

การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา
ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงาน
อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ปริญญานิพนธ์
ของ
ประวิทย์ บุญเลิศ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
เมษายน 2545
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒๕๑-๖๖๑
๖๕๗๗๗
๖.๖

การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา
ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงาน
อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

บทคัดย่อ
ของ
ประวิทย์ บุญเลิศ

31 ก.ค. 2545

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
เมษายน 2545

๖๕๖๕๗๗ จ. ๖

ประวิทย์ บุญเลิศ. (2545). การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงาน
อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ปรินท์นาพันธ์ กต.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร
อาจารย์ โอภาส สุขหวาน

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปัญหาสาเหตุและเทคนิคการแก้ไขปัญหา ของเครื่องผลิตลมอัด
แห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่เกิดจากการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ควบคุมของเครื่องผลิตลม
อัดแห้ง (Disiccant Air Dryer) ดังนี้คือ เก็บรวบรวมปัญหาจากฐานข้อมูลเดิมของโรงงานผลิตชิ้นส่วน
อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 40 โรงงาน มาวิเคราะห์โดยใช้คะแนนความถี่ของปัญหาการชำรุดบกพร่อง ของ
อุปกรณ์ควบคุม หลังจากนั้นได้สอบถามความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงของ บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์
ประเทศไทยจำกัด เกี่ยวกับการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์แต่ละชนิด สุดท้ายได้ทำสัมมนาเชิงปฏิบัติการ
(Work Shop) โดยการระดมสมอง (Brain Storming) เพื่อสรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของ
อุปกรณ์แต่ละชนิดของอุปกรณ์

ประชากรเป็นกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้การบริการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตลมอัดแห้งตั้ง
แต่ปี พ.ศ. 2541-2542 ที่อยู่ในช่วงระยะหลังประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน โดยผู้วิจัยได้นำเอาข้อมูลจาก
การให้บริการลูกค้า ของบริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ที่อยู่ในช่วงหลังรับประกัน 2 ปี คือ
พ.ศ. 2541-2542 มาทำการเก็บรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์ทั้งหมด โดยใช้วิธีการให้ลำดับคะแนน
(Ranking) และนำแบบสอบถามไปให้พนักงานซ่อมบำรุงแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ หลังจากนั้น
ผู้วิจัยได้จัดทำสัมมนาเชิงปฏิบัติการ Work Shop โดยเชิญผู้มีประสบการณ์จากการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตลมอัด
แห้งจาก บริษัทคอมนิคส์ อินเตอร์ ประเทศไทย จำกัด มาศึกษาและหาข้อสรุปของปัญหาและเทคนิคการแก้
ไขปัญหา ของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง

ผลการศึกษาวิจัยพบว่าอุปกรณ์ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งมีปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาการชำรุด
บกพร่อง ระดับมากอยู่ 4 ชนิด คือ อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter) อุปกรณ์ระบายน้ำอัดโนมัติ (Auto Drain)
อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อระบายความชื้น (Exhaust Silencer) อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว (Solenoid
Valve)

อุปกรณ์ที่มีปัญหาทั้ง 4 ชนิดนั้น มีเทคนิคและวิธีการแก้ไขปัญหาดังนี้

1. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter วิธีการแก้ไข คือ เปลี่ยนไส้กรองใหม่เมื่อเครื่องจักรทำงานไป
ครบจำนวนชั่วโมงที่ประกันอายุการใช้งานของอุปกรณ์กรองลมอัด
2. อุปกรณ์ระบายน้ำอัดโนมัติ Auto Drain วิธีการแก้ไข คือ ถอดอุปกรณ์ระบายน้ำอัดโนมัติมา
ทำความสะอาด หากชำรุดถึงที่สุดไม่สามารถซ่อมได้ให้เปลี่ยนอุปกรณ์ระบายน้ำอัดโนมัติใหม่ทั้งชุด
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer วิธีการแก้ไข คือ ถ้ามีการอุดตัน
ที่ตัวอุปกรณ์ก็ต้องเปลี่ยนไส้ของอุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น โดยเลือกชนิดที่ทำจากวัสดุพลาสติก
แทน
4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve วิธีการแก้ไข คือ ปรับเปลี่ยนระบบหรือ
โปรแกรมการทำงาน โดยทำการปรับค่าใหม่ให้เหมือนเดิมและควรติดตั้ง PLC ซึ่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมและสั่ง
การให้อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve ในที่ร่ม ตามมาตรฐาน ISO กำหนด

A STUDY OF THE PROBLEMS AND PROBLEM SOLVING
TECHNIQUE FOR DESCICANT AIR DRYER
IN ELECTRONIC INDUSTRIES

AN ABSTRACT
BY
PRAWIT BOONLERT

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University
April 2002

Prawit Boonlert.(2002). *A Study of the Problems and Problem Solving Technique for Desiccant Air Dryer in Electronic Industries* Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr. Pairust Vongyuttakrai, Mr. Ophat Sukwan

This research was to study the problems and problem-solving techniques of the Desiccant Air Dryer in the electronic industrial factories focussing on the problems from the damages of the Desiccant Air Dryer's controlling equipment. This study based on the data collection from the problem of the old database of 40 industrial factories which produce the components of electronic. In addition, this study based on the attitude's level towards each component's damages of the maintenance employees of Domnick Hunter (Thailand) Co., Ltd. Finally, the work shop is conducted for the brain storming and problem solutions with problem-solving techniques of each equipment.

The population of this study was from the 40 electronic industrial factories. They always used the service in maintaining the Desiccant Air Dryer's production-machines during 1998-1999 (two years after warrantee). The researcher gathered the information from the clients of the Domnick Hunter (Thailand) Co., Ltd. who used the service after warrantee during 1998-1999 by collecting the problems of each equipment. Ranking technique was employed. And the questionnaires concerning the attitude towards all equipment were distributed to the maintenance employees. The researcher, then, employed the work shop by inviting experienced people from the maintain of the Desiccant Air Dryer's production-systems of the Domnick Hunter (Thailand) Co., Ltd. to study the causes of problems and problem-solving techniques of the Desiccant Air Dryer's production-systems.

The finding of this research was that there were problems and problem-solving techniques as follows: For the controlling equipment of the Desiccant Air Dryer's production-systems, there was high level in four equipment; Air Filter, Auto Drain, Exhaust Silencer and Solenoid Valve. As those four equipment, there were also problem-solving techniques and methods as follows:

1. For Air Filter, the problem-solving method is that the alteration of the new elements is needed when the machine's working hours reach the dues of the shelf-life warrantee of the Air Filter.
2. For Auto Drain, the problem-solving method is that taking off and cleaning the Auto Drain is needed. If the damage is not fixable, the whole set of the Auto Drain needs to be changed.
3. For Exhaust Silencer, the problem-solving method is that if there is the block or stuck of the equipment, the new Exhaust Silencer needs to be changed by using the plastic-made equipment instead.
4. For Solenoid Value, the problem-solving method is that the alteration of the working systems or programs are needed by adjusting the new setting point to be the old one. Moreover, the PCL which is the controlling and ordering equipment of the indoor Solenoid Value as the regulation of the International Standard Organization (ISO) should be set up.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง
ในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ของ
นายประวิทย์ บุญเลิศ

ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)
วันที่ 30 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

.....กรรมการ
(อาจารย์ โอภาส สุขหวาน)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันทรกุล)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ สุดใจ เห่งสำไพพร)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศุทธรไกร ประธานกรรมการควบคุม อาจารย์ โอภาส สุขหวาน กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล และอาจารย์สุดใจ เห่งาสีไพร ที่กรุณาเป็นคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ พร้อมทั้งการให้ข้อคิด คำแนะนำในการปรับปรุงปริญญานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณพรชัย พฤติกุล คุณธรรมรงค์ฤทธิ์ วารรัตน์ คุณมงคล ทองพริก คุณสุชาติ ฉายพิมพ์ และคุณสมบุรณ์ เชื้อนเพชร ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจ แก้ไขแบบสอบถามที่ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ กรรมการผู้จัดการ และพนักงานให้บริการซ่อมบำรุง ของบริษัทที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการตอบแบบสอบถาม ที่กรุณาในการให้อนุญาตเก็บข้อมูลซึ่งทำให้การวิจัยครั้งนี้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย

ขอขอบคุณ คุณสมเอนใจ คันภิบาล ที่ให้กำลังใจมาโดยตลอด และช่วยเหลือสนับสนุนในการจัดพิมพ์ปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณประโยชน์จากปริญญานิพนธ์ ขอมอบให้คุณพ่อ คุณแม่ และครู อาจารย์ ซึ่งมีพระคุณยิ่งในฐานะเป็นผู้สร้างรากฐานการศึกษาแก่ผู้วิจัย

ประวิทย์ บุญเลิศ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
	ความสำคัญของการวิจัย.....	3
	ขอบเขตของการวิจัย.....	3
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	3
	ตัวแปรที่จะศึกษา.....	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
	สมมติฐานในการวิจัย.....	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
	แนวคิดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	7
	อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์.....	9
	อุตสาหกรรมแผงวงจรรวม.....	12
	อุปกรณ์ก่อนเครื่องผลิตลมอัดแห้ง.....	15
	เครื่องอัดลม.....	15
	เครื่องกรองลม.....	19
	การวัดประสิทธิภาพไส้กรอง.....	21
	อัตราการไหลในท่อ.....	22
	อุปกรณ์ตรวจวัดการไหลแบบกีดขวางการไหล.....	24
	เครื่องลดความชื้นของลมอัดอากาศเทอร์คูเลเตอร์.....	25
	ถังเก็บลมอัด.....	25
	เครื่องผลิตลมอัดแห้ง.....	26
	ระบบการจ่ายลมอัด.....	28
	ส่วนควบคุมและส่วนการแสดงผล.....	34
	การใช้ พีแอลซีในระบบของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง.....	35
	ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบนิวแมติก.....	37
	อุปกรณ์ของระบบนิวแมติก.....	39
	กฎเบื้องต้นของลมอัด.....	41
	การเลือกขนาดกระบอกสูบ.....	43
	คุณสมบัติของไหล.....	45
	การวัดความดันของไหล.....	48
	หลักการไหลของอากาศ.....	48
	อุปกรณ์หลังเครื่องลมอัด.....	53
	ปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง.....	56
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	62

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	65
	ประชากร.....	65
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	65
	การเก็บรวบรวมข้อมูล และระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	67
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	86
	สรุปผลการวิจัย.....	87
	อภิปรายผล.....	91
	ข้อเสนอแนะ.....	94
	ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป.....	94
	บรรณานุกรม.....	95
	ภาคผนวก.....	98
	ภาคผนวก ก รายชื่อโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 40 โรงงาน.....	99
	ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบแบบสอบถาม.....	102
	ภาคผนวก ค แบบสอบถามเพื่องานวิจัย.....	106
	ภาคผนวก ง รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	115
	ภาคผนวก จ หนังสือเข้าร่วมสัมมนากลุ่มและภาพประกอบการสัมมนากลุ่ม.....	117
	ประวัติย่อผู้วิจัย.....	122

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงสถิติมูลค่าการส่งออกและอัตราการขยายตัวของกลุ่ม อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จำแนกตามประเภทผลิตภัณฑ์.....	11
2 แสดงองค์ประกอบของอากาศในชั้นบรรยากาศ.....	18
3 แสดงผลเสียจากอนุภาคต่างๆ ที่มีต่อระบบลมอัด.....	20
4 แสดงสัญลักษณ์ของวาล์ว.....	44
5 แสดงปัจจัยการผลิตลมอัดแห้ง.....	53
6 แสดงการรวบรวมปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 40 โรงงาน.....	72
7 แสดงความคิดเห็นและระดับปัญหาอุปกรณ์ควบคุมของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง.....	75
8 ตารางเปรียบเทียบการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นจากการเก็บข้อมูล จากฐานข้อมูลเดิม กับข้อมูลที่ได้จากพนักงานซ่อมบำรุงของ บริษัทดอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 8 คน.....	76
9 แสดงการสรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์โดยการประชุม ของพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงจำนวน 8 คน.....	78

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
2 ปริมาณการผลิตแผนวงจรรวมและชิ้นส่วนของไทย.....	13
3 การจำแนกและลักษณะการใช้งานของเครื่องอัดลม.....	16
4 แสดงหลักการทำงานแบบสลับแรงดัน.....	27
5 เครื่องผลิตลมอัดแห้งรุ่น อีทีเล็ท.....	30
6 เครื่องผลิตลมอัดแห้งรุ่น อีทีรีเจ็น.....	31
7 วงจรควบคุมเครื่องผลิตลมอัดแห้งรุ่น อีทีเล็ท.....	32
8 วงจรควบคุมเครื่องผลิตลมอัดแห้งรุ่น อีทีรีเจ็น.....	33
9 อุปกรณ์และระบบนิวแมติก.....	39
10 แสดงค่าความดันในสภาพที่อากาศไม่มีการไหล.....	50
11 แสดงค่าความดันในท่อต่ำกว่าบรรยากาศ.....	50
12 แสดงค่าความดันในท่อสูงกว่าบรรยากาศ.....	51
13 แสดงผลกระทบของปากท่อดูดทำให้ความดันในท่อเปลี่ยนไป.....	51
14 การแบ่งแยกปัญหา 4M. ด้วยผังกังปลา.....	55
15 แสดงอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของ โซลินอยด์วาล์ว.....	57
16 แสดงลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ระบายความชื้น.....	58
17 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ.....	58
18 แสดงเครื่องกรองลม.....	59
19 แสดงอุปกรณ์ล่อจืด.....	59
20 แสดงการทำงานของอุปกรณ์วัดความชื้น.....	60
21 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ.....	61
22 แสดงการประชุมสัมมนากลุ่ม.....	120
23 แสดงการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์.....	121

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์โดยทั่วๆ ไปแล้วเกือบทุกๆ โรงงานมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ลมไปอำนวยความสะดวกในกระบวนการผลิต การซ่อมบำรุง การทำความสะอาดกันเกือบทุกกลุ่มอุตสาหกรรมแต่ มักจะมีปัญหาเกี่ยวกับการที่ลมที่นำมาใช้ไม่ได้คุณภาพไม่แห้ง ไม่สะอาด มีความชื้น มีไอน้ำ ไขมัน ไอน้ำมัน ทำให้ระบบการผลิตเกิดการขัดข้องเพราะโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บางโรงงานมีผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความแห้งและความสะอาดของลมเข้าไปใช้ในระบบการผลิต คือไม่ต้องการให้มีไอน้ำ ไอไขมัน ไอน้ำมัน เข้าไปในระบบการผลิตนั่นเอง (การเลือกการใช้ การบำรุงรักษา Air Compressor ฟลิท พงศ์ระพีพร

2532 : 8)

ลมอัดแห้งเป็นพลังงานซึ่งเป็นปัจจัยชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากต่อกระบวนการผลิต ของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นการนำลมจากเครื่องอัดอากาศที่ยังไม่ได้บำบัดเอาฝุ่น ไอ น้ำ ไอไขมัน ออกจากลมอัดที่ได้จึงต้องมีอุปกรณ์ชนิดหนึ่งคือ เครื่องผลิตลมอัดแห้ง เป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ปรับปรุงคุณภาพลมอัดให้ได้คุณภาพลมอัดตามมาตรฐาน ISO 8763.1 Class 1:2:1 ซึ่งเป็นมาตรฐานกำหนดคุณภาพลมอัดของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป (เทคโนโลยีไอน้ำ สุชัย ศศิวิมลพันธ์ 2538 : 17) ฝุ่นใน 140 ล้านอนุภาคในอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร มีฝุ่นประมาณ 80 % ไม่ได้ถูกกรองโดยเครื่องกรองที่มีอยู่ในบีมลม ฝุ่นเหล่านี้ถ้าไม่ได้รับการกำจัดออกก็จะเข้าสู่ระบบการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้มีปัญหาเกิดการสะสมฝุ่นละอองไปอุดตันในท่อและระบบที่เกี่ยวข้อง ไอน้ำอากาศที่ออกจากบีมลมจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงถ้าไม่ได้ถูกกำจัดออกปริมาณน้ำก็จะทำปฏิกิริยา Corrosion ทำให้เกิดสนิมภายในท่อและส่วนที่เกี่ยวข้อง ไอน้ำมัน เกิดขึ้นจาก น้ำมันที่อยู่ภายในห้องอัด คือน้ำมันที่ใช้ในการหล่อลื่นในบีมลม น้ำมันที่เผาไหม้ไม่หมดที่ปะปนอยู่ในอากาศ (การออกแบบห้องสะอาด วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล

2536 : 16)

ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นมีผลกระทบอย่างมากต่อกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้ลมสะอาดกับกระบวนการผลิต เช่น ทำให้เครื่องจักรขัดข้อง การซ่อมบำรุงสูง ผลผลิตต่ำลง ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมียุทธศาสตร์บำบัดคุณภาพของลมอัดที่เรียกว่า เครื่องผลิตลมอัดแห้ง (Desiccant Air Dryer) เข้ามาช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวให้กับโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้ได้ลมที่มีคุณภาพแห้งและสะอาดตามมาตรฐาน ตามความต้องการของการผลิตสินค้าแต่ละชนิดซึ่งมีความต้องการคุณภาพของลมแตกต่างกันของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมและมาตรฐานของลมของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมบังคับไว้ นั่นก็คือจำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์กรองลมอัด ที่เรียกว่า เครื่องผลิตลมอัดแห้ง (Desiccant Air Dryer) ไว้เพื่อปรับปรุงคุณภาพลมแห้งให้มีฝุ่น ไอน้ำ ไอไขมัน และสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ ปะปนเข้ามาในระบบการผลิต หรือเพื่อป้องกันมิให้เครื่องจักร ผลิตภัณฑ์เกิดความชำรุด บกพร่องเสียหายจากสาเหตุของสิ่งปนเปื้อนดังที่กล่าวมาข้างต้นอีกทั้งยังต้องเพิ่มภาระต้นทุนการผลิต ซึ่งทางบริษัทและโรงงานอุตสาหกรรมต้องสูญเสียไปกับปัญหาจากระบบลมที่ไม่มีคุณภาพ

เครื่องผลิตลมอัดแห้งนั้น ประกอบด้วยอุปกรณ์หลายๆ ชนิดมารวมกันทำหน้าที่ควบคุมการผลิตให้ระบบการทำงานของเครื่องผลิตลมอัดแห้งนั้นทำการผลิตได้อย่างถูกต้องและต่อเนื่อง จากการสำรวจรายงานงานการซ่อมบำรุงประจำปีของบริษัท ดอมนิคส์ อินเตอร์ข้อมูลการซ่อมบำรุงพบว่าตั้งแต่ปี 2541 – 2544 ปรากฏว่าเครื่องผลิตลมอัดแห้งมีปัญหาเกิดขึ้นจากอุปกรณ์ควบคุมและชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ อยู่ตลอด ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถเดินเครื่องจักรได้ตามปกติทำให้เสียการซ่อมบำรุง ค่าอะไหล่ ค่าแรง ส่งผลเสียให้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้ไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการ สาเหตุซึ่งเกิดจากการใช้งานที่ผู้ผลิตไม่สามารถรู้ล่วงหน้าก่อนที่จะมีการนำ

ชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรมาทำการใช้ และไม่สามารถกำหนดระยะเวลาการชำรุดบกพร่อง บอกวิธีการแก้ไขได้ จากการออกแบบของเครื่องจักร ปัญหาเหล่านี้จึงมีอายุการใช้งานของอะไหล่ก่อนที่จะมีการชำรุดเสียหาย ทำให้ผู้ใช้งานหรือผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถหลีกเลี่ยงการชำรุดบกพร่องได้เพราะเมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง ถึงแม้ว่าจะมีระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ดีแล้วผู้ใช้หรือผู้ปฏิบัติงานก็ไม่สามารถที่จะควบคุมไม่ให้เกิดการชำรุดบกพร่องของชิ้นส่วนและเครื่องผลิตลมอัดแห้งได้ รวมไปถึงผู้ออกแบบชิ้นส่วนและเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมก็ไม่สามารถที่จะทราบอายุการใช้งานของการชำรุดบกพร่องของชิ้นส่วนเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมได้ทุกชิ้น

จากการรวบรวมและศึกษาข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ตัวอย่างพบว่า ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในการผลิตลมอัดแห้งจะเกิดจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต เพราะปัจจัยหลักที่สำคัญในการดำเนินการผลิต คือ เครื่องจักร โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ นั้นเมื่อเกิดการขัดข้องที่ทำให้ไม่สามารถดำเนินการผลิต จะทำให้เกิดการสูญเสียขึ้นอย่างมาก เพราะไม่สามารถใช้เครื่องจักรและผลิตภัณฑ์แบบอื่นมาทดแทนได้ ทำให้เกิดการล่าช้าระหว่างการซ่อมเครื่องจักร บางครั้งพบว่าเสียเวลาในการซ่อมนานมากจนไม่สามารถผลิตสินค้าส่งมอบให้แก่ลูกค้าได้ตามกำหนดเวลาที่ตกลงกันไว้ ก่อให้เกิดความเสียหายมากโดยเฉพาะการหมดความเชื่อถือจากลูกค้าซึ่งมีผลกระทบในเชิงธุรกิจอย่างมากต่อโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

