เอกสารอ้างอิง

[1] ศุลี บรรจงจิตร, "วิศวกรรมส่องสว่าง", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

[2] จตุพงษ์ จาตุรวงศ์, "หลอดผอมใหม่ที่5 (T5) สิ่งควรรู้ก่อนตัดสินใจ", วารสาร TIEA สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (สฟสท.) ปีที่ 2 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม 2551

[3] "Price list 2008-2009 Philips", บริษัทฟิลิปส์อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด

[4] Lighting Research Center. How does temperature affect the performance of a T5 lamp. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.lrc.rpi.edu/programs/nlpip/lightingAnswers/lat5/pc10.asp (วันที่ค้นข้อมูล: 27 กรกฎาคม 2553).

[5] Lumens vs. Ambient Temperature. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.lighting.philips.com/us_en/browseliterature/download/p-5123.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล: 23 กรกฎาคม 2553).

[6] วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.chontech.ac.th/~electric/e-learn/unit17/unit17.htm. (วันที่ค้นข้อมูล: 12 กรกฎาคม 2553).

[7] จตุพงษ์ จาตุรวงศ์, "หลอดผอมใหม่ที่5 (T5) สิ่งควรรู้ก่อนตัดสินใจ", วารสาร TIEA สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (สฟสท.) ปีที่ 2 ฉบับที่ มกราคม – มีนาคม 2552.

[8] กิตติ สุขุตมตันติ, "ใช้หลอดผอมใหม่ T5 28W อย่างระวัง", วารสาร Lighting Research + Technology

[9] คำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://t5.egat.co.th/saving.php.htm (วันที่ค้นข้อมูล: 7 มกราคม 2554)

[10] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, "บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์", เอกสารเผยแพร่ความรู้เทคโนโลยีประหยัดพลังงาน

[11] ดนัย ชูเพชร, "การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในส่วนของหลอดและบัลลาสต์",กระทรวงพลังงาน

[12] การใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดT5. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.em-group.com. (วันที่ค้นข้อมูล: 15 มกราคม 2554)

[13] เอกสารเผยแพร่ชุดการแสดงที่ 41 ระบบแสงสว่าง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.2dede.go.th/bhrd/old/web. (วันที่ค้นข้อมูล: 15 มกราคม 2554)

[14] Emission sprectrum. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.myfirstbrain.com. (วันที่ค้นข้อมูล: 15 มกราคม 2554)

[15] ยันข้อมูลไทย "รองแชมป์" อัตราเร่งปล่อยคาร์บอนสูงสุดของโลก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://efe.or.th (วันที่ค้นข้อมูล: 17 มกราคม 2554)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
ผลงานที่ได้รับจากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สจล.

1. ผลงานวิจัย/ผลผลิตที่ได้จากการทำวิจัย และมี Impact ต่อสังคม, ประเทศชาติ

1) ส่งเสริมงานวิจัยให้มีการพัฒนาทางด้านการอนุรักษ์พลังงานให้เกิดผลการประหยัดพลังงานอย่างยั่งยืนต่อไป
2) เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์รุ่น T5 โดยชุดตัวต้นแบบให้ความรู้เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าทางด้านแสงสว่าง

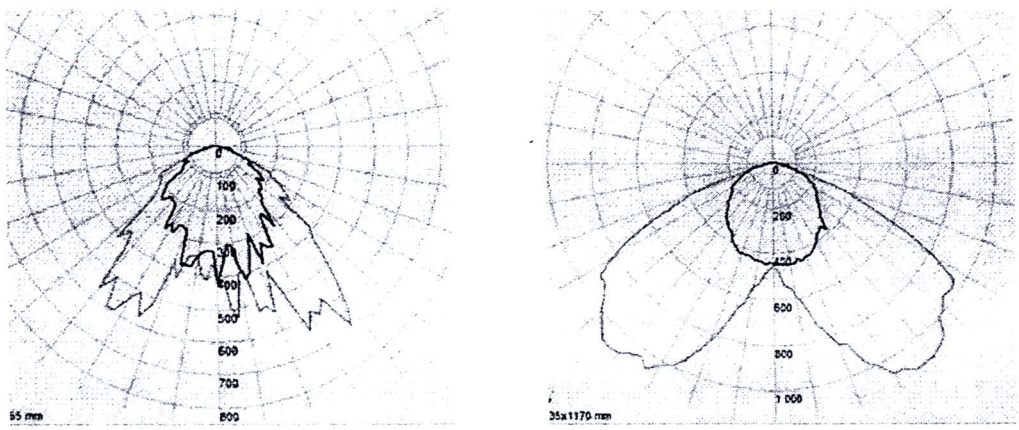
2. การนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้

1) สามารถเป็นแนวคิดในการออกแบบระบบแสงสว่างด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์รุ่น T5
2) เผยแพร่การความรู้ในตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากหลอดฟลูออเรสเซนต์รุ่น T5 ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับวิศวกร นักวิจัย นักศึกษา ตลอดจนผู้สนใจอื่นๆ เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาต่อไป อีกทั้งยังนำไปใช้ประโยชน์แก่หน่วยงานที่สนใจ เพื่อเป็นการส่งเสริมลดโลกร้อน

ภาคผนวก ข
ข้อมูลสนับสนุนการทดลอง

ข1. ข้อมูลผลการทดสอบดวงโคม

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบหาค่า IES file จากดวงโคมจริงที่นำมาติดตั้งในตู้ทดสอบ โดยได้ทำการทดสอบดวงโคมที่ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมส่องส่วง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และได้ใช้โปรแกรม ies viewer ในการแสดงผลจากการทดสอบนี้ ซึ่งสามารถแสดงถึงการกระจายแสงของดวงโคมแต่ละชนิดได้ดังนี้



(ก) การกระจายแสงของดวงโคม 2x36 วัตต์ (ข) การกระจายแสงของดวงโคม 2x28 วัตต์

รูปที่ ข-1 การกระจายแสงภายในดวงโคมชนิดต่างๆโดยใช้โปรแกรม ies viewer

จากรูปที่ ข-1 จะเห็นได้ว่าดวงโคม 2x36 วัตต์จะมีการกระจายแสงที่ค่อนข้างไม่สม่ำเสมอเมื่อเทียบกับดวงโคม 2x28 วัตต์ และดวงโคม 2x28 วัตต์จะมีลำแสงที่ออกมาจากโคมที่ไกลกว่าดวงโคม 2x36 วัตต์ เพราะว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 นั้นมีขนาดเล็ก ซึ่งเมื่อนำไปติดตั้งภายในดวงโคมจะมีการบีบลำแสงได้ไกลกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 แต่ถ้านำไปติดตั้งในที่โล่งหรือรางเปลือย หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 จะมีความเข้มแสงมากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

ข2. เกณฑ์ประสิทธิภาพของหลอด T5และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะต้องใช้งานร่วมกับบัลลาสต์ที่เป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะ ซึ่งทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวไว้โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข2.1. เกณฑ์ประสิทธิภาพหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้กำหนดเกณฑ์การตัดสินหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 เบอร์ 5 เป็นดังตารางที่ ค-1

ตารางที่ ข-1 เกณฑ์ประสิทธิภาพหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

คุณสมบัติเฉพาะ	14 วัตต์	28 วัตต์
1. กำลังไฟฟ้าเข้ารวม		
กรณีหลอดเดี่ยว	≤ 17 W	≤ 31 W
กรณีหลอดคู่	≤ 33 W	≤ 61 W
2. ให้แสงสว่างคงที่ เมื่อแรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง ± 10%	± 3%	± 3%
3. ตัวประกอบกำลัง, PF	≥ 0.95	≥ 0.95
4. ฮาร์มอนิกส์รวม, THDi	≤ 10 %	≤ 10 %
5. ชนิดวงจร (กรณีหลอดคู่)	ขนาน/อนุกรม	ขนาน/อนุกรม
6. ตัวประกอบการส่องสว่าง	≥ 0.95	≥ 0.95
7. อายุการใช้งาน	≥ 5 ปี	≥ 5 ปี
8. การทำงานในภาวะปกติ	ผ่าน	ผ่าน
9. ความทนทาน Tc= 90oC	ผ่าน	ผ่าน
10. ตัวประกอบยอดคลื่นกระแส	< 1.7	< 1.7
11. การจุดหลอด	เผาไส้ก่อน	เผาไส้ก่อน
12. ผ่านการรับรอง มอก.	มอก.1955-2542	มอก.1955-2542

จากตารางที่ ข-1 ซึ่งเป็นตารางเกณฑ์ประสิทธิภาพหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ทั้งขนาด 14 วัตต์และ 28 วัตต์ จะพบว่าการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณสมบัติเฉพาะต่าง ๆ ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 เบอร์ 5 ไว้ ดังนั้นเมื่อต้องการจะติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ก็ควรที่จะติดตั้งใช้งานให้ได้ตรงตามมาตรฐานที่ทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้กำหนดไว้นั่นเอง

ข2.2. เกณฑ์ประสิทธิภาพบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ T5 เบอร์ 5

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้กำหนดเกณฑ์การตัดสินบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ T5 เบอร์ 5 โดยได้อ้างอิงการทดสอบจากมาตรฐาน IEC 60929 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก.1506-2541 โดยเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวแสดงดังตารางที่ ข-2

ตารางที่ ข-2 เกณฑ์ประสิทธิภาพบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ T5 เบอร์ 5

ลำดับ	คุณสมบัติ	หน่วย	ขนาดหลอดผอมฟลูออเรสเซนต์		
			14 W	28 W : day light > 4,400	28 W : warm white, Cool white ≤ 4,400
1.	ค่าเริ่มต้นฟลั๊กการส่องสว่าง (100 ชม.) ระบุค่าที่กำหนด (Rated Value)	ลูเมน	1,200	2,600	2,600
2.	ค่าประสิทธิภาพพลังงาน	ลูเมน/วัตต์	≥ 85	≥ 90	≥ 95
3.	ค่าดำรงลูเมนหลังการใช้งาน 2,000 ชม.	%	92	92	92
4.	ดัชนีความถูกต้องของสี : CRI	-	≥ 80	≥ 80	≥ 80
5.	อายุการใช้งาน	ชม	≥ 15,000	≥ 15,000	≥ 15,000
6.	ผ่านการรับรอง มอก.	-	มอก.956-2533	มอก.956-2533	มอก.956-2533

จากตารางที่ ข-2 ซึ่งเป็นตารางเกณฑ์ประสิทธิภาพบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะพบว่าการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณสมบัติเฉพาะต่าง ๆ ของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ เบอร์ 5 สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ไว้ ดังนั้นเมื่อต้องการจะติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ก็ควรที่จะติดตั้งใช้งานให้ได้ตรงตามมาตรฐานที่ทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้กำหนดไว้นั่นเอง

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ **(ภาษาไทย) ดร.อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล**

(ภาษาอังกฤษ) Atthapol Ngaopitakkul, Ph.D.

รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ (ถ้ามี)

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้ พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพฯ 10520 โทร 02-326-4550 โทรสาร 02-688-4954

เบอร์มือถือ 0817324318 Email knatthap@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรีสาขา วิศวกรรมไฟฟ้า (B.Eng)		สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
ปีที่สำเร็จ	2545	
ปริญญาโทสาขา วิศวกรรมไฟฟ้า (M.Eng)		สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
ปีที่สำเร็จ	2547	
ปริญญาเอกสาขา วิศวกรรมไฟฟ้า (D.Eng)		สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
ปีที่สำเร็จ	2550	

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

Power System, Power System Protection, Application of Wavelet Transform to power system protection, Artificial Neural Networks

ผลงานวิจัยย้อนหลัง 5 ปีและผลงานวิจัยอื่นๆ (เช่น Proceedings หนังสือ ฯลฯ)

(a) Journals

1. A. Ngaopitakkul and A. Kunakorn, "Selection of Proper Activation Function in Back-propagation neural networks algorithm for Transformer Internal Fault Locations," *International Journal of Computer and Network Security,* Vol. 1, No. 2, pp. 47-55. (Impact factor 2009 = 0.00)

(b) International Conference Papers

1. A. Ngaopitakkul, C. Apisit, C. Pothisarn, C. Jettanasen and S. Jaikhan, "Identification of Fault Location in Underground Distribution System using Discrete Wavelet transform" *In Proceedings of 2010 International MultiConference on Engineering and Computer Scientists 2010(IMECS2010),* Hong Kong, March 2009.

2. C. Apisit, and A. Ngaopitakkul, "Identification of Fault Types for Underground Cable using Discrete Wavelet transform" *In Proceedings of 2010 International MultiConference on Engineering and Computer Scientists 2010(IMECS2010),* Hong Kong, March 2009.
3. C. Pothisarn, and A. Ngaopitakkul, "Application of Discrete Wavelet Transform for fault location on Transmission Network Systems" *In Proceedings of the 8th IET International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management (APSCOM2009)* , Paper No. APSCOM2009-47, Hong Kong, November 2009.
4. C. Pothisarn, and A. Ngaopitakkul, "Discrete Wavelet Transform and Back-propagation Neural Networks Algorithm for Fault Classification on Transmission Line" *In Proceedings of IEEE International Conference on Transmission and Distribution (T&D Asia 2009),* Korea, October 2009.
5. P. Chiradeja, and A. Ngaopitakkul, "Identification of Fault Types for Single Circuit Transmission Line using Discrete Wavelet transform and Artificial Neural Networks" *In Proceedings of 2009 International MultiConference on Engineering and Computer Scientists 2009 (IMECS2009),* Hong Kong, March 2009.
6. A. Ngaopitakkul and C. Pothisarn, "Discrete Wavelet Transform and Back-propagation neural networks algorithm for fault location on Single-circuit transmission line" *In Proceedings of 2004 International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO2008),* Thailand, February 2009.
7. A. Ngaopitakkul, W. Pongchaisrikul, and A.Kunakorn, "Analysis of Characteristics of Simultaneous Faults in Electrical Power Systems using Wavelet Transform," *In Proceedings of the 1st International Conference Sustainable Energy Technologies (ICSET2008),* Singapore, November 2008.
8. T. Patcharoen, A. Ngaopitakkul and A.Kunakorn, "Identification of fault types for a three-bus transmission network using Discrete Wavelet Transform and Probabilistic Neural Networks," *In Proceedings of the 8th International Power Engineering Conference (IPEC2007),* Paper No. conf122a641, Singapore, December 2007.

(c) National Conference Papers

1. A. Ngaopitakkul, S. Jonpermpoonpol and C. Pothisarn, "Studies of Turn to turn Fault in Power Transformer Using Discrete Wavelet Transform," In *Proceedings of the 32th Electrical Engineering Conference (EECON32)*, Vol. 1, pp.391-394, 28-30 October 2009.
2. S. Jonpermpoonpol, A. Ngaopitakkul, "Studies of Winding to ground Fault in Power Transformer Using Discrete Wavelet Transform," In *Proceedings of the 32th Electrical Engineering Conference (EECON32)*, Vol. 1, pp.383-386, 28-30 October 2009.
3. S. Surisunthon, A. Ngaopitakkul, "Miscalculation Fault location due to behavior of Simultaneous Faults in Electrical Power Transmission Systems Using Discrete Wavelet Transform," In *Proceedings of the 32th Electrical Engineering Conference (EECON32)*, Vol. 1, pp.239-242, 28-30 October 2009.
4. W. Pongchaisrikul, A. Ngaopitakkul, and A.Kunakorn, "Studies of Characteristics of Simultaneous Faults in Electrical Power Transmission Systems Using Discrete Wavelet Transform," In *Proceedings of the 31st Electrical Engineering Conference (EECON31)*, Vol. 1, 25-26 October 2008.

5. A. Ngaopitakkul, T. Patcharoen, A.Kunakorn, and S. Bunjongjit, "Application of Discrete Wavelet Transform and Probabilistic Neural Networks for Detecting Fault Location in Electrical Transmission Systems," In *Proceedings of the 30th Electrical Engineering Conference (EECON30)*, Vol. 1, Paper PW074, 25-26 October 2007.

(d) Book

1. Atthapol Ngaopitakkul, "Electrical Transmission Systems," Ladkrabang Book, 2009, ISBN 978-974-8308-98-2.

ประวัติการทำงานที่สำคัญ และ Professional Activities

Reviewer : The 11th International Workshop on Advanced Motion Control (AMC2010), Nagaoka, Japan.

Reviewer : ECTI Transactions on Electrical Engineering, Electronics, Communication.

Reviewer : IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO2008), Bangkok, Thailand, 2008.

Committee : IEEJ-EIT Joint Symposium : Advanced Technology in Power Systems (2008-2009)

Committee : Illuminating Engineering Association of Thailand (TIEA) (Jan 2008 – Present)

Committee : Thai Mechanical and Electrical Design and Consulting Engineer Association (MECT) (Oct 2008 – Present)

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

Dec 2009 – Present	Head of Research Project "An Application of Discrete Wavelet Transform and Artificial Intelligent Algorithm for Simultaneous Fault Diagnosis in Electrical Power Transmission Systems" {Supported by the King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Fund, Thailand}
Oct 2009 – Sep 2010	Head of Research Project "Fault Diagnosis in Underground Cable Systems using Discrete Wavelet Transform" {Supported by the Faculty of Engineering Fund, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand}
Oct 2008 – Sep 2009	Researcher of Project "Fault Analysis on Single Circuit Transmission line Using Discrete Wavelet Transform and Fuzzy Logic" {Supported by the Faculty of Engineering Fund, Srinakarinwirot, Thailand}
Oct 2007 – Sep 2008	Researcher of Project "An Application of Discrete Wavelet Transform and Neural Network for Fault Diagnosis in Transmission Systems" {Supported by the Faculty of Engineering Fund, Srinakarinwirot, Thailand}

2. ชื่อ **ชื่อ(ภาษาไทย) ดร.ชัยยันต์ เจตนาเสน**

(ภาษาอังกฤษ) Chaiyan Jettanasen, Ph.D.

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน -

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้ พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทร 02-329-8330 โทรสาร 02-329-8330 Email kjchaiya@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

- ปริญญาเอก Ph.D. of Electrical Engineering (Docteur en Génie Electrique), Ecole Centrale de Lyon, France ปีที่จบ พ.ศ.2551
- ปริญญาตรี-โท Master of Electrical Engineering (Master de Recherche en Génie Electrique) / Diploma of Electrical Engineering (Diplôme d'ingénieur), Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon, France ปีที่จบ พ.ศ. 2548

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

EMI/EMC in power electronic systems, ESD in electric/electronic system, Conversion of electrical energy, Power electronics

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

Oct 2009 – Sep 2010	Head of Research Project Supported by the Faculty of Engineering Fund, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand