelsky orientovanou výuku, *learning by doing* nebo podobných přístupů na nižších stupních škol, je určen tento příspěvek. Příspěvek předkládá technické řešení a částečnou realizaci jednoduchého zařízení, které pokrývá prakticky orientovanou výuku fyziky, informatiky, elektroniky, automatizace, mechatroniky, robotiky, dle možné zvolené aplikace.

Popis konstrukce experimentálního průmyslového manipulátoru pro praktickou výuku

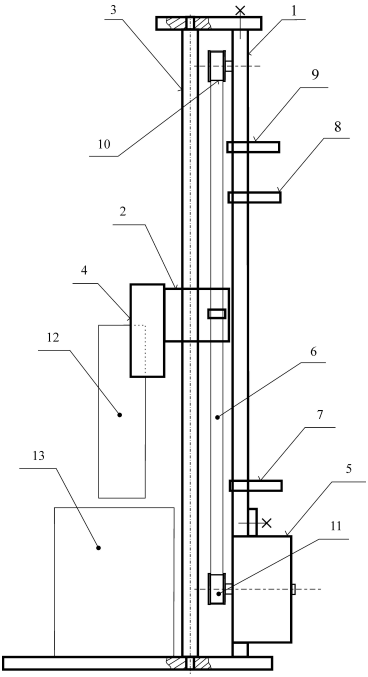
Uvedené zařízení vzniklo původně na FZÚ ČR v.v.i. na základě požadavku vytváření tenkých vrstev jiným postupem, tedy pro účely porovnání s používanými plazmatickými technologiemi depozice tenkých vrstev [4]. Jak vyplývá z anglického názvu průmyslového manipulátoru pro vytváření vrstev z roztoků: *dip* – ponořit, *coater* – pokrývač. „Dip-Coater“ [5, 6, 7] je zařízení, které vhodný předmět, například krycí nebo podkladové sklíčko do mikroskopu, definovanou rychlostí ponoří do nádoby s roztokem, v roztoku sklíčko, vzorek setrvá stanovený čas a opět definovanou rychlostí sklíčko vytáhne. Na sklíčku se v roztoku vytvoří vrstva, kterou požadujeme. Původní konstrukce vycházela z použití mechanických konstrukčních dílů vyřazené tiskárny, které byly uzpůsobeny ke konstrukci i funkci manipulátoru „Dip–Coater“ a taktéž doplněny o další díly.

Mechanická konstrukce manipulátoru

Rám tvoří svislý nosník z plochého ocelového profilu $35 \times 4 \times 400$ mm, na který jsou v horní dolní části šrouby M5 přišroubovány vrtané držáky

tvaru L 25 × 25 × 1,5 mm pro upevnění vodicí tyče kruhového průřezu vymontované z tiskárny. Zjednodušené principiální schéma konstrukce manipulátoru je patrné z obr. 1.

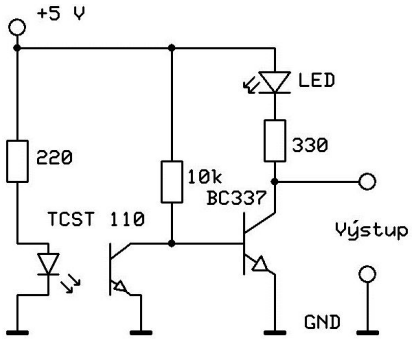
Svislý nosník je přišroubován dvěma šrouby M5 stejnými dvěma protilehlými držáky k základně z ocelového plátu 100 × 150 × 10 mm. Nosník je možno přišroubovat na podkladovou desku stolu nebo desku z jiného materiálu. Držák tvaru L 30 × 65 × 1,5 mm, přišroubovaný dvěma šrouby M5 v dolní části, slouží k upevnění vhodného motoru. Způsob upevnění všech držáků, respektive svrtání držáků s nosníkem, umožňuje přizpůsobení délce dostupné vodicí tyče, poloze motoru a dalším částem konstrukce. Po vodicí tyči se pohybuje posuvný vozík, použitý a upravený též z vyřazené tiskárny. Vertikální posuv vozíku je zajištěn ozubeným řemenem upevněným ve vozíku. Řemen je veden v horní části po kladce s napínáním použitým a upraveným z tiskárny a připevněným plochým držákem 30 × 65 × 1,5 mm.



