



## การพัฒนาเครื่องจำลองการจัดเก็บอัตโนมัติด้วยวิธีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

### THE QFD APPROACH TO THE AUTOMATED STORAGE MACHINE DEVELOPMENT

รัฐวุฒิ วงษ์วิทย์<sup>1</sup> ชัชชชุตม์ อนุเวช<sup>2</sup> และนาวพงษ์ นิ่มแย้ม<sup>3</sup>

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ นครนายก 26120

E-mail: rattawut@g.swu.ac.th<sup>1</sup>

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องจำลองการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นเทคนิคทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการสอบถามความต้องการของลูกค้าจากการสัมภาษณ์และออกแบบสอบถาม หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบและสร้างเครื่องจำลองการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ โดยในขั้นการออกแบบได้ใช้โปรแกรมสามมิติเพื่อให้เห็นอุปกรณ์ต้นแบบได้ชัดเจนยิ่งขึ้น กระทั่งสามารถสร้างเครื่องจำลองการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติที่ใช้งานได้ โดยเครื่องจำลองการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติประกอบด้วย 3 สถานีคือ 1 สถานีจ่ายชิ้นงาน, 2 สถานีเคลื่อนย้ายชิ้นงาน, 3 สถานีจัดเก็บชิ้นงาน หลังจากนั้นได้นำเครื่องจำลองการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติไปทดลองจัดเก็บชิ้นงาน โดยทดลองจำนวน 30 ครั้ง ครั้งละ 4 จุด ผลการทดลองในการจัดเก็บชิ้นงานคือ จัดเก็บได้อย่างถูกต้องที่ความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ:** การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพ, เครื่องจำลองการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ

#### ABSTRACT

*The purpose of this research for designing and making Automated Storage Machine by using technique of quality function deployment(QFD) which is help us for analyzing and finding the way in improving product by asking what they need and doing questionnaire from customers and then analyst from information that we have got for guide the way for creating Automated Storage Machine and design by computer aided design programming for definition in 3D until we can create the prototype and estimate its ability to finding statistic data. Automated Storage Machine there are 3 stations which are the distribution station, a conveyor station and the automated storage station. So we demonstrate 30 times and the result is correctly reliability 99%*

**KEYWORDS:** Quality Function Deployment (QFD), Automated storage machine

Rattawut Vongvit<sup>1</sup> Tachayoot Anuwedh<sup>2</sup> and Navapong Nimyeam<sup>3</sup>

Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering Srinakharinwirot University, Ongkarak, Nakhon Nayok, 26120.

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยได้มีการพัฒนาประเทศอย่างต่อเนื่องในทุกๆด้าน โดยเฉพาะด้านอุตสาหกรรม ได้มีนิคมอุตสาหกรรมมากมายกระจายอยู่ทั่วประเทศ ผู้ประกอบการจะต้องวางแผนและพัฒนาผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์การผลิตให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการแข่งขันทางการตลาดทุกวันนี้มีการแข่งขันกันอย่างสูง การประสบความสำเร็จในเชิงธุรกิจนั้นหมายถึงผู้ประกอบการสามารถมีผลกำไรเพิ่มขึ้น โดยการสร้างกำไรนั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การลดต้นทุนการผลิต การปรับปรุงกระบวนการผลิต หรือการนำเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาช่วยในการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยการเลือกใช้วิธีการต่างๆ นั้นขึ้นอยู่กับการวางแผนและตัดสินใจของผู้ประกอบการ

อุตสาหกรรมการผลิตในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาประยุกต์ใช้อย่างหลากหลายตามลักษณะของงาน เช่น ระบบอัตโนมัติ ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้า จัดเก็บสินค้า ตรวจสอบสินค้า หรือการทำงานที่มีความเสี่ยงสูง ความเครียดสูง งานทำซ้ำ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับบุคลากรด้านการผลิต สถาบันการศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการให้ความรู้ และฝึกปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษา นักศึกษามีทักษะที่พร้อมจะไปปฏิบัติงานเมื่อสำเร็จการศึกษาออกไป โดยการใช้ชุดฝึกปฏิบัติการในการเรียนการสอนนั้นเป็นวิธีหนึ่งจะช่วยให้บัณฑิต นักศึกษาสามารถเพิ่มพูนทักษะในด้านต่างๆได้

ชุดฝึกที่จำลองการทำงานจากเครื่องจักร สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ต้องทำงานกับเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติมีราคาสูง หรืออาจจะต้องนำเข้าจากต่างประเทศและอาจไม่เหมาะสมกับเนื้อหาในการเรียนการสอนในรายวิชา

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้เสนอการออกแบบชุดฝึกเพื่อการศึกษาโดยเลือกใช้วัสดุที่จัดหาได้ง่ายเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการตั้งชื่ออุปกรณ์ ชุดฝึกนี้สามารถถอดแบบประกอบได้ ช่วยในศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องจักรในการเคลื่อนที่เพื่อจัดเก็บชิ้นงานและการควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยได้นำแนวความคิดการสร้างชุดฝึกนี้ มาประยุกต์ใช้ในการจำลองการจัดเก็บสินค้า โดยประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการทำงานของชุดฝึกได้อย่างแม่นยำ รวมทั้งสามารถใช้จำลองสถานการณ์เพื่อทำศึกษาเวลาในการทำงานของเครื่องจักรได้

