TH0200034

การเรียนด้วยตนเองสำหรับนิสิตวิศวกรนิวเคลียร์

George Bereznai และ สุพิชชา จันทรโยธา

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์: 218-6781 โทรสาร: 218-6770 e-mail: supitcha.c@eng.chula.ac.th

บทคัดย่อ

วิชาระบบและปฏิบัติการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการสอนและการเรียนทางไกลในระดับบัณฑิตศึกษา โดยปัจจุบัน เอกสารการสอนจัดอยู่ในรูปของCD-ROMแบบ Interactive Multimedia ที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถสอบถามและส่งงานกับผู้สอนได้ทางe-mail วิชานี้ได้เปิดสอนที่ภาควิชาฯ เมื่อปีการศึกษา2542 และเปิดให้ผู้สนใจจากภายนอกด้วย ผลพบว่า รูปแบบของการเรียนในลักษณะที่ผู้เรียนสามารถ ฟัง อ่าน จดบันทึก และเลือกเนื้อหาได้ตามความเหมาะสมกับตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น วิชานี้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ 2 ภาษา ผู้เรียนส่วนใหญ่ชอบการเรียนในลักษณะนี้ แต่มีผู้เรียนบางคนยังคงติดกับระบบการเรียนการสอนแบบดั่งเดิม ดังนั้นการสอนในลักษณะนี้ ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ที่มีวุฒิภาวะสูงและรู้จักขวยขวายด้วยตนเอง

Self-paced Learning for Nuclear Engineering Students

George Bereznai and Supitcha Chanyotha

Department of Nuclear Technology, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

Tel. 218-6781 Fax. 218-6770 e-mail: supitcha.c@eng.chula.ac.th

ABSTRACT

The Nuclear Power Plant Systems and Operation graduate level course offered by the Department of Nuclear Technology at Chulalongkorn University has been developed in a form that is suitable for distance education. For the time being, the interactive multimedia self-paced course material is on a CD-ROM. Students submit their questions and weekly assignments via e-mail. We have been delivering the course to our students, and to interested people from industry, since 1999. We have found that this type of teaching methodology contributes to better learning by the course participants, because they have the option of listening to the lectures, reading the lecturer's words, making their own notes and selecting the content that best meets each individual student's needs. The language of the sound files and of the Lecture Notes can be chosen by each student to be English or Thai. While most students liked this method of learning, some favoured the traditional classroom–based lecture style environment. Therefore, for the self-paced learning methodology, students need to have high maturity and self-motivation.

บทนำ

ในช่วงปีก่อนที่จะเกิดวิกฤติทางเศรษฐกิจ หลายประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก เช่น อินโดนีเซีย เวียตนาม ไทย และ ฟิลิปปินส์ ได้พิจารณาการนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยให้เป็นทางเลือกทางหนึ่งของประเทศ สิ่งสำคัญที่ควรได้รับการพิจารณาก่อนที่จะนำเอาเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในประเทศ คือ จำนวนทรัพยากรมนุษย์ และ การยอมรับของประชาชนทางด้านพลังงานนิวเคลียร์ ดังนั้นในช่วงปี พ.ศ.2538-2541 ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาแห่งเดียวในประเทศที่มีโปรแกรมการเรียนการสอนในระดับบัณฑิตศึกษาทางเทคโนโลยีนิวเคลียร์ จึงได้จัดตั้งโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านนิวเคลียร์ขึ้น[1] โดยได้รับเงินทุนสนับสนุนจาก องค์กรพัฒนาระหว่างประเทศแคนาดา(Canadian International Development Agency,CIDA) และได้รับความร่วมมือจาก Atomic Energy of Canada Limitted (AECL) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ซึ่งในระยะเวลา 3 ปี (2538-2541)มีผลสำเร็จจากโครงการฯ ดังนี้

- จัดตั้ง Chair Professor (Dr. George Bereznai)จากแคนาดามาประจำที่ภาคฯวิชา 3 ปี
- จัดตั้งหลักสูตรระดับปริญญาตรีและระดับปริญญาเอกที่ภาควิชาฯ
- ปรับปรุงหลักสูตรระดับปริญญาโท และ มีบัณฑิตสำเร็จการศึกษาในช่วงของโครงการฯ 36 คน
- เริ่มโปรแกรมปริญญาเอกในปี 2540
- มีการแลกเปลี่ยนผู้เชี่ยวชาญระหว่างประเทศ 110 คน
- จำนวนผู้ร่วมโครงการฯจากภาครัฐ และ เอกชน ทั้งหมด 416 คน
- เอกสารคำสอน 35 วิชา ซึ่งจัดทำโดยอาจารย์ผู้ทรงคุณวุติและผู้เชี่ยวชาญจากประเทศแคนาดา เอกสารทั้งหมดจัดอยู่ในรูปของสิ่งพิมพ์และ อิเล็กทรอนิกส์ และเป็นลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- จัดทำ เทปวิดีทัศน์ พร้อมคู่มือ 4 เล่ม แจกให้โรงเรียนทั่วประเทศที่เข้าร่วมโครงการฯซึ่งเป็นส่วนของการประชาสัมพันธ์ด้านพลังงานนิวเคลียร์

แม้วิกฤติทางเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2540 ทำให้โครงการโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ในประเทศถูกเลื่อนออกไปโดยไม่มีกำหนด แต่สิ่งสำคัญที่ภาควิชาฯเล็งเห็นประโยชน์หลังจากที่โครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านพลังงานนิวเคลียร์สิ้นสุดลง คือ เอกสารคำสอนทั้ง 35 วิชาที่ได้จากโครงการฯ ภาควิชาฯได้นำเอกสารคำสอนที่มีประโยชน์เหล่านี้มาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการศึกษาทางเทคโนโลยีนิวเคลียร์รวมทั้งประยุกต์ใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศต่อไป

การศึกษาทางไกล

ทางภาควิชาฯได้เคยพิจารณานำการศึกษาทางไกลมาใช้ในช่วงระหว่างโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านพลังงานนิวเคลียร์กำลังดำเนินการอยู่ คือ

- การประชุมผ่านทางดาวเทียม(Video Conferencing via Satellites) พบว่า ช่วงเวลาที่ต่างกัน 12 ชั่วโมง ของประเทศไทยกับแคนาดา ทำให้การดำเนินการนี้ไม่สะดวกในทางปฏิบัติ และ มีค่าใช้จ่ายสูง
- บันทึกเทปวิดีทัศน์ทุกวิชาที่สอนในโครงการฯเพื่อใช้ในการเรียนการสอนครั้งต่อไป พบว่า สิ่งแวดล้อมและบรรยากาศในห้องเรียนที่ถ่ายทำ มีผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร และ ไม่สะดวกในทางปฏิบัติ เมื่อผู้เรียนต้องการทบทวนบทเรียนใหม่ ต้องใช้เวลา หยุด-กลับ เทป และ บรรยากาศการเรียนโดยการใช้เทปวีดีทัศน์ไม่เป็นที่จูงใจ และ ยอมรับเท่าที่ควร

เนื่องจากเอกสารทั้งหมดของโครงการฯได้จัดทำอยู่ในรูปอิเล็กโทรนิกส์ ดังนั้น ในเบื้องต้นนักศึกษาและบุคคลที่สนใจ สามารถสืบค้นเอกสารเรียนได้โดยผ่านทาง Internet ต่อมาเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มีความทันสมัยขึ้นมากโดยเฉพาะรูปแบบที่เป็น Interactive Multimedia ทางภาควิชาฯจึงได้เปลี่ยนรูปแบบของวิชา Nuclear Power Plant Overview หนึ่งในวิชาของหลักสูตร ให้อยู่ในรูป Interactive Multimedia โดยใช้ ซอฟแวร์ Adobe Acrobat Exchange เนื่องจากซอฟแวร์ Adobe Acrobat มีความสามารถหลายประการ (ดูรูปที่ 1 ประกอบ) เช่น

- คงสภาพรูปแบบเดิมของเอกสาร รวมทั้งให้ความคมชัดของ กราฟ และ รูปภาพ
- สามารถเพิ่ม Highlights แก่ส่วนสำคัญต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตุได้ง่าย
- มีปุ่มฟังเสียง(specker icon)ที่ผู้เรียนสามารถกดฟังเสียงผู้สอนเมื่อต้องการและสามารถจัดทำได้หลายภาษา
- มีปุ่มเลือกหน้าและหัวข้อที่สนใจได้ตามความต้องการ และ ไม่ต้องเรียงตามลำดับ
- สามารถเพิ่มส่วนของวีดีทัศน์ลงในโปรแกรมได้

ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อวิชาเป็นวิชาระบบและปฏิบัติการโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์(Nuclear Power Plant Systems and Operation) ระหัสวิชา 2111648 และ เริ่มทดลองใช้สอนเมื่อปีการศึกษา 2542 โดยเปิดให้บุคคลภายนอกที่สนใจเข้าร่วมเรียนด้วย นอกจากนี้ยังได้ทำการสอนวิชานี้ทางไกลให้แก่ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และ สอนให้กับผู้เรียนในต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศ อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เวียตนาม จีน และ แคนาดา โดย Dr.George Bereznai จะเป็นผู้เดินทางไปพบกับผู้เรียนในชั่วโมงแรกของการเรียน และ อาทิตย์สุดท้ายของ

การเรียน[2] อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยนั้นๆจะเป็นผู้ช่วยสอน การปฏิบัติการ และ รับผิดชอบในการให้เกรด โโยอาจารย์ผู้ช่วยสอนและผู้เรียนจะติดต่อกับผู้สอนทาง e-mail

การเรียนการสอนวิชา 2111648

วิชานี้เปิดสอนในภาคการศึกษาปลาย (เทอมที่ 2)ในระดับบัณฑิตศึกษา ผู้เรียนต้องผ่านวิชา 2111601 ความรู้เบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ วิชานี้สอนเกี่ยวกับ ระบบการควบคุม และ การปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ ในวันแรกของการเรียน ผู้สอนจะเข้าสอนและชี้แจงถึงลักษณะการเรียนแบบช่วยเหลือตนเองให้ผู้เรียนได้รับทราบ และผู้เรียนจะได้รับเอกสารแจกในวันแรกดังนี้

- ประมวลรายวิชา
- ตารางการเรียน-การสอบ ตลอดเทอม
- CD-ROM แบบ Interactive Multimedia ซึ่งมีเนื้อหาของวิชาเรียนบรรจุครบถ้วน ผู้เรียนสามารถเรียนและสืบค้นได้ด้วยตัวเอง ประกอบด้วย
  - เอกสารคำสอน(Lecture Notes)ที่สามารถเลือกฟังและอ่านได้ 2 ภาษา เนื้อหาทั้งหมดมี 7 บท (แสดงในรูปที่ 2) มีแบบฝึกหัดทบทวนประจำบท (Review Questions)
  - ตำราอ้างอิง(Reference Text) ที่สืบค้นได้ จากหน้า(page)ที่กำลังศึกษา
  - แบบจำลองโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ (Simulation of Nuclear Power Plant) ซึ่งให้เป็นเครื่องมือปฏิบัติการในชั่วโมงปฏิบัติการ
- เอกสารพิมพ์(Hardcopy Document) 3 ชุด ประกอบด้วย เอกสารคำสอน(ฉบับภาษาไทยและภาษาอังกฤษ) ตำราอ้างอิง และ เอกสารชุดแหล่งเรียนรู้(Learning Resources) ในเอกสารชุดแหล่งเรียนรู้จะแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อยๆ ดังนี้
  - แนะนำการเรียน (Study Guide) เป็นแผนงานเรียนที่บอกให้ผู้เรียนทราบว่า ในแต่ละอาทิตย์ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาเรื่องอะไร หน้าใดบ้าง มีงานใดที่จะต้องส่งในอาทิตย์นั้นๆ
  - คู่มือการใช้แบบจำลองโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์(Simulator User Manual)
  - แบบฝึกหัดของแบบจำลองโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์(Simulator Exercises)
  - แบบทบทวน(Review Questions)
  - ชุดโจทย์ปัญหา(Problem set)
  - การสอนการใช้ CD-ROM(Tutorial for Using the CD-ROM)

เนื่องจากวิชานี้เป็นวิชาที่เรียนด้วยตนเอง ดังนั้น จึงไม่มีการสอนในห้องเรียน ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาวิชาด้วยตนเองและต้องส่งงานให้ตรงตามเวลาที่กำหนดในแผนงาน เมื่อผู้เรียนมีข้อสงสัยผู้เรียนสามารถส่งคำถามถึงอาจารย์ผู้สอนได้ทางe-mail ตลอดเวลา