จำเป็นต้องมีวิธีการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องจักรและอุปกรณ์มีส่วนช่วยให้โอกาสการขัดข้องของเครื่องจักรลดน้อยลง และป้องกันการสูญเสียที่เกิดจากการชำรุดบกพร่องของเครื่องจักรได้โดยการเตรียมสภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานได้ทันที (T.O.C. การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน 2537 : 26) ปัญหาสำหรับเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมสามารถสรุปได้ ดังนี้

ไม่มีเทคนิคการแก้ไขปัญหาย่างเป็นระบบ การปฏิบัติงานส่วนใหญ่อาศัยประสบการณ์และความชำนาญ ไม่รู้สาเหตุของปัญหาเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริงทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความสับสนไม่สามารถซ่อมแซมแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันเวลาที่ ไม่มีเอกสารหรือรายงานที่ชัดเจนแน่นอน ทำให้นำไปสู่การแก้ไขการซ่อมแซมหรือแก้ไขการชำรุดบกพร่องนำไปซึ่งการวางแผนและการตัดสินใจที่ผิดพลาด ไม่รู้ปัญหาเรื่องการจัดการระบบอะไหล่สำรองดีพอ ทำให้เกิดการรอคอยในระบบงานซ่อมบำรุง ส่งผลให้เครื่องจักรเสียหายมากขึ้น และทำให้เครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมบางส่วนกลายเป็นปัญหาการชำรุดเรื้อรัง

ปัญหาที่กล่าวมาในช่วงต้นจะเห็นได้ว่าเครื่องจักรที่ผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่สามารถผลิตลมอัดแห้งเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานกลุ่มผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์นั้นมีปัญหาจากตัวเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมขึ้นหลายๆ ปัญหาด้วยกันการศึกษาค้นคว้าและเทคนิคการแก้ไขปัญหให้กับเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม สามารถช่วยให้รู้ถึงปัญหาและเทคนิคการแก้ไขของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ เพื่อที่จะได้มีการวางแผนและลดปัญหาที่เกิดขึ้นและนำไปสู่การผลิตที่ได้คุณภาพและมาตรฐานตามข้อกำหนดรวมถึงช่วยลดต้นทุนในการขัดข้องชำรุดเสียหายของเครื่องผลิตลมอัดแห้งให้น้อยลง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา จากสาเหตุของปัญหาของอุปกรณ์ควบคุมแต่ละชนิดที่มีปริมาณความถี่ในการชำรุดบกพร่องมากที่สุดในจำนวนอุปกรณ์ควบคุมเครื่องผลิตลมอัดแห้งให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดียิ่งขึ้นไป เพื่อช่วยลดปัญหาการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมซึ่งส่งผลกระทบต่อโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และพนักงาน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในเบื้องต้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาปัญหาการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม
2. สาเหตุของการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม
3. เทคนิคและแนวทางแก้ไขการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อเป็นการวางแผนระบบการให้บริการซ่อมบำรุงให้กับผู้ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้ง
2. เพื่อเป็นการลดปัญหาการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมและเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงครั้งต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรเป็นกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 – 2542 ที่อยู่ในช่วงระยะหลังรับประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน โดยศึกษาจากพนักงานซ่อมบำรุงของ บริษัท ดอมนิคส์ อินเตอร์ ประเทศไทย จำกัด จำนวน 8 คน

2. ตัวแปรที่จะศึกษา

2.1 เครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมดังนี้

- 2.1.1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ (Programmable Logic Control)
- 2.1.2. เม็ดดูดซับความชื้น (Dissiccant Air Dryer)
- 2.1.3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น (Exhaust Silencer)
- 2.1.4. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (Auto Drain)
- 2.1.5. อุปกรณ์หัวฉีดจ่ายลม (Sonic Nozzle)
- 2.1.6. อุปกรณ์ลอจิก (Logic Gate)
- 2.1.7. อุปกรณ์ทำความร้อน (Heater)
- 2.1.8. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Contactor)
- 2.1.9. มอเตอร์เกียร์บ็อก (Motor Gearbox)
- 2.1.10. อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter)
- 2.1.11. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด (Hygro Meter)
- 2.1.12. อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ (Pilot Valve)
- 2.1.13. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว (Solenoid Valve)
- 2.1.14. มอเตอร์ควบคุมลูกเบี้ยว (Motor Camtimer)
- 2.1.15. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ (Cylinder Seal)

2.2 ตัวแปรที่จะศึกษา ได้แก่

- 2.2.1 ศึกษาปัญหาการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม
- 2.2.2 สาเหตุของการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม
- 2.2.3 แนวทางแก้ไขการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม

3. นิยามศัพท์เฉพาะ

3.1 ปัญหาการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม หมายถึง การที่เครื่องจักรเกิดการชำรุดบกพร่องไม่สามารถที่จะผลิตลมแห้งสะอาดออกมาใช้งานได้ หรือลมอัดแห้งที่ผลิตมาแล้วไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการหรือกำหนดเป็นมาตรฐานไว้แต่ตอนแรก อาจมาจากสาเหตุเพราะชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ควบคุมส่วนใดส่วนหนึ่งเกิดการชำรุดเสียหายทำให้ไม่สามารถที่จะผลิตลมแห้งมาใช้งานได้

3.2 สาเหตุของการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง หมายถึง ดันเหตุที่ทำให้เครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ หรือเกิดความชำรุดบกพร่องเสียหาย ทำให้เครื่องผลิตลมอัดแห้งหยุดการทำงานลงชั่วคราวหรือไม่สามารถผลิตลมอัดแห้งได้ต่อไป จนกระทั่งมีการแก้ไขให้เป็นไปตามการทำงานโดยปกติ

3.3 เทคนิคและแนวทางการแก้ไขการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง หมายถึง วิธีการที่จะจัดการแก้ไขปัญหาที่มาจากหลาย ๆ สาเหตุ ไม่ว่าจะเป็น คน เครื่องจักร วัสดุดิบ หรือวิธีการ โดยที่มีวิธีการแก้ไขปัญหามาตรงกับสาเหตุที่แท้จริงของการชำรุดบกพร่องหรือขจัดปัญหาที่เกิดขึ้น ให้หมดไปหรือลดน้อยลงกว่าเดิม

3.4 เครื่องผลิตลมอัดแห้ง หมายถึง เครื่องจักรชนิดหนึ่งที่รวมเอาชิ้นส่วนอุปกรณ์และระบบควบคุมหลาย ๆ ชนิดมารวมกันเพื่อที่จะขจัดความชื้น ผืนและไอน้ำมันในการผลิต โดยใช้สารดูดซับความชื้นเป็นตัวดูดซับความชื้นไหลมที่ผลิตได้มีค่าของความแห้งและสะอาดที่ $-40^{\circ} - 70^{\circ} \text{ D/P}$

3.5 อุปกรณ์ควบคุมเครื่องผลิตลมอัดแห้งได้แก่ อุปกรณ์ที่ควบคุมระบบการทำงานของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ประกอบด้วย

3.5.1 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ PLC (Programmable Logic Control) หมายถึง อุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงลักษณะและเงื่อนไขการควบคุมได้บ่อยครั้ง และประหยัดช่วงเวลาในการแก้ไข สามารถที่จะใช้ควบคุมเครื่องจักรที่คล้ายกันได้หลายเครื่องในเวลาเดียวกัน อีกทั้งยังเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตได้ และมีความน่าเชื่อถือและเที่ยงตรงสูง

3.5.2 เม็ดดูดซับความชื้น หมายถึง สารดักจับความชื้น Desiccant ซึ่งออกแบบผลิตมาให้เป็นเม็ดเล็กๆ บรรจุลงในหลอดหรือถังเพื่อดูดซับความชื้นของไอน้ำและน้ำ

3.5.3 อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer หมายถึง วาล์วที่มีหน้าที่ลดเสียงดังที่จะเกิดจากการระบายความชื้นซึ่งจะเกิดเป็นระยะตามวงจรการทำงานของเครื่อง จะถูกสั่งโดย PLC ซึ่งถูก Program ตั้งค่าไว้ให้ทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด

3.5.4 อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ระบายน้ำที่เกิดจากการควบแน่นและสะสมกันจนถึงระดับ ซึ่งทำงานด้วยกลไกหลายลักษณะด้วยกัน เช่น ระบบลูกลอยและระบบเซ็นเซอร์เพื่อควบคุมปริมาณของน้ำที่อยู่ถึงก้นถังพักลม และด้านล่างของเครื่องกรองลม เครื่องกรองลมอัด Filter หมายถึง อุปกรณ์กรองฝุ่นละออง สนิม แล้วน้ำที่ปะปนมากับลมอัดให้สะอาด ก่อนที่จะผ่านไปยังเครื่องผลิตลมอัดแห้ง โดยมากแล้วจะมีความละเอียดที่ 3° D/P

3.5.5. อุปกรณ์หัวฉีดจ่ายลม Sonic Nozzle หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ฉีดจ่ายลมในระบบการควบคุมของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง เพื่อให้อุปกรณ์ควบคุมแต่ละชนิดทำงานตามคำสั่งของ PLC ได้อย่างถูกต้อง

3.5.6 อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate หมายถึงอุปกรณ์สวิตช์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นิวเมติกส์ในเครื่องผลิตลมอัดแห้ง เป็นอุปกรณ์ที่จะควบคุมลมที่เข้ามาทางท่อเล็ก ๆ ว่าเป็น OR Logic หรือ Non Logic

3.5.7 อุปกรณ์ทำความร้อน Heater หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เพื่อความร้อนในระบบอบบรรจุเม็ดดูดซับความชื้น เพื่อให้ความร้อนมาไล่ความชื้นออกจากกระบวนการผลิตลมอัดแห้ง

3.5.8 อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมการกระจายกระแสไฟฟ้าที่จะป้อนให้ชุดกำหนดความร้อนของเครื่องซึ่งจะทำงานตามวงจรของ PLC

3.5.9 มอเตอร์เกียร์บ็อก Motor Gearbox อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของพัดลมไล่ความร้อนให้มีความเร็วรอบตามที่ต้องการ

3.5.10 อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกรองฝุ่นละออง สนิม และไอน้ำที่ปะปนมากับลมให้มีความสะอาดก่อนที่จะผ่านไปยังเครื่องผลิตลมอัดแห้งโดยมากแล้วจะมีค่าความละเอียดที่ 1 ไมครอน

3.5.11 อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter หมายถึง อุปกรณ์ตรวจเช็คความแห้งของลมอัดว่ามีปริมาณปริมาณความแห้งอยู่ในระดับใด มีหน่วยเป็นองศา Dew - Point

3.5.12 อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ Pilot Valve หมายถึง อุปกรณ์ที่มีหน้าที่ควบคุมการสลับการทำงานของระบบอบบรรจุเม็ดดูดซับความชื้น ให้สลับการทำงานเมื่อ Colume อีกฝั่งทำงาน

3.5.13 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve หมายถึง วาล์วที่มีหน้าที่ควบคุมการเปิดปิดของลมอัดทั้งขาเข้าและขาออกโดยรับคำสั่งจาก PLC ว่าในช่วงเวลานั้นๆ มีคำสั่งให้หน้า Diapham ของวาล์วควบคุมปิดหรือเปิดลมออกจากระบบ

3.5.14 มอเตอร์ควบคุมลูกเบี้ยว Motor Camtimer หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ขับเคลื่อนของลูกเบี้ยวให้หมุนไปกี่องศาในช่วงระยะเวลาที่ได้กำหนดค่าไว้ให้ลูกเบี้ยวทำงาน

3.5.15 อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Ylinder Seal หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันการรั่วของลมภายในกระบอกสูบของระบบนิวเมติกส์

3.6 อายุการใช้งานของชิ้นส่วน หมายถึง ระยะเวลาที่ทางบริษัทได้กำหนดให้เปลี่ยนชิ้นส่วนโดยเอาข้อมูลจากผลการทดสอบในห้องทดลองมาเป็นเกณฑ์เฉลี่ยในการเปลี่ยนชิ้นส่วนแต่ละชิ้น

3.7 ลมอัดแห้ง หมายถึง การนำอากาศจากบรรยากาศโดยทั่ว ๆ ไปนำมาเข้าเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) เพื่อให้มีความดันที่ 8 บาร์ ให้คุณภาพของลมอัดมีความแห้งและสะอาด เพื่อนำไปใช้กับอุตสาหกรรมโดยทั่วไป

3.8 วิธีปรับปรุงคุณภาพลมอัดแห้ง หมายถึง การนำลมอัดมาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพลมอัดแห้งให้ปราศจากอนุภาคของไอระเหยของน้ำ น้ำมัน ฝุ่นละออง เขม่าควัน โดยให้มีค่าความแห้งที่ (-40 – 70 องศา D/P)

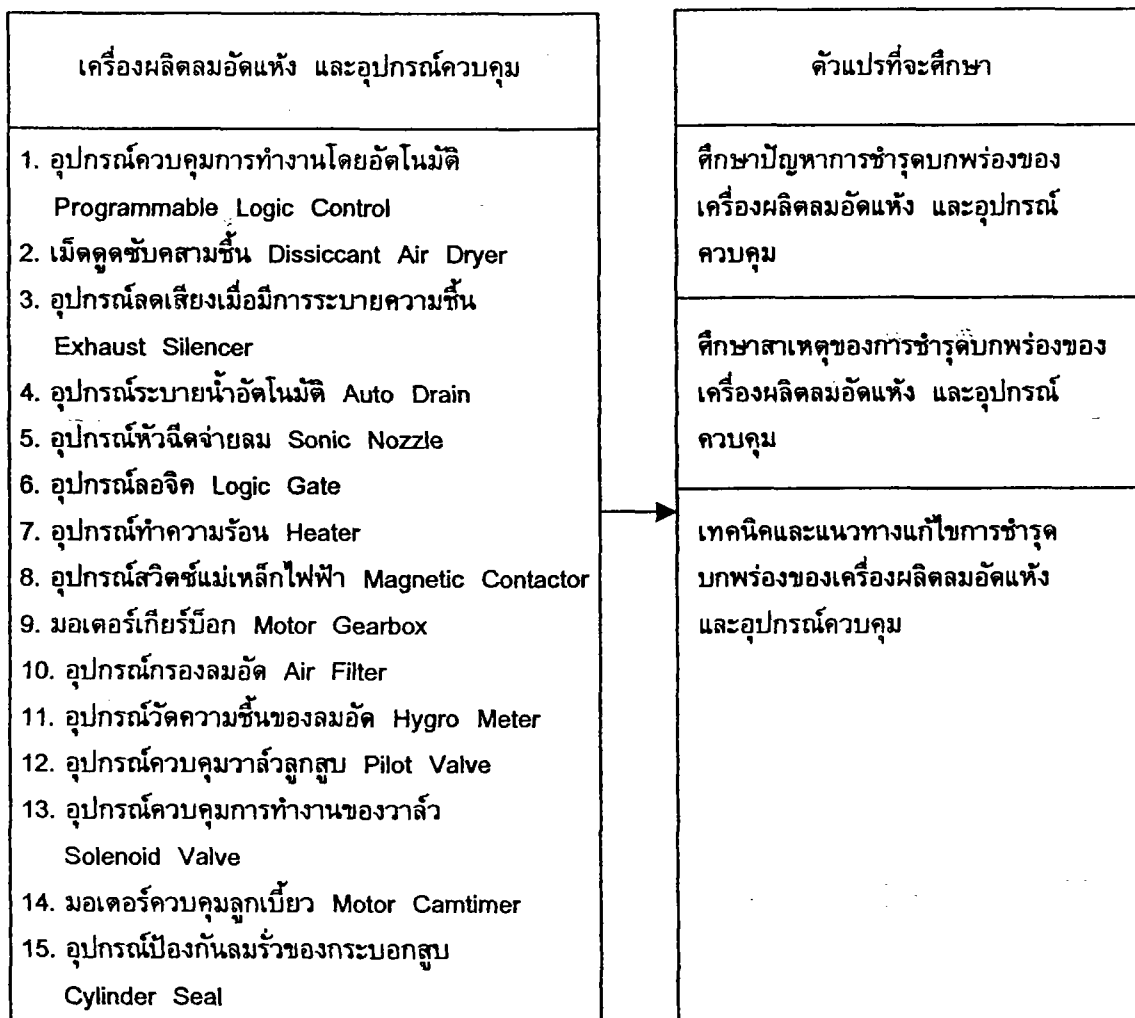
3.9 คุณภาพของลมอัดแห้ง หมายถึง ลมที่ได้จากการปรับปรุงคุณภาพ ต้องมีความแห้งสะอาดไม่มีฝุ่น ไอน้ำ ไขมัน หรือน้ำมันอื่น ๆ ตามมาตรฐานลม ISO 8573 Class 1.2.1 หรือ Class 1.1.1

3.10 องศา D/P หมายถึง ค่ามาตรฐานที่ใช้วัดปริมาณความชื้นโดยใช้หลักการเปลี่ยนสถานะของไอน้ำกลายเป็นน้ำที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่งตามความแห้งของไอน้ำโดยใช้เครื่องมือไฮโกรมิเตอร์ (Hygrometer) เป็นเครื่องมือวัดและตรวจสอบ

3.11 ไมครอน (Micron) หมายถึง หน่วยวัดความละเอียดรูภาคของฝุ่น ไอน้ำ ไขมัน 1 ไมครอน มีขนาดประมาณ 1/1,000,000 เมตร คือ ล้านส่วนในหนึ่งเมตร 1 ส่วนนั้นคือ 1 ไมครอนนั่นเอง

3.12 มาตรฐาน ISO 8573.1 Class 1.2.1 หมายถึง คุณภาพของลมอัดที่ยอมให้มีฝุ่นอยู่ 0.1 ไมครอน มีน้ำอยู่ 0.01 ไมครอน มีไขมันอยู่ 0.1 ไมครอน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมุติฐานการวิจัย

เครื่องผลิตลมอัดแห้ง มีปัญหาในตัวอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ อยู่ระดับมาก

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์การให้บริการผลิตลมสะอาด ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นเทคนิคในการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

- 1) แนวคิดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- 2) อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
- 3) ลมอัดแห้ง
- 4) เครื่องผลิตลมอัดแห้ง
- 5) ปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง
- 6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1 แนวคิดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

กิตติ บุญประสิทธิ์ (2537 : 12) กล่าวถึงนิยามของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบทุกคนมีส่วนร่วม โดยแยกเป็นข้อๆ ไว้ว่า

1. เป็นการบำรุงรักษาซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์โดยรวมทั้งสถานประกอบการ สูงที่สุด
2. เป็นระบบโดยรวมของการบำรุงรักษาที่ผลตลอดอายุการใช้งาน (Life Cycle) ของเครื่องจักร อุปกรณ์โดยมุ่งที่จะทำให้ต้นทุนตลอดช่วงอายุการใช้งาน (Life Cycle Cost – LCC) ต่ำที่สุด
3. เป็นการบำรุงรักษาที่ครอบคลุมแผนกภายในสถานประกอบการ
4. เป็นการบำรุงรักษาที่ทุกคน ตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงถึงพนักงานระดับล่างสุดมีส่วนร่วม
5. เป็นการบำรุงรักษาที่ผลที่สนับสนุนให้เกิดขึ้น ดำรงอยู่และก้าวหน้าต่อไปโดยกิจกรรมกลุ่มย่อย

(Small Group Activity)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance – TPM) เมื่อนำมาใช้ในการจัดดำเนินงาน หรือบริหารงานซ่อมบำรุงแล้วจะทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์มีประสิทธิภาพสูงสุด มีต้นทุนวงจรตลอดช่วงอายุใช้งานต่ำสุด และในการจัดดำเนินงานดังกล่าว การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ถือเป็นลักษณะงานบำรุงรักษาสำคัญที่จะทำให้บรรลุผลสำเร็จลงได้

