เครื่องทำขนมโดนัทควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้าและลม

Donut Making Machine Controlled by Electro-pneumatic System

พ.อ.อ.ศักดิ์ชัย จันทศรี*

บทคัดย่อ

งานคิดค้นสิ่งประดิษฐ์นี้ มีจุดประสงค์เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องทำขนมโดนัท ที่ทำงานได้สะดวกรวดเร็ว สามารถผลิตขนมได้จำนวนมากขึ้น และช่วยผ่อนแรง

เครื่องทำขนมโดนัทที่สร้างขึ้นจะทำหน้าที่ผลิตและทอดขนมโดนัทจากแป้งที่หมักแล้ว โดยการทำงานเริ่มจากบรรจุแป้งขนมเหลวลงไปในชุดกระบอกบรรจุแป้งขนม แล้วใช้ชุดระบบนิวแมติกดันกลไกบังคับให้แป้งขนมไหลลงมายังกระทะน้ำมันที่อยู่ด้านล่าง ซึ่งชุดระบบนิวแมติกจะถูกควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้า โดยสามารถควบคุมขนาดของโดนัทให้มีขนาดใกล้เคียงกัน ได้จากการปรับระยะการเคลื่อนที่ขึ้นลงของก้านลูกสูบนิวแมติกด้วยการปรับระยะของรีดสวิตช์

จากการทดลองพบว่าเครื่องทำขนมโดนัทสามารถทำขนมโดนัทได้จำนวน 20 ชิ้นต่อนาที โดยอุณหภูมิของน้ำมันที่จะทำให้ขนมโดนัทสุกพอดีอยู่ที่ 180 องศาเซลเซียส ซึ่งขนมโดนัทเมื่อสุกและตักออกจากกระทะทอดแล้วจะไม่อมน้ำมัน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ยที่ 60.1 มิลลิเมตรและมีน้ำหนักแต่ละชิ้นเฉลี่ยที่ 19.9 กรัม ซึ่งขนาดของโดนัทจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 4 ข้อ คือ 1. ระยะการเคลื่อนที่ของก้านลูกสูบนิวแมติกซึ่งปรับระยะโดยรีดสวิตช์ 2. ความหนืดของแป้งขนมโดนัทที่หมักแล้ว 3. การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งขนมเนื่องจากได้รับการถ่ายเทความร้อนจากน้ำมันในกระทะทอดไปสู่กระบอกบรรจุแป้งขนมและ 4. การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งขนมเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

คำสำคัญ : ขนมโดนัท, ระบบไฟฟ้าและลม, นิวแมติก, รีดสวิตช์

Abstract

This research project presents to aim at building the prototype of a donut making machine which is a convenience machine in working fast and can make donuts a lot and reduce in feeling stiff.

The donut making machine has characteristic operation in frying a donut milled wheat flour. The starting in producing donut is to take liquid condition and fine wheat flour be contained in donut cylinder. And then, the mechanism of pneumatic system that is piston rod of pneumatic cylinder pushed flour in liquid and fine condition into hot oil pan, suitable oil temperature. The operation of pneumatic system is controlled by electrical system and electro-pneumatic system. It can be adjust the size of each donut in almost the same size which happen by adjusted range in motion of piston rod of pneumatic cylinder that can control the reed switch contacted with cylinder to slide up and down along the side of cylinder.

*ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

The test result revealed that the donut making machine could make 20 ripe donuts per minute at the temperature of vegetable oil at 180 degree Celsius. The ripe donuts leave little oil and the outside diameter at 60.1 millemeters and weight at 19.9 grams in average. The four main factors depending on sizing of donut are as follows. 1. The range of movement of piston rod of pneumatic cylinder was adjusted by reed switch. 2. The liquid wheat flour is sticky. 3. The changing of sticky donut liquid flour is affected because of heat transfer at range of height from level of hot oil to the bottom of donut cylinder. And 4. the changing of sticky donut liquid flour is affected because of weather condition.