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาปริทัศน์วรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่าได้มีการใช้เทคนิค QFD เพื่อนำมาปรับปรุงผลิตภัณฑ์รวมไปถึงอุตสาหกรรมบริการอย่างกว้างขวาง สายันต์ น้ำใจ และ สุกุล วัฒนชัย (2544)[1] ได้ศึกษาระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์วิซวลเบสิก 6.0 ควบคุม การจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าที่รวดเร็ว แม่นยำและใช้พื้นที่จัดเก็บน้อย มีความจำเป็นสำหรับโรงงานในปัจจุบันมาก จึงได้ออกแบบระบบจัดเก็บวัสดุแบบอัตโนมัติ โดยทำเป็นแบบจำลองขนาดเล็ก เพื่อที่จะศึกษาการทำงานของระบบจัดเก็บสินค้า เพื่อพัฒนาไปสู่ระบบจัดเก็บสินค้าขนาดใหญ่ต่อไป เสนีย์ เทียนเรียว(2549)[2] สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอน วิชาวิศวกรรมการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าและระบบเซอร์โว ซึ่งชุดประลองจะประกอบไปด้วยตัวเครื่องชุดประลองและเอกสารที่จำเป็นสำหรับการฝึก การประเมินตัวเครื่องชุดประลอง สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของตัวเครื่องชุดประลองมีความเชื่อถือได้ เพราะการทดสอบความคลาดเคลื่อนของการควบคุมตำแหน่งไม่พบค่าความคลาดและการประเมินคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มงคล แสงฤทธิ์ และวิทวัส แสนคำวงษ์(2555)[3] ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแขนกล โดยมีแนวคิดที่จะสร้างหุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็กที่มีหกข้อต่อขึ้นมา ประกอบด้วยมอเตอร์กระแสตรงสองตัวและเซอร์โวมอเตอร์สี่ตัว เพื่อศึกษาการควบคุมมอเตอร์ในลักษณะการหมุนใน

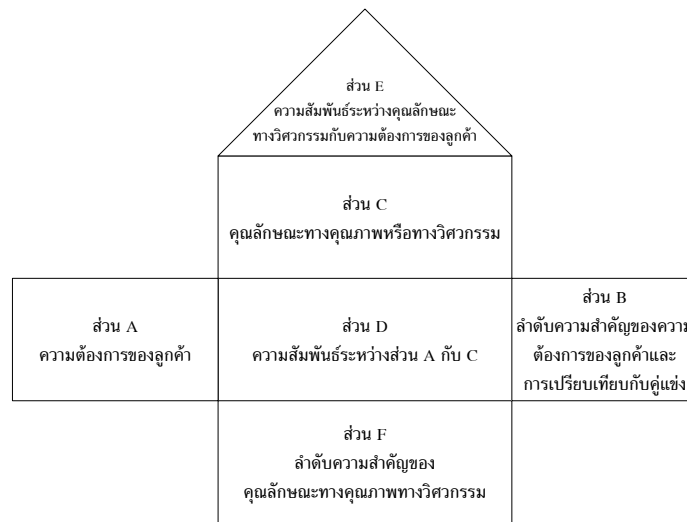
ทิศทางต่างๆและ ออกแบบวงจรควบคุมรวมถึงการเขียน โปรแกรมควบคุมจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ โดยแผนกที่สร้าง จะควบคุมด้วยระบบป้อนมือ ต้นแบบแผนกที่ได้จะใช้สำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างแผนกในโรงงาน อุตสาหกรรมต่อไปในอนาคต และหุ่นยนต์แผนกขนาดเล็กนี้สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเกี่ยวกับ ระบบควบคุม และการ เขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมหุ่นยนต์ได้ ซึ่งสามารถนำการสร้างแผนกนี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป R.Y.K.Fung, K.Popplewell and J.Xie (1998)[4] ทำการวิเคราะห์หาความต้องการของลูกค้าโดยใช้เทคนิคผสมร่วมกับ QFD เพื่อแก้ไขระบบการตัดสินใจในการวาง แผนการผลิตและกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการผลิต งานวิจัยของ I.Dikmen, M.T.Birgonul and S.Kiziltas(2005) [5] ใช้เทคนิค QFD เพื่อวิเคราะห์หากลยุทธ์ที่เหมาะสมในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งผลวิจัยพบว่าเทคนิคนี้สามารถช่วยในการตัดสินใจเลือกกลยุทธ์ได้ อย่างเหมาะสม งานวิจัยของ Y. Z. Chen and E.W.T. Ngai (2008) [6] ได้ประยุกต์ใช้เทคนิค Fuzzy-QFD เพื่อใช้ช่วยแก้ปัญหาการ วางแผนที่มีความซับซ้อน รวมถึงช่วยในการวิเคราะห์หาจุดเหมาะสมในการจัดการงบประมาณเกี่ยวกับการออกแบบรถซึ่งผลการ ทดลองชี้ให้เห็นว่าเทคนิคนี้มีประสิทธิภาพเป็นอย่างดี Z.Ayag, F.Samanlioglu and G.Büyükozkcan(2012)[7] ทำการวิเคราะห์หา กลยุทธ์ที่เหมาะสมของโรงงาน โดยการใช้ Fuzzy-QFD เพื่อใช้ในกระบวนการกลั่นกรองหากลยุทธ์ที่เหมาะสมและมีการถ่วง น้ำหนักให้ความสำคัญของกลยุทธ์ต่างๆ และการวิเคราะห์ให้ได้มาซึ่งกลยุทธ์ที่ดีที่สุด A.Alinezad, A.Seif and N.Esfandiari (2013)[8] ได้ใช้เทคนิค QFD และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์(Analysis Hierarchy Process: AHP) เพื่อทำการวิเคราะห์และ ประเมินหาซอฟต์แวร์ที่มีความเหมาะสมในบริษัทผลิตยา K.W. Li, Y. Zhang and W.Y. Liu (2014)[9] ได้มีการใช้การแปลง หน้าทีผลิตภัณฑ์ในเชิงคุณภาพ ให้เป็นแนวทางในการปฏิบัติในเชิงเทคนิคร่วมกับกระบวนการ โครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (Analytical Network Process; ANP) เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการใช้เทคนิค QFD สามารถช่วยวิเคราะห์และกลั่นกรองข้อมูลเพื่อ ใช้ในการเลือกจุดที่จำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาขึ้นหรือหลังได้ Y.Liu, J.Zhou and Y.Chen(2014)[10] วิเคราะห์หาความต้องการ ของลูกค้า โดยใช้เทคนิค QFD โดยเริ่มต้นจากการออกแบบผลิตภัณฑ์และวิเคราะห์คู่แข่งหลังจากนั้นจึงทำการเลือกปัจจัยที่มี ผลกระทบต่อความต้องการของลูกค้าเพื่อนำมาพัฒนาต่อไป งานวิจัยของ J.D.F. Cardoso, N.B Casarotto Filho and P.A. Cauchick Miguel(2014) [11] ประยุกต์ใช้ QFD เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับอาหาร โดยมุ่งเน้นเกี่ยวกับอาหารอแกนิก ซึ่งเป็นธุรกิจที่กำลัง เติบโตอย่างมากในปัจจุบัน ซึ่งการวิเคราะห์ได้พิจารณาเกี่ยวกับระบบห่วงโซ่อุปทานอีกด้วย

