RMUTP Research Journal Special Issue
The 5th Rajamangala University of Technology National Conference

การดัดแปลงคอมเพรสเซอร์ 1 เฟส 220 โวลต์ เป็น 3 เฟส 220 โวลต์ สำหรับใช้งานในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็กที่ควบคุมด้วยอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ

A modified compressor of single phase 220 volt to three phase 220 volt for air conditioner controlled with variable speed drive

เกษม ตรีภาค[1*] ประสงค์ แก้วดำ[1] สุขสันต์ สิทธิ[1] ศุภกิตติ์ ยอดแก้ว[1] และ นพพร พัชรประกิติ[2]

[1]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000
[2]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดเชียงราย 57120

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ นำเสนอการดัดแปลงคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบเครื่องปรับอากาศขนาด 12,500 บีทียูจากระบบ 1 เฟส 220 โวลต์ เป็นระบบ 3 เฟส 220 โวลต์ เพื่อให้สามารถนำไปใช้กับอินเวอร์เตอร์ที่มีอินพุตแบบ 1 เฟส 220 โวลต์ และเอาท์พุตแบบ 3 เฟส 220 โวลต์ ผลการดำเนินงานพบว่า คอมเพรสเซอร์สามารถใช้งานได้ตามปกติที่ความเร็วสูงสุด โดยวัดแรงดันด้านดูดได้ 65 psig วัดแรงดันด้านอัดได้ 250 psig และกระแสไฟฟ้าที่วัดได้โดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.48 A ซึ่งคอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลง สามารถนำมาใช้กับเครื่องปรับอากาศแบบเดิมได้ โดยเปลี่ยนระบบการควบคุมการทำงานจากการสตาร์ทโดยตรงเป็นการสตาร์ทด้วยอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์

Abstract

This paper is proposed a compressor of spilt type air conditioning modification for using with variable speed drive to control room temperature. This technique is implemented by modified reciprocating compressor of 220 V single phase air conditioner 12,500 BTU to 3 phase 220 volt in order to connect with inverter variable speed drive which has input 220 V single phase and output 3 phase 220V. The result of experimental is found that modified compressor can be operated in normal condition at maximum speed. The suction pressure is 65 psig, discharge pressure is 250 psig and mean of motor current is 6.48 Ampere. The proposed modified compressor can be applied with conventional split type air conditioning by change the starting method from direct start online into soft start with variable speed drive

คำสำคัญ : คอมเพรสเซอร์ อินเวอร์เตอร์ เครื่องปรับอากาศ การออกแบบมอเตอร์
Keywords : compressor, variable speed drive, Air – condition, motor designs

**ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ tuiest0@hotmail.com โทร. 0 5434 2547 ต่อ 158*

1. บทนำ

เครื่องปรับอากาศอาศัยหลักการทำความเย็นแบบคอมเพรสเซอร์อัดไอ โดยใช้คอมเพรสเซอร์ส่งผ่านสารทำความเย็นเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ ในการทำความเย็นซึ่งต้องใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนั้นเมื่อมีการใช้งานเครื่องปรับอากาศมาก ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นไปด้วย ปัจจุบันผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศได้พยายามคิดค้นวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้เครื่องปรับอากาศที่ผลิตออกมานั้นสามารถประหยัดพลังงานได้มากที่สุด