วิชานี้เป็นวิชาที่มีชั่วโมงปฏิบัติการ 1 หน่วยกิต แบบจำลองโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ CANDU-9 ถูกใช้เป็นเครื่องมือฝึกปฏิบัติการ[3] แบบจำลองนี้สามารถใช้งานบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(Pentium 100 หรือเทียบเท่า) ทำงานแบบ real time การตอบสนองเป็นแบบพลวัต (Dynamic) ที่เหมือนกับสัญญาณจริงในระบบแสดงผลของโรงไฟฟ้าจริง นอกจากนี้ยังมี User-Machine Interface ในของส่วน Control Panel Instrumentation ที่เหมือนจริง ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งเป็นหน้าหนึ่งของส่วนแสดงผล(Display Page)ของแบบจำลองฯจากจำนวนทั้งหมด 29 หน้า ห้องคอมพิวเตอร์ของภาควิชาฯจะถูกสงวนเวลาไว้ 3 ชั่วโมงในแต่ละอาทิตย์ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการและทำงานตามที่กำหนด ดังนั้น ในแต่ละอาทิตย์ ผู้เรียนจึงมีโอกาสพบปะอาจารย์ผู้สอนซึ่งทำหน้าที่ให้คำแนะนำการปฏิบัติการ และ สามารถสอบถามข้อสงสัยในเนื้อหาวิชาหรืองานที่กำหนดให้ได้ อย่างไรก็ตาม หนึ่งอาทิตย์ก่อนสอบ ผู้สอนจะทำการทบทวนเนื้อหาวิชาที่จะสอบทั้งหมดให้แก่ผู้เรียน ในปีการศึกษา 2542 ผู้สอนจะส่งการบ้านคืนทาง e-mail แต่ในปีการศึกษา 2543 ผู้สอนได้เพิ่มเวลาการพบกับผู้เรียนเดือนละ 1 ครั้ง เพื่อเฉลยการบ้านที่สำคัญ และ ทบทวนบทเรียนที่ผู้เรียนมีข้อสงสัย

การวัดผลการเรียน

การวัดความก้าวหน้าของการเรียนด้วยตนเองนั้นสามารถดูได้จากงานที่กำหนดให้ผู้เรียนทำส่ง โดยผู้เรียนจะถูกกำหนดให้ส่งงานในแต่ละอาทิตย์ตามที่ระบุไว้ในแผนการเรียนดังนี้

- แบบทบทวน ในแต่ละบทจะมีแบบฝึกหัดทบทวน ซึ่งใช้ทบทวนเนื้อหาที่สำคัญของแต่ละบทเรียน โดยจัดทำในรูปแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ที่มี 1 ตัวเลือกเท่านั้นที่มีข้อความที่ไม่ถูกต้อง(แสดงในรูปที่ 4) ถ้าผู้เรียนเลือกผิดจะไม่สามารถเลือกคำตอบอื่นต่อไปได้นอกจากผู้เรียนจะต้องย้อนกลับไปทบทวนบทเรียนนั้นๆใหม่เสร็จแล้วจึงสามารถกลับเข้ามาเลือกคำตอบที่ถูกต้องได้ ผู้เรียนจะต้องระบุว่าตัวเลือกใดมีข้อความที่ไม่ถูกต้องและต้องเขียนอธิบายเหตุผลประกอบส่งมาด้วย
- โจทย์ปัญหา
- แบบฝึกหัดของแบบจำลองโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์

เมื่อพิจารณาจากผลงานที่ผู้เรียนส่ง ทำให้ผู้สอนสามารถประเมินความรู้และความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ และ ยังทำให้ผู้สอนทราบว่า ผู้เรียนเรียนทันตามแผนงานหรือไม่ การพบปะกับผู้เรียนในครั้งต่อไปจะต้องทำการทบทวนเนื้อหาวิชาตอนใดแก่ผู้เรียน

การวัดผลการเรียน ได้แบ่งคะแนนออกเป็น 2 ส่วน คือ งานที่ส่งตามกำหนด(40%) และการสอบ(60%) การสอบมี 2 ครั้ง คือ สอบกลางเทอม สอบปลายเทอม และ สอบปฏิบัติการจากแบบจำลองฯ เกรดที่ให้เป็น A B^+ B C^+ C D^+ D และ F

