รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การขยายช่องทดสอบจาก 1 ช่องทดสอบเป็น 6 ช่องทดสอบชิ้นงาน

Site Migration from 1 site to 6 sites

นายณภัทร เชษฐานนท์

สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การขยายช่องทดสอบจาก 1 ช่องทดสอบเป็น 6 ช่องทดสอบชิ้นงาน
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นายณภัทร เชษฐานนท์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** อิเล็กทรอนิกส์
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ผศ.เกรียงไกร สุขสุด
	อ.ชินภัทร นันทจิวากรชัย
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	คุณกนกวรรณ จิตต์กูลสัมพันธ์
สถานประกอบการ	บริษัท แม็กซิม อินทิเกรดเต็ด โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบทดสอบเวเฟอร์ เป็นการออกแบบวงจรที่ใช้สำหรับการทดสอบวงจรรวม (IC) ในระดับเวเฟอร์โดยวงจรที่ออกแบบสามารถใช้ทดสอบเวเฟอร์ได้ตามคุณสมบัติที่วิศวกรออกแบบวงจร (Design Engineer : DE) ต้องการให้ทดสอบ เพื่อทดสอบให้มั่นใจได้ว่าวงจรรวมเป็นไปตามที่ออกแบบและตามที่ได้ระบุใน Datasheet โดยระบบทดสอบเวเฟอร์ประกอบด้วยเครื่องทดสอบ (Tester) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวจัดการกระบวนการการทดสอบชิ้นงานผ่านชุดแหล่งจ่ายที่ควบคุมด้วยโปรแกรม เชื่อมต่อกับบอร์ดทดสอบ (Test board) ที่มีการออกแบบตามลักษณะเฉพาะเพื่อทดสอบวงจรรวม ดังนั้น วิศกรทดสอบและพัฒนาจะต้องมีความเข้าใจในตัวระบบและการทำงานของวงจรรวม สามารถออกแบบและพัฒนาระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title	:	Site Migration from 1 site to 6 sites
Student intern name	:	Napat Chetthanon
Faculty	:	Engineering **Department** : Electronics
Advisor name	:	Asst. Prof. Kriangkrai Sooksood
		Mr.Chinnapat Nantajiwakornchai
Mentor name	:	Kanokwan Jitkoolsamphan
Company	:	Maxim Integrated Products (Thailand) Co., Ltd.

Abstract

This project represents big picture of procedure that Test Development Engineer (TDE) do to create and develop test system that use for test product in silicon wafer form before packaging into Integrated Circuit (IC).

Due to each IC product have different component and different structure in it for different purpose that mean each product have different specification and different test method depend on how the Design Engineer (DE) design it. That make Test Development Engineer to work cooperate with Design Engineer to discuss about what test product should be tested before proceeding to next step and how to test it.

After that Test Development Engineer have to make test system and test it to check that product characteristic is be as Design Engineer expect or not.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานเรื่องการออกแบบและพัฒนาระบบทดสอบเวเฟอร์โดยการขยายช่องทดสอบจาก 1 ช่องทดสอบเป็น 6 ช่องทดสอบชิ้นงานประสบความสำเร็จด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างยิ่งจาก ผู้จัดการสถานประกอบการ คุณ Julita Tee ที่ปรึกษาโครงการ พนักงานที่ปรึกษา คุณกนกวรรณ จิตต์กูลสัมพันธ์ และพนักงานในแผนกทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้ความรู้ในเชิงวิชาการอันเป็นแนวทางในการทำโครงงานรวมทั้งตรวจสอบ แก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ในทุกขั้นตอนของการทำโครงงานจนสามารถจัดทำโครงงานนี้ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอบคุณสถานที่ บริษัท แม็กซิม อินทริเกรดเต็ด โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่อำนวยความสะดวกให้กับนักศึกษาในด้านห้องทำงานและอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่าง ๆ อีกทั้งขอขอบคุณพนักงานและเจ้าหน้าที่ที่ให้ความรู้และความร่วมมือในการทดสอบและวัดผลการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คณาจารย์และสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และข้อมูลต่าง ๆ ที่มีประโยชน์อย่างยิ่งเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำให้การปฏิบัติงานในช่วงสหกิจศึกษานี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สุดท้ายนี้นักศึกษาผู้ปฏิบัติงานได้คาดหวังว่ารายงานนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจและหากรายงานนี้มีข้อผิดพลาดประการใดต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ณภัทร เชษฐานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงาน 1

1.3 ระยะเวลาปฏิบัติงาน 2

1.4 ขอบเขตของการปฏิบัติงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ประบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ 8 ขั้นตอน 3

2.2 กฎของโอห์ม (Ohm's Law) 5

2.3 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Current Law) 6

2.3 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Voltage Law) 7

บทที่ 3 วิธีการปฏิบัติงาน 8

3.1 ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงาน 8

3.2 ศึกษากระบวนการทดสอบชิ้นงาน 8

3.3 ศึกษาการออกแบบบอร์ดทดสอบ 10

3.4 ศึกษาโปรแกรมทดสอบสำหรับทดสอบชิ้นงาน 10

3.5 ศึกษาการใช้โปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องทดสอบ 10

3.5 ศึกษาการเทียบข้อมูลเชิงสถิติ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน 12

4.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมทดสอบสำหรับทดสอบชิ้นงาน 12

4.2 ผลการเช็คเสถียรภาพโปรแกรมทดสอบที่พัฒนา 12

4.3 ผลการเปรียบเทียบโปรแกรมที่พัฒนากับโปรแกรมเดิม 13

4.4 ผลการจำลองสถานการทดสอบชิ้นงานจริงในสายงานการผลิต 14

บทที่ 5 สรุปผลการปฏิบัติงานและข้อเสนอแนะ 15

5.1 ผลการปฏิบัติงาน 15

5.2 ปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น 16

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการแก้ปัญหา 16

บรรณานุกรม 17

ภาคผนวก 18

ประวัติผู้เขียน 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1-1 บริษัท แม็กซิม อินทริเกรดเต็ด โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด 1
2-1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดัน 5
2-2 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับโหนด 6
2-3 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันในวงปิดของวงจร 7
4-1 ตัวอย่างกราฟแสดงผล 12
4-2 ตัวอย่างกราฟแสดงผล 12
4-3 ตัวอย่างกราฟแสดงผล 13
4-4 ตัวอย่างกราฟแสดงผล 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ก่อนจะมีอุปกรณ์วงจรรวม (Integrated Circuit : IC) ที่มีคุณภาพออกสู่ตลาดนั้น อุปกรณ์ทุกตัวจำเป็นต้องมีการออกแบบโดยวิศวกรออกแบบวงจร (Design Engineer : DE) และตรวจสอบคุณภาพโดยวิศวกรทดสอบและพัฒนา (Test Development Engineer : TDE) เพื่อให้ลูกค้ามั่นใจได้ว่าสินค้าที่มาจากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์วงจรรวมนั้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานได้ตามที่ได้บ่งชี้ใน datasheet ของแต่ละอุปกรณ์ ดังนั้นวิศวกรทดสอบและพัฒนามีหน้าที่สร้างหรือพัฒนาระบบทดสอบชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพเพื่อคัดสิ้นค้าที่ไม่ผ่านคุณภาพออกและเพื่อลดต้นทุนการผลิตในขั้นตอนต่อๆ ไป

