



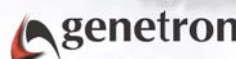
การประชุมวิชาการ ทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 45

The 45th Electrical Engineering Conference (EECON-45)

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Srinakharinwirot University



วันที่ 16-18 พฤศจิกายน 2565
ณ ศูนย์ราชการสิริสวรรค์ อำเภอเมือง
จังหวัดนครนายก



คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กรรมการสภาวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย

1	ศาสตราจารย์ ดร.ประยุทธ์	อัครเอกผาลิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2	ศาสตราจารย์ ดร.อภิรัฐ	ศิริธราธิวัตร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3	ศาสตราจารย์ ดร.โกสินทร์	จำนงไทย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4	รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวุฒิ	ฉัตรอุทัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5	รองศาสตราจารย์ ดร.อริคม	ฤกษ์บุตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
6	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย	หิรัญวโรดม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
7	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เดชา	วีไลรัตน์	มหาวิทยาลัยมหิดล
8	ผู้ช่วยศาสตราจารย์พินิจ	เทพสาธร	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
9	อาจารย์ธนวิษฐ์	ชุลิกาวีทย์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กรรมการสมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย)

1	รองศาสตราจารย์ ดร.อริคม	ฤกษ์บุตร	นายกสมาคม
2	ศาสตราจารย์ ดร.อภิรัฐ	ศิริธราธิวัตร	อุปนายก คนที่ 1
3	อาจารย์ธนวิษฐ์	ชุลิกาวีทย์	อุปนายก คนที่ 2
4	ศาสตราจารย์ ดร.ประยุทธ์	อัครเอกผาลิน	กรรมการ
5	รองศาสตราจารย์ ดร.เวคิน	ปิยรัตน์	กรรมการ
6	อาจารย์บุญช่วย	ทรัพย์มนชัย	กรรมการ
7	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย	หิรัญวโรดม	กรรมการ
8	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เดชา	วีไลรัตน์	กรรมการ
9	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิวัดน์	คงรัตน์ประเสริฐ	กรรมการ
10	อาจารย์ ดร.จิรพัฒน์	แสงทอง	กรรมการ
11	รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐโชติ	รักไทยเจริญชีพ	กรรมการและประชาสัมพันธ์
12	ผู้ช่วยศาสตราจารย์พินิจ	เทพสาธร	กรรมการและปฏิคม
13	อาจารย์วราภรณ์	ลือใจ	กรรมการและนายทะเบียน
14	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แคทรียา	สุวรรณศรี	กรรมการและเหรัญญิก
15	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมมาตร	แสงเงิน	กรรมการและเลขานุการ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประจำสาขาของบทความการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔๕

มหาวิทยาลัยมหิดล

PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรรมาฤทธิ์	สิงห์วิลัย
PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาลย์	เยรบุดร
CM รองศาสตราจารย์.ดร.พงศธร	เศรษฐีธร
CT อาจารย์ ดร.พัฒนาช	พัฒนะศรี
EL รศ.ดร.สุรโชค	ธนพิทักษ์
DS ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรชัย	ชั้นยากร
PH รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมินท์	ภิระวานิช
BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชง	เลิศมนรินทร์
GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎา	อัสวสกุลเกียรติ

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

PW รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเลิศ	สื่อเฉย
PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูเกียรติ	พงษ์พานิช
CM รองศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์	มนต์ประภัสสร
CT รองศาสตราจารย์ ดร.เดชา	พวงดาวเรือง
EL รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพงศ์	ชัยสายัณห์
DS ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	สิริโปรมาณนัท
PH รองศาสตราจารย์สิริวิษ	ทัตสวน
BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ	เพียงพรานทอง
CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.อ.ไชโย	ธรรมรัตน์ ร.น.
GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชัย	แช่ลี

มหาวิทยาลัยพะเยา

PW รองศาสตราจารย์ ดร.จงลักษณ์	พาหะชา
CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิเดช	วิราศรีศิริกุล
PE อาจารย์ ดร.ดำรงค์	อมรเดชาพล
DS ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาทิพย์	จันทร์คง
GN รองศาสตราจารย์ ดร.เชวศักดิ์	รักเป็นไทย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

PW รองศาสตราจารย์ ดร.กิริติ	ชยะกุลศิริ
PE รองศาสตราจารย์ ดร.กองพล	อารีรักษ์
CM รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์	อุฑารสกุล
CT รองศาสตราจารย์ ดร.ทองพัน	อารีรักษ์
EL รองศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์	ศรีแก้ว
DS รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ	อรรถกิจมงคล
PH ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพย์วรรณ	พึงสุวรรณรักษ์
BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์	ห่อแก้ว
CP รองศาสตราจารย์ ดร.นิตยา	เกิดประสพ
GN รองศาสตราจารย์ ดร.ธนัดชัย	กุลวรวานิพงษ์

มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

PW อาจารย์ ดร.วรภัทร	กอแก้ว
PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษม	อุทัยไขฟ้า
CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สันต์ชัย	รัตนนนท์
CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภเชษฐ	อินทร์เนตร
EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภนนท์	ต้นวรรณรักษ์
CP อาจารย์ ดร.ภคพงศ์	อมรกุล
DS อาจารย์ ดร.อภิวัฒน์	แสงโนรี
PH ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐพร	ฤทธิ์นุ่ม
BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภฤกษ์	มานิตพรสุทธ์
GN รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย	ฉิมฉวี

มหาวิทยาลัยศิลปากร

CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพีพันธ์	แก้วอ่อน
CT อาจารย์ ดร.ภมร	ศิลาพันธ์
EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์	วงศ์พร้อมมูล
CP อาจารย์ ดร.โสภณ	ผู้มีจรรยา
GN อาจารย์ ดร.กัณธิดา	พันธุ์เจริญ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประจำสาขาของบทความการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔๕ (ต่อ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง	
PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบุญรณ์	แสงวงศ์วานิชย์	PW ศาสตราจารย์ ดร.อิสระชัย	งามหฺร
PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจิดกุล	โสภานิตย์	PE รองศาสตราจารย์ ดร.วีระเชษฐ์	ขันเงิน
CM ศาสตราจารย์ ดร.วาทิต	เบญจพลกุล	CM ศาสตราจารย์ ดร.พรชัย	ทรัพย์นินิ
CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชิน	อรณสวัสดิ์วงศ์	CT ศาสตราจารย์ ดร.วันชัย	ริ้วรุจา
EL รองศาสตราจารย์ ดร.สมชัย	รัตนธรรมพันธ์	EL รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ	ฐิติรุ่งเรือง
CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาว์ดิศ	อศวกล	CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์	กิตติธรรกุล
DS ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี	อร่ามวิทย์	DS รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์	เอื้อไพบูลย์
PH รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงฤดี	วรสุชีพ	PH รองศาสตราจารย์ ดร.สุริภณ	สมควรพาณิชย์
BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาภรณ์	ธีรมงคลศรี	BE รองศาสตราจารย์ ดร.ชูชาติ	ปิ่นทวีรุจน์
GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานะ	ศรียุทธศักดิ์	GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาว์	ชมภูอินไหว
มหาวิทยาลัยนเรศวร		มหาวิทยาลัยรังสิต	
PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยนัย	ภาชนะพรรณ	PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัฒนา	นิรัคณาภรณ์
PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพัทธ์	จันทร์มินทร์	PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย	ทรัพย์สิงห์
CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรเชษฐ์	กานต์ประชา	CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล	งามจรรยาภรณ์
CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มูทิดา	สงฆ์จันทร์	CT รองศาสตราจารย์ ดร.อดิรักษ์	กาญจนฤทัย
EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์	กิระวิทยา	EL รองศาสตราจารย์ มนูญ	พ่วงพูล
CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ	ริยะมงคล	CP รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงอาทิตย์	ศรีมูล
DS รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ	แย้มเม่น	PH อาจารย์ ดร.สือจิตต์	เพชรประสาน
BE อาจารย์ ดร.สุรพล นนแตเนียร	เจริญสุข	BE รองศาสตราจารย์ ดร.มนัส	สังวรศิลป์
PH ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมมาตร	แสงเงิน	GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบุญรณ์	ศุขสาตร
GN รองศาสตราจารย์ ดร.พนัส	นัถฤทัย		
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	
PW รองศาสตราจารย์ ดร.เวทิน	ปิยรัตน์	PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยพร	หล่อทองคำ
PE รองศาสตราจารย์ ดร.วุฒิพล	ธาราธิเรศษุ	CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวีสดี	บุญเวศ
CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญา	ชัยปัญญา	CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระชัย	มาลยเวช
EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริพงษ์	ฉายสินธ์	EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ	ปวรางกูร
CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ	รอดอัมพร	CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธันวา	ศรีประโม่ง
DS ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนิศา	คุณารักษ์	DS รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพล	ยุวภูษิตานนท์
BE รองศาสตราจารย์ ดร.ทิมพันธ์	เจริญพงษ์	GN รองศาสตราจารย์ ดร.อริคม	ฤกษ์บุตร
GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณิศร์	มาตรา		

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประจำสาขาของบทความการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔๕ (ต่อ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

PW รองศาสตราจารย์ ดร.ประมุข อุณหเลขกะ	อุณหเลขกะ
PE รองศาสตราจารย์นภัทร วัจนเทพินทร์	วัจนเทพินทร์
CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร ศรีวิวัฒนพล	ศรีวิวัฒนพล
CT รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา สาคะรังค์	สาคะรังค์
EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ เกียรติสุขคนธาธร	เกียรติสุขคนธาธร
DS รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ อุดมพระราชกุล	อุดมพระราชกุล
High School Special ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เตือนใจ อาชีวะพนิช	อาชีวะพนิช

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปฏิภาณ เกิดลาภ	เกิดลาภ
-------------------------------------	---------

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

PW รองศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ นุชประยูร	นุชประยูร
PE ศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา ขำสุวรรณ	ขำสุวรรณ
CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธราดล โภกลมิศร์	โภกลมิศร์
CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญศรี แก้วคำอ้าย	แก้วคำอ้าย
EL รองศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ เอื้อตรงจิตต์	เอื้อตรงจิตต์
CP รองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล	เอื้อพันธ์วิริยะกุล
DS รองศาสตราจารย์ ดร. นิพนธ์ ธีรอำพน	ธีรอำพน
PH รองศาสตราจารย์ ดร.อุกฤษฏ์ มั่นคง	มั่นคง
BE รองศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ ธีรอำพน	ธีรอำพน
GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษมศักดิ์ อุทัยชนะ	อุทัยชนะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

PW รองศาสตราจารย์ชัยณรงค์ วิเศษศักดิ์วิชัย	วิเศษศักดิ์วิชัย
PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูศักดิ์ กมลขันดิธร	กมลขันดิธร
CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราโมทย์ อนันต์วรพงษ์	อนันต์วรพงษ์
GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิวินน์ คงรัตน์ประเสริฐ	คงรัตน์ประเสริฐ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

PWรองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์	ภูมิภิตติพิชญ์
PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภัทร พันธุ์คง	พันธุ์คง
CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ รักเหลือ	รักเหลือ
CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล	ศุภพิทักษ์สกุล
EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ เรืองวารี	เรืองวารี
DS ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรี ศรีนนท์ฉัตร	ศรีนนท์ฉัตร
CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรเสฏฐ์ วิชัยพาณิชย์	วิชัยพาณิชย์
BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย แดงเอม	แดงเอม
CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิฐอาร์ณ ปิติมล	ปิติมล
RE รองศาสตราจารย์ ดร.บุญยง ปลั่งกลาง	ปลั่งกลาง
GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ แหงมงาม	แหงมงาม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

PW รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร สิริสำราญนุกุล	สิริสำราญนุกุล
PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยรินทร์ อัครวโรดม	อัครวโรดม
CM ศาสตราจารย์ ดร.ประยูทธ อัครเอกผาลิน	อัครเอกผาลิน
CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา กุดแถลง	กุดแถลง
EL รองศาสตราจารย์ ดร.จิระศักดิ์ ชาญวุฒิชรรรม	ชาญวุฒิชรรรม
CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรัญญู วงษ์เสรี	วงษ์เสรี
DS รองศาสตราจารย์ ดร.วิไลพร แซ่ลี่	แซ่ลี่
PH ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรินทร์ รัตน์ะวิศ	รัตน์ะวิศ
BE รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ยัมมัน	ยัมมัน
GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภดล วิวัชรโกเศศ	วิวัชรโกเศศ

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

PW รองศาสตราจารย์ ดร.นิตย์ เพ็ชรรักษ์	เพ็ชรรักษ์
CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ จางอิสระกุล	จางอิสระกุล
CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กิริติพรานนท์	กิริติพรานนท์
GN อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาดะพันธ์	เขมะภาดะพันธ์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประจำสาขาของบทความการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔๕ (ต่อ)

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์		มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	
PE รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์	นาคมหาศาลสินธุ์	PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิยา	ชัยบุตร
CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตามพ์เมษ	บุญยะเวศ	CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ	ยุบลโกศล
CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย	วรพจน์พิศุทธิ์	CT อาจารย์ ดร.อัครพงษ์	เอกสิริ
CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกิจ	พฤกษ์อรุณ	EL รองศาสตราจารย์สงกรานต์	กันทวงศ์
DS รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาติ	โชคชัยธรรม	CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรพงษ์	สุธาชกุล
PH รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย	ไพจิตรโรจน	DS ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิศาล	พัฒน์ชู
BE รองศาสตราจารย์ ดร.นภดล	อุชายภิชาติ	PH รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิพัฒ	แสงอุดมเลิศ
GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์	วีระก่าแหง	BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์	สุขโพธารมณ
		GN อาจารย์ ดร.ศิริชัย	เต็มโชคเกษม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี		มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
PW อาจารย์ ดร.เชิดชัย	ประภานวรัตน์	PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุลย์พิเชษฐ์	ฤกษ์ปรีดาพงศ์
PE อาจารย์ ดร.ปิยสวัสดิ์	นวิรัตน์ ณ อยุธยา	PE รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริโรจน์	ศิริสุขประเสริฐ
CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินิจ	กำหอม	CM รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีจิตรา	เจริญลาภนพรัตน์
CT รองศาสตราจารย์ ดร.วันจักรี	เล่นวาริ	CT รองศาสตราจารย์ ดร.เชาวลิต	มิตรสันติสุข
EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมล	จิรเสรีอมรกุล	EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเกียรติ	การะเกตุ
CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพล	จิรจรีต	CP รองศาสตราจารย์ ดร.มงคล	รักษาพัชรวงศ์
DS อาจารย์ ดร.สันติ	นุราช	DS ศาสตราจารย์ ดร.วุฒิพงศ์	อารีกุล
PH ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย	ภัทรนันท์	PH อาจารย์ ดร.พิสุทธิ์	รพีศักดิ์
BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม	แก้วก่าเหน็ดพงษ์	BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต	ธนเพทาย
GN ศาสตราจารย์ ดร.โกสินทร์	จำนงไทย	GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิระ	จงบุรี
มหาวิทยาลัยสยาม		มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	
PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์	โสทรโยม	PW อาจารย์ ดร.พลสิทธิ์	ศานติประพันธ์
PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ	นาราชภูร์	PE อาจารย์ ดร.วฤทธิ์	วิชกุล
CM พลโท ดร.สมพงษ์	ตุ้มสวัสดิ์	CM รองศาสตราจารย์ ดร.วิกลม	ธีรภาพจรเดช
EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาวัลย์	นาคทรัพย์	CT รองศาสตราจารย์คนดิล	เจริญพัฒนานนท์
CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์พกิจ	สุวัฒน์	EL รองศาสตราจารย์ ดร.ภาณุมาศ	คำสัตย์
DS ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์	พลอยสุวรรณ	CP อาจารย์ ดร.กิตติคุณ	ทองพูล
GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไวยพจน์	ศุภบวรเสถียร	DS ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รักกฤตว์	ดวงสร้อยทอง
		BE รองศาสตราจารย์ ดร.พรชัย	พฤกษ์ภัทรานนท์
		GN อาจารย์ ดร.เกียรติศักดิ์	วงษ์โสพนากุล

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประจำสาขาของบทความการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔๕ (ต่อ)

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

- PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รองฤทธิ์
- PE รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษ
- CM รองศาสตราจารย์ ดร.วิระสิทธิ์
- CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประมินทร์
- EL รองศาสตราจารย์ ดร.ศราวุธ
- CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรรัตน์
- DS รองศาสตราจารย์ ดร.อนุภาพ
- PH รองศาสตราจารย์ ดร.อาคม
- BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญยิ่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

- PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์
- PE รองศาสตราจารย์ ดร.อุเทน
- CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกิต
- CT อาจารย์ ดร.อนันต์
- EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา
- CP อาจารย์ ดร.ขวัญชัย
- DS อาจารย์ ดร.นพดล
- GN อาจารย์ ดร.ยุพดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

- PW อาจารย์ ดร.วินัย
- PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสพโชค
- CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์
- CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อติศักดิ์
- EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎาพร
- CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรฤกษ์
- DS อาจารย์ ดร.ชัยพิชิต
- PH อาจารย์ดิศพล
- BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพร
- GN อาจารย์สุธี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

- PW รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐโชติ
- PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร
- CM เรืออากาศตรี ดร.พลกฤษณ์
- CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์
- EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์
- CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุรภัทร
- DS อาจารย์ ดร.ฉัตรแก้ว
- PH ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา
- GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนัส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

- PW รองศาสตราจารย์ ดร.ภาณซ์
- PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินิจ
- CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณรีย์
- CT รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ระวี
- CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถนนมศักดิ์
- GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤติเดช
- DS อาจารย์ ดร.ประจวบ
- PH อาจารย์ ดร.นิธิโรจน์

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

- PW อาจารย์ ดร.ชาติ
- PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุชิต
- CM อาจารย์บัญชา
- CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณธรรม
- EL อาจารย์ธีรยุทธ
- CP อาจารย์ ดร.ประภาส
- DS รองศาสตราจารย์ ดร.พิศิษฐ์
- BE อาจารย์ทรงพล
- GN รองศาสตราจารย์วิญญู

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประจำสาขาของบทความการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔๕ (ต่อ)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

- PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภรชัย
- PE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิมิต
- CM อาจารย์เสมา
- CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเร็จ
- EL ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พศวีร์
- CP อาจารย์ ดร.วนายุทธ์
- DS ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เอกชัย
- PH ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เติมพงษ์
- BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรากฏฤต
- GN ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิษชากร

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

- PW ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมสันต์
- DS ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรการ
- PE อาจารย์ ดร.ประชา
- PH ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์
- CM ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อธิพงษ์
- BE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภฤกษ์
- CT ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรรมรส
- CP ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อารยา
- EL รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา
- RE ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมสันต์
- GN รองศาสตราจารย์ ดร.สุชิน
- ดาโรจน์
- วงศ์สายเชื้อ
- คำภักดี
- นครราช
- สุรียา
- จันทร์จรูญจิตต์
- รักธรรม
- พลอเรนซ์
- แก้วแดง
- ดาโรจน์
- ไตรรงค์จิตเหมาะ

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

- PW ดร.เจษฎา
- PE คุณสุทัศน์
- CM คุณกิตติ
- CT คุณอุดม
- EL ดร.ราชพร
- CP ดร.ชาลี
- DS ดร.อภิชาติ
- PH ดร.ศรัณย์
- BE ดร.พศิน
- GN ดร.วุฒิกัทร



- ดีศิริ
- ศรีเทศ
- เหลียงประดิษฐ์
- เฮงศรีธวัช
- ชัตทองงาม
- ปฐมนุพงศ์
- วงศ์ถาวรวัฒน์
- ลิ่วลมไพศาล
- เขียนประสิทธิ์
- วรกุลพิพัฒน์
- อินทรพานิชย์
- สัมฤทธิ์เดชขจร
- อิศรเสนา ณ อยุธยา
- คovanิช

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

ศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย	เตชะอำนาจ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.ทรงพล	กาญจนชูชัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.นิศาชล	ตั้งเสงี่ยมวิสัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาภรณ์	ธีรมงคลศรีศรี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญณรงค์	บาลมงคล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ ดร.ณพงศ์	ปณิธานธรรม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์บุญช่วย	ทรัพย์มนชัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญยภัทร	ภูมิภาค	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรโชค	ธนพิทักษ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรชัย	ชั้นยาวกร	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาลย์	เยรบุดร	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัชชະ	จุลชาติ	มหาวิทยาลัยมหิดล
อาจารย์ ดร.สุพรรณม	ทิพย์ทิพากร	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติการ	นิมสุข	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย	วรพจน์พิศุทธิ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.นรรัตน์	เรืองชัยจตุพร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.ประมินทร์	อาจฤทธิ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพิชญ์	มีสวาสดี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จกฤษฏ์	จงดุตมการณ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.พีระยศ	แสนโกชน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์ ดร.อัจฉรา	พิเชฐจำเริญ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.จงลักษณ์	พาหะชา	มหาวิทยาลัยพะเยา
รองศาสตราจารย์ ดร.เขวศักดิ์	รักเป็นไทย	มหาวิทยาลัยพะเยา
อาจารย์ ดร.วฤทธิ์	วิชกุล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อาจารย์ ดร.มงคล	แซ่เจีย	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พีรวิจน์	มีสุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภภาพรรณ	สุวรรณสว่าง	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครพนม
รองศาสตราจารย์ ดร.ธนย์รัตน์	มาตีะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิวินน์	คงรัตน์ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูศักดิ์	กมลขันดิธร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์ ดร.ยุทธนา	จงเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์ ดร.ณรงค์ฤทธิ์	เมฆลอย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนนท์	นำอิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ (ต่อ)

อาจารย์ ดร.เดือนแรม	แพ่งเกี่ยว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐะปะนีย์	ตรีรัตนภรณ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภักวี	หะยะมิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุศักดิ์	ปิสลาม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิทธิ์	วิสุทธิเมธีกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปกครอง	วงศ์คุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุสดี	สุทธวีร์กุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชาวนันท	จำเริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์	จันทร์วิวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสิมันต์	สิทธิกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
อาจารย์ ดร.จิรพัฒน์	แสงทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
อาจารย์ ดร.วินัย	ศิลาธรรม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
อาจารย์ณัฐพงศ์	จันทร์แดง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะพงศ์	พันธ์ศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชัย	เมืองประทุม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย	พุ่มพวง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.ศรัณย์	คัมภีร์ภัทร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.มงคล	ด้านบำรุงตระกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรเชษฐ์	กานต์ประชา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.นิพัทธ์	จันทร์มินทร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร	เรืองสินชัยวานิช	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมมาตร	แสงเงิน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยนัย	ภาชนะพรรณม์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มุขิตา	สงฆ์จันทร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรารุณี	วัฒนวงศ์พิทักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร	เดชะศิลารักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์	ภัทรมาลัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพล	จิรจรีต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.สงกรานต์ต์	กันทวงศ์	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญยัง	ปลั่งกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รองศาสตราจารย์วัฒนา	พันธ์ลำเจียก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติพงศ์	ปานกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรเสฏฐ์	วิชัยพาณิชย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ (ต่อ)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูริย์	รักเหลือ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พร้อมศักดิ์	อภิรติกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นชิรัตน์	ราชบุรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.ศศิรัมย์	พานทอง	มหาวิทยาลัยบูรพา
รองศาสตราจารย์ ดร.สุชิน	ไทรรงค์จิตเหมาะ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภฤกษ์	จันทร์จรสจิตต์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อธิพงศ์	สุรียา	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บงกช	สุขอนันต์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
อาจารย์ ดร.นักรบ	จินาพร	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเลิศ	สื่อเฉย	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชโย	ธรรมรัตน์	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
อาจารย์ ดร.อิทธิพงศ์	ชัยสายัณห์	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวุฒิ	เนตรโพธิ์แก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา	คุณขาว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร	วุฒิพัฒนพันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุรุษกร	อยู่สุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระยุทธ	คุณรัตนสิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิษฎา	ทองรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.	พวงนาค	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.พลิชฐ์	สุวรรณภิงคาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.อานนท์	สิงห์เสถียร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.ธนารัตน์	ต้นมณีประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.ยุทธนา	โสศรีรัมย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.เกรียงไกร	เหลืออำพล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย	ฉิมฉวี	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์ทิพย์ภา	อุฑารสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพร	ณรงค์ฤทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพย์วรรณ	พึงสุวรรณรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดารัตน์	ขวัญอ่อน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพล	รัตน์นิยมชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีัญญา	กาญจนวัฒนา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐวิทย์	ภูฉาย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อาจารย์ ดร.คมศักดิ์	ศรีวิสุทธิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ (ต่อ)

อาจารย์ ดร.สุภาพร	บุญฤทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อาจารย์ ดร.สำราญ	สันทาลุณย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัฒนา	นิรัคฆนาภรณ์	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย	ทรัพย์สิงห์	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์	ศุขสารท	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพร	ปานยินดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรฤกษ์	เชยชื่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมกฤษ	บุญยิ่ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์	นุกุลเจริญลาภ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชชานันท์	วงศ์ศิริธร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสพโชค	โห้ทองคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพัทธ์	อานมณี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ ดร.ปรัชญา	มงคลไวย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ดิศพล	ฉ่ำเฉียวกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
รองศาสตราจารย์พลากร	พรหมเมศรี	มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
อาจารย์ ดร.พัชรี	กองภาค	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริญา	สุนทรวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์ ดร.มรกต	การดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์ ดร.กฤตชัย	บุญศิวินนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย	ปลายเนตร	มหาวิทยาลัยนครพนม
รองศาสตราจารย์ ดร.เวดิน	ปิยรัตน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ	รอดอัมพร	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณิศร์	มาตรา	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนิศา	คุณารักษ์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญา	ชัยปัญญา	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประมวล	ชูรัตน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำคุณ	ศรีสนิท	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริพงษ์	ฉายสินธ์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยณรงค์	คล้ายมณี	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชรชัย	วิริยะสุทธิวงศ์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ธำนิรินทร์	ดวงจันทร์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์สุทธิพันธ์	อักษรเนียม	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์นำวี	รุจิตามพ์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ (ต่อ)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกวรรณ	เรื่องศิริ	สถาบันเทคโนโลยีจิดรดา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิภาณ	เกิดลาภ	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเร็จ	อินท่าไม้	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภรชัย	จูนวิวัฒน์กุล	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ ดร.دنุพล	คำปัญญา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ	อุดมพรชากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา	กันทะพะเยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อาจารย์ ดร.สัตถาภูมิ	ไทยพานิช	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อาจารย์ ดร.ปิยะภัทร	พ่วงศรี	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน



รายชื่อบทความสาขาไฟฟ้ากำลัง (ต่อ)

หมายเลขบทความ	ลำดับบทความ	ชื่อบทความ
P02482	PW-21	การลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียด้วยการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวชนิดเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดร้อยละ 50 ของความต้องการโหลดในระบบไฟฟ้ากำลัง
P02483	PW-22	การปรับปรุงแรงดันไฟฟ้าด้วยการเชื่อมต่อตัวเก็บประจุไฟฟ้าและการจัดเรียงสายป้อนในระบบจำหน่ายไฟฟ้า
P02485	PW-23	เครื่องกำเนิดพัลส์นาโนวินาทีเพื่อใช้ศึกษาผลกระทบพัลส์นาโนวินาทีของสนามไฟฟ้าต่อเซลล์มะเร็ง
P02502	PW-24	การออกแบบและสร้างเครื่องสอบเทียบสำหรับทดสอบดีสชาร์จบางส่วน
P02505	PW-25	การสร้างและทดสอบระบบควบคุมมอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่านสำหรับระบบสัมผัสกายภาพเสมือน
P02506	PW-26	การออกแบบและสร้างเครื่องตรวจจับดีสชาร์จบางส่วนแบบสามช่องสัญญาณเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการลดสัญญาณรบกวนแบบใหม่พร้อมในระบบการวัดและเฝ้าติดตาม
P02508	PW-27	เครื่องตรวจจับความผิดปกติในระบบจำหน่ายแรงดันสูง
P02509	PW-28	Evaluating the Efficiency of a Combined Cycle Power Plant Using Boosting Techniques
P02512	PW-29	การคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในระบบไมโครกริดแบบแยกตัวอิสระโดยใช้ข้อมูลกำลังการผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์และโหลดประจำวันร่วมกับอุปกรณ์กักเก็บพลังงาน
P02522	PW-30	การปรับปรุงเกณฑ์การประเมินเชิงสภาพสำหรับอุปกรณ์เซอร์กิตเบรกเกอร์ในระบบ 115 กิโลโวลต์ : กรณีศึกษาการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
P02524	PW-31	การคาดการณ์การใช้พลังงานของอาคารโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึกร่วมกับข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายวัน
P02526	PW-32	โปรแกรมจำลองผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาการใช้
P02531	PW-33	การออกแบบและวิเคราะห์ความคุ้มค่าของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาด้วยโปรแกรมพีวีซีเอสโดยพิจารณาดัชนีการติดตั้ง
P02532	PW-34	การออกแบบวงจรตรวจจับและการสังเกตการณ์สถานะหม้อแปลงไฟฟ้าผ่านระบบ IoT
P02535	PW-35	ระบบตรวจสอบการทำงานของสวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงสูงผ่านการเชื่อมต่อโครงข่ายอินเทอร์เน็ต
P02537	PW-36	การศึกษาเทคนิคในการลดทอนสนามแม่เหล็กด้วยลูปตัวนำในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบใต้ดิน
P02546	PW-37	ชุดทดสอบเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ
P02557	PW-38	การสังเคราะห์ข้อมูลโหลดสำหรับปัญหาการวางแผนติดตั้งตัวเก็บประจุที่เหมาะสมในระบบจำหน่ายไฟฟ้า
P02558	PW-39	การทดสอบและวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการนำกระบวนการซื้อขายพลังงานมาใช้งานกับข้อมูลกรณีศึกษาตัวอย่างในการใช้งานพลังงานไฟฟ้าจริงในประเทศไทย

โปรแกรมจำลองผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาการใช้

Simulation Program of Electricity Cost Saving Changing to Time of Use Rate

ศวิตรี ศรีโหมด วิชากร เสงศรีรัช เอกชัย ดิถี และ ธนภัทร พรหมวัฒน์ภักดี

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม pasawee.sr@spu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ โปรแกรมจำลองผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาการใช้(TOU) ด้วยผู้ใช้ไฟฟ้าที่ต้องการเปลี่ยนการใช้ไฟฟ้าจากอัตราปกติหรืออัตราตามช่วงเวลาของวัน(TOD) มาเป็นแบบอัตราTOU แล้วทำให้เกิดผลประหยัดได้ขึ้น ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า ซึ่งต้องพิจารณาจากข้อมูลต่างๆหลายอย่าง เช่น ปริมาณพลังงานไฟฟ้าหรือหน่วยไฟฟ้ารวมต่อเดือน ค่าสัดส่วนพลังงานไฟฟ้า และค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า(Load Factor) เป็นต้น โปรแกรมจำลองนี้พัฒนาบน Microsoft Visual studio เพื่อให้มีการป้อนข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าต่างๆผ่านหน้าจอ ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมใช้งานได้อย่างสะดวก และผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถนำข้อมูลผลประหยัดค่าไฟฟ้ามาใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้าเป็นแบบอัตราTOU ได้

คำสำคัญ: อัตราค่าไฟฟ้า, อัตราตามช่วงเวลาการใช้, ประหยัดค่าไฟฟ้า

Abstract

This paper presents a simulation program of electricity cost saving changing to time of use rate(TOU) with the customer who wants to change their electricity rate from the normal rate or the time of day rate (TOD) to the time of use rate(TOU). According to the research, the electricity cost saving depends on the electrical energy consumption behavior which must be considered from much different information such as electrical energy consumption or total electrical unit per month, electricity energy ratio and load factor. This simulation program is developed on Microsoft Visual Studio to allow input of various electrical energy through the screen. Make the program user easy to use. And the customer can use the information on the electricity cost savings as a guideline for decision-making in changing the TOU rate.

Keywords: Electricity Rate , Time of Use Rate, Electricity Cost Saving

1. บทนำ

ในปัจจุบันกลไกการคิดค่าไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ 1. อัตราค่าไฟฟ้าแบบ 1 ส่วน คือคิดค่าไฟฟ้าจากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า(kWh หรือหน่วยไฟฟ้า) เรียกว่าอัตราปกติ และ 2.อัตราค่าไฟฟ้าแบบ 2 ส่วน คือมีการแยกค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า(Demand :kW) และค่าปริมาณ

การใช้พลังงานไฟฟ้า(kWh) ออกจากกันและนำมาคำนวณเป็นค่าไฟฟ้า เพื่อให้สะท้อนถึงต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจะแบ่งย่อยออกเป็น 2 ประเภทคือ อัตราตามช่วงเวลาของวัน(Time of Day Tariff :TOD) และอัตราตามช่วงเวลาการใช้(Time of Use Tariff : TOU) [1]

ตั้งแต่ปี 2545 ทางภาครัฐได้เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ไฟฟ้าบริหารต้นทุนค่าไฟฟ้าให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้ของตนเอง โดยผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถเลือกหรือเปลี่ยนจากอัตราปกติ หรืออัตราTOD มาเป็นแบบอัตราTOU ได้ แต่จากข้อมูลในการคิดค่าไฟฟ้าในแต่ละประเภท ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนมาใช้ในอัตราTOU แล้วทำให้เกิดผลประหยัดได้ขึ้น ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า ซึ่งต้องพิจารณาจากข้อมูลต่างๆหลายอย่าง เช่น ปริมาณพลังงานไฟฟ้าหรือหน่วยไฟฟ้ารวมต่อเดือน ค่าสัดส่วนพลังงานไฟฟ้า และค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า(Load Factor) เป็นต้น[2] ในขณะที่ผู้ไฟฟ้าส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าให้สอดคล้องกับโครงสร้างค่าไฟฟ้าในอัตรา TOU รวมทั้งยังขาดเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้า ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมจำลองผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาการใช้หรืออัตรา TOU เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและนำข้อมูลผลประหยัดมาใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจของผู้ใช้ไฟฟ้าที่ต้องการเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้าเป็นแบบอัตรา TOU

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าไฟฟ้า

ในการจัดทำโปรแกรมจำลองผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าแบบอัตราTOU นี้ จะดำเนินการวิเคราะห์เฉพาะผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 2 กิจการขนาดเล็ก ,ประเภท3 กิจการขนาดกลาง และ ประเภท4 กิจการขนาดใหญ่ เท่านั้น ซึ่งเป็นประเภทที่มีการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรมและสำนักงาน โดยมีการเรียกเก็บค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด(Peak Demand ; kW) และค่าพลังงานไฟฟ้า(kWh หรือหน่วยไฟฟ้า) โดยการวิเคราะห์จะนำเฉพาะข้อมูลค่าไฟฟ้าฐานมาพิจารณาเท่านั้น ซึ่งจะไม่รวมค่าบริการ (Service Charge), ค่าตัวประกอบปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Fi), ค่าเพนเวอร์แฟกเตอร์ (Power Factor Charge) และค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT)

การวิเคราะห์สมการของการคิดค่าไฟฟ้าแต่ละประเภทนั้น อ้างอิงตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2558 ตามประกาศของกรมไฟฟ้าส่วนภูมิภาค(กฟภ.) และการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) [3-4]

ตารางที่ 1 สมการค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วยของพลังงานไฟฟ้า ($\frac{C}{E}$) ตามความสัมพันธ์กับตัวแปรทางด้านพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทต่างๆ

ประเภท	อัตรา	กลุ่มผู้ใช้	สมการ C/E	
ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก	2.1 ปกติ	2.1.1 12-24 kV	3.9086	
		2.1.2 ต่ำกว่า 22 kV	$3.2484 + 0.9734 \left(1 - \frac{150}{E}\right) + 0.1999 \left(1 - \frac{400}{E}\right)$	
	2.2 TOU	2.2.1 12-24 kV	$2.6037 + 2.5098 \left(\frac{E_1}{E}\right)$	
		2.2.2 ต่ำกว่า 22 kV	$2.6369 + 3.1613 \left(\frac{E_1}{E}\right)$	
ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง	3.1 ปกติ	3.1.2 12-24 kV	$3.1471 + \frac{196.26}{720LF}$	
		3.1.3 ต่ำกว่า 22 kV	$3.1715 + \frac{221.50}{720LF}$	
	3.2 TOU	3.2.2 12-24 kV	$2.6037 + 1.5802 \left(\frac{E_1}{E}\right) + \frac{132.93}{720 \times LF}$	P > OP
			$2.6037 + 1.5802 \left(\frac{E_1}{E}\right) + \frac{132.93}{720 \times LF} \left(\frac{P}{OP}\right)$	P < OP
		3.2.3 ต่ำกว่า 22 kV	$2.6369 + 1.6928 \left(\frac{E_1}{E}\right) + \frac{210.00}{720 \times LF}$	P > OP
			$2.6369 + 1.6928 \left(\frac{E_1}{E}\right) + \frac{210.00}{720 \times LF} \left(\frac{P}{OP}\right)$	P < OP
ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่	4.1 TOD	4.1.2 12-24 kV	$3.1471 + \frac{58.88+226.17}{720 \times LF} \left(\frac{P}{PP}\right)$	PP > P
			$3.1471 + \frac{58.88+226.17}{720 \times LF}$	P ≥ PP
	4.2 TOU	4.2.2 12-24 kV	$2.6037 + 1.5802 \left(\frac{E_1}{E}\right) + \frac{132.93}{720 \times LF}$	P > OP
			$2.6037 + 1.5802 \left(\frac{E_1}{E}\right) + \frac{132.93}{720 \times LF} \left(\frac{P}{OP}\right)$	P < OP

2.1 สมการผลประหยัดค่าไฟฟ้า

การคำนวณผลประหยัดของค่าไฟฟ้าแต่ละประเภะนั้น เริ่มต้นโดยการสร้างสมการค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วยของพลังงาน ($\frac{C}{E}$) ของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภท แสดงได้ดังตารางที่ 1

สมการค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วยพลังงานของแต่ละประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถนำคำนวณหาผลการประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนการใช้จากอัตราปกติหรืออัตรา TOD มาเป็นอัตรา TOU ดังสมการต่อไปนี้ กรณีเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้าจากอัตราปกติเป็นอัตรา TOU

$$\text{ร้อยละผลประหยัด} = \frac{\left(\frac{C}{E}\right)_{\text{ปกติ}} - \left(\frac{C}{E}\right)_{\text{TOU}}}{\left(\frac{C}{E}\right)_{\text{ปกติ}}} \times 100\% \quad (1)$$

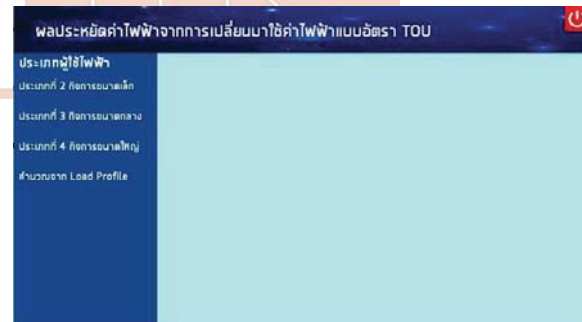
และในกรณีเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้าจากอัตรา TOD เป็นอัตรา TOU

$$\text{ร้อยละผลประหยัด} = \frac{\left(\frac{C}{E}\right)_{\text{TOD}} - \left(\frac{C}{E}\right)_{\text{TOU}}}{\left(\frac{C}{E}\right)_{\text{TOD}}} \times 100\% \quad (2)$$

ผลการประหยัดค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนอัตราการใช้ไฟฟ้านั้นขึ้นอยู่กับตัวแปรของพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าที่ต้องการเปลี่ยนอัตราการใช้ไฟฟ้าสามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของตนเอง และคำนวณผลจากสมการ ก็จะช่วยให้ทราบถึงผลการประหยัดค่าไฟฟ้าเมื่อเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าอัตรา TOU ได้

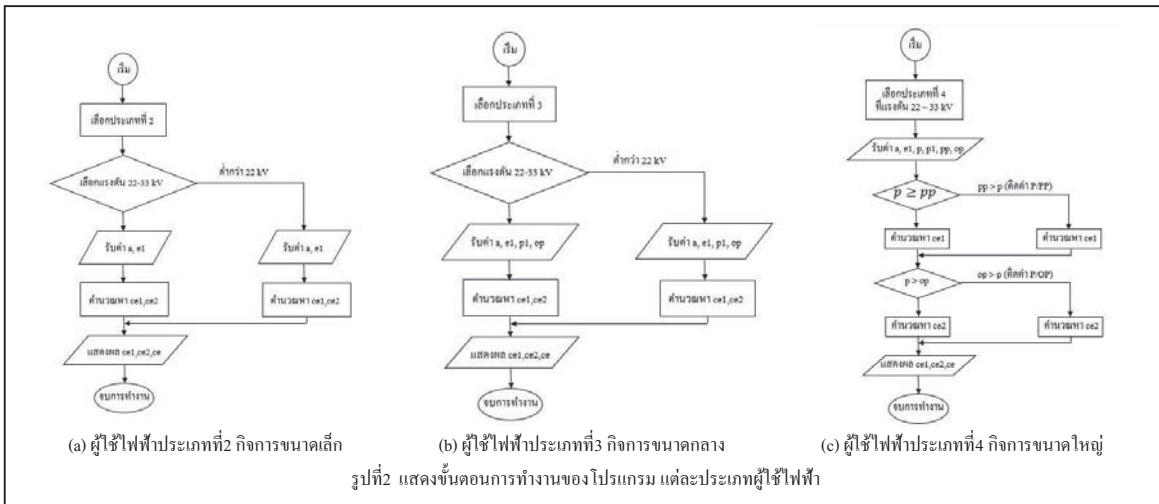
2.2 โครงสร้างและการทำงานของโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมในการจำลองเพื่อประมวลผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าแบบอัตรา TOU ตามการคำนวณผลประหยัดดังสมการข้างต้น โดยโปรแกรมพัฒนามบน Microsoft Visual studio เพื่อสร้าง Windows Forms Application ผ่านการทำงานด้วยภาษาซีชาร์ป (C#) ภายใต้เทคโนโลยี .NET เพื่อสร้างหน้าจอให้ผู้ใช้งานโปรแกรมใช้ได้อย่างสะดวก ดังแสดงหน้าต่างหลักโปรแกรมดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การสร้างหน้าต่างหลักของโปรแกรม

เมื่อผู้ใช้งานโปรแกรมทำการเลือกประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าและระดับแรงดันการใช้งาน เพื่อให้โปรแกรมเลือกสมการในการคำนวณ จากนั้นทำการป้อนข้อมูลจากใบแจ้งค่าไฟฟ้า ได้แก่ ค่าพลังงานไฟฟ้ารวม ซึ่งโปรแกรมจะทำการเก็บค่าข้อมูลไว้ที่ตัวแปร a, ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมในช่วง On Peak เก็บค่าข้อมูลไว้ที่ตัวแปร e1, ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง



On Peak เก็บค่าข้อมูลไว้ที่ตัวแปร p1 ,ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Partial Peak โปรแกรมจะทำการเก็บค่าข้อมูลไว้ที่ตัวแปร pp และค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Off Peak เก็บค่าข้อมูลไว้ที่ตัวแปร op เมื่อทำการป้อนข้อมูลเสร็จ หลังจากนั้น โปรแกรมจะคำนวณผลประหยัดและแสดงผลค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วยพลังงาน(บาทต่อหน่วย)จากตัวแปร ce1, ค่าบาทต่อหน่วยอัตรา TOU จากตัวแปร ce2 และร้อยละผลประหยัดเมื่อเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU จากตัวแปร ce ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการประมวลผล แยกแต่ละประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าได้ดังรูปที่ 2

3. การทดลอง

การทดลอง โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมา สามารถทำได้โดยการนำข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจากหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า ป้อนข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผล ได้ดังนี้

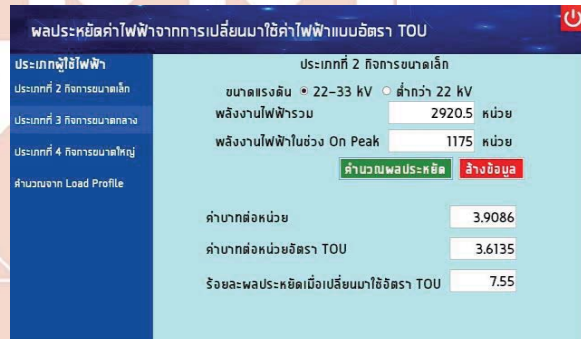
3.1 ตัวอย่างผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

ประเภทการใช้ไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	
H08301	HBTG9802 - 020002545926	27693687	2114	
พลังไฟสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	16.700	16.408	14.60
	OP	13.776	13.556	11.00
	H	14.132	13.880	12.60
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	1300.460	1276.960	1175.00
	OP	752.470	735.100	868.50
	H	843.330	825.790	877.00

รูปที่ 3 ตัวอย่างหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า ของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 2

จากตัวอย่างหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าดังรูปที่ 3 ของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 2.1(อัตรากบ) ที่แรงดัน 22 – 33 kV ทำให้ทราบถึงข้อมูลที่จะนำมาใช้

ป้อนให้โปรแกรม คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวม(E) 2,920.50 หน่วย และปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง On Peak (E₁) 1,175 หน่วย



รูปที่ 4 การประมวลผลของโปรแกรม ในตัวอย่างผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 2

ซึ่งผลจากการประมวลผลของโปรแกรมดังรูปที่ 4 ทำให้ทราบถึงผลประหยัดถ้าผู้ใช้ไฟฟ้ารายนี้ทำการเปลี่ยนจากอัตรากบ มาเป็นอัตรา TOU จะประหยัดได้ 7.55 % โดยถ้าวิเคราะห์จากข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าจะเห็นได้ว่าผู้ใช้ไฟฟ้ารายนี้มีสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak น้อยกว่าเทียบกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวม ($\frac{E_1}{E}$) จึงทำให้สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าลงได้เมื่อเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าอัตรา TOU

3.2 ตัวอย่างผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าดังรูปที่ 5 ของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4.1(อัตรา TOD) ที่แรงดัน 12 – 24 kV(กฟน.) ทำให้ทราบถึงข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการคำนวณของโปรแกรม คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวม (E) 263,000 หน่วย ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (P) 468 kW ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดช่วง Partial Peak (PP) 873 kW และความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดช่วง Off Peak (OP) 827 kW เนื่องจากใบแจ้งค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ไม่ได้แจ้งปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง On Peak (E₁) มาให้ จึงได้ทำการจำลองค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณพลังงานที่ใช้รวม (E) ซึ่งจะทดลองเป็น 2 กรณี คือ

ใบแจ้งค่าไฟฟ้า (Electricity Bills)							
การไฟฟ้าในจังหวัด							
ผู้ใช้ไฟฟ้า (Name) [Redacted]							
สถานที่ใช้ไฟฟ้า (Premise) [Redacted]							
เลขที่ใบแจ้งค่าไฟฟ้า (Meter No.)	วันที่ออกใบแจ้งค่าไฟฟ้า (Issue Date)	เลขที่มิเตอร์ (Meter No.)	เลขที่มิเตอร์เดิม (Previous Meter No.)	จำนวนหน่วย (Reading)	ประเภท (Type)	จำนวน (Multiplier)	อัตราค่าไฟฟ้า (Rate)
[Redacted]	31/10/64	22831	22568	263,000	4.1.2	1000	-0.1532
รายละเอียดค่าไฟฟ้า (Description)							
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Reading)							
รวมค่าไฟฟ้า	On Peak	133,403.40 บาท	จำนวน	468	กิโลวัตต์		
	Partial Peak	29,846.40 บาท	จำนวน	873	กิโลวัตต์		
	Off Peak	0.00 บาท	จำนวน	827	กิโลวัตต์		
ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม		3,195.99 บาท	จำนวน	598	กิโลวัตต์		
ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (*61.97% of 873 kWh*)		312.24 บาท					
ค่าบริการ		98,445.33 บาท					
รวมค่าไฟฟ้าและค่าบริการ		40,291.60 บาท					
ค่าไฟฟ้าขั้นพื้นฐาน (F)		263,000 หน่วย					
รวมค่าไฟฟ้าขั้นพื้นฐาน		945,153.73 บาท					
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%		66,370.76 บาท					
รวมค่าไฟฟ้าขั้นพื้นฐาน		1,011,524.49 บาท					
รวมเงินที่ต้องชำระคืน (Amount)		1,014,524.49 บาท					

รูปที่ 5 ตัวอย่างหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4

1. กำหนดค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง On Peak (E_1) เป็น 60% ของปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวม (E) จะได้ E_1 เท่ากับ 157,800 หน่วย ซึ่งผลจากการประมวลผลของโปรแกรมดังรูปที่ 6 ได้ผลประหยัดเท่ากับ -9.27% ทำให้ทราบว่าไม่สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าลงได้เมื่อเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าอัตรา TOU เนื่องจากพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ามีการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak ที่สูง และผู้ใช้ไฟฟ้ารายนี้มีค่าโหลดแฟกเตอร์ที่ต่ำ

ผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าแบบอัตรา TOU	
ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ ขนาดแรงดัน 22-33 kV
ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก	พลังงานไฟฟ้ารวม 263000 หน่วย
ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง	พลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak 157800 หน่วย
ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่	กำลังไฟฟ้าสูงสุด 873 กิโลวัตต์
ส่วนขยาย Load Profile	กำลังไฟฟ้าในช่วง On Peak 468 กิโลวัตต์
	กำลังไฟฟ้าในช่วง Partial Peak 873 กิโลวัตต์
	กำลังไฟฟ้าในช่วง Off Peak 827 กิโลวัตต์
	จำนวนหน่วยประหยัด 3,654.3 หน่วย
จำนวนหน่วยประหยัด	จำนวนหน่วยประหยัด
จำนวนหน่วยประหยัด TOD 3,654.3	จำนวนหน่วยประหยัด TOD 3,654.3
จำนวนหน่วยประหยัด TOU 3,993.1	จำนวนหน่วยประหยัด TOU 3,993.1
ร้อยละประหยัดเมื่อเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU -9.27	ร้อยละประหยัดเมื่อเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU -9.27

รูปที่ 6 การประมวลผลของโปรแกรม ในตัวอย่างผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4 (กรณี $\frac{E_1}{E} = 60\%$)

2. กำหนดค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง On Peak (E_1) เป็น 38% ของปริมาณพลังงานที่ใช้รวม (E) จะได้ E_1 เท่ากับ 99,940 หน่วย ซึ่งผลจากการประมวลผลของโปรแกรมดังรูปที่ 7 ได้ผลประหยัดเท่ากับ 0.24% ซึ่งเห็นได้ว่าถ้าพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าลดการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak ให้มีค่าน้อยลง ก็จะเริ่มสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าลงได้จากการเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้าเป็นแบบ TOU

ผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าแบบอัตรา TOU	
ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ ขนาดแรงดัน 22-33 kV
ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก	พลังงานไฟฟ้ารวม 263000 หน่วย
ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง	พลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak 99940 หน่วย
ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่	กำลังไฟฟ้าสูงสุด 873 กิโลวัตต์
ส่วนขยาย Load Profile	กำลังไฟฟ้าในช่วง On Peak 468 กิโลวัตต์
	กำลังไฟฟ้าในช่วง Partial Peak 873 กิโลวัตต์
	กำลังไฟฟ้าในช่วง Off Peak 827 กิโลวัตต์
	จำนวนหน่วยประหยัด 3,654.3 หน่วย
จำนวนหน่วยประหยัด	จำนวนหน่วยประหยัด
จำนวนหน่วยประหยัด TOD 3,654.3	จำนวนหน่วยประหยัด TOD 3,654.3
จำนวนหน่วยประหยัด TOU 3,654.4	จำนวนหน่วยประหยัด TOU 3,654.4
ร้อยละประหยัดเมื่อเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU .24	ร้อยละประหยัดเมื่อเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU .24

รูปที่ 7 การประมวลผลของโปรแกรม ในตัวอย่างผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4 (กรณี $\frac{E_1}{E} = 38\%$)

4. สรุป

โปรแกรมจำลองผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาการใช้หรืออัตรา TOU ที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถนำมาประเมินผลประหยัดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจของผู้ใช้ไฟฟ้าในการดำเนินการเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้า จากการทดลองเห็นได้ว่าพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าจะมีผลต่อผลประหยัด โดยจะขึ้นอยู่กับตัวแปรต่างๆ ซึ่งต่างกันออกไปตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ได้แก่ หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อเดือน (E), สัดส่วนการใช้หน่วยไฟฟ้าในช่วง On Peak กับปริมาณพลังงานที่ใช้รวม ($\frac{E_1}{E}$), ตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (Load Factor), สัดส่วนค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak กับค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Off Peak ($\frac{P}{OP}$) และสัดส่วนค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak กับค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Off Peak ($\frac{P}{OP}$) เป็นต้น ดังแสดงในการทดลองหัวข้อ 3.2 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ พบว่าจากสมมติฐาน ถ้าผู้ใช้ไฟฟ้ามีพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง On Peak (E_1) ต่ำกว่า 38% ของปริมาณพลังงานไฟฟ้ารวม (E) ก็จะเริ่มเกิดผลประหยัดขึ้นได้ในการเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้าเป็นแบบ TOU

เอกสารอ้างอิง

- [1] ไชยะ แซ่มซ้อย, คู่มือการลดค่าไฟฟ้า, สำนักพิมพ์ เอ็มแอนดีโอ กรุงเทพฯ, 2544.
- [2] ทรงพล ศักดิ์วงศ์, บุญวัฒน์ วิจารย์พล, นพรัตน์ เกตุขาว, วิชญ์พล พิทักษ์ และ ธนฉัตร ลังกาดี, "การจำลองผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU)", วารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ภาษาไทย) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปีที่ 27, ฉบับที่ 6., หน้า 1147-1163., พ.ศ. - ธ.ศ. 2562
- [3] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, "การทบทวนอัตราค่าไฟฟ้า ตามหลักเกณฑ์การกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าปี 2558", แหล่งที่มา [Online] : <https://www.pea.co.th/electricity-tariffs>. [20 ม.ค. 2565]
- [4] การไฟฟ้านครหลวง, "อัตราค่าไฟฟ้าประเภทต่างๆ", แหล่งที่มา [Online] : <https://www.mea.or.th/profile/109/112>. [20 ม.ค. 2565]