ในอดีตการซ่อมบำรุงจะทำก็ต่อเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้องแล้ว (Breakdown Maintenance – BM) ส่วนใหญ่จะเป็นการซ่อมแบบฉุกเฉินไม่มีการเตรียมการไว้ล่วงหน้า เพื่อให้มีการลดอัตราขัดข้องลง จึงได้มีการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance – PM) ขึ้นเพื่อดูแลตรวจสอบสภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดยมีการทำแผนป้องกันไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะเครื่องจักรจะเกิดความเสียหายหรือขัดข้อง ควบคู่ไปกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะมีการพิจารณาถึงเรื่องการซ่อมบำรุงในเชิงเศรษฐศาสตร์ด้วยคือการบำรุงรักษาที่ผล (Productive Maintenance – PrM) เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลร่วมกัน โดยทั่วไปแม้จะทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทุกขั้นตอนแล้วก็ตาม เมื่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ถูกใช้งานไปนาน ๆ ก็เกิดการสึกหรอหรือเสื่อมสภาพไปตามธรรมชาติของการใช้งาน ทำให้ประสิทธิภาพลดลงจนถึงเครื่องจักรอาจต้องหยุดทำงาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance – CM)

ข้อควรคำนึงอีกอย่างหนึ่งก็คือ ในการเลือกซื้อเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ตั้งแต่ต้นนั้นควรจะได้พิจารณาถึงเครื่องจักรที่ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับและไว้วางใจระดับหนึ่งทั้งด้านการออกแบบ วัสดุที่ใช้ และการ

ติดตั้งที่มีส่วนในการลดการขัดข้องและลดการซ่อมบำรุงของเครื่องจักร ลักษณะดังกล่าวคือการป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention – MP)

ลักษณะการบำรุงรักษาทั้ง 5 ประการดังกล่าวข้างต้นนั้น อุตสาหกรรมหรือโรงงานต่าง ๆ จะต้องมีการจัดอย่างเป็นระบบ เพื่อยืดอายุการทำงานของเครื่องจักรให้มีการขัดข้องน้อยลง ทำให้การสูญเสียด้านเวลา คุณภาพของสินค้าและต้นทุนการผลิตน้อยลง ก่อให้เกิดประสิทธิภาพของการทำงานมากยิ่งขึ้น

การบำรุงรักษาทั้ง 5 ประการดังกล่าวนี้การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) ถือว่าเป็นการบำรุงรักษาหลักที่สำคัญที่สุด เนื่องจากการป้องกันการชำรุดเสียหายก่อนที่จะเกิดขึ้นซึ่งถ้ารอจนเกิดการขัดข้องขึ้นแล้วจึงดำเนินการบำรุงรักษาจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น รวมทั้งอาจทำให้การผลิตต้องหยุดชะงักและทำให้ไม่สามารถส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าได้ทันเวลาทำให้กิจการต้องเสียชื่อเสียง และขาดความเชื่อถือจากลูกค้า การดำเนินงานด้าน TPM จะประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันประเภทนี้

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance – PM)

กิตติ บุญประสิทธิ์ (2537 : 30) กล่าวว่าไว้ว่าการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน คือ การตรวจดูแลสภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์เป็นระยะ ๆ เพื่อป้องกันสาเหตุของการเกิดเหตุขัดข้องที่ทำให้การผลิตหยุดกะทันหันหรือสาเหตุที่จะทำให้เกิดความเสียหายโดยรีบดำเนินการแก้ไขปรับปรุงและซ่อมบำรุงสาเหตุเหล่านั้นก่อนที่จะก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นหรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นการตรวจสอบคุณภาพที่รวดเร็วและแก้ไขสาเหตุที่จะทำให้เกิดขัดข้องก่อนที่จะเกิดความเสียหาย

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันมีอยู่ 2 อย่างคือ

1. การตรวจสอบสภาพเป็นระยะ ๆ
2. วางแผนแก้ไขให้กลับสู่สภาพเดิมโดยเร็วตามข้อมูลที่ตรวจพบในข้อ 1

การบำรุงรักษาประจำวันที่ทำแล้วป้องกันการสึกหรอหรือเสื่อมสภาพนั้น ถือว่าเป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเช่นกัน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันมีองค์ประกอบ 2 อย่างคือ

1. องค์ประกอบกิจกรรม (Activity Function)
2. องค์ประกอบควบคุม/บริหาร (Control Function)

ทั้งสององค์ประกอบนี้ต้องดำเนินการไปพร้อม ๆ กัน จึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Activity Function)

กิจกรรมหรืองานที่ต้องทำในเรื่องของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรนั้น อาจแบ่งได้เป็น 5 ชนิดคือ

การทำความสะอาด (Cleaning) การทำความสะอาดคือการดูแลเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่สะอาดเรียบร้อย พร้อมทั้งจะใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง การทำความสะอาดจะเป็นการตรวจสอบไปในตัว ทำให้มองเห็นเครื่องจักรอุปกรณ์มีสภาพผิดปกติอย่างไร ซึ่งทำให้วางแผนการบำรุงรักษาได้ล่วงหน้า

การทำความสะอาดอุปกรณ์โดยทั่วไปจะหมายถึง การทำความสะอาดอย่างง่าย ๆ รวดเร็วที่ผู้ใช้เครื่องจักรสามารถทำได้ แต่บางชนิดเครื่องจักรอาจจะมีการทำความสะอาดที่เป็นเทคนิคพิเศษและซับซ้อนหรือต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ซึ่งการทำความสะอาดชนิดหลังนี้ส่วนใหญ่ฝ่ายบำรุงรักษาจะเป็นผู้ทำ

การหล่อลื่น (lubricant) เครื่องจักรส่วนใหญ่โดยเฉพาะเครื่องจักรที่มีการหมุนหรือการเคลื่อนที่จะต้องมีระบบของการหล่อลื่นทั้งนั้น อาจจะหล่อลื่นโดยการเติมน้ำมันหรืออัดจารบี การเติมน้ำมันประเภทต่าง ๆ ต้องแน่ใจว่าน้ำมันประเภทที่เติมถูกต้อง มีคุณสมบัติตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำเช่นน้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเกียร์ น้ำมันไฮดรอลิกส์

การหล่อลื่นจะช่วยลดแรงเสียดทานของชิ้นส่วนต่าง ๆ ลดการสึกหรอของเครื่องจักร ลดการเป็นสนิมด้วย

การตรวจสอบสภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วเป็นระยะ ๆ รวมถึงการตรวจวัดอัตราการกินน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องจักรจะเป็นสัญญาณบอกว่าเครื่องจักรปัจจุบันมีสภาพอย่างไรและสึกหรอมากน้อยเพียงไรและกำหนดการหล่อลื่นควรมีการปรับปรุงหรือไม่ อย่างไร

การตรวจสอบสภาพ (Inspection) การตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรนั้นมีการตรวจอย่างง่าย ๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า หรือใช้เครื่องมืออย่างง่าย ๆ เช่นไขควงแฉะ เพื่อดูความทลวมทลุดของน็อต ดูอุณหภูมิ ความดันหรือการสั่นของเครื่อง การตรวจสอบสภาพนี้จะทำให้รู้ว่าเครื่องจักรมีสภาพอย่างไรพร้อมที่จะใช้งานหรือไม่

การตรวจสอบภาวะ (Condition Check) เป็นการตรวจสอบภาวะของเครื่องจักรว่าต่างไปจากสภาพเดิมที่ตั้งไว้อย่างไร ในการตรวจสอบภาวะนี้ผู้ทำหน้าที่จะต้องมีความรู้ และความชำนาญในเรื่องของเครื่องจักร รวมถึงความชำนาญในการใช้เครื่องมือตรวจวัดเป็นอย่างดี เพราะเครื่องมือบางอย่างยุ่งยากซับซ้อน

การตรวจวัดสภาวะนี้สามารถนำข้อมูลไปวางแผนซ่อมบำรุงล่วงหน้าได้อย่างเหมาะสมซึ่งอาจจะต้องหารือวางแผนซ่อมกันหลายฝ่ายด้วยกัน คือฝ่ายบำรุงรักษา ฝ่ายผลิต ฝ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้การหยุดซ่อมนั้นมีผลกระทบต่อการผลิตน้อยที่สุด

ตรวจสอบการทำงาน (Function) เป็นการตรวจสอบการทำงานถูกต้องของเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยเฉพาะหลังซ่อมเรียบร้อยแล้ว หรือบางทีก็ตรวจสอบการทำงานตามคาบกำหนดเวลาเพื่อดูว่าเครื่องจักรนั้นยังทำงานถูกต้องเรียบร้อยอยู่ เช่น ตรวจสอบความถูกต้องของตลับเครื่องวัดต่าง ๆ ตรวจดูความสม่ำเสมอของอุปกรณ์ เป็นต้น

ในการทำกิจกรรมนั้นควรมีการทำใบตรวจสอบข้อมูล (Check Sheet) เพื่อบันทึกการทำกิจกรรมนั้นๆ ข้อมูลต่างๆ จากการทำกิจกรรมบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้น สามารถนำมาวางแผนบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง (การออกแบบระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน อรรถวรณ์ วีรทวินสกุล 8 เม.ย. 2539)

2. อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย ภาคอุตสาหกรรมนับว่าเป็นภาคเศรษฐกิจหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525 – 2529) และฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 – 2534) ได้กำหนดวัตถุประสงค์หลักประการหนึ่งของนโยบายพัฒนาอุตสาหกรรมคือการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพ ได้แก่ นโยบายปรับปรุงโครงสร้างอุตสาหกรรมเฉพาะประเภท นโยบายส่งเสริมการส่งออก นโยบายสำหรับอุตสาหกรรมขนาดย่อม และอุตสาหกรรมในภูมิภาค รวมทั้งนโยบายปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยี สาระในนโยบายปรับปรุงโครงสร้างอุตสาหกรรมเฉพาะประเภทนั้น ได้ให้ความสำคัญแก่อุตสาหกรรมวิศวกรรมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ กำหนดให้เป็นอุตสาหกรรมสาขานำเพื่อการสร้างงานและพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมประเภทอื่น ในการอาศัยเทคโนโลยีจากอิเล็กทรอนิกส์ในการบังคับเพื่อช่วยให้งานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การผลิตแผงวงจรรวม (integrated circuit) ตลอดจนการผลิตตัวเก็บความจุในคอมพิวเตอร์ (disc drive) ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป ซึ่งต้องอาศัยเครื่องมือและเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้ในการควบคุม

ความสำคัญของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ปรากฏชัดเจนยิ่งขึ้นในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535 - 2539) ได้กำหนดนโยบายพัฒนาอุตสาหกรรมซึ่งต้องใช้พื้นฐานของอิเล็กทรอนิกส์ โดยให้ความสำคัญแก่การส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมวิศวกรรมต่อเนื่องจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 รวมทั้งเร่งหาทางแก้ไขการขาดแคลนแรงงานในบางสาขาทั้งด้านการผลิตและการจัดการ จะเห็นได้ว่าภาคอุตสาหกรรมมีการขยายตัวถึงร้อยละ 13.3 ในปี พ.ศ. 2530 และร้อยละ 16.8 ในปี พ.ศ. 2531 (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2534 : 89) จากการขยายตัวดังกล่าวทำให้อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการขยายตัวตามไปด้วย ลักษณะอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวเป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตและประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งต้องใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการผลิตหรือประกอบ ขณะเดียวกันในโรงงานอุตสาหกรรมก็ประสบปัญหาขาดแคลนแรงงานที่มีความรู้ความสามารถในการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี (พินิจ พิษณุพงศ์, 2534 : 1) เพื่อการประกอบผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพตามที่องค์กรมาตรฐานระหว่างประเทศ (International for Standardization Organization (ISO) ตามมาตรฐานระบบคุณภาพ ISO 9000 และ ISO 1400 ที่ได้กำหนดขึ้น

ปัจจุบัน (พ.ศ. 2541) อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จึงเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญต่อประเทศอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีอัตราการขยายตัวสูงสุด และยังเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าในการส่งออกสูงสุดเป็นอันดับ 1 ของสินค้าออกสำคัญ 10 อันดับแรกของประเทศ โดยมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละกว่า 30 ต่อปี และมีมูลค่าในการส่งออกถึง 5.5 แสนล้านบาท ในปีพ.ศ.2541 ซึ่งคิดเป็น 1 ใน 4 ของมูลค่าในการส่งออกโดยรวมของประเทศไทย และจากข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่ากลุ่มอุตสาหกรรมประเภทนี้ มีผลทำให้เกิดการสร้างงานขึ้นภายในประเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งหมายถึง เมื่อมีบริษัทต่างชาติเข้ามาลงทุน หรือตั้งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นเมื่อใดก็จะทำให้เกิดการจ้างแรงงานขึ้นมาทันที จึงส่งผลให้ประชากรภายในประเทศไทยมีการงานทำเพิ่มมากขึ้น และทำให้เกิดการขยายตัวทางภาคเศรษฐกิจ โดยเฉพาะด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ซึ่งการพัฒนาอุตสาหกรรมนั้น จำเป็นต้องใช้คนเป็นกำลังแรงงานในการผลิตสินค้า และการบริการเป็นสำคัญ โดยกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ก็เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมหนึ่งที่สามารถสร้างงานให้แก่ประเทศไทยของเราในปัจจุบัน (พ.ศ.2541) ซึ่งมีจำนวนแรงงานหรือลูกจ้างในสถานประกอบการกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทั้งสิ้น 4.1 แสนคน คิดเป็นร้อยละ 11.4 ของจำนวนลูกจ้างในสถานประกอบการกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตทั้งประเทศ โดยจำนวนแรงงาน หรือลูกจ้างส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 2.2 แสนคน คิดเป็นร้อยละ 54 ของจำนวนแรงงาน หรือลูกจ้างในสถานประกอบการกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทั่วประเทศ ประกอบกับลูกจ้างในกลุ่มอุตสาหกรรมประเภทนี้ จัดได้ว่าเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานทางการศึกษาโดยเฉลี่ยสูงกว่าอุตสาหกรรมผลิตอื่นๆ ทั้งนี้เพราะขั้นตอนและขั้นตอนการทำงาน ตลอดจนการผลิตทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องจักร และเทคโนโลยีที่สูง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว รวมทั้งมีการแข่งขันกันอย่างมากในตลาดโลก ทำให้ผู้ผลิตต่างๆ ต้องมีการปรับปรุง และพัฒนาคุณภาพโดยรวมของตนเองอย่างต่อเนื่อง ทั้งคุณภาพของคน เครื่องจักร วิธีการทำงาน และการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตนเองอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อให้เป็นผู้ผลิตที่มีความสามารถในการแข่งขัน และอยู่รอดในการดำเนินธุรกิจในอนาคต

ตาราง 1 แสดงสถิติมูลค่าการส่งออกและอัตราการขยายตัวของกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จำแนกตามประเภทผลิตภัณฑ์

ประเภทผลิตภัณฑ์	มูลค่าการส่งออก : ล้านบาท			อัตราการขยายตัว : ร้อยละ		
	2539	2540	2541	2539	2540	2541
กลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์						
1. เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ (อิเล็กทรอนิกส์)	167,673.9	220,302.7	320,538.3	27.8	31.4	45.5
1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์	89,946.8	86,068.3	74,731.7	25.8	-4.3	-13.2
1.2 ส่วนประกอบคอมพิวเตอร์	75,393.8	131,702.2	241,556.9	32.3	74.7	83.4
1.3 สายไฟคอมพิวเตอร์	2,333.2	2,532.2	4,249.7	-14.8	8.5	67.8
2. เครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์(พินเครื่อง)	5,055.2	3,944.4	3,581.0	-24.9	-22.0	-9.2
3. แผงวงจรไฟฟ้า	58,538.6	75,837.7	93,833.3	0.6	29.6	23.7
4. วงจรพิมพ์	11,763.4	19,928.9	31,904.0	-15.9	70.7	60.1
5. ตลับลูกปืนเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ (พินเครื่อง)	6,175.3	6,835.7	5,834.4	4.4	10.7	-14.6
6. มอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (พินเครื่อง)	14,227.8	20,800.6	21,068.5	43.8	46.2	1.3
7. เครื่องโทรพิมพ์และโทรสาร	6,313.7	6,757.4	7,673.3	40.9	7.0	13.6
8. เครื่องโทรศัพท์และอุปกรณ์	5,132.8	6,862.1	12,057.0	3.9	33.7	75.7
8.1 เครื่องรับโทรศัพท์และอุปกรณ์	4,314.9	5,646.4	10,217.0	0.0	30.9	80.9
8.2 เครื่องตอบรับโทรศัพท์	817.9	1,215.7	1,840.0	30.5	48.6	51.4
9. เครื่องส่งวิทยุโทรเลข โทรศัพท์	2,325.9	3,641.6	4,134.6	7.7	56.6	13.5
10. ส่วนประกอบอุปกรณ์สำหรับโทรทัศน์และโทรเลข	2,621.5	3,281.1	3,197.3	91.0	25.2	-2.6
11. ไดโอด ทรานซิสเตอร์และอุปกรณ์กึ่งตัวนำ (พินชิ้น)	16,562.0	22,072.4	28,901.5	65.7	33.3	30.9
11.1 อุปกรณ์กึ่งตัวนำ (พินชิ้น)	6,207.2	8,293.1	13,100.7	219.2	33.6	58.0
11.2 ทรานซิสเตอร์ (พินชิ้น)	6,358.2	9,557.6	12,250.7	44.6	50.3	28.2
11.3 ไดโอด (พินชิ้น)	1,615.0	1,307.6	981.8	12.2	-19.0	-24.9
11.4 ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบแล้ว (พินชิ้น)	2,381.6	2,914.1	2,568.3	7.7	22.4	-11.9
12. หม้อแปลงไฟฟ้าและส่วนประกอบ	15,115.1	21,956.4	26,022.7	7.5	45.3	18.5
รวมทุกประเภทผลิตภัณฑ์	311,453.3	412,221.1	558,745.9	26.3	32.4	35.5
มูลค่าส่งออกรวม	1,411,039.3	1,806,685.4	2,248,768.4	0.3	28.0	31.0

ที่มา : ศูนย์สถิติการพาณิชย์ กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร (2541 : 60)

อุตสาหกรรมผลิตแผงวงจรรวม

แผงวงจรรวม (integrated circuit) เป็นวงจรสำเร็จรูป หรือเป็นวงจรที่รวมเอาการทำงานของทรานซิสเตอร์ (transistor) หรืออุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอื่น ๆ (semiconductor) มารวมไว้ในตัวเดียวกัน แผงวงจรรวมทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าของเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกา เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ โทรคมนาคมเพื่อให้งจรไฟฟ้าของเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาของบริษัท ศูนย์วิจัย ไทยพาณิชย์ จำกัด พบว่าอุตสาหกรรมแผงวงจรรวมและชิ้นส่วนเป็นอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกที่สำคัญอันดับ 3 ของประเทศไทยในปี 2541 (คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 4.1 ของมูลค่าส่งออกรวม) รองจากเครื่องคอมพิวเตอร์อุปกรณ์และส่วนประกอบและเสื้อผ้าสำเร็จรูป ตลาดส่งออกสำคัญสำหรับแผงวงจรรวมและชิ้นส่วนของไทย คือ สหรัฐอเมริกา แคนาดา เม็กซิโก ไต้หวัน สิงคโปร์ และญี่ปุ่น โดยการส่งออกของไทยไปประเทศดังกล่าวมีสัดส่วนร้อยละ 31.0, 16.0, 12.0, 11.5 และ 9.0 ของมูลค่าส่งออกแผงวงจรรวมและชิ้นส่วนในปี 2541 ตามลำดับ ในขณะที่ภูมิภาคที่มีความต้องการเซมิคอนดักเตอร์สูงที่สุดในโลกคือ สหรัฐอเมริกา คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 32.7 ของยอดจำหน่ายเซมิคอนดักเตอร์ทั่วโลกในปี 2541 รองลงมาคือ ญี่ปุ่นร้อยละ 23 เอเชียแปซิฟิกร้อยละ 22.7 และยุโรปร้อยละ 21.6

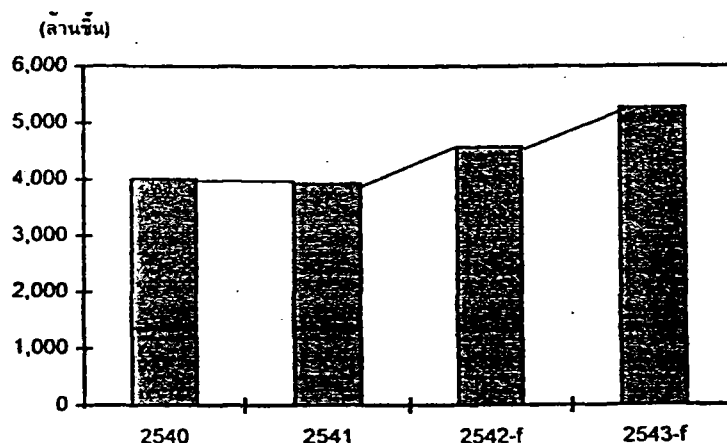
ในช่วงต้นปี 2542 มูลค่าการส่งออกแผงวงจรรวมและชิ้นส่วนของไทยได้แสดงสัญญาณของการฟื้นตัว ดังจะเป็นได้จากมูลค่าส่งออกแผงวงจรรวมและชิ้นส่วนของไทยในช่วงเดือนมกราคม - พฤษภาคม 2542 ซึ่งขยายตัวจากระยะเดียวกันปีก่อนร้อยละ 12.0 เป็น 1,038 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และบริษัทศูนย์วิจัยไทยพาณิชย์ จำกัด คาดว่ามูลค่าส่งออกในปี 2542 - 2543 จะขยายตัวอย่างต่อเนื่องในปี 2542 มูลค่าส่งออกแผงวงจรรวมของไทย คาดว่าจะขยายตัวจากปีก่อนร้อยละ 10 เป็น 2,505 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และในปี 2543 ขยายตัวต่อเนื่องเพื่อเป็นร้อยละ 14 คิดเป็นมูลค่าส่งออก 2,855 ล้านดอลลาร์สหรัฐ