วิธีการหนึ่งที่ทำให้เครื่องปรับอากาศประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้แก่ วิธีการควบคุมความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถทำงานเร็วหรือช้าตามอุณหภูมิของห้อง หรือที่เรียกกันว่าการควบคุมด้วยระบบอินเวอร์เตอร์ซึ่งเป็นการควบคุมด้วยคำสั่งจากไมโครคอมพิวเตอร์ที่สั่งงานโดยตรงจากรีโมทคอนโทรลมาควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ให้หมุนในความเร็วรอบที่พอดี ในการทำความเย็นตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ โดยเริ่มต้นจากการให้คอมเพรสเซอร์ทำงานที่ความเร็วรอบสูงสุด และหลังจากที่อุณหภูมิในห้องลดลงแล้วระบบไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการให้คอมเพรสเซอร์ลดความเร็วรอบลง จนกระทั่งความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ที่ลดลงนั้นสามารถทำให้เครื่องปรับอากาศทำความเย็นในพื้นที่ที่ต้องการปรับอากาศได้อุณหภูมิที่ต้องการแล้ว คอมเพรสเซอร์จะทำงานในความเร็วนี้ต่อไป โดยไม่หยุดทำงาน ซึ่งพบว่าระบบนี้เครื่องปรับอากาศสามารถประหยัดได้ 25% - 30% ดังนั้นวิธีการนี้จึงได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายและทำให้เกิดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและใช้งานอินเวอร์เตอร์ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์มากมาย แต่การควบคุมการทำงานคอมเพรสเซอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์นั้น คอมเพรสเซอร์ซึ่งมีมอเตอร์เป็นส่วนประกอบหนึ่งในนั้นจะต้องมีการออกแบบเพื่อให้สามารถรองรับการควบคุมด้วยอินเวอร์เตอร์ ซึ่งปัจจุบันอินเวอร์เตอร์ที่มีใช้งานนั้นเป็นระบบที่สามารถใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจ่ายเข้าอินเวอร์เตอร์ขนาด 220 โวลต์ และมีการแปลงสัญญาณไฟฟ้าออกเป็นเอาท์พุตเพื่อจ่ายให้กับมอเตอร์นั้นเป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 220 โวลต์ จึงทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบเก่าที่ใช้งานอยู่ไม่สามารถนำมาต่อเพื่อให้อินเวอร์เตอร์สามารถควบคุมรอบได้โดยตรง ดังนั้นผู้บริโภคที่ต้องการใช้เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ จึงต้องรื้อเครื่องปรับอากาศแบบเดิมทิ้ง ซึ่งทำให้เกิดปัญหาของขยะ ที่เกิดจากเทคโนโลยีตามมาได้

จากปัญหานี้ ทีมงานวิจัยจึงได้มีแนวคิดในการนำเครื่องปรับอากาศที่ใช้ระบบคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบขนาด 12,500 บีทียู ที่ควบคุมการทำงานในรูปแบบเดิมมาทำการดัดแปลงใหม่ โดยให้คอมเพรสเซอร์สามารถควบคุมการทำงานด้วยระบบอินเวอร์เตอร์ได้ โดยการดัดแปลงมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ ให้สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 220 โวลต์

2. วิธีการทดลอง

การออกแบบการพันขดลวดในคอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลง

จากการศึกษาทฤษฎีการพันมอเตอร์จากแกนเหล็กเปลือย สามารถเขียนขั้นตอนและคำนวณค่าต่างที่ใช้สำหรับการพันมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลงจากระบบ 1 เฟส 220 โวลต์ เป็น 3 เฟส 220 โวลต์ ได้ดังนี้

2.1 คำนวณหาค่า Flux per pole , เส้นแรงแม่เหล็กต่อโปลของมอเตอร์ 1 เฟส โดยเก็บค่าข้อมูลขดลวดชุดรัน ซึ่งมอเตอร์ตัวที่ดัดแปลงนี้มีข้อมูลขดลวดและแกนเหล็ก ดังนี้

ข้อมูลแกนเหล็ก

L	=	6.5 cm. 2.56”	ความยาวแกนเหล็ก
D	=	6.7 cm. 2.64”	ขนาดรูในของแกนเหล็ก
B	=	1.8 cm. 0.7”	ความหนาแกนเหล็กใต้สล๊อต
Slot	=	24 จำนวนสล๊อต	