Obr. 1 Zjednodušené principiální schéma konstrukce manipulátoru

Legenda k obr. 1: 1 – svislý nosník, 2 – posuvný vozík, 3 – vodicí tyč, 4 – držák vzorků, 5 – krokový motor, 6 – řemen, 7 – dolní, 8 – střední, 9 – horní snímač polohy, 10 – kladka řemenu, 11 – řemenice, 12 – krycí sklíčko, vzorek, 13 – kádinka s roztokem.

Do vyvrtaných otvorů není třeba řezat závity, lze využít díry průchozí a použité šrouby osadit plochými podložkami a maticemi M5. Poloha vozíku s přišroubovanou a nastavitelnou mechanickou závorou je snímána třemi fotosnímači s přerušováním paprsku, optickými závorami, například TCST110 [8], ve výchozí, horní koncové, středové a spodní koncové poloze. Poloha snímačů s výstupem TTL a optickou indikací dosažení pozice svítící LED je též nastavitelná. Schéma snímačů polohy je na obr. 2. V dolní části je přišroubován krokový motor řady SMR 300-300 napájený 24 V [9] s převodovkou s nalisovanou vysoustruženou řemenicí s o průměru 15 mm, vrtanou dírou o průměru 9,9 mm a šířkou 4 mm z polyamidu. Řemenici lze též upravit z kladky vyjmuté z tiskárny převrtáním díry dle průměru hřídele použité převodovky nebo přímo na průměr hřídele motoru. Převodovka s výstupním hřídelem o průměru 10 mm a velkým převodovým poměrem vykoná 1 otáčku za 1 minutu při napájením krokového motoru 50 Hz. Uvedená pohonná jednotka umožňuje plynulý posun vozíku s upevněnými až osmi vzorky, sklíčky o relativně vysoké hmotnosti rychlostí 10 mm/s a 1 mm/s i nižší, dle frekvence řídících impulsů.

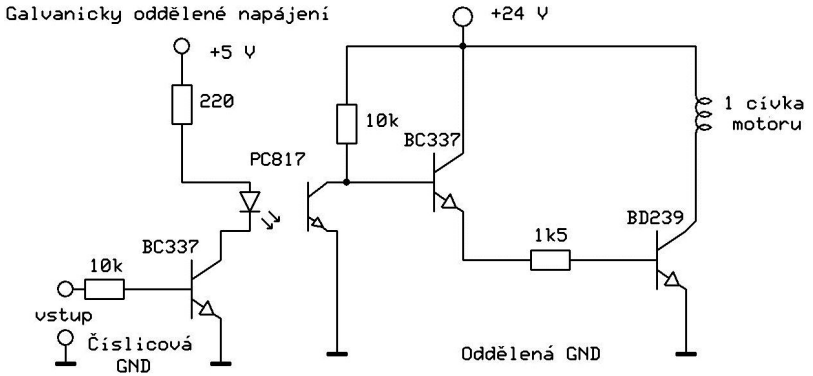


Obr. 2 Snímač polohy s optickou závorou, výstupem TTL a indikací dosažení pozice

Provedení spínačů krokových motorů

Spínače krokového motoru vycházejí z napájení motoru SMR 300-300, 24 V, pro který byl navržen napájecí zdroj s transformátorem do tiště-

ných spojů [10]. Výkon transformátoru 230 V/15 V s odděleným vinutím a izolačním napětí 4 kV je ověřen pro výkon 8–10 VA a jmenovité výstupní napětí 15 V při zátěži. Toto nestabilizované napětí je po usměrnění a filtraci vyšší, až +26 V, a i při kolísajícím odběru ze zdroje je toto provedení vyhovující pro napájení až dvou krokových motorů. Po doplnění zdroje monolitickým pětivoltovým stabilizátorem 7805 [11] poskytuje též stabilizované napájení +5 V pro číslicové obvody, optoelektrické vazební členy i spínače. Ke konstrukci univerzálního spínače posloužilo Darlingtonovo zapojení tranzistorů BC 337 [12] a BD 239 [13], které umožňuje připojení optoelektrických vazebních členů PC817 [14] pro galvanické oddělení až 5 kV od řídící elektroniky počítače. Ke spínání uvedeného typu krokového motoru jsou potřebné čtyři spínače (obr 3). Jako řídící jednotka bylo použito v našem případě PC (viz dále).