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้บริษัท ศูนย์วิจัยไทยพาณิชย์ จำกัด คาดว่ามูลค่าส่งออกแผงวงจรรวมและชิ้นส่วนของไทยจะขยายตัวต่อเนื่องในปี 2542 - 2543 คือ อุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ทั่วโลกได้เริ่มมีสัญญาณของการฟื้นตัว ดังจะเห็นได้จากยอดขายเซมิคอนดักเตอร์ในตลาดโลกช่วงเดือนมกราคม - พฤษภาคม 2542 ที่ขยายตัวจากระยะเดียวกันปีก่อนคิดเป็นร้อยละ 5.9 เป็น 55.6 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และ Semiconductor Industry Association ได้คาดการณ์ว่าความต้องการเซมิคอนดักเตอร์ในตลาดโลกจะขยายตัวจนถึงปี 2544 โดยในปี 2542 จะขยายตัวจากปีก่อนร้อยละ 12.1 เป็น 140.8 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ส่วนในปี 2543 จะขยายตัวร้อยละ 15.4 เป็น 162.5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และในปี 2544 คาดว่าจะขยายตัวต่อไปอีกร้อยละ 17.6 เป็น 191.0 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ

ปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ความต้องการเซมิคอนดักเตอร์ในตลาดโลกขยายตัวได้ดีในปี 2542 คือปัญหา ค.ศ. 2000 ซึ่งทำให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ทั่วโลกต้องซื้อคอมพิวเตอร์เพื่อรองรับกับปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้การขยายตัวของการใช้อินเตอร์เน็ตและการค้าอิเล็กทรอนิกส์ก็ทำให้ความต้องการคอมพิวเตอร์และเซมิคอนดักเตอร์ขยายตัวต่อเนื่องไปจนถึงปี 2544 โดยเซมิคอนดักเตอร์ที่คาดว่าจะมีการขยายตัวได้ดีคือ เซมิคอนดักเตอร์ที่ใช้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์

บริษัทศูนย์วิจัย ไทยพาณิชย์ จำกัด คาดว่าการขยายตัวของการส่งออกแผงวงจรรวมและชิ้นส่วนจะทำให้การผลิตแผงวงจรรวมของไทยในปี 2542 - 2543 ขยายตัวสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากผลผลิตมากกว่าร้อยละ 80 จะส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ หลังจากที่ก่อนหน้านี้ภาวะการผลิตในประเทศได้ชะลอลงตามภาวะการส่งออกโดยในปี 2541 ปริมาณการผลิตหดตัวลงจากปีก่อนร้อยละ 2.0 เป็น 3,929 ล้านชิ้น อย่างไรก็ตาม ในช่วงเดือนมกราคม - มิถุนายน ของปี 2542 ปริมาณการผลิตแผงวงจรรวมของไทยก็ได้เพิ่มขึ้นจากระยะเดียวกันปีก่อนร้อยละ 12.2 เป็น 2,209 ล้านชิ้น และคาดว่าปริมาณการผลิตแผงวงจรรวมทั้งปี 2542 จะ

ขยายตัวขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 16.5 เป็น 4,580 ล้านบาท และขยายตัวขึ้นอีกร้อยละ 15.0 ในปี 2543 เป็น 5,267 ล้านบาท



ภาพประกอบ 2 ปริมาณการผลิตแผงวงจรรวมและชิ้นส่วนของไทย

ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย และประมาณการโดยบริษัท ศูนย์วิจัย ไทยพาณิชย์ จำกัด

เทคโนโลยีอุตสาหกรรมแผงวงจรรวม เป็นเทคโนโลยีที่ต้องอาศัยความรู้และวิทยาการในระดับสูง ซึ่งถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีระดับสูง (hi - technology) ในการสร้างและใช้เทคโนโลยีระดับนี้ เพื่อการออกแบบ การสร้างและการผลิตแผงวงจรรวม โดยทั่วไปแล้วสถานภาพหรือโครงสร้างทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมแผงวงจรรวม สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. เทคโนโลยีการออกแบบ
2. เทคโนโลยีเฉพาะผลิตภัณฑ์
3. เทคโนโลยีกระบวนการผลิต
4. เทคโนโลยีการจัดการการผลิต

จากโครงสร้างทางเทคโนโลยีทั้ง 4 โครงสร้าง สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. เทคโนโลยีการออกแบบ (design technology) คือเทคโนโลยีที่ต้องใช้เพื่อการออกแบบ และสร้างตัวต้นแบบ เทคโนโลยีการออกแบบเป็นเทคโนโลยีที่จำเป็นในการออกแบบ โดยปกติเทคโนโลยีการออกแบบของกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันมักจะไม่ได้แตกต่างกัน เช่น ความรู้ทางด้านสารกึ่งตัวนำ การได้ปัสสาร และการออกแบบนั้นผู้ออกแบบจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการทำงาน เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบเหล่านี้เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการออกแบบ ผู้ออกแบบจะต้องมีความรู้ทางเทคโนโลยีเฉพาะผลิตภัณฑ์อีกด้วย จึงจะเรียนรู้ถึงเงื่อนไขในการออกแบบ

2. เทคโนโลยีเฉพาะผลิตภัณฑ์ (product specific technology) คือ เทคโนโลยีหลักที่สำคัญและเป็นเฉพาะของผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมที่จะกำหนดการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายใน รวมไปถึงขนาด ลักษณะรูปร่างภายนอก (packaging) หน้าที่การทำงานทางไฟฟ้า เพื่อให้เหมาะต่อการนำไปใช้งานตามต้องการ

เช่น เทคโนโลยีเฉพาะผลิตภัณฑ์แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายใน ในการทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณ แปลงจากสัญญาณอนาล็อก (analog) เป็นสัญญาณดิจิทัล (digital)

3. เทคโนโลยีกระบวนการผลิต (process technology) คือ เทคโนโลยีที่ต้องใช้เพื่อการทำให้อัตโนมัติสามารถผลิตได้ในเชิงพาณิชย์ และสามารถประกอบเข้ากันเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ เทคโนโลยีกระบวนการผลิตที่สำคัญของแผงวงจรรวมแต่ละชนิด หรือประเภทจะใกล้เคียงกัน คือ การผลิตแผ่นเวเฟอร์ การประกอบแผงวงจรรวมซึ่งอาจจะแบ่งเป็นกระบวนการย่อยที่สำคัญ คือ กระบวนการตัดแผ่นเวเฟอร์ การนำแผ่นเวเฟอร์ที่ถูกตัดแล้วไปติดบนกรอบขา การเชื่อมลวดทองคำจากกรอบขาไปยังวงจรบนแผ่นเวเฟอร์ โดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติความแม่นยำสูง การปิดผนึกเหล่านี้เป็นต้น นอกจากนี้เมื่อประกอบเป็นแผงวงจรรวมเสร็จแล้ว ก็จะนำไปทดสอบทางไฟฟ้า (electrical test) เพื่อตรวจสอบว่าแผงวงจรรวมทำงานได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่

4. เทคโนโลยีการจัดการการผลิต (management technology) คือ เทคโนโลยีที่ช่วยให้กระบวนการผลิตเกิดประสิทธิภาพ ได้ผลผลิตที่สูง และได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมที่ดี เกิดจากการควบคุมคุณภาพ การประหยัดเวลา การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ การจัดการไหลเวียนของงาน ฯลฯ เทคโนโลยีการจัดการผลิตนั้น อุตสาหกรรมทุกประเภทจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีการจัดการผลิตที่เหมาะสม เทคโนโลยีการจัดการการผลิตเหล่านี้ ได้แก่ การวางแผนทรัพยากรการผลิต (Management of Resource Planning : MRP II) การผลิตแบบทันเวลา (Just In time process : JIT) ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น (Flexible Manufacturing System : FMS) การควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติ (Statistic Process Control : SPC) การจัดการคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (Total Quality Management : TQM) การบำรุงรักษาแบบทวิผล (Total Productivity Management : TPM) เป็นต้น

จากสถานภาพหรือโครงสร้างทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมแผงวงจรรวมดังกล่าวสามารถสรุปได้ในประเด็นที่สำคัญคือ อุตสาหกรรมแผงวงจรรวมมีโครงสร้างทางเทคโนโลยีที่สำคัญ คือ เทคโนโลยีการออกแบบ เทคโนโลยีเฉพาะผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยีกระบวนการผลิต และเทคโนโลยีการจัดการผลิต

ประเภทของแผงวงจรรวม

แผงวงจรรวมที่มีการผลิตและมีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันสามารถจำแนกประเภทได้ 3 วิธีดังนี้

1. การจำแนกตามประเภทของการนำไปใช้งาน (application classify) คือ แผงวงจรรวมสามารถนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีเฉพาะผลิตภัณฑ์ของแผงวงจรรวมแต่ละประเภท ดังนี้

- 1.1 นำไปใช้งานในระบบส่งและรับสัญญาณ (transmission system)
- 1.2 นำไปใช้ในระบบการสื่อสารไร้สาย (wireless system)
- 1.3 นำไปใช้ในระบบการสื่อสารทางด้านการธุรกิจ (business communication system)
- 1.4 นำไปใช้ในระบบโครงข่ายการติดต่อสัญญาณ (network switching)
- 1.5 นำไปใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน (consumer products)
- 1.6 นำไปใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบในคอมพิวเตอร์ (computer components)

2. การจำแนกตามชนิดการปิดผนึก (packaging classify) คือ การแบ่งแผงวงจรรวมออกเป็นชนิดของการผนึกเป็นประเภทต่าง ๆ เรียกว่า integrated circuit packaging

3. การจำแนกตามขนาดความแออัดแน่นของชิ้นส่วน (สมโซด แก้วสี่ดวง 2544 : 7-20)

ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวมาแล้วในขั้นต้นนั้น ในกระบวนการผลิตมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศให้มีความแห้งของอากาศที่ -40 หรือ -70 องศา C D/P เพราะปริมาณความชื้นที่สูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายมีผลกระทบกับกระบวนการผลิตจึงมีการควบคุมอากาศในห้องที่ทำการผลิตหรือมีกรรมวิธีป้องกันมิให้มีปริมาณความชื้น ผุ่น ไอน้ำ ไอน้ำมัน เข้ามาสัมผัสกับ

ชิ้นงานโดยตรงนั้นคือต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์มีปรับปรุงคุณภาพของลมอัดแห้ง ที่เข้าไปสัมผัสกับชิ้นงานในระบบการผลิตเสียก่อนวิธีการดังกล่าวคือต้องมีเครื่องผลิตลมอัดแห้งเป็นเครื่องทำให้ปริมาณความชื้นของอากาศฝุ่น ไอน้ำ ไขมัน น้ำมัน ลดลงและลมอัดแห้งที่ได้นั้นต้องมีค่าตามมาตรฐานกำหนดคุณภาพลม คือมาตรฐาน ISO 8573 Class 1:2:1 หรือ 1:1:1 แล้วแต่ข้อกำหนดความชื้นของแต่ละผลิตภัณฑ์ซึ่งจะสามารถเลือกเครื่องผลิตลมอัดแห้งได้ให้อยู่ในพิสัยความแห้งระดับ -40 หรือ -70 องศา C D/P

อุปกรณ์ก่อนเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. เครื่องอัดลม (Compressor)

1.1 เครื่องอัดลม (Air compressor) นั้นมีใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมทุกชนิดโดยใช้เป็นแรงขับเคลื่อนในการอัดหรือส่ง หรือใช้ในการทำงานต่าง ๆ โดยอาจจะใช้โดยตรงหรือร่วมกับสารทำงานอย่างอื่น

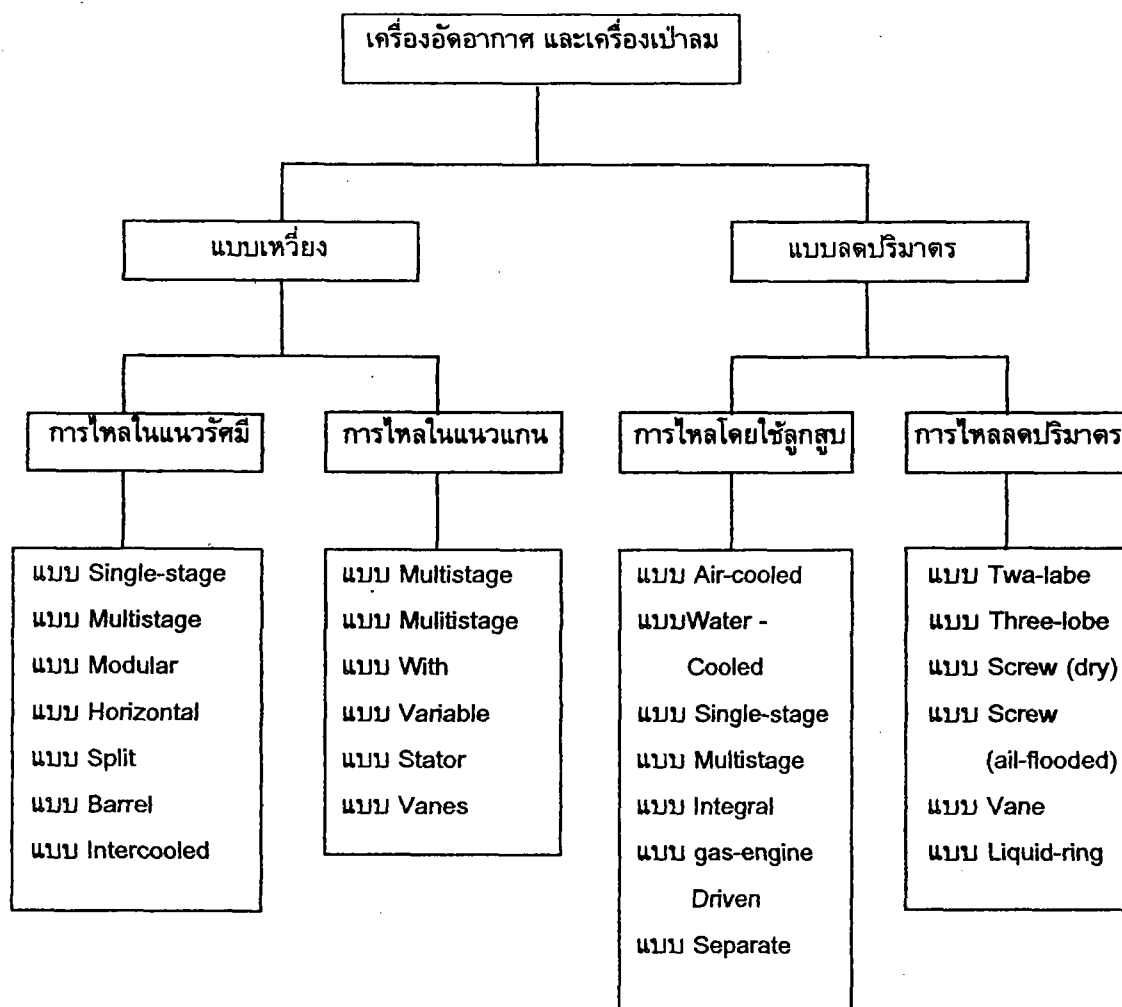
1.2 การจำแนกเครื่องอัดลม

หลักการทำงานของเครื่องอัดลมจำแนกออกได้ 2 ลักษณะคือ

ก. ประเภทเหวี่ยง (Dynamic or Turbo type)

ข. ประเภทลดปริมาตร (Positive Displacement type)

ในแต่ละลักษณะยังสามารถจำแนกออกไปตามลักษณะการทำงานของเครื่อง ดังแสดงในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 3 การจำแนกและลักษณะการใช้งานของเครื่องอัดลม

- 1) การจำแนกโดยจำนวนตอนของการอัด เช่น หนึ่งตอน สองตอน เป็นต้น
- 2) การจำแนกโดยวิธีอัด : อัดด้านเดียว (Single – Acting) และอัดสองด้าน (Double – Acting)
- 3) การจำแนกโดยการจัดเส้ลูกสูบ : แบบราบ แบบตั้ง แบบ L แบบ V แบบ W แบบดาว และแบบสมดุลหันหน้าชนกัน
- 4) การจำแนกโดยการหล่อเย็น : การหล่อเย็นด้วยน้ำ และการหล่อเย็นด้วยอากาศ
- 5) การจำแนกโดยวิธีการขับ : ชนิดขับตรง ชนิดสายพาน V และชนิดขับด้วยเฟือง
- 6) การจำแนกโดยวิธีการติดตั้ง : ชนิดตั้งอยู่กับที่ ชนิดเคลื่อนที่ได้
- 7) การจำแนกโดยวิธีการหล่อลื่น : ชนิดหล่อลื่นด้วยน้ำมัน ชนิดไม่ใช้น้ำมัน

1.2.1 เครื่องอัดอากาศแบบเหวี่ยง (Dynamic or Turbo type)

เป็นแบบที่ใช้แรงหนีศูนย์กลางและแรงยกตัว (Lifting Force) ของใบพัดในการเพิ่มความเร็วและความดันให้แก่อากาศ

- แบบใช้แรงเหวี่ยง (Centrifugal Type) เป็นแบบที่เมื่อใบพัดในตัวเรือน (Casing) หมุน โดยแรงจุดหมุนอากาศจะถูกดูดเข้ามาตรงกลางและเป่าออกทางด้านนอกของใบพัดโดยแรงเหวี่ยงซึ่งในระหว่าง นั้นความเร็วและความดันของอากาศจะเพิ่มขึ้นช่องทางออกของอากาศของใบพัดทำมุม 90° จะเป็นแบบเทอร์โบ

- แบบที่ใช้การไหลตามแนวแกน (Axial Flow Type) เมื่อหมุนใบพัด (Impeller) อากาศ จะถูกดูดให้ไหลเข้าไปตามแนวแกนของใบพัดในขณะเดียวกันความเร็วและความดันก็จะเพิ่มขึ้น

1.2.2 เครื่องอัดอากาศประเภทลดปริมาตร (Positive Displacement Type)

เป็นแบบที่มีกระบอกสูบ (Cylinder) ซึ่งมีปริมาตรคงที่แล้วใช้ลูกสูบ (Piston) หรือ Rotary Vane ในการอัดอากาศในปริมาตรคงที่นั้นให้มีปริมาตรเล็กลง

- แบบลูกสูบ เป็นแบบที่ใช้โครงสร้างแบบข้อเหวี่ยง (Crank) ในการให้ลูกสูบชักไปกลับ เพื่ออัดอากาศในกระบอกสูบ

- แบบโรตารี เป็นแบบที่ใช้โรเตอร์ชนิดพิเศษบรรจุในตัวเรือน (Casing) และทำการหมุน อัดอากาศโดยทำให้ปริมาตรของอากาศลดลง แบบโรตารีมีแบบ Sere และแบบ Moving Vane

1.2.3 พิกัดความดันกับปริมาณของอากาศ Range of Capacity and Pressure) การแยกประเภท ของเครื่องอัดอากาศสามารถแบ่งแยกตามความสัมพันธ์ของปริมาณการไหลและความดัน

นอกจากแยกตามลักษณะการใช้งานคือ พิกัดความดันกับปริมาณของการอัดอากาศ ยังมีการแยก ขนาดของเครื่องอัดตามขนาดของเครื่องวัด โดยทั่ว ๆ ไปแบ่งขนาดของเครื่องอัดได้ 4 ขนาด คือ

ขนาด A	เป็นเครื่องตั้งแต่ 5 – 30 แรงม้า ปริมาตรการไหลอยู่ช่วง 20 – 120 cfm.
ขนาด B	เป็นเครื่องตั้งแต่ 30 – 150 hp. ปริมาตรการไหลอยู่ช่วง 100 – 720 cfm.
ขนาด C	เป็นเครื่องตั้งแต่ 150 – 1600 cfm. ปริมาตรการไหลอยู่ช่วง 600 – 1600 cfm.
ขนาด D	เป็นเครื่องมากกว่า 300 hp. ปริมาตรการไหลมากกว่า 1300 cfm.

