

Experimentera hemma med utrustningen i universitetens övningslaboratorier

Ingvar Gustavsson, *Member, IEEE*, Johan Zackrisson, Henrik Åkesson och Lars Håkansson, *Member, IEEE*

Abstract—Blekinge Tekniska Högskola, BTH, har öppnat ett övningslaboratorium för ellära och elektronik för fjärrstyrning och håller på att öppna ett fjärrstyrbart signalbehandlingslaboratorium för vibrationsanalys. Ett unikt användargränssnitt gör det möjligt att från valfri plats styra och manövrera experimentutrustningen på samma sätt som i laboratorielokalerna. Allt som behövs är Internetansluten PC med standardprogramvara. Denna forskning är inriktad mot vad som upplevs som den största utmaningen dvs. att ge studenterna en så genuin upplevelse som möjligt oaktat bristen på direkt kontakt med den fysikiska experimentutrustningen. BTH bjuder in andra lärosäten både nationellt och internationellt att delta i pedagogisk utvärdering av detta komplement till att experimentera i laboratorier och att delta i vidareutvecklingen mot en internationell standard.

I. INTRODUCTION

Laborationers roll i ingenjörsutbildningen har uppmärksamats på senare tid [1]. Experiment är viktiga för att studenter skall kunna relatera abstrakta matematiska modeller till verkligheten och för att studenter skall bli medvetna om modellernas begränsningar. Tyvärr är laborationer dyra och när lärosäten ser över sina kurskostnader drabbar det ofta experimentella inslag. Antalet experiment i bl.a. civilingenjörsutbildningen har successivt reducerats under de senaste fyrtio åren. Simuleringar används istället mer och mer samtidigt som prestanda hos dagens konstruktioner drivs allt närmare de gränser som naturen sätter, vilket gör det viktigt att förstå skillnaden mellan modell och verklighet. Simuleringar är alltså inget alternativ till experiment utan ett komplement. De förra kräver också väl utvecklat abstrakt tänkande och kan därmed knappast användas i lägre gymnasial utbildning.

Idag har den tekniska utvecklingen nått så långt att man kan styra och reglera hela industriläggningar på distans. Det är nu dags att använda denna teknik i undervisningens tjänst. Vid BTH drivs projektet VISIR (Virtual Instrument Systems in Reality) som syftar till att öka det laborativa inslaget i kurser inom naturvetenskap och teknik utan att kostnaderna skenar. Detta kommer att bidra till resurssnål utbildning och hållbar utveckling i allmänhet samt vara fördelaktigt ur genusperspektiv.

II. ÖPPET ELLÄRA/ELEKTRONIKLABORATORIUM

Internationellt pågår mycket arbete inom området "remote labs". Dessa företeelser gör det möjligt att experimentera genom att via internet fjärrstyra experimentuppställningar, vilka var och en i allmänhet är konstruerade och byggda för ett visst experiment. Speciellt reglertekniska experiment som inverterad pendel är populära att erbjuda fjärrstyrda [2] – [5]. BTH har valt en annan väg och öppnat ett befintligt övningslaboratorium för ellära och elektronik för fjärrstyrning och håller på att öppna ytterligare ett, nu inom vibrationsanalys. Avsikten är att ge studenter och i viss mån allmänheten fri tillgång till laboratorier. Ett unikt gränssnitt, gör det möjligt för användare att ställa in instrument och t.ex. koppla kretsar på kopplingsplattan på samma sätt som i laboratoriet även om instrumenten och plattan på skärmen är foton av motsvarande fysiska utrustning och datormusen får ersätta fingrarna. Den verkliga kopplingsplattan är ersatt med en kretskopplingsrobot, relämatris, som styrs av de kopplingar användarna gör på den virtuella plattan [6]. Inga nya läromedel behöver framställas utan befintliga används. Studenter utför föreskrivna experiment i lugn och ro hemma - en möjlighet som erbjuds både campusstudenter och studenter i distansutbildningar som Ingonline, ett högskoleingenjörsprogram på distans.

Vid lokala laborationer finns alltid handledare närvarande. Schemalagda laborationer med handledare kan också bedrivas med fjärrstyrande laboranter. Handledaren kan då använda moderna kommunikationsmedel som Microsoft Windows Messenger för att assistera fjärrstyrande laboranter med inställningar och kopplingar. För att göra det möjligt att tillåta att enskilda laborerar utanför schemalagda tider, då ingen mänsklig handledare är närvarande, finns virtuell handledare, vars uppgift är att se till att inga destruktiva kopplingar spänningssätts. Den virtuella handledaren är en programmodul. I samband med att nya komponenter monteras i kopplingsroboten instrueras den virtuella handledaren också hur dessa komponenter får användas.

Laboratoriet är öppet för både studenter och allmänhet men det finns inloggnings- och bokningssystem som reglerar tillgängligheten. Laborationstillfällen kan bokas av lärarpersonal, som även väljer vilka studenter som får boka plats och laborera vid varje enskilt tillfälle. Dessa studenter får också laborera enskilt utanför bokade tillfällen under den tid

som aktuell kurs ges. Vissa laborationer är öppna för gäst användare i mån av plats. Andra lärosäten – även utländska – erbjuds att lägga in laborationer och reservera laborationstillfällen för sina studenter i mån av ledig kapacitet. Detta erbjudande gäller även gymnasieskolor och andra kursarrangörer. De komponenter, som skall vara tillgängliga för studenterna vid varje laboration, behöver monteras i kopplingsroboten och foton av nya komponenter samt länkar till laborationsanvisning och övrig dokumentation läggs in.

III. VIDAREUTVECKLING

Utvecklingen kommer att drivas vidare i samarbete med intresserade lärosäten och instrumentleverantörer både nationellt och internationellt. Följande aktiviteter planeras:

- 1) *Aktivisering av internationellt nätverk och formering av spridningskonsortium.* Forskningsgruppen ingår redan i internationella nätverk men ett formellt konsortium under BTH:s ledning kommer att bildas för att styra utvecklingen mot en öppen standard. Avstampet beräknas ske i sommar vid den internationella konferensen REV 2006 i Maribor i Slovenien.
- 2) *Dokumentering och vidareutveckling av laboratoriet för ellära/elektronik.* Projektet startade 1999 vid BTH och hittills har 12 månår spenderats men mycket arbete återstår. Befintlig demonstrationsanläggning behöver vidareutvecklas och dokumenteras på ett sätt som lämpar sig för spridning som "open source". Vidareutvecklingen kommer bl.a. att förse laboratorierna med en virtuell instrumenthylla, där de instrumentmodeller, som medverkande lärosäten och skolor använder, finns.
- 3) *Formulering av förslag till standard för öppna övningslaboratorier för grundutbildning i ellära och elektronik.* Ellära/elektroniklaboratorier för grundutbildning inom universitet världen runt innehåller redan samma grundutrustning även om instrumentens fabrikat och modell varierar. Den gemensamma grundutrustningen är spänningsaggregat, multimeter, funktionsgenerator, oscilloskop och kopplingsplatta.
- 4) *Dokumentering och vidareutveckling av laboratoriet för vibrationsanalys.* Att öppna ett laboratorium för vibrationsanalys innebär att introducera konceptet i den mekaniska domänen. Utvecklingen av detta laboratorium har inte kommit så långt men mycket av det arbete som gjorts i elektroniklaboratoriet kan återanvändas. Befintlig testanläggning behöver också vidareutvecklas och dokumenteras på sätt som lämpar sig för spridning som "open source".
- 5) *Pedagogisk utvärdering.* Här söker vi hjälp av forskargrupper med lämplig pedagogisk inriktning. ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) i USA har tagit initiativ till att definiera lärandemål för den experimentella delen i ingenjörsutbildningar [1].

- 6) *Framtagning av gemensamma finansieringslösningar för denna tvärvetenskapliga forskning och utveckling.* Exempel på tänkbara finansiärer är Nätuniversitetet, KKS, Vinnova och EU.

IV. SLUTSATSER

Det är möjligt att öppna befintliga lokala övningslaboratorier för fjärrstyrning. På så sätt kan speciellt ovana studenter som komplement "tjuvträna" hemma och skaffa sig laborationsvana i lugn och ro på egen hand. Laboratorielokaler och utrustning kan delas mellan lärosäten och därmed utnyttjas effektivare samtidigt som studenter får "fri" tillgång till experimentella resurser. Adressen till laboratorierna är: <http://distanslabserver.its.bth.se/>. Bedöm gärna själv möjligheterna genom att prova något av gästexperimenten eller titta på en demonstration! Det faktum att ellära/elektroniklaboratorier för grundutbildning världen runt redan innehåller likadan utrustning bör göra det lättare att nå en internationell standard för fjärrstyrbara laboratorier vilken inkluderar olika instrumentfabrikat och modeller. En standard för öppna signalbehandlingslaboratorier ligger längre fram i tiden. I enkla kursutvärderingar har studenterna gett mycket positiva omdömen om båda laboratorierna, vilket ger anledning att tro att här finns jungfrulig mark för fruktbar pedagogisk forskning.

REFERENCES

- [1] L. D. Feisel and A. J. Rosa, "The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education", *Journal of Engineering Education*, January 2005, pp 121-130.
- [2] D. Gillet et al., "The Cockpit: An Effective Metaphor for Web-based Experimentation in Engineering Education", *Int. J. Engng ED.*, Vol. 19, No. 3, pp.389-397, 2003.
- [3] Z. Nedic, J. Machotka, and A. Nafalski, "Remote Laboratories Versus Virtual and Real Laboratories", *Proceedings of the 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, Bolder, USA, November 5 – 8, 2003.
- [4] A. A. Asumadu et al., "A Web-Based Electrical and Electronics Remote Wiring and Measurement Laboratory (RwmLAB) Instrument", *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 54, No. 1 February 2005.
- [5] A. M. Scapolla, A. Bagnasco, D. Ponta, and G. Parodi, "A Modular and Extensible Remote Electronic Laboratory", *International Journal of Online Engineering*, Vol. 1 No. 1 (2005).
- [6] I. Gustavsson, J. Zackrisson, H. Åkesson, L. Håkansson, I. Claesson, and T. Lagö, "Remote Operation and Control of Traditional Laboratory Equipment", *International Journal of Online Engineering*, Vol. 2, No. 1 (2006).