ข้อมูลขดลวด

ขดลวดรัน	=	เบอร์ 18

ขดลวดสตาร์ท = เบอร์ 23
Pitch = 1-4-6-8-10-12 ระยะความกว้าง Pitch
Turn = 19-26-30-37-37 จำนวนรอบที่ใช้พันตามระยะ Pitch

จากนั้นคำนวณหาจำนวนรอบสัมพัทธ์ที่ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรวมต่อ Pole (Effective Turn per Pole) โดยหาค่าชอร์ดแฟกเตอร์ ของคอยล์แต่ละชุดจะได้ CF1 = 0.382, CF2 = 0.609, CF3 = 0.793, CF4 = 0.924 และ CF5 = 0.991 ดังนั้นจากสมการที่ 1

$$\text{Effective turn per pole} = \left(T_1 \times CF_1\right) + \left(T_2 \times CF_2\right) + \ldots\ldots + \left(T_N \times CF_N\right) \quad (1)$$

$$\text{Effective Turn per Pole} = (19\text{x}0.382)+(26\text{x}0.609)+(30\text{x}0.793)+(37\text{x}0.924)+(37\text{x}0.991)$$

= 117.73 รอบ หรือ 118 รอบ

จากนั้นคำนวณหาเส้นแรงแม่เหล็กทั้งหมดที่เกิดขึ้นที่แกนเหล็กต่อ Pole (Flux per Pole) ได้จากสมการที่ 2

$$\text{Flux per pole} = \frac{22{,}500{,}000 \times V \times \text{Circuit}}{\text{Hz} \times \text{Effective turn per pole} \times \text{Pole}} \quad (2)$$

$$\text{Flux per pole} = \frac{22{,}500{,}000 \times 220 \times 1}{50 \times 118 \times 2}$$

= 419,491.52 line per S.q.Inch (เส้นต่อตารางนิ้ว)

2.2 ออกแบบหาระยะพิชใหม่สำหรับการลงขดลวด 3 เฟส เนื่องจากมีขนาด Slot ที่ไม่เท่ากันดังนั้นจึงต้องกำหนดคอยล์ต่อกรุ๊ปใหม่ดังนี้

จำนวนคอยล์ต่อกรุ๊ป = จำนวน Slot / จำนวน Pole / จำนวนเฟส
= 24/2/3
= 4 คอยล์กรุ๊ป

และเนื่องจากขดลวดจะต้องมีการลงทับกัน ใน 1 Slot ฉะนั้นต้องออกแบบให้มีจำนวนรอบไม่เท่ากันในแต่ละคอยล์ที่อยู่ในกรุ๊ปเดียวกันเพื่อหวังว่าจะนำเอาจำนวนรอบที่น้อยที่สุดในแต่ละชุดขดลวด ออกแบบให้มาเจอกันใน Slot ที่เล็กของมอเตอร์ ซึ่งสามารถกำหนดระยะ Pitch ได้ดังรูปที่ 1

หมายเลข Slot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
การลงแบบ 2 ชั้น	5	10	10	5	5	10	10	5	5	10	10	5	5	10	10	5	5	10	10	5	5	10	10	5
(ครึ่งร่อง)	5	10	10	5	5	10	10	5	5	10	10	5	5	10	10	5	5	10	10	5	5	10	10	5

หมายเหตุ แทนขดลวดชุด A (เฟส1) แทนขดลวดชุด B (เฟส2)
แทนขดลวดชุด C (เฟส3) และ Slot ที่ 8,9,20 และ 21 เป็น Slot ขนาดเล็ก

รูปที่ 1 การแบ่งระยะ Pitch สำหรับลงขอลวดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลง

จากรูปที่ 1 แสดงการออกแบบเบื้องต้น ให้ชุดขดลวดในแต่ละกรุ๊ปมีจำนวนรอบเป็น (5-10-10) โดยออกแบบให้ขดลวดที่มี 5 รอบ ลงทับกับขดลวดที่มี 5 รอบเหมือนกันของกรุ๊ปอื่นและเมื่อพิจารณาออกแบบระยะเป็น (1-6-8-10-12) จะทำให้ขดลวดที่มี 5 รอบลงทับกันพอดี ฉะนั้น ขดลวด 3 เฟสที่ออกแบบใหม่จะมี Pitch เป็น (1-6-8-10-12)

