

„Komputer w szkolnym laboratorium fizycznym”

Ogólnokrajowe Seminarium PTF

Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń 3–7.12.2008

Grzegorz Karwasz

Zakład Dydaktyki Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń

Streszczenie: Artykuł omawia treści seminarium PTF/UMK „Komputer w szkolnym laboratorium fizycznym”, które odbyło się w Toruniu w dniach 3–7.12.2008 r. Przesłanki ku zastosowaniu komputerów w pomiarach naukowych i dydaktycznych są zarówno aparaturowe jak i metodologiczne – komputer pozwala nie tylko na lepszą statystykę pomiaru ale na obserwację zjawisk trudnych do badania metodami „ręcznymi”. W trakcie seminarium, również z udziałem gości zagranicznych przedstawiono ogólne zasady pomiarów sterowanych numerycznie, przykłady standardów komunikacji, praktyczne zastosowania, przykłady lekcji, jak również multimedia edukacyjne.

Computer in school laboratory – Polish Physical Society Seminar, Toruń 2008

Abstract: Contents of the Polish Physical Society Seminar „Computer in School laboratory”, UMK, Toruń 2008, are presented. The reasons of the use of computer control in research and didactical experiments are discussed – these are not only the better statistics but also the observation of processes impossible to trace by „eye” method. The seminar, held also with foreign lecturers allowed to show general basis of measurements controlled numerically, examples of interface standards, practical implementations, chosen lessons and also multimedia textbooks.

W kwestii komputeryzacji szkoły nie brakuje głosów krytycznych. Kilka lat temu, w miesięczniku pokładowym British Airways pojawił się artykuł podający zsumowane wielkości nakładów finansowych na nowe wersje komputerów i oprogramowania. Autor stwierdzał w konkluzji, że „najefektywniejszym środkiem technicznym w oświacie [angielskiej] pozostaje szkolny autobus”. Nawet na wydziałach fizyki wyższych uczelni, i to nie tylko w Anglii, nie brakuje głosów, że studenci powinni najpierw nauczyć się posługiwania suwmiarką i stoperem¹ a dopiero później automatycznymi systemami pomiarowymi („bo na komputerze to oni głównie przepisują”).

Tymczasem, większość procesów przemysłowych jest już kontrolowana przez komputery, które, jeśli źle zinterpretują przesłaną informację, potrafią spowodować eksplozję, nawet w elektrowni jądrowej². I nie jest to bynajmniej wyłącznie kwestia źle napisanej linii w programie komputerowym. Pierwsze szerzej stosowane systemy pomiarowe oparte były na zupełnie prymitywnych, w dzisiejszym ro-

zumieniu, mikrokomputerach – Commodore 4 i Sinclair ZX Spectrum. Najczęstszym powodem awarii w laboratorium bywała nie pomyłka komputera, ale źle ustawiony czytnik (= kółko zębate + fotodiody) położenia, błędny bit podany do zasilacza wysokiego napięcia lub źle dobrane czasy otwierania/zamykania zaworu iglicowego [1]. Dokładnie te same błędy można było popełnić przeprowadzając pomiary „ręcznie”. Co więcej, komputer jest znacznie dokładniejszy w otwieraniu zaworu niż ręka doktoranta. Komputer może ponadto prowadzić pomiary 24 godziny na dobę, czyli jest, pozornie, trzykrotnie wydajniejszy od doktoranta.

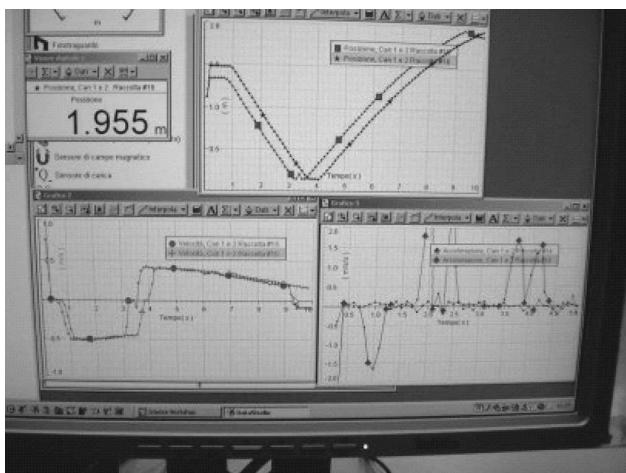
Wbrew pozorom, zastosowanie komputera daje jednak mniejsze korzyści, niż wynikałoby to z wyliczenia 24 h = 3 × 8 h. W przypadku komputera trudności wynikają głównie z konieczności zgrania wszystkich nieprzewidzianych parametrów a priori. Z tego powodu, komputerowy system pomiarowy to nie tylko komputer i gotowy program, lecz także źle podłączony kabel i wózek ustawiony

¹Ci sami wykładowcy nie postulują jednak używania ani abakusa ani suwaka logarytmicznego, które są (lub raczej były) urządzeniami bardzo pożytecznymi.