รูปที่ 1-1 บริษัท แม็กซิม อินทริเกรดเต็ด โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด

1.2 วัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการทดสอบชิ้นงาน

1.2.2 เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทำงาน พัฒนาความรู้ความสามารถจากการปฏิบัติงาน

1.2.3 เพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างมีระบบ

1.2.4 เพื่อเสริมสร้างระเบียบวินัยในตนเอง ฝึกให้มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาเรียนรู้สิ่งใหม่ๆที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง อันเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ

1.2.5 เพื่อเสริมสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้ร่วมงาน ฝึกทักษะกระบวนการทำงานร่วมกับผู้อื่น ยอมรับความคิดเห็นของผู้ร่วมงาน ซึ่งเป็นพื้นฐานในการปฏิบัติตนเมื่อก้าวเข้าสู่การทำงานจริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

เริ่มต้น 05 สิงหาคม พ.ศ. 2562

สิ้นสุด 22 พฤษจิกายน พ.ศ. 2562

รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

1.4 ขอบเขตของการปฏิบัติงาน

1.4.1 พัฒนาโปรแกรมทดสอบสำหรับระบบทดสอบชิ้นงาน

1.4.2 ตรวจเช็คเสถียรภาพของโปรแกรมทดสอบที่พัฒนา

1.4.3 เปรียบเทียบผลการทดลองในรูปข้อมูลเชิงสถิติของโปรแกรมที่พัฒนากับโปรแกรมเดิม

1.4.4 จำลองสถานการทดสอบชิ้นงานจริงในสายการผลิต

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความสามารถด้านกระบวนการทดสอบชิ้นงาน

1.5.3 มีความเข้าใจในงานที่ได้รับมอบหมาย สามารถคิดวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ

1.5.2 มีความมั่นใจและสามารถปฏิบัติงานได้จริงหลังจากจบการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

1.5.4 มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ

1.5.5 สามารถปรับตัวการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการทำงานทดสอบและพัฒนาระบบทดสอบชิ้นงานอุปกรณ์รวมนั้นจำเป็นต้องมีทักษะความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนั้นแนวคิดที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ กระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและยังต้องมีความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าด้วย

2.1 กระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ 8 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 : ระบุปัญหา

ประกอบด้วย : พบปัญหาอะไร ?

พบได้อย่างไร ?

พบเมื่อใดและเป็นระยะเวลาแค่ไหน ?

ข้อมูลเพียงพอสำหรับระบุปัญหาหรือไม่ ?

ขั้นตอนที่ 2 : แจกแจงปัญหา

ประกอบด้วย : มีข้อมูลหรือต้องการข้อมูลที่ใช้ช่วยทำให้เข้าใจปัญหาหรือไม่ ?

ปัญหานี้เป็นปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงสุด ณ เวลานี้หรือไม่ ?

จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เสริมหรือทีมงานเพื่อช่วยแจกแจงปัญหาหรือไม่ ? ถ้ามีจำเป็นจะต้องแจ้งไปยังหัวหน้าเพื่อขอใช้อุปกรณ์หรือทีมงานนั้นๆ

พิจารณาด้วยแนวคิดแบบลีน (Lean Thinking) หรือก็คือการคิดโดยเน้นการสร้างคุณค่าและขจัดความสูญเปล่าทั้ง 8 ประการ

ขันตอนที่ 3 : กำหนดเป้าหมาย

ประกอบด้วย : เป้าหมายของปัญหานี้คืออะไร ?

จะได้อะไรถ้าแก้ปัญหานี้ ?

ต้องการเวลาสำหรับแก้ปัญหานี้นานแค่ไหน ?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 : ระบุต้นเหตุที่แท้จริง (Root Cause) ของปัญหา

ประกอบด้วย : รวบรวมสาเหตุที่สามารถเป็นต้นเหตุของปัญหา

คัดแยกข้อมูลที่ใช้สำหรับหาต้นเหตุที่แท้จริง

จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่สามารถเป็นต้นเหตุของปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 : วางแผนแก้ปัญหา

ประกอบด้วย : ทำรายการการปฏิบัติที่ต้องการ

กำหนดผู้รับผิดชอบและตารางเวลาในแต่ละการกระทำ

ขั้นตอนที่ 6 : ลงมือปฏิบัติ

ประกอบด้วย : ทำการลงมือแก้ต้นเหตุของปัญหา

ขั้นตอนที่ 7 : ประเมิณผลลัพธ์

ประกอบด้วย : ตรวจผลการกระทำเพื่อตรวจเช็คสภาพปัญหา

ผลลัพธ์เป็นไปตามเป้าหมายในขั้นตอนที่ 3 หรือไม่ ? ถ้าไม่ให้ทำตามกระบวนการอีกครั้ง ถ้าแก้ปัญหาสำเร็จแล้ว ให้นำปัญหาออกจากรายการที่ได้ทำไว้ในขั้นตอนที่ 5

ตรวจเช็คผลกระทบที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 8 : พัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ประกอบด้วย : มองหาความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมาพัฒนา

ตรวจเช็คให้มั่นใจว่าปัญหาจะไม่เกิดขึ้นอีก

ถ้าจำเป็น ทำขั้นตอนที่ 1-7 ใหม่เพื่อหาวิธีการปรับปรุงและแก้ปัญหาเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับงานทดสอบและพัฒนาระบบทดสอบชิ้นงานอุปกรณ์ รวมนั้นประกอบด้วยความเข้าใจในการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในบอร์ดทดสอบเช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ขดลวดเหนี่ยวนำ และ Op-Amp เป็นต้น และยังต้องมีความเข้าใจในทฤษฎีทางไฟฟ้าต่างๆ เช่น กฎของโอห์ม

2. กฎของโอห์ม (Ohm's Law)

กฎของโอห์มกล่าวว่า แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมวัตถุที่เป็นตัวนำจะมีอัตราส่วนแปรผันตรงกับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านวัตถุนั้นๆ หรือกล่าวคือ $v = Ri$ โดยมีสัมประสิทธิ์ R เรียกว่า ความต้านทาน มีหน่วยเป็น v/A ต่อมามีการปรับเปลี่ยนเป็น Ω (โอห์ม)

รูปที่ 2.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันโดยมีความต้านทาน 2 โอห์ม

เมื่อนำสมการมาพลอตโดยให้แกนตั้งเป็นกระแสและให้แกนนอนเป็นแรงดัน กราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงตัดผ่านจุดกำเนิด สมการนี้เป็นสมการเชิงเส้น ดังนั้นค่าความต้านทานจะถูกพิจารณาอย่างเป็นเชิงเส้น โดยส่วนมากค่าความต้านทานจะถูกพิจารณาเป็นค่าปริมาณบวก และ พิจารณาให้เป็นอุดมคติ

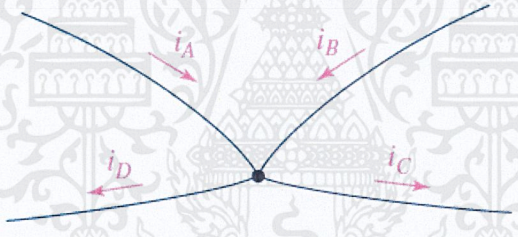
ค่าความต้านทานในอุปกรณ์จริงพบว่าอัตราส่วนแรงดันต่อกระแสมีความเป็นเชิงเส้นเพียงแค่บางช่วงกระแส บางช่วงแรงดัน หรือบางช่วงพลังงานเท่านั้น และยังแปรผันกับอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมอื่นๆ โดยส่วนมากเรานิยมที่จะกล่าวถึงค่าความต้านทานที่เป็นเชิงเส้นในรูปของ ตัวต้านทาน และค่าความต้านทานที่ไม่เป็นเชิงเส้นส่วนมากเรานิยมที่จะไม่กล่าวถึง แม้ว่าวงจรบางวงจรอาจจะมีการใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์ที่มีค่าความต้านทานไม่เป็นเชิงเส้นอย่างมาก เช่น ฟิวส์เพื่อป้องกันกระแสมากเกินไป หรือ ซีเนอร์ไดโอด สำหรับรักษาระดับแรงดันเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎของโอห์มเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำการวิเคราะห์วงจรได้อย่างสะดวกนัก ในบางครั้งวงจรไฟฟ้าอาจมีความซับซ้อนซึ่งการใช้กฎของโอห์มแต่อย่างเดียวอาจจะทำได้ยุ่งยากมาก ในปี ค.ศ. 1845 ศาสตราจารย์ในเยอร์มันชื่อ กุสสตาฟ เคอร์ชอฟฟ์ ได้ทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งต่อมาได้กลายเป็นกฎพื้นฐานทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยกฎของเคอร์ชอฟฟ์นั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ข้อหลักๆ คือ กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ และ กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

3. กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Current Law)

กฎของเคอร์ชอฟฟ์กล่าวอย่างง่ายๆ ว่า ผลรวมทางคณิตศาสตร์ของกระแสที่ไหลเข้าทุกโหนดเป็นศูนย์ กฎข้อนี้ชี้ให้เห็นว่าประจุไม่สามารถสะสมในโหนดได้ เนื่องจากโหนดในวงจรไฟฟ้าไม่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า และโหนดไม่สามารถทำลาย หรือสร้างประจุไฟฟ้าได้ ด้วยเหตุนี้กระแสรวมเข้าโหนดจึงเป็นศูนย์ จึงได้เป็นสมการ $(-i_A) + (-i_B) + i_C + i_D = 0$ ทำการจัดรูปเป็นสมการ $i_A + i_B = i_C + i_D$ จากสมการใหม่นี้แสดงให้เห็นว่ากระแสที่ไหลเข้าโหนดจะเท่ากับกระแสที่ไหลออกจากโหนดเสมอ

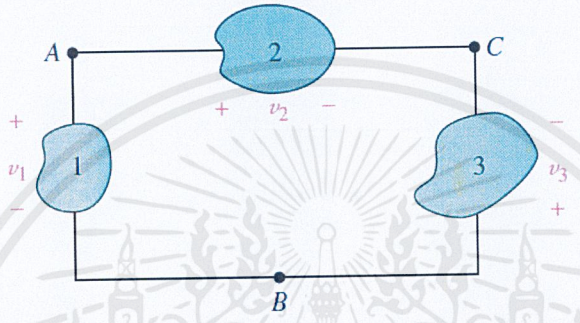


รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับโหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Voltage Law)

เนื่องจากกระแสไฟฟ้าแปรผันกับปริมาณที่ประจุที่ไหลผ่านอุปกรณ์ แต่แรงดันไฟฟ้าเป็นการวัดค่าพลังงานศักย์ที่ตกคร่อมอุปกรณ์ และแรงดันไฟฟ้าที่โหนดหนึ่งจะต้องมีเพียงค่าเดียวในหนึ่งช่วงเวลาไม่ว่าจะใช้เส้นทางไฟฟ้าไหนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในวงจร เราสามารถยืนยันข้อเท็จจริงนี้ได้ด้วยกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ที่กล่าวว่า ผลรวมทางคณิตศาสตร์ของแรงดันรอบๆ วงปิด (Mesh) ของวงจรเป็นศูนย์



รูปที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันในวงปิดของวงจร

จากรูปที่ 2.3 ถ้าเราทำการส่งประจุจากโหนด A ผ่านอุปกรณ์ 1 ไปยังโหนด B เราจะได้แรงดันที่โหนด A เป็น $v1$ และถ้าเราทำการส่งประจุจากโหนด A ผ่านอุปกรณ์ 2 และอุปกรณ์ 3 ไปยังโหนด B เราจะได้แรงดันที่โหนด A เป็น $v2 - v3$ และเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าที่โหนดของวงจรจะต้องมีเพียงค่าเดียว ทำให้ได้เป็นสมการ $v1 = v2 - v3$ และเมื่อเรานำประจุจากโหนด A ผ่านอุปกรณ์ 1 2 และ 3 กลับมาที่โหนด A จะพิสูจน์ได้ว่า $-v1 + v2 - v3 = 0$ เป็นไปตามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการปฏิบัติงาน

งานที่ได้รับหมอบหมายเป็นกระบวนการทดสอบเพื่อคัดแยกชิ้นงานในระดับเวเฟอร์ที่มีข้อบกพร่องจากกระบวนการสร้างก่อนเข้าสู่กระบวนการถัดไป โดยขอบเขตงานเริ่มหลังจากวิศวกรออกแบบวงจร (Design Engineer : DE) ได้ออกแบบวงจรเสร็จสิ้นแล้วและต้องการทดสอบชิ้นงาน ในส่วนของการทดสอบจะเป็นหน้าที่ของวิศวกรทดสอบและพัฒนา (Test Development Engineer : TDE) เป็นผู้คุมงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด โดย ระบบทดสอบชิ้นงานมีส่วนประกอบหลักดังนี้ 1.เครื่องทดสอบ (Tester) 2.Prober 3.ชิ้นงาน (Wafer) 4.Probe card 5.บอร์ดทดสอบ (Test board) 6.โปรแกรมทดสอบ (Test Program) จึงจะสามารถทำการทดสอบชิ้นงานให้ได้ข้อมูลที่วิศวกรออกแบบวงจรต้องการ เพื่อนำข้อมูลนั้นไปใช้ต่อไป โดยแบ่งกระบวนการเรียนรู้และปฏิบัติงานได้ดังนี้

3.1 ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงาน

เพื่อเป็นการทำความเข้าใจกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบและทำความเข้าใจเกี่ยวกับงานในส่วนต่างๆ เพื่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยหน้าที่ของวิศวกรทดสอบและพัฒนาประกอบด้วย การปรึกษากับผู้ออกแบบเพื่อทราบถึงคุณสมบัติของตัวงานที่ต้องการทดสอบและวิธีการทดสอบ การออกแบบวงจรทดสอบเพื่อสร้างบอร์ดทดสอบ การออกแบบโปรแกรมทดสอบเพื่อใช้ร่วมกับเครื่องทดสอบและบอร์ดทดสอบ การตรวจเช็คเสถียรภาพของระบบทดสอบ การทดสอบชิ้นงานเพื่อตรวจสอบคุณลักษณะเฉพาะของตัวงาน แก้ไขข้อผิดพลาดของระบบ และพัฒนาประสิทธิภาพของระบบก่อนนำระบบทดสอบชิ้นงานไปใช้ในสายงานการผลิต

3.2 ศึกษากระบวนการทดสอบชิ้นงาน

3.2.1 การตรวจสอบผิวสัมผัส (Contact test)

เป็นการตรวจสอบเพื่อทำให้มั่นใจว่าระหว่างตัวชิ้นงานกับบอร์ดทดสอบได้มีการสัมผัสหรือสามารถสื่อสารกันได้ดี โดยตรวจสอบผ่านโครงสร้าง Electrostatic diode (ESD) ภายในตัวงาน

3.2.2 การตรวจสอบวงจรดิจิตอล (Scan test)

เป็นการตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจได้ว่าวงจรดิจิตอลภายในตัวชิ้นงานมีการทำงานเป็นไปตามที่ออกแบบไว้

3.2.3 การตรวจสอบชิ้นงาน (Preliminary check)

เป็นการตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าชิ้นงานยังไม่ผ่านการปรับค่าให้คงที่และเพื่อเป็นการรับรองว่างานชิ้นนี้ยังสามารถปรับแต่งค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การจำลองค่าปรับแต่งของชิ้นงาน (OTP Trim)

เป็นการจำลองค่าปรับแต่งก่อนทำการกำหนดค่าให้กับชิ้นงานเพื่อให้ได้มีความใกล้เคียงกับความต้องการตามคุณลักษณะของชิ้นงานมากที่สุด

3.2.5 การปรับแต่งของชิ้นงาน (OTP Burn)

เป็นการปรับแต่งค่าถาวรให้กับชิ้นงานให้ได้คุณลักษณะที่ต้องการโดยในกระบวนการปรับแต่งชิ้นงานจะมีวิธีการในแต่ละชิ้นงานแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิศวกรผู้ออกแบบ

3.2.6 การตรวจสอบการปรับแต่งของชิ้นงาน (OTP Post)

เป็นการตรวจสอบค่าที่ปรับแต่งหลังจากการจำลองหรือปรับแต่งค่าถาวรเพื่อให้มั่นใจได้ว่าค่าที่ได้จากการปรับแต่งนั้นยังคงถูกต้องตามคุณลักษณะที่ออกแบบ

3.2.7 การตรวจสอบหมายเลข (Device ID)

เป็นการตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าหมายเลขบนแผ่นเวเฟอร์เป็นหมายเลข lot ที่เท่าไร แผ่นที่เท่าไร ตำแหน่งใด เพื่อที่จะสามารถระบุตำแหน่งบนเวเฟอร์ให้สอดคล้องกับตำแหน่งบนจอแสดงผล

3.2.8 การตรวจสอบกระแสของชิ้นงาน (Supply current)

เป็นการตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจได้ว่าชิ้นงานมีกระแสขณะที่ปฏิบัติการอยู่ตามคุณลักษณะที่บ่งบอกใน datasheet

3.2.9 การตรวจสอบกระแสรั่วไหลของชิ้นงาน (Leakage)

เป็นการตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจได้ว่าชิ้นงานสามารถทนกระแสรั่วไหลขณะที่ยังไม่ปฏิบัติการได้ในสภาพที่ยังคงอยู่ภายในขอบเขตของการทดสอบสำหรับชิ้นงาน

3.2.10 การตรวจสอบค่าแรงดันสูงสุดของชิ้นงาน (ABS max)

เป็นการตรวจสอบค่าแรงดันสูงสุดที่ยังปฏิบัติการได้ตามคุณลักษณะที่บ่งบอกใน datasheet เพื่อให้มั่นใจได้ว่าชิ้นงานยังปฏิบัติการได้ขณะที่ได้รับแรงดันสูงแต่น้อยกว่าแรงดันสูงสุดที่ระบุ

3.2.11 การตรวจสอบภายในชิ้นงาน (Stress test)

เป็นการตรวจสอบเพื่อแยกชิ้นงานที่มี spine cone ที่เกิดจากกระบวนการผลิต ซึ่งอาจจะส่งผลต่อตัวชิ้นงานทำให้สูญเสียคุณลักษณะหรือพังทลายได้ก่อนส่งต่อสู่ลูกค้า

3.2.12 การตรวจสอบผิวสัมผัส (Contact test post)

เป็นการตรวจสอบผิวสัมผัสอีกครั้งเพื่อให้มั่นใจได้ว่าหลังจากการทดสอบไม่ได้ทำให้ผิวสัมผัสของตัวชิ้นงานได้รับความเสียหายจากการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ศึกษาการออกแบบบอร์ดทดสอบ