Keywords: Donut, Electro-pneumatic system, Pneumatic, Reed switch

1.บทนำ

ในภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันนี้ การประกอบอาชีพต้องคำนึงถึงกำลังความสามารถของผู้ประกอบการ หรือผู้ค้าขายรายย่อยที่ต้องการนำเอาเทคโนโลยีที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์กับอาชีพแต่ต้องคำนึงความพอเพียง หรือกำลังความสามารถที่จะหาปัจจัยทางการเงินมาใช้ให้เกิดประโยชน์ควบคู่กับเทคโนโลยีที่พอจะจัดหามาได้ ดังนั้นจึงควรมีการสร้างเครื่องมือเพื่อสนองต่อผู้ประกอบอาชีพโดยอาศัยองค์ความรู้ของนักวิชาการมาให้ความช่วยเหลือกับสังคมในปัจจุบัน ซึ่งเป็นการพัฒนาปัญญาของตนเองอย่างสำคัญ และเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ของผู้อื่นในวงกว้างต่อไป (ศ.นพ. ประเวศ วะสี)

ดังนั้นเครื่องทำขนมโดนัทควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้าและลม จึงเหมาะที่จะเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับประกอบอาชีพได้ โดยการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้งานเพื่อให้สามารถใช้งานได้ง่าย มีความสะดวก ลดเวลาในการผลิต และยังช่วยลดความสูญเสียได้อีกด้วย

การคิดค้นได้นำเอาสิ่งที่หาได้ง่ายคือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ไฟฟ้ามาใช้งานร่วมกับระบบลมอัดหรือนิวแมติก (pneumatic system) ด้วยการนำเอาความรู้ด้านการออกแบบ มาใช้ร่วมกับความรู้ด้านการควบคุมระบบไฟฟ้าและนิวแมติก จึงทำให้ได้เครื่องทำขนมโดนัทที่ใช้งานได้ง่ายมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง มีความเที่ยงตรง มีความทันสมัย ทนทานทำให้คุ้มค่าต่อการนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบอาชีพได้เป็นอย่างดี จึงถือได้ว่ามีประโยชน์ต่อผู้ประกอบการและชุมชนท้องถิ่นเป็นอย่างมาก

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1 เพื่อสร้างเครื่องทำขนมโดนัทควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้าและลม

2.2 เพื่อศึกษาผลการทำงานของระบบควบคุมการทำงาน ให้สอดคล้องกับความต้องการขั้นพื้นฐาน

2.3 เพื่อการเผยแพร่ความรู้ของระบบไฟฟ้าและลมมาประยุกต์ใช้งานด้านการสร้างเครื่องมือที่ช่วยผ่อนแรง