Obr. 3 Budič jedné cívky krokového motoru

Řídicí systém a rozhraní

Původně byl pro řízení manipulátoru „Dip-Coater“ použit vyřazený osobní počítač řady PC, podobně jako v případech [15, 16]. Ovládání krokového motoru i indikace stavů snímačů polohy bylo přenášeno standardním paralelním rozhraním pro tiskárnu, respektive výstupním portem ve standartním režimu „SPP“ [17, 18]. Všechny signály jsou v parametrech číslicové logiky TTL, logická „0“ (0 V– 0,75 V), logická „1“ (3,5 V– 5 V), výstupní proudy do −1 mA, resp. pro budiče s optoelektrickými vazebními členy +1 mA. K výstupu z PC, resp. ovládání krokového motoru, byl používán osmibitový střadač výstupního slova na bázové adrese 378h, 888d

dekadicky, fyzický datový výstup odpovídá pin nebo dutinka 2–9, bit 0 – „2“ ÷ bit 7 – „9“, resp. pro jeden krokový motor dutinky „2“, „3“, „4“, „5“ oproti nulovému potenciálu na dutince „13“ na konektoru CANON25. Pro snímání polohy vozíku slouží tři detektory. Signál pro vstup detektorů je čten ze vstupního stavového registru na adrese (bázová adresa +1) tj. 379h., dekadicky 889d. Signál horního detektoru je snímán jako logická úroveň na dutince „11“ (signál/BUSY), signál středního detektoru je snímán na dutince „10“ (signál ACK), signál dolního detektoru je snímán na dutince „12“ (signál PE). Dutinka „13“ je uzemněna a dutinka „15“ je přivedena na +5 V přes rezistor 10 kΩ.

Programové vybavení

K použitému řídicímu systému vyřazeného osobního počítače byly dostupné vývojové prostředky firmy MICROSOFT Co®, programovací jazyky BASIC®, C®, včetně operačního systému. Vyvinuté testovací a aplikační programy byly spouštěny pod OS MS-DOS®. Pro tyto účely použitý výkonný systém, přes svou morální zastaralost, umožňuje jednoduše napsat libovolně složitý řídící program, včetně záznamu a zálohování komentáře, prostřednictvím standardního výstupu na disk nebo grafického výstupu na displej. Navíc se dané řešení ukázalo jako ekonomicky nejvýhodnější, protože veškeré informatické komponenty byly k dispozici a kromě objektu řízení, vyvinutého manipulátoru, nebylo třeba nic pořizovat.

Dosažené parametry

Výše popsaný průmyslový manipulátor umožňuje nastavení držáku vzorků do výchozí polohy, manuální zavedení vzorků do držáku, jejich namáčení do roztoků nastavitelnou, programovatelnou rychlostí, libovolnou nastavitelnou hloubku ponoření a přesnou dobu setrvání v roztoku a přesné a spojité vytažení vzorků z roztoku bez zákmitů do výchozí polohy, nastavitelné setrvání v poloze do oschnutí vzorků a jejich vyjmutí. Programovatelná rychlost posuvu vozíku, respektive rychlosti pohybu vzorků 0,000 3 mm/s až 20 mm/s. Hmotnost vzorků, tedy zatížení vozíku manipulátoru, může přesáhnout 100 g. Při optimalizované rychlosti posuvu 10 mm/s je pohyb rovnoměrný a spojitý. Je tak vytvářena kvalitní vrstva přibližně stejné tloušťky bez povrchového zvlnění. Program nebo proces může být kdykoli přerušen. Obslužný program umožňuje vytváření protokolů k prováděným experimentům, vkládání komentářů, podmínek experimentu, datu, reálném čase a času a rychlosti pohybu vzorku a uchovávání jednotlivých dat o experimentech ukládáním v textovém formátu na disk.