บอร์ดทดสอบเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับเครื่องทดสอบ, Probe card และโปรแกรมทดสอบโดย บอร์ดทดสอบทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมเส้นทางเดินไฟในแต่ละการทดสอบที่ชิ้นงานต้องการที่จะทดสอบ ดังนั้นบอร์ดทดสอบจะต้องออกแบบให้เข้ากับ Probe card และชิ้นงานนั้นๆ เพื่อให้ทางเดินไฟสามารถผ่านจากแหล่งจ่ายไฟของเครื่องทดสอบ ผ่านไปยังบอร์ดทดสอบ ผ่านไปยัง Probe card และไปถึงตัวชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง โดย Probe card เป็นเสมือนหัวแปลงที่เปลี่ยนขนาดจากเส้นทางเดินไฟที่มีหน้าสัมผัสขนาดใหญ่ (มิลลิเมตร) บนบอร์ดทดสอบไปยังชิ้นงานเวเฟอร์ที่มีหน้าสัมผัสขนาดเล็ก (ไมโครเมตร) ซึ่งกระบวนการผลิต Probe card จะให้หน่วยงานอื่นเป็นผู้จัดการผลิตให้ ตามความต้องการที่วิศวกรทดสอบและพัฒนาเป็นผู้ออกแบบ ตามที่ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการออกแบบ

3.4 ศึกษาโปรแกรมทดสอบสำหรับทดสอบชิ้นงาน

ศึกษาและเรียนรู้การใช้งานโปรแกรมสำหรับเขียนโปรแกรมทดสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการใช้โปรแกรม สามารถแก้ไขโปรแกรมทดสอบให้ทดสอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง สามารถพัฒนาโปรแกรมให้มีเสถียรภาพ และใช้เวลาในการทดสอบชิ้นงานน้อยลง

3.5 ศึกษาการใช้โปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องทดสอบ

ศึกษาและเรียนรู้การใช้งานโปรแกรมควบคุมเครื่องทดสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือ สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น สามารถทดสอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ลดชิ้นงานที่อาจจะสูญเสียในระหว่างการทดสอบ และสามารถเก็บข้อมูลที่ได้จากจอแสดงผลการทดสอบ (Data log) มาวิเคราะห์เพื่อใช้แก้ไขปัญหาความผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้น เช่น ปัญหาที่เกิดจากส่วนประกอบของบอร์ดทดสอบหรือปัญหาที่เกิดจากตัวโปรแกรมที่ใช้สำหรับควบคุมเครื่องทดสอบ ซึ่งหน้าที่เหล่านี้จะเป็นหน้าที่ของ วิศวกรทดสอบและพัฒนา ในการระบุสาเหตุและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ก่อนการส่งต่อให้ฝ่ายทดสอบชิ้นงานในสายงานการผลิตเพื่อนำโปรแกรมและอุปกรณ์ไปใช้ทดสอบกับชิ้นงานที่จะนำออกไปเพื่อส่งต่อไปถึงลูกค้า ฉะนั้นการเรียนรู้การใช้โปรแกรมและการวิเคราะห์สาเหตุนั้นจำเป็นสำหรับวิศวกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ศึกษาการเทียบข้อมูลเชิงสถิติ

ศึกษาและเรียนรู้การใช้งานโปรแกรมเปรียบเทียบข้อมูลเชิงสถิติ เพื่อศึกษาเสถียรภาพของระบบทดสอบชิ้นงานและเปรียบเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างหลายข้อมูล โดยแต่ละข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบจะทำการเปลี่ยนเงื่อนไข เพื่อศึกษาผลกระทบของเงื่อนไขนั้นต่อเสถียรภาพของระบบที่ใช้ทดสอบชิ้นงานและนำไปพัฒนาระบบทดสอบ

3.6.1 การเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างอุปกรณ์ (Hardware Gage)

เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างการทดสอบชิ้นงานด้วยระบบที่ 1 เทียบกับ การทดสอบชิ้นงานด้วยระบบที่ 2 โดยที่ระบบที่ 1 และระบบที่ 2 แตกต่างกันที่บอร์ดทดสอบเพียงอย่างเดียว โดยการเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างอุปกรณ์นี้เป็นการทำเพื่อศึกษาผลกระทบที่บอร์ดทดสอบส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบทดสอบเพื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพของบอร์ดทดสอบและนำไปพัฒนาระบบทดสอบต่อไป

3.6.2 การเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างช่องทดสอบชิ้นงาน (Site-to-site Gage)

เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างการทดสอบชิ้นงานด้วยระบบที่ 1 เทียบกับการทดสอบชิ้นงานด้วยระบบที่ 2 โดยที่ระบบที่ 1 และระบบที่ 2 ต่างกันที่ช่องทดสอบชิ้นงานเพียงอย่างเดียว โดยการเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างช่องทดสอบชิ้นงานนี้เป็นการทำเพื่อศึกษาผลกระทบที่ช่องทดสอบชิ้นงานส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพบอร์ดทดสอบและนำไปพัฒนาระบบทดสอบต่อไป

3.6.3 การเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างโปรแกรมทดสอบ (Program Gage)

เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างการทดสอบชิ้นงานด้วยระบบที่ 1 เทียบกับการทดสอบชิ้นงานด้วยระบบที่ 2 โดยที่ระบบที่ 1 และระบบที่ 2 ต่างกันที่โปรแกรมทดสอบเพียงอย่างเดียว โดยการเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างโปรแกรมทดสอบนี้เป็นการทำเพื่อศึกษาผลกระทบ ที่โปรแกรมทดสอบส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบทดสอบหรือเป็นการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมทดสอบ และนำไปพัฒนาระบบทดสอบต่อไป

3.6.4 การเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างเครื่องทดสอบ (Tester Gage)

เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างการทดสอบชิ้นงานด้วยระบบที่ 1 เทียบกับการทดสอบชิ้นงานด้วยระบบที่ 2 โดยที่ระบบที่ 1 และระบบที่ 2 ต่างกันที่เครื่องทดสอบ เพียงอย่างเดียว โดยการเทียบข้อมูลเชิงสถิติระหว่างเครื่องทดสอบนี้เป็นการทำเพื่อศึกษาผลกระทบของเครื่องทดสอบต่อเสถียรภาพของระบบทดสอบ และเพื่อตรวจสอบให้มั่นใจได้ว่าบอร์ดทดสอบและโปรแกรมทดสอบสามารถนำไปใช้ทดสอบชิ้นงานได้เมื่อเปลี่ยนตัวเครื่องทดสอบโดยไม่เกิดปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

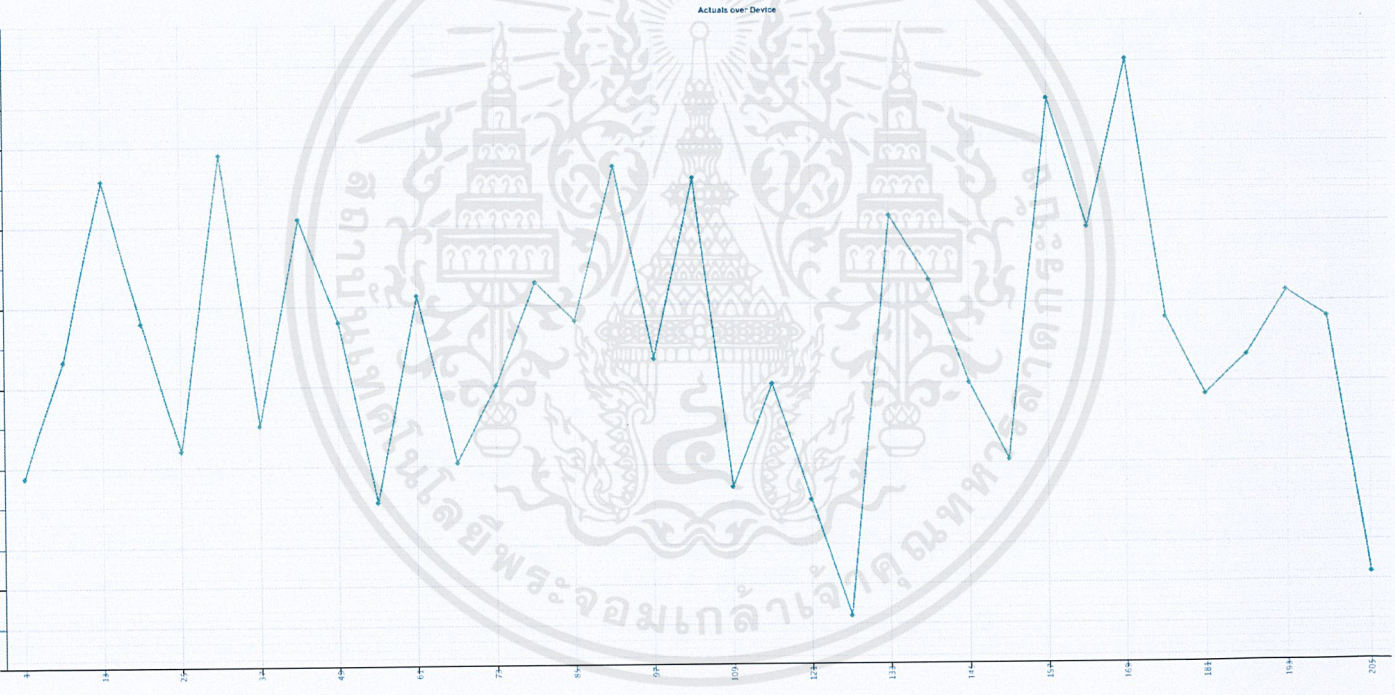
บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงาน

4.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมทดสอบสำหรับทดสอบชิ้นงาน

โปรแกรมที่นักศึกษาสหกิจศึกษาผู้ปฏิบัติงานเสมือนพนักงานพัฒนาขึ้นใหม่สามารถนำมาใช้งานในระบบทดสอบชิ้นงานได้ดี

4.2 ผลการตรวจเช็คเสถียรภาพโปรแกรมทดสอบที่พัฒนา

โปรแกรมที่นักศึกษาสหกิจศึกษาผู้ปฏิบัติงานเสมือนพนักงานพัฒนาขึ้นใหม่มีเสถียรภาพที่ดี



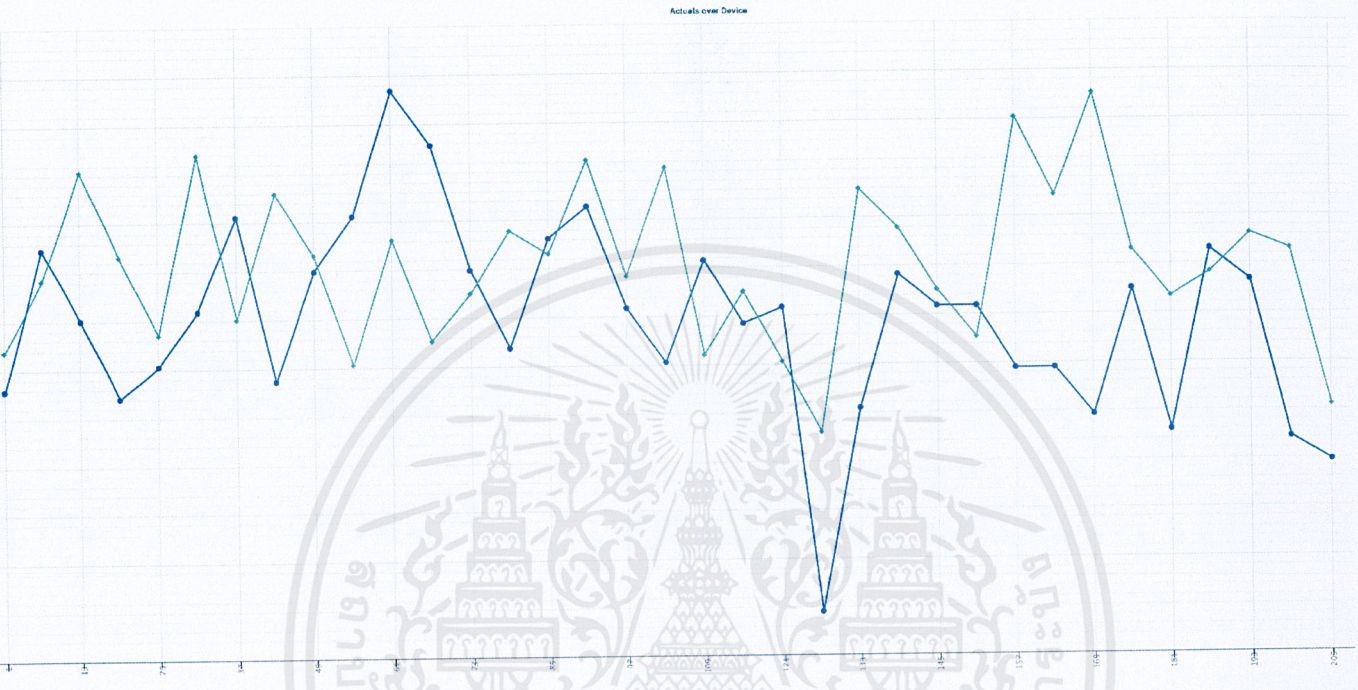
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างกราฟแสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ 35 ครั้ง (ในระดับไมโคร)

จากรูปเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบชิ้นงานด้วยโปรแกรมที่นักศึกษาสหกิจศึกษาผู้ปฏิบัติงานเสมือนพนักงานพัฒนาขึ้นใหม่เป็นจำนวน 35 ครั้งเพื่อตรวจเช็คเสถียรภาพของโปรแกรมใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการเปรียบเทียบโปรแกรมที่พัฒนากับโปรแกรมเดิม

โปรแกรมที่นักศึกษาสหกิจศึกษาผู้ปฏิบัติงานเสมือนพนักงานพัฒนาขึ้นใหม่มีเสถียรภาพที่ดีขึ้น



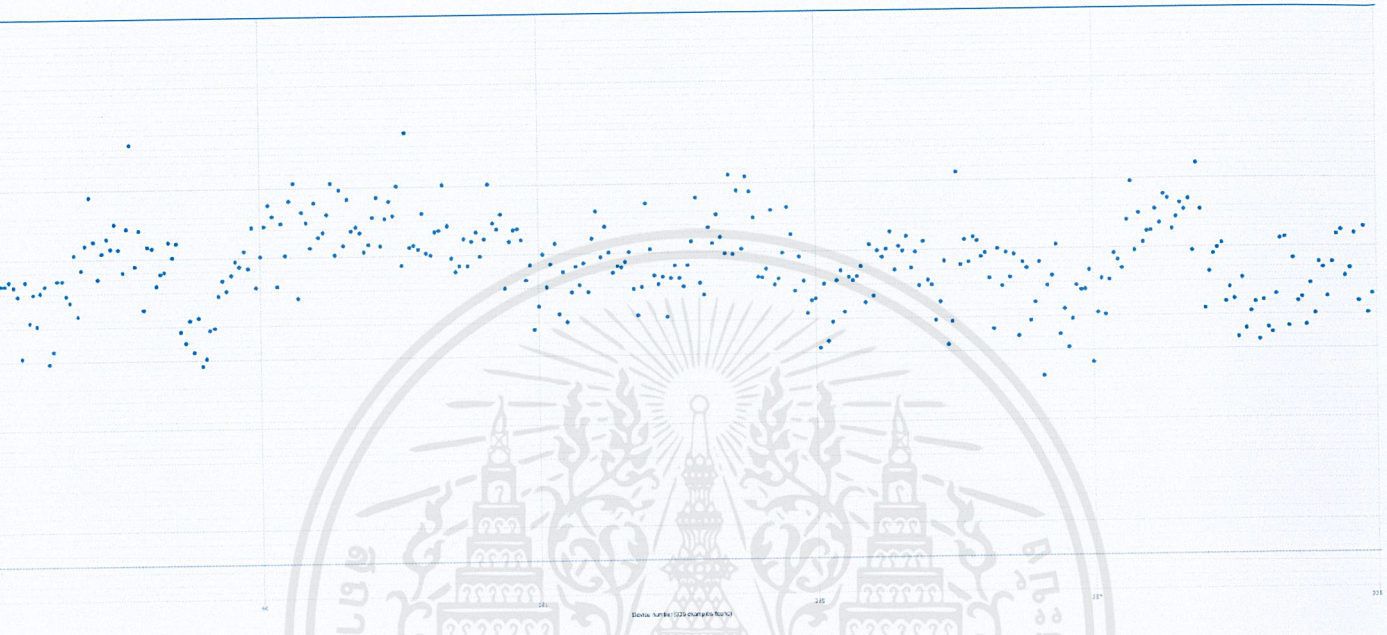
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างกราฟแสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ 35 ครั้งด้วยโปรแกรมเก่า และโปรแกรมใหม่ (ในระดับไมโคร)

จากรูปเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบชิ้นงานด้วยโปรแกรมที่นักศึกษาสหกิจศึกษาผู้ปฏิบัติงานเสมือนพนักงานพัฒนาขึ้นใหม่ (กราฟสีเขียว) เทียบกับโปรแกรมเก่า (กราฟสีน้ำเงิน) เพื่อตรวจเช็คความเปลี่ยนแปลงของเสถียรภาพของโปรแกรมใหม่

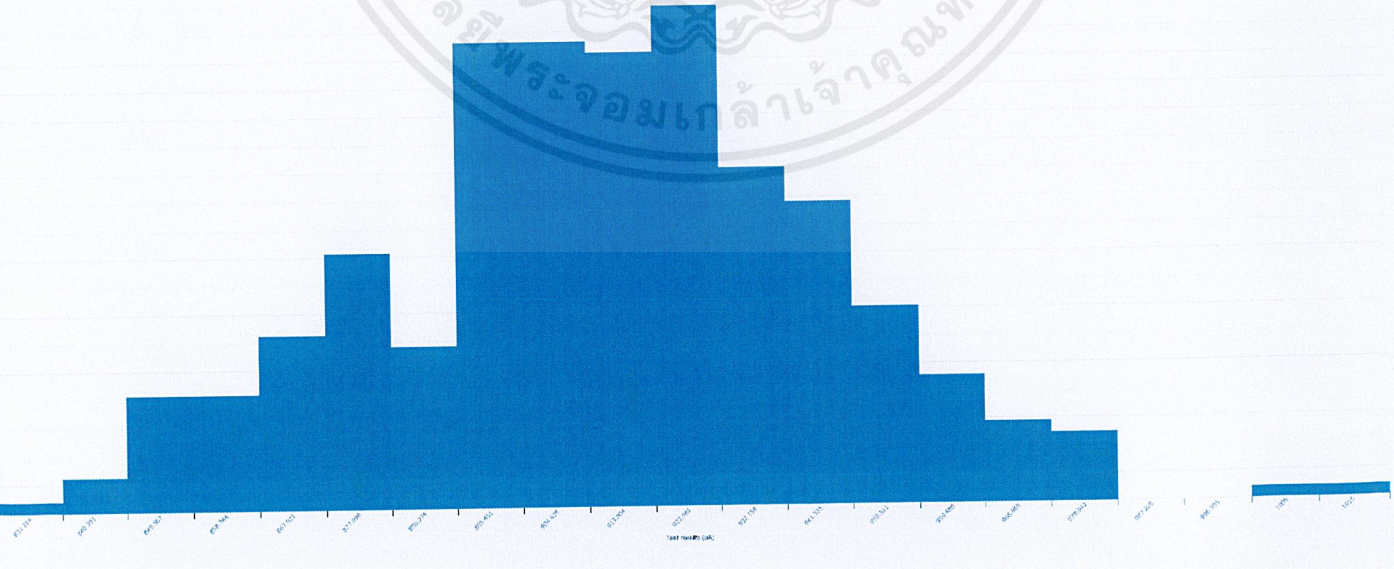
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการจำลองสถานการทดสอบชิ้นงานจริงในสายงานการผลิต

โปรแกรมที่นักศึกษาสหกิจศึกษาผู้ปฏิบัติงานเสมือนพนักงานพัฒนาขึ้นใหม่สามารถนำไปใช้งานในการทดสอบชิ้นงานจริงได้ดี



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างกราฟแสดงค่าที่วัดได้จากแต่ละอุปกรณ์ที่ทดสอบ 335 ตัว (ในระดับไมโคร)



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างกราฟค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปกรณ์ที่ทดสอบ 335 ตัว (ในระดับไมโคร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการปฏิบัติงานและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของนักศึกษาผู้ปฏิบัติงาน ณ แผนก Test System Development Asia (TSDA) บริษัทแม็กซิม อินทริเกรดเต็ด โปรดักส์ (ประเทศไทย) เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ ระหว่าง 5 สิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 22 พฤษจิกายน พ.ศ. 2562 ได้ประสบความสำเร็จเป็นที่เรียบร้อย นักศึกษาสหกิจศึกษาผู้ปฏิบัติงานเสมือนพนักงาน ได้เรียนรู้ที่จะปรับตัวและอยู่ร่วมกับผู้อื่น อีกทั้งรวมถึงความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จลุล่วงได้นั้นจะต้องเข้าหาปัญหา เพื่อไตร่ตรอง คิดวิเคราะห์ ปรึกษาและประสานงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้ได้ซึ่งแนวทางการแก้ไขของปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการพื้นฐานในการเรียนรู้และทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งต้องขอขอบคุณพนักงานที่ปรึกษาในการช่วยเหลือและชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงาน และเพื่อนร่วมงานที่คอยชี้แนะแนวทางในการปฏิบัติงานในช่วงระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน โดยกระบวนการเรียนรู้นี้จะนำไปปรับปรุงและพัฒนาตนเองให้มีประโยชน์ต่อตนเองและส่วนรวมยิ่งขึ้น

ลักษณะงานในระหว่างสหกิจศึกษาที่ได้รับมอบหมายนั้น เป็นลักษณะงานประจำและโครงงาน กล่าวคือ เป็นโครงงานที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันและปฏิบัติในลักษณะเดียวกัน โดยลักษณะงานที่ได้รับมอบหมายนั้นเป็นส่วนย่อยของโครงงาน ฉะนั้น หนึ่งโครงงานจะมีการติดต่อประสานงานกับชาวต่างชาติหรือหน่วยงานอื่นๆ เพื่อให้โครงงานนั้นสามารถสำเร็จลุล่วงได้

ส่วนลักษณะงานในส่วนย่อยที่ได้ปฏิบัตินั้นได้กล่าวถึง กระบวนการทดสอบเพื่อคัดแยกชิ้นงานในระดับเวเฟอร์ที่มีข้อบกพร่องจากกระบวนการสร้างเวเฟอร์ ก่อนเข้าสู่กระบวนการถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ปัญหาที่พบระหว่างปฏิบัติงานนั่นเกิดจากนักศึกษาผู้ปฏิบัติงาน ขาดความสามารถหรือทักษะในการเรียนรู้บางประการ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

5.2.1 นักศึกษาผู้ปฏิบัติงานขาดทักษะในการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานส่งผลให้ไม่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง

5.2.2 นักศึกษาผู้ปฏิบัติงานขาดทักษะในการสื่อสาร ส่งผลให้การสื่อสารเกิดความยุ่งยากและเกิดความเข้าใจผิดกันได้ในระหว่างปฏิบัติงาน

5.2.3 นักศึกษาผู้ปฏิบัติงานขาดทักษะในการใช้เครื่องมือบางประเภทเนื่องจากไม่ได้ไม่เคยใช้เครื่องมือหรือฟังก์ชั่นประเภทนั้นมาก่อน ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการเรียนรู้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

5.3.1 พัฒนาทักษะการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น และลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การถาม การอ่าน การนิยาม และการคิดวิเคราะห์ตีความ เป็นต้น

5.3.2 พัฒนาทักษะการสื่อสาร โดยการหาคนคุย คุยเรื่องที่เกี่ยวกับตนเองหรือเหตุการณ์ต่างๆ เล่าและอธิบายเป็นขั้นเป็นตอน หรืออาจมีรูปประกอบ และใช้ภาษาที่ลดช่องว่างระหว่างบุคคล

5.3.3 พัฒนาทักษะการเข้าหาผู้อื่นก่อน เพื่อลดช่องว่างระหว่างบุคคล จะส่งผลให้เกิด มิตรภาพและไมตรี ระหว่างเพื่อนร่วมงานและสนุกกับการทำงาน

5.3.4 ใช้เวลาอยู่กับเครื่องมือ ถามวิธีการใช้กับผู้เชี่ยวชาญ และพยายามทำความเข้าใจกับคู่มือวิธีการใช้ (Manual) ให้มากที่สุดเพื่อให้มีทักษะในการเข้าใจวิธีการใช้ในอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

William H./Hayt, Jr.//(2012).//**ENGINEERING CIRCUIT ANALYSIS.**//8th ed.// New York:/McGraw-Hill.

The University of Iowa,//(2019).//8-Step Problem Solving Process.//Retrieved November 29, 2019,/from/https://hr.uiowa.edu/development/organizational-development/lean/8-step-problem-solving-process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายณภัทร เชษฐานนท์ MR.NAPAT CHETTHANON
วัน เดือน ปี เกิด	30 กันยายน พ.ศ.2540
ที่อยู่ปัจจุบัน	593/33 ซอยลาดพร้าว 87 แยก 19 ถนนลาดพร้าว แขวงคลองเจ้าคุณสิงห์ เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310
E-mail	boom15217@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2562	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ.2562	ฝึกงานภาคเรียนที่ 3 ในโครงการ Summer Training Program ณ มหาวิทยาลัย UESTC : University of Electronic Science and Technology of China
พ.ศ.2562	บริษัท แม็กซิม อินทิเกรดเต็ด โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่อยู่ 700/114 ตำบล/แขวง คลองตำหรุ อำเภอ/เขต เมือง จังหวัด ชลบุรี รหัสไปรษณีย์ 20000 ประเทศไทย หมายเลขโทรศัพท์ 038-468341 หมายเลขโทรสาร 038-468350

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้