

เครื่องกลั่นเอทานอลพลังงานไฟฟ้าร่วมพลังงานแสงอาทิตย์ ETHANOL DISTILLATORY WITH ELECTRICITY AND SOLAR ENERGY

ธีรเดช ชีวนันทชัย¹ และ ณธรรม เกิดสำอางค์²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

²สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2320-2777 ต่อ.1212

E-mail: natham@eng.kbu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องกลั่นเอทานอลพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้ตัวรับแสงแบบจานทรงพาราโบลิกเป็นตัวช่วยเพิ่มความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ตามตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เพื่อให้ได้รับความเข้มแสงอาทิตย์มากที่สุด สารละลายระหว่างน้ำกับเอทานอลที่ใช้ก่อนการทดลองมีความเข้มข้น 50 % ปริมาตรในการกลั่น 7 ลิตร อุณหภูมิของเอทานอลที่จุดเดือด 78 องศาเซลเซียส สมรรถนะของเครื่องกลั่นสามารถทำอุณหภูมิได้สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: เครื่องกลั่นเอทานอล, พลังงานแสงอาทิตย์

ABSTRACT

This paper is the presentation for control the processing of Ethanol Distillatory. With the parabolic disc, it helps increase the concentration of the sunlight. The Parabolic Dish Reflector is going to coordinate with the sun position by the Solar Energy. However, which the concentrations is 50% of the 7 liter solution. The boiling point of ethanol is 78 degree Celsius. The maximum of temperature of the solar ethanol distill is 100 degree Celsius.

KEYWORDS: Ethanol Distillatory, Solar Energy

1. บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร เป็นเขตร้อนชื้น จึงมีค่าความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์มาก เหมาะแก่การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น โซลาร์เซลล์ การอบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์ยังสามารถนำมาใช้ในการกลั่นได้ด้วย ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้โดยการนำระบบรวมแสงแบบ

จานสะท้อนทรงพาราโบลิก(Parabolic Dish Reflector) เพื่อช่วยเพิ่มความเข้มแสงทำให้ประสิทธิภาพการทำความร้อนเพิ่มขึ้น ซึ่งจะได้อุณหภูมิประมาณ 200 องศาเซลเซียส ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์มีความสามารถที่จะนำเอาพลังงานความร้อนแปรรูปไปกลั่นเอทิลแอลกอฮอล์ ที่มีจุดเดือดอยู่ที่ประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส จึงได้นำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาทดแทนพลังงานไฟฟ้าเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

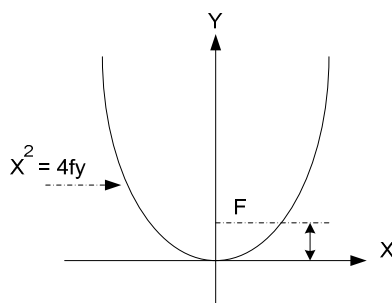
2.1 การผลิตแอลกอฮอล์ในประเทศไทย

แอลกอฮอล์ที่ผลิตได้ในประเทศไทย ส่วนใหญ่ได้มาจากกากน้ำตาล (Molasses) และประมาณร้อยละ 13 ของการใช้กากน้ำตาลทั้งหมดในประเทศไทยถูกนำมาใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์ ส่วนที่เหลือจะถูกใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตซีอิ๊ว และอุตสาหกรรมส่งออก โดยทำการผลิตแอลกอฮอล์ 3 ประเภท คือ แอลกอฮอล์ขนาดบริสุทธิ์ 90%, 95% และ 99.5% ทั้งนี้ไม่รวมถึงแอลกอฮอล์ที่ผลิตเพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้ทำสุราในรูปแบบต่างๆ

ในยุคน้ำมันแพงในขณะนี้รัฐบาลได้มุ่งให้ความสำคัญด้านนโยบายจัดหาพลังงานทดแทนอย่างจริงจัง โดยเฉพาะการผลักดันโครงการเอทานอลเพื่อผลิตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ในช่วงปีที่ผ่านมาโครงการพลังงานเชื้อเพลิงทดแทนเอทานอลได้ถูกผลักดันให้เกิดเป็นรูปธรรมมากที่สุด โดยเฉพาะการอนุมัติให้เอกชน 8 ราย ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลและจำหน่าย พร้อมทั้งให้การสนับสนุนลดหย่อนภาษีและในปี 2545 รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง และได้อนุมัติการก่อตั้งโรงงานผลิตและจำหน่าย

2.2 ตัวรวมรังสีแบบรูปประกอบพาราโบลา (Compound Parabolic Concentrator, CPC) [2]