3. ลมอัดแห้ง

อากาศอัดนั้นใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมปัจจุบันและเป็นแหล่งพลังงานอย่างหนึ่งที่ขาดเสียมิ ได้คล้ายกับไฟฟ้า น้ำ และพลังงานจากไฮดรอลิก การใช้งานที่พบบ่อยในชีวิตประจำวันคือ

- 1) หามล臭 และการเปิดปิดประตูไฟฟ้า
- 2) เป็นแหล่งจ่ายลมเพื่อการพ่นสี
- 3) การขัดและทำความสะอาดพื้นโดยทันตแพทย์
- 4) ให้ออกซิเจนในบ่อปลา
- 5) ใช้เพื่อส่งน้ำร้อนขึ้นมาจากบ่อน้ำร้อน
- 6) การบรรจุขวดเบียร์และน้ำอัดลม

นอกจากนี้อากาศอัดยังถูกใช้ในอุตสาหกรรมแทบทุกประเภทรวมทั้งอุตสาหกรรมการผลิตเหมืองแร่ เซรามิกส์ งานวิศวกรรมโยธาและการก่อสร้าง อุตสาหกรรมอาหาร เคมีและประมง

อากาศอัดจากเครื่องอัดมีลักษณะที่ดียิ่งหลายประการดังต่อไปนี้ ทั้งนี้เมื่อเทียบกับไฟฟ้าและไฮดรอลิก

- 1) การสร้างและการใช้เครื่องอัดและอุปกรณ์ประกอบมีลักษณะที่ง่าย
- 2) การซ่อมและตรวจเครื่องอัดและอุปกรณ์ประกอบ กระทำได้ง่าย
- 3) สะสมพลังงานได้

แน่น 0.075 lb / ft แต่ในทางปฏิบัติของอุตสาหกรรมอากาศอัดใช้สภาพอากาศมาตรฐานเป็นอากาศแห้งที่อุณหภูมิ 60 F (5.6 C) ความดันสัมบูรณ์ 14.696 psia ซึ่งในสภาพนี้อากาศมีความหนาแน่น 0.0764 lb / ft

ตาม JIS B832-1962 ถือว่าสภาพอากาศมาตรฐานคือ อากาศที่อุณหภูมิ 20 C ความดันสัมบูรณ์ 760 ม.ม.ปรอท (1.013 bar) ความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ในกรณีนี้ความหนาแน่นอากาศมีค่า 1.20 kg / m

2.2 สภาพปกติ (Normal Condition)

สภาพปกติคือ สภาพอากาศที่อุณหภูมิ 0 องศา C ความดันสัมบูรณ์ 760 ม.ม. ปรอท (1.013 bar) โดยไม่ได้รับค่าความชื้นสัมพัทธ์ สภาพปกตินี้เรียกว่า Normal Temperature and Pressure (N.T.P.) ซึ่งมีค่าความหนาแน่นอากาศ 1.293 kg / m

2.3 สภาพอากาศอิสระ (Free Air Delivery Condition)

สภาพอากาศอิสระ หมายถึง สภาพอากาศที่อยู่บริเวณรอบ ๆ เครื่องอัดอากาศเรียกว่า F.A.D. ความหนาแน่นของอากาศคำนวณจากกฎของก๊าซ (Gas Law)

2.4 สภาพการทำงาน

สภาพการทำงานในที่นี้ หมายถึง อากาศอัดในขณะใช้งาน เช่น อากาศอัดซึ่งกำลังอยู่ในกระบอกลม มีความดัน 6 bar (Gauge) อุณหภูมิ 30 องศา C ความหนาแน่นของอากาศคำนวณได้จากกฎของก๊าซ เครื่องกรองลม

ในปัจจุบัน เครื่องอัดลม (Air Compressor) ดูเหมือนจะเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปและในโรงงานหลายๆแห่งมักจะประสบกับปัญหาเกี่ยวกับความสะอาดของลมอัด (Compressed Air) เราจึงควรให้ความสำคัญกับการกรองสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกจากลมอัด

ในบรรยากาศรอบๆ บริเวณโรงงานอุตสาหกรรมจะประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ ต่างๆ เช่น ไขมันของน้ำมัน ผุ่นละออง เหม่า ฯลฯ ซึ่งประมาณการว่าจะมีอนุภาคเหล่านี้ปะปนอยู่ถึง 140 ล้านอนุภาคในปริมาณอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร ในจำนวนนี้กว่า 80 % จะมีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน ถ้าอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร ถูกอัดให้มีความดัน 8 บาร์ จะทำให้ความหนาแน่นของอนุภาคใน 1 ลูกบาศก์เมตร กลายเป็น 1.260 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งอนุภาคที่ ทำอันตรายให้แก่ระบบลมอัดที่สำคัญ ๆ ประกอบด้วย น้ำ น้ำมัน และผุ่นละออง

การเลือกเครื่องกรอง

เครื่องกรอง (Filter) โดยทั่วๆ ไปจะมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. เครื่องกรองลมชนิดกรองหยาบ (Surface Filter)

หลักการทั่ว ๆ ไปจะเปรียบเทียบเสมือนมุ้งลวด คือ อนุภาคที่ใหญ่กว่าขนาดรูของมุ้งลวด (เครื่องกรอง) จะถูกกันไว้ ส่วนที่เล็กกว่านั้นก็จะผ่านไปได้ ขนาดของการกรองจะขึ้นอยู่กับขนาดของรูเหล่านี้ หรือใหญ่แค่ไหน

ตาราง 3 แสดงผลเสียจากอนุภาคต่าง ๆ ที่มีต่อระบบลมอัด

น้ำ	น้ำมัน	ฝุ่นละออง
- สนิม - สะล้างน้ำมันหล่อลื่นในระบบ - ทำให้ปะเก็นหรือซีลบางชนิดเปื่อยก ทำให้คุณสมบัติลดลง ฯลฯ	- ทำลายระบบหล่อลื่นเนื่องจากน้ำมันเหล่านี้เสียคุณสมบัติในการหล่อลื่นแล้ว - คราบน้ำมันจะเกาะปกคลุมของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้ความแม่นยำในการทำงานลดลง - สารไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันทำให้เกิดกรดขึ้นได้ ซึ่งมีผลต่อเครื่องมือต่าง ๆ ฯลฯ	- ทำให้ผิวสัมผัสของอุปกรณ์ทยาบ เพิ่มอัตราการใช้สึกหรอ - ทำให้อุปกรณ์เสื่อมุดตัน ฯลฯ

2. เครื่องกรองลมชนิดกรองละเอียด (Depth Filter)

ไส้กรองประเภทนี้ ส่วนมากจะทำจากไมโครไฟเบอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นใยเล็ก ๆ วางซ้อนกันอยู่หลาย ๆ ชั้น การกรองไม่ได้อาศัยขนาดรูเป็นตัวกำหนดความละเอียดในการกรองแต่อาศัยหลักการทั้งหมด 5 ประการ คือ

2.1 Direct Impact ในกรณีที่อนุภาควิ่งเข้ามากระทบโดยตรงกับไฟเบอร์ก็就会被จับยึดไว้โดยไฟเบอร์

2.2 Inertial Effect ในกรณีที่อนุภาควิ่งแฉลบผ่านไฟเบอร์ ก็จะทำให้อนุภาคมีความเร็วลดลงและเมื่อไปกระทบกับไฟเบอร์เส้นถัด ๆ ไปก็就会被จับยึด

2.3 Diffusion Effect ในกรณีที่อนุภาคขนาดเล็กมาก การเคลื่อนที่จะไม่เป็นเส้นตรง แต่จะไหลซิกแซกไปเรื่อย ๆ ซึ่งถ้าสามารถผ่านไฟเบอร์เส้นแรกไปได้ก็จะไปกระทบและถูกจับไว้ได้ด้วยไฟเบอร์เส้นถัด ๆ ไป

2.4 Electrostatic Effect ในกรณีที่อนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ๆ (ประมาณ 0.01 ไมครอน) เมื่อเคลื่อนที่ผ่านไฟเบอร์ 2-3 ชั้นแรกก็จะเกิดการเสียดสีทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตขึ้นในอนุภาค ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฟเบอร์กับอนุภาคนั้น ๆ

2.5 Adsorption Effect เป็นผลจากการวิ่งกระทบไฟเบอร์ของอนุภาคไฟเบอร์ซึ่งมีความนุ่มในตัวพอสมควรจะจับยึดอนุภาคไว้โดยการดูดซับเข้าไปในเนื้อของไฟเบอร์

ในกรณีที่อนุภาคของน้ำและน้ำมันซึ่งมีขนาดเล็กมาก ๆ จะวิ่งกระทบไฟเบอร์ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิต และจะยึดเหนี่ยวกับอนุภาคอื่น ทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและหนักขึ้นเมื่อผ่านถึงการกรองชั้นสุดท้ายก็จะตกลงสู่ด้านล่างของไส้กรองแล้วถูกระบายทิ้ง (Drain) ออกจากระบบ

เมื่ออากาศภายนอกถูกดูดเข้าเครื่องอัดลมแล้วถูกอัดออกจากเครื่องอัดลมจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 500 องศาฟาเรนไฮต์ ทั้งนี้อุณหภูมิจะมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องอัดลม และอุปกรณ์ที่ประกอบรวมอยู่ด้วย อย่างเช่นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) หรืออาฟเตอร์คูลเลอร์ (After Cooler) ที่มักจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะทำรวมชุดอยู่กับเครื่องอัดลมเพื่อทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับลมอัดอย่างไรก็ตามเครื่องอัดลมบางแบบก็ไม่มีอุปกรณ์พวกนี้รวมอยู่ แต่ก็สามารถหามาเพิ่มเติมต่างหากได้

การวัดประสิทธิภาพของไส้กรอง

อัตราไหลและความเร็วเฉลี่ย อัตราไหล (Flow Rate) ของของไหล คือปริมาตรของของไหลที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดที่กำหนดในหนึ่งหน่วยเวลา หน่วยของอัตราไหลจึงเป็นหน่วยของปริมาตรต่อหน่วยของเวลา นั่นคือ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที, m^3/s , และใช้สัญลักษณ์แทนอัตราไหลว่า Q ความเร็วเฉลี่ย (Mean Velocity) บนหน้าตัดที่กำหนดคือ ค่าอัตราไหลผ่านพื้นที่หน้าตัด ทหารด้วยพื้นที่หน้าตัด ถ้าให้ V เป็นความเร็วเฉลี่ย Q เป็นอัตราไหล และ A เป็นพื้นที่หน้าตัด ดังนั้น

$$V = \frac{Q}{A}$$

สมการความต่อเนื่อง สมการความต่อเนื่อง (Equation of Continuity) เป็นสมการที่มีประโยชน์มากในการวิเคราะห์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของของไหล

พลังงานในการไหล ในที่นี้จะพิจารณาถึงพลังงานที่เกิดขึ้น จากการเคลื่อนที่ของของไหล ซึ่งอยู่ในรูปต่างๆ กัน

- พลังงานจลน์ วัตถุมวล m , เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V จะมีพลังงานจลน์ (Kinetic Energy) $E_k = 1/2 mV^2$ ดังนั้น ถ้าของไหลเคลื่อนที่โดยที่อนุภาคของของไหลมีความเร็วเท่ากัน พลังงานจลน์ของของไหลก็จะมีค่า $1/2 mV^2$ ด้วยเช่นกัน

- พลังงานศักย์ (Potential Energy) ของอนุภาคของไหลขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่เปรียบเทียบกับระนาบอ้างอิงที่สมมติขึ้น โดยปกติมักจะสนใจถึงระดับแตกต่างของสองตำแหน่งเท่านั้น เพราะฉะนั้น การเลือกระนาบอ้างอิงจึงเลือกโดยใช้ความสะดวกเป็นหลัก อนุภาคของไหลน้ำหนัก W ที่อยู่เหนือระนาบอ้างอิงเป็นระยะ z มีพลังงานศักย์ $E_p = Wz$ ดังนั้นเมื่อคิดพลังงานศักย์ต่อหน่วยน้ำหนัก

- พลังงานความดัน (Pressure Energy) เมื่อของไหลเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องภายใต้ความดัน ของไหลก็จะสามารถทำงานได้ถ้าของไหลมีพื้นที่หน้าตัดการไหล A , แรงบนพื้นที่หน้าตัดซึ่งเกิดจากความดัน p ในของไหลคือ pA ถ้าของไหลที่เคลื่อนที่ผ่านหน้าตัดนี้มีน้ำหนัก W ปริมาตรของของไหลที่เคลื่อนที่ผ่านหน้าตัด

$$= W/\gamma \text{ ระยะทางที่ของไหลเคลื่อนที่} = W/\gamma^A$$

$$\text{งานที่เกิดจากของไหล} = \text{แรง} \times \text{ระยะทาง}$$

$$= pA \times \frac{W}{\gamma^A} = \frac{pW}{\gamma}$$

$$\text{พลังงานความดันต่อหน่วยน้ำหนัก} = \frac{pW}{\gamma W} = \frac{p}{\gamma}$$

หน่วยของ p/γ จึงมีหน่วยเป็น $N \cdot m/N = m$

สมการพลังงาน (Energy Equation) เป็นสมการที่ได้จากการใช้หลักการทรงพลังงาน (Principle of Conservation of Energy) กับของไหลเคลื่อนที่ พลังงานที่เกิดจากของไหลเคลื่อนที่ประกอบไปด้วย พลังงานจากความดัน ความเร็ว และตำแหน่ง นอกจากนี้แล้วยังอาจมีพลังงานที่เพิ่มให้กับของไหล หรือพลังงานที่สูญเสีย

เสียเกิดขึ้นอีกด้วย ดังนั้นจึงอาจเขียนสมการแสดงผลรวมของพลังงาน ทั้งหมดในทิศทางที่ของไหลเคลื่อนที่ได้ เป็น:

$$\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_m + Q_H - h_L = \frac{P_2}{\gamma_2} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

เมื่อ P_1, P_2 เป็นความดันที่ตำแหน่ง 1 และ 2, kPa

V_1, V_2 เป็นความเร็วที่ตำแหน่ง 1 และ 2, m/s

Z_1, Z_2 เป็นระดับความสูงที่ตำแหน่ง 1 และ 2, m

γ_1, γ_2 เป็นน้ำหนักจำเพาะของของไหลที่ตำแหน่ง 1 และ 2, kN/m³

h_m เป็นพลังงานกลที่ใส่ให้กับของไหลต่อหน่วยน้ำหนักของของไหล, N·m/N = m

Q_H เป็นพลังงานความร้อนที่ใส่ให้กับของไหลต่อหน่วยน้ำหนักของของไหล, J/N = m

h_L เป็นพลังงานที่สูญเสียไประหว่างตำแหน่ง 1 และ 2, m

แรงและโมเมนตัมในของไหล

หลักการแรงดล-โมเมนตัม ทามาได้โดยใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน การไหลของของไหล อาจเป็นแบบ Steady หรือ Unsteady Flow ของไหลอาจเป็นแบบอัดตัวได้ หรืออัดตัวไม่ได้ อาจเป็นของไหลจริงหรือของไหลอุดมคติได้ ในการพิจารณาเกี่ยวกับโมเมนตัมจะไม่พิจารณาถึงการสูญเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้น เมื่อของไหลเคลื่อนที่ ตัวประกอบแก้ไขค่าโมเมนตัม เนื่องจากความเร็วของไหลมีค่าไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่หน้าตัดการไหล ค่าโมเมนตัมที่ผ่านหน้าตัดพื้นที่เล็ก ๆ dA ของไหลมีความเร็ว u คือ $(\rho u \cdot dA)u$

$$= \rho u^2 dA \text{ และโมเมนตัมที่ผ่านหน้าตัดทั้งหมดคือ } \rho \int_A u^2 dA \text{ ถ้าคำนวณโดยใช้ความเร็วเฉลี่ย จะได้โม}$$

เมนตัม $\rho QV = \rho AV^2$ ดังนั้นจะต้องมีตัวประกอบมาคูณกับจำนวน ρAV^2 เพื่อให้ได้ค่าโมเมนตัมอย่างถูกต้อง ตัวคูณนี้คือ

$$\beta = \frac{1}{AV^2} \int_A u^2 dA$$

อัตราการไหลในท่อ

การไหลลามินาร์และเทอร์บิวเลนต์ การไหลลามินาร์ (Laminar Flow) เป็นการไหลโดยที่อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ขนาดกันไปคล้ายๆ กับการไหลเป็นชั้นๆ (Laminae) ความเร็วของของไหลในชั้นที่อยู่ใกล้ๆ กันมีค่าไม่เท่ากัน แต่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย การไหลลามินาร์เป็นไปตามกฎของความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นเฉือน กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของ Angular Deformation ซึ่งก็คือผลคูณของความหนืดของของไหลกับ velocity gradient นั่นคือ $\tau = \mu(dv/dy)$ ความหนืดของของไหลเป็นสิ่งที่ส่งผลทำให้การไหลเปลี่ยนไปเป็นเทอร์บิวเลนต์ได้ การไหลเทอร์บิวเลนต์ (Turbulent Flow) เป็นการไหลโดยที่อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่ไปอย่างไม่เป็นระบบ ความเร็วของอนุภาคของของไหลแตกต่างกันทั้งขนาดและทิศทางความเค้นเฉือนสำหรับการไหลเทอร์บิวเลนต์สามารถเขียนได้ดังสมการ

$$\tau = (\mu + \eta) \frac{dv}{dy}$$

เมื่อ η (eta) เป็นตัวประกอบที่แสดงผลจากการเป็นเทอร์บิวเลนต์

ความหนืดของของไหลมีผลทำให้เกิดการสูญเสีย Head หรือ Head Loss การเกิด Head Loss ในการไหลลามินาร์และเทอร์บิวเลนต์แตกต่างกัน จากผลการทดลองซึ่งนำมาเขียนเป็นกราฟบนสแกน Log – Log พบว่า: เมื่อเป็นการไหลลามินาร์ Head Loss เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็ว V กำลังหนึ่ง ส่วนการไหลเทอร์บิวเลนต์ Head Loss เป็นสัดส่วนกับ V^n โดยที่ n มีค่าอยู่ระหว่าง 1.75 ถึง 2.00 ค่า 1.75 เกิดขึ้นเมื่อเป็นการไหลเทอร์บิวเลนต์ในท่อผิวเรียบมาก ถ้าท่อขรุขระขึ้น ค่า n จะเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.00 จะเห็นได้ว่า จุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากการไหลลามินาร์ไปเป็นการไหลเทอร์บิวเลนต์อาจเกิดขึ้นได้สองจุด คือ จุด A ซึ่งเรียกว่าจุดวิกฤตต่ำ (Lower Critical Point) และจุด B เรียกว่าจุดวิกฤตสูง (higher critical point) แต่อย่างไรก็ตามความเร็วไม่ใช่สิ่งเดียวที่ชี้ชัดได้ว่าการไหลเป็นลามินาร์หรือเทอร์บิวเลนต์ สิ่งที่ยืนยันได้อย่างแน่นอนก็คือ เรย์โนลด์นัมเบอร์ (Reynolds Number) ซึ่งก็คือ

$$N_R = \frac{DV\rho}{\mu} = \frac{DV}{\nu}$$

- เมื่อ N_R เป็นเรย์โนลด์นัมเบอร์ ไม่มีหน่วย
 D เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ m
 V เป็นความเร็วเฉลี่ยในท่อ m/s
 ρ เป็นความหนาแน่นของของไหลในท่อ kg/m^3
 μ เป็นความหนืดของของไหลในท่อ $Pa \cdot s$
 ν เป็นความหนืดคิเนมาติกของของไหลในท่อ m^2/s

ถ้าของไหลไม่ได้ไหลผ่านท่อกลม ก็ให้แทนค่า D ในสมการ (18) ด้วยรัศมีไฮดรอลิก (Hydraulic Radius) ซึ่ง

$$R = \frac{A}{P}$$

- เมื่อ R เป็นรัศมีไฮดรอลิก m
 A เป็นพื้นที่หน้าตัดที่ของไหลไหลผ่าน m^2
 P เป็น Wetted Perimeter คือความยาวของเส้นรอบหน้าตัดที่ของไหลไหลผ่าน เฉพาะบริเวณที่ของไหลสัมผัสกับผิวท่อ m

ตัวอย่าง 2 ท่อกลมที่มีน้ำไหลผ่านครึ่งท่อ $A = (\pi/8)D^2$ และ $P = \pi D/2$ ดังนั้น รัศมีไฮดรอลิก

$$R = \frac{(\pi/8)D^2}{\pi D/2} = \frac{D}{4}$$

เครื่องลดความชื้นของลมอัดอากาศเทอร์คูเลเตอร์

เทอร์คูเลเตอร์จะทำหน้าที่ลดความชื้นของลมอัด โดยมีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนอยู่ภายในที่สามารถกำจัดความชื้นได้ 68 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของความชื้นที่มีอยู่ในอากาศทั้งหมด แต่ก็ยังมีความชื้นบางส่วนที่หลงเหลืออยู่ และเมื่อความชื้นเหล่านี้ผสมกับน้ำมันหล่อลื่นโดยการนำพา (Carryover) ของลมอัดจะทำให้เกิดยางเหนียวเกาะอยู่ตามส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบ (ยกเว้นแต่ในระบบที่ใช้เครื่องอัดลมแบบไร้น้ำมัน) อันเป็นสาเหตุทำให้ท่อส่งลมอุดตันโดยเฉพาะในพวกเครื่องมือลม การมีความชื้นหลงเหลืออยู่ในลมอัดจะทำให้ประสิทธิภาพในการหล่อลื่นลดลง เครื่องมือก็จะเสียได้โดยง่าย

ดังนั้นจำเป็นต้องกำจัดความชื้นส่วนที่ยังหลงเหลือนี้ด้วยการใช้เครื่องแยกน้ำ (Water Separator) ซึ่งสามารถกำจัดความชื้นได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ของความชื้นที่ยังหลงเหลืออยู่ในลมอัด แต่ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับแบบของเครื่องแยกน้ำด้วยซึ่งเครื่องแยกน้ำจะแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1. เครื่องแยกน้ำแบบแผ่นกั้น (Baffle Separator) จะมีแผ่นกั้นการไหลของกระแสลมอัดทำให้เกิดการหักเห น้ำจะกลั่นตัวและหยดลงสู่ด้านล่างของเครื่อง

2. เครื่องแยกแบบลมหมุน (Cyclone Separator) เครื่องแยกแบบนี้มีหลักการทำงานคือ เมื่อลมอัดที่มีทั้งน้ำและอากาศเข้าไปในเครื่องจะเกิดการหมุน น้ำจะไปเกาะอยู่ที่ผนังของเครื่องและเมื่อมีปริมาณมากก็จะไหลลงสู่ด้านล่างของเครื่องแล้วระบายออกสู่ภายนอกต่อไป

3. เครื่องแยกแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Separator) เมื่อลมอัดไหลเข้าเครื่องซึ่งมีผนังเป็นรูปวงกลม ลมอัดจะไหลไปตามผนังทำให้เกิดการหมุน น้ำจะถูกเหวี่ยงออกจากลมอัดตกลงสู่ด้านล่างของเครื่อง

สำหรับระบบลมอัดที่ใช้เครื่องอัดอากาศแบบไร้น้ำมัน (Oil-free Compressor) หรือแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Compressor) ระบบนี้ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องแยกน้ำมัน และในระบบไม่ควรมีน้ำมันอยู่ในลมอัดมากจนเกินไปอัตราที่ยอมรับได้คือ 3 ถึง 4.5 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องอัดอากาศด้วย แต่โดยทั่วไประบบจะมีเครื่องแยกน้ำมัน หรือไส้กรองน้ำมันใช้ร่วมอยู่ด้วยแล้ว

ถ้าหากมีน้ำมันอยู่ในระบบมากเกินไปจะทำให้เกิดอันตรายจากการระเบิดหรือติดไฟอันมีหลักการเหมือนกับในเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้น้ำมันส่วนเกินเป็นเชื้อเพลิงและความร้อนที่เกิดขึ้นในเครื่องอัดอากาศเป็นตัวจุดระเบิด

ตัวกรองน้ำมันและเครื่องแยกน้ำมัน แบบใหม่ๆ จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันได้ต่ำถึง 3 ไมโครเมตร (Micrometres) หรือมากกว่า 99 เปอร์เซ็นต์

ถังเก็บลมอัด

ถังเก็บลมอัดจะทำหน้าที่เก็บลมอัดเอาไว้ในระหว่างที่ยังไม่มีความต้องการใช้งานลมอัด และจะจ่ายลมเพิ่มขึ้นเมื่อความต้องการลมของอุปกรณ์ทำงานต่าง ๆ เพิ่มขึ้น (ทำงานพร้อมกัน) ถังเก็บลมอัดยังช่วยลดภาระของเครื่องอัดอากาศลงเนื่องจากไม่ต้องเดินเครื่องอยู่ตลอดเวลา ช่วยทำให้จ่ายลมไปยังจุดใช้งานไกล ๆ ที่มีท่อส่งลมยาว ๆ ได้ ช่วยแก้ปัญหาแรงกระแทกที่เกิดจากความดันของลมที่ผลิตออกมาจากเครื่องอัดอากาศที่ไม่สม่ำเสมอได้โดยเฉพาะในเครื่องอัดลมชนิดลูกสูบ (Reciprocating) เมื่อนำถังเก็บลมอัดมาใช้จะเป็นการเพิ่มปริมาณลมอัดให้มากขึ้นกว่าที่เครื่องอัดลมจะผลิตได้ ทำให้สามารถใช้เครื่องอัดลมที่มีขนาดเล็ก จึงเกิดความประหยัด นอกจากประโยชน์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาทั้งหมดแล้วถังเก็บลมอัดยังเปรียบเสมือนกับดักสิ่งต่าง ๆ ที่ปนมากับลมอัดที่ยังหลงเหลืออยู่ เช่น ความชื้น น้ำมันหรือฝุ่นละออง เมื่อเข้ามาถึงถังเก็บลมอัดสิ่งปะปนต่าง ๆ เหล่านี้ก็จะตกลงสู่ก้นถังและสามารถระบายออกทิ้งไปได้โดยง่าย

อย่างไรก็ตามยังมีเครื่องอัดลมบางประเภท คือ เครื่องอัดลมแบบใช้แรงเหวี่ยงขนาดใหญ่ และแบบโรตารีสกรู (Rotaryscrew) ที่สามารถจะผลิตลมให้ได้ปริมาณมากพอกับความต้องการของระบบได้โดยไม่ต้องใช้ถังเก็บลมอัดเลย

โดยปกติถังเก็บลมอัดจะต้องรับความดันอยู่ตลอด ดังนั้นการออกแบบสร้างถังเก็บลมอัดจะต้องทำให้ได้มาตรฐานอุปกรณ์ประกอบก็เป็นส่วนสำคัญ อันได้แก่วาล์วนิรภัย เกจวัดความดัน ท่อระบายและกับดักอากาศ (Trap) อุปกรณ์เหล่านี้ปกติจะมีอยู่พร้อมกับถัง ถัดถังเก็บลมอัดถูกจัดวางตำแหน่งเอาไว้นอกตัวโรงงานอุปกรณ์ประกอบประเภทเกจวัดความดัน ถังนิรภัยจะต้องหมั่นคอยดูแล และบำรุงรักษาให้ดี

4. เครื่องผลิตลมอัดแห้ง

วิธีการที่จะกำจัดความชื้นออกจากลมอัดในขั้นสุดท้ายก็คือผ่านเครื่องลมอัดให้แห้ง (Dryer) ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดผลร้ายอื่น ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบได้ โดยปกติแล้วเครื่องทำลมอัดให้แห้งจะสามารถลดอุณหภูมิของลมให้เหลือ 10 องศาฟาเรนไฮต์ของอุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dewpoint Temperature) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าอุณหภูมิในบริเวณรอบ ๆ จึงทำให้ลมอัดมีสภาพแห้งกฏนี้จะใช้ได้ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิโดยรอบต่ำถึง 30 องศาฟาเรนไฮต์ ส่วนความต้องการอุณหภูมิจุดน้ำค้างของลมอัดที่ต่ำกว่านี้จะใช้สำหรับงานพิเศษเท่านั้น

โดยทั่ว ๆ ไปเครื่องทำลมอัดให้แห้งจะอาศัยหลักการทางฟิสิกส์หรือทางเคมีมาลดอุณหภูมิจุดน้ำค้างของลมอัดลงซึ่งมีใช้กันอยู่โดยทั่ว ๆ ไปจะแบ่งออกเป็น 3 แบบด้วยกัน คือ

1. เครื่องทำลมอัดให้แห้งแบบดูดความชื้น (Regenerative Desiccant Dryer) จะใช้สารดูดความชื้นขนาดเล็กที่อยู่ภายในเครื่องอย่างมากมายดูดความชื้นเอาไว้ภายในตัวมันเอง ด้วยจำนวนของสารดูดความชื้นได้ในปริมาณมาก

เครื่องทำลมอัดให้แห้งแบบดูดความชื้นนี้จะมีหอดูดความชื้นอยู่ 2 หอหรือมากกว่า หอดูดความชื้นหอที่หนึ่งจะดูดความชื้นเอาไว้ในขณะที่มีลมอัดไหลผ่านส่วนหอดูดความชื้นอื่น ๆ นั้นจะทำให้ลมอัดแห้งโดยอาศัยความร้อน เครื่องทำลมอัดให้แห้งแบบนี้สามารถลดปริมาณความชื้นในลมอัดจนถึงที่อุณหภูมิจุดน้ำค้าง -40 องศาฟาเรนไฮต์ หรือบางครั้งอาจจะต่ำกว่า ราคาของเครื่องไม่แพง การทำงานมีความปลอดภัย และต้องการบำรุงรักษาหอดูดความชื้นเป็นระยะ ๆ ข้อควรระวังสำหรับสารดูดความชื้น คือ อายุการใช้งานของสารดูดความชื้นจะหมดลงเมื่อโดนละอองน้ำมัน และจะต้องคอยเปลี่ยนสารดูดความชื้นหากอายุการใช้งานหมดโดยสังเกตได้จากสีของสารดูดความชื้น

เครื่องผลิตลมอัดแห้ง (Desiccant Air Dryer) ซึ่งผลิตโดยบริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด จากประเทศอังกฤษ ได้ถูกออกแบบมาสำหรับการนำพาเอาความชื้นที่ปะปนมากับอากาศอัดที่ได้จาก Compressor ออก จนกระทั่งความชื้นในอากาศอัดไม่สามารถกลั่นตัวเป็นหยดน้ำได้ เมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิขณะมีการส่งผ่านลมไปยังสถานที่ใช้งานในอุณหภูมิปกติ

ด้วยเทคโนโลยีการออกแบบที่เป็น Modular ทำให้ บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ประสบผลสำเร็จในการออกแบบที่ทำให้ เครื่องผลิตลมอัดแห้งสามารถที่จะทำความแห้งของลมอัดได้ถึง - 40 Cdp หรือมีปริมาณไอน้ำที่ปนอยู่ในอากาศเหลือเพียง 0.0117 g/m และสามารถที่จะทำความแห้งของลมให้เพิ่มขึ้นได้สูงถึง - 70 Cdp หรือมีปริมาณไอน้ำที่ปนอยู่ในอากาศเหลือเพียง 0.0003 g/m หากผู้ใช้งานมีความต้องการ

โครงสร้างของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ประกอบขึ้นด้วยแท่ง Aluminium Extrusion ที่ถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่องการทำงานซึ่งภายในช่องจะถูกบรรจุด้วยสารที่ใช้ดูดความชื้น (Desiccant Bead) การทำงานของเครื่องจะสลับการทำงานระหว่างช่องทางด้านซ้ายและช่องทางด้านขวา โดยถ้าช่องทางด้านขวากำลังทำงาน ช่องทางด้านซ้ายจะทำการไล่ความชื้นที่เก็บไว้ในสารดูดความชื้นออก เพื่อเตรียมตัวจะดูดความชื้นในช่วงเวลาถัดไป

หลักการทำงานของเครื่องสามารถแบ่งออกตามวิธีการคายความชื้นออกจากสารดูดความชื้น ซึ่งมีลักษณะหลัก ๆ อยู่ 2 แบบ ดังนี้

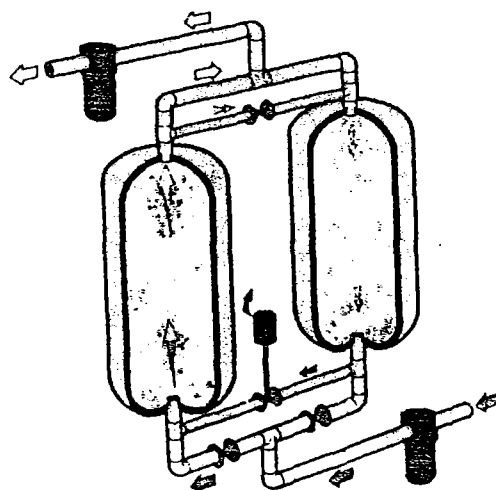
1) การคายความชื้นโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงความดัน (Pressure Swing Adsorption : PSA)

การทำงานลักษณะนี้ใช้กับเครื่องในรุ่น Heartless โดยใช้หลักการของการที่ความชื้นในอากาศที่มีความดันวิ่งผ่านสารดูดความชื้นที่มีรูพรุน ซึ่งจะทำความชื้นนั้นแทรกตัวเข้าไปในรูพรุนของสารดูดความชื้น และเมื่อถึงเวลาที่สลับช่องการทำงาน จากซ้ายมาขวาหรือขวามาซ้าย ก็จะอาศัยหลักการของการเปลี่ยนแปลงความดันจากความดันสูงไปสู่ความดันต่ำอย่างรวดเร็ว ทำให้สารดูดความชื้นเกิดการบิดตัวและคายความชื้นออกมา และอาศัยลมแห้งจากอีกด้านหนึ่งมาเป็นตัวไล่ความชื้นนั้นออกทาง Exhaust ที่กำหนดไว้

2) การคายความชื้นโดยอาศัยความร้อนจาก Heater (Thermal Swing Adsorption : TSA)

การทำงานในลักษณะนี้ใช้กับเครื่องในรุ่น Heat Regenerative หลักการทำงานเหมือนกับแบบแรกทุกอย่าง เพิ่มเติมมาเฉพาะในช่วงเวลาที่ไล่ความชื้นออกจากสารดูดความชื้นคือ จะใช้ Heater ทำความร้อนให้กับลมเพื่อช่วยให้สารคายความชื้นออกมาให้ได้มากที่สุด โดยอาศัยลมที่พาความชื้นน้อยลงจากเดิม แต่จะมีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่ Heater ที่ใช้ในการทำความร้อนให้กับลม

ด้วยการออกแบบที่ทันสมัย (Modulate) ทำให้เครื่องผลิตลมอัดแห้งมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเครื่องผลิตลมอัดแห้งรูปแบบอื่นในขณะที่สามารถจ่าย Load ได้เท่านั้น ซึ่งทำให้ประหยัดพื้นที่ในการวางเครื่องและสามารถที่จะติดตั้งเพิ่มได้ในอนาคตโดยใช้พื้นที่เท่าเดิมหรือสามารถติดตั้งเครื่อง Standby ในกรณีที่ต้องการความปลอดภัยจากการที่เครื่องเกิดการดำเนินงานที่ผิดปกติไปจากเดิม (Standby 100%)



ภาพประกอบ 4 แสดงหลักการทำงานแบบสลับแรงดัน

การทำงานของเครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติคือ ถ้าสมมุติให้ในครั้งแรกช่องบรรจุสารดูดความชื้นด้านขวาทำการดูดความชื้นและช่องบรรจุสารดูดความชื้นด้านซ้ายทำการไล่ความชื้นที่สารเก็บไว้ เมื่อถึงเวลาที่กำหนด (2 นาที สำหรับ Heartless และ 45 นาที สำหรับ Heat Regenerative) อุปกรณ์ควบคุมจะสั่งให้มีการสลับข้างกันทำงาน โดยช่องด้านขวาจะทำการไล่ความชื้นแทนและช่องด้านซ้ายจะกลับทำการดูดความชื้น และจะสลับการทำงานเป็นอัตโนมัติ เมื่อถึงเวลาที่กำหนด โดยในระหว่างช่วงการสลับการทำงานจะยังมีลมแห้งจ่ายไปยังปลายทางตลอดเวลา

ถ้าสังเกตที่หน้าเครื่องจะพบว่า มี Pressure Gauge อยู่ 3 ตัว ซึ่งมีหน้าที่การทำงานดังนี้

1. Column A Pressure (9) จะบอกปริมาณความดันที่อยู่ในช่องทางด้านซ้าย ขณะที่ช่องทางด้านนั้นกำลังจ่ายลมแห้งออกไปใช้งาน
2. Inlet Pressure (10) จะบอกปริมาณความดันที่เข้าเครื่องขณะที่เครื่องกำลังทำงาน
3. Column B Pressure (11) จะบอกปริมาณความดันที่อยู่ในช่องทางด้านขวา ขณะที่ช่องทางด้านนั้นกำลังจ่ายลมแห้งออกไปใช้งาน

ถ้าอยากทราบว่าการทำงานของเครื่องสามารถที่จะทำลมแห้งแบบไปใช้งานได้ปกติหรือไม่ สามารถดูได้จากตัววัดความแห้งของลม Moisture Indicator (12) ซึ่งเป็นกระดานที่อยู่ในพลาสติกใสที่อยู่บริเวณหน้าเครื่อง ถ้ายังเป็นสีเขียวแสดงว่าเครื่องยังมีความสามารถทำลมแห้งเป็นปกติอยู่ แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นสีขาวหรือชมพู แสดงว่าเกิดเหตุผิดปกติขึ้น

2. เครื่องทำลมอัดให้แห้งแบบ (Deliquescent Desiccant) ภายในถังเก็บลมอัดจะบรรจุสารดูดความชื้นที่เป็นวัสดุจำพวก เกลือ ยูเรีย แคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งจะดูดเก็บน้ำเอาไว้ในตัวถัง เครื่องทำลมอัดให้แห้งแบบนี้สามารถลดปริมาณความชื้นในลมอัดจนถึงอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่ 50 องศาฟาเรนไฮต์ หลักการทำงานของเครื่องเป็นลักษณะง่าย ๆ ไม่มีอุปกรณ์ประกอบใด ๆ ที่เคลื่อนไหวและมีราคาถูก แต่อย่างไรก็ตามขณะใช้งานจะต้องมีการเติมสารดูดความชื้นเป็นระยะหลายครั้งต่อปี ซึ่งส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มีค่าสูงขึ้น ความต้องการการบำรุงรักษาสำหรับเครื่องมีบ้างเป็นบางครั้ง และถ้าไม่มีระบบการกรองที่ถูกต้องแล้วอาจจะทำให้สารดูดความชื้นไหลสู่อุปกรณ์หลังเครื่องอัดอากาศอื่น ๆ ได้

3. เครื่องทำลมอัดให้แห้งด้วยความเย็น (Refrigerated Dryer) หลักการทำงานของเครื่องทำลมอัดให้แห้งแบบนี้จะเหมือนกับเครื่องปรับอากาศหรือตู้เย็นที่ใช้กันตามบ้าน โดยลมอัดที่ผ่านเข้าเครื่องจะผ่านเข้าสู่ห้องทำความเย็น และถูกกำจัดความชื้นด้วยการกลั่นตัวของน้ำที่มีอยู่ในลมอัดเกาะอยู่ตามผิวหน้าของท่อส่งน้ำยาทำความเย็นภายในเครื่อง แล้วไหลลงสู่เบื้องล่างระบายออกสู่ภายนอกเครื่องต่อไป เครื่องแบบนี้สามารถลดอุณหภูมิลงได้ถึง 35 องศาฟาเรนไฮต์ของอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและการทำงานของเครื่องไม่สูง

ระบบการจ่ายลมอัด

ระบบการจ่ายลมอัดจะแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบใหญ่ คือ ระบบที่มีเครื่องอัดอากาศใหญ่เพียงเครื่องเดียว (Central single-loop System) และระบบที่มีเครื่องอัดอากาศหลาย ๆ เครื่อง (Multi-Compressor) ระบบนี้สามารถจะแยกหรือต่อกันระหว่างเครื่องอัดอากาศเครื่องต่าง ๆ สามารถเลือกใช้เครื่องอัดอากาศที่ใกล้กับจุดใช้งาน และเมื่อมีจุดใช้งานที่ต้องการลมอัดในปริมาณมากก็สามารถต่อเครื่องอัดอากาศจากบริเวณอื่นไปช่วยป้อนลมอัดได้เพียงแต่ปรับวาล์วที่ติดตั้งอยู่ในระบบให้เชื่อมต่อท่อต่าง ๆ ที่ติดตั้งเอาไว้เท่านั้น

ส่วนในระบบที่ใช้เครื่องอัดอากาศขนาดใหญ่เพียงเครื่องเดียวนั้นจะมีปัญหาทางด้านสถานที่ใช้การติดตั้งเครื่องอัดอากาศเพราะมีขนาดใหญ่และค่าใช้จ่ายในการเดินท่อจะมีราคาสูง ดังนั้นถ้าจะให้เกิดความประหยัดแล้วการเลือกใช้ระบบที่มีเครื่องอัดอากาศหลาย ๆ เครื่องแต่อย่างไรก็ตามระบบนี้ก็ยังมีข้อเสีย คือ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่อนข้างสูง เพราะว่ามีเครื่องอัดอากาศอยู่ในระบบ 2 เครื่องหรือมากกว่านั่นเอง