การประเมินการเรียนด้วยตนเอง

ผู้สอนได้สอบถามข้อคิดเห็นของผู้เรียนทั้งที่เป็นนิสิตและผู้สนใจจากภายนอกถึงการเรียนการสอนในลักษณะที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาการเรียนด้วยตนเองพบว่ามีประเด็นสรุปได้ดังนี้

ข้อดี

- สื่อที่ใช้ในการเรียน (CD-ROM และ เอกสารพิมพ์) ดีมาก
- เอกสารพิมพ์ที่เป็นภาษาไทยมีส่วนช่วยในการทำความเข้าใจบทเรียนได้มาก
- ผู้เรียนสามารถฝึกตนเองให้รู้จักวางแผนการเรียน และ มีความรับผิดชอบสูง ทั้งนี้เพื่อให้ทันตามแผนงานที่ผู้สอนกำหนดไว้
- ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาวิชาได้ตามที่ต้องการตลอดเวลา
- แบบจำลองโรงไฟฟ้าฯที่ใช้ปฏิบัติการช่วยเสริมความเข้าใจในเรื่องระบบและการควบคุมโรงไฟฟ้าฯมาก
- การพบปะในแต่ละเดือน เพื่อเฉลยการบ้าน และ ทบทวนเนื้อหาที่ผ่านมา ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาดีขึ้นกว่าที่ไม่มีการพบกันเลยระหว่างผู้เรียนและผู้สอน
- ผลพลอยได้จากการฟังเสียงบรรยายที่เป็นภาษาอังกฤษทำให้ผู้เรียนมีทักษะการฟังภาษาได้ดีขึ้น

สิ่งที่ต้องปรับปรุง

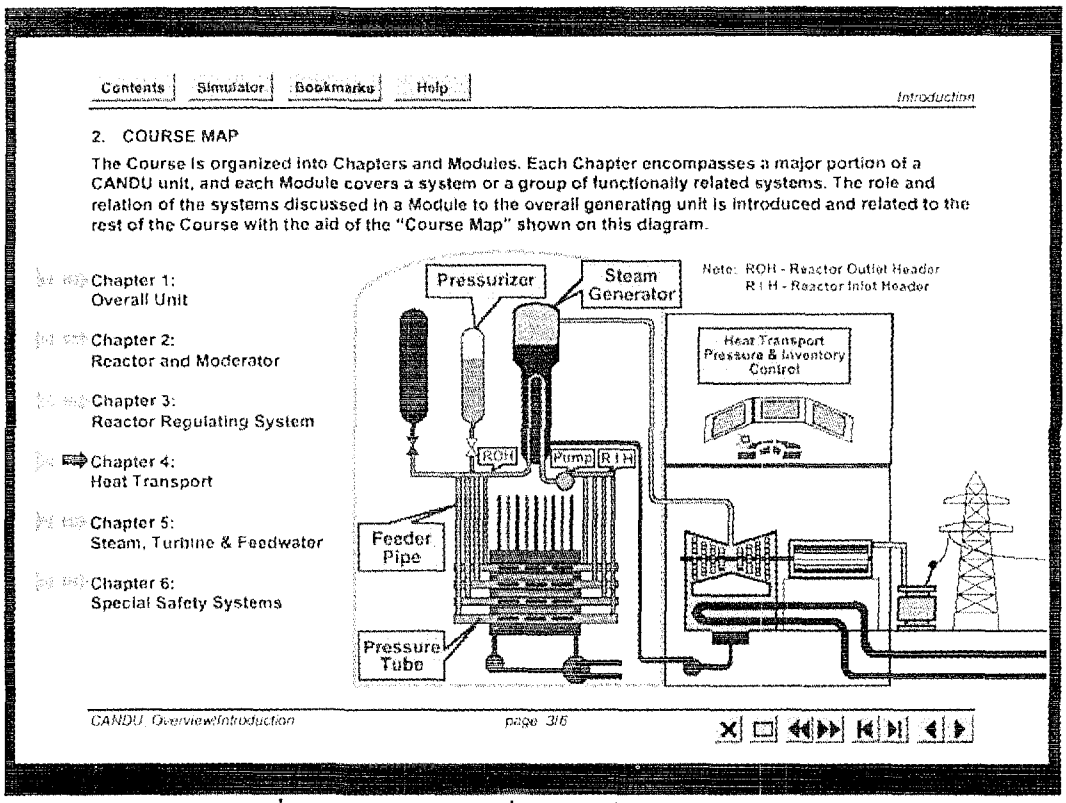
- ควรมีการปูพื้นฐานด้านความรู้เกี่ยวกับระบบและหลักปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าอย่างกว้างๆในชั่วโมงต้นๆของการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีความคุ้นเคยก่อนที่จะได้เรียนด้วยตนเอง
- ควรมีคำจำกัดความของคำศัพท์ทางเทคนิค
- ควรเพิ่มดัชนีของคำศัพท์ใน CD-ROM
- ควรมีเฉลยการบ้านแจก
- เสียงภาษาไทยใน CD ยังไม่สมบูรณ์ ควรได้รับปรับปรุง