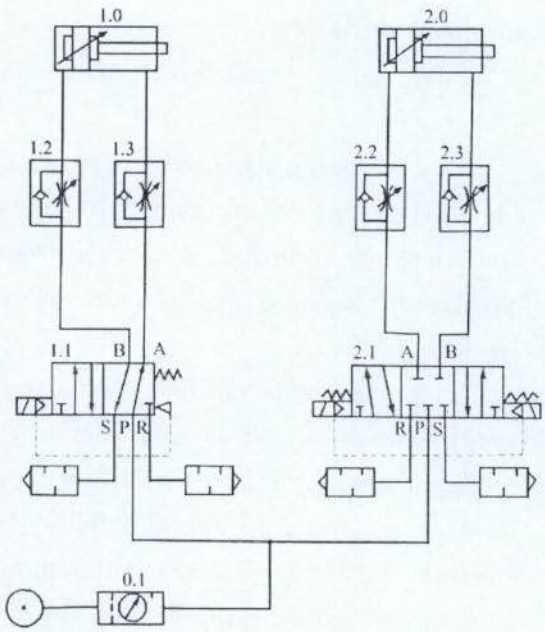
3. อุปกรณ์ และวิธีการ

การออกแบบ และสร้างเครื่อง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

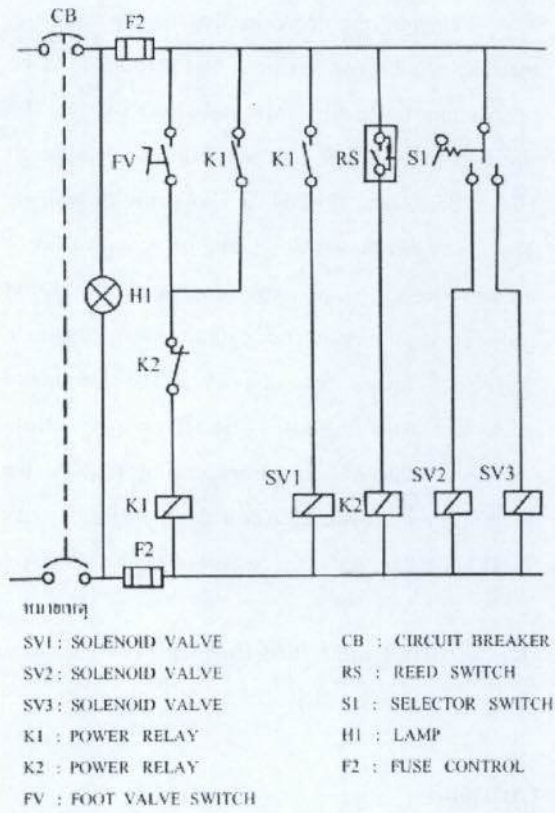
3.1 การออกแบบทางโครงสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วยตัวโครงเครื่อง กระบอกบรรจุแป้งขนม และกลไกดันแป้ง การออกแบบจะคำนึงถึง ความสะดวก และความคล่องตัวของผู้ใช้โดยสอดคล้องกับปริมาณของขนมที่จะทอดในแต่ละครั้ง

3.2 การออกแบบระบบควบคุมโดยชุดทำงานก็คือ ระบบนิวแมติค ประกอบไปด้วยกระบอกลมแบบทำงาน 2 ทาง จำนวน 2 กระบอก ลำดับการทำงานก็คือ กระบอกลมนิวแมติกกระบอกที่ 1 ทำหน้าที่พาชุดกระบอกบรรจุแป้งให้อยู่เหนือกระทะทอด ส่วนกระบอกลมนิวแมติกอีกกระบอกหนึ่งทำหน้าที่ดันแป้งให้เป็นรูปโดนัทให้ตกลงไปในกระทะทอด เมื่อกดแป้งรูปโดนัท ลงไปในกระทะทอดได้ตามจำนวนที่ต้องการแล้วก็จะควบคุมให้กระบอกพาชุดกระบอกบรรรจุแป้งให้เลื่อนออกไปอยู่ห่างจากกระทะทอดเพื่อป้องกันไม่ให้แป้งขนมได้รับความร้อนจากกระทะทอดจนมีความหนืดลดลง

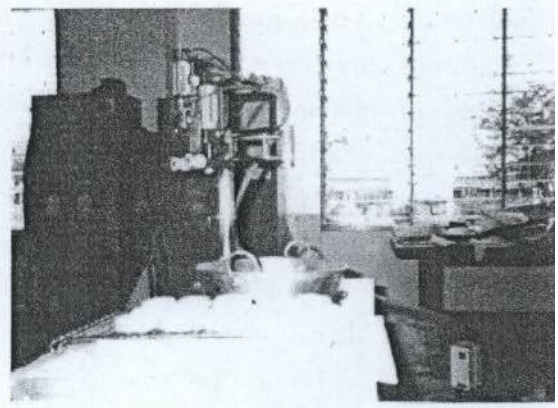
จากหลักการทำงานดังกล่าว จึงสามารถออกแบบระบบควบคุมการทำงานได้ 2 วงจรประกอบด้วยวงจรกำลัง ดังรูปที่ 1 และวงจรควบคุม ดังรูปที่ 2 โดยมีการทำงานดังนี้ คือใช้มือควบคุมสวิตช์ S1 ให้ไฟผ่านไปที่โซลินอยด์ SV2 จะทำให้กระบอกลม 2.0 เคลื่อนที่ออก พาเอาชุดกระบอกบรรจุแป้งให้อยู่เหนือกระทะทอด จากนั้นใช้เท้าควบคุมสวิตช์ FV จะทำให้กระบอกลม 1.0 เคลื่อนที่ออก ส่งผลทำให้ดันแป้งในกระบอกบรรจุแป้งให้ไหลจนก้านสูบเคลื่อนที่ไปถึงรีดสวิตช์ RS ก้านสูบก็จะเคลื่อนที่กลับพร้อมกับเป็นรูปโดนัทตกลงไปในกระทะทอด 1 ชิ้น ดังนั้นจำนวนโดนัทที่จะตกลงไปในกระทะทอดจึงขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งที่ใช้เท้าเหยียบสวิตช์ FV และเมื่อได้ครบตามจำนวนแล้วก็ใช้มือควบคุมสวิตช์ S1 ให้ไฟผ่านไปที่โซลินอยด์ SV3 ก็จะทำให้ก้านสูบ 2.0 เคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งเดิม