Aplikační doporučení

Jednotlivé mechanické a elektronické části průmyslového manipulátoru „Dip-Coater“, taktéž řídicí jednotky, je možno libovolně měnit, dle technologických podmínek a požadavků výuky. Pro manipulátor byl vyvinut i „bezprocesorový“ jednoúčelový řídicí sekvenční obvod s využitím programovatelných logických obvodů GAL [19] a obvodů nízké a střední integrace SSI, MSI. Pro konstrukci řídicí jednotky se nabízejí, stále dostupnější i vyvíjející se mikroprocesorové stavebnice, například mikroprocesorové stavebnice Lab-Jack® [20], Raspberry-pi® [21] nebo oblíbené a stále zdokonalované a rozšiřované Arduino® [22].

Pro aplikace ve vzdělávacím procesu, ať už ve výuce nebo výzkumu, je v současnosti upravována verze podobného zařízení, které je řízeno mikroprocesorovou stavebnicí Arduino®, ke kterému je bez úprav původní zařízení–manipulátor připojitelné i včetně alternativy s napájením 3,3 V. Je možno přímo připojit jak budiče krokového motoru, tak bezkontaktní snímače polohy. Použitelné jsou i vytvořené dosavadní široce dostupné programové prostředky i zpracované knihovny prakticky bez úprav. Nejjednodušší aplikací pro badatelsky orientovanou praktickou výuku [23] na nižších stupních škol je možnost, aby žáci sami sestavovali přístroj s průběžným vysvětlením funkce jednotlivých částí zařízení. Dále z hlediska tvorby nejjednodušších algoritmů a následně programů je postačující využití prostého vertikálního posuvu s nastavitelnou polohou („model výtahu“) i bez využití snímačů polohy. Postupně lze algoritmy a programy rozvíjet s programově nastavitelnou rychlostí a dále s vyhodnocováním stavů snímačů polohy. Zařízení lze používat i v horizontální poloze, pro jinou formu horizontálního manipulátoru.

Jiným doplňkem je doplnění vozíku fotodetektorem a snímání intenzity světla rozloženého hranolem nebo mřížkou, tedy vytvoření nejjednoduššího spektrometru. Tvůrčím rozšiřováním manipulátoru o další části, například o elektromagnetické kleště, lze jeho využití dále zdokonalovat. Postupným zapojováním elektronických, mechanických a softwarových komponentů je možné se propracovat k ukázce elementárního zpětnovazebního řízení v automatizaci, případně k nejjednodušším aplikacím v robotice, tvorbě programů v informatice a v mechatronice.

Závěr

Vyvinutý průmyslový manipulátor je pod názvem „Dip-Coater“ komerčně dostupný, podle vybavení a s nabízenými funkcemi jej lze pořídit za

1 000 až 5 000 USD [6, 7, 8]. Pro původní účely časově omezené experimentální depozice tenkých vrstev z roztoků, je s dosaženými výše uvedenými parametry zcela dostačující a umožňuje další adaptace a modifikace podle požadavků vývoje a potřeb experimentů dané problematiky. Jeho zkonstruování vyžaduje pouze jednoduché strojové vybavení, vrtačku, vrtáky 5 mm a 10 mm, pilu na kov, páječku. Manipulátor je materiálově nenáročný, a to jak z hlediska jeho konstrukce, tak pořízení řídicí jednotky. Potřebujeme polyamid nebo silon o délce 10 mm a průměru 15 mm až 20 mm na kladku a řemenici, dále ocelovou tyč $30 \times 4 \times 600$ mm, 6 ks šroubů M5 $\times$ 10 mm, 6 ks matic M5 k mechanické konstrukci nosníku. Elektronická část vyžaduje univerzální desku tištěných spojů nebo desku pro výrobu obrazce tištěných spojů 100×150 mm, Dále 11krát tranzistor BC377-40, 4krát BD239, 3krát optická závora TCST110 a miniaturní rezistory – viz schémata optické závory a budiče krokových motorů. Pro napájecí zdroj je nutné pořídit transformátor 230 V/15 V, 8–10 VA, usměrňovací blok 1,5 A, elektrolytické kondenzátory 4700 mF/35 V, stabilizátor napětí 5 V/1 A. Nejnákladnější částí je výše uvedený krokový motor, avšak motor, který je dodáván k systému Arduino® [22], je ekonomicky i technicky výhodnější, je dodáván i s modulem budičů a napájecím zdrojem. Alternativním zdrojem komponent i jiného materiálu může být vyřazená tiskárna, ať už mozaiková nebo „Ink-jet“, případně PC použité na řídicí jednotku. Navíc zařízení, které je vyvíjené na různých úrovních i z hlediska pokrytí předmětů a cílů výuky, se jeví jako vhodné pro výukové účely i z hlediska ekonomické dostupnosti.