บทสรุป

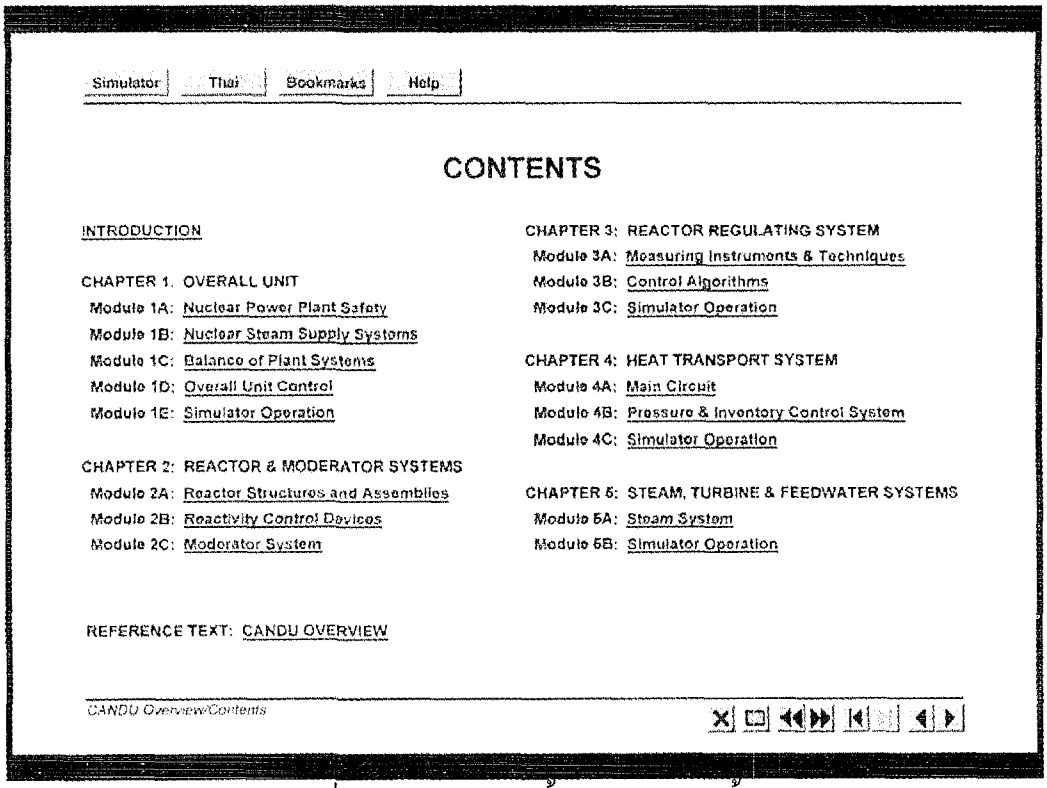
วิชา 2111648 ระบบและปฏิบัติการโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์เป็นวิชาที่ผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง เอกสารคำสอนจัดอยู่ในรูป CD-ROM และ สิ่งพิมพ์ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ 2 ภาษา จึงเป็นการฝึกทักษะทางภาษาอังกฤษให้กับผู้เรียน แบบจำลองโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ที่ใช้ปฏิบัติการเพื่อเสริมการอ่านตำราและฟังการบรรยาย มีส่วนช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาและทฤษฎีแก่ผู้เรียนเป็นอย่างมาก การเรียนด้วยตนเองในลักษณะนี้พบว่าทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบสูงขึ้น รู้จักขวยขวายด้วยตนเอง และ รู้จักวางแผนการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