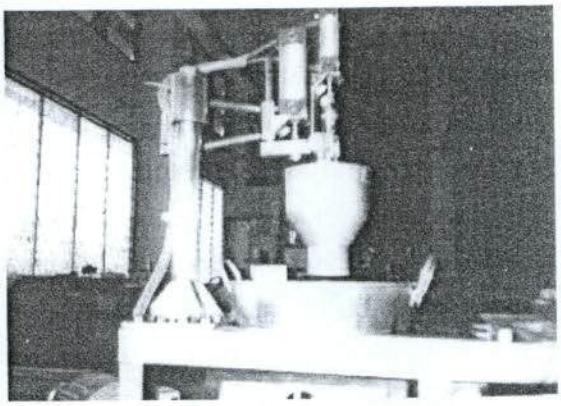
รูปที่ 1 แสดงวงจรนิวแมติกไฟฟ้าแบบวงจรกำลัง



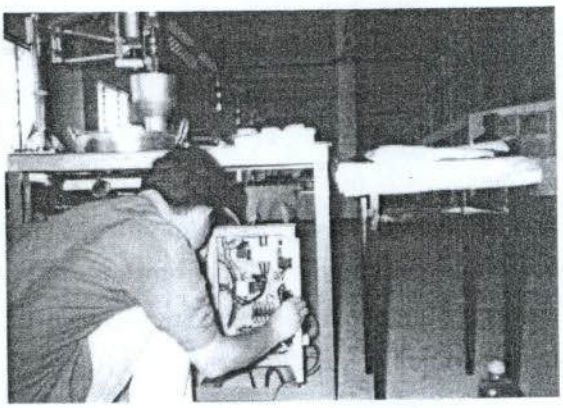
รูปที่ 2 แสดงวงจรนิวแมติกไฟฟ้าแบบวงจรควบคุม



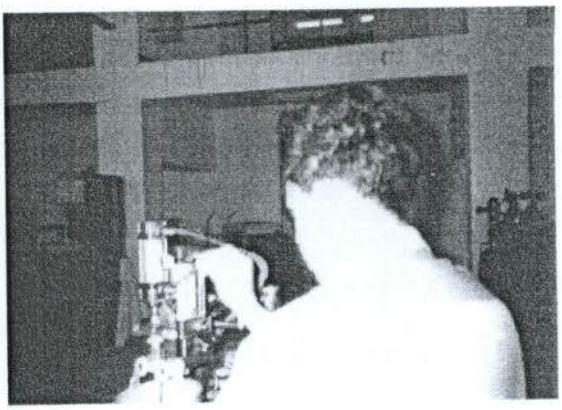
รูปที่ 3 แสดงการติดตั้งรีดสวิตช์ที่ชุดกระบอกลม



รูปที่ 4 แสดงการตั้งระยะความสูงของชุดกระบอกแป้งเหลวโดนัท



รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งการติดตั้งวงจรนิวแมติกไฟฟ้า



รูปที่ 6 การจับยึดชุดรีดสวิตช์กับชุดกระบอกลมทำให้ง่ายต่อการควบคุม

4. ผลการทดลอง

ผลจากการทดลองใช้งานของเครื่องทำขนมโดนัทพบว่าเครื่องสามารถป้อนแป้งรูปโดนัทลงไปในกระทะได้โดยไม่ทำให้ขนมเสียรูปทรง และพบว่าการทอดขนมโดนัทที่ดีที่สุดต้องใช้อุณหภูมิน้ำมัน 180 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการทอดประมาณ 2 นาที จึงสุกและมีการอมน้ำมันน้อยซึ่งสามารถดูดซับเอาน้ำมันออกได้อีกด้วย เมื่อวางลงบนถาดดูดซับน้ำมัน

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองการทอดขนมที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส

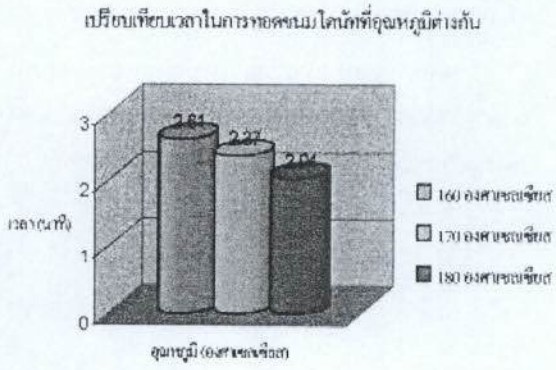
ทดลองทำการทอดขนมที่ อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส					
ชิ้นที่	เวลาในการหยอดแต่ละครั้ง(วินาที)	เวลาที่ลอยขึ้น (วินาที)	เวลาที่ด้านแรกสุก (นาที)	เวลาที่ด้านที่ 2 สุก (นาที)	เวลารวมทั้งหมด (นาที)
1	3.15	7	1.09	0.84	1.96
2	3.09	8	1.11	0.84	1.98
3	2.96	8	1.25	0.83	2.11
4	2.90	7	1.28	0.82	2.13
5	2.95	7	1.10	0.85	1.98
6	3.00	8	1.22	0.86	2.11
7	3.10	7	1.08	0.82	1.93
8	2.95	7	1.10	0.85	1.98
9	2.91	8	1.19	0.87	2.09
10	2.90	7	1.17	0.88	2.08
เฉลี่ย	2.99	7.4	1.16	0.85	**2.04**

จากตารางที่ 1 การทดลองทอดขนมที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทอดเฉลี่ยที่ 2.04 นาที/ชิ้น ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการทอดขนมโดนัท

ตารางที่ 2 แสดงขนาดและน้ำหนักของขนมโดนัทหลังจากที่ทอดและปล่อยให้เย็นตัว

ชิ้นที่	น้ำหนัก(กรัม)	เส้นผ่าศูนย์กลางนอก
1	20	60
2	27	63
3	21	61
4	20	60
5	20	61
6	18	60
7	17	58
8	19	60
9	17	58
10	20	60
เฉลี่ย	**19.9**	**60.1**

จากตารางที่ 2 ในส่วนของน้ำหนักและขนาดภายนอกนั้นจะไม่ทำการแยกตามอุณหภูมิที่ได้ทำการทดสอบ เพราะทั้งน้ำหนัก และขนาดภายนอกนั้นใกล้เคียงกัน โดยน้ำหนักเฉลี่ยของขนมโดนัทแต่ละชิ้น จะมีน้ำหนักที่ 19.9 กรัม และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกเฉลี่ยอยู่ที่ 60.1 มิลลิเมตร



รูปที่ 7 แสดงอุณหภูมิทอดขนมที่ 180 องศาเซลเซียสใช้เวลา 2.04 นาที/ ชิ้น

จากรูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการทอดขนมโดนัทที่อุณหภูมิต่างกัน โดยที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการทอดเฉลี่ยที่ 2.04 นาที/ชิ้น

5. สรุปผลการทำงาน และข้อเสนอแนะ

จากการทดลองใช้งาน และวิเคราะห์ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน จะเห็นว่าเครื่องทำขนมโดนัทควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้าและลมที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ และสามารถนำไปใช้งานได้จริงโดยใช้อุณหภูมิทอดที่เหมาะสมที่สุดคือ 180 องศาเซลเซียสและเวลาที่ใช้ทอดขนมโดนัทสุกที่ เวลา 2.04 นาที/ชิ้น ซึ่งขนมโดนัทที่ทอดแล้วจะถูกนำมาวางบนถาดเพื่อซับน้ำมันออก

มีข้อเสนอแนะที่เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคต เช่น การทอดจากน้ำมันที่ทำให้ร้อนด้วยแก๊สหุงต้มก็สามารถพัฒนามาใช้แบบขดลวดความร้อนที่ใช้ไฟฟ้าได้ และจากการทอดที่ต้องรอให้ขนมสุกทั้ง 2 ด้าน ก็สามารถพัฒนาและออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยพลิกขนมได้เองโดยอัตโนมัติ และขนมที่ทอดสุกแล้วที่อยู่ในกระทะน้ำมัน ก็สามารถออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยตักขนมขึ้นจากกระทะมาวางบนถาดขนมที่อยู่บนโต๊ะได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ให้คำปรึกษา และโดยเฉพาะอาจารย์ ผศ.ดร.อนันต์ วงศ์กระจ่าง ผศ.ชลิตต์ มธุรสมนตรี และ ดร.กิตติพงษ์ กิมะพงศ์ และอาจารย์จากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลคือ ผศ.ยศศักดิ์ สายสนิทที่ให้คำปรึกษาด้านงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนิวแมติกบรรจุภัณฑ์ งานวิจัยสิ่งประดิษฐ์อุตสาหกรรมอาหารแปรรูป การเขียนรายงานวิจัย และให้การสนับสนุนงานสิ่งประดิษฐ์เรื่องนี้

7. เอกสารอ้างอิง

จิตธนา แจ่มเมฆ, อรอนงค์ นัยวิกุล. เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พ.ศ. 2544.

