

**การสร้างชุดทดลองการออกแบบ
วงจรรวมดิจิทัลโดยใช้เทคโนโลยีเอฟพีจีเอ**
**The Construction of Digital Integrated
Circuits Experimental Kits by
using FPGA Technology**

*ชรรค์ชัย ตูลละสกุล**

Abstract

This research presents The Construction of Digital Integrated Circuits Experimental Kits by Using FPGA Tachnology. The objectives of this research were to construct and analyze the efficiency of this experimental kit. The experimental kits consisted of experimental boards, laboratory sheet and achienvement tests. The sample group was the 30 third year bachelor's degree students. They were studying Electrical Engineering in Electrical Technology Education, School of Industrial Education, King Mongkut's University of Technology Thonburi. Data was obtained from the test scores of each student after having performed by the experimental kits was analyzed to evaluate

the efficiency of the experimental kits. The results of the analysis of the efficiency of the experimental kits was 88.56/87.9 which is higher than the 80/80 percent proposed as research criterion. The comparison between the pre-test scores and the post-test scores by using-test was significantly different at the level 0.05 that mean that the experimental kits was effective and enable learners gaining more the learing achievement.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอการสร้างชุดทดลองการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้เทคโนโลยีเอฟพีจีเอ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วย

บอร์ดทดลองการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลด้วยเทคโนโลยีเอ็พพีจีเอ ใบบางการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ดำเนินการวิจัยโดยการเรียนด้วยชุดทดลอง และนำคะแนนจากการสอบมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองที่สร้างมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.56/87.9 มากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้เท่ากับ 80/80 เมื่อนำคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างโดยใช้สถิติ t-test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการออกแบบวงจรรวมได้เข้ามามีบทบาทในการออกแบบผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นอย่างมาก เพราะว่าผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีการออกแบบวงจรรวมจะมีขนาดเล็กและมีประสิทธิภาพดีกว่าการออกแบบด้วยวิธีการเดิม เป็นการลดจำนวนวงจรรวมบนแผ่นวงจรพิมพ์ให้น้อยลง โดยการรวมวงจรรวมมาตรฐาน SPIC (Standard Product Integrated Circuits) หลายตัวเข้าเป็นวงจรรวมตัวเดียวกัน การออกแบบวงจรรวมโดยใช้ Field Programmable Gate Arrays (FPGA) เป็นอีกวิธีการหนึ่งในการออกแบบวงจรรวมประเภทดิจิทัล ซึ่งสามารถทำการออกแบบวงจรรวมภายในชิพไอซีได้ง่าย ประหยัดและรวดเร็ว โดยไม่ต้องส่งวงจรที่ต้องการออกแบบไปให้โรงงานเพื่อผลิตชิพไอซี จาก

ประโยชน์และความสำคัญของเทคโนโลยีการออกแบบวงจรรวมทำให้หน่วยงานหรือสถานประกอบการทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ มีความต้องการที่จะได้บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการออกแบบวงจรรวมทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เพราะฉะนั้นสถาบันการศึกษาจำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทั้งในด้านทฤษฎีและปฏิบัติเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าวข้างต้น ในปัจจุบันชุดทดลองการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้เทคโนโลยีเอ็พพีจีเอสำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการ มีราคาแพงและต้องการนำเข้าจากต่างประเทศ จากแผนการพัฒนาการศึกษาแห่งชาติมีนโยบายและเป้าหมายให้ภาครัฐและเอกชนผลิตกำลังคนให้มีศักยภาพในการสร้างและรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ในการผลิตด้วยเทคโนโลยีแทนการรับมาจากต่างประเทศ และการผลิตบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถทางเทคโนโลยีจะต้องจัดการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติให้เหมาะสม การเรียนการสอนด้วยการปฏิบัติการทดลองจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดไว้ ผู้เรียนได้มีโอกาสสัมผัสและได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการออกแบบวงจรจริงเป็นการเสริมทักษะและความรู้ นอกเหนือจากการศึกษาในภาคทฤษฎีตลอดจนยังช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียน การศึกษาด้วยการทดลองนั้นสามารถช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทั้งทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) โดยการสังเกต การบันทึกข้อมูล และสรุปวิเคราะห์ ทางด้านจิตพิสัย (Affective Domain) โดยการทำงานที่เกี่ยวข้องกับสังคม หรือบุคคลในลักษณะต่างๆ ตั้งแต่การปรึกษาผู้ร่วมงานตลอดจนการติดต่อเพื่อหาข้อมูลจากผู้อื่น และทางด้าน

ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานจริง ตั้งแต่การวางแผนการต่อวงจรและการใช้เครื่องมือในการปฏิบัติการทดลอง การเรียนการสอนด้วยชุดทดลองจะทำให้ นักศึกษามีความสามารถเชิงปฏิบัติและการเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจะต้องมีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน [3]

จากความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงสร้างชุดทดลองการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้เทคโนโลยีเอพีจีเอให้มีประสิทธิภาพ และเป็นการเสนอแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลในห้องปฏิบัติการทดลอง เพื่อรองรับการพัฒนาบุคลากรที่จะต้องออกไปสู่ภาคอุตสาหกรรมการออกแบบวงจรรวมภายในประเทศ และลดการนำเข้าวงจรรวมสำเร็จและบอร์ดทดลองจากต่างประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดทดลองการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้เทคโนโลยีเอพีจีเอ
2. เพื่อสร้างใบงานการทดลองประกอบชุดทดลอง
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

สมมุติฐานของการวิจัย

ชุดทดลองการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้เทคโนโลยีเอพีจีเอที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80

ขอบเขตของการวิจัย

ชุดทดลองการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้เทคโนโลยีเอพีจีเอถูกสร้างขึ้นตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์-

อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดทดลอง
2. ตัวแปรตาม คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 กลุ่มประชากรคือนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์-อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 30 คน ถูกเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษา ชั้นปีที่ 3 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.1 ชุดทดลอง มีหลักการสร้างดังต่อไปนี้

2.1.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาที่จะทำการทดลอง

2.1.2 ออกแบบและสร้างชุดทดลองโดยนำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมดที่ผ่านการวิเคราะห์หามาพิจารณา

ออกแบบชุดทดลอง และ
ใบงานการทดลอง ชุดทดลอง
ที่ออกแบบ และสร้างขึ้นเสร็จ
เรียบร้อยแล้วจะดำเนินการตาม
ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบความถูกต้อง
และความสมบูรณ์ของ
ชุดทดลอง
- นำชุดทดลองไปทดลองใช้
- ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อ
บกพร่องของชุดทดลอง
- หาประสิทธิภาพของชุด
ทดลองด้วยเกณฑ์ 80/80
- นำชุดทดลองที่ผ่านการ
วิเคราะห์ไปใช้งานจริง

2.2 แบบทดสอบทางการเรียน จำนวน 3 ชุด ดังต่อไปนี้

- 2.2.1 แบบทดสอบรวมก่อนทำการ
ทดลอง
- 2.2.2 แบบทดสอบหลังการทดลอง
ในแต่ละการทดลอง
- 2.2.3 แบบทดสอบรวมหลังการ
ทดลองครบทุกการทดลอง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้ดำเนินการเก็บ
และวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ออกข้อสอบ และนำข้อสอบไปทำการ
ทดสอบกับนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน
เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบไปทำการวิเคราะห์
ข้อสอบรายข้อเพื่อวิเคราะห์หาความยากง่าย ค่า
อำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของข้อสอบ ข้อสอบ
ที่ผ่านการวิเคราะห์จะได้ข้อสอบที่สามารถนำไป
ใช้ได้กับข้อสอบที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ ทำการตัด

ข้อสอบที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ออกไปและนำ
ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้ที่มีจำนวนข้อครอบคลุม
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมใช้เป็นแบบทดสอบ
สำหรับทดสอบนักศึกษาต่อไป

3.2 ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทำแบบ
ทดสอบรวมก่อนทำการทดลองและทำการบันทึก
ผลคะแนน

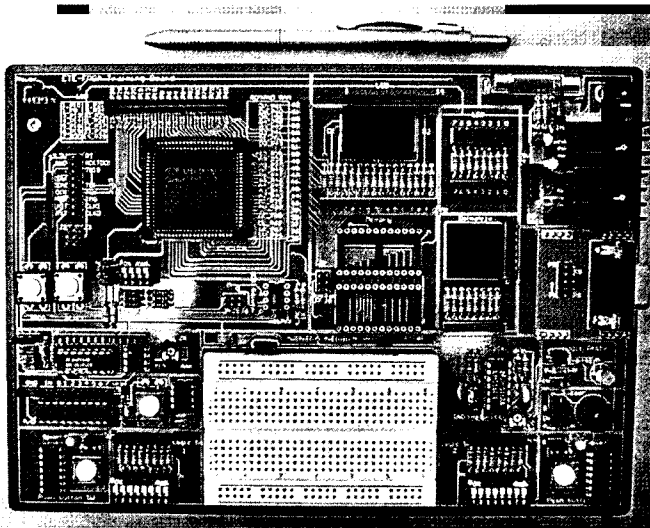
3.3 นำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปทำการ
ทดลองกับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง โดยทำการแบ่ง
กลุ่มตัวอย่างออกเป็น 15 กลุ่มๆ ละ 2 คน ทำการ
ทดลองกับชุดทดลอง 1 ชุดทดลองต่อนักศึกษา 1 คน
เมื่อทำการทดลองเสร็จให้ทำแบบทดสอบหลังการ
ทดลองในแต่ละการทดลอง และบันทึกผลคะแนนที่
ได้จากการทดสอบ นักศึกษากลุ่มตัวอย่างจะทำการ
ทดลองทั้งหมด 10 ใบงานการทดลองเมื่อทำการ
ทดลองครบทั้ง 10 ใบงานจะทำการทดสอบ
นักศึกษากลุ่มตัวอย่างอีกครั้งด้วยแบบทดสอบรวม
และทำการบันทึกผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

3.4 นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบ
ทดสอบหลังการทดลองในแต่ละการทดลอง และ
ผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบรวมหลังการ
ทดลองครบทุกการทดลองมาทำการวิเคราะห์หา
ประสิทธิภาพของชุดทดลองเพื่อหาค่า E_1 และ E_2

3.5 นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบ
ทดสอบรวมก่อนทำการทดลองและผลคะแนนที่
ได้จากการทำแบบทดสอบรวมหลังทำการทดลอง
ครบทุกการทดลองมาทำการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้สถิติ t-test

ผลการวิจัย

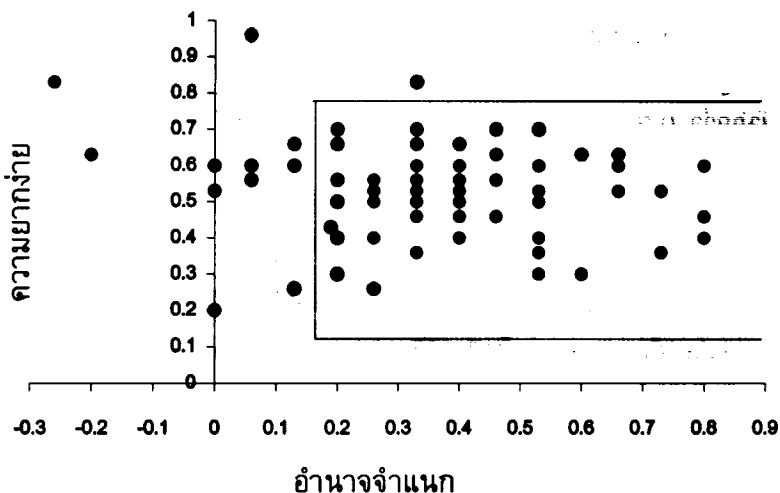
บอร์ดทดลองการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล
โดยใช้เทคโนโลยีเอพพีจีเอ ที่ออกแบบจะใช้ชิพ
เอพพีจีเอเบอร์ XC4005E เป็นหลักในการออกแบบ
วงจรดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งภายในบอร์ดทดลองจะ



รูปที่ 1 แสดงบอร์ดทดลองที่ออกแบบและสร้างขึ้นสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ประกอบไปด้วยส่วนสนับสนุนการทดลองวงจรรวม
ดิจิทัล เช่นส่วนแสดงผลทางแอลอีดี ส่วนแสดงผล
ทางตัวเลขเจ็ดส่วน ส่วนแสดงผลทางเสียง ส่วน
แปลงสัญญาณจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณ
ดิจิทัล ส่วนแปลงสัญญาณจากสัญญาณดิจิทัล
เป็นสัญญาณอนาล็อก และส่วนป้อนสัญญาณ
อินพุต ฯลฯ

ผลการนำข้อสอบไปทำการทดสอบกับ
นักศึกษาจำนวน 30 คน เพื่อหา
ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก จากความ
สัมพันธ์ระหว่างค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก
ของข้อสอบในกราฟรูปที่ 2 พบว่าข้อสอบมีค่า
ความยากง่ายในช่วง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจ
จำแนกมากกว่า 0.2



รูปที่ 2 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบที่สามารถนำไปใช้งานได้ พบว่ามีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40-0.49 คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.487 การวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 1.007 หรือประมาณ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองจากคะแนนรวมของแบบทดลองหลังการทดลองในแต่ละการทดลอง และแบบทดสอบรวมหลังการทดลองครบทุกการทดลอง มาทำการวิเคราะห์หาค่า E_1/E_2 พบว่ามีค่าเท่ากับ 88.56/87.9 และผลจากน้ำหนักคะแนนของแบบทดสอบรวมก่อนทำการทดลอง และแบบทดสอบรวมหลังการทดลองครบทุกการทดลอง มาทำการวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างโดยใช้สถิติ t-test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

สรุปและอภิปรายผล

ชุดทดลองการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้เทคโนโลยีเอพพีจีเอที่ออกแบบและสร้างขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลในห้องปฏิบัติการได้ และจากผลการนำข้อสอบไปทำการทดสอบกับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง พบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก มากกว่า 0.2 ถือว่าเป็นข้อสอบที่ดีสามารถนำไปใช้ได้ [1] ข้อสอบที่อยู่นอกเหนือจากขอบเขตของค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่สามารถนำไปใช้ทดสอบได้ และจากผลการวิเคราะห์แบบทดสอบพบว่ามีค่าความยากง่ายเฉลี่ยเท่ากับ 0.487 หมายความว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.40-0.60 คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.416 หมาย

ความว่าแบบทดสอบมีอำนาจจำแนกอยู่ในระดับปานกลาง และจากผลการวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบพบว่ามีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองพบว่ามีค่าเท่ากับ 88.56/87.9 ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลการวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างโดยใช้สถิติ t-test โดยนำคะแนนของแบบทดสอบรวมก่อนทำการทดลอง และแบบทดสอบรวมหลังการทดลองครบทุกการทดลอง มาทำการวิเคราะห์พบว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น

จากการวิจัยพบว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นทำให้การสอนมีมาตรฐานเดียวกันคือผู้เรียนได้เรียนรู้ในขอบข่ายและความลึกของเนื้อหาเท่าเทียมกันทำให้ผลการเรียนของผู้เรียนมีความแตกต่างกันน้อยมาก ใบงานที่ใช้ประกอบการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถทำให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในการเรียนมากขึ้นเพราะในใบงานจะประกอบไปด้วยวัตถุประสงค์ของการทดลอง ทฤษฎีและคำแนะนำลำดับขั้นการปฏิบัติงานที่เป็นขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความสับสนในขณะที่ปฏิบัติงาน ประกอบกับชุดทดลองที่ออกแบบเป็นสิ่งที่นักศึกษาไม่เคยพบเห็นและไม่เคยใช้งานมาก่อน จึงเป็นแรงจูงใจให้นักศึกษาเกิดความสนใจในการเรียน และมีความตื่นตัวในการเรียนตลอดเวลา

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์, 2536, การวัด
การวิเคราะห์ การประเมิน ทางการศึกษา
เบื้องต้น, ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, กรุงเทพฯ.
2. ชรงค์ชัย ตูลละสกุล, 2543, การออกแบบวงจร
ภายใน FPGAs และ CPLDs, งานเอกสาร
และการพิมพ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
3. ไพบุลย์ หังสพฤกษ์, 2535, เทคโนโลยีทาง
การศึกษา, โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
4. ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539,
เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้, โรงพิมพ์
ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.
5. เสาวนีย์ สิกขำบัณฑิต, 2538, เทคโนโลยีทาง
การศึกษา, โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
6. Milo's Ercegovac, Toma's Lang and Jaime
H. Moreno., 1999, Introduction to Digital
System, John Wiley & Son, Inc.
7. Pottinger, H.J. and Eatheron, W., 1994, Using
a multi-FPGA based rapid prototyping
board for system design at the
undergraduate level, Circuit and
System, Proceeding of the 37th Midwest
Symposium, Vo1.1, pp.437-439
8. Zemva, A., Trost, A. and Zajc, B., 1988,
Educational programmable hardware
for prototyping digital circuits,
Mediterranean Electrotechnical
Conference, MELECON 98., 9th,
Vol.1, pp.182-186.