Literatura

[1] *Tesař, J.*: Virtuální měření ve fyzikálním praktiku. Otevřené a distanční vzdělávání na vysokých školách – současný stav a perspektivy. In: Academia film Olomouc 2000, s. 80–83.

[2] *Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J.*: Pedagogický slovník. Portál, Praha, 2001.

[3] *Roučová, E.*: Multimedia in Education of Teachers. In: Schola 2001, Trnava, ed. STU Bratislava 2001, s. 104–107.

[4] *Kment, S., Kluson, P., Bartkova, H., Krysa, J., Churpita, O., Cada, M., Virostko, P., Kohout, M., Hubicka, Z*: Advanced methods for titanium (IV) oxide thin functional coatings. Surface and Coating Technology 202 (2008), s. 2379–2383.

[5] http://www.mtixtl.com/dip-coater-desktop.aspx, 2. 2. 2016.

[6] http://www.nadetech.com/index.php/en/products/dip-coater, 2. 2. 2016.

[7] http://machinery.alibaba.com/dip-coater.html, 2. 2. 2016.

[8] http://www.gme.cz/tcst1103-p523-174, 6. 2. 2016.

[9] http://www.elektromotory-bor.cz/cz/krokove-motory/krokovy-motor-reverzacni-smr-300-300-ri-24.html, 4. 2. 2016.

[10] http://www.conrad.cz/transformator-do-dps-gerth-ei-48-16-8-prim-230-v-sek-15-v-666-ma-10-va.k1092959?gclid=CJadmomq3soCFUn4wgodNvgKAg#utm_source=google&utm_medium=agregator&utm_campaign=2016&utm_content=1092959, 4. 2. 2016.

[11] http://www.ges.cz/cz/stabilizator-napeti-7805-to220-GES05002908.html, 5. 2. 2016.

[12] http://www.gme.cz/bipolarni-tranzistor-bc337-40-to92-p210-019, 5. 2. 2016.

[13] http://www.gme.cz/products/search?term=BD239, 5. 2. 2016.

[14] http://www.ges.cz/cz/pc817-GES05114567.html, 2. 2. 2016.

[15] *Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, Zemědělská fakulta, České Budějovice*: Mobilní elektronický měřicí systém pro měření parametrů zemědělských strojů. Původci: Adámek, P., Fríd, M., Frolík, J., České republika. Užitný vzor č přihláška UV 2013-27868, registrační č. 25973, 17. 10. 2013. www.upv.cz, 8. 2. 2016.

[16] *Adámek, P.*: Measuring system for digital data acquisition of parameters of Diesel engines. In: Sborník XVII DIDMATTECH 2004, RZESOW, Poland, pp. 444–448, ed. Zaklad Dydaktyki Techniki i Informatyki – Uniwersytet Rzesowski.

[17] *Šnorek, M.*: Standardní rozhraní PC. Grada, Praha, 1992.

[18] http://www.interfacebus.com/Design_Centronics_Connector_PinOuts.html, 2. 2. 2016.

[19] https://sites.google.com/site/ustics131/pal-pla-gal, 6. 2. 2016.

[20] https://labjack.com/, 5. 2. 2016.

[21] http://rpishop.cz/raspberry-pi-pocitace/8-raspberry-pi-0766897151323.html, 5. 2. 2016.

[22] http://www.arduino-shop.cz/?gclid=CPHA76XM4MoCFQQUwwodD-0CvA, 5. 2. 2016.

[23] *Yu Wang et al.*: Exploration in practical-oriented teaching of mechatronics engineering education. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-27552-4_17#page-1, 9. 2. 2016.

Maximální rychlost podání v tenisu

JIŘÍ KOHOUT – KAREL RAUNER

Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita, Plzeň

V první části článku ukážeme, jak stanovit maximální možnou velikost rychlosti (dále jen rychlost, směrem rychlosti se nezabýváme) tenisového