คุณสมบัติการรวมรังสีของพาราโบลา (Parabola Cuve) พาราโบลา มีสูตรทางคณิตศาสตร์



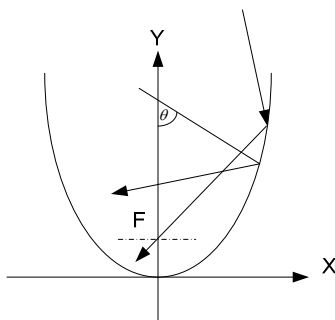
รูปที่ 1 ส่วนประกอบของพาราโบลา

เมื่อ f	=	ระยะโฟกัส
$A (0, 0)$	=	จุดกำเนิด (origin)
$F (0, f)$	=	จุดโฟกัส

2.3 คุณสมบัติพิเศษในการรวมรังสีของรูปพาราโบลา

คุณสมบัติพิเศษในการรวมรังสีของรูปพาราโบลา คือ

1. รังสีที่ส่องลงมาที่ไม่ขนานกับแกนของพาราโบลา แต่ทำมุมจากกับแกนของพาราโบลา รังสีที่ส่องลงมาในลักษณะนี้จะไม่สามารถสะท้อนมารวมกันที่จุดโฟกัสได้
2. รังสีที่ส่องลงมาที่ขนานกับแกนของพาราโบลาจะสะท้อนมารวมกันที่จุดๆ หนึ่งซึ่งเรียกว่าจุดโฟกัส
3. รังสีที่ส่องเป็นมุมแฉลบหรือไถลไปกับส่วนโค้งพาราโบลาในกรณีนี้รังสีอาจจะสะท้อนมากกว่าหนึ่งครั้งตามส่วนโค้งของพาราโบลาผ่านลงมาใกล้กับโฟกัส



รูปที่ 2 การสะท้อนรังสีของรูปพาราโบลา

2.4 การรับรังสีของตัวรวมรังสีแบบรูปประกอบพาราโบลา(Compound Parabolic Concentrator)

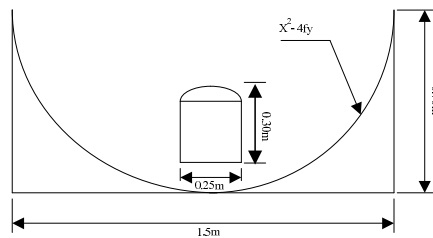
จากคุณสมบัติพิเศษในการรวมรังสีของรูปพาราโบลาทำให้ CPC มีคุณสมบัติในการรับรังสี 3 ลักษณะดังแสดงในรูปที่ คือ

1. ถ้ารังสีทำมุม θ_c กับแกนกลางของ CPC แล้วรังสีนั้นจะถูกสะท้อนรวมเข้าสู่จุดโฟกัสของพาราโบลารูปนั้นหรือเข้าเป้ารับรังสีของ CPC นั้น
2. ถ้ารังสีทำมุมจากซึ่งเล็กกว่าครึ่งมุมรับรังสี (θ_c) ของ CPC รูปนั้นแล้วรังสีนั้นจะไม่ถูกสะท้อนรวมเข้าสู่จุดโฟกัสของพาราโบลารูปนั้น แต่จะอยู่ระหว่างจุดโฟกัสของรูปพาราโบลาทั้งสองอันที่ประกอบเป็น CPC นั้น ซึ่งระยะห่างของจุดโฟกัสทั้งสองคือ เป้ารับรังสีของ CPC

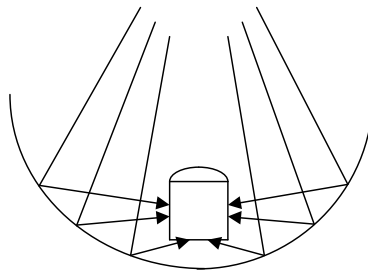
3. ถ้ารังสีทำมุมฉากซึ่งโตกว่าครึ่งมุมรับรังสี θ_c ของ CPC รูปนั้นแล้ว รังสีนั้นจะไม่ถูกสะท้อนรวมเข้าสู่จุดโฟกัสของพาราโบลารูปนั้น แต่จะสะท้อนผ่านเหนือจุดโฟกัสนั้นไป ซึ่งจะไม่ตกเข้าป้้ารับรังสีของ CPC จากลักษณะการตกกระทบของรังสีทั้ง 3 แบบนี้ รูปประกอบพาราโบล่าจะยอมรับรังสีเข้าป้้าดูดรังสีได้ก็ต่อเมื่อ รังสีนั้นทำมุมกับเส้นขนานแกนกลางของ CPC ไม่เกินครึ่งมุมรับรังสีฉากของ CPC นั้น