### 3. วิธีการวิจัย

#### 3.1 การวิเคราะห์หน้าที่ผลิตภัณฑ์โดยใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางเชิงปฏิบัติ (Quality Function Deployment - QFD)

วัตถุประสงค์แรกเริ่มของการนำ QFD มาประยุกต์ใช้เพื่อให้ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์มีวิธีการที่เป็นระบบในการแปลงความ ต้องการของลูกค้าออกเป็นตัวผลิตภัณฑ์ ถ้าหากต้องการของลูกค้าให้เป็นเป้าหมายต่างๆในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ QFD จะช่วยประกันความพึงพอใจของลูกค้าและเพิ่มยอดขายของผลิตภัณฑ์ [13] รูปที่ 1 แสดงตาราง QFD ซึ่งเรียกว่าบ้านคุณภาพ (House Of Quality - HOQ)

เมื่อได้ผลการสำรวจความต้องการลูกค้า (What) และระดับความสำคัญของความต้องการแต่ละหัวข้อ ทีมงานจะต้องพิจารณา ข้อกำหนดทางเทคนิคต่างๆ (How) ที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้โดยนำมาเขียนอยู่ในรูปของแมทริกซ์ ความสัมพันธ์ (What-How) และข้อกำหนดทางเทคนิคต่างๆนั้นจะถูกนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน โดยเขียนเป็น แมทริกซ์รูปสามเหลี่ยมเหนือแมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่าง What กับ How อันเปรียบเสมือนหลังคาของบ้านคุณภาพ



รูปที่ 1 โครงสร้างทฤษฎีบ้านคุณภาพ (House Of Quality -HOQ)

ประกอบด้วย 6 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ส่วน A เป็นความต้องการของลูกค้า, ส่วน B เป็นลำดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้าและเปรียบเทียบกับคู่แข่ง, ส่วน C เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพหรือคุณลักษณะทางวิศวกรรม, ส่วน D แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วน A กับส่วน C, ส่วน E เป็นความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางวิศวกรรมประเภทต่างๆ และส่วน F แสดงลำดับความสำคัญของคุณลักษณะทางวิศวกรรมประเภทต่างๆ และเปรียบเทียบกับคู่แข่ง

3.1.1 ส่วน A เป็นความต้องการของลูกค้า ส่วนนี้อยู่ทางซ้ายมือของตารางเป็นความต้องการของลูกค้า ซึ่งได้จากการสอบถามความต้องการของลูกค้าจากการทำแบบสอบถามและสัมภาษณ์ความต้องการในการใช้งานผลิตภัณฑ์จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒกลุ่มลูกค้าคือ อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มีจำนวนทั้งหมด 4 คน ที่สอนวิชา 1.Automation 2.Industrial Work Study 3.Industrial Plant Design 4.Manufacturing Process ซึ่งสามารถใช้เครื่องจำลองการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติในการเรียนการสอนของรายวิชาที่กล่าวมา โดยมีเกณฑ์การแบ่งระดับความต้องการและสรุปผลระดับความสำคัญได้ ดังนี้

เกณฑ์การแบ่งระดับความต้องการของการใช้งานผลิตภัณฑ์ของลูกค้าคือ 5 คะแนน มีค่าเท่ากับ มากที่สุด, 4 คะแนน มีค่าเท่ากับ มาก, 3 คะแนน มีค่าเท่ากับ ปานกลาง, 2 คะแนน มีค่าเท่ากับ น้อย และ 1 คะแนน มีค่าเท่ากับ น้อยที่สุด โดยคะแนน ในช่อง (A2) ในรูปที่ 2 จะได้มาจากนำคะแนนของแต่ละความต้องการมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่น ความแข็งแรง ได้ 18 คะแนน โดยที่คะแนนรวมของความต้องการทุกความต้องการ คือ 141 คะแนน ดังนั้นช่อง (A2) ในรูปที่ 2 จะได้เป็น  $18/141 = 12.71$  ดังแสดงในตารางที่ 1

3.1.2 ส่วน B ส่วนวางแผน (Planning Matrix) ส่วนวางแผนประกอบด้วย 1) ความสำคัญของลูกค้า 2) ผลสำรวจความพึงพอใจของลูกค้า 3) ผลการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์คู่แข่ง 4) จุดมุ่งหมาย 5) จุดขาย และ 6) คะแนนดิบและคะแนนปกติ

B1 การสำรวจความพึงพอใจของลูกค้า ส่วนนี้เป็นผลการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันว่าตอบสนองความต้องการลูกค้าได้ดีเพียงใด โดยนำคุณลักษณะทางวิศวกรรมมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด ซึ่งจะได้ผล

ตารางที่ 1 ระดับความสำคัญของความต้องการของนิสิตที่เคยใช้เครื่องจำลองการจัดเก็บชิ้นงาน

หัวข้อ	ค่าความสำคัญ					คะแนน	เปอร์เซ็นต์	ระดับความสำคัญต่อลูกค้า
	1	2	3	4	5			
ความแข็งแรง	-	-	-	2	2	18	12.77	0.127
ความปลอดภัย	-	-	1	2	1	16	11.35	0.114
ซ่อมง่าย	-	-	1	2	1	16	11.35	0.114
มีอะไหล่สำรอง	-	-	2	-	2	16	11.35	0.114
ความรวดเร็ว	-	-	3	1	-	13	9.20	0.092
ใช้ได้ในพื้นที่จำกัด	-	-	2	2	-	14	9.93	0.099
เคลื่อนย้ายสะดวก	-	-	1	3	-	15	10.64	0.106
มีความแม่นยำ	-	-	1	1	2	17	12.06	0.120
น้ำหนักเบา	-	-	1	2	1	16	11.35	0.114
รวม						141	100	1

มาเป็นความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์คู่แข่งได้ผลดังที่แสดงในตารางที่ 2 และเนื่องจากขั้นตอนการดำเนินการของโครงการนี้ ยังไม่มีตัวผลิตภัณฑ์ดังนั้นจึงกำหนดชื่อผลิตภัณฑ์เป็น A และมีค่าความพอใจเท่ากับ 1 และผลิตภัณฑ์คู่แข่งจะเป็นผลิตภัณฑ์ B, C และ D

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความพึงพอใจของลูกค้ากับผลิตภัณฑ์ของเราที่คู่แข่ง

ลำดับ	ความสำคัญต่อลูกค้า	ความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์คู่แข่ง		
		1	3	5
1	ความแข็งแรง	A	C	BD
2	ความปลอดภัย	A	-	BCD
3	ซ่อมง่าย	A	BD	C
4	มีอะไหล่สำรอง	ABC	-	C
5	มีความรวดเร็ว	A	C	BD
6	ใช้ได้ในพื้นที่จำกัด	AB	D	C
7	เคลื่อนย้ายสะดวก	AB	D	C
8	มีความแม่นยำ	A	C	BD
9	น้ำหนักเบา	AB	D	C

B2 จุดมุ่งหมายของกลยุทธ์ เป้าหมายกลยุทธ์ คือ เป็นการตั้งเป้าหมายของการออกแบบอุปกรณ์ทำได้โดยการเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ของเรากับผลิตภัณฑ์ของกลุ่มคู่แข่งจากการประเมิน โดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์คู่แข่งกับของเราเพื่อที่จะตั้งเป้าหมายในการออกแบบตามความต้องการนั้นๆ โดยเลือกที่จะพัฒนา จุดมุ่งหมายของกลยุทธ์ Copy เพราะตัวต้นแบบมีค่าความพึงพอใจในระดับดีมากซึ่งทำให้ค่าคะแนนความพึงพอใจแตกต่างกันมากการที่เราจะพัฒนาหรือปรับปรุงทำให้เป็นไปได้ยากเนื่องจากตัวต้นแบบเป็นที่พึงพอใจในระดับคืออยู่แล้ว

จุดมุ่งหมายของกลยุทธ์ Improve เพราะตัวต้นแบบแต่ละตัวมีค่าความพึงพอใจไม่แตกต่างกันมากทำให้เราสามารถทำการพัฒนาปรับปรุงเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เหนือระดับกว่าตัวต้นแบบ โดยการตั้งจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทำได้โดยการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ของเรากับคู่แข่งต่อความสำคัญต่อลูกค้าโดยกำหนดเป้าหมาย ดังที่แสดงในรูปที่ 2

B3 จุดขาย (Sales Point) ในส่วนของจุดขาย คือ สิ่งที่สามารถสร้างความได้เปรียบให้แก่ทางบริษัทโดยอาศัยความสามารถในการขายผลิตภัณฑ์โดยใน โครงงานนี้ผู้วิจัยได้คิดออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีการทำงานที่ตรงกับความต้องการของนักศึกษา จึงนำมาเป็นจุดขายของอุปกรณ์ในการจำลองการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ จากรูปที่ 2 การประเมินจุดขายซึ่งเป็นส่วนที่สร้างความได้เปรียบให้กับผลิตภัณฑ์ของเราโดยแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้ 1 คือ ไม่เป็นจุดขาย, 1.25 คือเป็นจุดขายปานกลาง และ 1.5 คือเป็นจุดขาย

B4 ความสำคัญของกลยุทธ์ของบ้านคุณภาพหลังที่ 2 ความสำคัญของกลยุทธ์ คือ ลำดับความสำคัญกลยุทธ์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากลักษณะทางเทคนิคของบ้านหลังที่ 1 เพื่อจะทราบถึงความสำคัญของแต่ละความต้องการและจะสามารถช่วยเป็นแนวทางให้เราออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้ามากขึ้นด้วย

จากรูปที่ 2 เป็นการแสดงความสำคัญเชิงกลยุทธ์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการคำนวณโดยนำส่วนของ A ความต้องการของลูกค้า (Customer Need - What) B1 ผลการสำรวจความพอใจของลูกค้าและ B3 จุดขาย (Sales Point) นำทุกตัวมาคูณกัน

3.1.3 ส่วน C ลักษณะทางคุณภาพ (Quality Characteristics) คุณลักษณะทางคุณภาพเป็นการเปลี่ยนความต้องการของลูกค้าในส่วน A ให้เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพทางเทคนิคหรือคุณลักษณะทางวิศวกรรม โดยเกิดจากการแปลภาษาของลูกค้าให้เป็นภาษาทางเทคนิคและมีหน่วยวัด โดยการเปลี่ยนความต้องการของลูกค้าให้เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพของบ้านคุณภาพแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนความต้องการของลูกค้าให้เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพของบ้านคุณภาพ

ลำดับ	ความสำคัญต่อลูกค้า	คุณลักษณะทางวิศวกรรม
1	ความแข็งแรง	ชนิดของวัสดุ
2	ความปลอดภัย	ระบบฉุกเฉิน
3	ซ่อมง่าย	ชนิดของตัวจับผลิตภัณฑ์
4	มีอะไหล่สำรอง	ส่วนประกอบสำรอง
5	ความรวดเร็ว	ชนิดของอุปกรณ์ในระบบส่งกำลัง
6	ใช้ได้ในพื้นที่จำกัด	ขนาดของอุปกรณ์
7	เคลื่อนย้ายสะดวก	การติดตั้ง
8	มีความแม่นยำ	การเขียนโปรแกรม
9	น้ำหนักเบา	ชนิดของวัสดุ

3.1.4 ส่วน D ความสัมพันธ์ (Relationship) ส่วนนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับคุณลักษณะทางคุณภาพหรือคุณลักษณะทางวิศวกรรม ทำให้เรามองเห็นว่าลักษณะทางคุณภาพด้านต่างๆมีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้ามากน้อยเพียงใด

โดยการให้คะแนนจะแบ่งเป็นระดับได้ดังนี้ ไม่ให้ระดับคะแนน (ไม่มีความสัมพันธ์กัน), 1(ความสัมพันธ์น้อย), 3 (ความสัมพันธ์ปานกลาง), 6(ความสัมพันธ์มาก) และ 9(ความสัมพันธ์มากที่สุด) โดยลูกค้าแต่ละคนจะให้คะแนนแล้วนำมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเพื่อใส่ลงในส่วน D ของบ้านคุณภาพ

3.1.5 ส่วน E ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพ (Technical Correlation) ส่วนนี้อยู่บริเวณหลังคาบ้านเป็นบริเวณที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพหรือคุณลักษณะทางวิศวกรรมประเภทต่างๆประโยชน์ของส่วนนี้ช่วยให้ทีมออกแบบระบุข้อจำกัดในการออกแบบได้ โดยหากเป็น (+) หมายถึงความสัมพันธ์ที่ส่งเสริมกัน กล่าวคือหากเพิ่มคุณสมบัติตัวใดอีกตัวจะมีคุณภาพตามไปด้วย แต่หากเป็น (-)หมายถึงความสัมพันธ์ที่ขัดแย้งกัน กล่าวคือหากเพิ่มคุณสมบัติตัวใดอีกตัวจะมีคุณภาพด้อยลงไป ส่วนหากไม่มีความสัมพันธ์ไม่ต้องเพิ่มข้อมูลใดๆลงไป

3.1.6 ส่วน F ส่วนเทคนิค (Technical Matrix) ส่วนนี้อยู่ใต้ฐานบ้านประกอบด้วย 4 ส่วนย่อย คือลำดับความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพ การเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ของเรากับคู่แข่งและค่าเป้าหมาย ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

ส่วน F1 ความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพ ในการหาความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพตัวใดตัวหนึ่งทำได้โดยนำตัวเลขที่แสดงความสัมพันธ์มาคูณกับคะแนนดิบปกติของความต้องการที่ตรงกัน เช่น

$$\text{คะแนน F1 ของชนิดของวัสดุ} = (9*0.127)+(7*0.114)+(4.43*0.092)+(9*0.106)+(9*0.114)=4.319$$

สรุปค่าความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพมาจากการคำนวณของค่าในตารางความสัมพันธ์ D ซึ่งเป็นผลรวมนำมาคูณกับความต้องการของลูกค้าของแต่ละคุณลักษณะทางวิศวกรรมโดยเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย ดังต่อไปนี้ Stepping Motor ถอดประกอบได้ Servo motor อะลูมิเนียม ยึดติดกับ โต้ะงานล้อเลื่อน กริปเปอร์ ตั้ง โต้ะขนาดเล็ก 60\*75 เซนติเมตร อยู่บน โต้ะงาน 150\*75เซนติเมตร ไมโครคอนโทรลเลอร์ แวกคัม PLC เหล็ก ไม้ ยึดอยู่กับที่และท่าเครื่องจักร 200\*200เซนติเมตร

ส่วน F2 และ F3 เปรียบเทียบทางเทคนิค การเปรียบเทียบทางเทคนิคเป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ของเราและคู่แข่งเพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะทางคุณภาพที่ทีมออกแบบกำหนดขึ้นในห้องใต้หลังคาของตาราง QFD โดยวิธีการเปรียบเทียบจะเหมือนกันกับตารางส่วนของ B1

ส่วน F4 กำหนดเป้าหมาย (Target Value) ค่าเป้าหมายของคุณลักษณะทางคุณภาพเป็นไปเพื่อขับเคลื่อนกิจกรรมที่เกิดขึ้นต่อไป ทีมออกแบบพิจารณาจากคะแนนความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพร่วมกับผลการเปรียบเทียบทางเทคนิคระหว่างบริษัทเรากับคู่แข่ง โดยแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้ 1 คือ ไม่เป็นจุดขาย, 1.25 คือเป็นจุดขายปานกลาง และ 1.5 คือเป็นจุดขาย ซึ่งในการออกแบบครั้งนี้จะให้ป็นจุดขาย คือ 1) Stepping Motor 2) ถอดประกอบได้ 3) ยึดติดกับ โต้ะงานล้อเลื่อน 4) อยู่บน โต้ะงาน 150\* 75 เซนติเมตร 5) อะลูมิเนียม 6) กริปเปอร์ 7) ไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วน F5 ปัจจัยความน่าจะเป็นหรือปัจจัยความยากลำบาก คือ ปัจจัยที่เราจะตั้งค่าในแต่ละความต้องการไว้ว่ามีความยากลำบากในการออกแบบหรือผลิตผลิตภัณฑ์มากน้อยเพียงใดเพื่อให้ทางผู้จัดทำมีความพยายามในความต้องการนั้นๆยิ่งมากขึ้น โดยการให้คะแนนจะแบ่งเป็นระดับได้ดังนี้ 1(น้อย), 3 (ปานกลาง), 5(ยาก)

ส่วน F6 ความสำคัญเชิงกลยุทธ์ ความสำคัญเชิงกลยุทธ์ คือลำดับความสำคัญกลยุทธ์ของผลิตภัณฑ์ของเราเพื่อจะทราบถึงความสำคัญของแต่ละความต้องการและจะสามารถช่วยให้เป็นแนวทางให้เราออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้ามากขึ้นอีกด้วย

เมื่อได้ส่วนประกอบของบ้านคุณภาพ (House Of Quality -HOQ) ครบทั้ง 6 ส่วนใหญ่ๆ สามารถนำมาประกอบเป็นบ้านคุณภาพหลังที่ 1 หลังจากที่ได้ทำบ้านคุณภาพ (House Of Quality -HOQ) เราจึงสรุปได้ว่าปัจจัยที่ต้องให้ความสำคัญในการพัฒนาชุดจำลองตามลำดับคะแนนดังนี้ 1. ชนิดของอุปกรณ์ในระบบส่งกำลัง 9.413 คะแนน, 2. การติดตั้ง 7.718 คะแนน, 3. ชนิดของวัสดุ 7.198 คะแนน, 4. ขนาดของอุปกรณ์ 7.129 คะแนน, 5. ชนิดของตัวจับผลิตภัณฑ์ 5.322 คะแนน และ 6. การเขียนโปรแกรม 4.392 คะแนน และ 7.ส่วนประกอบสำรอง 1.330 คะแนน

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ต้องให้ความสำคัญโดยใช้เทคนิค QFD เพื่อพัฒนาเครื่องจำลองการจับยึดอัตโนมัติข้างต้นแสดงดังรูปที่ 2

	A2	A3	A4	C1								B1			B2	B3	B4
				ชนิดของวัสดุ	ระบบผูกเคเบิล	ชนิดของตัวจับผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบสำรอง	ชนิดของอุปกรณ์ในระบบส่งกำลัง	ขนาดของอุปกรณ์	การติดตั้ง	การเขียนโปรแกรม	1	3	5			
1	ความแข็งแรง	12.77	0.127	9	-	9	-	6	8	-	-	A	C	BD	Copy	1.25	0.635
2	ความปลอดภัย	11.35	0.114	-	6	-	-	6	5.33	-	6	A	-	BCD	Copy	1.25	0.57
3	ซ่อมง่าย	11.35	0.114	7	-	8	-	7	4	8	-	A	BD	C	Improve	1.5	0.762
4	มีอะไหล่สำรอง	11.35	0.114	-	-	-	7	8	-	-	-	ABC	-	C	Copy	1.25	0.57
5	ความเร็ว	9.2	0.092	4.33	-	4.33	-	5	5.33	6	6	A	C	BD	Copy	1.25	0.46
6	ใช้ได้นานที่จำกัด	9.93	0.099	-	-	7	-	6	9	7	-	AB	D	C	Improve	1.5	0.594
7	เคลื่อนย้ายสะดวก	10.64	0.106	9	-	7	-	-	8	7	-	AB	D	C	Improve	1.5	0.636
8	มีความแม่นยำ	12.06	0.12	-	-	5.33	-	5.33	6	8	8	A	C	BD	Copy	1.25	0.6
9	น้ำหนักเบา	11.35	0.114	9	-	7	-	7	8	-	-	AB	D	C	Improve	1.5	0.762
			F1	4.319	0.684	5.322	0.798	5.648	5.941	3.859	2.196						
			F2	1	A	A	A	A	A	AB	AB						
				3	-	-	CD	B	-	B	D	-					
				5	BCD	BCD	B	CD	BCD	CD	C	CD					
			F3	Copy	Copy	Copy	Improve	Copy	Improve	Improve	Improve						
			F4	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.5	1.5	1.5						
			F5	3	5	5	3	3	5	3	3						
			F6	7.198	0.684	5.322	1.33	9.413	7.129	7.718	4.392						

รูปที่ 2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ต้องให้ความสำคัญโดยใช้เทคนิค QFD



#### 4. ผลการศึกษา

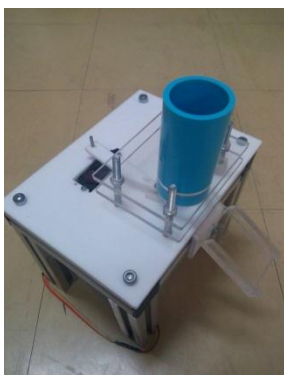
##### 4.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์ เกิดจากการนำทฤษฎีการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์และได้ทำการคัดเลือกแนวคิดที่มีความเหมาะสมตามความต้องการของลูกค้ามาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้ทั้งหมด 3 สถานีดังนี้

สถานีที่ 1 ปล่อยชิ้นงาน มีหน้าที่บรรจุและปล่อยชิ้นงาน โดยมีความสามารถในการปล่อยชิ้นงานด้วยความเร็ว 20 ชิ้นต่อนาทีและสามารถบรรจุชิ้นงานได้ สูงสุด 4 ชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 3(A)

สถานีที่ 2 สถานีลำเลียงชิ้นงาน ความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่ 816 เซนติเมตร/นาที ดังแสดงในรูปที่ 3(B)

สถานีที่ 3 สถานีจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ มีความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่แกน X 91.7 เซนติเมตร/นาที ความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่แกน Y 80.0 เซนติเมตร/นาที กริปเปอร์สามารถรองรับน้ำหนักได้ 400 กรัม มีชั้นจัดเก็บชิ้นงาน 3 ชั้น แต่ละชั้นมี 2 ช่อง ดังแสดงในรูปที่ 3(C) ทั้งนี้ความเร็วและความสามารถในการรองรับน้ำหนักได้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่เลือกใช้ตามความเหมาะสม



(A) สถานีจ่ายชิ้นงาน



(B) สถานีเคลื่อนย้ายชิ้นงาน



(C) สถานีจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ

รูปที่ 3 ชุดจำลองการจัดเก็บอัตโนมัติ

##### 4.2 โปรแกรมควบคุม

ขั้นตอนการทำงานของชุดจำลองการจัดเก็บอัตโนมัติประกอบด้วย 3 ส่วนมีการทำงาน โดยควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรม Arduino IDE เพื่อควบคุมการทำงานของชุดจำลองการจัดเก็บอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 4

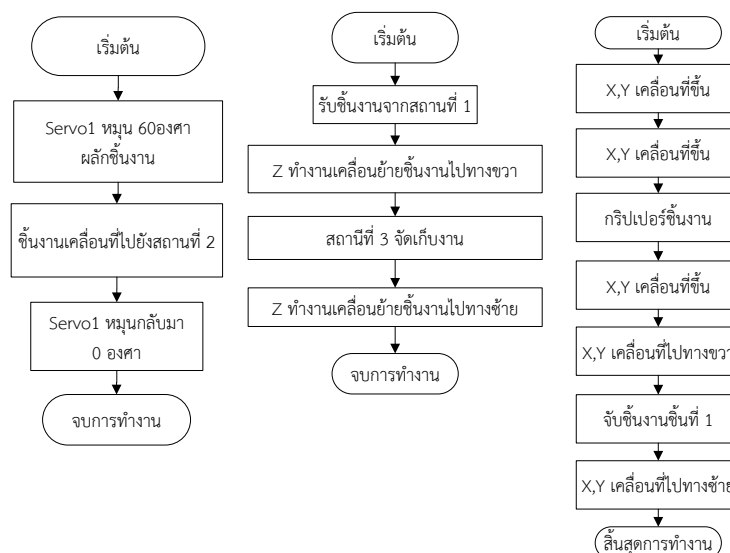
```

File Edit Sketch Tools Help
Project4
delay(5);
}
delay(2500);
for(int i = 0;i<500;i++) // เคลื่อนที่ไปทางขวา 500
{
digitalWrite(Y,LOW); // Y หมุนทวน <---
digitalWrite(DIR2,LOW);
digitalWrite(X,LOW); // X หมุนทวน <---
digitalWrite(DIR1,LOW);
delay(5);
digitalWrite(Y,HIGH); // Y หมุนทวน <---
digitalWrite(DIR2,LOW);
digitalWrite(X,HIGH); // X หมุนทวน <---
digitalWrite(DIR1,LOW);
delay(5);
}
delay(2500);
for(int i = 0;i<500;i++) // เคลื่อนที่ไปทางซ้าย 500
{

```

รูปที่ 4 โปรแกรม Arduino IDE เพื่อใช้ป้อนคำสั่งของชุดจำลองการจับเก็บอัตโนมัติ

ขั้นตอนการทำงานจะใช้ตัวแปรในการเขียนโปรแกรม ประกอบด้วยอุปกรณ์ขับเคลื่อน 5 ตัวดังนี้ 1) Servo1 คือ เซอร์โวสถานีที่ 1 2) Servo3 คือ เซอร์โวสถานีที่ 3 3) Z คือ สเต็ปมอเตอร์สถานี 2 4) X คือ สเต็ปมอเตอร์สถานี 3 และ 5) Y คือ สเต็ปมอเตอร์สถานี 3 โดยผังแสดงขั้นตอนการควบคุมการทำงานของแต่ละสถานงานแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผังการทำงานของสถานีงานที่ 1,2 และ 3

### 4.3 ผลการทดลอง

หลังจากสร้างเครื่องจำลองการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติและทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานแล้ว จึงได้ทำการทดลองเพื่อจัดเก็บชิ้นงาน ในชั้นวาง 4 จุดวาง โดยการจัดเก็บค่าสถิติจากการจัดเก็บชิ้นงานจุดวางละ 30 ครั้งรวมวางชิ้นงานทั้งสิ้น 120 ครั้ง ซึ่งการทดลองการจัดเก็บชิ้นงานได้ผลแสดงดังในตารางที่ 1 พบว่ามีการทดลองไม่สำเร็จ 1 ครั้ง อันเนื่องมาจากชิ้นงานเกิดการติดขัดที่กระบอกปล่อยชิ้นงานทำให้ไม่สามารถตะขึ้นงานออกจากสถานีจ่ายชิ้นงาน

ตารางที่ 4 ค่าสถิติการทดลองจัดเก็บชิ้นงานของชุดจำลองการจัดเก็บอัตโนมัติ

จุดจัดเก็บชิ้นงาน	จำนวนครั้ง ( 30 ครั้ง )	
	สำเร็จ	ไม่สำเร็จ
จุดวางที่ 1	30	0
จุดวางที่ 2	30	0
จุดวางที่ 3	29	1
จุดวางที่ 4	30	0
รวม (เต็ม 120 ครั้ง)	119	1
% (เต็ม 100%)	99	1

### 5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การออกแบบและสร้างอุปกรณ์จัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ มีขั้นตอนการดำเนินงาน โดยการนำทฤษฎีการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment - QFD) เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า โดยนำความต้องการของลูกค้าไปวิเคราะห์และประเมินผล เพื่อให้ได้ข้อจำกัดในการออกแบบซึ่งได้ข้อจำกัดทั้งหมด 6 หัวข้อ แล้วทำการเขียนแบบด้วยโปรแกรมวาดภาพสามมิติเป็นการจำลองอุปกรณ์เพื่อให้เห็นภาพผลิตภัณฑ์ชัดเจนยิ่งขึ้น กระทั่งสามารถสร้างเครื่องจำลองการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติที่สามารถใช้งานได้ จึงได้นำไปทดลองจัดเก็บชิ้นงาน หลังจากนั้นทำการประเมินประสิทธิภาพในการจัดเก็บชิ้นงานของเครื่องจำลองการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นทางสถิติ โดยผลการทดลองในการจัดเก็บชิ้นงานคือ สามารถจัดเก็บได้อย่างถูกต้องที่ 99 เปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่น

ในการสำรวจข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลที่ไ้จากการสอบถามความต้องการของลูกค้ามีความน่าเชื่อถือและแม่นยำ ควรเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์จากกลุ่มลูกค้าเป้าหมายโดยตรง และในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ควรรีศึกษาเรื่องวัสดุ น้ำหนักโครงสร้างเพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่จำเป็น โดยก่อนใช้งานทุกครั้งต้องทำการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร เพื่อลดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี 2559 สัญญาเลขที่ 479/2559

### เอกสารอ้างอิง

- [1] N. Sayan and W.Sukhun. Study of Automated storage system using Visual Basic 6.0 Engineering Project, Srinakharinwirot University, 2001.
- [2] Senee Tienriew. The Construction and Efficiency Evaluation of Experimental in the Topic Servo Motor Control, Engineering Thesis. King Monkut's Insutitute of Thechnology North Bankok, 2006.
- [3] S.Mongkol and S.Witthawat. Small Robot Arm. Engineering Project, Khon Kaen University, 2012.
- [4] R.Y.K.Fung, K.Popplewell and J.Xie : An intelligent hybrid system for customer requirements analysis and product attribute targets determination. International Journal of Production Research. 36: p.13-34, 1998.
- [5] I.Dikmen, M.T.Birgonul and S.Kiziltas : Strategic use of quality function deployment (QFD) in the construction industry. Building and Environment; 40(2) p.245-255. 2005.
- [6] Y. Z. Chen and E.W.T. Ngai : A fuzzy QFD program modeling approach using the method of imprecision. International Journal of Production Research, 46(24), p.6823-6840, 2008.
- [7] Z.Ayag, F.Samanlioglu and G.Büyüközkan : A fuzzy QFD approach to determine supply chain management strategies in the dairy industry. Journal of Intelligent Manufacturing. 2012.
- [8] A.Alinezad, A.Seif and N.Esfandiari : Supplier evaluateon and selection with QFD and AHP in a pharmaceutical company. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2013.
- [9] K.W. Li, Y. Zhang and W.Y. Liu: Weight Analysis based on ANP and QFD in Software Quality Evaluation. Applied Mathematics & Information Sciences. Vol.8, No. 2, p. 793-798, 2014.
- [10] Y.Liu, J.Zhou and Y.Chen : Using fuzzy non-linear regression to identify the degree of compensation among customer requirements in QFD. Neurocomputing. Volume 142, 22 p.115-124, 2014.
- [11] J.D.F. Cardoso, N.B Casarotto Filho and P.A. Cauchick Miguel : Application of Quality Function Deployment for the development of an organic product. Food Quality and Preference. Volume 40, Issue PA, March 01.p. 180-190, 2015.
- [12] T.Karl Ulrich and Steven D. Eppinger., :Product Design and Development, McGraw-Hill, 2012.