ข้อดีของระบบจ่ายลมที่ใช้เครื่องอัดอากาศเพียงเครื่องเดียวที่เห็นได้ชัดก็คือ เมื่อจำเป็นต้องใช้เครื่องอัดอากาศขนาดใหญ่จึงทำให้เครื่องมีประสิทธิภาพสูงสามารถลดขนาดของเครื่องอัดอากาศลงได้เมื่อระบบนั้นใช้กับงานที่มีโหลดเปลี่ยนไป-มา ระบบระบายความร้อน อุปกรณ์ประกอบและควบคุม รวมทั้งอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องให้กับเครื่องอัดอากาศจะอยู่รวมในที่เดียวกัน ทำให้การใช้พื้นที่ของโรงงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมระดับเสียงที่เกิดจากการทำงานได้ง่ายอีกด้วย อย่างไรก็ตามถึงแม้จะเลือกใช้ระบบ

จ่ายลมแบบที่ใช้เครื่องอัดอากาศเพียงเครื่องเดียวก็ตาม ก็ควรมีเครื่องอัดอากาศที่สำรองเอาไว้ นอกจากโรงงานนั้นไม่ได้ใช้ลมอัดอยู่ตลอดเวลา

ระบบจ่ายลมอัดนั้นเป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบลมอัดรวม ถ้าหากเกิดการรั่วหรือสูญเสียลมอัดไปสู่ความดันบรรยากาศนั้นย่อมหมายความว่า เราได้สูญเสียเงินทิ้งไปกับการรั่วไหลของลมอัดนั้นด้วย กฎทั่วไปที่นำมาใช้กับระบบจ่ายลมที่ควรรู้มีดังต่อไปนี้

1. ขนาดของท่อต้องมีความเหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความกั้นลดยากในท่อระหว่างถึงเก็บลมอัดกับจุดใช้งานลมอัดมากจนเกินไป (ค่าความดันลดรวมของระบบท่อควรมีค่าสูงสุดไม่เกิน 10% ของค่าความดันลมอัดใช้งาน) สาเหตุที่ทำให้เกิดความดันลดยากก็คือ ความเสียดทานในท่อ ค่าความเร็วของลมอัดเป็นต้น ส่วนท่อที่มีขนาดใหญ่จนเกินไปก็ทำให้เกิดความสูญเสียความดันของลมอัดได้เช่นกัน นอกจากนี้การเลือกใช้ข้อต่อท่อที่ถูกต้องจะช่วยลดความต้านทานการไหลของลมอัดได้ด้วย

2. หากเป็นไปได้ควรเลือกใช้ระบบการจ่ายลมอัดที่ล้อมรอบบริเวณงาน (ลักษณะการเดินท่อลมอัดเป็นรูปทวน) หรือ แยกท่อลมไปใช้ในแต่ละงาน

3. ท่อส่งลมที่ยาว ๆ จะต้องมีการเก็บลมอัดติดตั้งอยู่ที่ส่วนใกล้ที่สุด หรือในจุดที่มีการใช้ลมอัดมาก ๆ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดความดันตกคร่อมมาก (Pressure Drop) เกินไปในขณะที่มีความต้องการใช้ลมอัดน้อย หรือใช้สูงสุด

4. ท่อส่งลมเมนหรือจุดรวมท่อแต่ละจุดควรจะต้องออกแบบให้ขนาดของท่อลมใหญ่กว่าปกติเพื่อเป็นการเผื่อไว้สำหรับการใช้ลมอัดเพิ่มมากขึ้นในอนาคตซึ่งเป็นการสะดวกกว่าที่จะไปเดินท่อใหม่ส่วนการแยกท่อจ่ายลมออกจากท่อเมนเพื่อนำลมไปใช้งานนั้นควรต่อจากทางด้านบนของท่อส่งลมเมนเพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นที่อาจจะกลั่นตัวเป็นน้ำอยู่ภายในท่อลมเมนไหลเข้าสู่ท่อแยกแล้วเข้าสู่อุปกรณ์ใช้งานลม

5. ควรติดตั้งตัวระบายน้ำเอาไว้ตรงจุดที่ต่ำสุดตัวระบายน้ำเอาไว้ตรงจุดที่ต่ำสุดของท่อทางออกของลมที่จะนำไปใช้งานในแต่ละท่อ และติดตั้งชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัดที่มีตัวกรองอุปกรณ์รับหรือควบคุมความดันของลมอัด และอุปกรณ์ช่วยการหล่อลื่น (Filter - Regularor - Lubricators) เอาไว้ก่อนที่จะนำลมอัดไปใช้งาน

6. ท่อส่งลมเมนทุก ๆ ท่อควรวางให้เอียงประมาณ 1 นิ้วต่อระดับความยาว 10 ฟุต เพื่อให้ น้ำที่กลั่นตัวภายในท่อไหลลงสู่จุดระบายที่ได้ติดตั้งเอาไว้ แล้วระบายออกจากท่อลมได้โดยง่าย ส่วนท่อร่วมที่ต่อระหว่างเครื่องอัดลมกับระบบควรเป็นท่อประเภทที่มีความยืดหยุ่นได้ดีเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาความสั่นสะเทือน

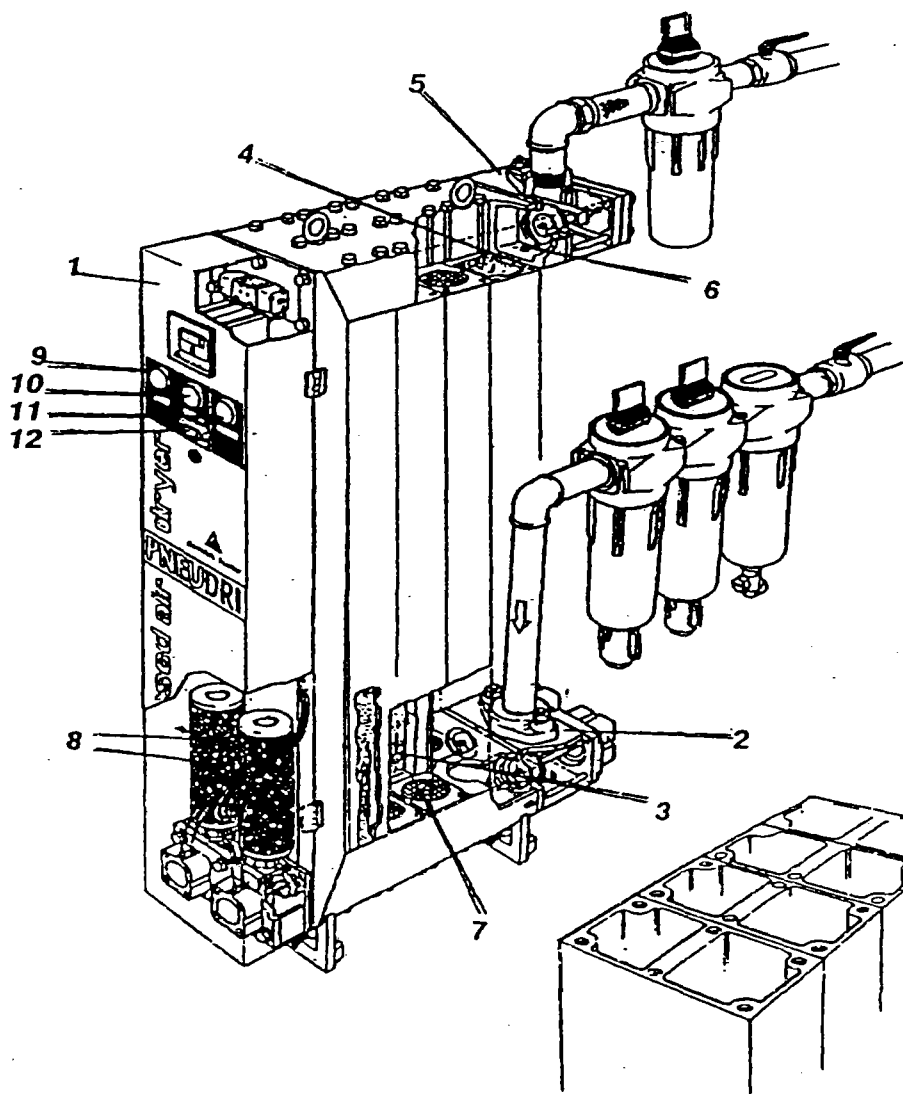
7. ท่อ ข้อต่อท่อ และวาล์วต่าง ๆ ในระบบจะต้องมีจุดรองรับได้อย่างเพียงพอและเหมาะสม ตัวค้ำยันท่อ (Hanger) จะต้องถูกนำมาใช้เพื่อไม่ให้ระดับของท่อส่งลมเปลี่ยนแปลงไปอันจะทำให้ความเอียงของท่อไม่ได้อย่างที่ออกแบบไว้

8. ถึงแม้ว่าการเชื่อมท่อส่งลมด้วยไฟฟ้าหรือแก๊สจะมีความแน่นมากกว่าการต่อท่อด้วยข้อต่อก็ตาม แต่การเชื่อมด้วยแก๊สหรือไฟฟ้าจะทำให้เกิดสนิม ตะกรันและสิ่งสกปรกต่าง ๆ สะสมอยู่ในท่อ ดังนั้นเมื่อทำการเชื่อมเสร็จจะต้องทำความสะอาดให้ดีก่อนที่จะติดตั้ง

9. สายส่งลมที่ใช้ภายในระบบจะต้องมีคุณภาพดี สายส่งลมที่ดีจะทำให้เกิดความดันลดไม่เกิน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

10. ในระบบจ่ายลมที่ใช้เครื่องอัดลมเพียงเครื่องเดียว ควรจะมีเครื่องอัดลมสำรองเผื่อเอาไว้อีกตัวหนึ่ง หากมีเหตุฉุกเฉินเครื่องอัดลมตัวที่ใช้งานอยู่เดิมเกิดใช้งานไม่ได้ก็สามารถใช้งานตัวที่สำรองเอาไว้ได้ในทันทีทันใด

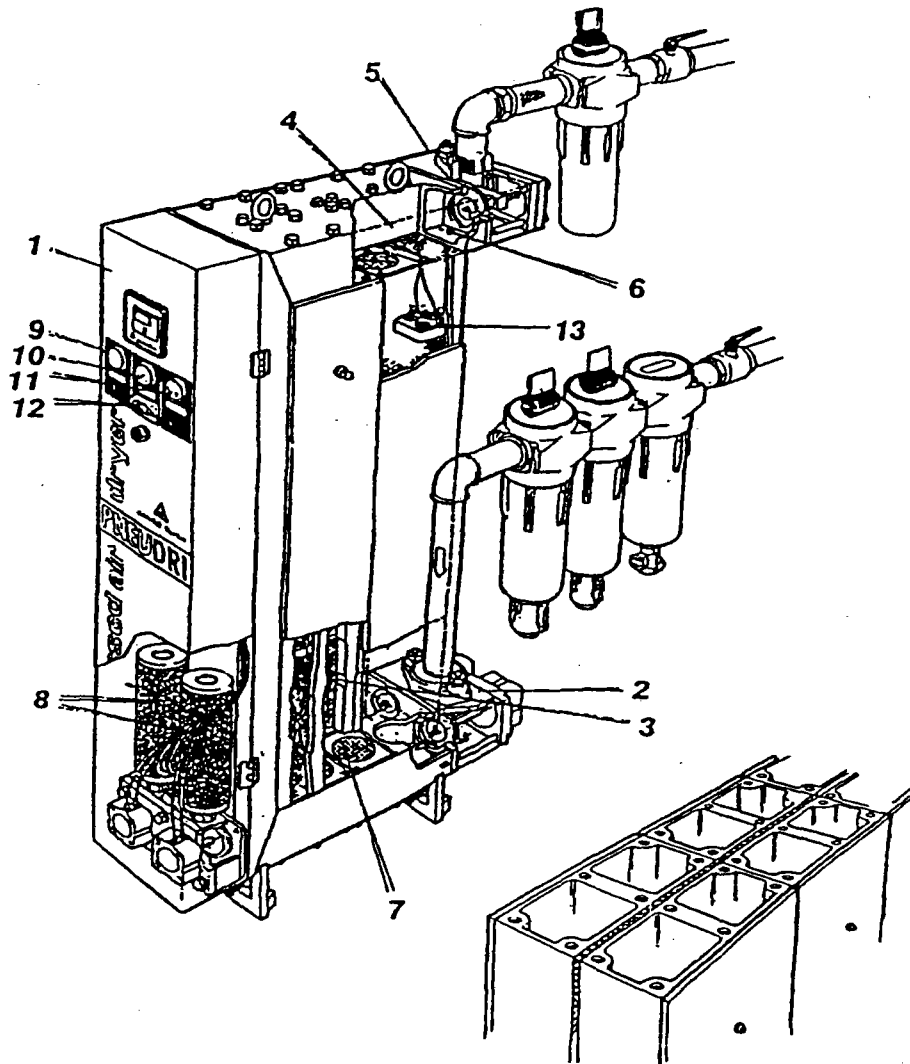
11. ผู้ออกแบบบางคนอาจจะไม่คิดถึงให้ท่อส่งลมมีความเอียง แต่ทั้งนี้จะต้องมั่นใจได้ว่าอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ในระบบ เช่น ตัวกรองน้ำมัน เครื่องแยกน้ำและเครื่องทำลมอัดให้แห้งมีประสิทธิภาพในการทำงานอย่างดีเยี่ยม การจัดวางและติดตั้งอุปกรณ์หลักในระบบนิวแมติก 6 : 12 : 2533 วิบูล รัตนศักดิ์



อธิบายภาพประกอบ

1. = ฝาครอบสีแดงหน้าเครื่อง
2. = ชุดอุปกรณ์รับลมขาเข้า
3. = เม็ดดูดซับความชื้น
4. = อุปกรณ์ปล่อยความดันระดับสูง
5. = ชุดอุปกรณ์ปล่อยลมขาออก
6. = อุปกรณ์ปรับความดันลม
7. = อุปกรณ์ปล่อยความดันระดับต่ำ
8. = อุปกรณ์ระบายความชื้นลมอัด
9. = กระบอกบรรจุเม็ดดูดซับความชื้น A
10. = อุปกรณ์วัดความดันลมขาเข้า
11. = กระบอกบรรจุเม็ดดูดซับความชื้น B
12. = เครื่องวัดปริมาณความแห้งของลมอัด

ภาพประกอบ 5 เครื่องผลิตลมอัดแห้งรุ่น Heatless

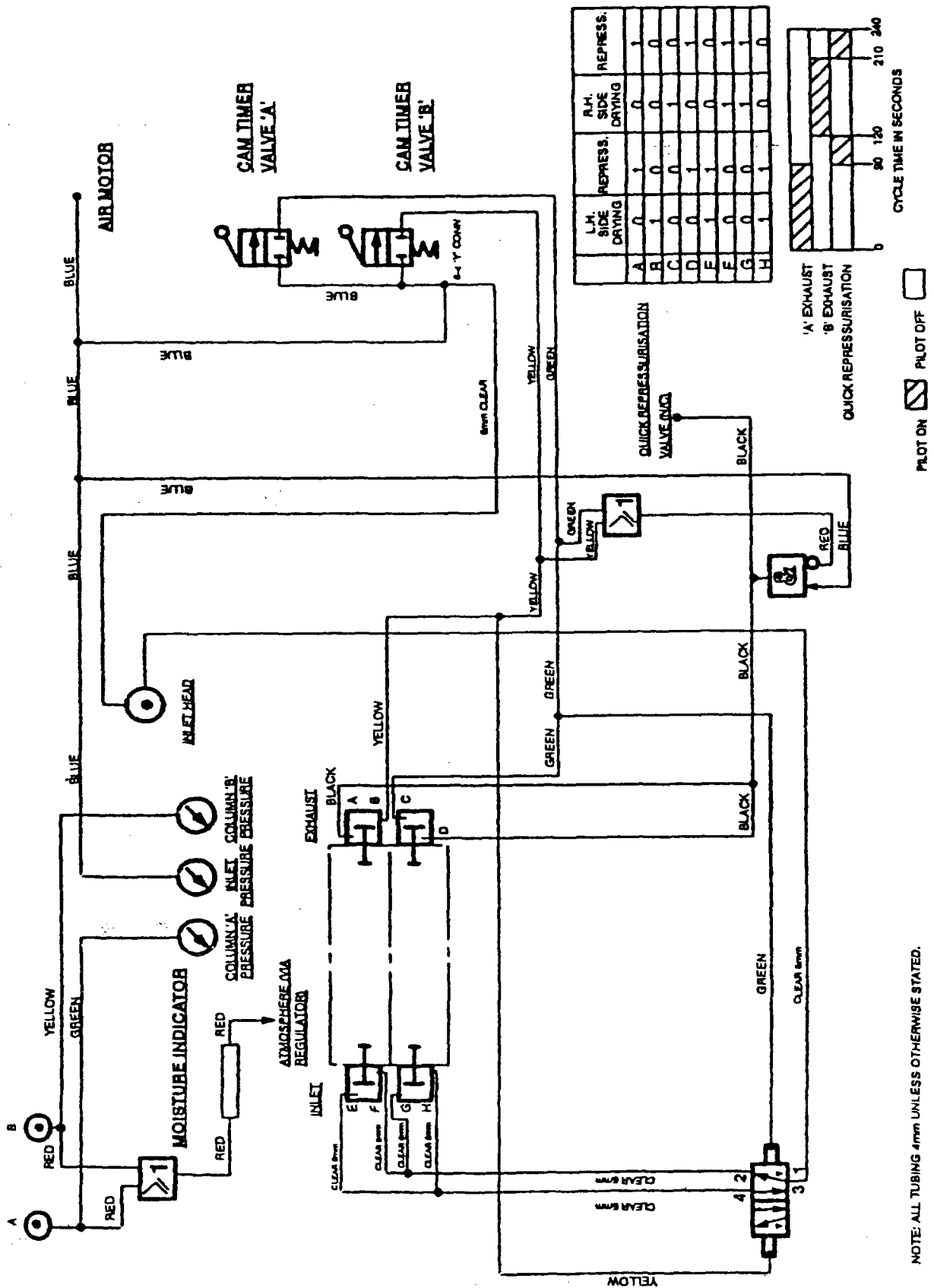


อธิบายภาพประกอบ

- 1. = แผงครอบสีแดงหน้าเครื่อง
- 2. = ชุดอุปกรณ์รับลมเข้า
- 3. = เม็ดดูดซับความชื้น
- 4. = อุปกรณ์ปล่อยความดันระดับสูง
- 5. = ชุดอุปกรณ์ปล่อยลมออก
- 6. = อุปกรณ์ปรับความดันลม
- 7. = อุปกรณ์ปล่อยความดันระดับต่ำ
- 8. = อุปกรณ์ระบายความชื้นลมอัด
- 9. = กระบอกบรรจุเม็ดดูดซับความชื้น A
- 10. = อุปกรณ์วัดความดันลมเข้า
- 11. = กระบอกบรรจุเม็ดดูดซับความชื้น B
- 12. = เครื่องวัดปริมาณความแห้งของลมอัด
- 13. = อุปกรณ์ทำความร้อน