บีแทค ออโตเมชั่น. นิวแมติคเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์ เสริมวิทย์บรรณาคาร. ม.ป.ป. : 36-66.

ปานเพชร ชินินทร, ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. นิวแมติคอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ม.ป.ป. : 283-300.

มงคล อาทิภาณุ. นิวแมติคส์ 1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์ ไทยวัฒนาพาณิช จำกัด. พ.ศ. 2530: 88-99.

มนูญ ชื่นชม. นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพมหานคร. บริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด. พ.ศ. 2535: 50-54, 94-132.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์, นิธิยา รัตนาปนนท์. หลักการวิเคราะห์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร. ม.ป.ท. พ.ศ. 2540.

อนันต์ วงศ์กระจ่าง. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. พ.ศ. 2533.

BOSCH. Electro-pneumatics. Part No.: TTEX02.Thai Language Copy. Bangkok. Euthenic Co., Ltd. 1991.

ประวัติผู้เขียนบทความ

1. ชื่อ-สกุล:

(ภาษาไทย) พ.อ.อ. ศักดิ์ชัย จันทศรี

(ภาษาอังกฤษ) FS1 Sakchai Chantasri

2. ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์ ระดับ 7

3. รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ : 480-501-32

4. หน่วยงานที่สังกัด และที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail address:

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มธรธ. ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110. โทรศัพท์ 0-2549-3443, โทรสาร 0-2549-3442 และ E-mail address: sakchai747@yahoo.co.th

5. ประวัติการศึกษา และการฝึกอบรม :

- วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2538
- Cert. in Mechanical Maintenance Technology for 7 months at NAIT, Edmonton, Canada, 1996.

6. สาขาวิชาที่มีความเชี่ยวชาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา):

- Electro-pneumatic in Bakery making machine
- Air-conditioned controlling system

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย :

- การออกแบบและสร้างเครื่องกัดกึ่งอัตโนมัติต้นแบบที่ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์, 2543 (ผู้ร่วมโครงการ)
- การออกแบบและสร้างเครื่องกัดโลหะควบคุมด้วยระบบ อิเล็กทรอนิกส์ผ่านเซอร์โวมอเตอร์, 2545 (ผู้ร่วมโครงการ)
- การศึกษาคุณสมบัติการหล่อเย็นของน้ำมันพืชผสมละอองน้ำเพื่อเป็นแนวทางในการใช้แทนน้ำมันหล่อเย็นในงานตัดปาดผิว, 2548 (ผู้ร่วมโครงการ)
- การออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกูด, 2549 (ผู้ร่วมโครงการ)
- ไดนาโมมิเตอร์วัดแรงตัด 3 ทิศทางสำหรับงานกัด, 2549 (ผู้ร่วมโครงการ)
- การเฝ้าตรวจติดตามสภาวะเครื่องมือกลด้วยตัวตรวจวัดการสั่นสะเทือน, 2550 (ผู้ร่วมโครงการ)

8. งานวิทยากร และผู้ฝึกสอนภาคปฏิบัติงาน:

- การตรวจซ่อมและแก้ไขระบบเครื่องปรับอากาศชนิดติดตั้งพื้นหรือแบบแยกส่วน (Spit type) ให้กับเจ้าหน้าที่ และช่างเทคนิค ของ กองพัฒนาอาคารและสถานที่ มทรธ., 2540
- โครงการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ ตามยุทธศาสตร์การพัฒนาบุคลากร ระหว่างศูนย์เทคโนโลยีเครื่องจักรกลอัตโนมัติ กับ สถาบันไทย-เยอรมัน (TGI) "หลักสูตรช่างแม่พิมพ์ระดับ T3 เรื่องทฤษฎีเครื่องมือกล 3" , 2548-2549