



## การทดสอบเครื่องควบคุม

### 5.1 การเตรียมการทดสอบเครื่องควบคุม

การทดสอบเครื่องควบคุม ได้ทดสอบขนาดควบคุมภาระไฟฟ้าจากเครื่องควบคุมแต่ละช่องเข้ากับตัวแมกเนติกคอนแทคเตอร์ที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ก่อนที่จะต่อไปยังภาระไฟฟ้า โดยการทดสอบได้ใช้วิธีการจำลองขนาดของภาระไฟฟ้า ซึ่งใช้หลอดไฟแสงสว่างชนิดมีไส้หลาย ๆ ขนาด แทนการทดสอบกับภาระไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ จึงใช้วิธีการกำหนดค่าสเกลให้กับเครื่องควบคุม เพื่อให้เครื่องควบคุมมองเห็นภาระไฟฟ้าเสมือนกับมีขนาดใหญ่ขึ้น และยังมีภาระไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งที่ไม่ได้ถูกควบคุมโดยเครื่องควบคุม แต่ต่อผ่านเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าตัวเดียวกัน เพื่อให้เสมือนกับเป็นภาระไฟฟ้าตัวที่มีความสำคัญมาก จนไม่อาจจะนำมาผ่านการควบคุมจากเครื่องควบคุมได้ ซึ่งจะได้นำตัวอย่างการทดสอบเครื่องควบคุม ดังต่อไปนี้

เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ต่อพ่วงกับเครื่องควบคุมมีค่าคงที่ 400 รอบ/กิโลวัตต์-ชั่วโมง และที่ตัวจวนหมุนได้เจาะรูไว้ 2 รู ดังนั้นอัตราการเกิดสัญญาณการใช้พลังงานไฟฟ้า จะมีค่าเท่ากับ  $400 \times 2 = 800$  พัลส์/กิโลวัตต์-ชั่วโมง แต่ค่าสเกลที่กำหนดให้กับเครื่องควบคุมมีค่าเท่ากับ 10 พัลส์/กิโลวัตต์-ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าภาระไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่จะดูเสมือนกับมีขนาดใหญ่ขึ้นถึง  $800/10 = 80$  เท่าของภาระไฟฟ้าที่ใช้งานจริง ซึ่งได้อัดภาระไฟฟ้าตามช่องต่าง ๆ ดังในตารางที่ 5.1 และได้กำหนดค่าขีดจำกัดความต้องการพลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 50 กิโลวัตต์

เมื่อต่อภาระไฟฟ้าเข้ากับเครื่องควบคุมตามช่องต่าง ๆ รวมทั้งภาระไฟฟ้าที่ไม่ได้ต่อผ่านเครื่องควบคุม แต่ผ่านเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าตัวเดียวกันเรียบร้อยแล้วก็ได้ป้อนโปรแกรมกำหนดค่าข้อมูลให้กับภาระไฟฟ้าแต่ละช่อง ตามตารางที่ 5.2 จากนั้นก็ทำการตั้งเวลาให้กับเครื่องควบคุมและเริ่มทำการทดสอบ

ภาระไฟฟ้า ช่องที่	ขนาดของภาระไฟฟ้า ที่ใช้งานจริง (วัตต์)	ขนาดเสมือนของภาระไฟฟ้า (กิโลวัตต์)
1	100	8
2	100	8
3	100	8
4	100	8
5 - 8	ไม่ได้ออก	-
ไม่ได้ออกเครื่อง ควบคุม	400	32

ตารางที่ 5.1 ตารางการต่อภาระไฟฟ้าตามช่องต่าง ๆ

ภาระไฟฟ้า ช่องที่	ระดับความสำคัญ	ค่าเวลาดำเนินการ (นาที)
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5 - 8	0	0

ตารางที่ 5.2 ตารางข้อมูลที่ได้โปรแกรมกำหนดให้กับภาระไฟฟ้าแต่ละช่อง

## 5.2 ผลการทดลอง

หลังจากต่อภาระไฟฟ้าและโปรแกรมกำหนดเงื่อนไขในการทดสอบต่าง ๆ ให้กับเครื่องควบคุม ตามที่ได้อธิบายมาแล้วในหัวข้อที่ 5.1 ก็ได้เริ่มทำการทดสอบเมื่อเวลา 8:00 นาฬิกา และสิ้นสุดการทดสอบเมื่อเวลา 16:00 นาฬิกา โดยผลของการทดสอบทำให้ได้รับค่าข้อมูลต่าง ๆ ตามที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.3 และตารางที่ 5.4 ซึ่งในช่วงเวลาของการทดสอบ ภาระไฟฟ้าในช่องที่ 1 ถึง 4 ได้ถูกตัดและต่อสลับกันไปตามระดับความสำคัญ และค่าเวลาดักต่ำสุด ที่ได้ถูกโปรแกรมไว้ตามตารางที่ 5.2 ซึ่งเป็นการรักษาระดับของการใช้พลังงานไฟฟ้า ในแต่ละช่วงเวลา 15 นาที ให้สม่ำเสมอและไม่ให้เกิดข้อจำกัด โดยการทดสอบก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจตามข้อมูลที่พิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ที่ต่ออยู่กับเครื่องควบคุม ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.4 แต่ผลของการควบคุมปรากฏว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยการเปรียบเทียบกับค่าข้อมูลที่บันทึกไว้ในตารางที่ 5.3 โดยได้ผลของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned} \text{ค่าความคลาดเคลื่อน} &= \frac{(388.0 - 388.8) \times 100}{388.8} \% \\ &= -0.21 \% \end{aligned}$$

จากการคำนวณข้างต้นจะเห็นว่า ค่าข้อมูลที่เครื่องพิมพ์ได้พิมพ์ออกมานั้น มีค่าความแม่นยำมากจนเป็นที่น่าเชื่อถือได้ โดยเกิดค่าความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งมีสาเหตุมาจาก ค่าที่พิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์เป็นค่าที่ไม่ได้แสดงจุดทศนิยมออกมามาก ซึ่ง เป็นสาเหตุใหญ่ของการเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น และ การอ่านค่าในเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าเกิดความคลาดเคลื่อน โดยเฉพาะการอ่านค่าในจุดทศนิยมตำแหน่งที่ 2 เป็นการอ่านค่าจากขีดในระหว่างค่าของตัวเลขในเครื่องวัด ซึ่งจะเป็นค่าที่อ่านได้โดยประมาณ

นอกจากการทดสอบที่ได้แสดงมาแล้วในการทดสอบที่ 1 ก็ได้ลองเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการทดสอบเป็นแบบต่าง ๆ เช่น เพิ่มขนาดของภาระไฟฟ้า และเพิ่มภาระไฟฟ้าตัวที่สามารถจะตัดและต่อได้ด้วยตนเองเข้าไปในระบบ โดยไม่ผ่านการควบคุมจากเครื่องควบคุม แต่ผ่านเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าตัวเดียวกัน ซึ่งภาระไฟฟ้าง่าตัวนี้เป็นเครื่องทำน้ำร้อนชนิดควบคุมอุณหภูมิ โดยจะทำการตัดไฟเมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส และจะต่อตัวเองเข้าไปเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 75 องศาเซลเซียส ซึ่งการกำหนดเงื่อนไขและข้อมูล พร้อมทั้งผลของการทดสอบได้แสดง

ไว้ในตารางต่าง ๆ ตั้งแต่ตารางที่ 5.5 ถึงตารางที่ 5.8

จากตารางการทดสอบต่าง ๆ ปรากฏว่า ในบางช่วงเวลา 15 นาที จะเกิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดไว้ ซึ่งมีสาเหตุมาจาก การที่เครื่องทำน้ำร้อนได้ต่อไฟเข้าไปเมื่อใกล้จะสิ้นสุดช่วงเวลา 15 นาทีของการควบคุม จึงทำให้เครื่องควบคุมไม่สามารถจะทำการตัดภาระไฟฟ้าตัวอื่น ๆ ออกได้ทัน และเครื่องทำน้ำร้อนก็มีขนาดกำลังงานไฟฟ้าสูงกว่าภาระไฟฟ้าตัวอื่นอยู่มาก จึงมีผลกระทบกระเทือนต่อระบบมาก และการควบคุมก็ทำได้ยาก แต่ถึงแม้ว่าเครื่องทำน้ำร้อนจะมีขนาดใหญ่และส่งผลกระทบกระเทือนในการทดสอบมาก ก็ยังปรากฏว่าค่าความต้องการพลังไฟฟ้านั้น มีค่าเกินค่าขีดจำกัดอยู่เพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับกำลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมดของภาระไฟฟ้าทุกช่องรวมกัน



ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เงื่อนไขในการทดสอบที่ 1					
ค่าคงที่ของเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า	400				รอบ/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
จำนวนรูที่จำหน่าย	2				รู
คั้งนั้น อัตราการเกิดจำนวนพัลส์	800				พัลส์/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ค่าสเกลที่กำหนดให้เครื่องควบคุม	10				พัลส์/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
คั้งนั้น ขนาดเสมือนของระบบเป็น	80				เทา
ค่าขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า	50				กิโลวัตต์
ภาระไฟฟ้า ช่องที่	ชนิดของภาระไฟฟ้า	ขนาดจริง (วัตต์)	ขนาดเสมือน (กิโลวัตต์)	ระดับ ความสำคัญ	ค่าเวลาตัด ต่ำสุด(นาทึ)
1	หลอดไฟแสงสว่าง	100	8	1	1
2	หลอดไฟแสงสว่าง	100	8	2	2
3	หลอดไฟแสงสว่าง	100	8	3	3
4	หลอดไฟแสงสว่าง	100	8	4	4
5 - 8	ไม่ได้คอบ	-	-	0	-
ไม่ผ่านเครื่อง ควบคุม	หลอดไฟแสงสว่าง	400	32	-	-
กำลังงานไฟฟารวมของระบบ		800	64		
ข้อมูลในการทดสอบที่ 1					
เริ่มทำการทดสอบเวลา 8:00 นาฬิกา					
เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าอ่านได้		16.42			กิโลวัตต์-ชั่วโมง
สิ้นสุดการทดสอบเวลา 16:00 นาฬิกา					
เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าอ่านได้		21.28			กิโลวัตต์-ชั่วโมง
รวมค่าพลังงานสะสมที่ใช้ไปจริง		4.86			กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ค่าพลังงานสะสมเสมือน		388.80			กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ตารางที่ 5.3 ตารางกำหนดเงื่อนไขและข้อมูลในการทดสอบเครื่องควบคุมครั้งที่ 1

## ผลการทดสอบที่ 1

TIME 08-00-01	0000 KWH	0000 KW
TIME 08-15-01	0012 KWH	0040 KW
TIME 08-30-01	0024 KWH	0040 KW
TIME 08-45-01	0036 KWH	0049 KW
TIME 09-00-01	0048 KWH	0040 KW
TIME 09-15-01	0060 KWH	0040 KW
TIME 09-30-01	0072 KWH	0040 KW
TIME 09-45-01	0084 KWH	0040 KW
TIME 10-00-01	0096 KWH	0040 KW
TIME 10-15-01	0108 KWH	0040 KW
TIME 10-30-01	0121 KWH	0040 KW
TIME 10-45-01	0133 KWH	0040 KW
TIME 11-00-01	0145 KWH	0040 KW
TIME 11-15-01	0157 KWH	0040 KW
TIME 11-30-01	0169 KWH	0040 KW
TIME 11-45-01	0181 KWH	0040 KW
TIME 12-00-01	0193 KWH	0040 KW
TIME 12-15-01	0205 KWH	0040 KW
TIME 12-30-01	0217 KWH	0040 KW
TIME 12-45-01	0229 KWH	0040 KW
TIME 13-00-01	0242 KWH	0040 KW
TIME 13-15-01	0254 KWH	0040 KW
TIME 13-30-01	0266 KWH	0049 KW
TIME 13-45-01	0278 KWH	0040 KW
TIME 14-00-01	0290 KWH	0049 KW
TIME 14-15-01	0303 KWH	0049 KW
TIME 14-30-01	0315 KWH	0040 KW
TIME 14-45-01	0327 KWH	0040 KW
TIME 15-00-01	0339 KWH	0040 KW
TIME 15-15-01	0351 KWH	0040 KW
TIME 15-30-01	0364 KWH	0040 KW
TIME 15-45-01	0376 KWH	0049 KW
TIME 16-00-01	0388 KWH	0049 KW

$$\begin{aligned} \text{ค่าความคลาดเคลื่อน} &= \frac{(388.0 - 388.8) \times 100}{388.8} \% \\ &= -0.21 \% \end{aligned}$$

เงื่อนไขในการทดสอบที่ 2					
ค่าคงที่ของเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า	400				รอบ/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
จำนวนรูที่จานหมุน	2				รู
คังนั้ อัตรการเกิดจำนวนพัลส์	800				พัลส์/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ค่าสเกลที่กำหนดให้เครื่องควบคุม	10				พัลส์/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
คังนั้ ขนาดเสมือนของระบบเป็น	80				เทา
ค่าขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า	80				กิโลวัตต์
ภาระไฟฟ้า ช่องที่	ชนิดของภาระไฟฟ้า	ขนาดจริง (วัตต์)	ขนาดเสมือน (กิโลวัตต์)	ระดับ ความสำคัญ	ค่าเวลาดัก ต่ำสุด(นาทึ)
1	หลอดไฟแสงสว่าง	100	8	1	3
2	หลอดไฟแสงสว่าง	100	8	2	3
3	หลอดไฟแสงสว่าง	200	16	3	5
4	หลอดไฟแสงสว่าง	200	16	4	5
5 - 8	ไม่ได้ออ	-	-	0	-
ไมผ่านเครื่อง ควบคุม	หลอดไฟแสงสว่าง	400	32	-	-
	เครื่องทำน้าร้อน	1,000	80	-	-
กำลังงานไฟฟ้ารวมของระบบ		2,000	160		
ข้อมูลในการทดสอบที่ 2					
เริ่มทำการทดสอบเวลา 8:00 นาฬิกา					
	เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าอ่านได้	22.00			กิโลวัตต์-ชั่วโมง
สิ้นสุดการทดสอบเวลา 16:00 นาฬิกา					
	เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าอ่านได้	30.23			กิโลวัตต์-ชั่วโมง
	รวมค่าพลังงานสะสมที่ใช้ไปจริง	8.23			กิโลวัตต์-ชั่วโมง
	ค่าพลังงานสะสมเสมือน	658.40			กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ตารางที่ 5.5 ตารางกำหนดเงื่อนไขและข้อมูลในการทดสอบเครื่องควบคุมครั้งที่ 2

## ผลการทดสอบที่ 2

TIME 08-00-01	0004 KWH	0016 KW
TIME 08-15-01	0023 KWH	0078 KW
TIME 08-30-01	0042 KWH	0076 KW
TIME 08-45-01	0061 KWH	0076 KW
TIME 09-00-01	0080 KWH	0076 KW
TIME 09-15-01	0101 KWH	0084 KW
TIME 09-30-01	0121 KWH	0078 KW
TIME 09-45-01	0141 KWH	0080 KW
TIME 10-00-01	0159 KWH	0071 KW
TIME 10-15-01	0180 KWH	0084 KW
TIME 10-30-01	0199 KWH	0077 KW
TIME 10-45-01	0218 KWH	0076 KW
TIME 11-00-01	0238 KWH	0077 KW
TIME 11-15-01	0257 KWH	0076 KW
TIME 11-30-01	0277 KWH	0078 KW
TIME 11-45-01	0296 KWH	0076 KW
TIME 12-00-01	0315 KWH	0076 KW
TIME 12-15-01	0334 KWH	0076 KW
TIME 12-30-01	0354 KWH	0082 KW
TIME 12-45-01	0374 KWH	0077 KW
TIME 13-00-01	0393 KWH	0076 KW
TIME 13-15-01	0413 KWH	0078 KW
TIME 13-30-01	0432 KWH	0077 KW
TIME 13-45-01	0451 KWH	0076 KW
TIME 14-00-01	0470 KWH	0076 KW
TIME 14-15-01	0490 KWH	0077 KW
TIME 14-30-01	0509 KWH	0078 KW
TIME 14-45-01	0529 KWH	0080 KW
TIME 15-00-01	0549 KWH	0078 KW
TIME 15-15-01	0568 KWH	0076 KW
TIME 15-30-01	0587 KWH	0077 KW
TIME 15-45-01	0606 KWH	0076 KW
TIME 16-00-01	0624 KWH	0072 KW
TIME 16-15-01	0644 KWH	0076 KW
TIME 16-30-01	0662 KWH	0075 KW

$$\begin{aligned}
 \text{การความคลาดเคลื่อน} &= \frac{[(662.0 - 4.0) - 658.4] \times 100}{658.4} \% \\
 &= -0.06 \%
 \end{aligned}$$



เงื่อนไขในการทดสอบที่ 3					
ค่าคงที่ของเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า	400				รอบ/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
จำนวนรูที่จําหนุมน	2				รู
ดังนั้น อัตราการเกิดจํานวนพัลส์	800				พัลส์/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ค่าสเกลที่กำหนดให้เครื่องควบคุม	10				พัลส์/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ดังนั้น ขนาดเสมือนของระบบเป็น	80				เท่า
ค่าขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า	100				กิโลวัตต์
ภาวะไฟฟ้า ของที่	ชนิดของภาวะไฟฟ้า	ขนาดจริง (วัตต์)	ขนาดเสมือน (กิโลวัตต์)	ระดับ ความสำคัญ	ค่าเวลาตัด ต่ำสุด(นาที)
1	หลอดไฟแสงสว่าง	200	16	1	3
2	หลอดไฟแสงสว่าง	300	24	2	5
3	หลอดไฟแสงสว่าง	400	32	3	8
4	หลอดไฟแสงสว่าง	400	32	4	10
5 - 8	ไม่ได้ต่อ	-	-	0	-
ไม่ผ่านเครื่อง ควบคุม	หลอดไฟแสงสว่าง	700	56	-	-
	เครื่องทำนําร้อน	1,000	80	-	-
กำลังงานไฟฟ้ารวมของระบบ		3,000	240		
ข้อมูลในการทดสอบที่ 3					
เริ่มทำการทดสอบเวลา 8:00 นาฬิกา					
	เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าอ่านได้		30.25		กิโลวัตต์-ชั่วโมง
สิ้นสุดการทดสอบเวลา 16:00 นาฬิกา					
	เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าอ่านได้		40.02		กิโลวัตต์-ชั่วโมง
	รวมค่าพลังงานสะสมที่ใช้ไปจริง		9.77		กิโลวัตต์-ชั่วโมง
	ค่าพลังงานสะสมเสมือน		781.60		กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ตารางที่ 5.7 ตารางการกำหนดเงื่อนไขและข้อมูลในการทดสอบเครื่องควบคุมครั้งที่ 3



## ผลการทดสอบ 3

TIME 08-00-01	0000 KWH	0000 KW
TIME 08-15-01	0024 KWH	0096 KW
TIME 08-30-01	0047 KWH	0095 KW
TIME 08-45-01	0071 KWH	0096 KW
TIME 09-00-01	0096 KWH	0096 KW
TIME 09-15-01	0120 KWH	0098 KW
TIME 09-30-01	0144 KWH	0095 KW
TIME 09-45-01	0169 KWH	0098 KW
TIME 10-00-01	0193 KWH	0095 KW
TIME 10-15-01	0217 KWH	0098 KW
TIME 10-30-01	0243 KWH	0102 KW
TIME 10-45-01	0267 KWH	0097 KW
TIME 11-00-01	0292 KWH	0098 KW
TIME 11-15-01	0316 KWH	0097 KW
TIME 11-30-01	0341 KWH	0098 KW
TIME 11-45-01	0365 KWH	0096 KW
TIME 12-00-01	0390 KWH	0099 KW
TIME 12-15-01	0416 KWH	0102 KW
TIME 12-30-01	0440 KWH	0096 KW
TIME 12-45-01	0465 KWH	0099 KW
TIME 13-00-01	0489 KWH	0097 KW
TIME 13-15-01	0515 KWH	0104 KW
TIME 13-30-01	0540 KWH	0098 KW
TIME 13-45-01	0564 KWH	0098 KW
TIME 14-00-01	0589 KWH	0098 KW
TIME 14-15-01	0613 KWH	0095 KW
TIME 14-30-01	0637 KWH	0096 KW
TIME 14-45-01	0661 KWH	0095 KW
TIME 15-00-01	0685 KWH	0096 KW
TIME 15-15-01	0710 KWH	0098 KW
TIME 15-30-01	0733 KWH	0095 KW
TIME 15-45-01	0758 KWH	0096 KW
TIME 16-00-01	0781 KWH	0094 KW

$$\begin{aligned} \text{ค่าความคลาดเคลื่อน} &= \frac{(781.0 - 781.6) \times 100}{781.6} \% \\ &= -0.08 \% \end{aligned}$$