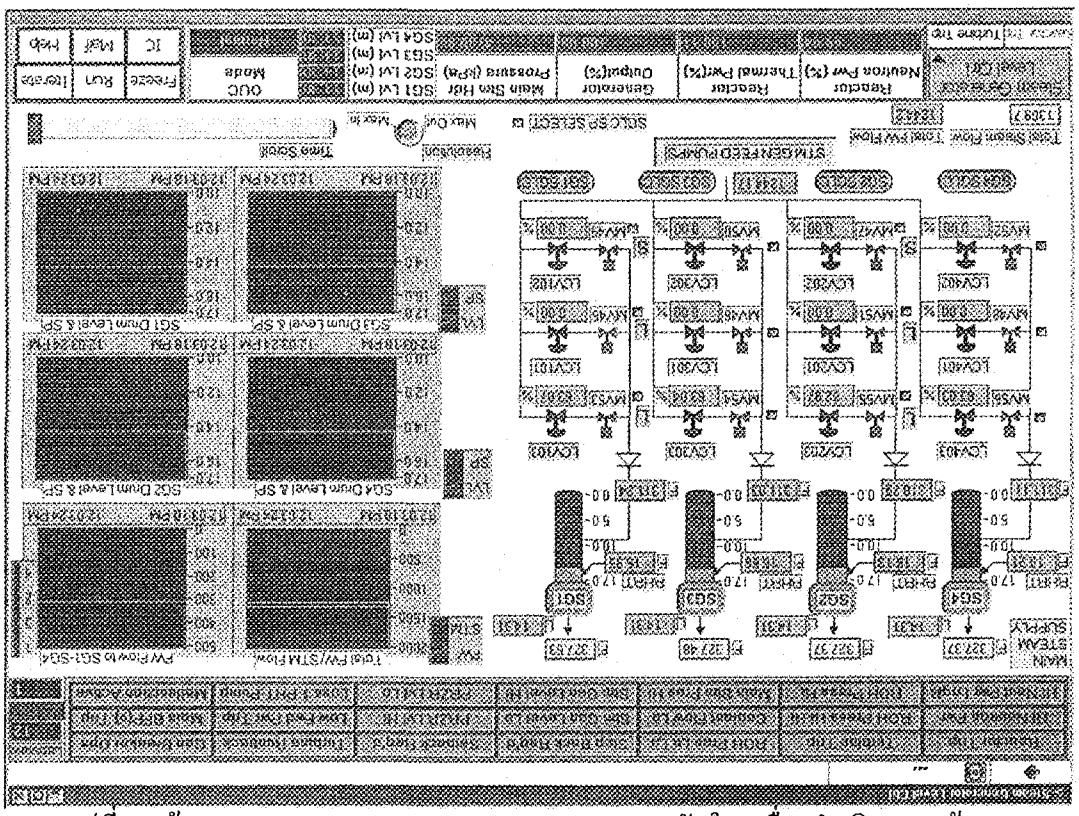
1. Sumitra,T., Chankow, N., Bradley K. and Bereznai, G., The Thai-Canada Nuclear Human Resources Development Linkage Project, *Proceedings of the 11th Pacific Basin Nuclear Conference,* Banff, Alberta, Canada, 1998.
2. Bereznai G., Sumitra,T., Chankow, N., and Chanyotha, S., Application of Power Plant Simulator in Engineering Education. *Proceedings of Eighth Annual Convention and Conference of Autralia Association for Engineering Education,* Sydney, Australia, 1996, 315-319.
3. Bereznai G., Chankow, N., and Chanyotha, S., Distribution Education for Nuclear Engineers. *Proceedings of 4th UICEE Annual Conference on Engineering Education*, Bangkok, 89-92, Thailand 7-10 Feb 2001.



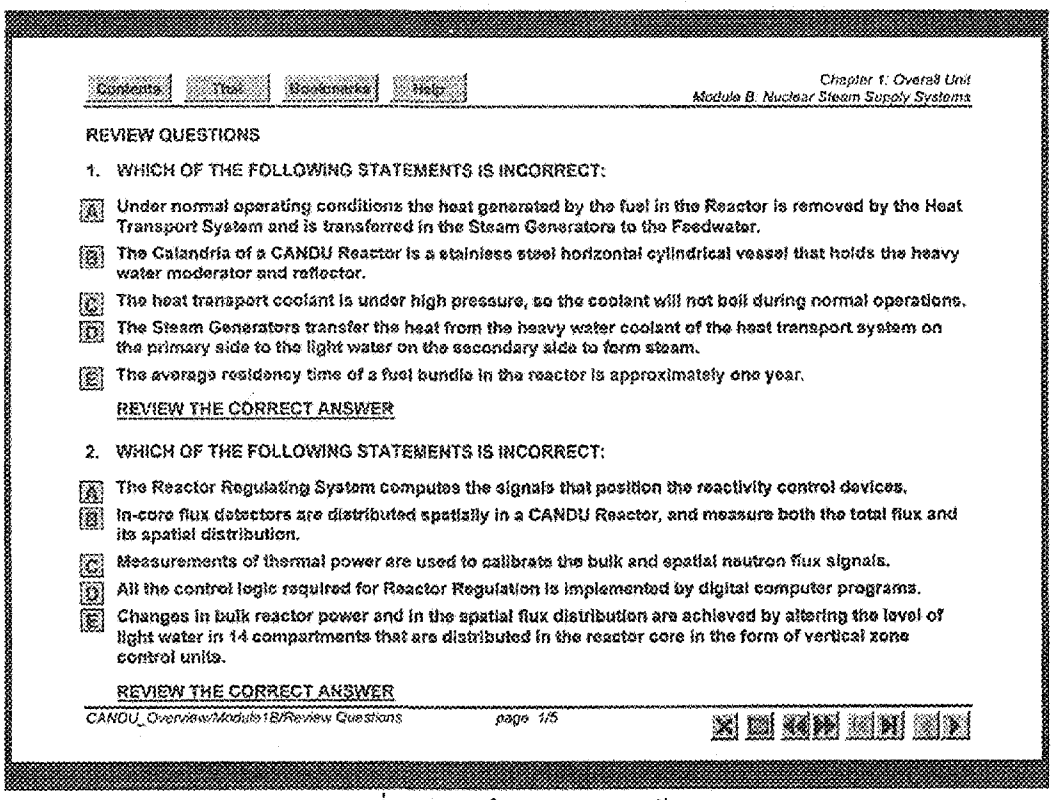
รูปที่ 1 ส่วนสำคัญต่างๆที่ซอฟแวร์ Adobe Acrobat ทำได้



รูปที่ 2 สารบัญแสดงเนื้อวิชา2111648 ทั้ง 7 บท



รูปที่3 หน้าแสดงผล(Display Page) ของการควบคุมระดับในเครื่องกำเนิดความร้อน



Contents | Text | Bookmarks | Help

Chapter 1: Overall Unit
Module B: Nuclear Steam Supply Systems

REVIEW QUESTIONS

1. WHICH OF THE FOLLOWING STATEMENTS IS INCORRECT:

A. Under normal operating conditions the heat generated by the fuel in the Reactor is removed by the Heat Transport System and is transferred in the Steam Generators to the Feedwater.

B. The Calandria of a CANDU Reactor is a stainless steel horizontal cylindrical vessel that holds the heavy water moderator and reflector.

C. The heat transport coolant is under high pressure, so the coolant will not boil during normal operations.

D. The Steam Generators transfer the heat from the heavy water coolant of the heat transport system on the primary side to the light water on the secondary side to form steam.

E. The average residency time of a fuel bundle in the reactor is approximately one year.

REVIEW THE CORRECT ANSWER

2. WHICH OF THE FOLLOWING STATEMENTS IS INCORRECT:

A. The Reactor Regulating System computes the signals that position the reactivity control devices.

B. In-core flux detectors are distributed spatially in a CANDU Reactor, and measure both the total flux and its spatial distribution.

C. Measurements of thermal power are used to calibrate the bulk and spatial neutron flux signals.

D. All the control logic required for Reactor Regulation is implemented by digital computer programs.

E. Changes in bulk reactor power and in the spatial flux distribution are achieved by altering the level of light water in 14 compartments that are distributed in the reactor core in the form of vertical zone control units.

REVIEW THE CORRECT ANSWER

CANDU_Overview/Module1B/Review Questions page 1/5

รูปที่ 4 แบบฝึกหัดทบทวนท้ายบท