2.5 การออกแบบ CPC แบบ V-groove [3]

โครงสร้างของการสะท้อนของ CPC ดังรูปที่ 3 รังสีจะส่งผ่านช่องเปิดถึงแผ่นดูดกลืน ซึ่งแผ่นดูดกลืนมีขนาด 210×800 mm จากภาพความสูงจริงจากระยะห่างจากด้านล่างถึงด้านบนตัวรับแสงสูง 0.70 m และระยะช่องเปิดรับแสงมีความกว้าง 1.5 m เพื่อความเหมาะสมกับขนาดของแผ่นดูดกลืนที่มีขนาดจำกัด



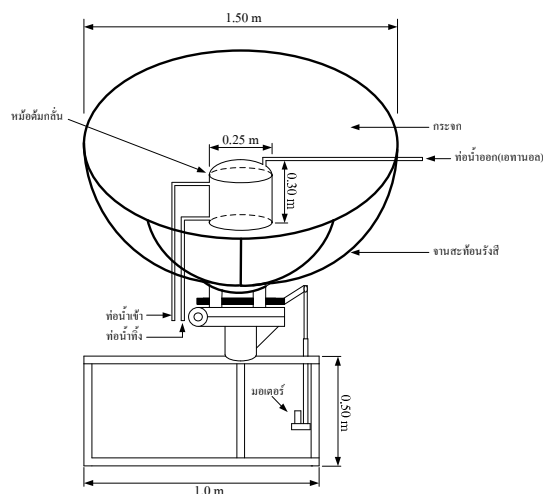
รูปที่ 3 การออกแบบ CPC แบบ V-groove



รูปที่ 4 ลักษณะการสะท้อนแสง

3. การออกแบบ

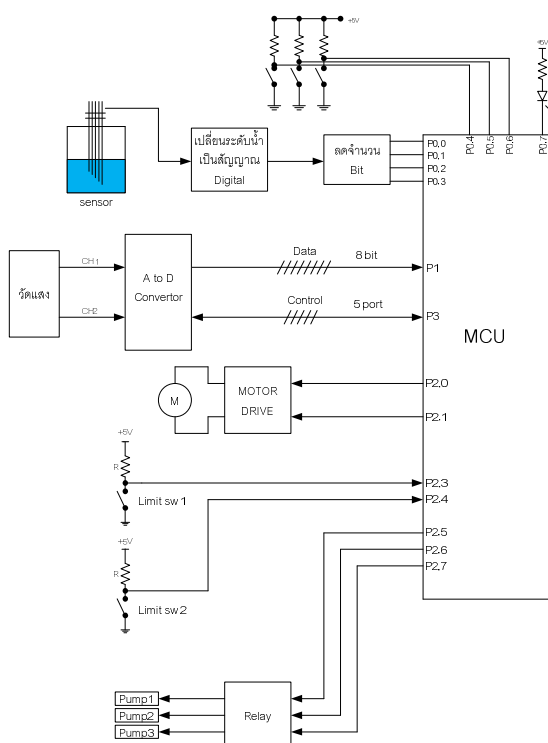
3.1 โครงสร้างของเครื่องกลั่นเอทานอล



รูปที่ 5 โครงสร้างของเครื่องกลั่นเอทานอล

3.2 โครงสร้างของกระบวนการควบคุม

เครื่องกลั่นเอทานอลพลังงานไฟฟ้าร่วมพลังงานแสงอาทิตย์ จะมีการควบคุมการทำงานอยู่สองส่วน ส่วนแรก คือชุดควบคุมการทำงานของแผงพาราโบลาให้เคลื่อนที่ตามตำแหน่งดวงอาทิตย์ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มแสงจะติดอยู่ที่แผงพาราโบลาแล้วส่งสัญญาณนี้ไปสั่งให้มอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งจานสะท้อนทรงพาราโบลิก ให้ได้รับความเข้มของแสงอาทิตย์ได้มากที่สุด ส่วนชุดที่สองคือการควบคุมกระบวนการการทำงานของปั้มน้ำและกระบวนการกลั่น แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของชุดควบคุมแผงพาราโบลา



รูปที่ 7 เครื่องกลั่นเอทานอลโดยใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมพลังงานจากแสงอาทิตย์

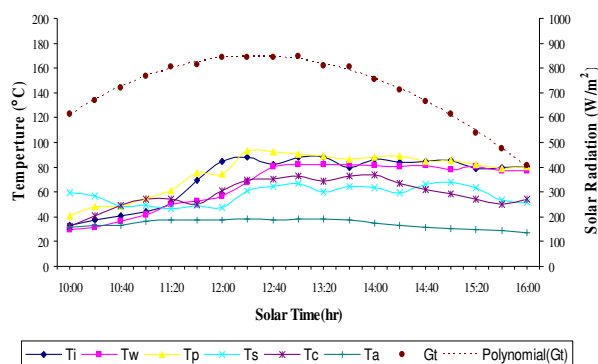
4. ผลการทดลอง

ในการทดลองนี้เป็นการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ในการควบคุมแผงพาราโบลาให้เคลื่อนที่ตามตำแหน่งของดวงอาทิตย์เพื่อกลั่นเอทานอลให้ได้ความเข้มข้นของเอทานอลมากที่สุด โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งได้มีการเก็บผลการทดลองความเข้มข้นของเอทานอลในวันที่ 9 มิถุนายน 2553

ตารางที่ 1 ตารางอุณหภูมิต่าง ๆ วันที่ 9 มิถุนายน 2553 ปริมาตรระหว่างน้ำกับเอทานอล 50:50% v/v

Solar Time (hr)	Ta (°C)	Ti (°C)	Tw (°C)	Tp (°C)	Ts (°C)	Tc (°C)	Gt (W/m ²)
10:00	31.6	33.0	29.5	40.7	59.5	32.4	615.4
10:20	32.8	37.5	31.0	48.3	57.2	40.6	670.0
10:40	33.1	40.9	36.5	48.6	48.6	49.0	721.9
11:00	36.8	43.7	41.2	54.7	49.3	54.5	768.1
11:20	36.9	51.2	49.7	61.3	47.0	54.0	804.2
11:40	37.1	69.3	52.7	75.1	49.4	50.4	815.0
12:00	37.2	84.4	56.9	74.6	47.7	61.3	843.3
12:20	37.8	88.5	68.1	93.0	60.7	69.8	844.1
12:40	37.6	82.0	80.3	92.3	64.8	70.1	843.7
13:00	38.5	88.3	82.3	90.3	66.7	72.8	846.4
13:20	37.9	88.0	81.9	89.2	60.4	68.4	810.8
13:40	37.7	79.6	81.9	86.7	64.4	72.5	803.6
14:00	34.5	86.1	81.1	88.4	63.5	74.1	754.4
14:20	32.7	84.2	80.9	89.3	59.2	67.1	713.6
14:40	31.2	85.1	81.7	84.4	66.2	62.2	666.9
15:00	30.9	86.0	77.8	85.5	67.7	58.7	613.1
15:20	29.3	79.2	80.2	82.0	63.2	53.9	538.6
15:40	28.7	80.0	77.4	78.6	53.4	50.1	473.8
16:00	27.0	80.1	77.4	80.6	52.0	54.4	405.4

โดยที่ T_a = อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ($^{\circ}\text{C}$)
 T_i = อุณหภูมิไอของสารละลาย ($^{\circ}\text{C}$)
 T_w = อุณหภูมิของสารละลาย ($^{\circ}\text{C}$)
 T_p = อุณหภูมิของตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ($^{\circ}\text{C}$)
 T_s = อุณหภูมิของตัวสะท้อนรังสีแสงอาทิตย์ ($^{\circ}\text{C}$)
 T_c = อุณหภูมิของกระจก ($^{\circ}\text{C}$)
 G_t = ค่าความเข้มข้นแสงอาทิตย์ (W/m^2)



รูปที่ 8 กราฟอุณหภูมิที่จุดต่างๆ ของระบบการกลั่นเอทานอลที่ได้จากตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์และความเข้มข้นแสงอาทิตย์

จากรูปที่ 8 กราฟแสดงอุณหภูมิที่จุดต่างๆ ของระบบการกลั่นเอทานอลที่ได้จากตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์และความเข้มข้นแสงอาทิตย์ วันที่ 9 มิถุนายน 2553 วันนี้มีเมฆมากทั้งวัน ความเข้มข้นแสงอาทิตย์สูงสุด 846.4 W/m^2 อุณหภูมิสารละลายเริ่มต้นที่ 29.5°C และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 82.3°C ตอนเวลา 13.00 น. โดยอุณหภูมิที่ผิวหม้อต้มกลั่นสูงสุด 93°C อุณหภูมิกระจกสูงสุด 72.8°C เป็นผลมาจากค่าความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

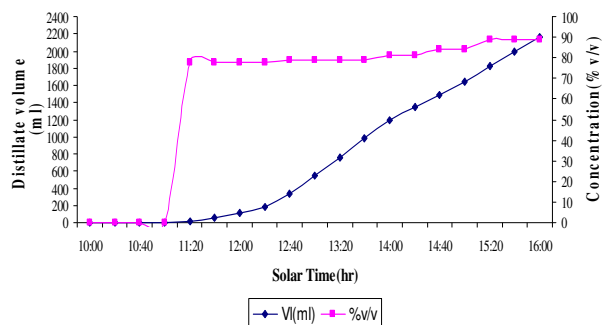
ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลปริมาตรที่กลั่นได้ ความเข้มข้นของสารละลาย วันที่ 9 มิถุนายน 2553
 ปริมาตรระหว่างน้ำกับเอทานอล 50 : 50 % v/v

TIME(hr)	Distillate Volume(ml)	Concentration (%v/v)
10:00	0	0
10:20	0	0
10:40	0	0
11:00	0	0
11:20	12	78
11:40	63	78
12:00	113	78
12:20	184	78
12:40	334	79
13:00	542	79
13:20	764	79
13:40	982	79
14:00	1192	81
14:20	1342	81
14:40	1486	84
15:00	1644	84
15:20	1822	89
15:40	1994	89
16:00	2166	89

โดยที่

Distillate Volume คือ ปริมาตรที่กลั่นได้ (ml)

Concentration คือ ความเข้มข้นของเอทานอล (%v/v)



รูปที่ 9 กราฟการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลกับปริมาตรที่กลั่นได้เทียบกับเวลา

จากรูปที่ 9 กราฟการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลกับปริมาตรที่กลั่นได้เมื่อเทียบกับเวลา ความเข้มข้นที่กลั่นได้มีค่าเพิ่มขึ้นจากความเข้มข้นเริ่มต้นคือ 50% โดยปริมาตรสารละลายและความเข้มข้นที่สามารถกลั่นได้สูงสุด 89 % และสารละลายที่กลั่นได้ 2166 ml ความเข้มข้นเฉลี่ย 84 % จากกราฟค่าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากอุณหภูมิไอของสารละลายอยู่ในช่วงที่เหมาะสม

5. บทสรุป

เครื่องกลั่นเอทานอลพลังงานไฟฟ้าร่วมพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์โดยการใช้จานรวมสะท้อนแสงทรงพาราโบราไปมาใช้ในระบบการกลั่นเอทานอล และได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมจานรวมสะท้อนแสงทรงพาราโบราให้เคลื่อนที่ตรงกับดวงอาทิตย์ตลอดเวลาโดยมีเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงทางด้านซ้ายและขวาและส่งสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมมอเตอร์ให้หมุนจานรวมสะท้อนแสงทรงพาราโบรา และมีระบบควบคุมกระบวนการกลั่น ในกระบวนการกลั่น เอทานอลประมาณ 78 °C แต่ถึงอย่างไรก็ตามก็ยังมือน้ำออกมา 20-40 % ทำการกลั่นที่ปริมาตร 7 ลิตร เนื่องจากยังไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของเครื่องได้และในการทดลองสารละลายเอทานอล 50 % โดยมีเอทานอล 3.5 ลิตร และน้ำ 3.5 ลิตร ในช่วงเวลา 10.00-11.00 น. ยังกลั่นไม่ได้เนื่องจากอุณหภูมิของสารละลายและแท่งแก้วในตัวเครื่องกลั่นยังไม่เหมาะสมในช่วงเวลา 11.00-16.00 น. ปริมาณเอทานอลที่กลั่นได้ 2166 ml ความเข้มข้นเฉลี่ย 80 % ค่าความเข้มข้นของรังสีแสงอาทิตย์ (G_t) = 846.40 W/m^2 จากผลการทดลองเครื่องกลั่นเอทานอลโดยใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงาน แม้ประสิทธิภาพของระบบจะไม่สูงมากนักแต่ก็พอเพียงที่จะใช้ทำการกลั่นได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] ดอนสัน คงผาป. (2549). ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 1. ส.ส.ท.
- [2] จารุวัฒน์ เจริญจิตร. (2546). การเลือกขนาดตัวรังสีแสงอาทิตย์ในการกลั่นเอทานอล. มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [3] พรเทพ ทองขวาง. และ ธเนศ มานะรังสรรค์. (2545). เตาพลังงานแสงอาทิตย์. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน.
- [4] ศิวตล บัวรอด และคณะ. (2550). เครื่องกลั่นเอทานอล พลังงานแสงอาทิตย์แบบจานสะท้อนรวมแสงทรงพาราโบลิค. ปรินูญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล. มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

ประวัติผู้เขียนบทความ



อาจารย์ธีรเดช ช้วนันทชัย
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต



อาจารย์ณรรรม เกิดสำอางค์
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต