	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 12	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง ทฤษฎีของนอร์ตัน	จำนวน 4 คาบ แผ่นที่ 1/10

วัตถุประสงค์

1. ต่อวงจรไฟฟ้าสำหรับทดลองตามทฤษฎีของนอร์ตันได้
2. วัดหาค่ากระแสเทียบเท่า นอร์ตันได้
3. วัดหาค่าความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตันได้
4. วัดหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดได้
5. คำนวณหาค่ากระแสเทียบเท่า นอร์ตัน และความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตันได้
6. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดด้วยทฤษฎีของนอร์ตันได้

เครื่องมือและอุปกรณ์


1. แผงทดลอง	1	อัน
2. ตัวต้านทาน 100 Ω , 200 Ω , 330 Ω , 500 Ω , 680 Ω , 1 k Ω , 2 k Ω อย่างละ	1	ตัว
3. แหล่งจ่ายไฟ 0-30 VDC	2	เครื่อง
4. มัลติมิเตอร์	1	เครื่อง
5. สายต่อวงจรและสายปากกิบ อย่างละ	4	เส้น

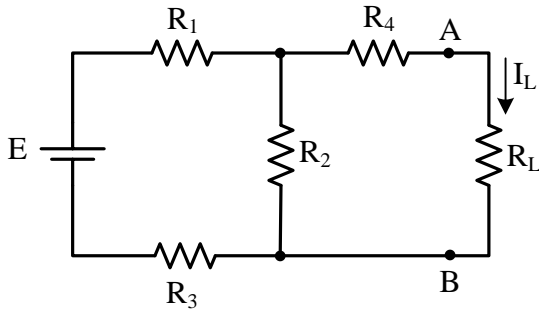
ข้อควรระวัง

1. การใช้มิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า ต้องใช้ย่านวัดให้ถูกต้องและเหมาะสมกับค่าที่ต้องการวัด
2. การใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ต้องต่อสายให้ถูกขั้ว มิฉะนั้น มัลติมิเตอร์อาจเสียหายได้

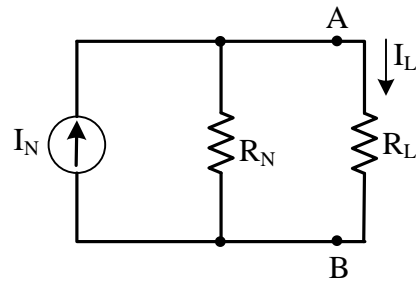
เนื้อหาสาระ

ทฤษฎีของนอร์ตันกล่าวไว้ว่า “ในวงจรไฟฟ้าแบบเชิงเส้นใด ๆ ที่มีแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า ต่ออยู่ สามารถยุบหรือรวมวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าได้” โดยแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้านี้จะต่อขนานกับตัวต้านทานตัวหนึ่ง เรียกว่า วงจรเทียบเท่า นอร์ตัน ดังรูปที่ 11.1

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 12	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง ทฤษฎีของนอร์ตัน	จำนวน 4 คาบ



(ก) วงจรไฟฟ้า

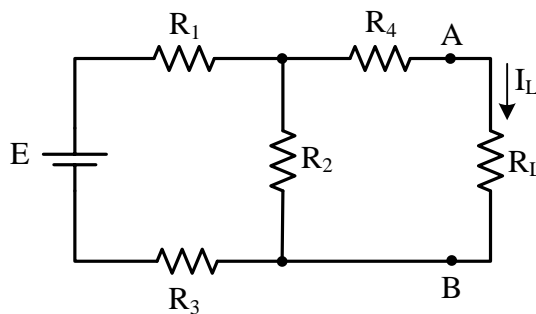


(ข) วงจรเทียบเท่านอร์ตัน

รูปที่ 12.1 แสดงหลักการของทฤษฎีของนอร์ตัน


โดย I_N คือ กระแสเทียบเท่านอร์ตัน เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจุด AB ในขณะลัดวงจร
 R_N คือ ความต้านทานเทียบเท่านอร์ตัน ซึ่งเป็นความต้านทานของวงจรที่มองจากจุด AB โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันทุกตัว หากเป็นแหล่งจ่ายกระแสให้เปิดวงจร

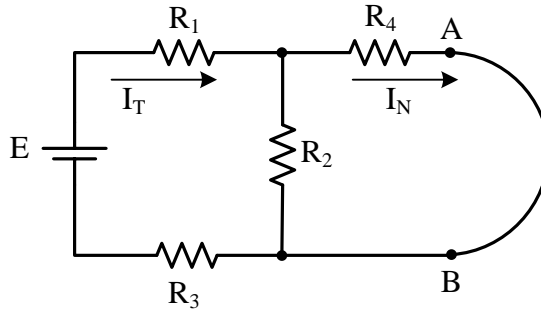
การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเพื่อหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลด โดยใช้ทฤษฎีของนอร์ตัน จากวงจรในรูปที่ 12.2 มีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 12.2 วงจรไฟฟ้า

1. ปลด R_L ออกจากวงจร แล้วลัดวงจรที่จุด AB ดังรูปที่ 12.3 จากนั้นคำนวณหากระแสเทียบเท่านอร์ตัน (I_N) ระหว่างจุด AB ซึ่งก็คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจุด AB

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 12	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง ทฤษฎีของนอร์ตัน	จำนวน 4 คาบ แผ่นที่ 3/10



รูปที่ 12.3 แสดงการหาค่ากระแสเทียบเท่า นอร์ตัน

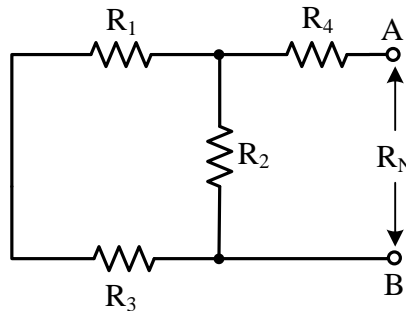
จากวงจรในรูปที่ 12.3 จะเห็นว่า ก่อนจะหาค่ากระแส I_N ได้นั้น จะต้องทราบค่ากระแสไฟฟ้ารวม (I_T) ของวงจรก่อน แล้วจึงใช้กฎการแบ่งกระแสไฟฟ้าเพื่อหาค่ากระแส I_N โดยเริ่มจากการหาความต้านทานรวมของวงจร ดังนี้

$$R_T = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} + R_1 + R_3$$


$$I_T = \frac{E}{R_T}$$

$$I_N = \frac{I_T R_2}{R_2 + R_4}$$

2. หาความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตัน (R_N) ที่มองจากจุด AB โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวที่มีในวงจร (หากเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร) ดังรูปที่ 11.4



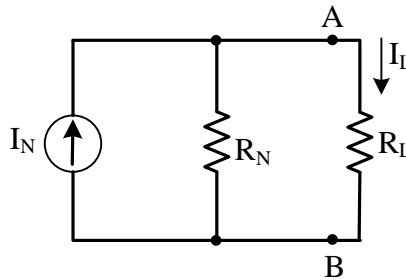
รูปที่ 12.4 แสดงการหาความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตัน

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 12	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง ทฤษฎีของนอร์ตัน	จำนวน 4 คาบ แผ่นที่ 4/10

จากวงจรในรูปที่ 12.4 หาความต้านทานเทียบเท่านอร์ตัน (R_N) ได้จากการนำ R_1 อนุกรมกับ R_3 แล้วขนานกับ R_2 จากนั้นจึงอนุกรมกับ R_4 (การหาความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตันจะเหมือนกับการหาความต้านทานเทียบเท่าเทเวนิน) จะได้

$$R_N = \frac{(R_1 + R_3)R_2}{(R_1 + R_3) + R_2} + R_4$$

3. นำค่า I_N และ R_N มาเขียนวงจรเทียบเท่านอร์ตัน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด AB ดังรูปที่ 11.5 จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L โดยใช้หลักการแบ่งกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 12.5 แสดงวงจรเทียบเท่านอร์ตัน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด AB


ดังนั้น

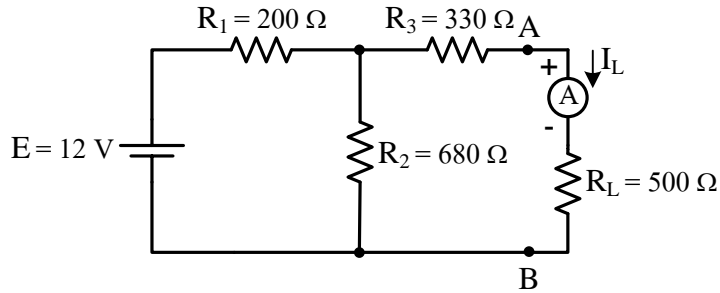
$$I_L = \frac{I_N R_N}{R_N + R_L}$$

การทดลองที่ 1

ลำดับการทดลอง

1.1 ต่วงจรตามรูปที่ 12.6

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 12	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	
	ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน	รหัสวิชา 2105-2002	
	ชื่อการทดลอง ทฤษฎีของนอร์ตัน	จำนวน 4 คาบ	แผ่นที่ 5/10



รูปที่ 12.6 วงจรไฟฟ้าสำหรับการทดลองที่ 1

1.2 ใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดกระแสไฟฟ้า (DC.A) วัดหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_L บันทึกลงในตารางที่ 12.1

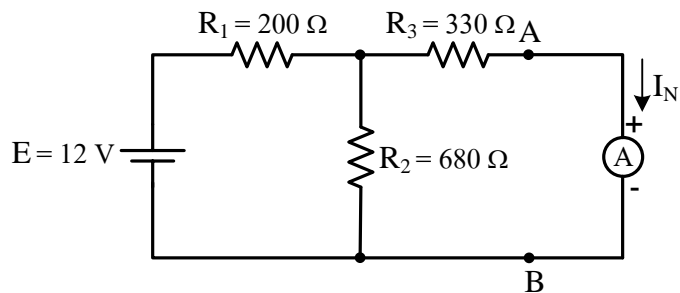
ตารางที่ 12.1 ผลการวัดและการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

	R_L	500	1 k	2 k	Ω
ค่าที่วัดได้	I_L				mA
ค่าที่คำนวณ	I_L				mA
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง					%


1.3 เปลี่ยนตัวต้านทาน R_L เป็น 1 k Ω แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 1.2

1.4 เปลี่ยนตัวต้านทาน R_L เป็น 2 k Ω แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 1.2

1.5 ปลดตัวต้านทาน R_L ออก แล้วใช้สายต่อวงจรลัดวงจรที่จุด A-B จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดกระแสไฟฟ้า (DC.A) วัดหาค่ากระแสเทียบเท่า Norton ที่ไหลผ่านจุด A-B ดังรูปที่ 11.7 บันทึกลงในตารางที่ 11.2



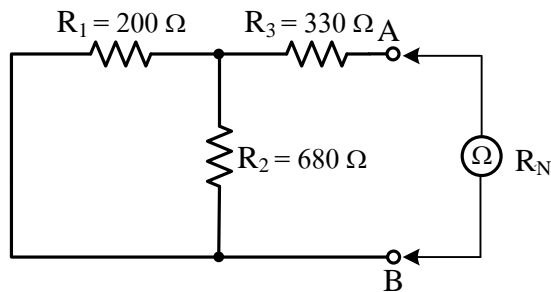
รูปที่ 12.7 แสดงการวัดหาค่ากระแสเทียบเท่า Norton (I_N)

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 12	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	
	ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน	รหัสวิชา 2105-2002	
	ชื่อการทดลอง ทฤษฎีของนอร์ตัน	จำนวน 4 คาบ	แผ่นที่ 6/10

ตารางที่ 12.2 ผลการวัดและการคำนวณหาค่ากระแสเทียบเท่า นอร์ตัน และความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตัน

	I_N	R_N
ค่าที่วัดได้		
ค่าที่คำนวณ		
หน่วย	mA	Ω
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (%)		

1.6 ปลดสายที่ลัดวงจรที่จุด A-B ออก จากนั้นปลดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าออก แล้วลัดวงจรตรงที่ปลดออก ใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดความต้านทาน (Ω) วัดหาค่าความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตันที่จุด A-B ดังรูปที่ 12.8 บันทึกลงในตารางที่ 12.2



รูปที่ 12.8 แสดงการวัดหาค่าความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตัน (R_N)


1.7 ใช้ทฤษฎีของนอร์ตันคำนวณหาค่ากระแสเทียบเท่า นอร์ตัน และความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตัน บันทึกลงในตารางที่ 12.2 และคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_L บันทึกลงในตารางที่ 12.1 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ

.....

.....

.....

.....

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 12	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	
	ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน	รหัสวิชา 2105-2002	
	ชื่อการทดลอง ทฤษฎีของนอร์ตัน	จำนวน 4 คาบ	แผ่นที่ 7/10

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

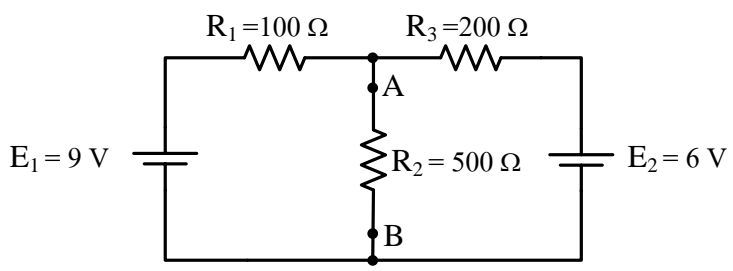
.....

1.8 จากตารางที่ 12.1 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ และบันทึกผลตาราง


1.9 จากตารางที่ 12.2 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ และบันทึกผลตาราง

การทดลองที่ 2
ลำดับการทดลอง

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 12.9



รูปที่ 12.9 วงจรไฟฟ้าสำหรับการทดลองที่ 2

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 12	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง ทฤษฎีของนอร์ตัน	จำนวน 4 คาบ แผ่นที่ 8/10

2.2 ใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดกระแสไฟฟ้า (DC.A) วัดหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_2 บันทึกลงในตารางที่ 12.3

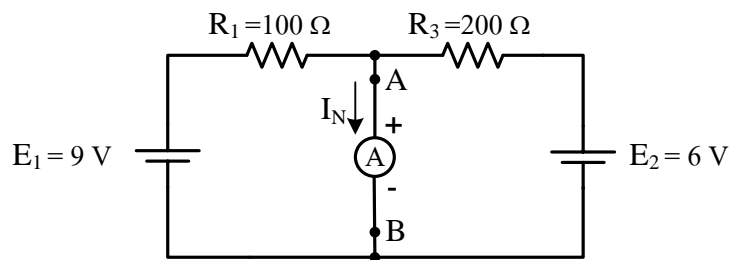
ตารางที่ 12.3 ผลการวัดและการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2

	R_2	500	1 k	2 k	Ω
ค่าที่วัดได้	I_{R_2}				mA
ค่าที่คำนวณ	I_{R_2}				mA
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง					%


2.3 เปลี่ยนตัวต้านทาน R_2 เป็น $1\text{ k}\Omega$ แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2

2.4 เปลี่ยนตัวต้านทาน R_2 เป็น $2\text{ k}\Omega$ แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2

2.5 ปลดตัวต้านทาน R_2 ออก แล้วใช้สายต่อวงจรลัดวงจรที่จุด A-B จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดกระแสไฟฟ้า (DC.A) วัดหาค่ากระแสเทียบเท่าที่ไหลผ่านจุด A-B ดังรูปที่ 12.10 บันทึกลงในตารางที่ 12.4



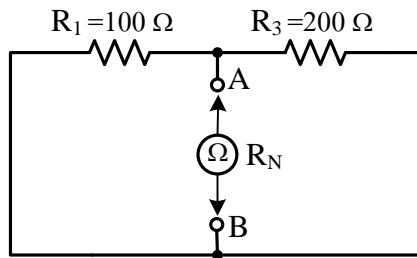
รูปที่ 12.10 แสดงการวัดหาค่ากระแสเทียบเท่าที่นอร์ตัน (I_N)

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 12	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	
	ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน	รหัสวิชา 2105-2002	
	ชื่อการทดลอง ทฤษฎีของนอร์ตัน	จำนวน 4 คาบ	แผ่นที่ 9/10

ตารางที่ 12.4 ผลการวัดและการคำนวณหาค่ากระแสเทียบเท่า นอร์ตัน และความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตัน

	I_N	R_N
ค่าที่วัดได้		
ค่าที่คำนวณ		
หน่วย	mA	Ω
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (%)		

2.6 ปลดสายที่ลัดวงจรที่จุด A-B ออก จากนั้นปลดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าออก แล้วลัดวงจรตรงที่ปลดออก ใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดความต้านทาน (Ω) วัดหาค่าความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตันที่จุด A-B ดังรูปที่ 12.11 บันทึกลงในตารางที่ 12.4



รูปที่ 12.11 แสดงการวัดหาค่าความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตัน (R_N)

2.7 ใช้ทฤษฎีของนอร์ตัน คำนวณหาค่ากระแสเทียบเท่า นอร์ตัน และความต้านทานเทียบเท่า นอร์ตัน บันทึกในตารางที่ 12.4 และคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_L บันทึกในตารางที่ 12.3 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ


.....

.....

.....

.....

.....

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 12	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง ทฤษฎีของนอร์ตัน	จำนวน 4 คาบ แผ่นที่ 10/10

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.8 จากตารางที่ 12.3 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ และบันทึกผลตาราง

2.9 จากตารางที่ 12.4 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ และบันทึกผลตาราง

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

.....

	แบบประเมินผลิงานการทดลองหน่วยที่ 12	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง ทฤษฎีของนอร์ตัน	แผ่นที่ 1/1

ชื่อ-สกุล.....ระดับชั้น.....เลขที่.....

จุดประเมิน	ตัว คูณ	ผลคะแนน					ผล คูณ	คะแนน เต็ม	หมาย เหตุ
		5	4	3	2	1			
1. จัดเตรียมเครื่องมือ/อุปกรณ์	1							5	
2. ต่อวงจรทดลอง	3							15	
3. วัดหาค่าต่าง ๆ	3							15	
4. บันทึกผลการทดลอง	3							15	
5. ตอบคำถามในใบงาน	4							20	
6. สรุปผลการทดลอง	3							15	
7. ความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง	1							5	
8. จัดเก็บเครื่องมือ/อุปกรณ์	1							5	
9. ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติการทดลอง	1							5	
รวม								100	
คิดเป็นร้อยละ = $\frac{\quad}{100} \times 100 =$									

สรุปผลการประเมิน.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

การให้คะแนน	ผลการประเมิน
5 หมายถึง ดีมาก	90 % ขึ้นไป หมายถึง ดีมาก
4 หมายถึง ดี	75 % - 89 % หมายถึง ดี
3 หมายถึง ปานกลาง	60 % - 74 % หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง พอใช้	50 % - 59 % หมายถึง พอใช้
1 หมายถึง ปรับปรุง	ต่ำกว่า 50 % หมายถึง ปรับปรุง