2.3 ออกแบบหาจำนวนรอบที่ใช้พันมอเตอร์ โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบค่ามากและค่าน้อยที่จะใช้พันมอเตอร์หาความสัมพันธ์เกี่ยวกับพื้นที่หน้าตัดลวดเดิมที่ใช้พัน (มอเตอร์ 1เฟส) โดยการมอเตอร์เดิมมีการลงขดลวดดังรูปที่ 2

หมายเลข Slot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
รอบขดรัน	37	37	37	30	26	19			19	26	30	37	37	37	37	30	26	19			19	26	30	37
รอบขดสตาร์ท				20	35	51	67	67	51	35	20					20	35	51	67	67	51	35	20	
รอบทั้งหมด	37	37	37	50	61	70	67	67	70	61	50	37	37	37	37	50	61	70	67	67	70	61	50	37
Sq.mm ขดรัน	43	43	43	35	30	22			22	30	35	43	43	43	43	35	30	22			22	30	35	43
Sq.mm ขดสตาร์ท				5	9	13	17	17	13	9	5					5	9	13	17	17	13	9	5	
Sq.mm รวม	43	43	43	40	39	35	17	17	35	39	40	43	43	43	43	40	39	35	17	17	35	39	40	43

รูปที่ 2 จำนวนรอบและพื้นที่หน้าตัดของขดลวดชุดเดิม (มอเตอร์ 1 เฟส 220 โวลต์)

จากรูปที่ 2 พื้นที่หน้าตัดของขดลวดที่จะลง Slot ใหญ่ ต่อ Slot เล็ก = 43 : 17 และเนื่องจากการพันมอเตอร์ 3 เฟส เราจะใช้ลวดเบอร์เดียวกันทั้งหมด ทำให้เราได้ว่า จำนวนรอบที่ลงใน สล๊อตใหญ่เทียบกับ Slot เล็กมีจำนวน 43 : 17 เส้นเช่นเดียวกัน จากนั้นหาจำนวนรอบที่ใช้พันมอเตอร์ตัวใหม่ได้จากสมการที่ (3)

$$\text{Effective Turn per pole} = \frac{22{,}500{,}000 \times V \times \text{Circuit}}{\text{Hz} \times \text{Flux per pole} \times \text{Pole}} \quad (3)$$

$$\text{Effective Turn per Pole} = \frac{22{,}500{,}000 \times (220 \times 1.732) \times 1}{50 \times 419{,}492 \times 2}$$

$$= 68.04 \text{ Turn per Pole (รอบต่อโปล)}$$

นำค่า รอบต่อ Pole มาคำนวณหาจำนวนรอบที่ใช้ในการพันโดยพิจารณาการลงขดลวดพบว่าค่า Pitch ของขดลวดเปลี่ยนเป็น(1-6-8-10-12) ดังนั้นจึงต้องหาค่าชอร์ดแฟกเตอร์ใหม่ ซึ่งจะได้ CF1 = 0.609 , CF2 = 0.793, CF3 = 0.924 และ CF4 = 0.991 ดังนั้น

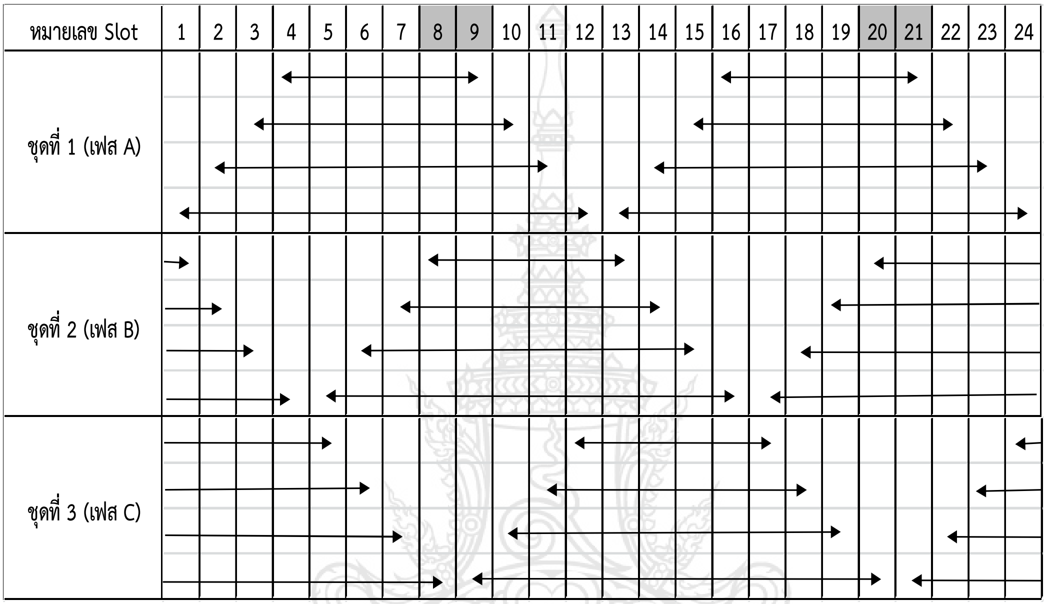
$$68.6 = (15 \times 0.609) + (26 \times 0.793) + (26 \times 0.924) + (15 \times 0.991)$$

นั่นคือ ข้อมูลขดลวดใหม่ที่มีระยะ Pitch เป็น 1-6-8-10-12 มีจำนวนรอบของขดลวดที่ใช้พันในแต่ละรอบเท่ากับ 15-26-26-15

2.4 หาขนาดลวดที่ใช้พัน โดยพิจารณาจากสล๊อตที่มีจำนวนรอบของขดลวดมากที่สุดที่ออกแบบมาเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของขดลวดที่เคยลงในมอเตอร์ก่อนการดัดแปลง ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้ว สามารถหาขนาดของขดลวดที่ใช้ในการพันมอเตอร์ที่ดัดแปลงได้ โดยพิจารณาที่ค่าพื้นที่หน้าตัดของขดลวดในช่องที่มีพื้นที่หน้าตัดมาที่สุดและน้อยที่สุดเป็นหลัก ซึ่งคอมเพรสเซอร์ก่อนดัดแปลงใช้ขดลวดชุดรันเบอร์ 18 ที่สามารถทนกระแสได้ 3.89 แอมแปร์ แต่เมื่อทำการดัดแปลงมอเตอร์จาก 1 เฟสเป็น 3 เฟสแล้ว กระแสจะลดลงได้ 3.89/3 = 1.3 แอมแปร์ ซึ่งสามารถใช้ลด

ทองแดงได้ตั้งแต่เบอร์ 22 (S.W.G) ขึ้นไป และเมื่อคำนวณเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดขดลวดในช่อง Slot ที่เล็กที่สุดแล้ว พบว่าขดลวดเบอร์ 21 (S.W.G) ที่มีพื้นที่หน้าตัด 0.51 s.q.mm. เมื่อนำมาพัน 30 รอบ (ที่ slot 8,9,20,21) มีพื้นที่หน้าตัดขดลวด 30 x 0.51 = 15.3 s.q.mm. ซึ่งน้อยกว่าพื้นที่หน้าตัดของขดลวดชุดเดิมที่มีพื้นที่หน้าตัด 17 s.q.mm. ดังนั้นจึงสามารถใช้ลวดเบอร์ 21 ในการพันคอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลงได้

เมื่อได้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการดัดแปลงมอเตอร์แล้ว จึงนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการดัดแปลงมอเตอร์ให้ได้ตามต้องการ โดยเริ่มพันมอเตอร์ใหม่ตามค่าต่าง ๆ ที่คำนวณมาได้ซึ่งวิธีการลงขดลวดแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การลงขดลวดของมอเตอร์ที่ดัดแปลงใหม่ (3 เฟส 220 โวลต์)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

หลังจากการออกแบบการพันขดลวดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์เพื่อดัดแปลงให้คอมเพรสเซอร์ที่ใช้ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ เป็น 3 เฟส 220 โวลต์ เสร็จแล้วทีมงานได้ทำการพันมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ขึ้นมาใหม่โดยใช้ค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบแล้วจากนั้นจึงนำคอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลงแล้วมาทำการทดสอบ โดยการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบแรงดูดแรงอัดของคอมเพรสเซอร์ โดยทำการทดสอบแรงดูดและแรงอัดของคอมเพรสเซอร์ตัวที่ดัดแปลงแล้วนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลแรงดูด แรงอัดของคอมเพรสเซอร์ก่อนที่ทำการดัดแปลง เพื่อเปรียบเทียบว่าคอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลงขึ้นมา สามารถนำมาใช้แทนคอมเพรสเซอร์ตัวเดิมได้หรือไม่ ซึ่งถ้าไม่สามารถใช้งานได้ ต้องทำการแก้ไขจนสามารถใช้งานได้ ผลการทดสอบแรงดูดของคอมเพรสเซอร์ก่อนดังแปลงและหลังดัดแปลงแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบแรงดูดของคอมเพรสเซอร์ที่พิกัดแรงดูด 20 นิ้วปรอท

ครั้งที่	เวลา (นาที)		กระแสคอมเพรสเซอร์ (A)	
	ก่อนดัดแปลง	หลังดัดแปลง	ก่อนดัดแปลง	หลังดัดแปลง
1	1.43	1.23	2.40	2.44
2	2.10	2.22	2.41	2.23
3	1.20	2.12	2.42	2.12
4	2.11	2.44	2.22	2.26
5	2.34	2.44	2.42	2.01
เฉลี่ย	**1.59**	**2.17**	**2.37**	**2.21**

จากตารางที่ 1 พบว่าคอมเพรสเซอร์ที่ทำการดัดแปลงแล้วมีแรงดูดที่สามารถนำไปใช้งานได้ตามปกติ โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้สำหรับดูดอากาศออกจากคอมเพรสเซอร์จนกระทั่งภายในคอมเพรสเซอร์เป็นสุญญากาศที่ 20 นิ้วปรอท นั้น คอมเพรสเซอร์หลังจากดัดแปลงใช้เวลาในการดูดอากาศจนเป็นสุญญากาศโดยเฉลี่ยนานกว่าคอมเพรสเซอร์ก่อนดัดแปลงเป็นเวลา 18 วินาที ส่วนกระแสไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลงแล้วมีกระแสลดลงจากคอมเพรสเซอร์ก่อนการดัดแปลงโดยเฉลี่ย 0.16 แอมแปร์ ส่วนการทดสอบแรงอัดของคอมเพรสเซอร์ที่ทำการดัดแปลงแล้วเทียบกับเครื่องปรับอากาศก่อนดัดแปลงนั้น แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบแรงอัดของคอมเพรสเซอร์ที่พิกัดแรงอัดเกิน 213 psig

ครั้งที่	เวลา (นาที)		กระแสคอมเพรสเซอร์ (A)	
	ก่อนดัดแปลง	หลังดัดแปลง	ก่อนดัดแปลง	หลังดัดแปลง
1	1.42	1.49	2.40	2.22
2	1.41	2.12	2.10	2.00
3	2.11	2.32	1.94	1.82
4	2.45	2.11	1.82	1.85
5	2.22	2.21	2.31	2.11
เฉลี่ย	**2.08**	**2.13**	**2.11**	**2.00**

ซึ่งพบว่าคอมเพรสเซอร์ที่ทำการดัดแปลงแล้วมีแรงอัดที่สามารถนำไปใช้งานได้ตามปกติโดยเมื่อทำการเปรียบเทียบเวลาที่คอมเพรสเซอร์อัดอากาศได้เกิน 213 psig นั้น คอมเพรสเซอร์หลังจากดัดแปลงใช้เวลาในการอัดอากาศโดยเฉลี่ยนานกว่าคอมเพรสเซอร์ก่อนดัดแปลงเป็นเวลา 5 วินาที ส่วนกระแสไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลงแล้วมีกระแสลดลงจากคอมเพรสเซอร์ก่อนการดัดแปลงโดยเฉลี่ย 0.11 แอมแปร์

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อทำการทดสอบแรงดูดและแรงอัดตามขั้นตอนที่ 1 ผ่านแล้ว จึงนำคอมเพรสเซอร์มาติดตั้งเข้ากับเครื่องปรับอากาศโดยตัวคอมเพรสเซอร์จะถูกควบคุมด้วยอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบหรืออินเวอร์เตอร์ เพื่อทำการทดสอบการใช้งานจริง ว่าคอมเพรสเซอร์ที่ทำการดัดแปลงมาแล้วสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ ผลการทดสอบพบว่าคอมเพรสเซอร์ที่ทำการดัดแปลงนั้น สามารถใช้งานได้จริง โดยวัดกระแสของเครื่องปรับอากาศที่ใช้คอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลงได้ 6.5 แอมแปร์ วัดแรงดันของสารทำความเย็นทางด้านแรงต่ำและแรงสูงได้ 65 psig และ 250 psig ตามลำดับ จากนั้นทำการทดสอบใช้งานจริงโดยเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ดัดแปลงเทียบกับเครื่องที่ไม่ได้ดัดแปลงที่มีขนาดเดียวกัน และมีค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เหมือนกันเป็นเวลา 5 วัน ทำการทดสอบวันละ 8 ชั่วโมงผลการทดสอบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้ดัดแปลงกับเครื่องที่ดัดแปลง

วันที่	กระแสไฟฟ้าเครื่องฯ(A)		อุณหภูมิภายนอก (°C)		พลังงานไฟฟ้า (kWh)	
	เครื่องต้นแบบ	เครื่องดัดแปลง	เครื่องต้นแบบ	เครื่องดัดแปลง	เครื่องต้นแบบ	เครื่องดัดแปลง
1	6.44	6.45	26.67	26.67	0.8	0.8
2	6.45	6.46	27.33	27.33	0.8	0.7
3	6.45	6.42	27.44	27.44	0.8	0.8
4	6.58	6.57	28.77	28.77	1	1
5	6.53	6.51	28.44	28.44	0.9	0.9
เฉลี่ย	**6.49**	**6.48**	**27.73**	**27.73**	**0.86**	**0.84**

จากตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ระหว่างเครื่องปรับอากาศของเครื่องที่ไม่ได้ดัดแปลงหรือเครื่องปรับอากาศต้นแบบที่เป็นยี่ห้อเดียวกันและมี Btu เท่ากัน กับเครื่องปรับอากาศที่ได้ทำการดัดแปลงคอมเพรสเซอร์โดยติดตั้งเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 ไว้ในห้องเดียวกัน เปิดทำงานและปิดพร้อมกันพบว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศทั้ง 2 ใกล้เคียงกันมาก โดยมีค่ากระแสต่างกันเพียงแค่ 0.01 แอมแปร์ และค่ำพลังงานไฟฟ้าต่างกันเพียง 0.02 kWh เท่านั้นเอง

4. สรุป

จากการดำเนินการดัดแปลงมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 12,000 Btu จาก 1 เฟส 220 โวลต์ เป็น 3 เฟส 220 โวลต์ โดยเปลี่ยนการควบคุมการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์จากการควบคุมแบบสตาร์ทตรงเป็นแบบให้ชุดควบคุมโดยใช้ชุดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์นั้น เมื่อทำการทดสอบแรงดูดของคอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลง พบว่าคอมเพรสเซอร์สามารถดูดอากาศออกจนเป็นสุญญากาศที่ 29 นิ้วปรอท โดยใช้เวลาเฉลี่ยที่ 2 นาที 17 วินาที และเมื่อทดสอบแรงอัดของคอมเพรสเซอร์พบว่า คอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลงนั้นสามารถอัดอากาศให้เกจวัดแรงดันด้านแรงสูงสามารถวัดแรงดันได้เกิน 213 psig ได้ภายในเวลาเฉลี่ย 2 นาที 13 วินาที โดยมีกระแสไฟฟ้าตอนทดสอบแรงดูดเท่ากับ 2.21 แอมแปร์ และกระแสไฟฟ้าตอนทดสอบแรงอัดที่ 2 แอมแปร์ ซึ่งเป็นพิกัดของเวลาและกระแสที่คอมเพรสเซอร์ทั่วไป ไปสามารถทำงานได้เช่นกัน

เมื่อนำคอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลงมาทำการทดลองใช้งานจริงแล้ว เบื้องต้นสามารถวัดกระแสของเครื่องปรับอากาศได้ 6.5 แอมแปร์ โดยมีแรงดันของสารทำความเย็นด้านแรงสูงและด้านแรงต่ำที่ 250 psig และ 65 psig ซึ่งพิกัดดังกล่าวเป็นพิกัดของเครื่องปรับอากาศเครื่องนี้ก่อนการดัดแปลงคอมเพรสเซอร์ และเมื่อนำไปทดลองใช้งานจริงแล้ว พบว่าเครื่องปรับอากาศที่ดัดแปลงนั้นสามารถใช้งานได้จริง โดยให้ค่ากระแสไฟฟ้าและค่าพลังงานที่ใกล้เคียงกับเครื่องปรับอากาศที่ยังไม่ได้ดัดแปลง

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า คอมเพรสเซอร์ที่ทำการดัดแปลงระบบการใช้ไฟฟ้าจาก 1 เฟส 220 โวลต์ เป็น 3 เฟส 220 โวลต์นั้นสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องปรับอากาศเดิมได้จริง และยังสามารถควบคุมความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์โดยการใช้ชุดควบคุมความเร็วรอบได้ด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณวัลลภ ลิ้มพลาสุข(ช่างซ่อมมอเตอร์) ที่ให้คำปรึกษาในการคำนวณออกแบบดัดแปลงมอเตอร์ และ นายประสงค์ แก้วดำ, นายสุขสันต์ สิทธิ และนายศุภกิตติ์ ยอดแก้ว นักศึกษา สาขาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่ช่วยดัดแปลงชิ้นงานและทดสอบจนงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งขอขอบคุณ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัย และขอบคุณทุกท่านที่ให้การสนับสนุน

6. เอกสารอ้างอิง

วัลลภ ลิ้มพลาสุข (ช่างซ่อมมอเตอร์). **คู่มือการออกแบบมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อการซ่อม.**

สนอง อิ่มเอม. 2535. **เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศรถยนต์**. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊พ จำกัด

http://www.petsong.com/ควรรู้เรื่อง-แอร์บ้าน/ระบบอินเวอร์เตอร์-INVERTER-ดียังไง.html (สืบค้นวันที่: 4 เมษายน 2556).

http://www.tgipmt.com/en/technology/electrical/15/print (สืบค้นวันที่: 6 เมษายน 2556)

http://www.audiodiyclub.net/index.php?action=dlattach;topic=7086.0;attach=25677 (สืบค้นวันที่ 20 มิถุนายน 2556)