²Zaznaczmy jednak, że w przypadku eksplozji w Czernobylu ekipa techniczna celowo wyłączyła automatyczny system sterujący, dla przeprowadzenia „ręcznie” testów bezpieczeństwa. W przypadku Apollo 13, wręcz przeciwnie, to ręczne sterowanie uratowało załogę.

na skosie, słabo zamocowane zderzaki itd. itp. Z drugiej strony trzeba dodać, że doświadczenia stanowiące awangardę fizyki, jak kondensacja Bosego–Einsteina [2] czy doświadczenia z akceleratorami, w ogóle nie mogłyby być sterowane przez człowieka.

Pozostaje jeszcze aspekt dydaktyczny. Komputer na tym samym wykresie przedstawia przebytą przez wózek drogę (z pomiaru położenia), jego prędkość (różniczkując przebytą drogę w poszczególnych odcinkach czasu) oraz przyspieszenie (jako drugą pochodną, lub z bezpośredniego pomiaru). Pochodna (i całka) staje się dla ucznia nie tylko abstrakcyjną operacją matematyczną, lecz także wielkością fizyczną ze wszystkimi niedokładnościami jej pomiaru. Nie mówiąc już o zupełnie abstrakcyjnym pojęciu jak „popęd”, będącym po prostu całką siły po czasie („zauważcie, że niezależnie od typu zderzaka zamontowanego do wózka, czy to sprężyny czy magnesu, pole pod krzywą $F(t)$ pozostaje takie same”).



Fot. 1. Komputerowy pomiar położenia, prędkości i przyspieszenia. Ruch wózka w teorii jednostajny – linia „prawie” prosta na wykresie $s(t)$, górny panel, jest spowalniany przez tarcie, co wyraźnie widać na wykresie $v(t)$ – lewy dolny panel. „Pomiar” przyspieszenia (dolny prawy panel) jako drugiej pochodnej położenia jest obarczony poważnymi błędami – pojawiają się dodatkowe piki, wynikające z błędów próbkowania.

Komputerowo sterowane doświadczenia, nie tylko z fizyki, mają więc cztery aspekty:

1) komputerowy – wybranego standardu pomiarowego i oprogramowania, w którym należy uruchomić odpowiedni „klawisz”,

2) fizyczny – czynniki, np. położenia, wykorzystuje określony proces fizyczny jak rozchodzenie się ultradźwięków,

3) elektroniczny – sygnał z czynnika, np. napięcie z czujnika piezoelektrycznego, jest odpowiednio wzmacniany i/lub zamieniany na sekwencję bitów przesyłanych do komputera,

4) dydaktyczny – czyli umiejętność wyboru tych eksperymentów, które z komputerem są szybsze w wykonaniu i precyzyjniejsze w przekazie wiedzy.

Oczywiście, można sobie poradzić z doświadczeniem komputerowym na zasadzie „ustawić i nie ruszać!”, ale znacznie lepiej byłoby, aby nauczyciele dysponowali nieco bardziej szczegółową wiedzą, niż to jest na ogół, zarówno w dziedzinie elektroniki jak i standardów pomiarowych. I to był zasadniczy cel I Seminarium „Komputer w szkolnym laboratorium fizycznym” zorganizowanego w dniach 3–7 grudnia 2008 roku na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika wspólnie przez Oddział Toruński PTF i Zakład Dydaktyki Fizyki UMK w Toruniu³.

Do udziału w seminarium zaprosiliśmy nauczycieli, doradców metodycznych, naukowców fizyków, dydaktyków-pedagogów, elektroników-automatyków, przedstawicieli firm handlowych, studentów. Pięć dni wymiany opinii i warsztatów spotkały się z bardzo pozytywnym przyjęciem wszystkich słuchaczy. Nauczyciele mieli możliwość nie tylko posłuchania wykładów, ale przede wszystkim samodzielnego wypróbowania wszystkich udanych i nieudanych wariantów doświadczeń.



Fot. 2. W Seminarium toruńskim wzięło udział 60 uczestników. Jedynym ograniczeniem była liczba stanowisk pomiarowych. Stanowisko z mechaniki, wymagające współdziałania kilku „uczniów”, cieszyło się szczególnym zainteresowaniem.

Szczególne zainteresowanie wzbudziły wykłady plenarne – inauguracyjny wykład prof. Henryka Szydlowskiego (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu) prekursora studenckich komputerowych laboratoriów z fizyki, prof. Bronisława Siemienieckiego, kierownika katedry Mediów w Edukacji na Wydziale Pedagogiki UMK, prof. Piotra Targowskiego z Instytutu Fizyki UMK i mgr Rossany Violi, doktorantki w zakresie dydaktyki fizyki (promotor prof. Marisa Michelini) z Uniwersytetu w Udine (Włochy). Większość z tych wykładów zawiera poniższy zbiór. Uzupełniają ten zbiór streszczenia wystąpienia mgr Anny Kamińskiej (Akademia Pomorska w Słup-

³Seminarium było dofinansowane przez MNiSW w ramach grantu przyznanego dla PTF oraz przez Fundację Rozwoju Systemów Edukacji, w ramach grantu EEA „Teaching Physics in Secondary School”.

sku) i mgr Andrzeja Karbowskiego, doktorantów w zakresie dydaktyki fizyki na UMK. Prezentacje i inne materiały Seminarium znajdują się na stronie internetowej <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/komputery/>.

Drugie seminarium toruńskie odbędzie się ponownie na imieniny Kopernika, tj. między 2 a 6 grudnia 2009 roku w Instytucie Fizyki UMK, Toruń, Grudziądzka 5/7.

P.S. W marcu 2007 roku została powołana Komisja ZG PTF ds. szkolnych laboratoriów komputerowych z fizyki. Seminarium toruńskie jest jednym z wyników działań tej Komisji. Składam podziękowania wszystkim Koleżankom i Kolegom, w szczególności p. prof. Henrykowi Szydłowskiemu.

Literatura

- [1] Zob. np. A. Zecca, G. Karwasz, S. Oss, R. Grisenti, R.S. Brusa, „Total absolute cross sections for electron scattering on H₂O at intermediate energies”, *J. Phys. B* **20**, L133 (1986). Dane pomiarowe wyraźnie układają się w serie po 3–4 punkty, które były seriami w jednym ciągu automatycznego przestrajania energii.
- [2] Wytworzenie kondensatu Bosego–Einsteina wymaga synchronizacji 80 sygnałów napięciowych w przedziale czasowym 10 mikrosekund, W. Gawlik, M. Zawada, „Prace z kondensatem Bosego–Einsteina atomów rubidu w Krajowym Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej”, *Elektronika* **XLIX** (5), 6 (2008).

Pomiary wspomagane komputerowo

Henryk Szydłowski

Wydział Fizyki UAM, Poznań

Streszczenie: Przedstawiono cele i metody pomiarowe komputerowo wspomaganymi doświadczeń w fizyce. Omówiono podstawy przetwarzania analogowo-cyfrowego, ogólną charakterystykę interfejsów, przykłady pomiarów elektrycznych. Wyniki pokazano na przykładzie prawa Faradaya indukcji elektromagnetycznej. Pokróćce opisano przykłady pomiarów innych wielkości fizycznych.

Computer-aided experiments

Abstract: The aims and methods of computer-aided experiments in physics are presented. Basis of the analog-digital conversion, general features of interfaces, examples of electrical measurements are discussed. In particular, the Faraday induction law is illustrated. Examples of the measurements, like distance via ultrasounds are discussed as well.

1. Wstęp

Komputery na dobre zawitały do Polski zaledwie przed około 30 laty. A dziś są już wszechobecne w badaniach naukowych, fabrykach, urzędach, w sklepach i w prywatnych domach. Stanowią konkurencję dla tradycyjnych książek, poczty, telefonii. Nawet zastępują kino i teatr oraz kolorowanki dla dzieci.

Warto jednak pamiętać, że wielka rewolucja informatyczna ma swoje źródło i początek w badaniach naukowych i wielkich programach badawczych typu podbój kosmosu czy budowa wielkich akceleratorów i zderzaczy. To wielkie programy podboju kosmosu przyczyniły się do szybkich postępów elektroniki opartej na półprzewodnikach, obwodach scalonych i doprowadziły do niezawodności sprzętu elektronicznego. Z kolei wielkie zderzacze cząstek elementarnych przyczyniły się do niebywałego rozwoju komputerowo wspomaganego techniki pomiarowej i

analizy danych. Powszechnie dziś używane strony www powstały w CERN-ie wraz z wielkim zderzaczem elektronów LEP, poprzednikiem uruchamianego obecnie wielkiego zderzacza hadronów LHC.

Praca zawiera podstawowe informacje niezbędne do komputerowo wspomaganego eksperymentu przyrodniczego.

2. Przetwarzanie analogowo-cyfrowe

Tradycyjne przyrządy pomiarowe są przyrządami analogowymi, to znaczy takimi, których wskazania mogą zmieniać się w sposób ciągły, i można odczytać dowolnie dokładnie ich wskazania. Oczywiście w praktyce istnieje ograniczenie dokładności do najmniejszej działki na skali przyrządu (niepewność wzorcowania [1]). Wskazanie miernika analogowego nie jest „zrozumiałe” dla komputera i musi być przetransformowane na zapis cyfrowy stosowany w komputerach.