

เครื่องยนต์ลมอัดใช้ลมทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

**THE MODIFIED AIR ENGINE USING WASTED COMPRESSED
AIR FROM INDUSTRIES**

บุญชู เกตุยงค์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

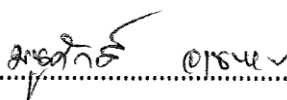
เครื่องยนต์มอค์ใช้ลมทิงจากโรงงานอุตสาหกรรม

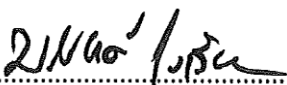
บุญชู เกตุยงค์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณทิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี


หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องยนต์ลมอัดใช้ลมทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
The Modified Air Engine Using Wasted Compressed Air form Industries
ชื่อ - นามสกุล นายบุญชู เกตุยงค์
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พิพัฒน์ ปราโมทย์, Ph.D.
ปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์มนูศักดิ์ งานทอง, Dr.-Ing.)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ, Ph.D.)

..... กรรมการ
(อาจารย์ปรัชญา เปรมปราณีรัชต์, Ph.D.)


..... กรรมการ
(อาจารย์พิพัฒน์ ปราโมทย์, Ph.D.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิวกอ อ่างทอง, Ph.D.)

วันที่ 28 เดือน เมษายน พ.ศ. 2558

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องยนต์ลมอัดใช้ลมทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
ชื่อ - นามสกุล นายบุญชู เกตุยงค์
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พิพัฒน์ ปราโมทย์, Ph.D.
ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ใช้พลังงานไอน้ำ และ พลังงานลมอัดเป็นต้นกำลังให้กับเครื่องจักรกล หรือ ระบบส่งกำลัง ซึ่งมีแรงดันส่วนเกินที่ต้องระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศภายนอก มีแรงดันที่สูงมากเกินความจำเป็น ส่งผลให้เสียค่าใช้จ่ายกับพลังงานเหลือทิ้งเหล่านี้

งานวิจัยนี้นำลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม มา เป็นพลังงานทางเลือก ใช้แทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม โดยมีการพัฒนา และปรับปรุง ชิ้นส่วน ของเครื่องยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก จำนวน 1 ลูก ขนาด 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยการ ศึกษาการทำงาน และ ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ลมอัด ซึ่งอยู่ภายใต้พื้นฐานการควบคุมความดันลมตั้งแต่ 2-8 บาร์ ส่งกำลังโดยสายพานไปหมุนอัลเทอร์เนเตอร์ขนาด 60 แอมแปร์สร้างไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องประจุแบตเตอรี่ จากไฟฟ้ากระแสสลับ

ผลการศึกษาพบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิต ได้สามารถประจุแบตเตอรี่ขนาด 45 แอมแปร์ในเวลาเฉลี่ย 6 ชั่วโมง ซึ่งการประจุไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ 60 แอมแปร์ ใช้เวลาเฉลี่ย 5 ชั่วโมงกับการประจุแบตเตอรี่ต่อครั้ง ใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 13.2 กิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ เมื่อใช้ เครื่องยนต์ ที่ใช้พลังงานลมอัดปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้า 6,480 วัตต์ต่อเดือน

คำสำคัญ: พลังงานทางเลือก พลังงานปล่อยทิ้งจากโรงงาน เครื่องยนต์พลังลมอัด

Thesis Title	The Modified Air Engine Using Wasted Compressed Air from Industries
Name – Surname	Mr. Boonchu Ketyong
Program	Mechanical Engineering
Thesis Advisor	Mr. Pipat Pramot, Ph.D.
Academic Year	2014

ABSTRACT

Most industrials use steam power and compressed air to drive the machine or to transmission power. These energies drain out inevitably to the atmosphere with high pressure and high energy. As a result, the cost is paid for these wasted energies.

This research is about the engine that can use compressed air emitted by industries. With the modification and improvement of engine upper parts, a small 150 cc one-cylinder engine can use compressed air instead of petroleum fuel. To study the performance of the compressed air engine, the air pressure was controlled within 2-8 bars. Then the power was transmitted by belt to drive the 12-volt, 60-ampere alternator. This alternator is used to charge the specific battery in order to compare with the regular charger.

The results show that, the energy produced by alternator can fully charge to the 45 ampere battery within 6 hours or less, which compared to the electric charger which reached the fully charge within 5 hours with energy consumption about 13.2 kWh per use. According to the results, the compressed air engine can reduce energy consumption of the industrial about 6,480 watts per month compared to the electric charger.

Keywords: alternative energy, industrial wasted energies, compressed air engine

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสะดวก ความกรุณาอย่างสูงและความอนุเคราะห์จากการให้คำแนะนำ โดย ดร.พิพัฒน์ ปราโมทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.มนุศักดิ์ จานทอง ประธานกรรมการสอบ ดร.ปรัชญา เปรมปราณีรัชต์ กรรมการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาตลอดจนให้ความช่วยเหลือ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยียานยนต์มหาชัย โรงเรียนฐานเทคโนโลยี ผู้อำนวยการคณาจารย์ แผนกไฟฟ้ากำลัง แผนกช่างยนต์ ที่ได้ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือ ดำเนินการวิจัยและทดลอง นิคมอุตสาหกรรมจังหวัดสมุทรสาคร และบริษัทมารีนโกลด์โปรดักส์ ที่ให้สถานที่ทดสอบจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับการช่วยเหลือและกำลังใจจาก พี่น้อง ตลอดจนบุคคลต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออีกมาก มาย ที่ผู้วิจัยไม่สามารถกล่าว รายนามได้ทั้งหมดในที่นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

คุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเพื่อบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานค้นคว้าฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจ หากการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ขาดตกบกพร่องหรือไม่สมบูรณ์ประการใด ผู้วิจัยขอกราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

บุญชู เกตุยงค์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญรูป	(9)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(12)
บทที่ 1 บทนำ.....	14
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	14
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	15
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	15
1.4 ข้อยกเว้นของการวิจัย	15
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	16
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
2.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์	23
2.3 อุปกรณ์พื้นฐานของระบบนิวแมติกส์	24
2.4 การผลิตลมอัด.....	25
2.5 ลมอัด	32
2.6 ระบบไฟซาร์จรยนต์.....	39
2.7 แรงบิด	42
2.8 ตัวแปรผันไฟตรง-ไฟตรง	49
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	52
3.1 การดำเนินงาน	52
3.2 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ	54
3.3 ขั้นตอน	56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 การออกแบบ.....	66
บทที่ 4 ผลการทดลอง	70
4.1 การวัดความชื้นของลมอัดที่ปล่อยทิ้ง.....	70
4.2 การทดสอบถังลมแบบหลายห้องและเครื่องยนต์ลมอัด	71
4.3 เครื่องหมายที่ล้อช่วยแรง	75
4.4 เวลาเปิด-ปิดวาล์ว	76
4.5 การนำเครื่องยนต์ไปจับอัลเทอร์เนเตอร์	78
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	80
5.1 สรุปผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	80
5.2 ข้อเสนอแนะ	81
บรรณานุกรม	82
ภาคผนวก	85
ภาคผนวก ก กราฟความชื้น	86
ภาคผนวก ข เครื่องยนต์.....	90
ภาคผนวก ค คุณลักษณะของอุปกรณ์	98
ภาคผนวก ง ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่	100
ประวัติผู้เขียน	116

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดรูรั่วกับค่าการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า	35
ตารางที่ 2.2 อัตราการรั่วไหลสำหรับแรงดันค่าต่างๆ และขนาดของช่องทางออก.....	38
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของเครื่องยนต์เอนกประสงค์ 5.5 แรงม้า.....	56
ตารางที่ 4.1 ความชื้นของลมอัดปล่อยทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรม	70
ตารางที่ 4.2 ความชื้นของลมอัดที่ใช้ในโรงงาน.....	70
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบแรงดันลมอัดกับระยะเวลาที่ระบายลมอัดปล่อยทิ้ง.....	72

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แผงวงจร (Prototype Board) เป็นตัวควบคุมชุดจ่ายลมอัด.....	18
รูปที่ 2.2 ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์ลม.....	18
รูปที่ 2.3 การทดลองประสิทธิภาพโดยเชื้อเพลิงปิโตรเลียม.....	19
รูปที่ 2.4 การทดลองประสิทธิภาพโดยลมอัด.....	20
รูปที่ 2.5 รถคันแบบสามล้อและอุปกรณ์โดยใช้ลมอัด.....	21
รูปที่ 2.6 อุปกรณ์นิวแมติกส์แทนที่เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง.....	21
รูปที่ 2.7 ชุดกระบอกสูบนิวแมติกส์แทนเครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง.....	22
รูปที่ 2.8 ชิ้นส่วนเบื้องต้นของเครื่องยนต์ 4 Stroke Engine.....	23
รูปที่ 2.9 อุปกรณ์พื้นฐานของระบบนิวแมติกส์.....	24
รูปที่ 2.10 กราฟสมรรถนะเครื่องอัดอากาศ.....	25
รูปที่ 2.11 ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด.....	26
รูปที่ 2.12 ชุดบริการที่ประกอบด้วย 4 ส่วน.....	27
รูปที่ 2.13 ชุดบริการไม่มีชุดเติมน้ำมันหล่อลื่น.....	27
รูปที่ 2.14 ชุดกรองลมอัด.....	28
รูปที่ 2.15 ชุดควบคุมความดัน.....	29
รูปที่ 2.16 ชุดเติมน้ำมัน.....	30
รูปที่ 2.17 เกจวัดความดัน.....	31
รูปที่ 2.18 เครื่องอัดอากาศ.....	32
รูปที่ 2.19 ชิ้นส่วนอัลเทอร์เนเตอร์.....	39
รูปที่ 2.20 ชิ้นส่วนอัลเทอร์เนเตอร์.....	40
รูปที่ 2.21 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า.....	41
รูปที่ 2.22 ตำแหน่งขดลวดโรเตอร์หมุนครบ 1 รอบ เกิดไฟฟ้าคลื่นบวกและคลื่นลบ.....	41
รูปที่ 2.23 เพลารับแรงบิดในทิศทางตรงกันข้าม.....	43
รูปที่ 2.24 เพลาเมื่อได้รับแรงบิดและส่วนเล็กมากคิดแรงกระทำ.....	44
รูปที่ 2.25 แรงเค้นที่กระทำต่อเพลาดันและเพลากวาง.....	46
รูปที่ 2.26 เพลารับแรงบิดในช่วงอีลาสติก.....	47

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.27 เพลามีหน้าตัดไม้คองที่	48
รูปที่ 2.28 ตัวแปลงผันไฟตรง-ไฟตรง	50
รูปที่ 2.29 ระบบไฟตรงสองระบบ	50
รูปที่ 2.30 พื้นฐานการทำงาน	50
รูปที่ 3.1 การต่อเครื่องยนต์กับลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงาน	52
รูปที่ 3.2 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	53
รูปที่ 3.3 เครื่องวัดความเร็วรอบ	54
รูปที่ 3.4 โวลต์มิเตอร์	54
รูปที่ 3.5 แอมมิเตอร์	55
รูปที่ 3.6 แบตเตอรี่	55
รูปที่ 3.7 เครื่องมือวัดความชื้น	55
รูปที่ 3.8 เครื่องยนต์	56
รูปที่ 3.9 กลไกการปิดเปิดวาล์ว	57
รูปที่ 3.10 ฝาสูบและวาล์ว	57
รูปที่ 3.11 ฝาสูบเครื่องยนต์ลม	58
รูปที่ 3.12 วาล์วที่ล้มเร็ว	58
รูปที่ 3.13 เสื้อสูบ ลูกสูบและช่องก้านกระทุ้งลิ้น	59
รูปที่ 3.14 ลูกเบี้ยว	59
รูปที่ 3.15 เฟืองเพลาลูกเบี้ยว	60
รูปที่ 3.16 โซลินอยล์	60
รูปที่ 3.17 ล้อช่วยแรง	61
รูปที่ 3.18 ล้อขับ	61
รูปที่ 3.19 ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ลม	62
รูปที่ 3.20 ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ลม	62
รูปที่ 3.21 ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ลม	63
รูปที่ 3.22 อัลเทอร์เนเตอร์	63

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.23 ชิ้นส่วนภายในอัลเทอร์เนเตอร์	64
รูปที่ 3.24 เจาะโรเตอร์เพื่อติดตั้งแม่เหล็กถาวร	64
รูปที่ 3.25 ทูนโรเตอร์ติดตั้งแม่เหล็กถาวรแบบสลักขั้ว.....	65
รูปที่ 3.26 เครื่องยนต์ที่ทำการติดตั้งพร้อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	65
รูปที่ 3.27 ท่อลมหลักติดตั้งด้วยข้อต่อ 90 องศาบนละ 2 ตัวโดยการประสานน้ำยา.....	66
รูปที่ 3.28 ประกอบท่อลมหลัก 2 ท่อน ถอดสกรูเติมลมรถจักรยานยนต์ออกใช้ในการเติมลมเข้า	67
รูปที่ 3.29 ประกอบขวด 2 ลิตรจำนวน 20 ขวดเข้ากับท่อลมหลัก	67
รูปที่ 3.30 ติดตั้งเกจ บอลวาล์วเปิด-ปิดลมและฐานตั้ง	68
รูปที่ 3.31 ถังลมแบบหลายห้องพัก.....	68
รูปที่ 4.1 ถังพักลมจำลองแบบหลายห้อง.....	72
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันลมอัดกับระยะเวลาที่ปล่อยลมอัด	73
รูปที่ 4.3 การทดสอบการหมุนของเครื่องยนต์กับลมอัดที่ใช้ในโรงงาน	73
รูปที่ 4.4 การทดสอบการหมุนของเครื่องยนต์กับลมปล่อยทิ้ง	74
รูปที่ 4.5 การประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่	74
รูปที่ 4.6 การประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่	75
รูปที่ 4.7 เครื่องหมายที่ขอมูเลย์หรือล้อช่วยแรง	76
รูปที่ 4.8 Valve Timing Diagram	77

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

พลังงานทดแทน	พลังงานที่ใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงหรือเป็นพลังงานที่เป็นทางเลือก
ฟอสซิล	การทับถมของซากสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำ
ชีวมวล	สารอินทรีย์ต่างๆไปจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงาน
AC current	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
Air Compressor	เครื่องอัดลม
Air Filter	ชุดกรองลมอัด
Air Flow Change Valve	วาล์วเปลี่ยนทิศทางลม
Air Lubricator	ชุดผสมน้ำมันหล่อลื่น
Air Regulator	ชุดควบคุมความดัน
Air Reservoir Tank	ถังเก็บลมอัด
Air Service	ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด
bar	หน่วยวัดความดัน
Brake Horse Power	กำลังของเครื่องยนต์ที่ได้รับจากเพลาคู่มือ
CC.	ลูกบาศก์เซนติเมตร
cfm	ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที
Cycle	จังหวะของเครื่องยนต์
DC/DC Converter	ตัวแปลงผันไฟตรง-ไฟตรง
DC current	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง
Duty ratio	อัตราการทำงานต่อคาบเวลา
External Combustion Engine	เครื่องยนต์แบบสันดาปภายนอก
Free air delivery	การไหลของอากาศอิสระในระบบ
Free body diagram	การเขียนแผนภาพของวัตถุ โดยไม่สนใจสิ่งแวดล้อมใดๆ
Frequency	ความถี่ในคลื่นไฟฟ้า
High Pressure Pneumatics	นิวแมติกส์ความดันสูง
Internal Combustion Engine	เครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

km/hr	หน่วยวัดระยะทางกิโลเมตรต่อชั่วโมง
kPa	หน่วยวัดกิโลปาสกาล
Low Pressure Pneumatics	นิวแมติกส์ความดันต่ำ
Normal Pressure Pneumatics	นิวแมติกส์ความดันปกติ
PET	Poly Ethylene Terephthalate
Potential Energy	พลังงานศักย์
Pressure Gate	เกจวัดความดัน
Pressure Reducing Valve	วาล์วลดความดัน
Prototype Board	บอร์ดที่ใช้ทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์
Psi	ความดันต่อพื้นที่ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
RH	ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ
rpm	หน่วยวัดอัตราการหมุนของเครื่องยนต์
Solenoid Valve Electric	สวิตช์ที่อาศัย หลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับกลไกโดยใช้การป้อนไฟฟ้า
Speed Control Valve	วาล์วบังคับความเร็ว
Torque	การหมุนของเพลลาเป็นแรงที่ใช้เพื่อส่งกำลังของเครื่องยนต์
Twisting Force	แรงที่กระทำตั้งฉากกับแกนความยาวของเพลลา
Twisting Moment or Torque	โมเมนต์ที่พยายามบิด โครงสร้างของเพลลาให้เปลี่ยนไป
Working Pressure	ความดันใช้งานปกติ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้นวัตกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อมและนวัตกรรมด้านพลังงานกำลังมีการพัฒนาให้เป็นรูปธรรมชัดเจนมากที่สุดเพราะความจำเป็นในการแสวงหา พลังงานและการนำพลังงานมาใช้ซึ่งเป็นเสมือนปัจจัยที่ 5 ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ประกอบกับทุกประเทศทั่วโลกต่างได้รับผลกระทบจากวิกฤตพลังงานหลายครั้งหลายครา โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่ผ่านมามีค่าสูงสุดเมื่อกลาง พ.ศ. 2551 ได้เกิดภาวะราคาน้ำมัน โลกถีบตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและกลับทรุดตัวลงอย่างหนักในช่วงปลายปี ซึ่งผู้เชี่ยวชาญคาดการณ์ว่าน้ำมันอาจคงราคาต่ำเพียงชั่วคราวและราคาจะ ขยับตัวสูงขึ้นในระยะเวลาอันใกล้ซึ่งการแกว่งตัวอย่างรุนแรงของราคาน้ำมันได้ส่งผลกระทบในวงกว้างต่อการใช้ชีวิตประจำวันของประชากร โลกรัฐบาลของประเทศต่างๆจึงได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาวิจัยและศึกษาการใช้ “พลังงานทดแทน ” เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำมันในภาวะปัจจุบันและในอนาคตต่อไป

ความเป็นจริงของโลกของพลังงานสามารถแบ่งออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปหรือ พลังงานจาก ใต้ดิน ฟอสซิล น้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ฯลฯ ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งเป็นพลังงานที่ใช้แล้วสามารถ นำมาหมุนเวียนมาใช้ได้อีก หลายครั้ง เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม น้ำ ชีวมวล เป็นต้น ซึ่งเป็นพลังงานทางเลือกที่สามารถใช้ทดแทนพลังงานปิโตรเลียม ได้ปัจจุบันประเทศไทยจะนำเข้าพลังงานกว่าร้อยละ 60 เปอร์เซ็นต์ ของความต้องการเชื้อเพลิงในเชิงอุตสาหกรรมและพาณิชย์เพื่อรองรับการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจและจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ขณะที่แหล่งพลังงานของประเทศมีจำกัดและเริ่มมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน กระทรวงพลังงานในฐานะผู้รับผิดชอบดูแลนโยบายพลังงานของประเทศจึงส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทางเลือกเป็น “นวัตกรรมทางพลังงาน” เพื่อเป็นทางรอดของประเทศในอนาคต ภารกิจด้านนวัตกรรมพลังงานทดแทนซึ่งมุ่งเน้นพลังงานสะอาด เพื่อตอบปัญหาด้านความมั่นคงทางพลังงาน ความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม เป็นปัญหาที่ท้าทายกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องแต่ละภาคส่วนในสังคมทั้งภาครัฐ ผู้มีส่วน เกี่ยวกับกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์ของชาติตลอดจนมีการผลักดันให้เกิดยุทธวิธีต่างๆโดยระดมทั้งกำลัง ทุน ทรัพยากร กำลังคน กำลังความรู้ และกำลังทางเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อใช้เป็นต้นทุนสำคัญในการขับเคลื่อนไปยังทิศทางที่กำหนดไว้อย่างต่อเนื่อง

ตามแผนพัฒนาและส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน 15 ปีระหว่าง 2555-2564 จัดวางแผนให้มีการพลังงานใช้ทดแทนเป็นสัดส่วน 20 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดส่วนในด้านการศึกษาและพัฒนา พลังงานทดแทนเป็นการ ให้ศึกษา ค้นคว้า ข้อมูล ทดสอบ พัฒนา พลังงาน และสาธิต ตลอดจนส่งเสริมและเผยแพร่ การใช้พลังงานทดแทน ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาดไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นเช่น พลังงานลม แสงอาทิตย์ ชีวมวลและอื่นๆ เพื่อให้มีการผลิตและการใช้ประโยชน์อย่าง ต่อเนื่องแพร่หลาย มีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม โดยพลังงานที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมเป็นอีกแนวทางเลือกที่นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำพลังงานเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยทิ้งโดยสูญเปล่าได้อีกแนวทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาและปรับปรุงชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เกษตรขนาดเล็กรุ่นจำนวน 1 สูบเพื่อใช้กับพลังงานลมอัด
- 1.2.2 เพื่อศึกษาการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องยนต์ 4 จังหวะเปลี่ยนเชื้อเพลิงประยุกต์ใช้พลังงานลมอัด
- 1.2.3 เพื่อทำการศึกษาระงัดลมอัดนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ใช้เครื่องยนต์เอนกประสงค์ขนาดเล็กขนาด 150 ซีซี. จำนวน 1 สูบที่ใช้พลังงานลมอัด
- 1.3.2 เชื้อเพลิงที่ขับเคลื่อนเครื่องยนต์ใช้พลังงานลมอัดที่ปล่อยทิ้งความดันสูงสุด 8 บาร์
- 1.3.3 ใช้แรงดันลมอัดมาผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์

1.4 ข้อยกเว้นของการวิจัย

- 1.4.1 แรงดันลมอัดที่ปล่อยทิ้งมีระยะเวลาทุกๆ 20 วินาทีและหยุด 10 วินาทีที่มีความชื้นของลมอัดสูงเฉลี่ย 92 เปอร์เซ็นต์
- 1.4.2 เครื่องยนต์ทำงานโดยใช้ลมอัด 2-8 บาร์ ที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมทดสอบแรงบิดและวัดรอบสูงสุดและต่ำสุดของเครื่องยนต์

1.4.3 การทำงานของเครื่องยนต์ใช้แรงดันลมอัดประมาณ 2-8 บาร์ ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจในการพัฒนาเครื่องยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็กเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้แรงดันลมทั้ง

1.5.2 มีความรู้ความเข้าใจในการพัฒนาเครื่องยนต์เพื่อทดสอบแรงบิดระหว่างแรงลมอัดกับแรงดันลมทั้ง

1.5.3 ลดการใช้เชื้อเพลิงและนำพลังงานสูญเปล่ากลับมาใช้งาน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

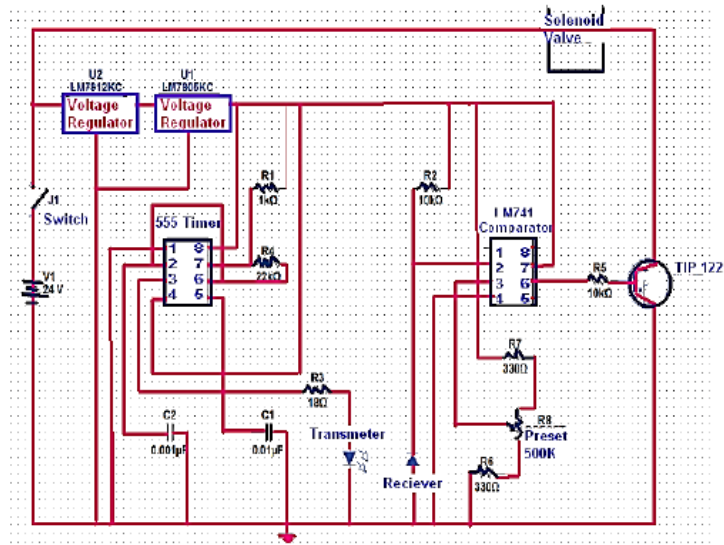
เนื้อหาในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งจะประกอบไปด้วย การ ทบทวนบทความที่เกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องยนต์ใช้เชื้อเพลิงลมอัด , เนื้อหาที่เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องยนต์, ทฤษฎีลมอัดเบื้องต้น , การบิดของเพลลา, ระบบประจุไฟฟ้าและอุปกรณ์ แปรผัน ไฟตรง/ไฟตรง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

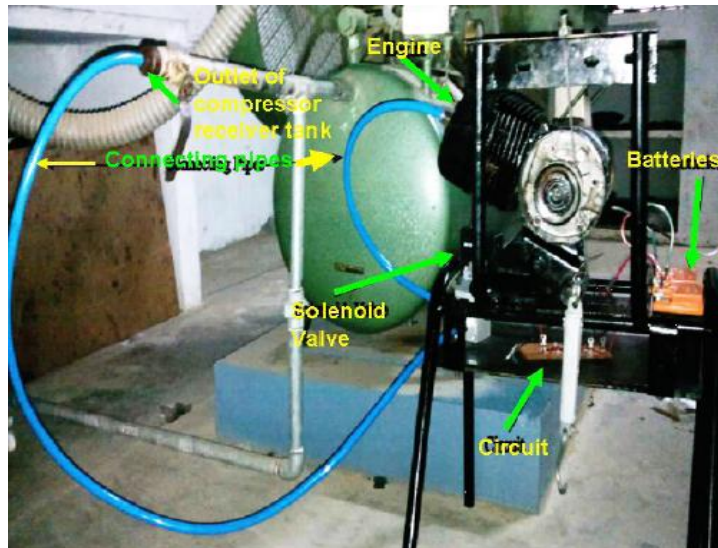
จากการทบทวนบทความงานวิจัย เพื่อนำมาพัฒนาและปรับเปลี่ยนชิ้นส่วน ของเครื่องยนต์ ลมอัดแทนการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียม มีหลายงานวิจัยที่นำเสนอถึงวิธีการศึกษาใช้พลังงานทางเลือก มาทดแทน, การทดสอบแรงบิดของเครื่องยนต์, ทดสอบการหมุนเครื่องยนต์, กำลังงานของเครื่องยนต์ โดยแต่ละงานวิจัยมีข้อดีและข้อด้อย

2.1.1 Performance Analysis of an Air Driven Engine Modified from SI Engine ปี 2013 โดย Chiranjeeva Rao Seela, D.Venkata Rao, M.Vykunta Rao

งานวิจัยที่ได้ นำเสนอคือพัฒนาและปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ 1 สูบขนาด 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cc.) ที่ใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียมนำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานลมอัดแทน เพื่อลดปริมาณไอเสียที่ทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษอันตรายต่อมนุษย์มีแนวคิดนำพลังงาน ทางเลือกเปรียบเทียบการใช้งานแรงดันลมอัดที่ทดสอบเครื่องยนต์ 1-9 บาร์ (bar) โดยวัดรอบการหมุน ของเครื่องยนต์ (rpm) สัมพันธ์กับค่าแรงบิด (Torque) หาความสัมพันธ์แรงดันลมอัดกับแรงม้าเบรก ของเครื่องยนต์ (Brake Horse Power) รวมถึงศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ข้อดีของ งานวิจัยนี้คือนำวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Prototype Board) ไม่ต้องออกแบบแผงวงจรและไม่ต้องบัดกรี และใช้ชุดวาล์วนิวแมติกส์แบบไฟฟ้า 3/2 (Solenoid Valve Electric) ต่อกับอุปกรณ์ชุดควบคุมจ่ายลม อัดทำให้เครื่องยนต์มีความเร็วรอบถึง 1440 รอบต่อนาที (rpm) แรงบิดที่เครื่องยนต์ผลิตได้ 1.2 นิวตัน เมตร (N.m) ดังรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2 ข้อด้อยงานวิจัยคือ การทดสอบทำงานของเครื่องยนต์ต้องใช้ เชื้อเพลิงจากแหล่งจ่ายลมอัดโดยตรง อยู่ในพื้นที่จำกัดไม่สามารถเคลื่อนย้ายและการใช้แผงวงจร (Prototype Board) ที่นำมาทดสอบส่วนใหญ่ใช้สำหรับการเรียนและทดลองในห้องปฏิบัติ การทดลอง แผงวงจรและอุปกรณ์ไม่สามารถทนกระแสไฟฟ้าที่สูงมากๆ ได้



รูปที่ 2.1 วงจร (Prototype Board) เป็นตัวควบคุมชุดจ่ายลมอัด (Performance Analysis of an Air Diven Engine Modified from SI Engine ปี 2013 โดย Chiranjeeva Rao Seela*a, D.Venkata Raoa and M. Vykunta Rao.) [1]

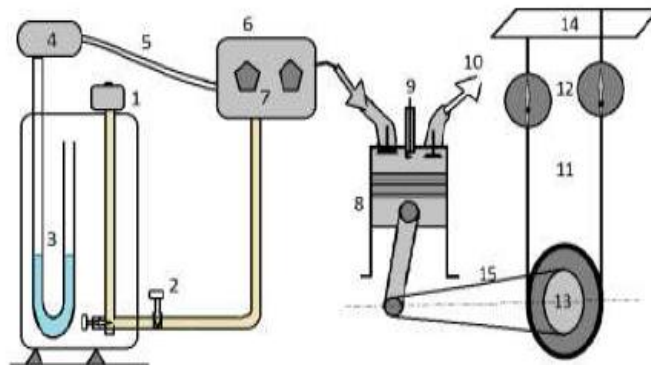


รูปที่ 2.2 ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์ลม (Performance Analysis of an Air Diven Engine Modified from SI Engine ปี 2013 โดย Chiranjeeva Rao Seela*a, D.Venkata Raoa and M. Vykunta Rao.) [1]

2.1.2 The Investigational Study Of Pragmatic Model Of Compressed Air Single Cylinder Engine For Increases The Performance ปี 2013 โดย Rahul B. Dudhat , Nainesh R. Patel , Vishal M. Kanadiya , Manish K. Mistry , Kandarp M. Joshi

Rahul B. Dudhat และคณะผู้จัดทำงานวิจัยได้นำเสนอรถจักรยานยนต์ขนาดเล็กโดยพัฒนาเพลาลูกเบี้ยวในการเปิด-ปิดเชื้อเพลิง และปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ 1 สูบ ขนาดความจุในกระบอกสูบ 97.22 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cc.) ใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียมและพลังงานลมอัด ข้อดีของงานวิจัยนี้คือรถจักรยานยนต์ใช้เชื้อเพลิงได้ 2 ชนิดและสามารถขับขีได้จริง การ ทดสอบ ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์โดยใช้เชื้อเพลิงสองชนิดเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิง ทดสอบรอบการหมุนของล้อรถจักรยานยนต์ แรงม้าเบรค (Brake Horse Power) กับภาระโหลดที่ให้ จักรยานยนต์บรรทุก และการเกิดมลภาวะที่เป็นพิษของเชื้อเพลิง ข้อดีของงานวิจัยนี้ รถจักรยานยนต์ใช้ ลมอัดที่มีแรงดัน 4 บาร์ (bar) จึงจะทำความเร็วได้ที 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/hr) รูปที่ 2.3 และรูปที่ 2.4

Experimental Setup for Traditional Engine

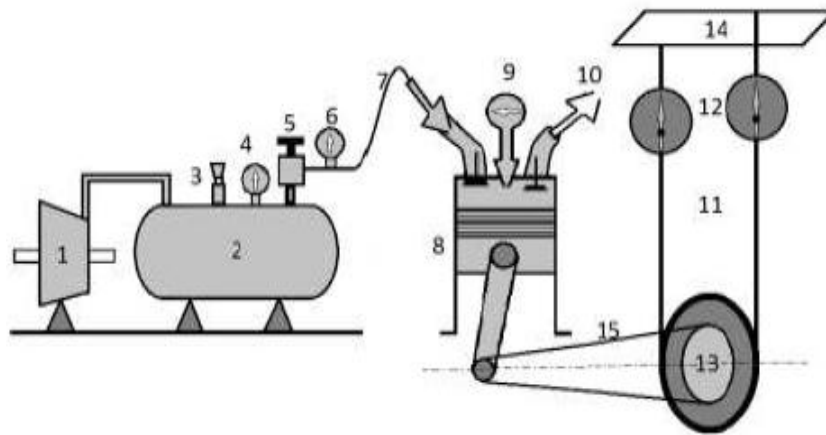


Schematic Diagram of Experimental Setup of Petrol Engine

- [1.Petrol Tank 2.Valve 3.Manometer 4.Air Supply 5.Hose Pipe 6.Carburator 7.Speed Control
8.Piston Cylinder 9.Spaek Plug 10.Exhaust 11.Hope 12.Dynamometer 13.Rim 14.Rigid Frame
15.Chain]

รูปที่ 2.3 การทดลองประสิทธิภาพโดยเชื้อเพลิงปิโตรเลียม (The Investigational Study of Pragmatic Model of Compressed Air Single Cylinder for Increases The Performance ปี2013 โดย Rahul B Dudhat,Nainesh R Patel,Vishal M Kanadiya,Manish K Mistry,& Kandarp M Joshi.) [2]

Setup for Car Engine



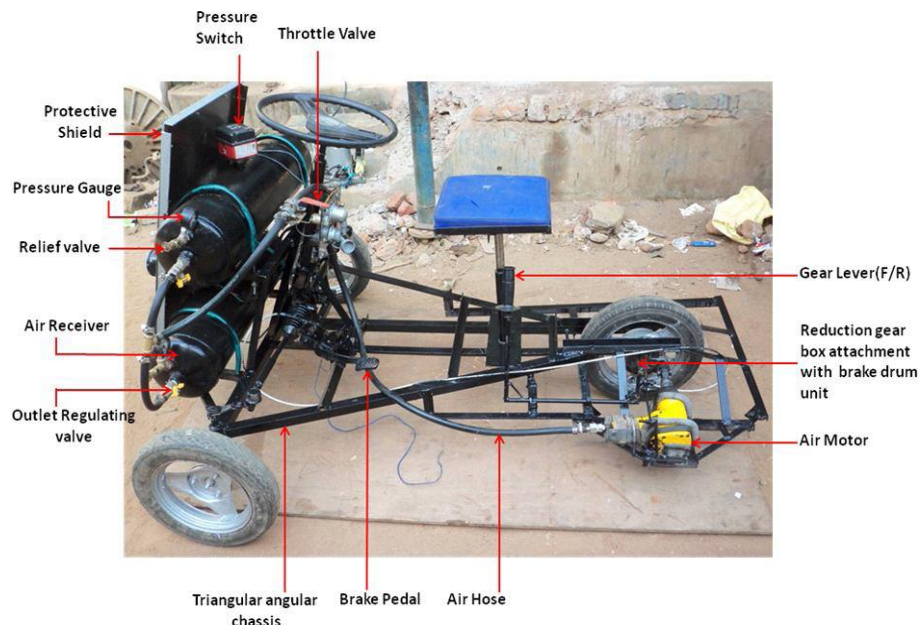
Schematic Diagram of Experimental Setup of Car Engine

[1.Compressor 2.Storange Tank 3.Sefty Valve 4.Pressure gauge 5.Reguletor 6.Pressure gauge
7.Hose Pipe 8.Piston Cylinder 9.Pressure gauge 10.Exhust 11.Hope 12.Dynamometer 13.Rim
14.Rigid Frame 15.Chain]

รูปที่ 2.4 การทดลองประสิทธิภาพโดยลมอัด (The Investigational Study of Pragmatic Model of Compressed Air Single Cylinder for Increases The Performance ปี 2013 โดย Rahul B Dudhat,Nainesh R Patel,Vishal M Kanadiya,Manish K Mistry,& Kandarp M Joshi.) [2]

2.1.3 Fabrication and Testing of Compressed Air Car ปี 2013 โดย Anirudh Addala, Srinivasu Gangada

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการสร้างรถยนต์ต้นแบบโดยใช้พลังงานลมอัดมุงเน้น การพัฒนาใช้พลังงานทดแทนโดยไม่ต้องใช้น้ำมันปิโตรเลียมมาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อลดมลพิษต่างๆและเปรียบเทียบกับ รถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นเชื้อเพลิงที่ต้องเสียเวลากับการประจุพลังงานไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ เมื่อเปลี่ยนมาใช้พลังงานลมอัดเป็นเชื้อเพลิงใช้เวลาบรรจุลมอัดเข้าไปถึงเก็บในเวลาที้น้อยกว่า ข้อดีของงานวิจัยมีแนวคิดนำเครื่องมือทางระบบ นิวแมติกส์เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนแทนเครื่องยนต์ ข้อดีในงานวิจัยเป็นแนวคิดในการออกแบบและสร้างรถยนต์ต้นแบบ ขับเคลื่อนโดยใช้พลังงานลมอัดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม มีการทดสอบประสิทธิภาพของรถยนต์ต้นแบบสามล้อโดยทดสอบระยะทางกับระบบห้ามล้อ (Brake System) ความเร็วสูงสุดของรถต้นแบบสามล้อที่แล่นบนถนนเรียบในระยะทาง 15 – 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/hr) ดังรูปที่ 2.5 และรูปที่ 2.6



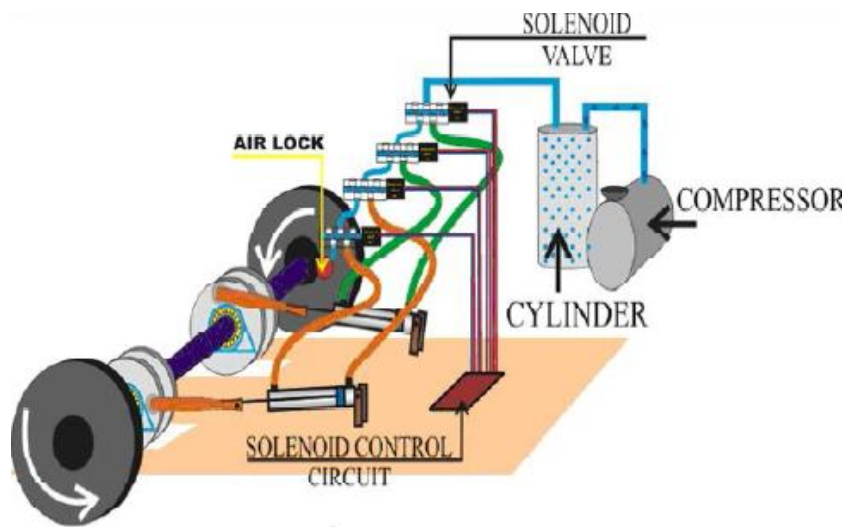
รูปที่ 2.5 รถต้นแบบสามล้อและอุปกรณ์โดยใช้ลมอัด (Fabrication and Testing of Compressed Air Car ปี 2013 โดย Anirudh Addala , Srinivasu Gangada.) [3]



รูปที่ 2.6 อุปกรณ์นิวแมติกส์แทนที่เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง (Fabrication and Testing of Compressed Air Car ปี 2013 โดย Anirudh Addala , Srinivasu Gangada.) [3]

2.1.4 Study and Fabrication of Compressed Air Engine ปี2011 โดย JP Yadav, Bharat Raj Singh

งานวิจัยนำเสนอเครื่องยนต์ต้นแบบโดยนำอุปกรณ์ ในงานระบบนิวแมติกส์เป็นต้นกำลังแทนเครื่องยนต์ซึ่งไม่ต้องมีระบบระบายความร้อน ไม่มีควันไอเสียและมลพิษต่างๆ น้ำหนักเบา เพื่อเป็นเครื่องยนต์ต้นแบบใช้พลังงานทดแทน และหาประสิทธิภาพการทำงานเครื่องยนต์ ข้อดีของงานวิจัยคือ ใช้อุปกรณ์ทางระบบ นิวแมติกส์ มาดัดแปลงเป็นเครื่องยนต์ให้เกิดการขับเคลื่อนใช้ชุดวาล์วนิวแมติกส์แบบไฟฟ้า (Solenoid Valve Electric) ควบคุมปริมาณลม ข้อดีของงานวิจัยนี้ ต้นกำลังในการขับเคลื่อนแทนเครื่องยนต์ ใช้แรงดันลมอัดถึง 10 บาร์ (bar) จึงทำให้เครื่องยนต์ทำงาน มีรอบการหมุนของเครื่องยนต์สูงสุด 600 รอบต่อนาที (rpm) ซึ่งรอบการหมุนไม่เพียงพอต่อระบบ ในการทดสอบแรงม้าเบรค (Brake Horse Power) ซึ่งมีออกแบบขนาดใหญ่เกินกว่ากำลังขับของเครื่องยนต์ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ชุดกระบอกสูบนิวแมติกส์แทนเครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง (Study and Fabrication of Compressed Air Engine ปี 2011 โดย JP Yadav, Bharat Raj Singh.) [4]

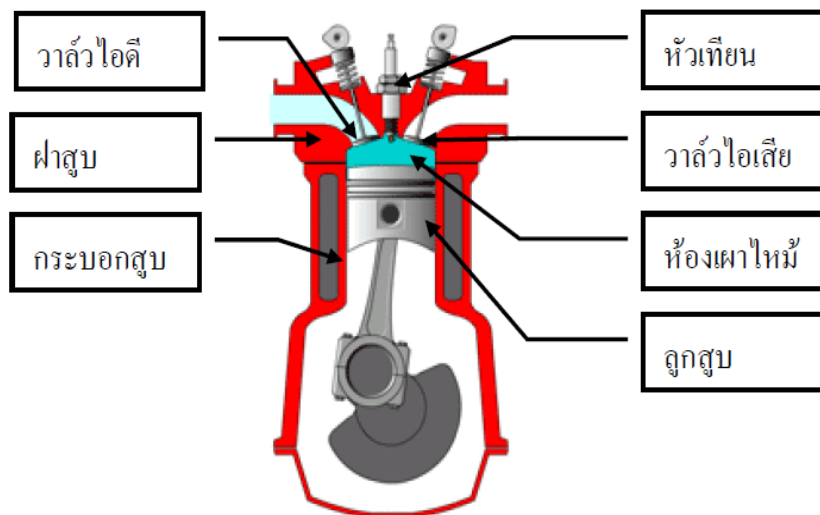
ดังนั้นในการวิจัยนี้ขอเสนอการพัฒนาและปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ออกประสงค์ขนาดเล็กรักษาการทำงานโดยใช้ลมอัดส่วนเกินจากระบบลมอัด ที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมแทนการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียม นำพลังงานที่ได้ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ (Volt)

ซึ่งมีแนวคิดนำพลังงานสิ้นเปลืองมาใช้งานลดมลพิษทางอากาศและเป็นแนวคิดใช้พลังงานทางเลือก เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและการทำงานของเครื่องยนต์ลมอัดได้อีก

2.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์

สามารถแบ่งประเภทของเครื่องยนต์จากการเผาไหม้ออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

2.2.1 เครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) การเผาไหม้เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้ที่ปิดภายในเครื่องยนต์ มีอยู่หลายแบบ เช่น เครื่องยนต์แก๊สเทอร์ไบน์ เครื่องยนต์เบนซิน และ เครื่องยนต์โรตารี



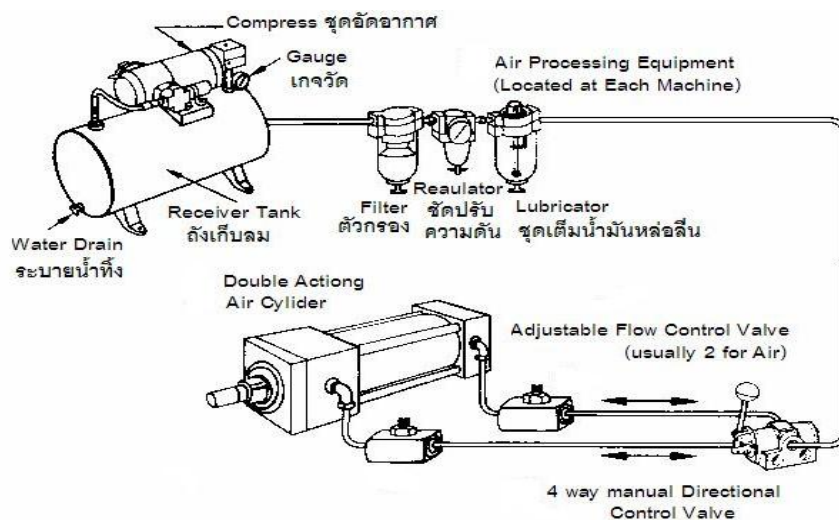
รูปที่ 2.8 ชิ้นส่วนเบื้องต้นของเครื่องยนต์ 4 Stroke Engine (ชิ้นส่วนเครื่องยนต์) [5]

2.2.2 เครื่องยนต์แบบสันดาปภายนอก (External Combustion Engine) การเผาไหม้เกิดขึ้นนอกเครื่องยนต์ เช่น เครื่องจักรไอน้ำมีให้เห็นอยู่ในรถไฟรุ่นเก่าและเรือกลไฟเชื้อเพลิงได้จากถ่านหิน ไม้ น้ำมันหรือ เชื้อเพลิง ที่เผาและได้พลังงาน ไปเปลี่ยนน้ำจากของเหลว ให้เป็นไอน้ำความดันสูง ผลักดันชิ้นส่วนของเครื่องจักรให้เคลื่อนไหว การสันดาปภายนอกทำให้สูญเสียพลังงานความร้อน ออกสู่ภายนอกโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์มากดังนั้นประสิทธิภาพจึงต่ำกว่า เครื่องยนต์สันดาปภายใน มาก และส่วนมากเครื่องจักรไอน้ำมีขนาดใหญ่เป็นเหตุผลหนึ่งที่ว่า เครื่องยนต์ในปัจจุบันจึงไม่นิยมใช้เครื่องจักรไอน้ำอีกเลยในที่นี้จะได้กล่าวถึงการจำแนกเครื่องยนต์ตามจังหวะการทำงานของ

เครื่องยนต์ซึ่งสามารถแบ่งตามการทำงานได้เป็น 2 ประเภทคือ เครื่องยนต์ 4 จังหวะและ เครื่องยนต์ 2 จังหวะ (Cycle) โดยพื้นฐานการทำงานของเครื่องยนต์ทุกชนิดจะต้องมี การทำงาน รอบการหมุน ใน จังหวะ ดูด -อัด - ระเบิด - คาย แต่ละรอบการทำงานของเครื่องยนต์แต่ละแบบอาจมีความแตกต่างกัน ในลักษณะของเครื่องยนต์ เช่น จังหวะดูด ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ จะดูดอากาศที่ผสมกับ น้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งเรียกว่า ไอดี ผ่านเข้าทางวาล์วไอดี เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ จะดูดเอาเฉพาะอากาศ เพียงอย่างเดียว ผ่านท่อร่วม ไอดีและวาล์วไอดี ก่อนเข้ากระบอกสูบ สำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2 จังหวะ (Cycle) จะดูดอากาศที่ผสมน้ำมันเชื้อเพลิงกับน้ำมันหล่อลื่นไหลผ่านริควาล์วเข้าไปห้องประจุ ไอดีจะสังเกตได้ว่า ในจังหวะดูดของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ (Cycle) จะมีการไหลของน้ำมันกับอากาศ ผ่านวาล์วไอดีไหลเข้ากระบอกสูบ ในขณะที่เครื่องยนต์ 2 จังหวะ (Cycle) ไอดีไหลผ่านท่อทาง เพื่อ ความเข้าใจจังหวะรอบการทำงาน of เครื่องยนต์แต่ละ ชนิด การทำงานส่วนประกอบขึ้นพื้นฐานของ เครื่องยนต์จะมีส่วนประกอบชิ้นส่วนหลักๆ ก็คือ ลูกสูบ, ก้านสูบ ,ห้องเผาไหม้, กระบอกสูบ, เพลาข้อเหวี่ยง ส่วนเครื่องยนต์ 4 จังหวะ จะมีหลักการทำงานคือใน 1 กลวัตร (Cycle) ของแต่ละสูบ เพลาข้อเหวี่ยงจะหมุน 2 รอบ ต่อการจุดระเบิดจะให้กำลังงาน 1 ครั้ง เครื่องยนต์ 2 จังหวะมีหลักการทำงานคือ ใน 1 กลวัตร (Cycle) ของแต่ละสูบ เพลาข้อเหวี่ยงจะหมุน 1 รอบ ต่อการจุดระเบิดให้กำลังงาน 1 ครั้ง

2.3 อุปกรณ์พื้นฐานของระบบนิวแมติกส์

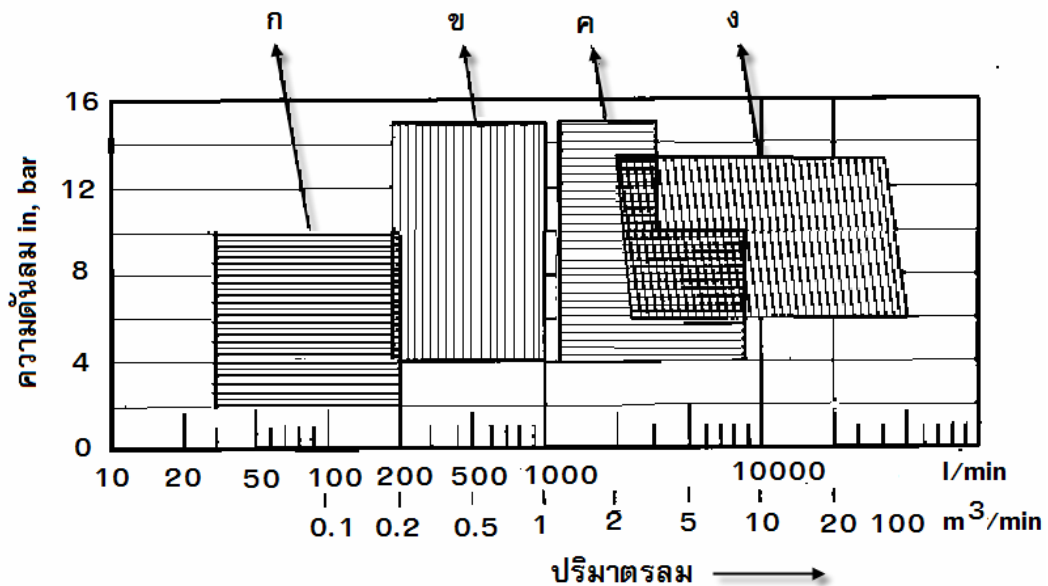
ได้กล่าวไว้ว่า การทำงานของระบบนิวแมติกส์จะมีองค์ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 2.9 อุปกรณ์พื้นฐานของระบบนิวแมติกส์ (ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม ปี 2541 .ขวัญชัย สินทร์พษ์ สมบูรณ์,และปานเพชร ชินินทร.) [6]

2.4 การผลิตลมอัด (Compressed air production)

ทำได้โดยการใช้เครื่องอัดอากาศ อากาศปกติจะถูกอัดให้มีความดันสูงขึ้นตามความต้องการ โรงผลิตลมอัดจะเป็นจุดศูนย์กลางสำหรับการจ่ายลมอัดให้กับอุปกรณ์ต่างในระบบนิวแมติกส์ ค่าความดันลมอัดผลิตปกติประมาณ 10 บาร์ (bar) ในอุตสาหกรรมจะแบ่งจากขนาดของความดันใช้งาน ออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้ นิวแมติกส์ความดันต่ำ (Low Pressure Pneumatics) ค่าความดันลมอัดไม่เกิน 150 กิโลปาสกาล (kPa) หรือ (1.5 bar , 21.75 psi) ใช้กับระบบฟลูอิดลอจิก (Fluid Logic) และระบบฟลูอิดิกส์ (Fluidics) นิวแมติกส์ความดัน ลมอัดปกติ (Normal Pressure Pneumatics) ใช้ในอุปกรณ์นิวแมติกส์อุตสาหกรรม มีค่าความดันลมอัดอยู่ระหว่าง 150 – 1,600 kPa (1.5 – 16 bar) นิวแมติกส์ความ ลมอัดดันสูง (High Pressure Pneumatics) ความดันตั้งแต่ 1,600 kPa ขึ้นไป (16 bar , 132 psi) ใช้ในงานเฉพาะที่ต้องการความดันสูงๆใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตหนัก

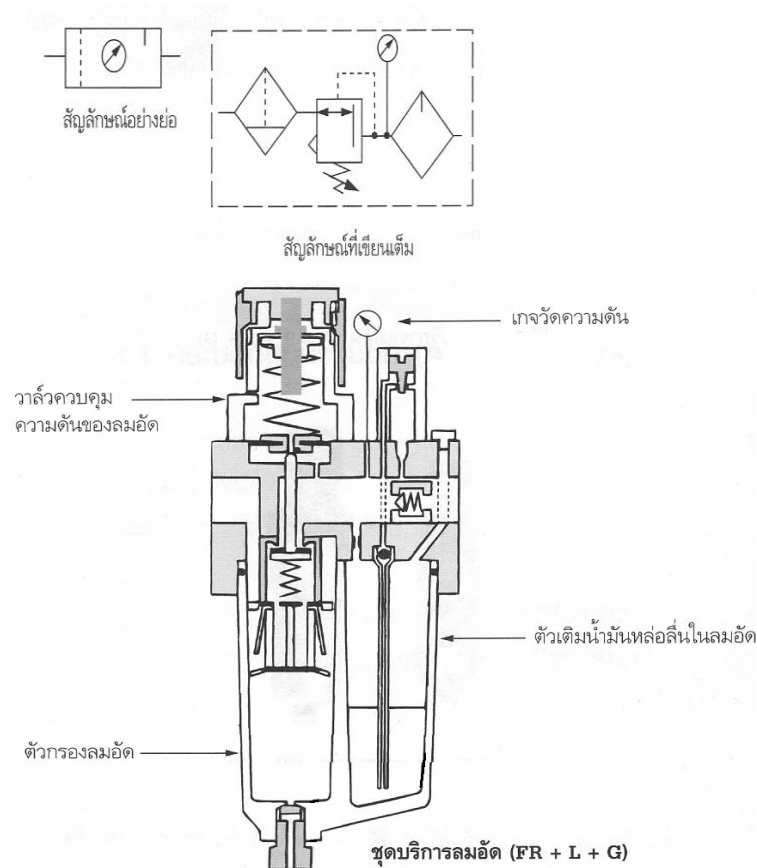


รูปที่ 2.10 กราฟสมรรถนะเครื่องอัดอากาศ (ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรมปี2541 ขวัญชัย สินทร์พย์ สมบูรณ์,และปานเพชร ชินินทร.) [6]

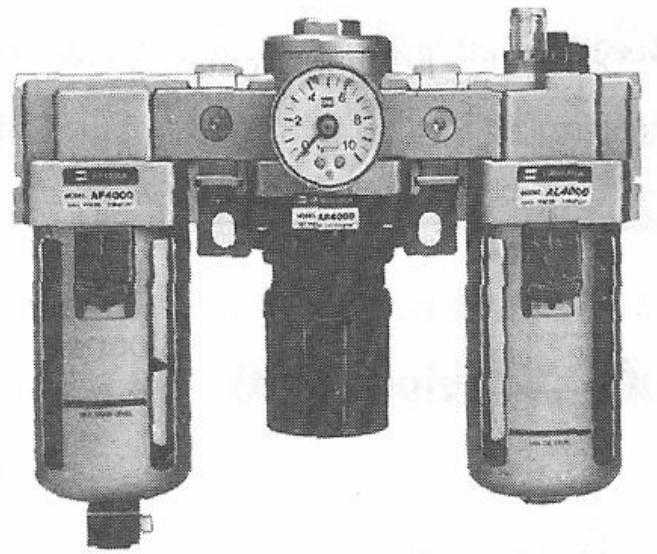
ในการเลือกเครื่องอัดอากาศและถังเก็บลมสำหรับใช้งานนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของลมอัดที่ต้องการและขึ้นอยู่กับชนิดของการติดตั้ง อาทิเช่น ลักษณะการติดตั้งแบบถาวรและแบบเคลื่อนย้ายได้ใน ความดันใช้งานปกติ (Working Pressure) สำหรับงานทั่วไปมีค่าประมาณ 6 บาร์ (bar)

2.4.1 เครื่องกรองในท่อลมหลัก (Main air Filter) จะเป็นตัวกรองฝุ่นละออง สนิม และน้ำ ที่มีปะปนมากับลมอัดให้สะอาดก่อนนำไปใช้งานและก่อนที่จะไปใช้กับเครื่องจักรในระบบนิวแมติกส์

2.4.2 ชุดปรับปรุงคุณภาพของลมอัด (Air Service) มีหน้าที่ในการทำให้ลมอัดสะอาดก่อนการนำมาใช้งานรวมทั้ง ควบคุม ความดัน ให้คงที่ตามที่ต้องการและมีสัดส่วน ของน้ำมันหล่อลื่นที่เหมาะสม ชุดปรับปรุงคุณภาพจะประกอบด้วยชุดกรองลมอัด (Air Filter) ชุดควบคุมความดัน (Air Regulator) เกจวัดความดัน (Pressure Gate) และชุดผสมน้ำมันหล่อลื่น (Air Lubricator) โดยปกติแล้วชุดบริการหนึ่งจะมีอุปกรณ์ทั้ง 4 ส่วน ดังรูปที่ 2.11 ความหมายของการกำหนดรหัสตัวอักษร เช่น “FR+L+G” มีหมายความว่า ชุดปรับปรุงคุณภาพ นี้มีชุดกรองลมอัดกับชุดควบคุมลมอัดอยู่ในชุดเดียวกัน (FR) แล้วเพิ่มชุดเติมน้ำมัน (L) และเกจวัดความดัน (G) เพิ่มเติมจากเป็นชุดบริการอากาศที่ไม่มีชุดเติมน้ำมันหล่อลื่นเนื่องจากอุปกรณ์ ของ นิวแมติกส์ในปัจจุบันบางชนิดไม่จำเป็นต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นจากภายนอกเพราะได้เติมสารหล่อลื่นไว้ในตัวอุปกรณ์ดังกล่าวแล้ว



รูปที่ 2.11 ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด (ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม ปี 2554 .ณรงค์ ต้นชีวงค์) [7]



ชุดบริการลมอัด (F + R + L + G)

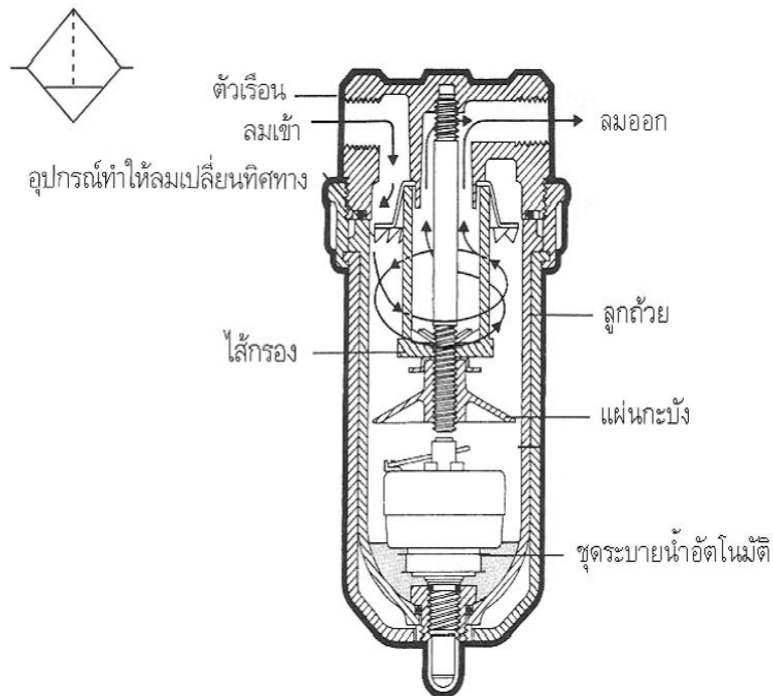
รูปที่ 2.12 ชุดบริการที่ประกอบด้วย 4 ส่วน (ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม.ปี2541 ขวัญชัย สินทรัพย์ สมบูรณ์,และปานเพชร ชินินทร) [6]



(FR + G)

รูปที่ 2.13 ชุดบริการไม่มีชุดเติมน้ำมันหล่อลื่น (ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม.ปี2541 ขวัญชัย สินทรัพย์ สมบูรณ์,และปานเพชร ชินินทร) [6]

2.4.3 ชุดกรองลมอัด (Air Filter) เนื่องจากลมอัดที่อยู่ภายในถังเก็บลมนั้นจะเกิดสิ่งสกปรกรวมตัวอยู่ เช่น ความชื้น ไอน้ำ ฝุ่นผง หรือมวลสารที่ล่องลอยใน อากาศบริเวณที่เครื่องอัดอากาศ กำลังทำงาน เมื่อลมอัดไหลผ่านตัวกรอง อากาศ ลมอัดก็จะไหลลงสู่ด้านล่างและผ่านไส้กรอง อากาศเข้าไปด้านใน จากนั้นจะไหลออกในช่องทางออกไปสู่ตัวควบคุมความดัน ของระบบลมอัดที่ต่อไป ในจังหวะที่ลมอัดไหลผ่านด้านล่างนั้นจะทำให้ ความชื้น น้ำ สิ่งสกปรก หรือมวลสารที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวกรองของอากาศจะสะสมอยู่ส่วนด้านล่างของชุดกรองลมอัด รอกการระบายทิ้งนอกจากนั้นยังมีแผ่นกะบัง (Baffle plate) เป็นตัวป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกที่สะสมอยู่ด้านล่างลอยขึ้นไปปะปนกับลมอัดที่ไหลเข้าไส้กรอง



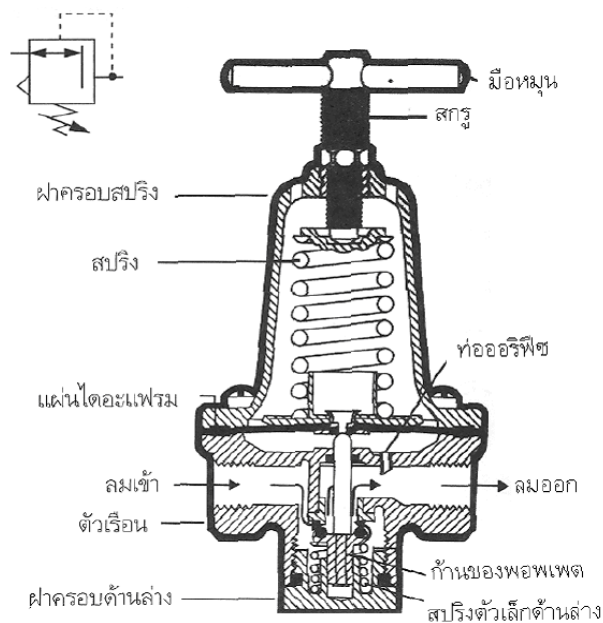
รูปที่ 2.14 ชุดกรองลมอัด (ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม ปี 2554 .ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์) [7]

2.4.4 เครื่องกำจัดความชื้น (Air Dryer) ทำหน้าที่กำจัดน้ำและความชื้นที่ปะปนอยู่ออกจากลมอัดถ้ามีสิ่งสกปรกเหล่านี้จะเกิดการฟูฟองหรืออุดตันของท่อทางลมส่งผลให้อุปกรณ์ของระบบนิวแมติกส์เสียได้วิธีการ โดยการลดอุณหภูมิของลมอัดให้ต่ำลงเพื่อที่จะให้ไอน้ำที่อยู่ในอากาศกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำและเอาออกจากระบบ ลมอัด หรือจะใช้สารเคมีในการจับ และดูดความชื้นออกจากลมอัดที่จะนำไปใช้งานความชื้นที่ถูกดูดออกมาจะกลั่นตัวเป็นน้ำและถูกนำออกมาทิ้งจากระบบด้วยกับดักน้ำ (Trap)

2.4.5 กรองลม (Air Filter) เมื่อเครื่องอัดลมทำการอัดลมเพื่อให้ความดันเพิ่มขึ้นนั้นลมที่ ถูกเครื่อง อัดลมดูดเข้าไปเพื่ออัดเก็บในถังลมเก็บลม นั้น จะมีส่วนผสมของมวลสารอื่นๆ ด้วย เช่น ฝุ่นผง หรือมวลสารที่ไม่ล่องลอยในบริเวณที่เครื่องอัดลมทำงานอยู่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่าง ยิ่งที่จะต้องเอามวลสารที่ไม่ต้องการเหล่านี้ ออกจากลมอัด เพราะมวลสารและสิ่งสกปรกต่างๆ นี้จะ เป็นตัวที่ทำให้อุปกรณ์ทำงานของระบบนิวแมติกส์เสียหาย ทำงานติดขัดอายุการใช้งานสั้นลงได้

2.4.6 วาล์วลดความดัน (Pressure Reducing Valve) เครื่องอัดลมจะทำหน้าที่อัดลมไว้ในถัง พักให้มีความความดันอยู่ค่าหนึ่ง ซึ่งค่าความดันนี้จะมีค่ามากกว่าค่าความดันใช้งานเล็กน้อย ดังนั้นใน การใช้งาน จึงจำเป็นต้องลดค่าความดันลงมา

2.4.7 ชุดควบคุมความดัน (Air Regulator) ลมอัดผ่านชุดกรองลมอัดแล้วจะ ไหลผ่านเข้ามา สู่ชุดควบคุมลมอัดเพื่อปรับแรงดันให้จ่ายความดัน ด้านออกมีค่าคงที่ (ค่าเฉลี่ยของความดันลมอัดที่ใช้ งานทั่วไปมีค่าประมาณ 6 bar)

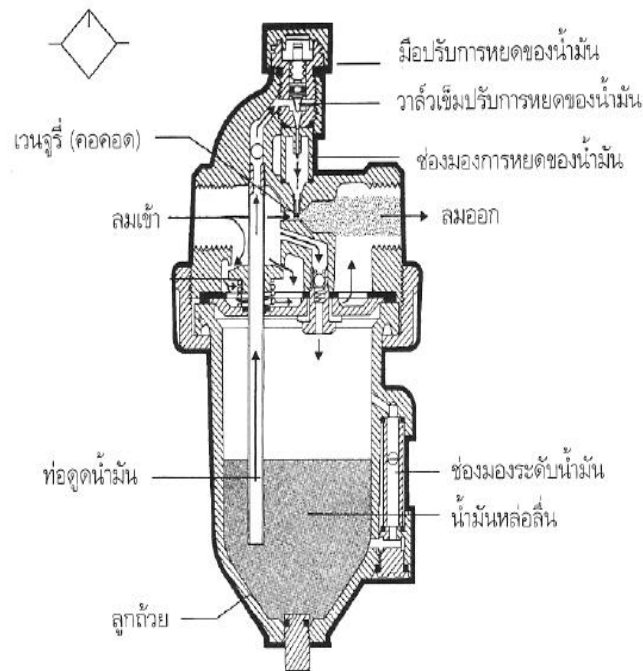


รูปที่ 2.15 ชุดควบคุมความดัน (ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม ปี 2554 .ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์) [7]

ลมอัดจะผ่านปาวาล์วและไหลออกที่ทางออกเพื่อนำไปใช้งาน บริเวณช่องทางออกของวาล์วจะมีช่อง ออริฟิซ (Orifice) ต่กระหว่างช่องทางออกกับห้องใต้แผ่นไดอะแฟรม ถ้าความดันลมที่ออกนี้มีความ ดันสูงกว่าค่าของสปริงตัวบน ก็จะดันแผ่นไดอะแฟรมให้ยกขึ้น ทำให้ก้านของพอพเพด ที่เชื่อมต่ออยู่

กับชุดของแผ่นไดอะแฟรมถูกยกขึ้นทำให้วาล์วปิดทางลมที่เข้าวาล์ว ค่าของแรงดันสปริงจะเป็นตัวกำหนดค่าความดันที่ลมอัดที่ผ่านวาล์ว สามารถปรับแรงดันสปริงได้ตามที่ต้องการ ส่วนสปริงตัวเล็กด้านล่างจากภาพ มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้อากาศย้อนเนื่องจากการปิด-เปิด

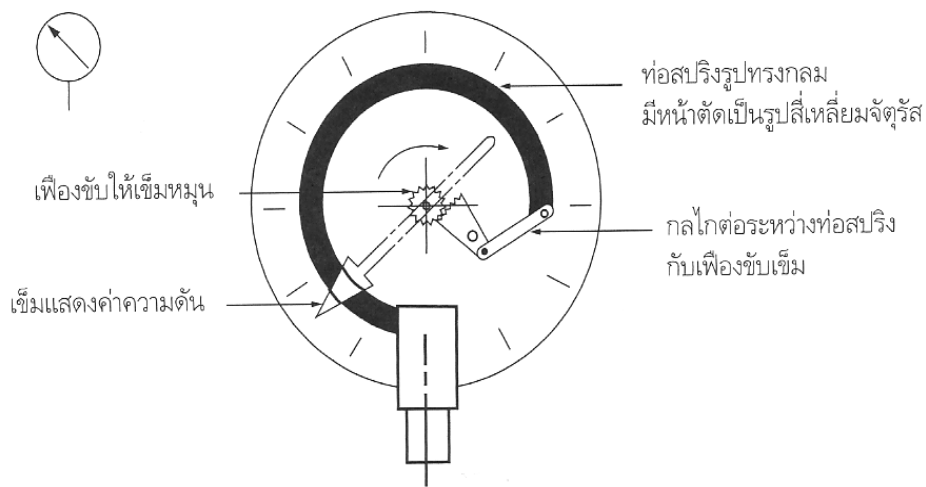
2.4.9 อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (Oil Lubricator) เนื่องจากอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์ส่วนใหญ่จะต้องมีการหล่อลื่นชิ้นส่วนภายใน จึงจำเป็นที่จะต้องมือน้ำมันหล่อลื่น ไหลปนไปกับลมอัดเพื่อทำการหล่อลื่น อุปกรณ์แต่ในงานบางประเภทของระบบ นิวแมติกส์ห้ามมีน้ำมันหล่อลื่นปนไปกับลมอัด เช่นงานด้านผลิตอาหาร ยารักษาโรค โดยปกติแล้วกรองลมวาล์วลดความดันอุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น และนอกจากนี้ยังมีเกจวัดความดัน ลมอัดมักจะรวมอยู่ในชุดเดียวกัน เรียกว่า ชุดปรับคุณภาพลม (Service Unit or Air Service)



รูปที่ 2.16 ชุดเติมน้ำมัน (ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม ปี 2554 .ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์) [7]

2.4.10 ตัวผสมน้ำมันหล่อลื่น (Air Lubricator) มีหน้าที่ในการเติมน้ำมันหล่อลื่นให้กับลมอัด เพื่อเป็นตัวหล่อลื่นและป้องกันอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่สัมผัสกันโดยตรง โดยลมอัดที่ผ่านรูทางเข้าจะไหลผ่านด้านล่างและตรงออกไปสู่บริเวณคอคออด ส่วนที่ไหลลงด้านล่างนั้นจะดันให้น้ำมันเข้าไปในท่อดูดน้ำมันและเกิดหยดลงที่หัวฉีด เมื่อหยดน้ำมันถูกลมอัดพัดให้แตกเป็นฝอยผสมกับลมอัด โดยมีวาล์วปรับขนาดการหยดของน้ำมันว่าให้หยดมากน้อยเพียงไร ปกติแล้วควรเติมน้ำมันหล่อลื่น 5 หยด

ก่อนที่หรือตรวจสอบโดยการใส่กระดาษขาว ปิดบริเวณที่รูระบายลมออก ถ้ามีน้ำมันไหลเป็นทาง แสดงว่าจำนวนที่เติมน้ำมันปริมาณมากเกินไป หลักการในการทำให้น้ำมันถูกดูดขึ้นตามท่อ ดูด เนื่องจาก เมื่อลมอัดไหลผ่านคอคอดจะทำให้ความดันในบริเวณคอคอดนั้นลดลงทำให้ความดันที่มีค่าสูงกว่าบริเวณด้านล่างดันให้น้ำมันไหลขึ้นมาผ่าน ชุดวาล์วเข็มปรับน้ำมันและไหลออกช่องทาง ออกของชุดผสม



รูปที่ 2.17 เกจวัดความดัน (ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม ปี 2554 .ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์) [7]

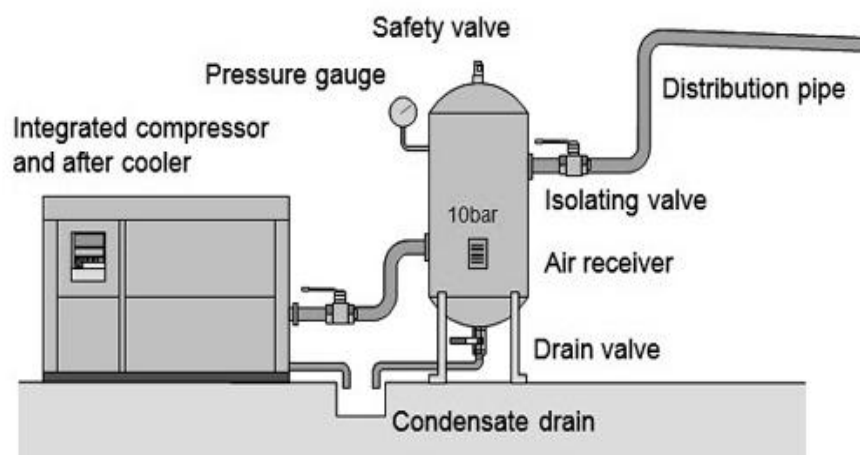
2.4.12 เกจวัดความดันลมอัด (Pressure Gauge) วัดความดันลมอัด ใช้สำหรับวัดความดัน ในวงจรนิวแมติกส์ ปกติจะติดตั้งอยู่ทางออกของตัวควบคุมความดันลมอัด เกจวัดความดันลมอัด จะเป็นแบบท่อสปริงรูปทรงกลมโค้งงอในแนวรัศมีและมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นท่อกลวง ส่วนปลายข้างหนึ่งยึดติดกับช่องที่ให้ความดันลมอัดผ่านเข้ามาภายในท่อสปริงเมื่อมีแรงดันของลม ท่อสปริงรูปทรงกลม จึงยืดออกให้ท่อตรงส่วนปลายอีกด้านของท่อสปริงจะยึดติดกับชุดกลไกต่อระหว่างท่อสปริงกับเฟืองขับเข็ม กลไกเหล่านี้จะเพิ่มตัวแสดงการเคลื่อนไหวของท่อสปริงหรือบอกความดันภายใน

2.4.14 วาล์วเปลี่ยนทิศทางลม (Air Flow Change Valve) จะทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่อุปกรณ์การทำงานของ ระบบนิวแมติกส์ เช่น ระบายสูบลม นิวแมติกส์ ที่เลื่อนออกและเลื่อนเข้ากลับมาตำแหน่งเดิม มอเตอร์นิวแมติกส์หมุนทางซ้ายหรือหมุนทางขวา วิธีการซึ่งสามารถบังคับ

เปลี่ยนทิศทางนั้นอาจจะใช้การป้อนสัญญาณไฟฟ้าหรือการป้อนลมอัด บังคับให้เคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทาง การไหลของลมอัด

2.4.15 วาล์วบังคับความเร็ว (Speed Control Valve) บางครั้งเรียก (Flow Control Valve) วาล์วจะทำหน้าที่บังคับลมอัดให้เคลื่อนที่เร็วหรือช้าโดยการปรับปริมาณลมอัดให้ได้มากน้อยตามต้องการ ซึ่งมีผลทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกเร็วหรือช้า

2.5 ลมอัด (Compressed Air)



รูปที่ 2.18 เครื่องอัดอากาศ (การเลือกขนาดท่อ www.tec-thailand.com อาจารย์ ณ นรงค์) [8]

เป็นต้นกำลังที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมภาคการผลิตที่มีความสำคัญไม่ด้อยไปกว่าระบบไฟฟ้า ระบบหม้อต้มไอน้ำ หรือแม้แต่ระบบไฮดรอลิก เนื่องจากลมอัดมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง ทั้งรูปแบบของเครื่องจักรและการส่งถ่าย ในระบบลมอัด “ท่อและถังเก็บลมอัด” เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยั้งที่จะต้องใช้เป็นต้นกำลังในการส่งถ่ายลมอัดจากแหล่งกำเนิดของความดัน คือ ปัมลม (Compressor) ไปยังอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้งาน ซึ่งการเลือกขนาดของท่อ ลมและถังเก็บลมอัดที่ถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะทำให้ลดการสูญเสียและมีความคุ้มค่าในการลงทุนที่สุด โดยเครื่องอัดลม (Air Compressor) จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการหมุนแกนมอเตอร์เพื่อขับเพลลา เครื่องอัดลมและทำลมอัด ที่แรงดันที่ต้องการไปเก็บไว้ในรูปของพลังงานศักย์ (Potential Energy) ในรูปของลมอัดที่มีแรงดัน สูง (Compressed Air) จากนั้นก็ส่งผ่านไปยังอุปกรณ์ให้ทำงาน (Actuator) เช่น กระบอกสูบลมหรือมอเตอร์ลมเพื่อเปลี่ยนเป็นแรงที่ใช้งานตามที่ต้องการ

2.5.1 ถังเก็บลมอัด (Air Reservoir Tank)

มีหน้าที่เก็บลมอัดที่ปั๊มลม (Compressor) สร้างขึ้นมาเพื่อเตรียมที่จะจ่ายไปยังอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆที่ใช้ลมอัดนอกจากหน้าที่หลักคือเก็บลมอัดแล้วถังเก็บลมยังช่วยให้แรงดันลมอัดที่จ่ายไป ยังอุปกรณ์ต่างๆนั้นมีค่าคงที่ไม่ลดลงมากเกินไปในช่วงที่เครื่องจักรต่างๆใช้ลมอัดเป็นจำนวนมากพร้อมกันและนอกจากนั้นยังช่วยให้ปั๊มลมไม่ทำงานและหยุดทำงาน (Start-Stop) บ่อยเกินความจำเป็น เนื่องจากแรงดันที่ถังเก็บลม อัดจะทำหน้าที่เหมือนตัวเก็บประจุในวงจร ของระบบ ไฟฟ้า นอกจากนี้แล้วถังลมก็ยังช่วยลดความชื้นในลมอัดคือการที่ความชื้นในลมอัดกลั่นตัวเป็นหยดน้ำและตกลงสู่ก้นของถังเก็บลมและถูก ระบายถ่ายออกจากด้านล่างของถังลม การเลือกขนาดของถังเก็บลมอัดให้เหมาะสมกับอัตราการใช้งานการเลือกขนาดของถังเก็บลมอัดให้เหมาะสมกับภาระการใช้งานลมอัดในระบบเป็นสิ่งสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพราะการเลือกขนาดของถังลมอัดที่เหมาะสมจะทำให้ อุปกรณ์เครื่องจักรต่าง ๆ เช่น ปั๊มลม ตลอดจนแรงดันของระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยสรุปแล้วการเลือกใช้นัดถังเก็บลมที่ไม่ถูกต้องจะส่งผลดังนี้คือ

2.5.1.1 ถังเก็บลมอัดมีขนาดเล็กเกินไป

- 1) แรงดันในระบบลมจะแกว่ง (Swing) ไปมาไม่คงที่ตามสภาวะการใช้งานของระบบลมอัด
- 2) ปั๊มลมต้องทำงานและหยุดบ่อยๆเนื่องจากแรงดันในท่อที่แกว่งไปมาตามภาระการใช้งานของลมอัดส่งผลถึงอัตราการสึกหรอของปั๊มลมและความสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้า
- 3) เครื่องจักรทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพเนื่องจากแรงดันของลมอัดไม่ราบเรียบ ในกรณีนี้ลมอัดในระบบอาจเปลี่ยนแปลงถึง 1 บาร์ (bar) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับระบบของเครื่องจักรหรือกระบอกลมขนาดใหญ่ที่ใช้ลมเป็นจำนวนมากพร้อมๆ กัน

2.5.1.2 ถังเก็บลมใหญ่เกินไป

- 1) ปริมาตรโดยรวมของลมอัดที่เครื่องอัดลมต้องทำ ซึ่งรวมถึงปริมาตรของท่อทางทั้งหมดและถังลมอัดรวมกันจะมาก ทำให้ปั๊มลมต้องทำงานหนักเกินความจำเป็นราคาการลงทุนสูง

สรุปข้างต้นทำให้ต้องคำนวณหาปริมาณของถังลม อัดที่พอดีกับภาระของลมอัดที่ ต้องการ ใช้โดยปกติขนาดของถังเก็บลมอัดจะต้องสามารถเก็บลมไว้จ่ายให้ระบบ นิวเมติกส์ได้ประมาณ 1 นาทีถ้าหากปั๊มลมหยุดทำงาน แล้วนั้น ซึ่งสามารถคำนวณได้โดย ใช้สมการต่อไปนี้ (โดยไม่พิจารณา รวมประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ของการกักเก็บลม แต่จะพิจารณาจากขนาดการผลิตลม อัดที่มีอัตราการไหลคงที่ของปั๊มลม)

ขนาดของถังเก็บลม
$$V_r = \frac{Q \times P_a \times \text{min}}{P_d} \quad (2.1)$$

และเพื่อง่ายต่อการคิดเมื่อคิดค่าแรงดันบรรยากาศเท่ากับ 1 บาร์จะได้ในรูปสมการ

$$V_r = \frac{Q}{P_d} \quad (2.2)$$

โดยที่ Q คือ อัตราการการใช้ลมของระบบ $\frac{Nm^3}{\text{min}}$ FAD

P_a คือ แรงดันบรรยากาศ, bar

P_d คือ แรงดันด้านจ่าย (Discharge), bar_{abs}

การคำนวณ ขนาดถังลม ปัมลมเครื่องหนึ่งมีอัตราการไหล 400 $\frac{m^3}{\text{min}}$ FAD แรงดันบรรยากาศแรงดันทางจ่าย 7 bar_{gauge} ของถังเก็บที่จะต้องใช่ จากสมการที่ 2.1

$$\text{ขนาดของถังเก็บลม } V_r = \frac{400 \times 1.033}{7 + (1.033)} \left(\frac{m^3}{\text{min}} \times \frac{kg}{cm^2} \times \text{min} \right) \bigg/ \frac{kg}{cm^2} = 51.44 \text{ m}^3$$

2.5.2 การไหลของอากาศอิสระ (Free air delivery)

อัตราการไหลที่ใช้อ้างอิงกับปัมลมที่เราเห็นกันอยู่ในหน่วยต่าง ๆ เช่น $\frac{m^3}{m}$, $\frac{m^3}{hr}$,

cfm นั้น คืออัตราการไหลที่เราเรียกว่าการไหลของอากาศอิสระ (Free Air Delivery, FAD.) โดยการไหลของอากาศอิสระคือจำนวนของอากาศที่แรงดันบรรยากาศ (1 atm) อุณหภูมิ 20 °C ที่ถูกดูดเข้าไปยังทางเข้า (Inlet) ของเครื่องอัดอากาศการคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศอิสระ (FAD) การไหลของอากาศอิสระสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$FAD = \frac{V(P_2 - P_1)}{P_a t} \quad (2.3)$$

โดยที่ FAD คือ อากาศอิสระ (Free Air Delivery) m^3

P_2 คือ แรงดันสุดท้ายที่ออกจากปัมลม, bar_{abs}

P_1 คือ แรงดันเริ่มต้น หรือแรงดันตรงช่องทางดูด, bar_{abs}

P_a คือ แรงดันบรรยากาศ, bar_{abs}

V คือ ปริมาตรถังเก็บลม, m³ ซึ่งรวม ปริมาตรถังลม, ปริมาตร After Cooler ตลอดจนปริมาตรท่อทางทั้งหมด

t คือ เวลาสร้างแรงดันจากแรงดันเริ่มต้น (P_1) ไปจนถึงแรงดันสุดท้าย (P_2)

การคำนวณ ของปั๊มลมขนาดเล็กเครื่องหนึ่งมีถังเก็บลมขนาด 0.4 m³ ถูกตั้งแรงดันสูงสุดซึ่งเครื่องจะตัดการทำงานอยู่ที่ 8 bar (800 kPa) และแรงดันที่ปั๊มเริ่มทำงานอยู่ที่ 6 bar (600 kPa) โดยปั๊มทำงานที่แรงดันแวดล้อมเท่ากับ 1 บรรยากาศ คือ 1.013 bar ระยะเวลาที่เริ่มอัดอากาศจากแรงดัน 6 bar ถึง 8 bar คือ 45 วินาที จงหาอัตราการไหลอิสระของอากาศที่เข้าเครื่องอัดลม

จากคำถามด้านบน ถังลมมีขนาด $V = 0.4 \text{ m}^3$, แรงดันสุดท้ายของลมอัดที่ปั๊มลมตัดการทำงาน, P_2 คือ 8 bar แรงดันที่ปั๊มลมเริ่มทำงานคือ 6 bar และระยะเวลาเริ่มตั้งแต่แรงดันเริ่มต้นถึงแรงดันสุดท้ายคือ 45 วินาที $\frac{45}{60} = 0.75$ นาที

$$\text{ดังนั้นอัตราการไหลของอากาศอิสระจากสมการที่ (2.3)} = \frac{0.4(8-6)}{1.013(0.75)} = 1 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

2.5.3 การสูญเสียลมอัดจากรอยรั่ว

การรั่วของท่อลมหรืออุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์จะก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานและเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก การสูญเสียจากรอยรั่วแสดงดังตาราง ซึ่งสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดรูรั่วกับค่าการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า (<http://www.jcentech.com>)

การสูญเสียในระบบท่อ) [9]

Pressure (bar)	เส้นผ่าศูนย์กลางของรอยรั่วที่เกิดขึ้นกับท่อลม (มม.) และปริมาณลมที่รั่วไหล (Diameter Pipe (mm) and Air Leakage)															
	0.3		0.5		0.7		1		3		5		7		10	
	l/sec	kw	l/sec	kw	l/sec	kw	l/sec	kw	l/sec	kw	l/sec	kw	l/sec	kw	l/sec	kw
0.3	0.1	0	0.2	0	0.3	0.1	0.6	0.1	5.7	1	16	2.7	31.07	5.3	63	11
4	0.1	0	0.2	0	0.4	0.1	0.8	0.2	7.1	1.5	20	4.1	38.81	8	79	16
4.5	0.1	0	0.2	0.1	0.4	0.1	0.9	0.2	7.8	1.7	22	4.8	42.68	9.4	87	19
5	0.1	0	0.2	0.1	0.5	0.1	1	0.2	8.6	2	24	5.6	46.55	11	95	22
6	0.1	0	0.3	0.1	0.5	0.1	1.1	0.3	10	2.6	28	7.3	54.29	14	111	29
7	0.1	0	0.3	0.1	0.6	0.2	1.3	0.4	11	3.3	32	9	63.04	18	127	36
7.5	0.1	0	0.3	0.1	0.7	0.2	1.4	0.4	12	3.6	34	10	65.91	20	135	40
8	0.1	0	0.4	0.1	0.7	0.2	1.4	0.4	13	3.9	36	11	69.78	21	142	44
9	0.1	0.1	0.4	0.1	0.8	0.3	1.6	0.5	14	4.7	40	13	77.52	25	158	52
10	0.2	0.1	0.4	0.2	0.9	0.3	1.7	0.6	16	5.4	44	15	85.26	30	176	60

2.5.4 ประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ

โดยปกติแล้วจะมีการวัดค่าหลายๆ อย่างของประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศโดยใช้ ประสิทธิภาพพลังงานความร้อนคงที่ ประสิทธิภาพอุณหภูมิกงที่ และประสิทธิภาพเชิงกลคงที่ ประสิทธิภาพด้านพลังงานความร้อนและอุณหภูมิกงที่ จะถูกคำนวณโดยใช้กำลังของอุณหภูมิกงที่ หรือ การได้รับหรือการสูญเสียความร้อน แล้วหารด้วยปริมาณการใช้กำลังที่แท้จริงของเครื่อง ค่าที่ได้จะบ่ง บอถึง ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องอัดอากาศและมอเตอร์ขับเคลื่อน

$$\text{ประสิทธิภาพอุณหภูมิกงที่} = \frac{\text{กำลังที่ใส่เข้าไปจริง}}{\text{กำลังอุณหภูมิกงที่}}$$

$$\text{กำลังอุณหภูมิกงที่ (กิโลวัตต์)} = P_1 \times Q_1 \times \frac{\log_e r}{36.7} \quad (2.4)$$

โดยที่ P_1 = ความดันสัมบูรณ์ที่ให้ ในหน่วย กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

Q_1 = ปริมาณการส่งอากาศสูญเปล่า (FAD) ในหน่วย ลูกบาศก์เมตร / ชั่วโมง

r = อัตราส่วนความดัน $\frac{P_2}{P_1}$

การคำนวณค่ากำลังของอุณหภูมิกงที่จะไม่รวมถึงค่ากำลังที่ต้องการใช้ในการเอาชนะแรงเสียดทาน และมักจะให้ค่าประสิทธิภาพ ที่มีค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพทางพลังงานความร้อนคงที่โดยปกติแล้วค่า ประสิทธิภาพที่ได้มานี้ มักจะเป็นค่าประสิทธิภาพแบบอุณหภูมิกงที่ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญในการ พิจารณาเลือกใช้เครื่องอัดอากาศโดยการดูค่าต่างๆจากรายงานความมีประสิทธิภาพของเครื่อง

$$\text{ประสิทธิภาพทางปริมาตร} = \frac{\text{อากาศอิสระที่ปล่อยออกไป}}{\text{การแทนที่ในเครื่องอัดอากาศ}} \quad \frac{m^3}{\text{min}} \quad (2.5)$$

$$\text{ปริมาณการแทนที่ของเครื่องอัดอากาศ} = \pi \times \frac{D^2}{4} \times L \times S \times \lambda \times n \quad (2.6)$$

โดยที่ D = ขนาดของกระบอกสูบ, เมตร

L = ระยะชักของลูกสูบ, เมตร

S = ความเร็วของเครื่องอัดอากาศ, รอบต่อนาที

λ = 1 สำหรับการปฏิบัติการครั้งเดียว, 2 สำหรับกระบอกสูบการปฏิบัติการหลายครั้ง

n = จำนวนกระบอกสูบ

เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานแนวทางการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศที่ได้ผลดีที่สุดก็คือปริมาณการใช้กำลังเฉพาะ นั่นคือ กิโลวัตต์/อัตราปริมาตรการไหล สำหรับการพิจารณาเครื่องอัดอากาศที่อาจจะให้ผลการทำงานเท่ากัน

2.5.5 การสูญเสียจากการส่งจ่ายในระบบอากาศอัดการรั่วไหลและผลที่ตามมา

ระบบท่อส่งเครื่องปรับอากาศ จะนำอากาศอัดจากเครื่องอัดอากาศส่วนกลาง ส่งไปยังจุดใช้งานต่างๆ ของกระบวนการผลิต ระบบนี้จะรวมถึงชุดวาล์วแยกหลายๆ ชนิด ที่ดักของไหล ถังเก็บ และความร้อนที่มีอยู่ในระบบท่อทางเพื่อป้องกันการควบแน่นหรือการเยือกแข็งในท่อที่สัมผัสกับสภาพภายนอก การสูญเสียแรงดันในระบบ ท่อส่งจะได้รับการชดเชยโดยการใช้แรงดันที่สูงขึ้น ณ จุดปล่อยออกจากเครื่องอัดอากาศจุด ต่อที่ต้องการใช้งาน จะต้องมียูนิทอยู่รวมกันกับวาล์วแยกตัวสุดท้ายใส่กรองและเครื่องปรับอากาศเพื่อนำอากาศอัด ที่ผ่านจากท่อส่งไปยังกระบวนการผลิต หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้อากาศอัดการรั่วไหลอาจเป็นแหล่งการสูญเสียพลังงานที่ใหญ่มากใน โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ระบบอากาศอัดในบางครั้งอาจ จะสูงถึง 20-30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่เครื่องอัดอากาศผลิตได้ โรงงานทั่วไปที่ไม่ได้รับการบำรุงรักษาอย่างดี จะมีแนวโน้มที่จะสูญเสียพลังงานได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการผลิตอากาศอัดทั้งหมด ในทางกลับกันการเตรียม เพื่อการป้องกันการรั่วไหลและการซ่อมแซม ลมอัด ก็จะสามารถลดปริมาณการรั่วไหล ของลมอัดให้เหลือน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของการผลิตที่ได้จากเครื่องอัดอากาศ นอกจากจะเป็นแหล่งของการสูญเสียพลังงานอย่างเปล่าประโยชน์แล้วการรั่วไหลยังส่งผลให้มีการสูญเสียในขณะที่ปฏิบัติงานด้วย โดยจะทำให้ค่าแรงดันของลมอัดในระบบตกลงจนทำให้การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้อากาศมีประสิทธิภาพด้อยลงและส่งผลเสียต่อการผลิต ชิ้นงานหรือส่วนประกอบต่างๆ นอกจากนั้นแล้วการบังคับให้อุปกรณ์ ที่ใช้ลมอัดทำงานนานขึ้น โดยระบบลมมีการรั่วไหลนั้นก็จะทำให้ อุปกรณ์ในระบบต่างๆ นั้นมีอายุการใช้งานสั้นลง (รวมถึงส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องอัดอากาศ) การที่อุปกรณ์ทำงานนาน มากขึ้นก็จะทำให้ต้องมีการบำรุงรักษามากและต้องหยุดการเดินเครื่อง จักรนานมากกว่าปกติสุดท้ายแล้ว การรั่วไหลของลมอัดในระบบก็จะนำไปสู่การเพิ่มกำลังการผลิตของเครื่องอัดอากาศโดยไม่จำเป็นในขณะที่สามารถเกิดการรั่วไหลจากจุดใดๆ ก็ได้ในระบบลมอัดนั้นบริเวณที่พบปัญหามากที่สุดเช่น จุดเชื่อมต่อ หัวจ่าย ท่อ และอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ อุปกรณ์ปรับอากาศแรงดัน ที่เปิดที่ดักไอน้ำควบแน่น และวาล์วปิดและข้อต่อท่อ ตัวตัดการจ่าย และรอยปิดผนึกต่างๆ อัตราการรั่วไหลขึ้นอยู่กับแรงดันที่ส่งจ่ายในระบบที่ไม่มีการควบคุมและจะมีค่าสูงขึ้น เมื่อใช้แรงดันของระบบเพิ่มขึ้นโดยมีอัตราการรั่วไหลในหน่วยของลูกบาศก์ฟุตต่ออนาที (cfm) ซึ่งจะเป็นสัดส่วนกับค่า การยกกำลังสองของเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องทางออกดูได้จากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 อัตราการรั่วไหลสำหรับแรงดันค่าต่างๆ และขนาดของช่องทางออก (US DOE, 2004)
 อัตราการรั่วไหล* (cfm) (เครื่องมือที่ใช้พลังงานไฟฟ้า: เครื่องอัดอากาศและระบบ
 อากาศอัด .ปี2014. Naruepol Detpichai) [10]

อัตราการรั่วไหล (cfm)						
แรงดัน (psig)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องทางออก (นิ้ว)					
	1/64	1/32	1/16	1/8	1/4	3/8
70	0.29	1.16	4.66	18.62	74.40	167.80
80	0.32	1.26	5.24	20.76	83.10	187.20
90	0.36	1.46	5.72	23.10	92.00	206.60
100	0.40	1.55	6.31	25.22	100.90	227.00
125	0.48	1.94	7.66	30.65	122.20	275.50

สำหรับช่องทางออกที่มีความกลมที่ดี จะคูณค่า 0.97 และ 0.611 สำหรับช่องทางออกที่มีลักษณะแหลม

2.5.6 การคำนวณปริมาณการรั่วไหล

สำหรับเครื่องอัดอากาศที่มีการควบคุม เริ่ม/หยุด หรือ ทำงาน/หยุดทำงาน ก็จะง่ายต่อการประมาณค่าการรั่วไหลของระบบวิธีนี้จะเกี่ยวข้องกับการเริ่มใช้งานเครื่องอัดอากาศ เมื่อระบบไม่ต้องการใช้งานแล้ว (เมื่ออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้อากาศอัดได้หยุดทำงานแล้ว) มีการวัดค่าหลายๆ อย่างเพื่อคำนวณเวลาที่ใช้ในการเครื่องทำงานและหยุดการทำงานของเครื่องอัดอากาศโดยเครื่องอัดอากาศจะมีการทำงานและหยุดการทำงานเพราะว่าการรั่วไหลของอากาศจะทำให้เครื่องอัดอากาศอยู่ในวงจรของการเปิดและปิดในขณะที่มีค่าแรงดันลดลงเนื่องจากอากาศรั่วไหลปริมาณการรั่วไหลทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{การรั่วไหล (\%)} = \frac{T \times 100}{T + t} \quad (2.7)$$

โดยที่

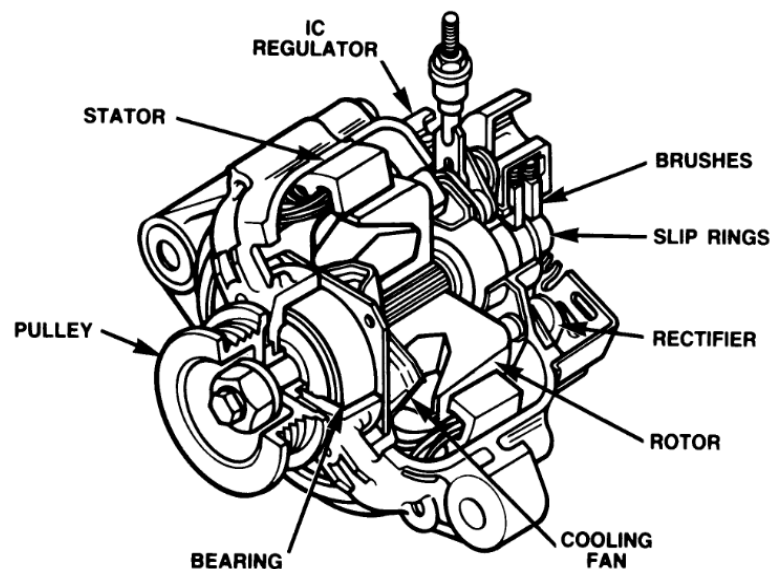
T = เวลาที่มีปริมาณงาน (min)

t = เวลาที่ไม่มีปริมาณงาน (min)

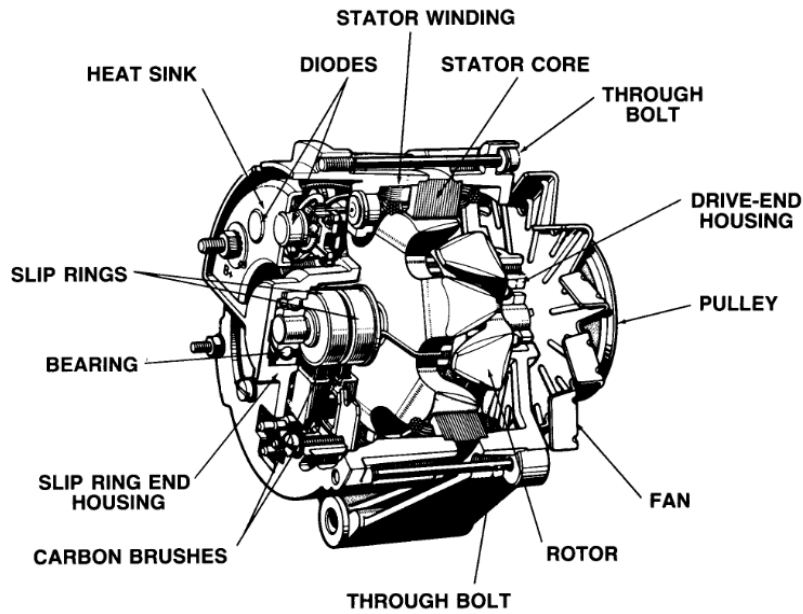
ค่าการรบกวนจะถูกระบุแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ของการสูญเสียจากกำลังการผลิตของเครื่องอัดอากาศ
เปอร์เซ็นต์การสูญเสียที่เกิดจากการรบกวนนี้ควรมีค่าน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ (%) สำหรับระบบที่มี
การบำรุงรักษาเป็นอย่างดี ส่วนในระบบที่มีการบำรุงรักษาไม่ดีอาจ จะเกิดการสูญเสียได้ถึง 20 ถึง 30
เปอร์เซ็นต์ (%) ของปริมาณอากาศและกำลังทั้งหมด

2.6 ระบบไฟชาร์จรถยนต์

ในรถยนต์จะมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่สำคัญจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยัง
วงจรสตาร์ท วงจรไฟหน้า วงจรไฟเลี้ยว ฯลฯ ซึ่งเมื่อแบตเตอรี่มีประจุไฟลดลงก็ต้องมีการประจุไฟ
เข้าไปใหม่ให้เต็มระบบประจุไฟก็ได้ถูกออกแบบนำมาใช้กับรถยนต์ เพื่อทำการชาร์จเข้าแบตเตอรี่ให้
มีประจุไฟเต็มอยู่ตลอดเวลาให้แบตเตอรี่จ่ายพลังงานไฟฟ้าทันที ระบบไฟชาร์จในรถยนต์ทำหน้าที่จ่าย
พลังงานไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้าต่างๆในรถยนต์ ต้องมีการควบคุมการชาร์จให้อยู่ใน
ค่าที่กำหนด เพื่อไม่ให้เกิดการชาร์จเกินความจำเป็นซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายกับระบบและ
อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในรถยนต์ ระบบไฟชาร์จใช้อุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้ามีอยู่ 2 ชนิดได้แก่ เจเนอเรเตอร์
และอัลเทอร์เนเตอร์ เจเนอเรเตอร์เป็นอุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัวคือจะ
ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากก็ต่อเมื่อความเร็วรอบสูง แต่ปัจจุบันในท้องถนนมีการจราจรที่ติดขัด



รูปที่ 2.19 ชิ้นส่วนอัลเทอร์เนเตอร์ (Chaeging SyStems. Toyota Motor Sales, U.S.A., Inc. All Rights Reserved.) [11]

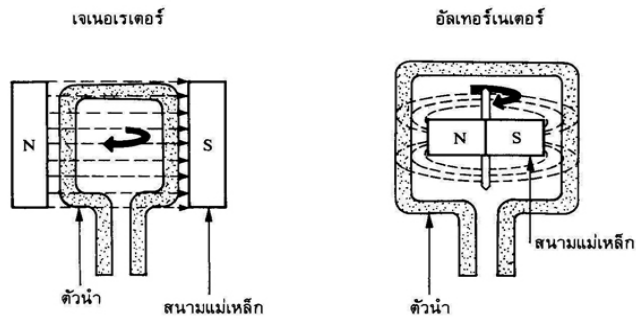


รูปที่ 2.20 ชิ้นส่วนอัลเทอร์เนเตอร์ (Chaeging SyStems. Toyota Motor Sales, U.S.A., Inc. All Rights Reserved.) [11]

เพิ่มมากขึ้นทำให้รถยนต์ติดเครื่องยนต์ไม่สามารถทำความเร็วรอบสูงได้ตลอดเวลา และรถยนต์ก็มีการเพิ่มอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่ออำนวยความสะดวกมากขึ้น เจเนอเรเตอร์จึงผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมาไม่เพียงพอความต้องการของระบบรถยนต์ปัจจุบัน อัลเทอร์เนเตอร์คืออุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ แต่ถูกแปลงเป็นกระแสตรงโดยไดโอดก่อนประจุเข้าแบตเตอรี่และจ่ายไปยังวงจรไฟฟ้าต่างๆในรถยนต์ ซึ่งคุณสมบัติอัลเทอร์เนเตอร์คือ มันสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จำนวนมากขณะมีความเร็วรอบต่ำ (ประมาณ 750 รอบต่อนาที) ทำให้มีพลังงานไฟฟ้าเพียงพอความต้องการของรถยนต์ทั้งที่ความเร็วรอบต่ำและความเร็วรอบสูง

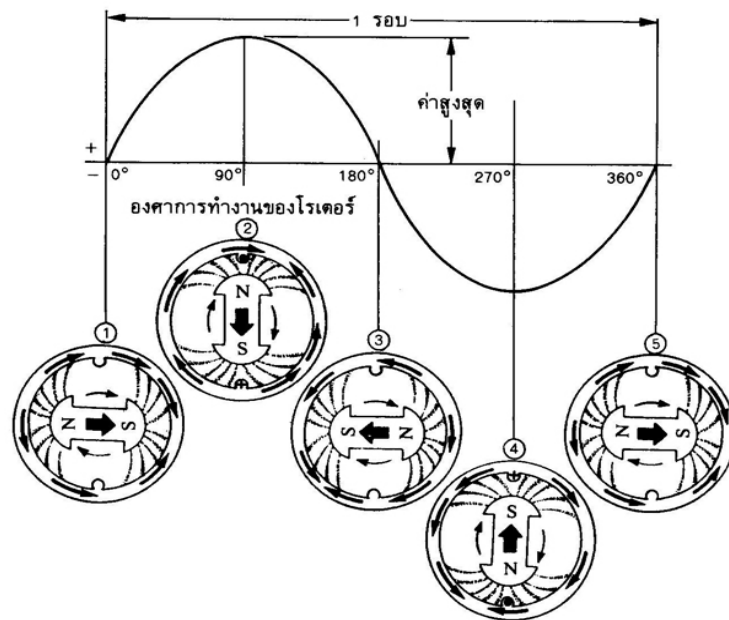
2.6.1 หลักการเกิดไฟฟ้าของระบบไฟชาร์จรถยนต์

ขดลวดตัวนำหมุนตัดกับสนามแม่เหล็กหรือให้สนามแม่เหล็กหมุนตัดกับขดลวด จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าขึ้นภายในขดลวด ซึ่งการที่ขดลวดหมุนตัดกับสนามแม่เหล็กคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC current) และสนามแม่เหล็กหมุนตัดขดลวด คือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC current) อัลเทอร์เนเตอร์จะประกอบไปด้วยขดลวดฟิลด์คอยล์หรือขดลวดโรเตอร์ (ประกอบด้วยขั้ว N และขั้ว S) และขดลวดสเตเตอร์เมื่อตัวโรเตอร์หมุนตัดกับขดลวดสเตเตอร์ครบ 1 รอบจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้นทั้งคลื่นบวกและคลื่นลบ เรียกว่า กระแสสลับ



รูปที่ 2.21 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ระบบไฟซาร์ท. <http://www.auto2drive.com>) [12]

เมื่อสนามแม่เหล็กหรือขดลวดโรเตอร์ จะหมุนอยู่ภายในขดลวดตัวนำหรือขดลวดสเตเตอร์ ก็จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กของขดลวดโรเตอร์ตัดผ่านขดลวดสเตเตอร์ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าในขดลวดสเตเตอร์ซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำ ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลออกมาสู่วงจรภายนอกของอัลเทอร์เนเตอร์ ดังรูปที่ 2.22 แสดงถึงการไหลของกระแสไฟสลับที่เกิดขึ้นในวงจรเมื่อขั้วเหนือ (N) หมุนตัดขดลวดตัวนำทางด้านบนและขั้วใต้ (S) ตัดขดลวดตัวนำทางด้านล่างจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลจาก B ไป A



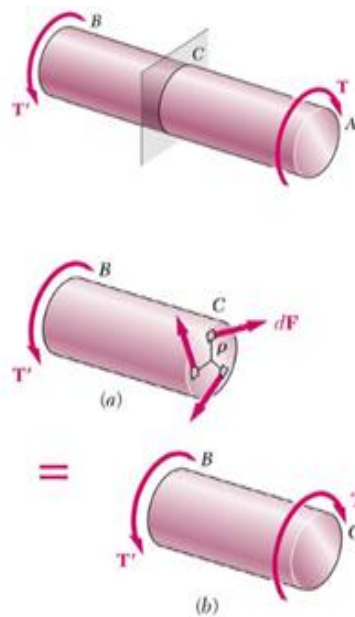
รูปที่ 2.22 ตำแหน่งขดลวดโรเตอร์หมุนครบ 1 รอบ เกิดไฟฟ้าคลื่นบวกและคลื่นลบ (ระบบไฟซาร์ท. <http://www.auto2drive.com>) [12]

ฉากกับแกนความยาวของเพลามุมรอบแกนโมเมนต์แรงบิด (Twisting Moment or Torque) โมเมนต์ที่พยายามบิดโครงสร้างของเพลาก็เปลี่ยนไปจากตำแหน่งเดิม ในการคำนวณหาการบิดของเพลากลมต้องมีสมมุติฐานคือ

- เพลาดังตรงมีหน้าตัดยาวเท่ากันตลอดความยาว
- ค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในเพลาก็ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดการยืดหยุ่น
- เพลาก็ต้องมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่นเหมือนกันตลอดความยาว
- เส้นรัศมีภาคหน้าตัดตรงของเพลาก็ยังคงเป็นเส้นรัศมีตรงหลังจากการบิด
- หน้าตัดของเพลาก่อนและหลังจะต้องเป็นระนาบไม่เปลี่ยนแปลง

2.7.1 การพิจารณาเพลาก็เมื่อรับแรงกระทำ

พิจารณาที่เพลาก็ AB ทอร์กที่จุด A และ B จะมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้ามโดยตัดเพลาก็ในระนาบตั้งฉากกับแกนเพลาก็ผ่านหน้าตัด C จะเขียน (Free body diagram) ของส่วน BC ออกมาที่หน้าตัด C จะต้องมีแรงเฉือน (Shearing Force) dF กระทำในทิศทางตั้งฉากกับรัศมีตามไปด้วยถ้าเขียนสมการสมดุลให้ ρ เป็นระยะจากแรง dF ไปยังแกนเพลาก็ผลรวมโมเมนต์



รูปที่ 2.23 เพลาก็รับแรงบิดในทิศทางตรงกันข้าม

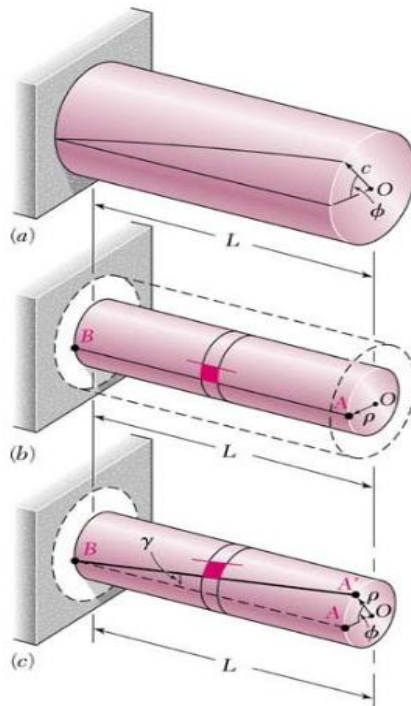
(torsion solis1_ch3.doc .ปี 2549 โดย ศิวะพงศ์ เพ็ชรสงค์) [13]

อันมาจากแรงเฉือน dF เทียบกับแกนเพลลาจะต้องมีขนาดเท่ากับทอร์ก T จะได้ $\int \rho dF = T$ แต่ถ้าพิจารณาแรงในรูปของความเค้น $dF = \tau dA$ จะได้ว่า

$$\int \rho(\tau dF) = T \quad (2.8)$$

2.7.2 การเปลี่ยนรูปร่างในเพลลากลม

ถ้าพิจารณาเพลลากลมที่ยึดติดกับจตุรรองรับที่ปลายข้างหนึ่งและมีทอร์กขนาด T กระทำอีกปลายข้างหนึ่งผลที่ได้เพลลาเกิดการบิดตัวไปจากเดิมเป็นมุม ϕ เรียกว่ามุมบิด (Angle of twist) เมื่อพิจารณาของทอร์กและมุมบิดนั้นเป็นสัดส่วนโดยตรงซึ่งพิจารณาหาความเค้นเฉือน (Shear Strain) จากความสัมพันธ์ในการบิดตัวเป็นความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง



รูปที่ 2.24 เพลลาเมื่อได้รับแรงบิดและส่วนเล็กมาคิดแรงกระทำ

(torsion solis1_ch3.doc .ปี2549 โดย ศิวะพงศ์ เพ็รชสงค์) [13]

สมมุติให้เพลลากลมมีขนาดความยาว L รัศมี c ถูกบิดไปจากเดิมเป็นมุม ϕ ถ้าไม่คิดที่รัศมี c แต่สมมุติคิดที่เพลลารัศมี ρ ใดๆพิจารณาพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาดเล็กระหว่างหน้าตัดสองวงใดๆบนเพลลา ก่อนรับ

แรงบิดและเมื่อรับแรงกระทำผลที่ตามมาอิทธิพลที่เล็ก ๆ ภายในจะเลื่อนตัวออกจากเดิม จะใช้เงื่อนไข
พิจารณาความเครียดเฉือน γ และสามารถวิเคราะห์ได้จากวงกลมที่เป็นขอบทั้งสองด้านสี่เหลี่ยมเล็ก
ที่ไม่มีบิดการเสียรูปไปจากเดิม ความเครียดเฉือนก็จะเท่ากับมุมระหว่าง AB กับ A'B ด้วยเช่นกัน ถ้า
พิจารณาที่ค่า γ น้อยๆ พิจารณาได้ว่าบริเวณส่วนโค้ง A A' จะเป็นเส้นตรงและมีค่าเป็น $A A' = L\gamma$
และเมื่อพิจารณาเส้น โค้งทางด้านหน้าตัด A A' = $\rho\phi$ ทำให้ได้ความสัมพันธ์ $L\gamma = \rho\phi$

$$\gamma = \frac{\rho\phi}{L} \quad (2.9)$$

โดยที่ทั้ง γ และ ϕ มีหน่วยเป็นเรเดียนสมการนี้จึงสามารถไปใช้เพื่อหาความเค้นเฉือนที่จุด ๆ ของ
เพลลาที่ตั้งฉากกับมุมบิดและยังแสดงความเครียดเฉือน γ และระยะจากแกนเพลลา ρ นั้นเป็นสัดส่วน
กันเราจะสรุปได้ว่าความเครียดเฉือนในเพลลาทุกมุมแปรผันโดยความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงเมื่อเทียบกับ
ระยะห่างจากแกนเพลลาจากสมการดังกล่าวสรุปได้ว่าความเครียดเฉือนสูงสุดที่บนเพลลานั้นจะเกิดที่
ระยะห่างจากแกนเพลลามากที่สุดซึ่ง ณ จุดดังกล่าว $\rho = c$ ได้ว่า

$$\gamma_{\max} = \frac{c\phi}{L} \quad (2.10)$$

ถ้านำมาเขียนในรูปของ ϕ จะได้ความสัมพันธ์ γ กับ ρ ดังนี้

$$\gamma = \frac{\rho}{c} = \gamma_{\max} \quad (2.11)$$

2.7.3 ความเค้นภายในเพลลา

การพิจารณาความเค้นภายในเพลลาใช้กฎของฮุกมาประกอบพิจารณาโดยให้เพลลารับ
ทอร์ก T ซึ่งส่งผลให้เกิดความเค้นเฉือนที่เกิดภายในเพลลาทุกจุดและต่ำกว่าจุดครากตัว τ_y เนื่องจากมี
เงื่อนไขพิจารณาให้มองว่าความเค้นภายในเพลลาต่ำกว่า (Proportional Limit) และต่ำกว่า (Elastic
Limit) เหตุที่ใช้จากการครากตัวเนื่องจากจุดทั้งสามมีค่าใกล้เคียงกันเพื่อต่อการคำนวณสามารถใช้
กฎของฮุกเพื่อพิจารณาโดยถือว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง

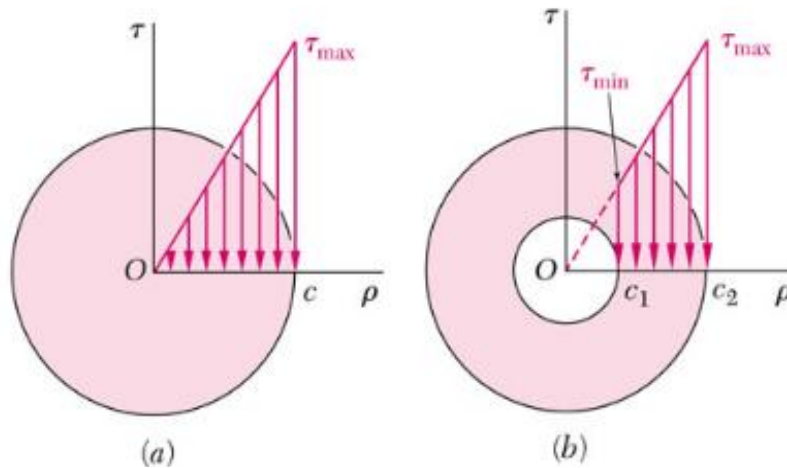
$$\tau = G\gamma \quad (2.12)$$

โดยที่ G คือ Shear Modulus ของวัสดุและนำสมการ G จะได้ว่า

$$G\gamma = \frac{\rho}{c} G\gamma_{\max} \quad (2.13)$$

จัดสมการใหม่

$$\tau = \frac{\rho}{c} \tau_{\max} \quad (2.14)$$



รูปที่ 2.25 แรงเค้นที่กระทำต่อเพลาดันและเพลากลวง

(torsion solis1_ch3.doc .ปี2549 โดย ศิวะพงศ์ เพ็รชสงค์) [13]

เมื่อมีการพิจารณาผลรวมของโมเมนต์ที่เกิดจากแรงกระทำที่กระจายอยู่บนหน้าตัดของเพลามีค่าเท่ากับทอร์กที่กระทำบนเพลาก็จะอยู่ในรูปสมการ $\int \rho \tau dA = T$ เมื่อแทนค่าในสูตรจะได้

$$T = \int \rho \tau dA = \frac{\tau_{\max}}{c} \int \rho^2 dA \quad (2.15)$$

ซึ่งในส่วนอินทิเกรตทางด้านหลังสมการคือ Polar Moment of Inertia , J ของพื้นที่หน้าตัดเมื่อเทียบกับจุดศูนย์กลางเพลาก็จะเขียนสมการได้

$$T = \frac{\tau_{\max} J}{c} \quad (2.16)$$

ย้ายสมการหา τ_{\max} ได้

$$\tau_{\max} = \frac{Tc}{J} \quad (2.17)$$

และเนื่องจาก τ_{\max} และ τ เป็นสัดส่วนกันเราจะหาสมการค่าความเค้นเฉือนที่ระยะ ρ ใดๆบนเพลลา
ได้ว่า

$$\tau = \frac{T\rho}{J} \quad (2.18)$$

จากวิชา Statics สามารถระบุค่าได้ Polar Moment of Inertia ของพื้นที่หน้าตัดวงกลมรัศมี c นั้นมีค่า
เท่ากับ $J = \frac{1}{2}\pi c^4$ เมื่อพิจารณาเพลลาตรงที่มีรัศมีด้านใน c_1 จะได้ว่า Polar Moment of Inertia คือ

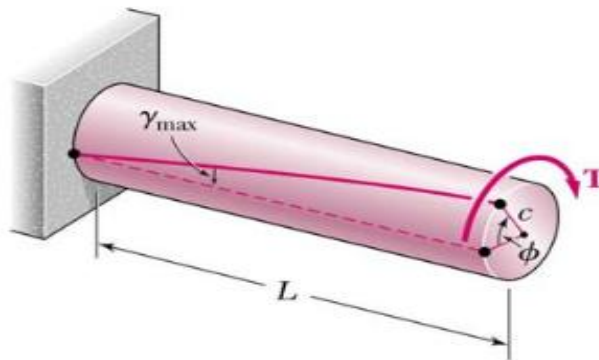
$$J = \frac{1}{2}\pi c_2^4 - \frac{1}{2}\pi c_1^4 = \frac{1}{2}\pi(c_2^4 - c_1^4) \quad (2.19)$$

โดยที่ทอร์ก T มีหน่วยเป็น N.m ส่วน c หรือ ρ มีหน่วยเป็น m และค่า J มีหน่วยเป็น m^4 ซึ่งถ้าคิดจาก
สมการความเค้นเฉือนที่คำนวณได้จะต้องมีหน่วย $\frac{N}{m^2}$ หรือ Pa

2.7.4 มุมบิดของเพลลาในช่วงอีลาสติก

ความสัมพันธ์ของมุม ϕ บนเพลลากับแรงบิดทอร์ก T ที่กระทำบนเพลลาโดยให้เพลลาอยู่
ในภาวะอีลาสติกโดยเริ่มพิจารณาจากเพลลาผ่านความยาว L และมีหน้าตัดรัศมี C รับแรงบิดทอร์ก T ที่
ปลายด้านหนึ่งจะให้ความสัมพันธ์ของมุมบิดกับความเค้นเฉือนได้

$$\gamma_{\max} = \frac{c\phi}{L} \quad (2.20)$$



รูปที่ 2.26 เพลารับแรงบิดในช่วงอีลาสติก

(torsion solis1_ch3.doc .ปี2549 โดย ศิวะพงศ์ เพ็ชรสงค์) [13]

แต่ภายในช่วงอีลาสติกจะไม่มีความเค้นที่จุดใดจุดบนเพลลาที่มีค่าสูงกว่าความเค้นที่จุดครากจึงใช้กฎ

ของฮุกพิจารณาจากความสัมพันธ์ $\gamma_{\max} = \frac{\tau_{\max}}{G}$ จะได้ว่า

$$\gamma_{\max} = \frac{\tau_{\max}}{G} = \frac{Tc}{JG} \quad (2.21)$$

จัดสมการทั้งสองเท่ากันแล้วจัดรูปสมการใหม่

$$\phi = \frac{TL}{JG} \quad (2.22)$$

โดยที่มุม ϕ มีหน่วยเป็นเรเดียน แล้วระบุความสัมพันธ์ของสมการนั้นจะใช้ได้เฉพาะเพลลาเมื่ออยู่ในช่วงที่อีลาสติกเท่านั้น ในกรณีเดียวกับเรื่องของการรับแรงในแนวแกนหากว่าเพลลาทำจากวัสดุต่างชนิดกันซึ่งค่า G ต่างกัน หรือภาระแรงบิดทอร์กต่างกัน รวมถึงรัศมีไม่เท่ากัน เราจะพิจารณาแยกส่วนแล้วนำค่าทั้งหมดมารวมกันอยู่ในรูป Summation ซึ่งมุมบิดมีค่า

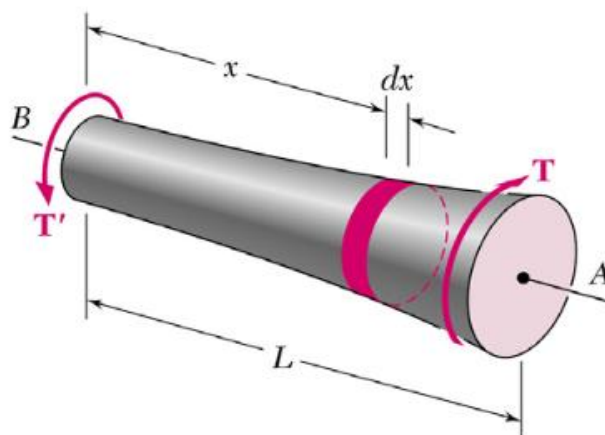
$$\phi = \sum_i \frac{T_i L_i}{J_i G_i} \quad (2.23)$$

เพลลาที่มีขนาดหน้าตัดไม่คงที่พิจารณาเป็นส่วนหนาเหมือนแผ่นดิสก์แต่ละแผ่นเทียบกับอีกด้านจะได้

$$d\phi = \frac{Tdx}{JG} \quad (2.24)$$

โดยที่สมการ J เป็นฟังก์ชันของ x ดังนั้นเมื่อทำการอินทิเกรตตลอดทั้งเพลลาตั้งแต่ระยะ 0 จนถึงความยาว L จะได้มุมบิดทั้งหมดออกมา

$$\phi = \int_0^L \frac{Tdx}{JG} \quad (2.25)$$



รูปที่ 2.27 เพลามีหน้าตัดไม่คงที่ (torsion solis1_ch3.doc .ปี2549 โดย ศิวะพงศ์ เพ็ชรสงค์) [13]

2.7.5 การออกแบบเพลลา

จุดสำคัญในการออกแบบเพลลาส่งกำลังนั้นคือกำลัง (Power) ที่ส่งและความเร็วรอบการหมุนของเพลลาจะต้องมีความสัมพันธ์กันต้องเลือกวัสดุและขนาดของเพลลาให้เหมาะสมกันเพื่อที่ค่าความเค้นเฉือนสูงสุดที่เกิดขึ้นในเพลลาในช่วงที่มีการส่งกำลังที่สูงที่สุดจะได้ไม่เกิดความเค้นที่วัสดุได้รับซึ่งหากไม่ได้มีการคำนวณเอาไว้ก่อนเพลลาจะเกิดความเสียหายการพิจารณาทอร์กที่เกิดขึ้นบนเพลลาจะมีความสัมพันธ์ของกำลัง P กับการหมุนตัวของวัตถุ $P=T\omega$ โดยที่ ω คือความเร็วเชิงมุมของวัตถุมีหน่วยเป็นเรเดียนต่อวินาที แต่ $\omega = 2\pi f$ โดยที่ f คือความถี่ในการหมุน รอบต่อนาที ดังนั้นแทนค่า ω ในสมการได้ว่า $P = 2\pi fT$ เมื่อย้ายสมการใหม่

$$T = \frac{P}{2\pi f} \quad (2.26)$$

หลังจากที่เราทราบทอร์กที่เกิดขึ้นกับเพลลา ก็จะพิจารณาความสัมพันธ์ของความเค้นกับทอร์ก

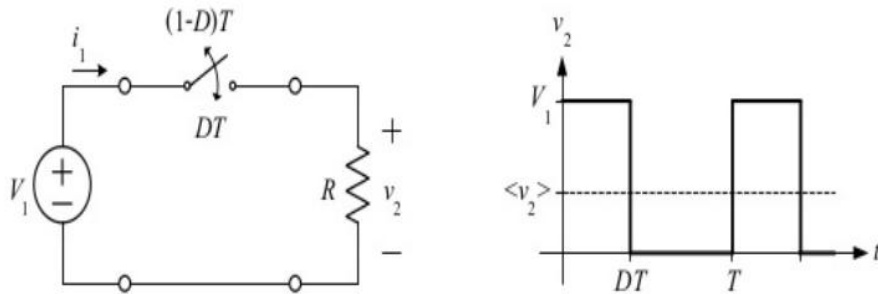
$$\tau = \frac{Tc}{J} \quad (2.27)$$

อีกประการหนึ่งหน้าตัดของเพลลา J จะเป็นฟังก์ชันของรัศมีเพลลา กลวงหรือเพลลาตันก็สามารถหารัศมีความสัมพันธ์ได้ (กรณีเพลลา กลวงจุดวิกฤตอยู่ที่ของด้านนอก)

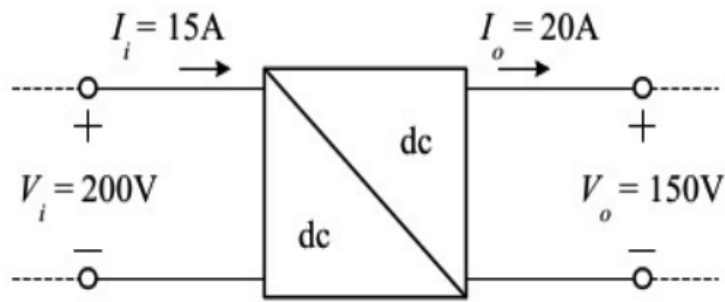
2.8 ตัวแปรผันไฟตรง-ไฟตรง (DC/DC Converter topology)

โครงสร้างการทำงานของตัวแปลงผันไฟตรง -ไฟตรง (Switching DC/DC Converter) โดยสวิทช์ทำการเปิด-ปิดทุกๆคาบเวลา T ด้วยความถี่การสวิทช์ $1/T$ และมีอัตราส่วนระหว่างช่วงเวลาทำงาน (On-Time) ต่อคาบเวลา T เรียกว่าอัตราการทำงาน (Duty ratio ;D) ซึ่งแรงดันที่เอาต์พุตโหลด (v_2) จะได้จากการสวิทช์แรงดันทางอินพุต (v_1) เป็นรูปคลื่นพัลส์ที่มีแรงดันบวกเท่า V_1 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ DV_1 ผลที่เกิดจากการสวิทช์จะให้เกิดแรงดันกระแสเพิ่มขึ้นทั้งที่แรงดันโหลด V_2 และกระแสที่แหล่งจ่าย i_1 ซึ่งในบางกรณีสำหรับอุปกรณ์หรือเครื่องมือบางประเภทที่มีความต้องการแหล่งจ่ายไฟตรงที่มีแรงดันกระแสเพิ่มต่ำจะมีความจำเป็นต้องใช้ตัวแปลงผันไฟตรง -ไฟตรง (DC/DC Converter) ความถี่สูงเนื่องจากสวิทช์จะทำงานที่ความถี่ค่อนข้างสูง ดังนั้นแรงดันกระแสเพิ่มที่เกิดขึ้นที่ความถี่การสวิทช์ซึ่งสามารถทำการกำจัดออกได้โดยง่ายเมื่อเทียบกับความดันกระแสเพิ่มที่ความถี่ต่ำจะเห็นได้ว่าตัวแปลงผันในการเชื่อมโยงระบบทั้งสองด้านเข้าด้วยกัน โดยมีแรงดันและกระแสไฟฟ้าดังรูปที่ 2.28 ซึ่งภายในบล็อกจะเป็นวงจรทำหน้าที่เป็นตัวแปลงผันไฟตรง -ไฟตรงที่มีค่าความแตกต่างของแรงดันอินพุตและเอาต์พุตเป็น $V_i - V_o = 50V$ โดยจะตกคร่อมอยู่บนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออนุกรมระหว่างขั้วทั้ง

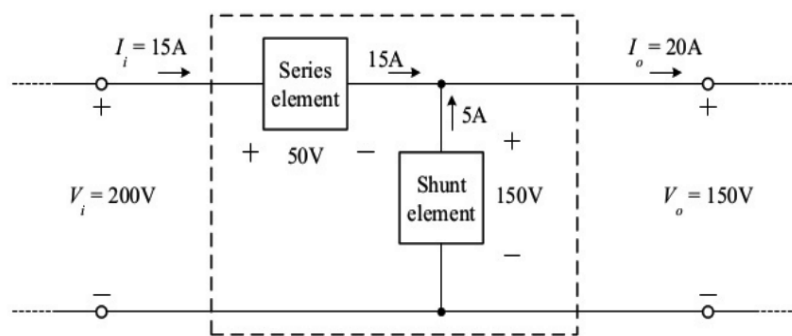
สองด้านนอกจากนี้ยังมีวงจรซึ่งเป็นส่วนของอุปกรณ์ที่ต่อขนานเป็นเส้นทางที่ให้ความแตกต่างของกระแสระหว่างอินพุตและเอาต์พุตไหลผ่านนั่นคือ $I_i - I_o = 5A$ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.28 ตัวแปลงผันไฟตรง-ไฟตรง (อิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐาน.2557 โดย นาววดี นันทากินัย) [14]



รูปที่ 2.29 ระบบไฟตรงสองระบบ(อิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐาน.2557 โดย นาววดี นันทากินัย) [14]



รูปที่ 2.30 พื้นฐานการทำงาน (อิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐาน.2557 โดย นาววดี นันทากินัย) [14]

แต่จะเห็นได้ว่าพลังงานที่ดูดกลืนโดยชุดอุปกรณ์ที่ต่ออนุกรมจะต้องเท่ากับพลังงานที่จ่ายออกจากชุดอุปกรณ์ที่ต่อขนาน ดังนั้นอุปกรณ์ทั้งคู่จะไม่เกิดการสูญเสียพลังงานจึงเป็นเรื่องที่ไม่ง่ายจึงพิจารณาออกแบบอุปกรณ์ทั้งสองชุด อุปกรณ์ที่ต่อในส่วนอนุกรมและขนานนั้นจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ไม่เกิดการสูญเสียพลังงานซึ่งอาจกล่าวได้ว่าแรงดันเฉลี่ยที่อุปกรณ์ทั้งสองชุดมีค่าเป็นศูนย์ก็อาจจะใช้สวิตช์แทนอุปกรณ์ทั้งสองนี้โดยกำหนดอัตราการทำงาน D ของสวิตช์เพื่อให้ได้ค่าเอาต์พุตตามต้องการแต่ปัญหาของการใช้สวิตช์ในการควบคุมคือผลของแรงดันกระเพื่อมจะเกิดขึ้นในกระแสด้านอินพุตและเอาต์พุตซึ่งสามารถแก้ไขปัญหานี้โดยการเพิ่มวงจรกรองความถี่ต่ำเพื่อกรองแรงดันกระเพื่อมออกและสามารถใช้วงจรแปลงผันร่วมกับวงจรกรองเพื่อสร้างเอาต์พุตในแบบที่ต้องการ

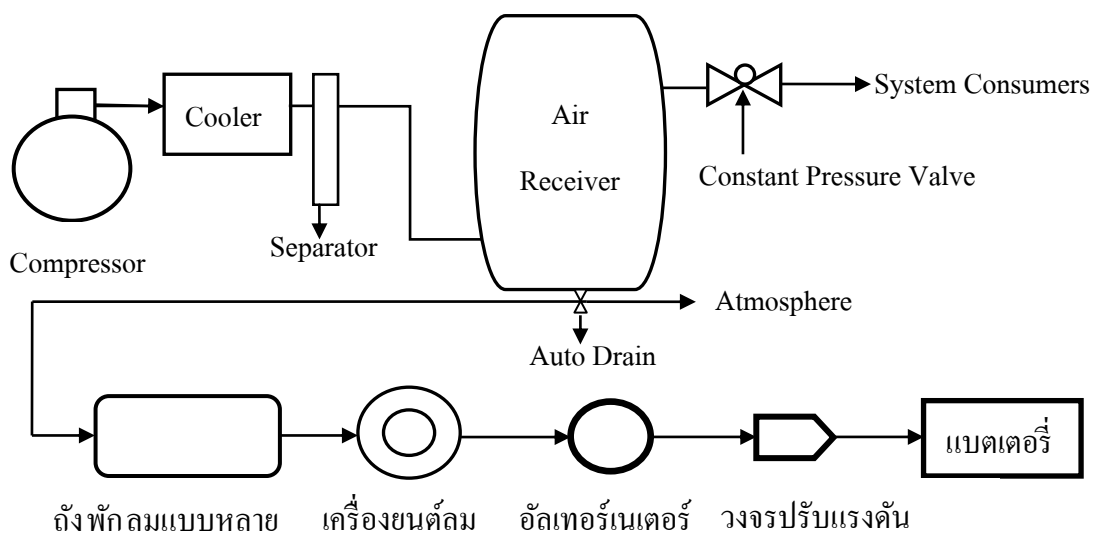
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

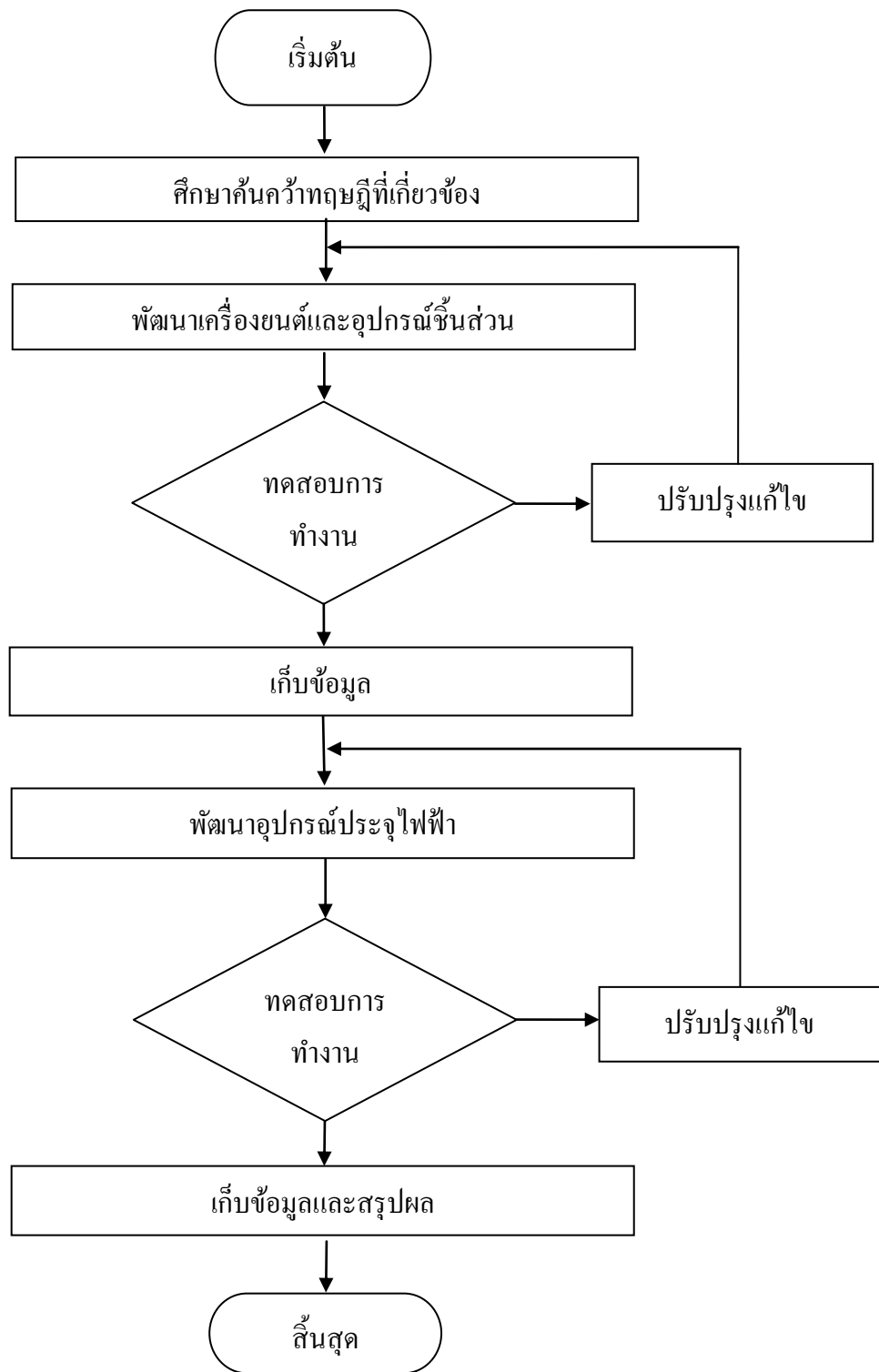
งานวิจัยนี้เป็นการปรับเปลี่ยน และพัฒนาชิ้นส่วนของเครื่องยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก จำนวน 1 ลูกสูบ นำลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้แทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียมลมอัด ใช้ขับเคลื่อนเครื่องยนต์ เป็นอากาศที่มีอยู่ในชั้นบรรยากาศบนพื้นโลก สามารถอัดอากาศให้มีแรงดัน สูง สะอาด ปลอดภัย ได้ง่าย และมีประสิทธิภาพ โดยเสียค่าใช้จ่ายที่ต่ำ เมื่อนำมาเผาไหม้ภายใน กระบอกสูบของเครื่องยนต์ จะไม่มีควันไอเสียที่เป็นอันตรายไม่ก่อมลภาวะที่เป็นพิษ เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการประหยัดพลังงานและนำพลังงานที่ได้จากเครื่องยนต์ ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง

3.1 การดำเนินงาน

เครื่องยนต์ ใช้พลังงานลมอัด ที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม มีวิธีการในการศึกษา ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องเนื้อหาเรื่องระบบนิวแมติกส์ สืบหาแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยลมอัด ทิ้งโดยสูญเปล่าจากนั้นศึกษา หลักการทำงานของเครื่องยนต์ ทำการออกแบบเครื่องยนต์ และปรับเปลี่ยน พัฒนาชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เพื่อใช้ลมอัดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม ทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์



รูปที่ 3.1 การต่อเครื่องยนต์กับลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงาน

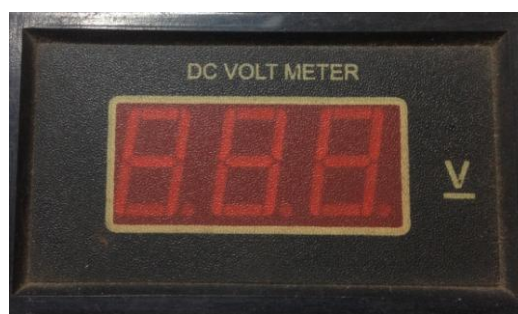


รูปที่ 3.2 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

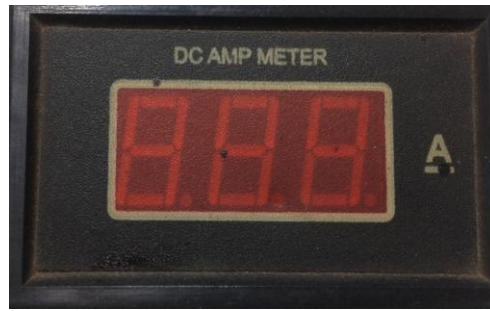
3.2 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ



รูปที่ 3.3 เครื่องวัดความเร็วรอบ



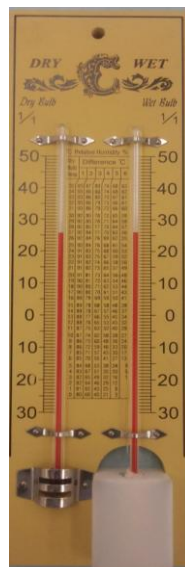
รูปที่ 3.4 โวลต์มิเตอร์



รูปที่ 3.5 แอมมิเตอร์



รูปที่ 3.6 แบตเตอรี่ขนาด 12 volt 45 amp



รูปที่ 3.7 เครื่องมือวัดความชื้น (เทอร์โมกระเปาะเปียก-กระเปาะแห้ง)

3.3 ขั้นตอน

เครื่องยนต์เอนกประสงค์ที่นำมาวิจัยมี ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ ที่ใช้กับงานเกษตร ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซินหรือแก๊สโซฮอล์ ทางผู้ วิจัยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์และระบบเชื้อเพลิง ที่ติดตั้งจากบริษัทผู้ผลิต ดังนั้น จึงมีการ พัฒนาและ ปรับเปลี่ยนชิ้นส่วน ของเครื่องยนต์เอนกประสงค์ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ประกอบด้วย



รูปที่ 3.8 เครื่องยนต์ (ชิ้นส่วนเครื่องยนต์:http://www.rtc.ac.th/vcharkarn/251055_1.pdf) [5]

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของเครื่องยนต์เอนกประสงค์ 5.5 แรงม้า (คู่มือการซ่อมเครื่องยนต์ HONDA) [15]

ประเภทเครื่องยนต์	เบนซิน 1 สูบ 4 จังหวะ
เครื่องยนต์	5.5 แรงม้า
ความเร็วรอบ	3600รอบ/นาที
ความจุกระบอกสูบ	163 ซีซี
ความจุถังน้ำมัน	3.1 ลิตร
ความจุน้ำมันหล่อลื่น	0.6 ลิตร
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	0.23 ลิตร/แรงม้า/ชม.
ระบบระบายความร้อนด้วย	อากาศ
ระบบสตาร์ท	มือหมุนดึงกลับออก ได้
น้ำหนัก	15 กก.



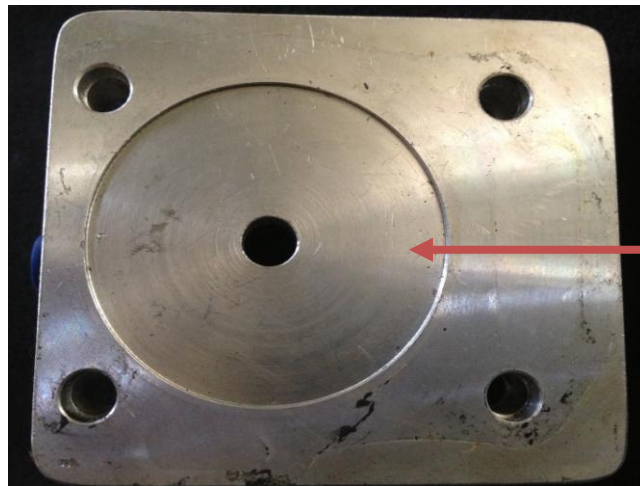
กลไกการปิดเปิด
วาล์ว

รูปที่ 3.9 กลไกการปิดเปิดวาล์ว

ลิ้น (Valve) ของเครื่องยนต์ทำหน้าที่เปิดและปิดช่องไอดีและไอเสีย เพื่อควบคุมการบรรจุไอดีและขับไล่ก๊าซไอเสีย ในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ลิ้นไอดี (Intake Valve) ทำหน้าที่เปิดให้ส่วนผสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศจากท่อร่วมไอดี เข้ากระบอกสูบในจังหวะดูดและต้องปิดในจังหวะอัดและจังหวะระเบิด ส่วนลิ้นไอเสีย (Exhaust Valve) ทำหน้าที่ เปิดให้ก๊าซไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบออกสู่บรรยากาศภายนอกในจังหวะคาย



รูปที่ 3.10 ฝาสูบและวาล์ว

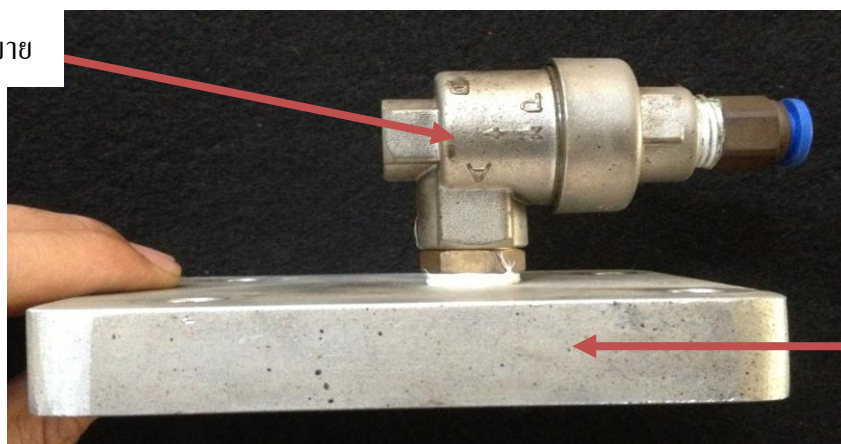


ห้องเผาไหม้

รูปที่ 3.11 ฝาสูบเครื่องยนต์ลม

ฝาสูบที่ติดตั้งมากับเครื่องยนต์จากบริษัทผู้ผลิต ไม่สามารถนำมาใช้กับงานวิจัย ได้เนื่องจาก มีกลไกที่เคลื่อนภายในและเป็นที่ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องยนต์ เช่น ถังน้ำมัน ท่อไอเสีย กรอง อากาศกึ่งกลางของฝาสูบ มีการออกแบบที่ติดตั้งหัวเทียน ทำการเปลี่ยนฝาสูบโดยใช้แผ่น นอลูมิเนียมมี ขนาดความกว้าง 10 เซนติเมตร ความยาว 11 เซนติเมตร และมีความหนา 2 เซนติเมตร ทำการเจาะรู ให้มีขนาดเท่ากับโบลท์ (Bolt) ของเสื้อสูบ ตรงกลางเจาะรูพร้อมทำเกลียวยึดชุดวาล์วทิ้งลมเร็ว (Quick exhaust valve) แทนหัวเทียน (Spark plug) พร้อมทั้งกลึงปรับส่วนตรงกลางเพื่อเพิ่มพื้นที่ให้มีขนาด เท่ากับลูกสูบสำหรับเป็นห้องเผาไหม้(Combustion chamber) สะสมแรงดันลมอัดเพื่อผลักลูกสูบ

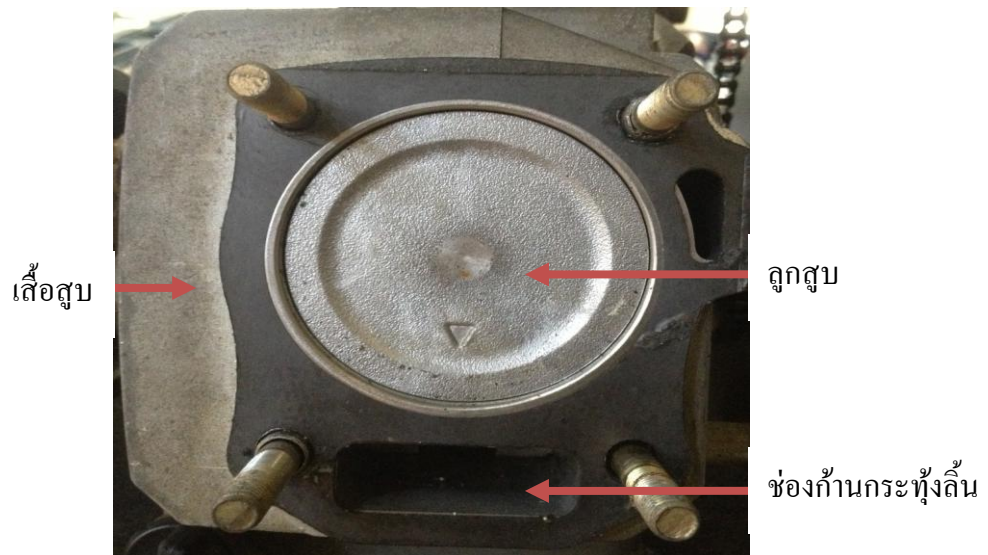
วาล์วเร่งระบาย



ฝาสูบใช้ลม

รูปที่ 3.12 วาล์วทิ้งลมเร็ว (Quick exhaust valve)

นาวาล์วทิ้งลมเร็ว (Quick exhaust valve) ติดตั้งบนฝาสูบที่เจาะทำเกลียวลมอัดไหลเข้าตรงกึ่งกลางของลูกสูบ ที่วาล์วจะมีสัญลักษณ์ (P) แรงลมอัดผ่านชุดวาล์วควบคุม (A) แรงลมอัดไหลเข้ากระบอกสูบ (R) เมื่อถึงตำแหน่งที่กำหนดแรงลมอัดถูกระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศ อย่างรวดเร็ว หลักการทำงานของวาล์วทิ้งลมเร็วทำให้การเคลื่อนที่ของก้านสูบเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าปกติ

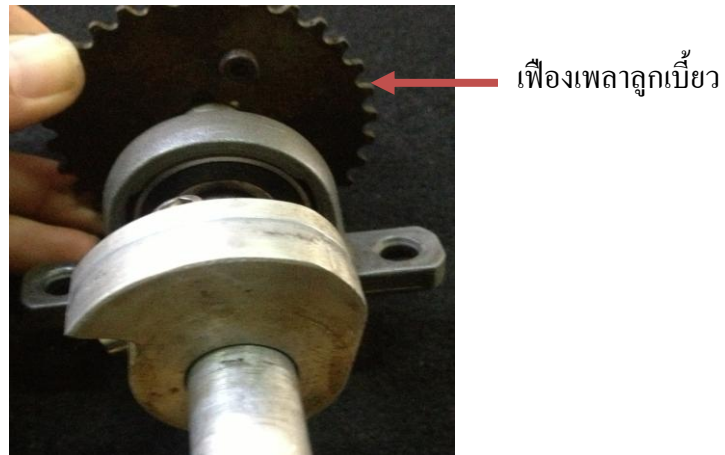


รูปที่ 3.13 เสื่อสูบ ลูกสูบและช่องก้านกระทุ้งลิ้น



รูปที่ 3.14 ลูกเบี้ยว (Cam Shaft)

ลูกเบี้ยว มีหน้าที่ปิดและเปิดวาล์วนิวแมติกส์ (Pneumatic valves solenoid 3/2) เพื่อจ่ายแรงดันลมอัดเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับความเร็วรอบและสามารถป้องกันการปิด-เปิดวาล์วนิวแมติกส์ (Pneumatic valves solenoid 3/2)



รูปที่ 3.15 เฟืองเพลาลูกเบี้ยว (Cam Shaft Gear)

เพลาลูกเบี้ยว เป็นเพลาลูกที่ถูกสร้างให้บริเวณแกนเพลามีขึ้นโตะยื่นออกมาในรูปทรง "รูปไข่" ส่วนที่ยื่นออกมาจากแกนเพลาคือเป็นรูปไข่ เรียกว่า "ลูกเบี้ยว" รับกำลังงานจากเพลาคือหัวของเครื่องยนต์จำนวนฟันเฟืองตามของเพลาลูกเบี้ยว 32 ฟันจะเท่ากับฟันเฟืองขับของเพลาคือหัวของเครื่องยนต์ใช้ลมอัดในงานวิจัย



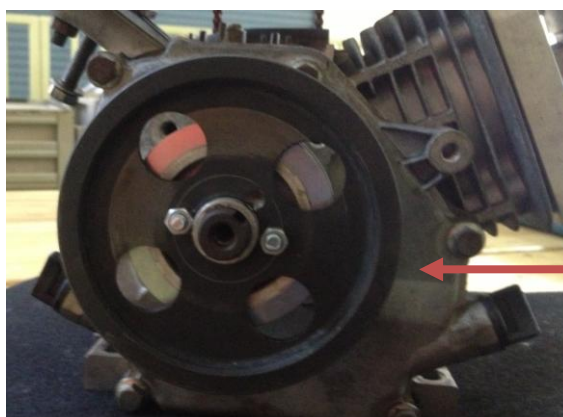
รูปที่ 3.16 โซลินอยด์ (Pneumatic Valves Solenoid 3/2)

โซลินอยด์ (Solenoid) ใช้แบบโรลเลอร์ (Roller) 3/2 พร้อมสปริง เพื่อให้เพลาลูกเบี้ยวปิด และเปิดวาล์วควบคุมลมอัดเข้าไปภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์แทนระบบจุดระเบิด



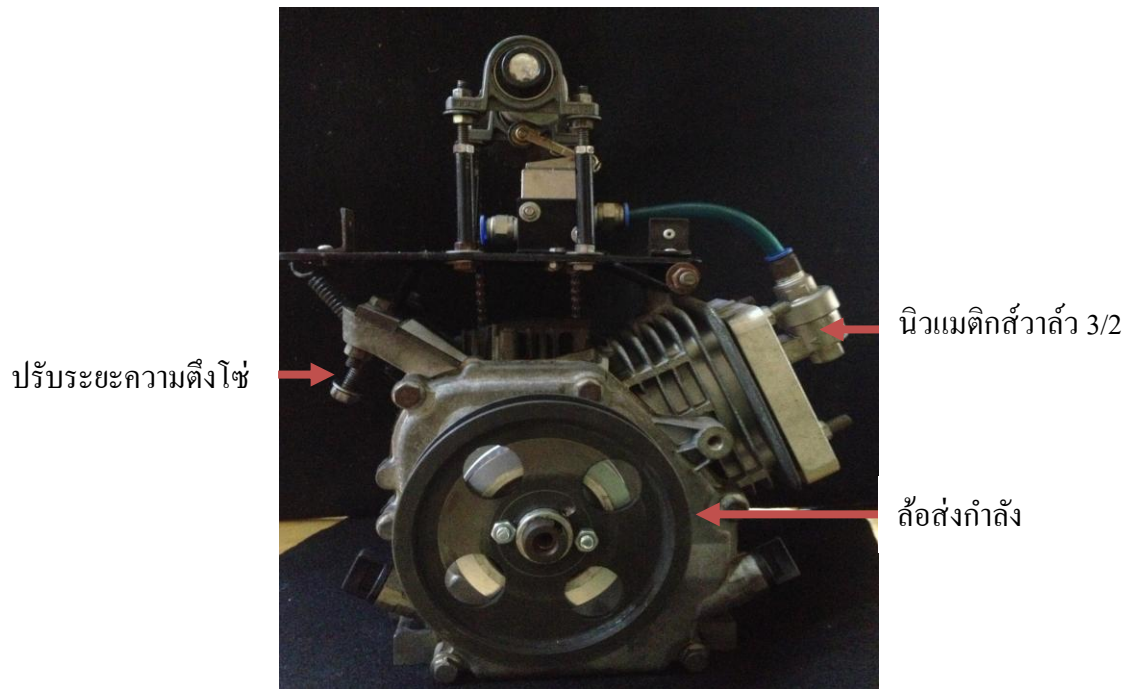
รูปที่ 3.17 ล้อช่วยแรง (Fly Wheel)

ล้อช่วยแรง ทำจากเหล็กกล้ามีหนา 2 เซนติเมตร (cm.) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร (cm.) เจาะรูตรงกลางเพื่อติดตั้งกับเพลาช้อเหวี่ยง ถูกใช้ในการเก็บสะสมพลังงานที่เกิดขึ้นจากการหมุนมีโมเมนต์ความเฉื่อย มีนัยสำคัญซึ่งต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในการหมุนปริมาณของพลังงานที่ถูกเก็บและให้แรงบิดต่อโหลด (Load) ซึ่งเป็นการลดความเร็วในการหมุน

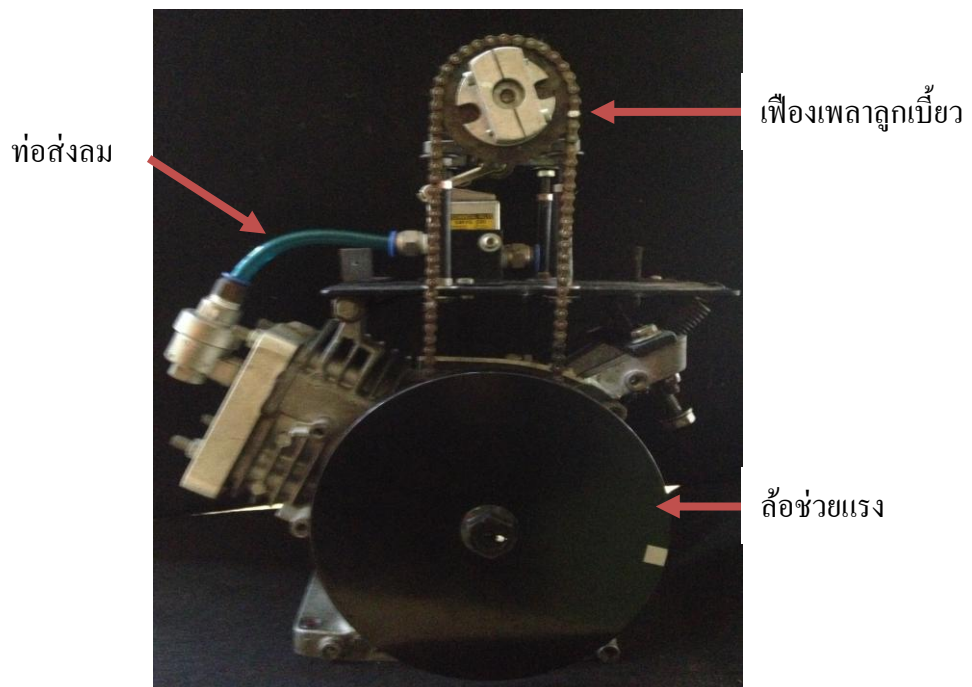


ล้อขับ

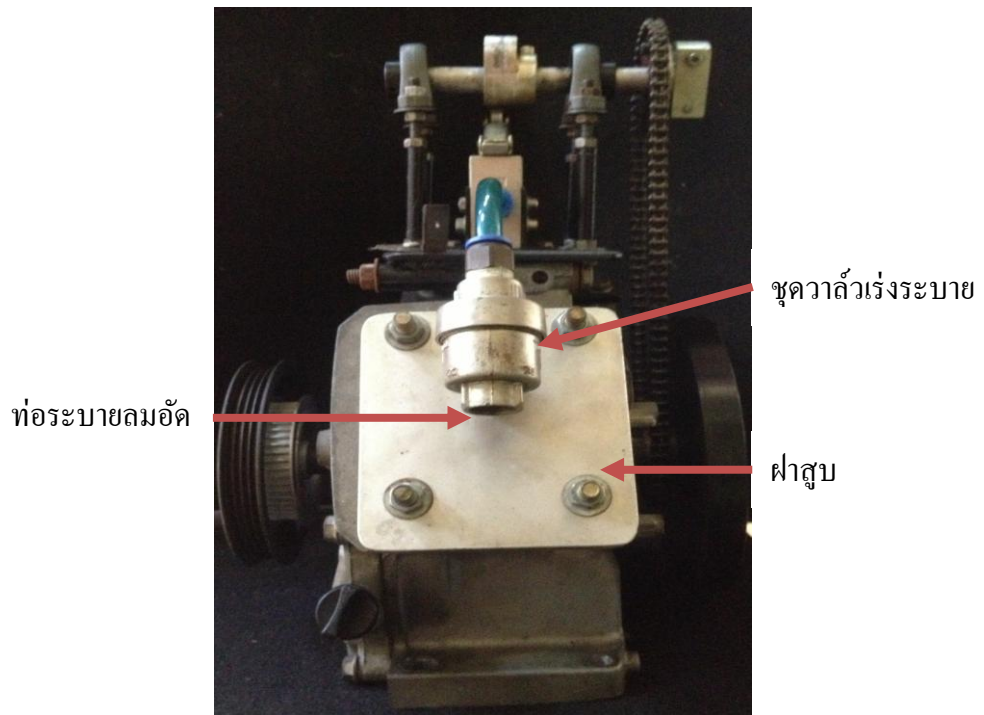
รูปที่ 3.18 ล้อขับ (Wheel drive) ส่งถ่ายด้วยสายพานขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ 3.19 ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ลม



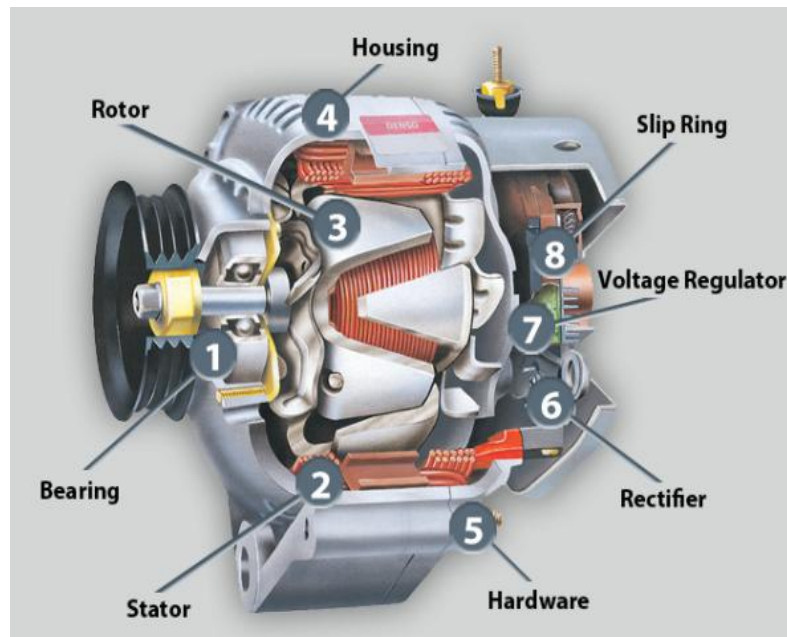
รูปที่ 3.20 ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ลม



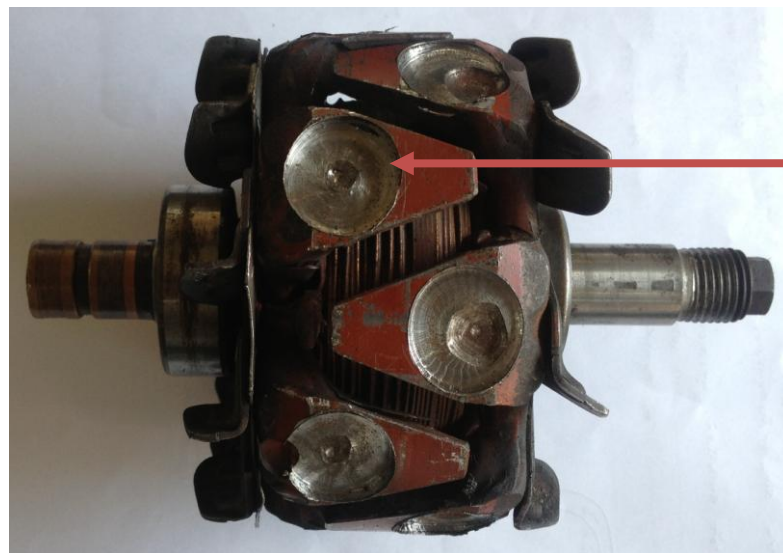
รูปที่ 3.21 ส่วนประกอบของเครื่องยนต์



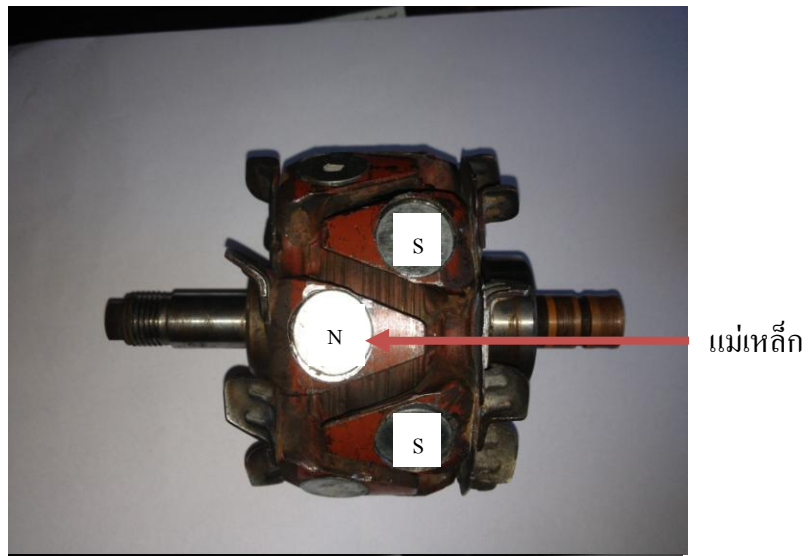
รูปที่ 3.22 อัลเทอร์เนเตอร์



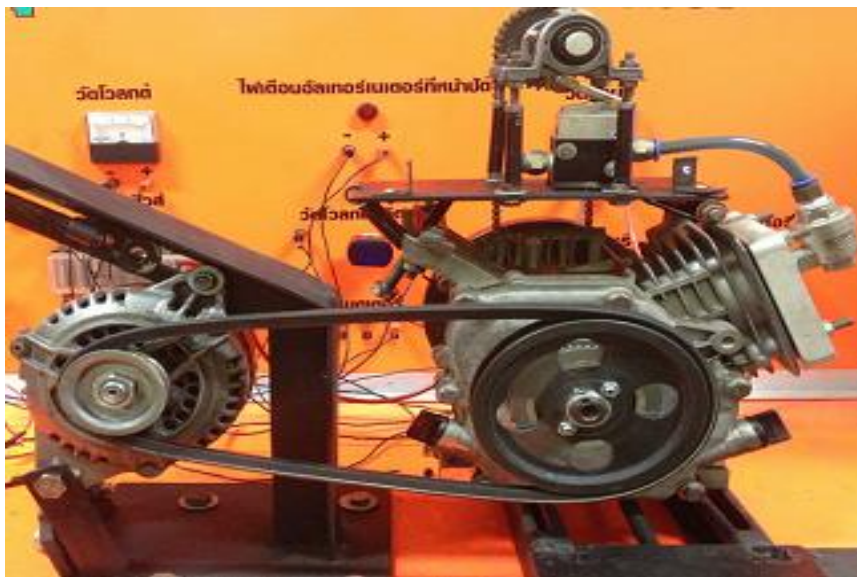
รูปที่ 3.23 ชิ้นส่วนภายในอัลเทอร์เนเตอร์ (Alternators:<http://densoheavyduty.com/alternators/light-duty>) [16]



รูปที่ 3.24 เจาะโรเตอร์เพื่อติดตั้งแม่เหล็กถาวร



รูปที่ 3.25 มอเตอร์ติดตั้งแม่เหล็กถาวรแบบสลับขั้ว



รูปที่ 3.26 เครื่องยนต์ที่ทำการติดตั้งพร้อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.4 การออกแบบ

การคำนวณขนาดถังลมจากสมการที่ 2.1 $V_r = \frac{Q \times P_a \times \text{min}}{P_d}$

โรงงานอุตสาหกรรมใช้ ปั๊มลมสกรู 50 แรงม้า 37 กิโลวัตต์ รุ่น DC-50A แรงดันที่ 10 บาร์ ปริมาณลม 5,600 ลิตร/นาที 197.8 ลูกบาศก์ฟุต/นาที เสียงดัง 69 เดซิเบล ท่อ 1.1/2 นิ้ว ขนาดเครื่อง (กxยxส) 1450x1000x1240 มิลลิเมตร น้ำหนักเครื่อง 900 กิโลกรัม โดยคิดที่แรงดันสูงสุดด้านออกที่ 8 บาร์

คิดขนาดของถังเก็บลม

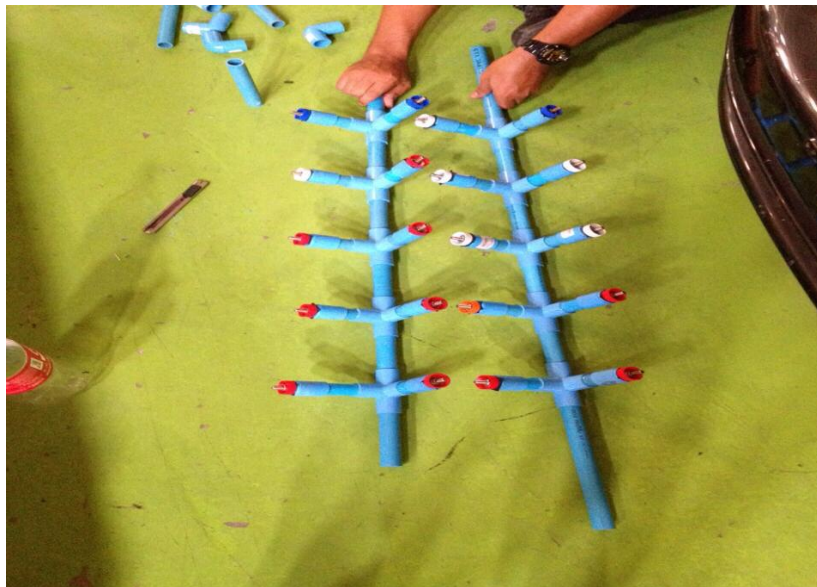
$$V_r = \frac{5.6 \times 1.033}{8 + (1.033)} \left(\frac{m^3}{\text{min}} \times \frac{kg}{cm^2} \times \text{min} \right) \Bigg/ \frac{kg}{cm^2}$$

$$= 0.6404 m^3$$

เนื่องจากการระบายลมอัดความดันส่วนเกินในระบบการผลิต เป็นระยะเวลา 20 วินาทีที่คิดปริมาตรลมอัดได้ $1.86 \frac{m^3}{\text{min}}$ จึงนำคิดของถังเก็บลมในงานวิจัย

$$V_r = \frac{1.86 \times 1.033}{8 + (1.033)} \left(\frac{m^3}{\text{min}} \times \frac{kg}{cm^2} \times \text{min} \right) \Bigg/ \frac{kg}{cm^2}$$

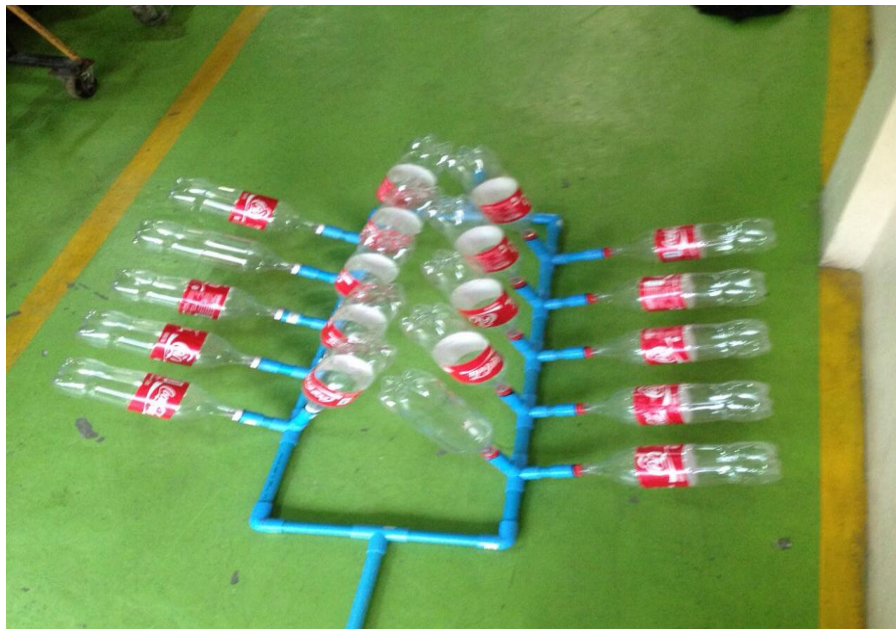
$$= 0.2127 m^3$$



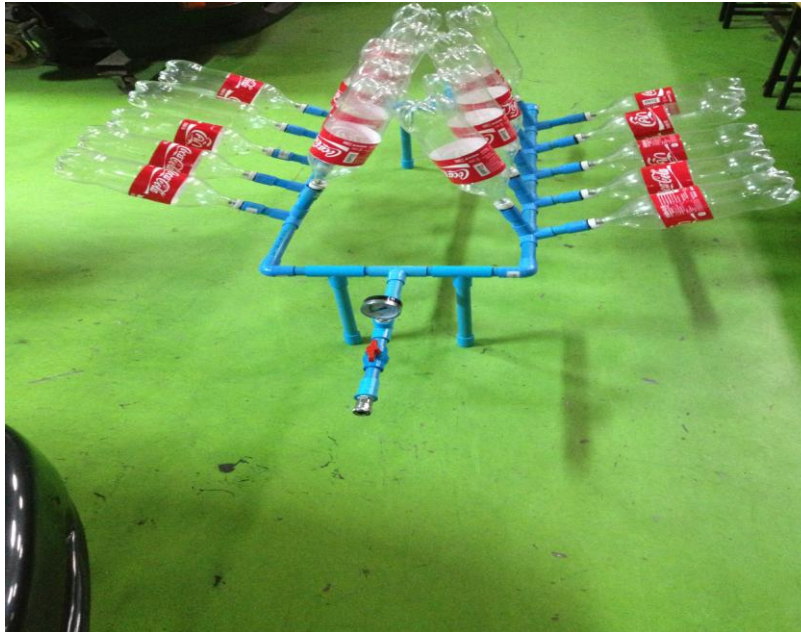
รูปที่ 3.27 ท่อลมหลักติดตั้งด้วยข้อต่อ 90 องศา ด้านละ 2 ตัว โดยการประสานน้ำยา



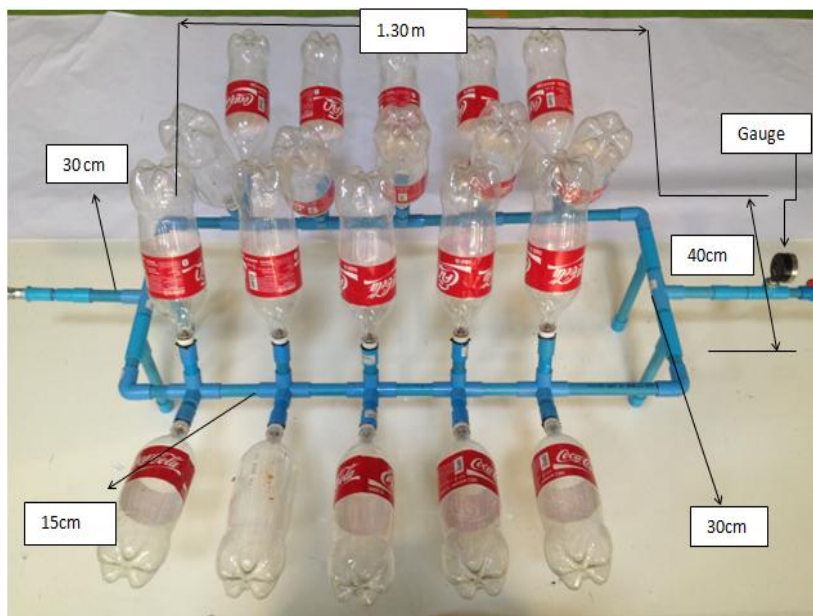
รูปที่ 3.28 ประกอบท่อลมหลัก 2 ท่อน ถอดสรเติมลมรถจักรยานยนต์ออกใช้ในการเติมลมเข้า



รูปที่ 3.29 ประกอบขวด 2 ลิตรจำนวน 20 ขวดเข้ากับท่อลมหลัก



รูปที่ 3.30 ติดตั้งเกจ บอลวาล์วเปิด-ปิดลมและฐานตั้ง



รูปที่ 3.31 ถังลมแบบหลายห้องพัก

ถังลมแบบหลายห้องมีส่วนประกอบของขวด พลาสติก (PET Bottle) ขนาดความจุ 2 ลิตร จำนวน 40 ใบ เชื่อมต่อด้วยท่อพลาสติก (PVC) มีระยะห่างทำมุม 90 องศา และมีความห่างระหว่างห้องพักลมแต่ละห้อง 13 เซนติเมตร จำนวน 2 แถว มีขนาดความกว้าง 1.30 เมตร (ต่อ 1 ชุด) ระยะความสูงห่างจากพื้น 30 เซนติเมตร โดยการต่อถังพักลมด้วยขวด พลาสติกจะยึดท่อลมหลักเข้ากับฝาครอบ มีความยาวท่อลมหลัก 10 เซนติเมตร ในการทดลองถังลมแบบหลายห้องที่ประดิษฐ์ โดยคิดปริมาตรการเก็บกักลมได้ 0.08 ลูกบาศก์เมตรการนำมาใช้งาน (ถังพักลมชั่วคราว) โดยต่อจากชุดระบายลมแบบอัตโนมัติ (Low Pressure Auto Drain) ลมอัดส่วนเกินจะระบายทิ้งออกจากระบบ 20 วินาที และหยุดปล่อยลมอัด 10 วินาทีที่มีแรงดันสูงสุด 8 บาร์ (bar) ลมอัดจะไหลเข้าในถังพักลมขวด พลาสติกชั่วคราวใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ลมอัดเพื่อให้เครื่องยนต์หมุนอย่างต่อเนื่องและรักษาแรงดันลมอัดให้คงที่

บทที่ 4

ผลการทดลอง

เนื้อหาในบทนี้จะประกอบไปด้วย การวัดความชื้นของลมอัดที่ปล่อยทิ้งและความดันลมอัด ผลการทดลองเครื่องยนต์ลมอัด รอบการหมุนในภาวะต่างๆ แรงดันของถังพักลมแบบหลายห้อง การนำเครื่องยนต์ลมอัดขับเคลื่อนอัลเทอร์เนเตอร์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและการคำนวณกำลังไฟฟ้า

4.1 การวัดความชื้นของลมอัดที่ปล่อยทิ้ง

ตารางที่ 4.1 ความชื้นของลมอัดปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง (°C)	เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก (°C)	ความชื้น (%)
25	23	84
25.5	24	87.5
25	23.5	88
25	23.5	88
25	24	92

ตารางที่ 4.2 ความชื้นของลมอัดที่ใช้ในโรงงาน

เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง (°C)	เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก (°C)	ความชื้น (%)
26	23	75
25	23	75
25.5	22.5	74.5
26	22.5	70
25	22	74

จากการใช้ เครื่องมือวัดความชื้นกะเปาะเปียกและกะเปาะแห้ง บันทึกค่า อุณหภูมิและความชื้นของลมอัดที่ปล่อยทิ้งระยะเวลาที่เก็บข้อมูลทั้งหมดเป็นเวลา 1 เดือนแต่ละสัปดาห์ใช้เวลา 3 วันในเก็บข้อมูล ระยะเวลาห่างกัน 1 ชั่วโมงต่อการบันทึกผลที่ได้มีค่าความชื้นของลมอัดปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสูงถึงร้อยละ 92 ที่อุณหภูมิ 25 เซลเซียส °C ค่าลมอัดจากเฉลี่ย ความชื้นอยู่ร้อยละ 75 ที่อุณหภูมิ 25 เซลเซียสและจากการวัดด้วยเครื่องมาตรวัดลม (Anemometer) ผลที่ได้จากการวัดค่าความเร็วลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ในระยะเวลา 20 วินาทีและหยุดปล่อยลมอัดทิ้งทันทีผลจากการวัดค่าได้ความเร็วสูงสุด 56 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (Km/hr)

การ หาปริมาณไอน้ำที่ 25°C ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 92% โดยการคำนวณจากรูปภาคผนวก ก.3 ข้อมูลปริมาณอิมตัวของไอน้ำในอากาศที่อุณหภูมิต่างๆ

จะได้ว่าที่อุณหภูมิ 25°C ปริมาณไอน้ำที่เกิดขึ้นจะมีค่า 21.5 g/m³

การคำนวณ คอมเพรสเซอร์ดูดอากาศเข้ามา 5 ลูกบาศก์เมตรอัดเข้าไปถึงเก็บปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร ความดัน 6 บาร์อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 100% เมื่อลมอัดเย็นตัวลงเหลือ 15°C จะมีปริมาณไอน้ำที่เหลือในลมอัดเท่าไรและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

วิธีทำโดย เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ = 100 % (ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศจริง = ปริมาณไอน้ำที่อากาศสามารถรับไว้จนถึงจุดอิ่มตัว)

∴ ความชื้นสัมบูรณ์ = ความอิมตัวของปริมาณไอน้ำ

อากาศ 1 m³ ที่อุณหภูมิ 25°C จะมีไอน้ำปะปนอยู่จนอิ่มตัว = 21.5 กรัม

อากาศ 5 m³ ที่อุณหภูมิ 25°C จะมีไอน้ำปะปนอยู่จนอิ่มตัว = 21.5 × 5 = 107.5 กรัม

∴ ลมที่อัดความดัน 6 บาร์เย็นตัวลงเหลือ 25°C

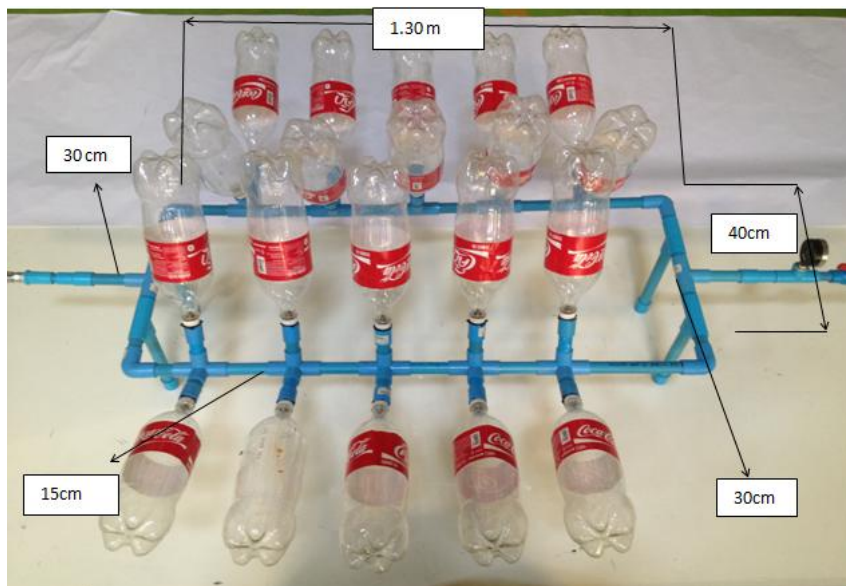
ลมอัด 1 m³ ที่อุณหภูมิ 15°C จะมีไอน้ำปะปนอยู่ในถึงลมอัด = 12 กรัม

ไอน้ำในอากาศจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำในถึงลม = 107.5 – 12 = 95.5 กรัม

4.2 การทดสอบถังลมแบบหลายห้องและเครื่องยนต์ลมอัด

เนื่องจากปริมาณลมอัดปล่อยทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมมีช่วงระยะเวลาการปล่อยทิ้งประมาณ 20 วินาที แรงดันลมอัดส่วนเกินในระบบสูงสุด 8 บาร์และกำหนดการหยุดปล่อยลมอัดทันที 10 วินาที จากนั้นจึงปล่อยลมทิ้งอีกครั้งโดยที่ผู้วิจัยสร้างถังพักลมจำลองแบบหลายห้องเพื่อชดเชยและสะสมแรงดันลมอัดที่ปล่อยทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมในช่วงเวลาการหยุดปล่อยลมอัดทำให้เครื่องยนต์ทำงานอย่างต่อเนื่อง จากการทดลองถังลมแบบหลายห้องพักที่ทำจากขวด (PET) สามารถทนต่อความดันลมอัดได้ 1–9 บาร์ (bar) โดยสามารถใช้ในการกักเก็บลมอัดปล่อยทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรม

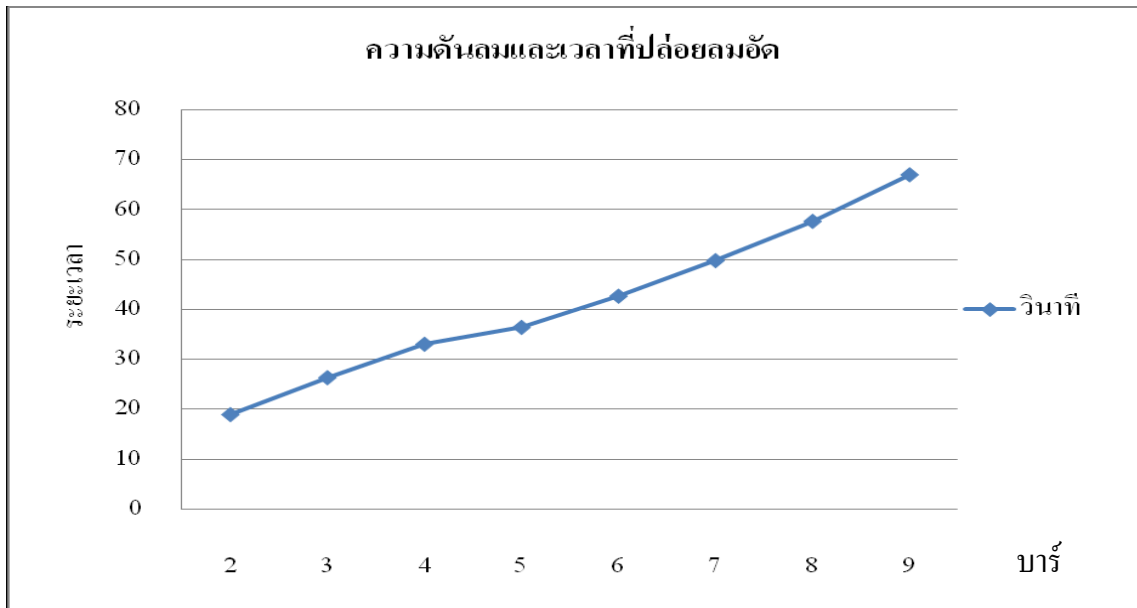
เพื่อนำมาใช้ ในช่วงเวลาการกักเก็บลมอัดจึงมีแรงดันที่ใช้เพียงพอให้กับเครื่องยนต์แต่ส่วนลมอัดที่ใช้ในงานจริงตามโรงงานอุตสาหกรรมมีแรงดัน 6-7 บาร์ (bar) จึงสามารถนำมาใช้กับงานวิจัย



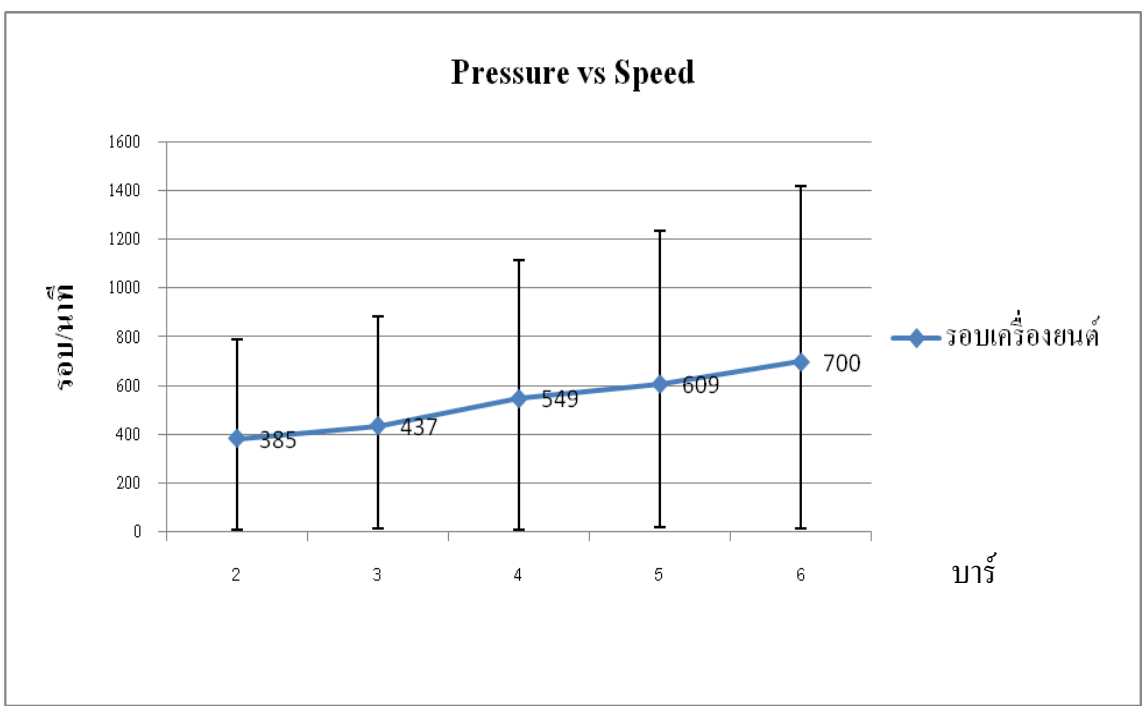
รูปที่ 4.1 ถังพักลมจำลองแบบหลายห้อง

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบแรงดันลมอัดกับระยะเวลาที่ระบายลมอัดปล่อยทิ้ง

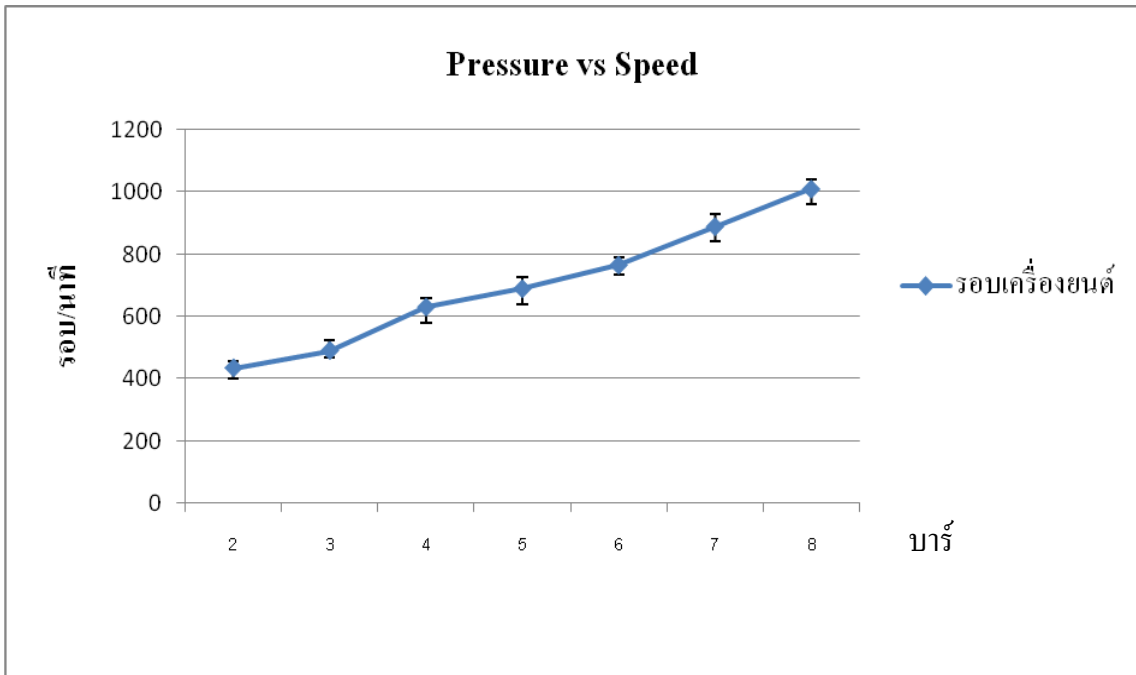
ความดัน (bar)	ทดสอบครั้งที่ 1 (วินาที)	ทดสอบครั้งที่ 2 (วินาที)	ทดสอบครั้งที่ 3 (วินาที)	เวลาที่ได้เฉลี่ย (วินาที)
1	11.65	12.37	11.40	11.80
2	18.45	19.44	18.98	18.95
3	25.44	27.01	26.58	26.34
4	33.45	32.61	33.07	33.04
5	35.8	36.12	37.20	36.42
6	42.30	43.18	42.58	42.66
7	49.96	49.65	49.73	49.78
8	57.60	56.70	56.65	57.65
9	67.95	66.97	66.99	66.97



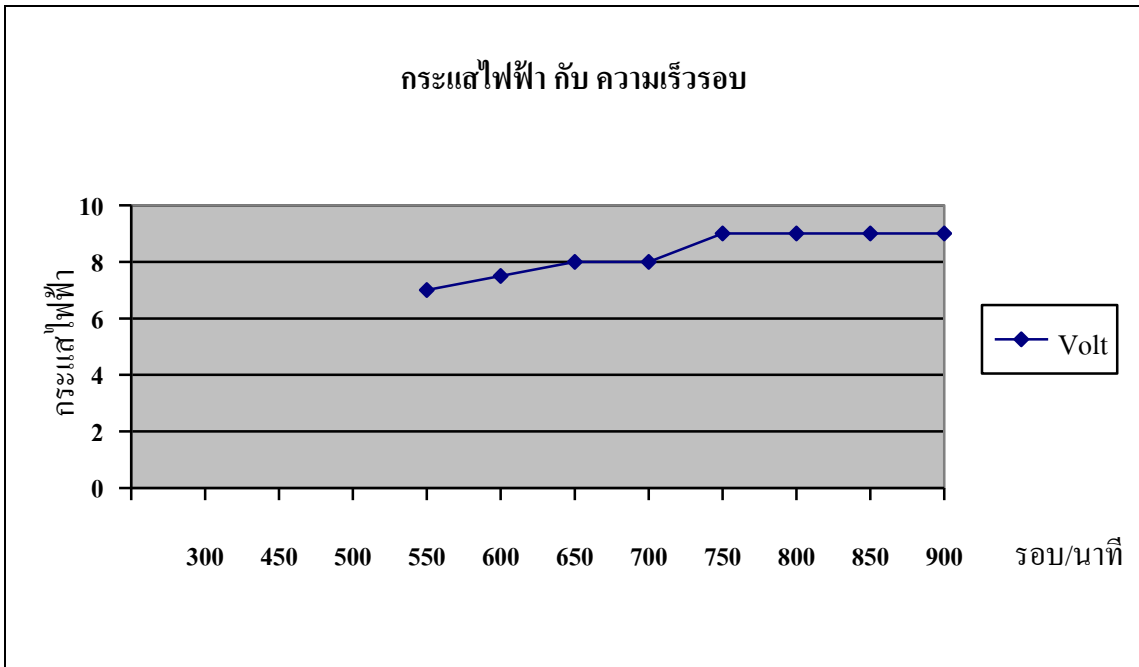
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันลมอัดกับระยะเวลาที่ปล่อยลมอัด



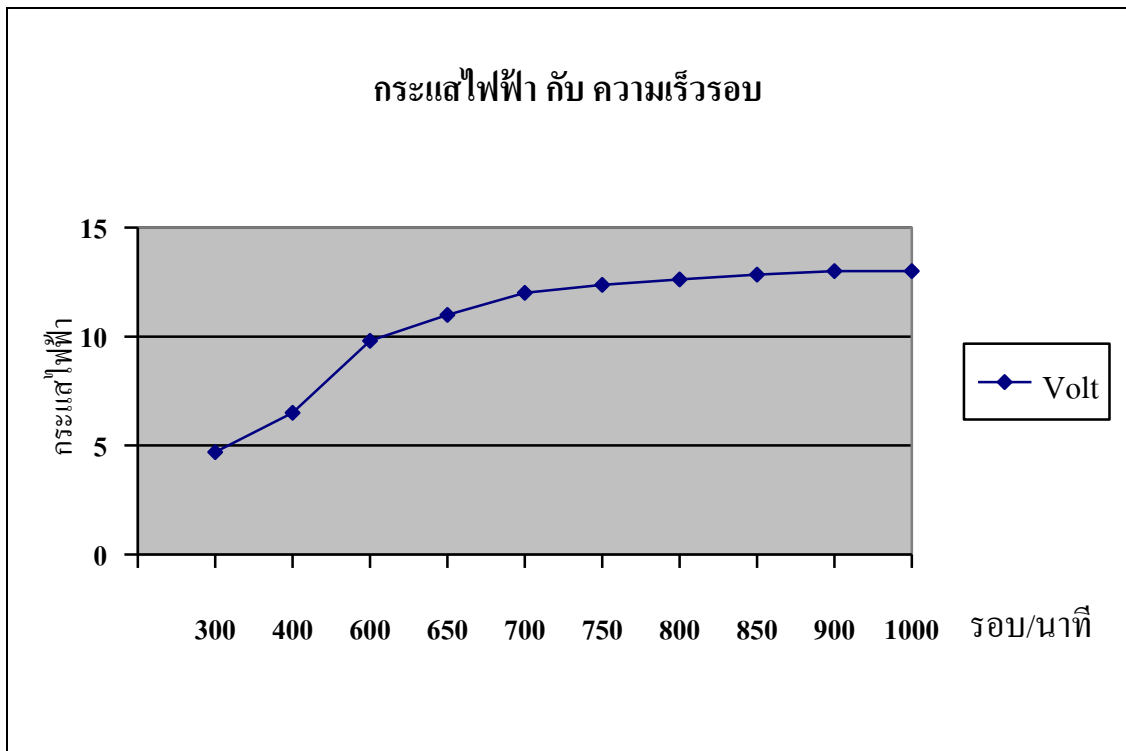
รูปที่ 4.3 การทดสอบการหมุนของเครื่องยนต์กับลมอัดที่ใช้ในโรงงาน



รูปที่ 4.4 การทดสอบการหมุนของเครื่องยนต์กับลมปัดยั้ง



รูปที่ 4.5 การประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่

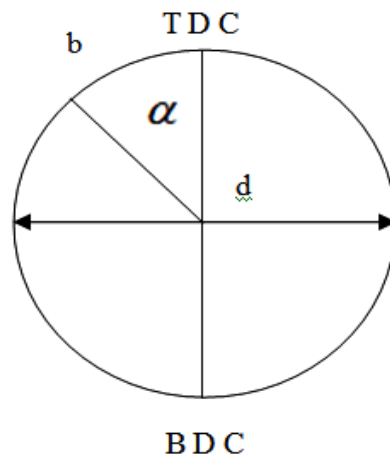


รูปที่ 4.6 การประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่

การหมุนของ ชุดอัลเทอร์เนเตอร์ กับเครื่องยนต์ ลมอัด ที่พัฒนาและปรับเปลี่ยนโดยติดตั้งแม่เหล็กถาวรที่ชุดโรเตอร์จาก ผลทดสอบ เมื่ออัลเทอร์เนเตอร์หมุน 300 รอบต่อนาที สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเริ่มต้นได้ 4 โวลต์เพิ่มปริมาณความดันลมอัดให้กับเครื่องยนต์ (มีรอบการหมุนเพิ่มขึ้น) เป็น 700 รอบต่อนาทีอัลเทอร์เนเตอร์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 12 โวลต์ ซึ่งปกติอัลเทอร์เนเตอร์ทั่วไปที่ใช้กับรถยนต์จะเริ่มประจุไฟฟ้าที่รอบการหมุนที่ 750-800 รอบต่อนาที

4.3 เครื่องหมายที่ล้อช่วยแรง

มุมเพลาคือข้อเหวี่ยงแสดงตำแหน่งของลูกสูบภายในกระบอกสูบ เวลาการปิด -เปิดในจังหวะอัดสุดและองศาการจุดระเบิด เครื่องหมายนี้จะทำไว้ที่ขอบมูเลย์หรือล้อช่วยแรง (Fly Wheel) ในงานวิจัยทำจาก เหล็กกล้ามีหนา 2 เซนติเมตร (cm.) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 เซนติเมตร (cm.) เจาะรูตรงกลางเพื่อติดตั้งกับเพลาคือข้อเหวี่ยง รับกำลังจากลูกสูบโดยส่งกำลังผ่านก้านสูบเพื่อให้เครื่องยนต์หมุนสมดุลและเก็บสะสมแรงในการหมุน ขนาดของล้อช่วยแรงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น กำลังอัดภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ เชื้อเพลิงที่ใช้ และกำลังที่ส่งออกไปใช้งาน



รูปที่ 4.7 เครื่องหมายที่ขอบมูเลย์หรือล้อช่วยแรง

$$b = \frac{\pi \times d \times \alpha}{360} \quad (4.1)$$

b = ระยะทางตามส่วนโค้ง หน่วย มิลลิเมตร

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของมูเลย์ หรือล้อช่วยแรง

α = มุมจากไทมิ่งไดอะแกรม

การคำนวณ เพื่อทำเครื่องหมายที่ล้อช่วยแรงของเครื่องยนต์ที่ไซล์มอัดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียมมีขนาดรัศมีของล้อช่วยแรง 90 มิลลิเมตรและจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบน 7 องศา

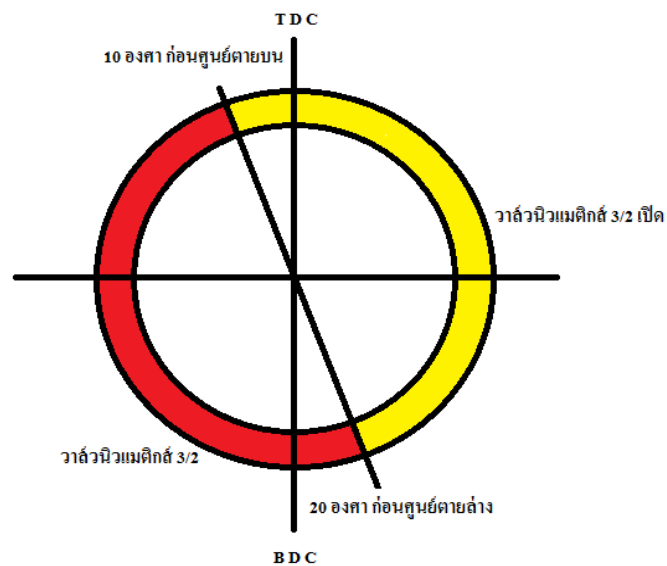
$$b = \frac{2\pi \times 90 \times 7}{360} = 10.99$$

จากการคำนวณได้ = 10.99 มิลลิเมตรทำเครื่องหมายตามส่วนโค้งที่ล้อช่วยแรงของเครื่องยนต์ลมอัดก่อนศูนย์ตายบน

4.4 เวลาเปิด-ปิดวาล์ว

วาล์วไทมิ่ง (Valve Timing) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของวาล์วกับตำแหน่งของลูกสูบ ไทมิ่งจะกำหนดเป็นตัวเลขมุมของเพลาช้อเหวี่ยงที่ตำแหน่งก่อนหรือหลังศูนย์ตายบน (TDC) หรือศูนย์ตายล่าง (BDC) ตัวเลขมุมแสดงตำแหน่งเปิดหรือปิดของวาล์ว ที่สัมพันธ์กับการไทมิ่งของวาล์วมีผลมาจากความสัมพันธ์ระหว่างเฟืองหรือล้อเฟืองบนเพลาลูก เบี้ยวกับเฟือง หรือล้อเฟืองบน

เพลาค้อเหวียง และรูปทรงของลูกเบี้ยว การเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ดังกล่าว ทำให้ไทมิ่งของการเปิดและปิดวาล์วเปลี่ยนไป การออกแบบ มุมของลูกเบี้ยว ของเครื่องยนต์ใช้ลมอัดเป็นเชื้อเพลิงโดยกำหนดให้ เปิด-ปิดวาล์ว 3/2 ก่อนศูนย์ตายบน 7 องศาและปิดวาล์ว 3/2 ก่อนศูนย์ตายล่าง 20 องศา



รูปที่ 4.8 Valve Timing Diagram

$$t = \frac{\alpha_{sum}}{N \times 6} \tag{4.2}$$

t = ระยะเวลาที่วาล์วเปิดใน 1 ครั้ง หน่วยเป็น วินาที

α_{sum} = มุมที่วาล์วเปิดทั้งหมด หน่วยเป็น องศา

N = ความเร็วรอบเครื่องยนต์ หน่วยเป็น รอบต่อนาที

มุมเปิด-ปิดของวาล์วลมอัด = $7+180+20 = 207$ องศา เวลาที่ใช้ในการเปิด-ปิด 1 ครั้ง

$$t = \frac{207}{385 \times 6} = 0.0896 \text{ วินาที}$$

เวลาเปิด-ปิดลิ้นไอดี 1 ครั้งเท่ากับ = 0.0896 วินาที

4.5 การนำเครื่องยนตไปขับอัลเทอร์เนเตอร์

ไดนาโม (Dynamo) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนกำลังกลเป็นกำลังไฟฟ้าเมื่อนำกำลังกลที่ได้จากเครื่องยนตไปหมุน Dynamo ได้ ก็จะได้กำลังไฟฟ้าออกมาใช้งาน กำลังไฟฟ้าที่ได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการส่งกำลังเครื่องยนตกับ Dynamo ถ้าใช้เพลาคือเป็นตัวส่งกำลังจะมีประสิทธิภาพประมาณ 95 – 100 % แต่ถ้าใช้สายพานจะมีการสูญเสียไปบ้าง จะเหลือประมาณ 95 % และประสิทธิภาพในการผลิตกำลังไฟฟ้าของตัว Dynamo จะมีค่าไม่ถึง 100 % ดังนั้นกำลังของเครื่องยนตที่ป้อนให้กับ Dynamo จึงไม่สามารถเปลี่ยนเป็นกำลังไฟฟ้าได้ทั้งหมด การคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ได้จาก Dynamo จากกฎของวัตต์

$$\text{สูตร} \quad P = IE \quad (4.3)$$

กำหนดให้	P	=	กำลังไฟฟ้า หน่วย	W (Watt)
	I	=	กระแสไฟฟ้า หน่วย	A (Ampere)
	E	=	แรงเคลื่อนไฟฟ้า หน่วย	V (Volt)

ในระบบอังกฤษ และระบบเมตริก สามารถเปลี่ยนกำลังกลเป็นกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

1	HP.	=	746 W.
		=	0.746 kw.
	1 PS.	=	736 W.
		=	0.736 kw.

การคำนวณหา กำลังไฟฟ้าที่ Dynamo ผลิตได้

ระบบอังกฤษ

$$P_D = \frac{BHP \times Et \times 0.746}{100} \quad (4.4)$$

ระบบเมตริก

$$P_D = \frac{BP \times Et \times 0.736}{100} \quad (4.5)$$

กำหนดให้

$$P_D = \text{กำลังที่ Dynamo ผลิตได้ หน่วย kw.}$$

E_1 = ประสิทธิภาพการส่งกำลัง x ประสิทธิภาพการ
ผลิตกำลังของ Dynamo 90%

BPS. = กำลังที่เพลหรือกำลังเบรค ระบบเมตริก

เครื่องยนต์ลมอัดมีกำลัง 0.9 BPS ประสิทธิภาพของการส่งกำลังด้วยสายพานระหว่างเครื่องยนต์กับ
อัลเทอร์เนเตอร์ 95 % และ ทิศประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของอัลเทอร์เนเตอร์ 90% จะสามารถ
ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เท่าใด แรงเคลื่อนที่อัลเทอร์เนเตอร์ผลิตออกมา 12 Volt จะได้กระแสไฟกี่แอมแปร์

$$\text{สูตร } P_D = \frac{BPS \times Et \times 0.736}{100}$$

$$\text{สูตร } BPS = 0.9 \text{ PS.}$$

$$Et. = \frac{95}{1000} \times 90\%$$

$$\text{แทนค่า } P_D = \frac{0.9 \times 95 \times 90 \times 0.736}{100}$$

\therefore อัลเทอร์เนเตอร์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ = 0.566 kw.

$$\text{สูตร } P_D = IE$$

$$\therefore I = \frac{P_D}{E}$$

$$\text{จากการทดลอง } E = 12 \text{ V}$$

$$\text{และ } P_D = 56.63 \text{ W.}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } I &= \frac{56.63}{12} \\ &= 4.719 \text{ แอมแปร์} \end{aligned}$$

แรงเคลื่อนที่อัลเทอร์เนเตอร์ผลิตออกมา 12 Volt จะได้กระแสไฟ 4.719 แอมแปร์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอ การปรับ เปลี่ยนและพัฒนาชิ้นส่วนของเครื่องยนต์อเนกประสงค์ ขนาดเล็กจำนวน 1 ลูกสูบ มีขนาดความจุของกระบอกสูบ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตรโดยการศึกษาการทำงาน ของเครื่องยนต์และประสิทธิภาพการทำงาน นำมาใช้ลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม แทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม เครื่องยนต์จะทำงานตั้งแต่ความดัน ลมที่ 2-8 บาร์ (bar) นำพลังงานที่ได้ไป ขับอัลเทอร์เนเตอร์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ ประจุเข้าแบตเตอรี่ขนาด 45 แอมแปร์-ชั่วโมง

5.1 สรุปผลการวิจัยและการอภิปรายผล

5.1.1 การพัฒนาและปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ใช้ลมอัด

ฝาสูบของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งจากบริษัทผู้ผลิตจะมีอุปกรณ์และชุดวาล์วซึ่งไม่เหมาะสม กับงานวิจัยได้มีการปรับเปลี่ยนเพื่อใช้ลมอัดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม โดยสร้างจากแผ่นอลูมิเนียมเพื่อ ติดตั้งวาล์วเร่งระบาย (Quick exhaust valve) ในตำแหน่งศูนย์กลางของฝาสูบ เพื่อให้ลมอัดสร้าง แรงดันผลักดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ ลมอัดที่เข้ากระบอกสูบจะถูกเปิดและปิดโดยอุปกรณ์นิวแมติกส์ซึ่ง เรียกว่า ชุดวาล์ว 3/2 ชนิดโรลเลอร์ (Control Valve Roller Type 3/2 Way) ถูกกำหนดโดยลูกเบี้ยว ติดตั้งอยู่ส่วนบนสุดของเครื่องยนต์ตำแหน่งของการเปิดที่ 7 องศา ก่อนศูนย์ตายบน และปิดก่อนศูนย์ ตายล่าง 20 องศาประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนองศาการปิด -เปิด เพื่อให้เหมาะสมกับ ภาระการทำงานได้ ซึ่งรับกำลังจากเพลาลูกเบี้ยวส่งกำลังโดยโซ่ ล้อช่วยแรงทำจากเหล็กกล้าจะมี ขนาดใหญ่กว่าล้อแม่เหล็กที่ติดตั้งมาจากบริษัท เพื่อสะสมแรงเฉื่อยเครื่องยนต์ทำงานต่อเนื่องและ หมุนราบเรียบ ล้อส่งกำลังจากเครื่องยนต์โดยใช้สายพานถ่ายทอดกำลังงานไปขับอัลเทอร์เนเตอร์ ขนาด 60 แอมแปร์สามารถผลิตไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ (Volt) จากการทำงานพื้นฐานต้องอาศัย กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กชั่วคราวมีรอบการหมุนมาตรฐาน จึงสามารถผลิต ไฟฟ้ากระแสตรงและได้พัฒนาอัลเทอร์เนเตอร์โดยติดตั้งแม่เหล็กถาวรบริเวณภายในของทุ่น โรเตอร์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กถาวรสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าในรอบการหมุนที่ต่ำกว่า 750 รอบต่อนาที

5.1.2 การทดสอบความขึ้นลมอัดและพลังงานที่เครื่องยนต์ผลิตได้

การทดสอบความขึ้นลมอัดเหลือใช้ที่ปล่อยจาก โรงงานอุตสาหกรรมสู่บรรยากาศซึ่งมี ความดัน 1-8 บาร์การทดสอบวัดค่าความชื้นโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก - กระเปาะแห้ง (Wet bulb Dry bulb Thermometer) ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือวัดในระยะเวลา 1 เดือนมีความชื้นเฉลี่ย 92

เปอร์เซ็นต์ สถานะลมอัดเกือบเป็นของเหลว 100 เปอร์เซ็นต์ผลที่ได้จากการวิจัยแสดงว่า ความชื้นของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดันและอุณหภูมิ ปริมาณของไอน้ำในอากาศขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ อากาศร้อนสามารถเก็บไอน้ำได้มากกว่าอากาศเย็น ดังนั้นหากอุณหภูมิของอากาศลดลงจนถึงจุดๆ หนึ่งจะกลายเป็นของเหลว

ในการจัดทำชุดเครื่องยนต์ใช้พลังงานลมอัดปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อผลิตไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ (Volt) ต้องเงินใช้ทุนในการปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนและพัฒนาเครื่องยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก พร้อมอุปกรณ์เบื้องต้นใช้ค่าจ่ายโดยประมาณ 6,000 บาท ผลจากการทดสอบนำพลังงานลมอัดส่วนเกิน ที่ปล่อยทิ้ง โรงงานอุตสาหกรรมนี้สามารถนำมาใช้ ในการผลิตไฟฟ้ากระแสตรง ในระยะเวลา 1 วันสามารถผลิตพลังงานได้ 216 วัตต์ (Watt) ในระยะเวลา 1 เดือนสามารถผลิตพลังงานได้ 5.616 กิโลวัตต์ (kW) นำกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ขนาด 45 แอมแปร์ในเวลาเฉลี่ย 6 ชั่วโมง ซึ่งการประจุแบตเตอรี่จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแส สลับขนาด 60 แอมแปร์ (amp) ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 13.2 กิโลวัตต์ชั่วโมง สามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้ เมื่อใช้ เครื่องยนต์ที่ใช้พลังงานลมอัดปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

5.2 ข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการศึกษาและพัฒนาเครื่องยนต์ใช้ลมอัดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม เป็นการใช้พลังงานทางเลือกอย่างคุ้มค่าให้เกิดประโยชน์ ลดการใช้เชื้อเพลิงและลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อการพัฒนาต่อไปควรกระทำดังนี้

- 5.2.1 ควรสำรวจหาแหล่งลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีแรงดันปล่อยทิ้งคงที่
- 5.2.2 พัฒนาอุปกรณ์เพื่อลดความชื้นในลมอัด เพราะว่าความชื้นมากจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
- 5.2.3 ปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องยนต์อเนกประสงค์ ให้ทำงาน โดยใช้แรงดันลมอัดต่ำให้กว่า

2 บาร์

- 5.2.4 พัฒนาระบบหล่อลื่นของเครื่องยนต์ที่ใช้ลมอัดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม

บรรณานุกรม

- [1] Chiranjeeva Rao Seela*a, D.Venkata Raoa and M. Vykunta Rao, “*Performance Analysis of an Air Diven Engine Modified from SI Engine,*” International Journal of Current Engineering and Technology.ISSN 2277–4106.©2013, Vol.3, No.4,2013,pp.1440-1446 INPRESSCO. Available : <http://inpressco.com/category/ijcet>.
- [2] Rahul B Dudhat,Nainesh R Patel,Vishal M Kanadiya,Manish K Mistry,& Kandarp M Joshi, “*The Investigational Study of Pragmatic Model of Compressed Air Single Cylinder for Increases The Performance,*” (Electronic), 2013, Shree Swami Atmanand Saraswati Institute of Technology.
- [3] Anirudh Addala ,Srinivasu Gangada, “*Fabrication and Testing of Compressed Air Car,*” (Electronic) Viswanadha Institute of Technology and Management, Volume.13,2013 Issue 1 Version 1.0, ISSN: 2249-4596.
- [4] JP Yadav. and Bharat Raj Singh, “*Study and Fabrication of Compressed Air Engine,*” [Electronic] 2011, S-JPSETISSN : 2229-7111, Vol. 2, Issue 1.
- [5] “ชิ้นส่วนเครื่องยนต์เครื่องยนต์”, เครื่องยนต์เล็ก (online), Available: http://www.rtc.ac.th/vcharkarn/251055_1.pdf (20 กันยายน 2557).
- [6] ขวัญชัย สันททรัพย์สมบูรณ์และปานเพชร ชินินทร, *ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม*, กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2541.
- [7] ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์, *ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม*, กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2554.
- [8] ออาจหาญ ณ นครค์, *การเลือกขนาดท่อและถังลมอัด* (online), Available: [http:// www.tech-thailand.com/?name=news&file=readnews&id=119](http://www.tech-thailand.com/?name=news&file=readnews&id=119) (18 ธันวาคม 2557).
- [9] บริษัท เจ.ซี.เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ เทคโนโลยี จำกัด, *วิธีการเลือกขนาดถังลมที่เหมาะสมและวิธีการคำนวณที่สำคัญในระบบลมอัด* (online), Available: <http://www.jcentech.com/.htm> (20 พฤศจิกายน 2557).
- [10] Naruepol Detpichai, *Chapter - Compressors and Compressed Air Systems (Thai)* (online), Available: <https://www.scribd.com/doc/92333634/Chapter-Compressors-and-Compressed-Air-Systems-Thai>. (28 กันยายน 2557).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [11] TOYOTA COMPACT. HIGH-SPEED ALTERNATOR CHARGING SYSTEMS Toyota Motor Sales, U.S.A., Inc. All Rights Reserved, (online), ALTERNATOR, Available: <http://www.autoshop101.com/forms/h8.pdf> ,Toyota basic electrical course#622 (11 ตุลาคม 2557).
- [12] ระบบไฟชาร์ต, อัลเทอร์เนเตอร์ (online), Available: <http://www.auto2drive.com> (22 กันยายน 2557).
- [13] ศิวะพงษ์ เพ็ชรสงค์, การบิดของเพลลา torsion solis1_ch3.doc, revision 1.1 (online), Available: <http://www3.su.ac.th/~sivapong> (18 กันยายน 2557).
- [14] อิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐาน, ตัวแปรผัน ไฟตรง-ไฟตรง (online), Available: <http://www.slideshare.net/bigbestban/chap6-34009857> (27 เมษายน 2557).
- [15] Asian Honda Motor Co.Ltd, คู่มือการซ่อมเครื่องยนต์ HONDA POWER PRODUCTS, 2003.
- [16] Alternators, Alternators (online), Available: <http://densoheavyduty.com/alternators/light-duty> (25 กันยายน 2557).
- [17] อานนท์ สุขมัน, การจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศ (online), Available: [http://www.nederman.co.th/~media/Documents/TH/document referance.ashx](http://www.nederman.co.th/~media/Documents/TH/document%20referance.ashx) (18 เมษายน 2558).
- [18] Refrigeration and Airconditioning, Psychometric Chart (online), Available: [http://mte.kmutt.ac.th/elearning/refrigeration_and_airconditioning/elearning/images/lesson 1-2 2.jpg](http://mte.kmutt.ac.th/elearning/refrigeration_and_airconditioning/elearning/images/lesson_1-2_2.jpg) (15 มีนาคม 2558).
- [19] ฐิติภรณ์ ฤกษ์ยา, นิวแมติกส์และนิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น อุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2537.
- [20] Individualized Skills Training Modules, HONDA POWER PRODUCTS GX Engine, Service Training Module. 2002.
- [21] Thai Converter, Dc Buck-Boost (online), Available: [http://www.thaicconverter.com/product/7/dc- step-up](http://www.thaicconverter.com/product/7/dc-step-up) (25 เมษายน 2558).
- [22] กระทรวงพลังงาน, เทคโนโลยีพลังงานชีวมวลและก๊าซชีวภาพ (online), Available: <http://www.energy.go.th/index.php?q=node> (18 กันยายน 2557).

บรรณานุกรม (ต่อ)

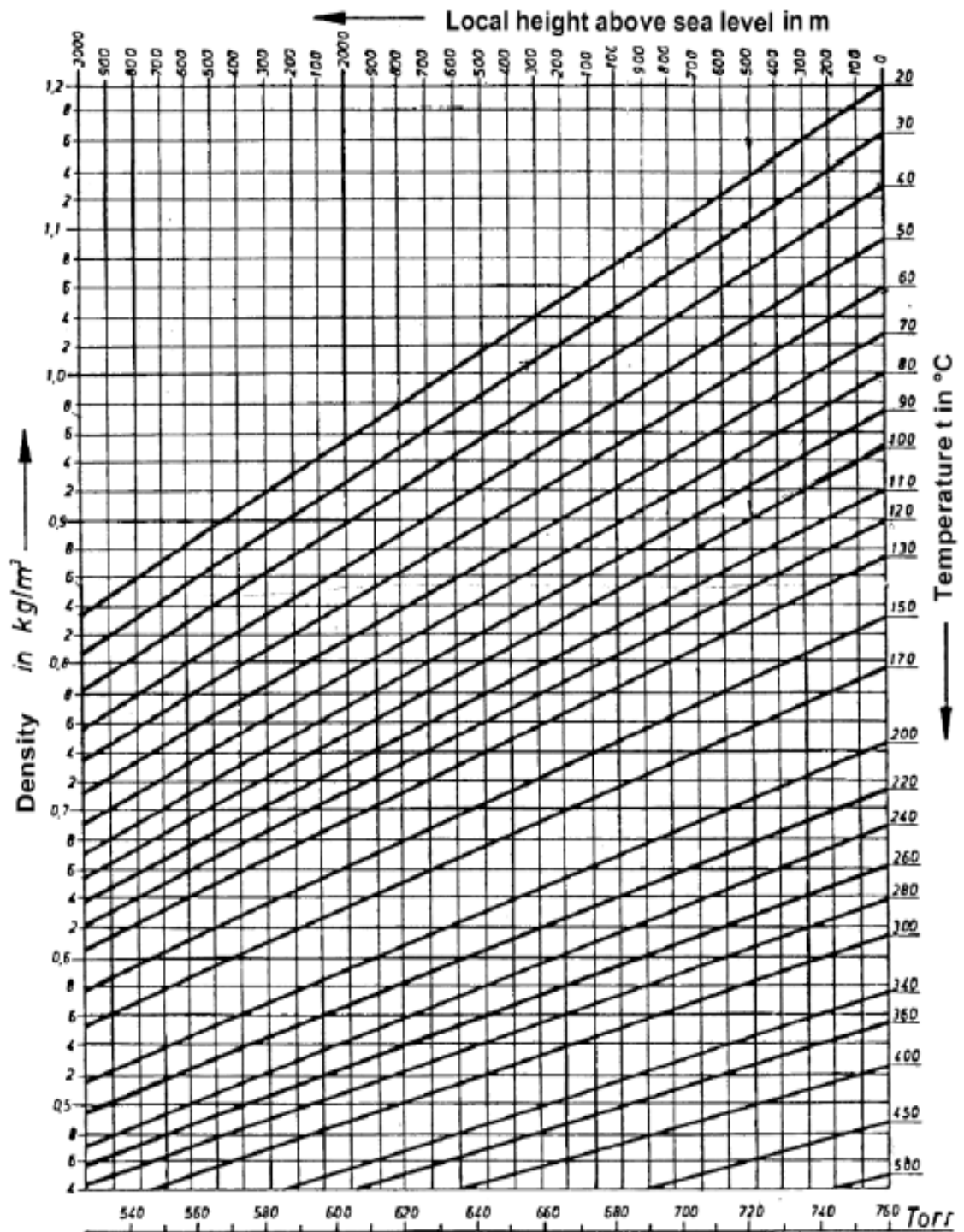
- [23] ปกรณ์ โรมา, *คณิตศาสตร์ช่วงยนต์*, กรุงเทพฯ : พัฒนาการวิชาการ 2535 จำกัด, 2550.
- [24] ประวิตร ติมปะวัฒนะ, *นิวแมติกส์*, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2540.
- [25] ปานเพชร ชินินทรและขวัญชัย สิ้นทรัพย์สมบูรณ์, *ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม*, กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2542.
- [26] มุลินธิพลังงานพลังงานเพื่อนสิ่งแวดล้อม, *ความรู้เรื่องพลังงานหมุนเวียน (online)*, Available: <http://www.effe.or.th> (20 กันยายน 2557).
- [27] วิจิต ชูนาคและสัญญาชัย ทองแป้น, *คณิตศาสตร์ยานยนต์*, นนทบุรี : บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2556.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ข้อมูลความชื้นจากกราฟ

- ก.1** ข้อมูลความหนาแน่นของอากาศ
- ก.2** ข้อมูลแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart)
- ก.3** ข้อมูลปริมาณอิมตัวของไอน้ำในอากาศที่อุณหภูมิต่างๆ

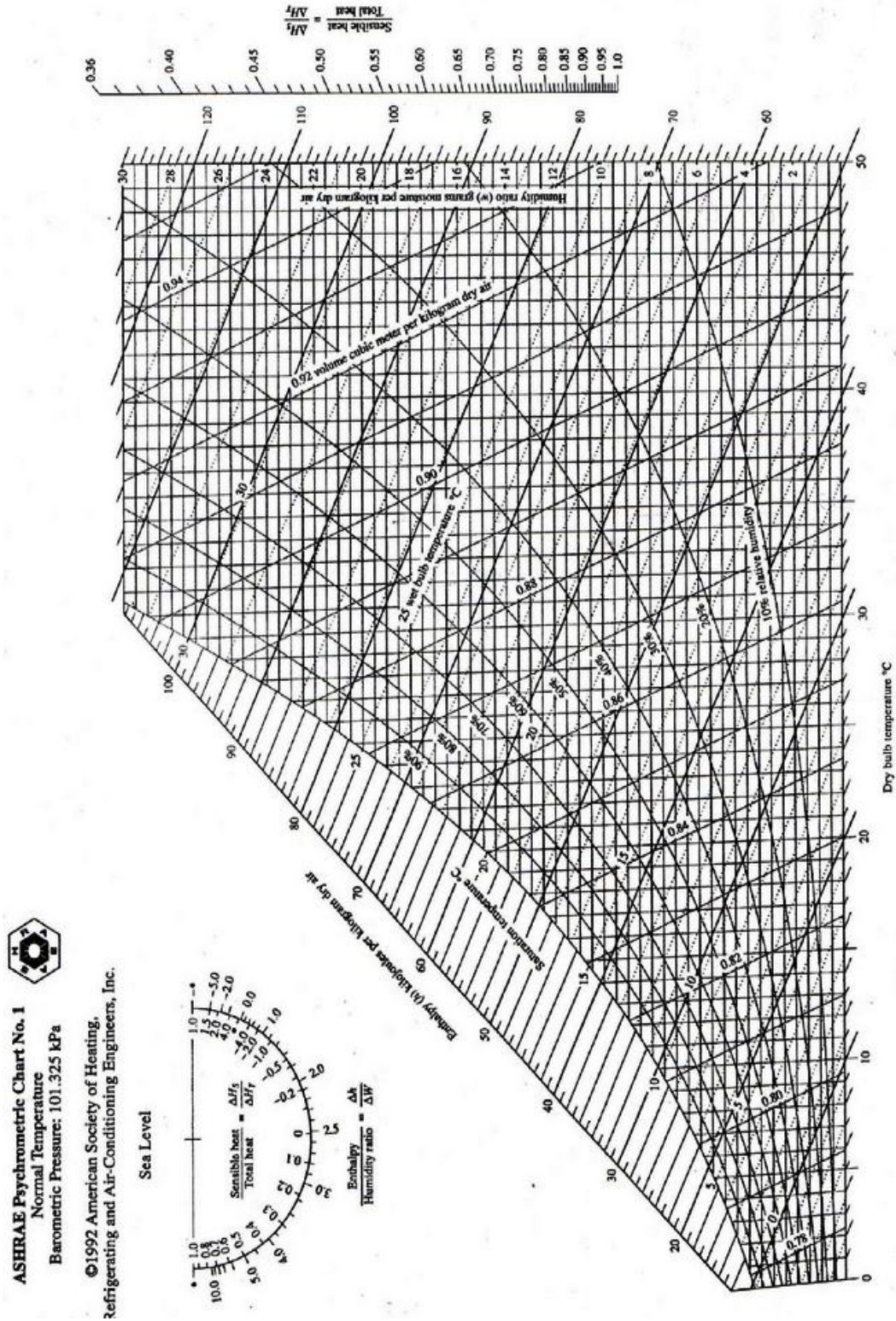
ก.1 ข้อมูลความหนาแน่นของอากาศ



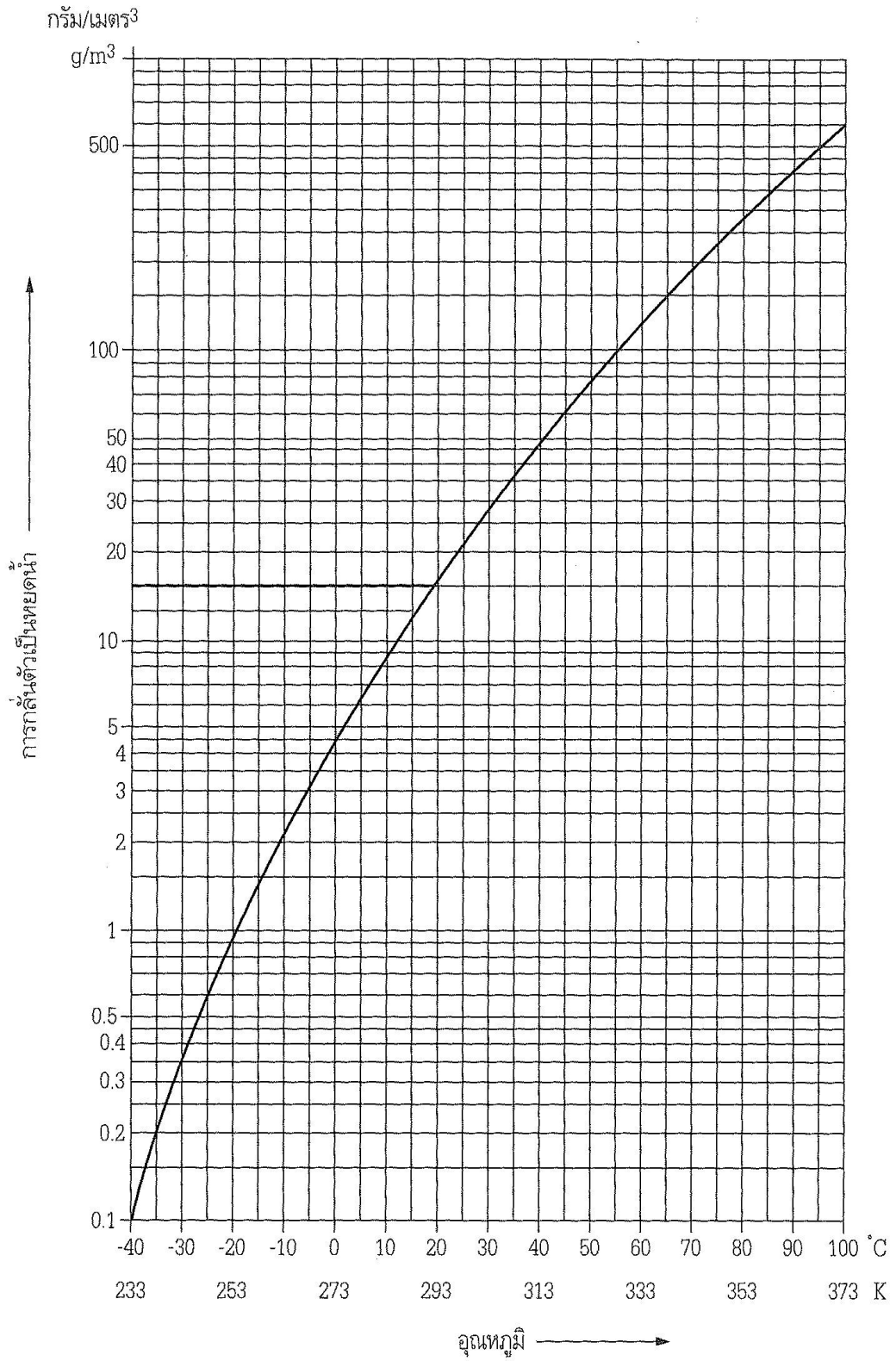
อานนท์ สุขมัน.การจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศ.2549 [17]

ก.2 ข้อมูลแผนภูมิไอโครเมตริก (Psychrometric Chart) Refrigeration and Airconditioning

[18]



ก.3 ข้อมูลปริมาณอิ่มตัวของไอน้ำในอากาศที่อุณหภูมิต่างๆ [19]



ภาคผนวก ข

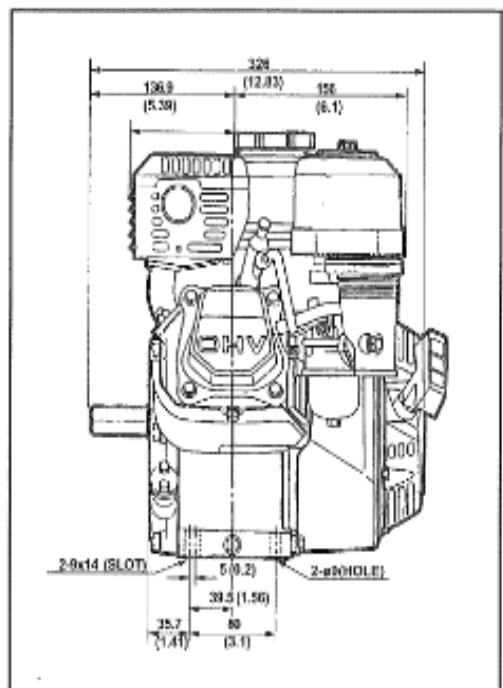
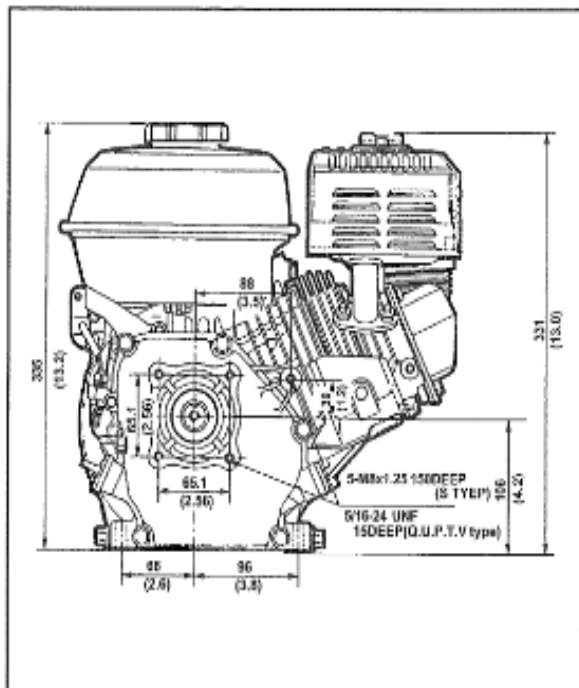
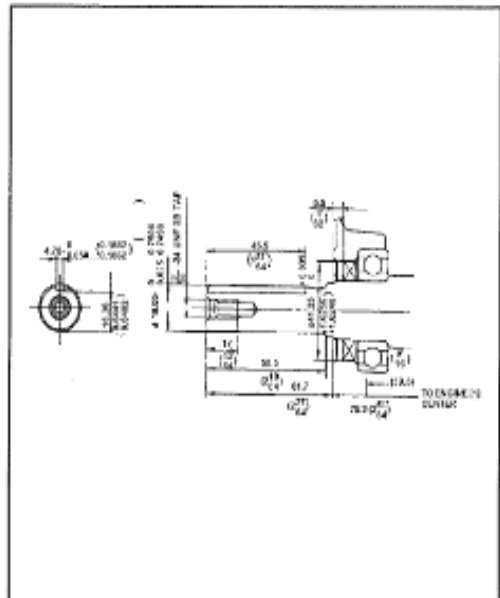
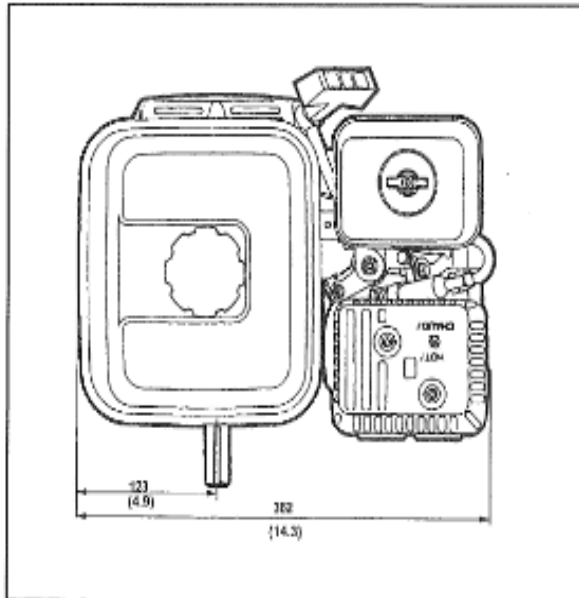
- ข.1 ข้อมูลเครื่องยนต์อเนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ
- ข.2 ขนาดของเครื่องยนต์อเนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ
- ข.3 ค่ามาตรฐานเครื่องยนต์อเนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ
- ข.4 ระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์อเนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ
- ข.5 ระบบช่วงล่างเครื่องยนต์อเนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ
- ข.6 กำลังของเครื่องยนต์อเนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ
- ข.7 ระบบกลไกการปิด-เปิดวาล์วเครื่องยนต์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ

ข.1 ข้อมูลเครื่องยนต์อเนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ

รายการ	GX120F1	GX160T1	GX200T
แบบเครื่องยนต์	4 จังหวะ, วาล์วเหนือลูกสูบ, สูบเดี่ยว วางเอียง 25°		
ปริมาตรกระบอกสูบ	118 ซีซี	163 ซีซี	196 ซีซี
กระบอกสูบระยะชัก	60x42 มม.	68x45 มม.	68x54 มม.
แรงม้าสูงสุด	4 แรงม้าที่ 3900 รอบต่อนาที	5.5 แรงม้าที่ 3900 รอบต่อนาที	6.5 แรงม้าที่ 3850 รอบต่อนาที
แรงบิดสูงสุด	0.75 กก.-ม.ที่ 2500 รอบต่อนาที	1.1 กก.-ม.ที่ 2500 รอบต่อนาที	1.35 กก.-ม.ที่ 2500 รอบต่อนาที
แบบทดกำลัง		2.2 กก.-ม.ที่ 1250 รอบต่อนาที	2.70 กก.-ม.ที่ 1250 รอบต่อนาที
อัตราส่วนกำลังอัด	7.5 : 1	7.5 : 1	7.5 : 1
การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	230 กรัมต่อแรงม้าต่อชั่วโมง		
ระบบระบายความร้อน	พัดลมดูดอากาศ		
ระบบจุดระเบิด	ทรานซิสเตอร์-แมกนีโต		
จังหวะจุดระเบิด	25° ก่อนศูนย์ตายบน		
หัวเทียน	BP 6 ES (NGK), W 20 EP-U (*ND)		
	BPR 6 ES (NGK), W 20 EPR-U (*ND)		
คาร์บูเรเตอร์	แบบแวนวอน, ลิ้นปีกผีเสื้อ		
กรองอากาศ	แบบอ่างน้ำมัน		
ระบบหล่อลื่น	แบบฉีดสาด		
ความจุน้ำมันเครื่อง	0.6 ลิตร		
ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์	เชือกดึงสตาร์ท		
ระบบดับเครื่องยนต์	ตัดวงจรไฟฟ้า ลงดิน		
น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้	เบนซินธรรมดา (ไม่มีสารตะกั่ว)		
ความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิง	2.5 ลิตร		3.6 ลิตร
ความจุน้ำมันเครื่องชุดทด			0.5 ลิตร
ชุดทดกำลัง			แบบคลิชแรงเหยียง

คู่มือการซ่อมเครื่องยนต์ HONDA POWER PRODUCTS [20]

ข.2 ขนาดของเครื่องยนต์ต่อนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ



น้ำหนักสุทธิ 15.4 กก.

คู่มือการซ่อมเครื่องยนต์ HONDA POWER PRODUCTS [20]

ข.3 ค่ามาตรฐานเครื่องยนต้อเนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ

ค่ามาตรฐาน

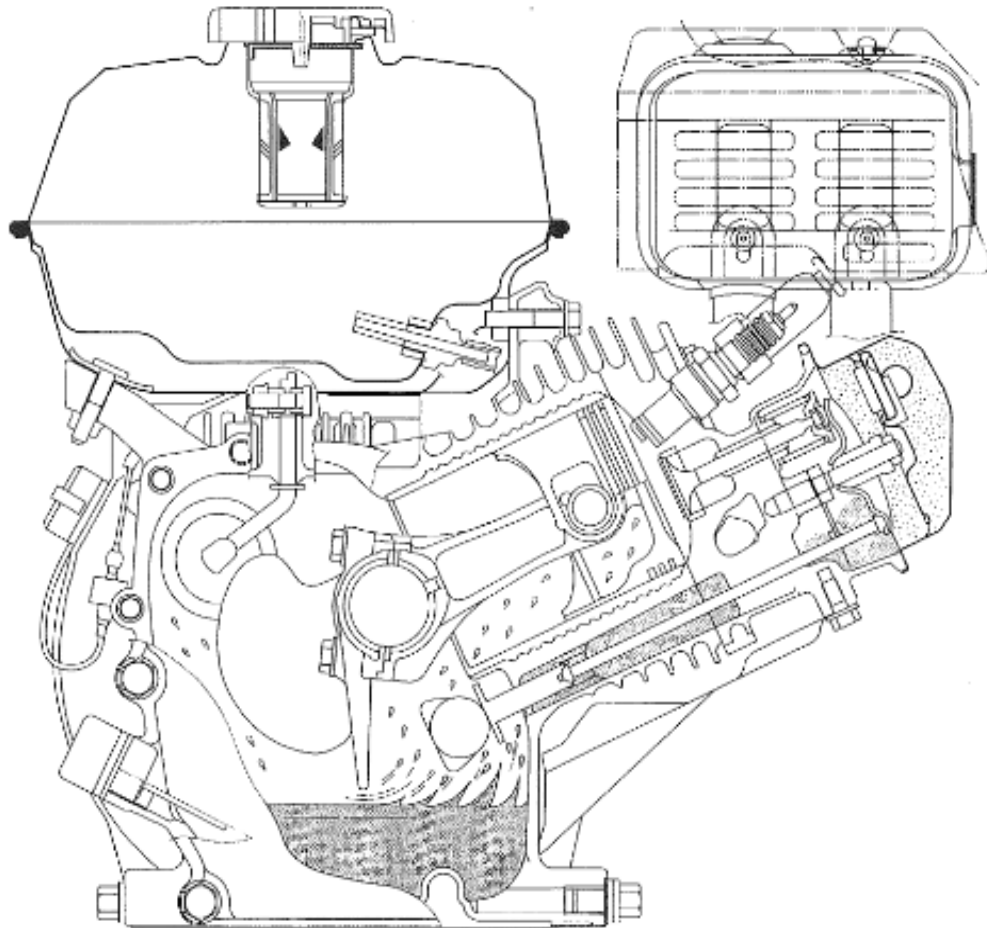
ชื่ออะไหล่	รายการ	GX160T1	
		ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัดการซ่อม
เครื่องยนต์	รอบสูงสุด	3,850±150 รอบต่อนาที	-
	รอบสูงสุด (แบบ DS)	3,750±150 รอบต่อนาที	-
	รอบเดินเบา	1,400±150 รอบต่อนาที	-
	กำลังอัดในกระบอกสูบ	6.0-8.5 กก.-ซม. (85-121 ปอนด์-นิ้ว) ที่ 600 รอบต่อนาที	-
เสื้อสูบ	เส้นผ่าศูนย์กลางด้านในกระบอกสูบ	68.0 มม. (2.68 นิ้ว)	68.165 มม. (2.6837 นิ้ว)
ฝาสูบ	ค่าความโก่ง		0.10 มม. (0.004 นิ้ว)
ลูกสูบ	เส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอกกระโปรงลูกสูบ	67.985 มม. (2.6766 นิ้ว)	67.845 มม. (2.6711 นิ้ว)
	ระยะห่างระหว่างลูกสูบกับกระบอกสูบ	0.015-0.050 มม. (0.0006-0.0020 นิ้ว)	0.12 มม. (0.005 นิ้ว)
	เส้นผ่าศูนย์กลางด้านในช่องสลักลูกสูบ	18.002 มม. (0.7087 นิ้ว)	18.048 มม. (0.7105 นิ้ว)
	เส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอกสลักลูกสูบ	18.0 มม. (0.71 นิ้ว)	17.954 มม. (0.7068 นิ้ว)
	ระยะห่างของรูสลักกับสลักลูกสูบ	0.002-0.014 มม. (0.0001-0.0006 นิ้ว)	0.06 มม. (0.002 นิ้ว)
แหวนลูกสูบ	ระยะห่างแหวนกับร่องแหวน ทั้ง 3 ตัว	0.015-0.045 มม. (0.0006-0.0018 นิ้ว)	0.15 มม. (0.006 นิ้ว)
	ระยะห่างปากแหวน ตัวบน ตัวที่ 2	0.2-0.4 มม. (0.008-0.016 นิ้ว)	1.0 มม. (0.04 นิ้ว)
	แหวนน้ำมัน	0.15-0.35 มม. (0.006-0.014 นิ้ว)	1.0 มม. (0.04 นิ้ว)
	ความกว้างของแหวน ตัวบน ตัวที่ 2	1.5 มม. (0.06 นิ้ว)	1.37 มม. (0.054 นิ้ว)
	แหวนน้ำมัน	2.5 มม. (0.10 นิ้ว)	2.37 มม. (0.093 นิ้ว)
ก้านสูบ	เส้นผ่าศูนย์กลางด้านในทางปลายเล็ก	18.002 มม. (0.7087 นิ้ว)	18.07 มม. (0.711 นิ้ว)
	เส้นผ่าศูนย์กลางด้านในทางปลายใหญ่	30.02 มม. (1.182 นิ้ว)	30.066 มม. (1.1837 นิ้ว)
	ระยะห่างด้านในก้านสูบกับสลักข้อเหวี่ยง	0.040-0.063 มม. (0.0016-0.0025 นิ้ว)	0.12 มม. (0.005 นิ้ว)
	ระยะห่างด้านข้างของก้านสูบกับข้อเหวี่ยง	0.1-0.7 มม. (0.004-0.028 นิ้ว)	1.1 มม. (0.043 นิ้ว)
เพลาลูกข้อเหวี่ยง	เส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอกสลักข้อเหวี่ยง	29.98 มม. (1.180 นิ้ว)	29.92 มม. (1.178 นิ้ว)
ลิ้น	ระยะห่างลิ้นลิ้น	ไอดี 0.15±0.02 มม. (0.006±0.001 นิ้ว) ไอเสีย 0.20±0.02 มม. (0.008±0.001 นิ้ว)	-
	ความโตนอกก้านลิ้น	ไอดี 5.48 มม. (0.216 นิ้ว) ไอเสีย 5.44 มม. (0.214 นิ้ว)	5.318 มม. (0.2094 นิ้ว) 5.275 มม. (0.2077 นิ้ว)
	ความโตในปลอกลิ้น	5.50 มม. (0.217 นิ้ว)	5.572 มม. (0.2194 นิ้ว)
	ระยะห่างก้านลิ้นกับปลอกลิ้น	ไอดี 0.02-0.044 มม. (0.0008-0.0017 นิ้ว) ไอเสีย 0.06-0.087 มม. (0.0024-0.0034 นิ้ว)	0.10 มม. (0.004 นิ้ว) 0.12 มม. (0.005 นิ้ว)
	ความกว้างของบ่าลิ้น	0.8 มม. (0.03 นิ้ว)	2.0 มม. (0.08 นิ้ว)
	ความยาวอิสระของสปริงลิ้น	34.0 มม. (1.34 นิ้ว)	32.5 มม. (1.28 นิ้ว)
เพลาราวลิ้น	ความสูงของลูกเบี้ยว	ไอดี 27.7 มม. (1.09 นิ้ว) ไอเสีย 27.75 มม. (1.093 นิ้ว)	27.45 มม. (1.081 นิ้ว) 27.50 มม. (1.083 นิ้ว)
	ความโตนอกเพลาราวลิ้น	13.984 มม. (0.5506 นิ้ว)	13.916 มม. (0.5479 นิ้ว)
ฝาครอบแคว้ง	ความโตในรูเพลาราวลิ้น	14.0 มม. (0.55 นิ้ว)	14.048 มม. (0.5531 นิ้ว)
คาร์บูเรเตอร์	นมหนู	*#72 **#68	-
	ความสูงของลูกลอย	13.7 มม. (0.54 นิ้ว)	-
	สกรูปรับอากาศเปิด	*3 รอบ **2-1/8 รอบ	-
หัวเทียน	ระยะห่างเขี้ยวหัวเทียน	0.7-0.8 มม. (0.028-0.031 นิ้ว)	-
คอยล์จุดระเบิด	ค่าความต้านทาน	ขดลวดไฟแรงดันต่ำ 0.8-1.0 Ω ขดลวดไฟแรงดันสูง 5.9-7.1 KΩ	-
	ระยะห่างคอยล์กับล้อแม่เหล็ก	0.4±0.2 มม. (0.016±0.008 นิ้ว)	-
คลัชชุดทดกำลัง	ความหนาแผ่นคลัช	3.5 มม. (0.14 นิ้ว)	3.0 มม. (0.12 นิ้ว)
	ค่าความโก่งงอแผ่นเหล็กคลัช	-	0.10 มม. (0.004 นิ้ว)

คู่มือการซ่อมเครื่องยนต์ HONDA POWER PRODUCTS [20]

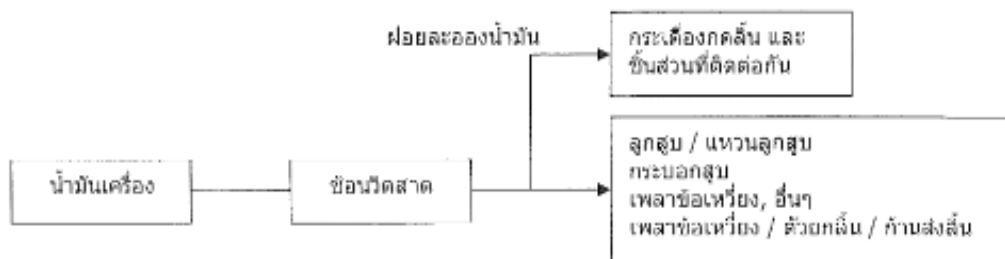
ข.4 ระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์อเนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ

- การหล่อลื่นแบบฉีดโดยใช้ช่องฉีด

น้ำมันในอ่างน้ำมันเครื่องถูกฉีดขึ้นไปยังชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องยนต์ โดยช่องฉีดที่อยู่บนก้านสูบ



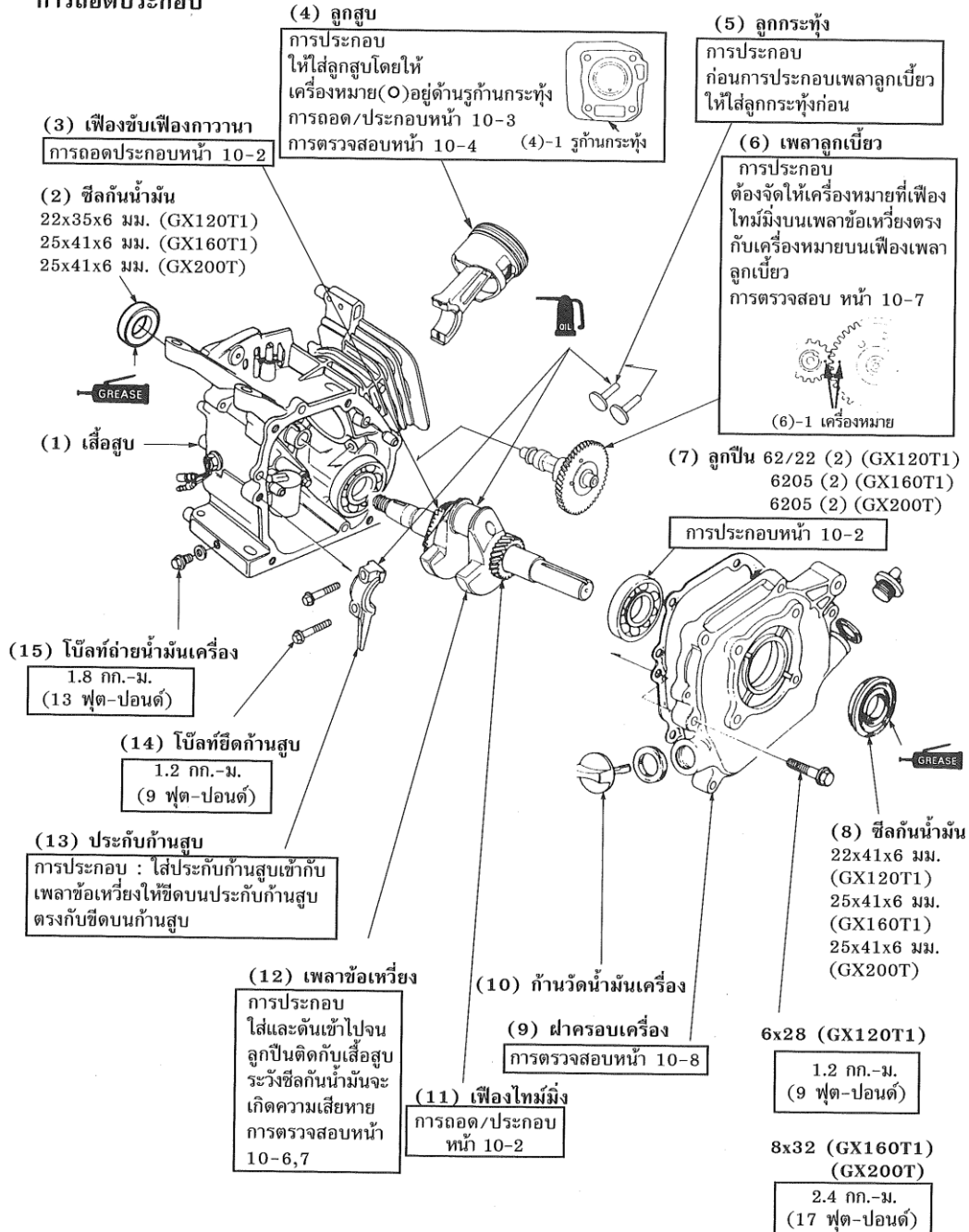
- การไหลของน้ำมัน



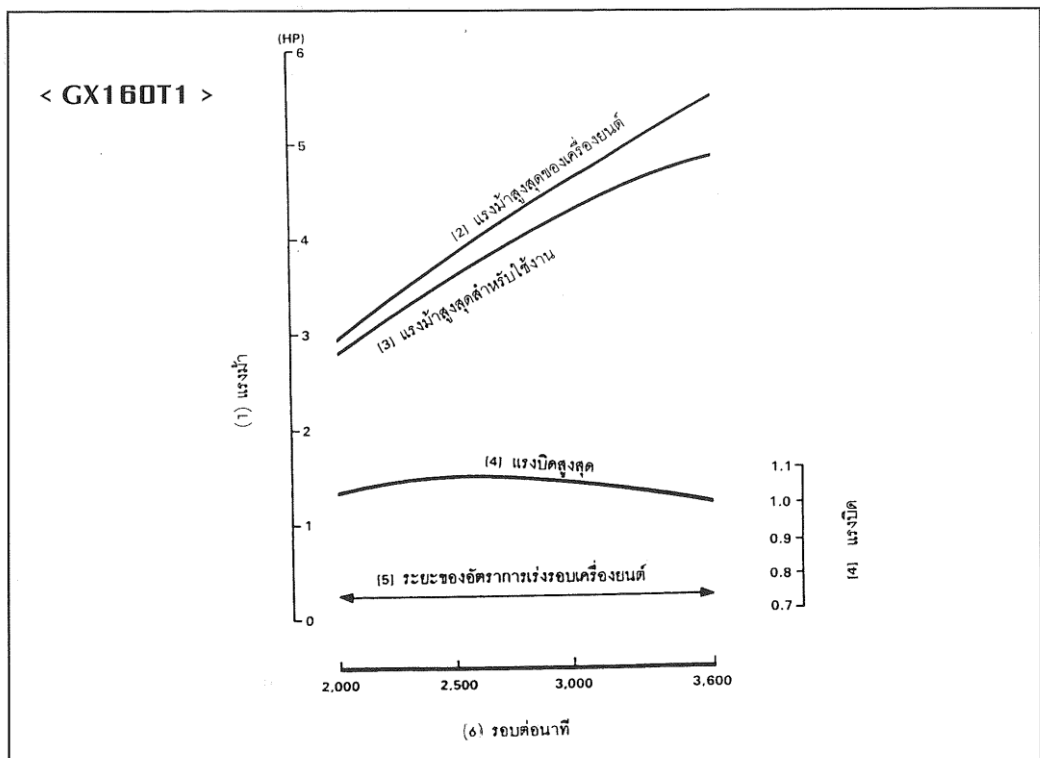
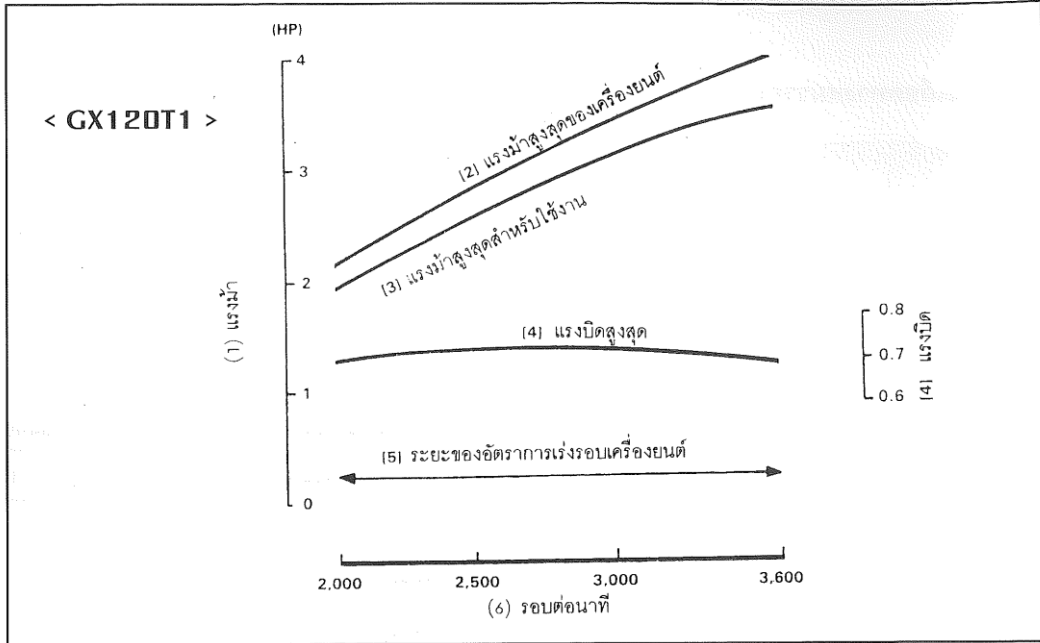
ข.5 ระบบช่วงล่างเครื่องยนต์เนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ

ฝาครอบเครื่อง, เฟลาข้อเหวี่ยง, ลูกสูบ

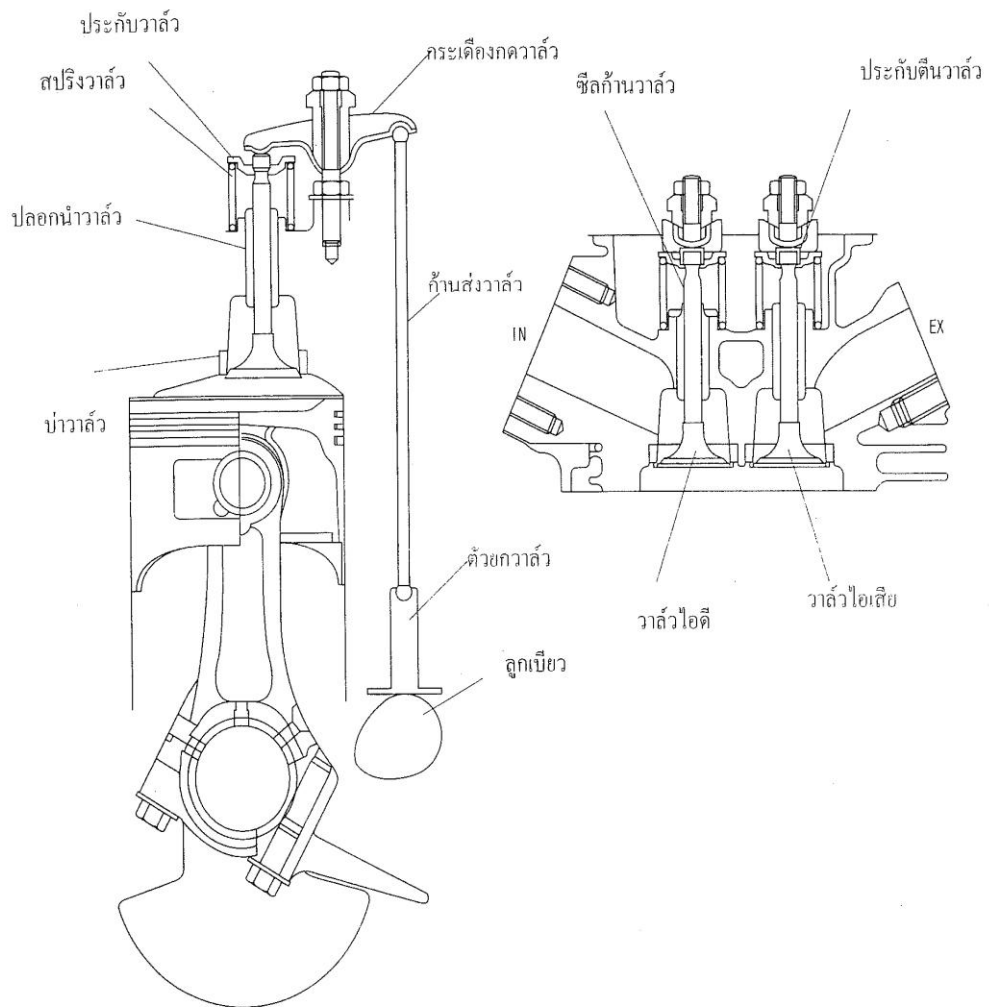
การถอดประกอบ



ข.6 กำลังของเครื่องยนต์อเนกประสงค์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1 สูบ



ข.7 ระบบกลไกการปิด-เปิดวาล์วเครื่องยนต์ Honda ขนาด 5.5 แรงม้า รุ่น GX160T1 QTN 1

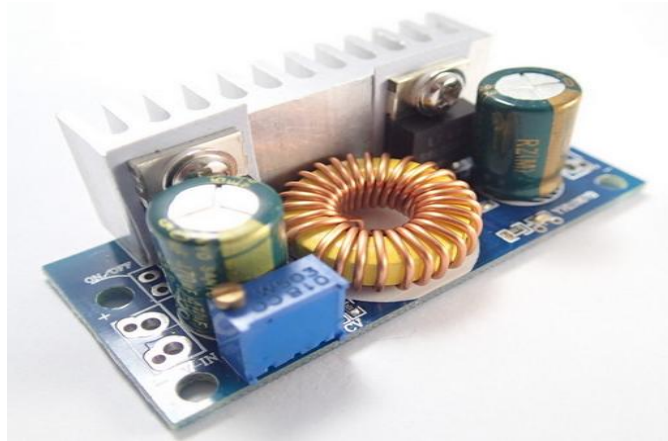


ภาคผนวก ค

ข้อมูลคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่สำคัญ

ค.1 ข้อมูลคุณลักษณะของวงจร DC Step-Up [4.5-32V to 5-42V] 6A 120W

ถ.1 ข้อมูลคุณลักษณะของวงจรDC Step-Up [4.5-32V to 5-42V] 6A 120W



Dc Buck-Boost ที่ 1 <http://www.thaicconverter.com/product/7/dc-step-up> [21]

Product Specifications

Module: 6A step-up

Module properties: non-isolated step-up module (BOOST)

Input voltage: 4.5-32V

Input current: 0-6A

Output voltage: 5-42V adjustable

Output current: 0-6A the larger the different voltage, the smaller of the output current

Operating temperature: -40°C to +85°C

Working frequency: 180 KHz

Conversion efficiency: up to 94%

Short circuit protection: Yes

Over-temperature protection: Yes Over-temperature automatic shutdown output

Input reverse polarity protection: No

Installation: four 3mm screws

Connection: Welding (V-IN input, V-OUT output)

Dimensions: 60 x 30 x 20mm

ภาคผนวก ง

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

- ง.1 The Engine produce DC power that Uses Compressed air Energy Emitted by Industries
- ง.2 A Study of the Engine that Uses Compressed Air Emitted from Industries to Produce Direct Current

ง.1 The Engine produce DC power that Uses Compressed air Energy Emitted by Industries



ขอเชิญร่วมงานประชุมวิชาการระดับชาติ “มสร.วิจัย ประจำปี 2558” STOU Research 2015

วันที่ 8 เมษายน 2558 เวลา 08.30 - 16.00 น.

ณ ห้องประชุม 5209 อาคารสัมมนา 1 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พบกับกิจกรรมน่าสนใจ

- พิธีมอบรางวัลผลงานวิจัยประจำปี 2557
- การอภิปรายทางวิชาการเรื่อง

“การสร้างสรรคงานวิจัยสู่การตีพิมพ์เผยแพร่และใช้ประโยชน์ในระดับสากล”



โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ธีระตระกูลชัย

รองกรรมการผู้จัดการอาวุโสด้านคุณภาพและมาตรฐานสากล
บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)



นายแพทย์กิตติศักดิ์ กุลวิชัย อาจารย์ประจำคณะแพทยศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รองศาสตราจารย์ ดร.กมลรัฐ อินทรทัศน์

อาจารย์ประจำสาขาวิชานิติศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ผู้ดำเนินรายการ



รองศาสตราจารย์จูปนรรต พรหมอินทร์

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

- การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย
- ชมนิทรรศการผลงานวิจัย และ
ผลงานของศูนย์วิจัยเฉพาะทาง มสร.



กำหนดการเปิดรับบทความวิจัย

เปิดรับบทความวิจัย	
● ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ตั้งแต่บัดนี้ - 30 พฤศจิกายน 2557
● ด้านสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์	
● ด้านการศึกษา	
วันสุดท้ายของการลงทะเบียนและชำระเงิน	30 พฤศจิกายน 2557
แจ้งผลการพิจารณาบทความวิจัย	2 กุมภาพันธ์ 2558
ผู้วิจัยปรับแก้ข้อความ	3-17 กุมภาพันธ์ 2558
ประกาศผลการพิจารณา	2 มีนาคม 2558

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

โทร. 0 2504 7588-9 โทรสาร 0 2503 4898

<http://ird.stou.ac.th/stouconference>



สาขา	ชื่อบทความ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2) ห้อง 5212 อาคารสัมมนา 1	1.ผลของการชลประทานแบบน้ำหยดคุณค่าทางโภชนาการของโพแทสเซียมและซิลิโคนต่อผลผลิตการปรากฏและการทำลายของโรคและแมลงศัตรูมันสำปะหลังที่ปลูกปลายฤดูฝน (นางสาวมาลี ลิขิตชัยกุล)
	2.ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของวัยรุ่นในจังหวัดศรีสะเกษ (นางสาวชญาภัทร พันธังงาม)
	3.การทดสอบไปโอติเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้ในเครื่องยนต์คอมมอนเรล (นายมงคล สมประสิทธิ์)
	4.เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงใช้พลังงานลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (นายบุญชู เกตุยงค์)
	5.การเกิดไบโอฟิล์มบนพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นที่เติมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียเอชพีคิวเอ็ม (นางสาวกุลสุชา ปันเงิน)
	6.ผลของโปรแกรมการกำกับตนเองในการบริโภคอาหารของหญิงตั้งครรภ์ที่มีปัจจัยเสี่ยงเบาหวาน (ร.ต.อ.ไปรมา นาคนิยม)
	7.การพัฒนาารูปแบบพยาบาลที่เลี้ยงสำหรับพยาบาลจบใหม่ โรงพยาบาลสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ (นางปิยะอร รุ่งธนเกียรติ)
	8.ปัจจัยทำนายความตั้งใจในการรับวัคซีนป้องกันมะเร็งปากมดลูกของนักศึกษาหญิงวิทยาลัยพยาบาลจังหวัดราชบุรี (นางสาวเอมอร ลีณา)
สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ (1) ห้องประชุม 231 อาคารสัมมนา 2	1.รูปแบบการนำตนเองเข้าไปผูกพันมีบทบาทในการแก้ไขปัญหาสังคมของพระสงฆ์ (นายบูรกรณ์ บริบูรณ์)
	2.วัฒนธรรมการแต่งกายที่เพ้าของคนไทยเชื้อสายจีนในสังคมไทย (Miss Huang Yuan Yuan)
	3.ความขัดแย้งในเรื่องเส้นรางวัลสุภาเทวฤๅ พ.ศ.2546-2556 (Miss Zhao Danping)
	4.ภาพสะท้อนสังคมไทยในเรื่องเส้นรางวัลนายอินทร์อะวอร์ด พ.ศ.2552-2556 (Miss Li Yuanchun)
	5.ภาพสะท้อนสังคมไทยในนวนิยายรางวัลสุภา เทวฤๅ ปี พ.ศ.2549-2553 (Miss Huang Piaoyun)
	6.ภาพสะท้อนสังคมชนบทไทยในนวนิยายของโชติ ศรีสุวรรณ (Miss Chang Xiaohu)
	7.การศึกษาเปรียบเทียบนิทานพื้นบ้านภาคเหนือของไทยกับนิทานพื้นบ้านชนเผ่าจ้วงของจีน (Mr.Zhao Peng)
	8.การวิเคราะห์สารคดีที่ได้รับรางวัลแว่นแก้วปี พ.ศ.2553-2556 (Miss Liu Sunyue)
	9.การวิเคราะห์นิทานอาเซียนที่แปลเป็นภาษาไทย (Miss Pan Xiaohua)
	10.ห้องเรียนแห่งการตื่นรู้ระดับบัณฑิตศึกษา (ดร.มนตรี วิวาทสุข)
	11.สุขภาวะทางเพศและกิจกรรมทางเพศนักศึกษาชายรักร่วม (นายวิชรุณี ชี้อัสคัย)

กำหนดการ
การประชุมทางวิชาการระดับชาติ และการนำเสนอผลงานวิจัย
“มสธ. วิจัย ประจำปี 2558”
วันพุธที่ 8 เมษายน 2558
ณ ห้องประชุม 5209 อาคารสัมมนา 1



- 08.00-09.00 น. ลงทะเบียนรับเอกสาร
- 09.00-09.15 น. พิธีเปิดการประชุม โดยอธิการบดีมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- 09.15-09.30 น. พิธีมอบรางวัลผลงานวิจัย มสธ. ประจำปี 2557
- 09.30-12.30 น. การอภิปรายทางวิชาการ เรื่อง “การสร้างสรรค้งานวิจัยสู่การตีพิมพ์เผยแพร่และใช้ประโยชน์ในระดับสากล”
วิทยากรอภิปราย
- รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง ธรรมศิริรักษ์
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
 - นายแพทย์กิตติศักดิ์ กุลวิจิต
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 - รองศาสตราจารย์ ดร.กมลรัฐ อินทร์ทัศน์
สาขาวิชานิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- วิทยากรผู้ดำเนินรายการ**
รองศาสตราจารย์ฐปณรัต พรหมอินทร์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- 12.30-13.30 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.30-16.30 น. แบ่งกลุ่มนำเสนอผลงานวิจัยดังนี้

สาขา	ชื่อบทความ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(1) ห้อง 5211 อาคารสัมมนา 1	1.การพัฒนาอัลกอริทึมรูปแบบเปรียบเทียบ (นางสาวคนันพร อัครศิริโรจน์)
	3.การพิจารณาจำนวนคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยวิธี ARIMA และการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (นายธนรักษ์ ลิมจิตสมบุรณ์)
	3.ความมั่นคงปลอดภัยด้านระบบสารสนเทศของนักศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (รองศาสตราจารย์ ดร.สถิตย์พงษ์ ลิ้มปิยะเชือวร)

เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงใช้พลังงานลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
The Engine produce DC power that Uses Compressed air Energy Emitted by Industries

บุญชู เกตุยงค์ และ ดร.พิพัฒน์ ปราโมทย์
 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 E-Mail: boonchu_ae@outlook.co.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอ เครื่องยนต์ใช้ลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมแทนการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียม โดยมีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นส่วนของเครื่องยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก จำนวน 1 สูบขนาด 150 CC. เพื่อใช้ลมอัดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม การศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ลมอัด อยู่ภายใต้พื้นฐานความดันลมตั้งแต่ 2-8 บาร์ ส่งกำลังโดยสายพานไปหมุนอัลเทอร์เนเตอร์ขนาด 60 แอมแปร์สร้างไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ นำพลังงานที่ผลิตได้ชาร์จไฟฟ้าประจุเข้าแบตเตอรี่ ขนาด 45 แอมแปร์ใช้เวลาเฉลี่ย 6 ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าผลิตได้ 540 วัตต์ซึ่งการชาร์จประจุไฟฟ้าจากเครื่องกระแสกลับ 220 โวลต์ขนาด 60 แอมแปร์ใช้เวลาในการชาร์จ 5 ชั่วโมง เมื่อเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า ในการชาร์จแบตเตอรี่โดยเครื่องยนต์ใช้ลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม สามารถลดการใช้พลังงานได้ 13.2 กิโลวัตต์ชั่วโมง

คำสำคัญ: อัลเทอร์เนเตอร์ เครื่องยนต์เล็ก พลังงาน โรงงานอุตสาหกรรม เชื้อเพลิงปิโตรเลียม

ABSTRACT

This article reports an investigation about the engine that uses compressed air released from industrial manufacturing Processes as a source of input energy. With the modification and improvement of engine parts, a small 150 cc one-cylinder engine can use compressed air instead of petroleum fuel. To study the performance of the compressed air engine, the air pressure was controlled to be within 2-8 bars. Then, the power was transmitted by belt to drive a 12 volt 60 ampere alternator. The energy produced by the alternator was then charged to a 45 ampere battery which reached full capacity about 6 hours 540 watt power output. Compared to the electric charger which reached its full capacity at about 5 hours. It was found from this study that the alternator, driven by the compressed air engine, can save electrical energy consumption of about 13.2 kWh.

Keywords: Alternator, small Engine, Energy, industrial, Petroleum

4.2 A Study of the Engine that Uses Compressed Air Emitted from Industries to Produce Direct Current

DPU
DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY
PROGRESSIVE UNIVERSITY

PRN
เครือข่ายวิจัยประจักษ์
Prachachuen Research Network

การประชุมวิชาการ
การบริหารและการจัดการ ครั้งที่ 10
“การบริหารจัดการเพื่อการปฏิรูป”

วันศุกร์ที่ 27 มีนาคม 2558
ณ ห้องประชุม ดร.ไสว สุทธิพิทักษ์
อาคาร 6 ชั้น 7 มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ณ ห้องประชุม ดร.ไผ่ ฤทธิพิทักษ์ อาคาร 6 ชั้น 7 มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

08.00 – 09.00 น.	ลงทะเบียน
09.00 – 09.15 น.	พิธีเปิด โดย รองศาสตราจารย์ ดร.วรากรณ์ สามโกเศศ อธิการบดี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
09.15 – 09.30 น.	กล่าวต้อนรับ โดย ผู้แทนเครือข่ายวิจัยประชาชื่น ◆ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ศักดิ์ อัครภรณ์ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
09.30 – 10.30 น.	ปาฐกถาพิเศษ หัวข้อ “การบริหารจัดการเพื่อการปฏิรูป” ◆ ดร.โชค บุตกุล กรรมการตามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยมหิดล และกรรมการผู้จัดการ กลุ่มบริษัท ฟาร์มโชคชัย
10.30 – 11.00 น.	รับประทานอาหารว่าง
11.00 – 12.00 น.	อภิปราย “การบริหารจัดการเพื่อการปฏิรูป” ◆ คุณณัฐฐา โกมลวาทิน ผู้ประกาศข่าว และบรรณาธิการข่าวอาเซียนของสถานีโทรทัศน์ไทยพีบีเอส ◆ ดร.ไกรยศ กัทธราวิท ผู้เชี่ยวชาญนโยบายเศรษฐกิจการศึกษาศึกษา ตำแหน่งงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้ และคุณภาพเยาวชน (สสค.) ◆ คุณทณง โชติธรรมยุทธ์ กรรมการผู้จัดการ บมจ. ซีเอ็มยูเคชั่น ผู้ดำเนินรายการ ◆ ดร.เกียรติอนันต์ ฮ้วนแก้ว ผู้ช่วย รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 14.30 น.	นำเสนอผลงานภาคบรรยาย
14.30 – 15.00 น.	รับประทานอาหารว่าง
15.00 – 16.00 น.	นำเสนอผลงานภาคบรรยาย (ต่อ)
16.00	ปิดประชุมวิชาการ

ตารางนำเสนอผลงานวิชาการ

ประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ ครั้งที่ 10 เรื่อง "การบริหารจัดการเพื่อการปฏิรูป"

วันศุกร์ที่ 27 มีนาคม 2558

ห้องนำเสนอ อาคารเฉลิมพระเกียรติ (อาคาร 7 ชั้น 4) ห้อง 7410 กลุ่มที่ 11 วิทยาลัยศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้ดำเนินรายการ ศศ.ดร.วิจิตรพันธ์ทิพรส / ผู้ช่วยผู้อำนวยการ ทนงศักดิ์ ศิริรงค์

ที่	เวลาที่นำเสนอ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงานที่สังกัด	ชื่อบทความวิจัย
1	13.20-13.40 น.	คุณอนันต์ อมรรัตน์แสง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	การตรวจสอบความผิดพลาดของซอฟต์แวร์ที่ถูกออกแบบในขั้นตอนการภาพถ่ายวิถีบินนเรลิจิตีวีเรียล
2	13.40-14.00 น.	ศศ.วราปภา อธิราษฎร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	การยอมรับนวัตกรรมระบบการจัดการข้อมูลสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนรู้
3	14.00-14.20 น.	คุณฐิพรเทพ จันทร์คุณ	มหาวิทยาลัยมหิดล	การประเมินศักยภาพชีวมวลไม้สับเพื่อการผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษา : โรงไฟฟ้าขนาดเล็กมาก บริษัท เวลส์โคราช เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด จังหวัดบุรีรัมย์
4	14.20-14.40 น.	ศศ.ดร.อุเทน ทองทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	ดัชนีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลดาวเทียม SMSMS
5	14.40-15.00 น.	คุณมงคล สมประสิทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	การวิเคราะห์กระบวนการสันดาปภายในของไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรล
6	15.00-15.20 น.	คุณบุญชู กุดขงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	การศึกษาเครื่องยอนต์ที่ใช้พลังงานลมอัลต์พล์ซึ่งจากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อผลิตไฟฟ้ากระแสตรง
7	15.20-15.40 น.	คุณธีรนนท์ อธิศรีพงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	รูปแบบการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมก่อสร้างบ้านเพื่อเงินแบบครบวงจรตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง
8	15.40-16.00 น.	ว่าที่ ร.อ.ร่มพญาน์ พิรมเกียรติศักดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	ผลของวิธีการหมักที่มีต่อคุณภาพทางเคมีและการยอมรับปุ๋ยหมักในระดับชุมชน

คำสั่งมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ที่ 0101/1002
เรื่อง แต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิประเมินผลบทความวิชาการ
การประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ ครั้งที่ 10

เพื่อให้การดำเนินงานจัดประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ ครั้งที่ 10 ในวันที่ 27 มีนาคม 2558 เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อาศัยอำนาจตามความในข้อ 18 แห่งระเบียบ ว่าด้วย การบริหารงานและการจัดส่วนงานมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต พ.ศ. 2555 จึงแต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิประเมินผลบทความวิชาการ "การประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ ครั้งที่ 10" โดยประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจากสถาบันต่าง ๆ ดังนี้

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ กัมพูสิริ | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ มีโชค | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 3. รองศาสตราจารย์ยุทธนา ธรรมเจริญ | มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณมา ศิลปอาชา | มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุตารัตน์ สารสว่าง | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ศักดิ์ จักรภรณ์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |
| 7. ดร.เยาวลักษณ์ ราชแพทยาคม | นักวิชาอิสระ |
| 8. รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย พิศาลบุตร | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 9. รองศาสตราจารย์ ดร.บงการ หอมน่าน | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.วราพร จิระพันธุ์ทอง | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 11. รองศาสตราจารย์พีณีจ ทัพย์มณี | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญชัช วิภัตติภูมิประเทศ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรย์ญา ปานเจริญ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิวัรัตน์ ทิพรส | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทาสารี สุขโต | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนารัตน์ ลี้ม | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิลา ฟงศ์ยี่หล้า | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุวัฒน์ ชลไพศาล | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัศวิน แสงพิบูล | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุลศักดิ์ ชาญณรงค์ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |

- | | |
|---|---------------------------|
| 21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะวิทย์ ทิพรส | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ |
| 22. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญสินี ชวนะคุรุ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ |
| 23. ดร.อสมมา มาดยาบุญ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ |
| 24. ดร.เกียรติอนันต์ ล้วนแก้ว | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ |
| 25. ดร.สัณห์ รัฐวิบูลย์ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ |

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ 8 ตุลาคม 2557 เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2557



(ศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สินลารัตน์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดี

เพื่อให้การดำเนินงานจัดการประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ ครั้งที่ 10 ในวันที่ 27 มีนาคม 2558 เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อาศัยอำนาจตามความในข้อ 18 แห่งระเบียบ ว่าด้วย การบริหารงานและการจัดส่วนงานมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต พ.ศ. 2555 จึงแต่งตั้งคณะทำงานโครงการ “การประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ ครั้งที่ 10” โดยประกอบด้วยบุคลากรของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต และเครือข่ายวิจัยประชาชน ดังนี้

- | | |
|--|---------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สินลารัตน์
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร.เกียรติอนันต์ ล้วนแก้ว
ผู้ช่วยรองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต | รองประธาน |
| 3. ดร.อภิเทพ แซ่โล้ว
ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยนานาชาติแสตมฟอร์ด | กรรมการ |
| 4. ดร.ดิเรก นิมนะ
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ | กรรมการ |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราณี สวัสดิ์สรพร
ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม มหาวิทยาลัยกรุงเทพ | กรรมการ |
| 6. รองศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ ปิ่นปฐมรัฐ
อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี | กรรมการ |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฬา พิรพัชระ
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร | กรรมการ |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ศักดิ์ อัครภรณ์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร | กรรมการ |
| 9. รองศาสตราจารย์ฐปนรต พรหมอินทร์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช | กรรมการ |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.สมโรจน์ โกมลวนิช
ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายวิชาการ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ | กรรมการ |
| 11. รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย วัฒนานนท์
ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ | กรรมการ |
| 12. ดร.กรวิก พรนิมิต
รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง | กรรมการ |
| 13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์จันทร์ อยู่แพทย์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต | กรรมการ |
| 14. ดร.ชนะศึก นิชานนท์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต | กรรมการ |

- | | |
|--|---------------------|
| 15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุบิน ประเสริฐ
ผู้อำนวยการศูนย์ส่งเสริมและพัฒนางานวิจัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม | กรรมการ |
| 16. ศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย สุวรรณดิษชนันท์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ
ผู้อำนวยการสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร | กรรมการ |
| 18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีย์ ชื่นวัฒนา
ผู้อำนวยการศูนย์สนเทศและหอสมุด มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 19. นายณัฐสิทธิ์ พุฒิวินาสารทภักย์
หัวหน้าแผนกเทคโนโลยีห้องสมุด มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนารัตน์ ลิ้ม
ผู้อำนวยการสำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 21. นายทองศักดิ์ ศิริยงศ์
รักษาการผู้อำนวยการศูนย์บริการวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 22. นางสาวปริญญา คล้ายเจริญ
นักวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 23. นางสาวนันทวัน งามเดชะ
นักวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 24. นางสกุลทิพย์ อนันตรักษ์
นักวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการและเลขานุการ |
| 25. นายศักดิ์สิทธิ์ คณะชาติ
ผู้ช่วยนักวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | ผู้ช่วยเลขานุการ |
| 26. นายศราวุธ โกมุทพันธุ์
เจ้าหน้าที่ศูนย์บริการวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | ผู้ช่วยเลขานุการ |
| 27. นางสาวศมภัส บัณฑิตะมาลีกุล
เจ้าหน้าที่ศูนย์บริการวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | ผู้ช่วยเลขานุการ |

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ 6 ตุลาคม 2557 เป็นต้นไป

ตั้ง ณ วันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2557

(รองศาสตราจารย์ ดร.วารกรณ์ สามโกเศศ)
อธิการบดี

25. การวิเคราะห์กระบวนการสันดาปภายในของไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรล	384
26. การวิเคราะห์ตัวแปรชี้วัดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจโดยโมเดลวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกประยุกต์และการปรับปรุง กรณีศึกษาผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลหัวใจ	397
27. การวิเคราะห์ทัศนคติการอยู่ก่อนแต่งงานของประชาชน : กรณีศึกษาเทศบาลนครขอนแก่น	414
28. การศึกษาเครื่องยนต์ที่ใช้พลังงานลมอัดปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อผลิตไฟฟ้ากระแสตรง	426
29. การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมในการเลือกซื้อวัสดุก่อสร้างในเขตสาทร กรุงเทพมหานคร	438
30. การศึกษาปัญหาและข้อจำกัดด้านนโยบายและกฎหมาย เพื่อสนับสนุนการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายโดยเกษตรกรรายย่อย กลุ่มเกษตรกร และวิสาหกิจชุมชน	454
31. การศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประชากร เศรษฐกิจ สังคม และวิธีการทำงานของสมาชิกสภาท้องถิ่นและผู้บริหารท้องถิ่นที่ได้มาจากการเลือกตั้งและการสรรหา : กรณีศึกษาเทศบาลตำบลลาดใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ	465
32. การศึกษาและการพัฒนาประชาธิปไตยในเกาหลีใต้ (1950s-1987)	479
33. การสร้างความหมายและมูลค่าของการเช่าบูชาพระเครื่องหลวงปู่ทวด	490
34. การสื่อสารเพื่อมุ่งใจของผู้มีน้ำและวัฒนธรรมองค์กรที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรม การเป็นสมาชิกที่ดีขององค์กรในบริษัท ลิลลี่ โทเบก้า จำกัด	506
35. การสื่อสารภายในองค์กรกับบรรยากาศองค์กรที่มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ภาคขายและบริการนครหลวงที่ 1	521
36. การอยู่ร่วมกันฉันสามีภริยาของบุคคลเพศเดียวกันตามกฎหมายไทยเปรียบเทียบกับกฎหมายฝรั่งเศส	535
37. ความคาดหวังและความพึงพอใจในการสื่อสารภายในองค์กรด้วยระบบอินทราเน็ตของพนักงานบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ภาคขายและบริการนครหลวงที่ 1	549
38. ความคาดหวังและความพึงพอใจในคุณภาพบริการของเจ้าหน้าที่ที่มีต่อร้านค้าสวัสดิการทหารบก ค่ายสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา	563

การศึกษาเครื่องยนต์ที่ใช้พลังงานลมอัดปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อผลิต
ไฟฟ้ากระแสตรง

A Study of the Engine that Uses Compressed Air Emitted from Industries to
Produce Direct Current

บุญชู เกตุยงค์
พิพัฒน์ ปราโมทย์

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นกรนำเสนอเครื่องยนต์ที่ใช้พลังงานลมอัด ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมแทนการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียม โดยมีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นส่วนเครื่องยนต์ อเนกประสงค์ขนาดเล็ก จำนวน 1 สูบ ขนาด 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร การศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ลมอัด อยู่ภายใต้พื้นฐานระยะเวลา 20 วินาทีในการปลดปล่อยความดันลมทิ้ง 1-8 บาร์ และหยุดปล่อยลมทิ้งเป็นเวลา 10 วินาที ทำให้ลมทิ้งไม่เพียงพอต่อการหมุนของเครื่องยนต์ จึงเสนอชุดพิกลมเป็นการสำรองความดันลมเพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานอย่างต่อเนื่อง และส่งกำลังโดยสายพาน ไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสลับขนาด 60 แอมแปร์ ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ โดยการพัฒนาหุ่นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสลับได้แก่การติดตั้งแม่เหล็กถาวรเพื่อสร้างกระแสไฟฟ้าในรูปขั้ว นำพลังงานที่ผลิตได้ประจุแบตเตอรี่ขนาด 45 แอมแปร์ในเวลาลดเหลือ 6 ชั่วโมง ซึ่งการประจุไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสลับขนาด 220 โวลต์ 60 แอมแปร์ ใช้เวลาลดเหลือ 5 ชั่วโมงกับการประจุแบตเตอรี่ โดยเครื่องยนต์ใช้พลังงานลมอัดปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 13.2 กิโลวัตต์ชั่วโมงและไม่ก่อให้เกิดมลพิษ

คำสำคัญ: เครื่องยนต์เล็ก เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสลับ พลังงาน อุตสาหกรรม ปิโตรเลียม

Abstract

This article is about the engine that uses compressed air emitted by industries. With modification and improvement of engine parts, the small 150 cc one-cylinder engine can use compressed air instead of petroleum fuel. The performance of the compressed air engine is 20 seconds to release air pressure. Within 1-8 bars and 10 seconds to stop wind causes the compressed air is not sufficient to run the rotation of the engine is the reserved compressed air engine to run the continuously. The power is transmitted by belt to drive the alternator of 12 volt 60 amperes. The energy produced by the alternator charges the battery of 45 amperes with full capacity about 6 hours, the energy produced by the charger does about 5 hours. The alternator, driven by compressed air, reduce energy consumption about 13.2 kWh per use and does not produce contamination.

Keywords: Alternator, energy, industrial, petroleum, small Engine

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายบุญชู เกตุยงค์
วัน เดือน ปีเกิด	1 กันยายน 2518
ที่อยู่	2 หมู่ที่ 8 ต.บางกระสอบ อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลนนทบุรีปี พ.ศ. 2542
ประสบการณ์การทำงาน	ฝ่ายบริการหลังการขายฟอรัคเอ็นเตอร์ไพรส์ โรงเรียนฐานเทคโนโลยี อาจารย์ประจำแผนกเทคโนโลยีเครื่องกล พ.ศ. 2547 ถึงปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	08-9669-9365
อีเมล	boonchu_ae@outlook.co.th