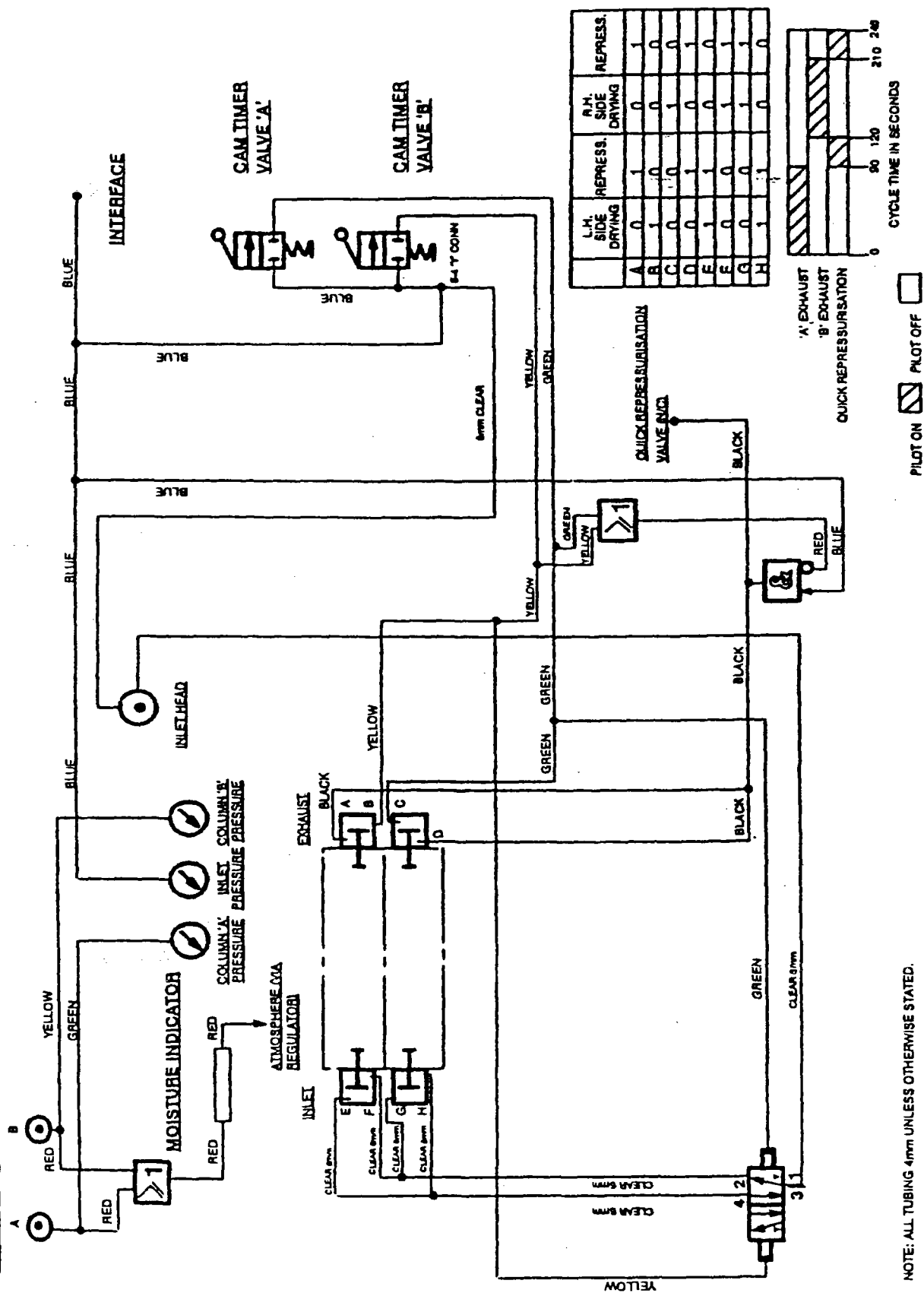
ภาพประกอบ 6 เครื่องผลิตลมอัดแห้งรุ่น Heat Regenerative

UPPER MANIFOLD CONNECTIONS



ภาพประกอบ 7 วงจรควบคุมเครื่องผลิตลมอัดแห้งรุ่น Heatless

UPPER MANIFOLD CONNECTIONS



ภาพประกอบ 8 วงจรควบคุมเครื่องผลิตลมอัดแห้งรุ่น Heat Regenerative

ส่วนควบคุมและส่วนการแสดงผล

ในหลักการทำงานของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง (Desiccant Air Dryer) ทั้ง 2 แบบ มีลักษณะการทำงานที่คล้ายคลึงกัน โดยอุปกรณ์ควบคุมการทำงานทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในฝาสีแดงด้านหน้าเครื่อง (Red Shroud) (1) อุปกรณ์ควบคุมจะทำการควบคุมเวลาการทำงานของเครื่องระหว่างการดูดเก็บความชื้นและการคายความชื้น (Adsorbing and Regenerating) สำหรับแบบ Heat Regenerative จะเพิ่มตัวควบคุมการทำงานของ Heater เข้ามาอีกจุดหนึ่ง

หลังจากที่ลมอัดผ่าน Pre-Filter เข้ามาแล้วจะผ่านเข้าสู่ชุดรับลมเข้าของ Dryer (Inlet Assembly) (2) และจะถูกบังคับให้เข้าสู่ช่องที่บรรจุสารดูดความชื้นด้านใดด้านหนึ่งโดยผ่านทาง Lower Manifold (7) สารดูดความชื้น (M.S. Desiccant) (3) จะทำการดูดเอาความชื้นที่ปนมากับอากาศที่มีความดันกับไว้ ลมแห้งจะผ่านขึ้นด้านบนและเข้าสู่ Upper Manifold (4) จากนั้นจะไหลผ่าน Outlet Assembly (5) ออกไปใช้งานภายในของ Outlet Assembly ประกอบด้วย Check Valve เพื่อกันลมย้อนเข้าสู่อีกช่องหนึ่ง

ในระหว่างที่ลมแห้งไหลออกไปใช้งานจะมีลมส่วนหนึ่งประมาณ 16% สำหรับ Heatless และประมาณ 5 % สำหรับ Heat Regenerative ไหลเข้าสู่อีกช่องทางการเพื่อพาเอาความชื้นที่ออกมาจากเม็ดดูดซับความชื้น ในขณะที่ Regenerating ออกสู่บรรยากาศโดยผ่านทาง Exhaust Assembly และ Exhaust Silencer (8) ลมส่วนนี้สามารถปรับให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานจริง โดยการปรับที่ Adjustable Orifice (6) และต้องทำการปรับโดยผู้ที่ผ่านการอบรมจาก คอมนิคส์ อินเตอร์ ประเทศไทย จำกัดเท่านั้นเพื่อป้องกันการเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่อง

การทำงานของเครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติ คือ ถ้าสมมุติให้ในครั้งแรกช่องบรรจุสารดูดความชื้นด้านขวาทำการดูดความชื้นและช่องบรรจุสารดูดความชื้นด้านซ้ายทำการไล่ความชื้นที่สารเก็บไว้ เมื่อถึงช่วงเวลาที่กำหนด (2 นาทีสำหรับ Heatless และ 45 นาที สำหรับ Heat Regenerative) อุปกรณ์ควบคุมจะสั่งให้มีการสลับข้างกันทำงาน โดยช่องด้านขวา จะทำการไล่ความชื้นแทนและช่องด้านซ้ายจะกลับทำการดูดความชื้น และจะสลับการทำงานเป็นอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่กำหนดโดยในระหว่างช่วงการสลับการทำงานจะยังมีลมแห้งจ่ายไปยังปลายทางตลอดเวลา

ถ้าสังเกตที่หน้าเครื่องจะพบว่า มี (Pressure Gauge อยู่ 3 ตัวซึ่งมีหน้าที่การทำงานดังนี้

- Column A Pressure (9) จะบอกปริมาณความดันที่อยู่ในช่องทางด้านซ้าย ขณะที่ช่องทางด้านนั้นกำลังจ่ายลมแห้งออกไปใช้งาน
- Inlet Pressure (10) จะบอกปริมาณความดันที่เข้าเครื่องขณะที่เครื่องกำลังทำงาน
- Column B Pressure (11) จะบอกปริมาณความดันที่อยู่ในช่องด้านขวา ขณะที่ช่องทางด้านนั้นกำลังจ่ายลมแห้งออกไปใช้งาน

ถ้าอยากทราบว่าการทำงานของเครื่องสามารถที่จะทำลมแห้งออกไปใช้งานได้ปกติหรือไม่ สามารถดูได้จากตัววัดความแห้งของลม Moisture Indicator (12) ซึ่งเป็นกระดาษที่อยู่ในพลาสติกใสที่อยู่บริเวณหน้าเครื่อง ถ้ายังวัดเป็นสีเขียวแสดงว่าเครื่องยังมีความสามารถทำลมแห้งเป็นปกติอยู่ แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นสีขาวหรือชมพู แสดงว่าเกิดเหตุผิดปกติขึ้น ให้รีบแจ้งฝ่ายบริการลูกค้าบริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) ทราบทันที เพื่อที่จะได้รับดำเนินการแก้ไข

การใช้ (Programmable Logic Control) PLC ในระบบของเครื่องผลิตนมอัดแห้ง

ปัจจุบันอุปกรณ์ควบคุม (Programmable Logic Control) PLC ราคาถูกลงและความน่าเชื่อถือสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์การผลิตมีประสิทธิภาพดีขึ้นถ้าใช้ อุปกรณ์ควบคุม PLC ควบคุมแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ถ้าใช้ อุปกรณ์ควบคุม PLC เข้าแทนระบบเดิม อาจไม่คุ้มค่าเมื่อพิจารณาในแง่การลงทุน การใช้ อุปกรณ์ควบคุม PLC จะเกิดประโยชน์เต็มที่ เมื่อมีความต้องการต่อไปนี้

1. ระบบควบคุมที่แก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ง่าย
2. ความน่าเชื่อถือสูง
3. เนื้อที่จำกัด
4. ขยายจำนวนอินพุต/เอาต์พุตในอนาคต
5. เก็บรวบรวมข้อมูลการผลิต
6. เปลี่ยนแปลงลักษณะและเงื่อนไขการควบคุมบ่อยครั้ง และต้องการประหยัดช่วงเวลาในการแก้ไขแต่ละครั้ง
7. การควบคุมคล้ายกันถูกใช้กับเครื่องจักรหลายเครื่องพร้อมกัน
8. ระบบควบคุมมีการขยายตัวในอนาคต
9. จัดหาและฝึกอบรมบุคลากรที่ทำหน้าที่ดูแลรักษา อุปกรณ์ควบคุม PLC ได้

ระบบรีเลย์เหมาะสมกับการควบคุมขนาดเล็ก และไม่มีการขยายตัวในอนาคต เนื่องจากวงจรรีเลย์มีราคาต่ำกว่าอุปกรณ์ควบคุม PLC แต่สำหรับงานควบคุมขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อน ควรใช้อุปกรณ์ควบคุม PLC เพราะมีประสิทธิภาพการลงทุนสูงกว่าระบบรีเลย์เมื่อคำนึงถึงประโยชน์อื่น ๆ เช่น ติดตั้งง่ายการทำงานเร็ว และมีความน่าเชื่อถือสูง ระบบตรวจสอบตัวเองทำให้อุปกรณ์ควบคุม PLC ซ่อมแซมและบำรุงรักษาง่าย

อุปกรณ์ควบคุม PLC เป็นระบบคอมพิวเตอร์เฉพาะงานประเภทหนึ่ง โครงสร้างของอุปกรณ์ควบคุม PLC จึงเหมือนกับคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป แต่ถูกออกแบบเพื่อใช้ในการควบคุมโดยเฉพาะ ความแตกต่างระหว่างอุปกรณ์ควบคุม PLC กับคอมพิวเตอร์ทั่วไปคือ

1. อุปกรณ์ควบคุม PLC ถูกออกแบบและสร้างให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ เช่น อุณหภูมิที่สูงและต่ำมาก ๆ ความชื้นสูง ระบบไฟฟ้าที่มีการรบกวนไม่สม่ำเสมอ การสั่นสะเทือน และการกระแทกอย่างรุนแรงบ่อยครั้ง

2. การโปรแกรมและการใช้งานอุปกรณ์ควบคุม PLC ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป อุปกรณ์ควบคุม PLC มีระบบ

การตรวจสอบตัวเอง ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

3. อุปกรณ์ควบคุม PLC ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้การใช้งานสะดวกขึ้น ขณะที่วิธีใช้คอมพิวเตอร์ยุ่งยากและซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อให้สามารถปฏิบัติตามคำสั่งโปรแกรมของผู้ใช้ได้พร้อม ๆ กันหลายโปรแกรม แต่ PLC จะสามารถปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้ได้เพียงโปรแกรมเดียวเท่านั้น

ปัจจุบันนี้ อุปกรณ์ควบคุม PLC ถูกใช้ควบคุมในกระบวนการผลิตทุกชนิด เช่น อุตสาหกรรมถลุงโลหะและแปรรูปโลหะ อุตสาหกรรมกระดาษ การผลิตอาหารสำเร็จรูป การทำปฏิกิริยาเคมีและปิโตรเคมี อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์และโรงจักรไฟฟ้า เป็นต้น

ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของอุปกรณ์ควบคุม PLC แบ่งเป็นส่วนประกอบย่อยๆ เรียกว่า โมดูล (Module) ทำงานร่วมกันแต่ละโมดูลมีหน้าที่ของตนเอง แต่สามารถสับเปลี่ยนโมดูลที่มีหน้าที่เดียวกัน แทนกันได้เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องการ ทำให้การเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือขยายขอบเขตการใช้งานของ อุปกรณ์ควบคุม

คุม PLC ทำได้ง่ายทั้งในแง่ของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เช่น การเปลี่ยนแปลงขนาด และชนิดของอินพุต เอาท์พุต และหน่วยความจำ

ข้อดีของอุปกรณ์ควบคุม (Programmable Logic Control) PLC

1. เป็นการควบคุมที่มีความคล่องตัวของอุปกรณ์ควบคุม PLC จะทำงานด้วยโปรแกรมในหน่วยความจำต่างจากระบบรีเลย์ที่ใช้การเดินสาย ทำให้การควบคุมโดยใช้อุปกรณ์ควบคุม PLC เปลี่ยนแปลงแก้ไขเงื่อนไขและลักษณะการควบคุมได้ง่าย เพียงป้อนโปรแกรมใหม่ให้หน่วยความจำ ซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ที่ต้องเดินสายใหม่ทั้งหมด เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงลักษณะการควบคุม มีระดับการตัดสินใจสูง นอกจากนั้น อุปกรณ์ควบคุม PLC ยังสามารถติดต่อ ได้ตอบ แสดงภาพการทำงานให้ผู้ใช้ทราบทางจอภาพและรับเงื่อนไขการควบคุมจากคอมพิวเตอร์เป็นหลักได้

2. การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม PLC ทำได้ง่าย ค่าใช้จ่ายไม่สูงและใช้เนื้อที่ในการติดตั้งเพียงครึ่งหนึ่งของระบบรีเลย์ การใช้ อุปกรณ์ควบคุม PLC ทดแทนระบบรีเลย์ จะสามารถติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม PLC เข้ากับแผงควบคุมและเดินสายเชื่อมระหว่างอินพุต/เอาท์พุตของอุปกรณ์ควบคุม PLC กับจุดต่อภายในแผงควบคุมที่มีอยู่ได้โดยง่าย

3. บำรุงรักษาง่ายอุปกรณ์ควบคุม PLC ประกอบขึ้นด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ลักษณะเป็นโมดูลมีการตรวจสอบการทำงานของตนเอง ง่ายในการหาจุดเสีย การซ่อมเพียงแต่เปลี่ยนโมดูลที่เสียออกในขณะเดียวกันอุปกรณ์ควบคุม PLC ก็สามารถตรวจสอบสถานะ ON หรือ OFF ของอุปกรณ์ภายนอกทุกขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ทำให้การค้นหาลักษณะผิดปกติภายในกระบวนการที่ควบคุมอยู่ทำได้ง่าย

ภาษา อุปกรณ์ควบคุม (Programmable Logic Control) PLC

คำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรม อุปกรณ์ควบคุม PLC มี 4 ภาษาคือ ภาษาแลดเดอร์ ภาษาบูลีน ภาษาบล็อก และคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ (English statement language) ซึ่งแต่ละภาษามีวิธีใช้แตกต่างกัน ภาษาแลดเดอร์และภาษาบูลีนเป็นภาษาพื้นฐานใช้กับอุปกรณ์ควบคุม PLC ขนาดเล็กแทนอุปกรณ์รีเลย์ อุปกรณ์หน่วยเวลา และนับจำนวนในการควบคุมแบบ ON/OFF ภาษาบล็อก และคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ มักใช้กับการควบคุมที่ซับซ้อน มีการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาเกี่ยวข้อง

คำสั่งในภาษาอุปกรณ์ควบคุม PLC แบ่งเป็น 6 กลุ่มคือ

1. วงจรรีเลย์และการปฏิบัติลอจิก ทำหน้าที่แทนวงจรรีเลย์ในการควบคุมแบบ ON/OFF เช่น หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด หน้าสัมผัสแบบปรกติปิด เป็นต้น
2. การหน่วงเวลาและการนับจำนวน ทำหน้าที่แทนอุปกรณ์หน่วงเวลาและนับจำนวนในวงจรรีเลย์ เพื่อเปิดหรือปิดวงจรไฟฟ้าเมื่อเวลาผ่านไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง หรือการนับค่าจำนวนหนึ่ง คำสั่งนับจำนวนจะทำการตรวจนับสัญญาณพัลส์จากหน่วยอินพุต/เอาท์พุต และอุปกรณ์ภายในคำสั่งหน่วงเวลาและนับจำนวนจะใช้รีจิสเตอร์เก็บค่าเวลาและค่าการนับ
3. การคำนวณทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยคำสั่งบวก ลบ คูณ และหาร
4. การจัดการข้อมูล ประกอบด้วยคำสั่งเปรียบเทียบเท่ากัน น้อยกว่าและมากกว่า
5. การเคลื่อนย้ายข้อมูล ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างรีจิสเตอร์ หน่วยความจำและหน่วยอินพุต/เอาท์พุตแบบตัวเลข
6. คำสั่งควบคุมโปรแกรม ทำหน้าที่ควบคุมการปฏิบัติคำสั่งของอุปกรณ์ควบคุม PLC เช่น การกระโดดแบบธรรมดา การกระโดดแบบมีเงื่อนไข การใช้รีเลย์ควบคุมหลัก การเรียกโปรแกรมย่อยและการกลับสู่โปรแกรมหลัก

โครงสร้างอุปกรณ์ควบคุม PLC ส่วนของ CPU ประกอบด้วย

1. สกรูสำหรับยึด เป็นสกรูที่ใช้ไขควงปากแบนออกเพื่อทำการตั้งค่าบำรุงรักษาเครื่อง
2. ขั้วสัญญาณเข้า เป็นขั้วที่ใช้เป็นจุดต่อของสายที่นำสัญญาณจากอุปกรณ์ ของระบบควบคุม
3. แสงขึ้นบอกสัญญาณเข้าและออกใช้ LED แสดงสถานะของสัญญาณ โดยการแสดงเป็นสีแดงเมื่อมีสัญญาณเข้าหรือสัญญาณออก สำหรับทุกขั้วของสัญญาณเข้าและออก
4. แสงขึ้นบอก (Power, run, error/alarm) ใช้ LED แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟเมื่อ C 20 อยู่ใน mode RUN และเมื่อเกิด ERROR
5. ขั้วของแหล่งจ่ายไฟ เป็นขั้วต่อของแหล่งจ่ายไฟ AC หรือ DC ลงกราวด์ โดยผ่านความต้านทานน้อยกว่า 100 โอห์ม
6. ขั้วสัญญาณออก เป็นขั้วต่อสายซึ่งนำสัญญาณออกจาก CPU ไปยังอุปกรณ์ภายนอก
7. จุดต่อสำหรับขยายอินพุต/เอาต์พุต ใช้เมื่อ CPU เป็นแบบขยายได้ และใช้ขยายต่อ I/O Point เพื่อเพิ่มจำนวน
8. จุดต่อของอุปกรณ์ภายนอก (Peripherat devipheral) เป็นจุดต่อระหว่าง Programming console กับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ Programming console เป็นชุดที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและป้อนเข้าสู่ CPU
9. Mounting Screws เป็นสกรูที่ใช้แยก Programming Console กับ CPU
10. LCD เป็นส่วนแสดงโปรแกรมที่ถูกต้องเขียนเพื่อตรวจสอบและตรวจการทำงานของโปรแกรมและแสดงข้อความการผิดพลาด (Error Massage)
11. สวิตช์ไฟสำหรับจอภาพและสวิตช์ความเข้มแสง สวิตช์ไฟจอภาพใช้ควบคุมไฟที่ให้แสงสว่างกับ LCD เมื่อใช้ตอนกลางคืนหรือขณะที่เสียงน้อย ส่วนสวิตช์ความเข้มแสงใช้ปรับระดับความเข้มแสงของตัวอักษรบนจอภาพ
12. แป้นตัวอักษร (Keypad) มีหลายสีซึ่งมีหน้าที่ต่างกันคือ
 - สีขาว มี 10 แป้น สำหรับใส่ที่อยู่ (Address) ของโปรแกรม, ค่าเวลาและค่าตัวเลขอื่น ๆ
 - สีแดง มี 1 แป้น สำหรับ Clear จอภาพ
 - สีเหลือง มี 12 แป้น สำหรับแก้ไขขณะกำลังเขียน และแก้ไขโปรแกรมที่ผิดพลาดไป
 - สีเทา มี 16 แป้น เป็นชุดคำสั่งสำหรับโปรแกรม เช่น And, Or ฯลฯ
13. สวิตช์เลือกสถานะการทำงาน มี 3 ตำแหน่งให้เลือก คือ Program, Run, Monitor
14. จุดต่อสำหรับเทปบันทึกเสียง โปรแกรมสามารถเก็บไว้ได้โดยเครื่องอัดเทปคาสเซ็ทมาตรฐานทาง Output (MIC) Jack หรือสามารถรับโปรแกรมเข้าสู่ CPU ได้โดย Input (Ear) Jack

ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบนิวแมติก

ความรู้เบื้องต้นของระบบนิวแมติก

นับเป็นเวลานานมาแล้ว ที่มนุษย์รู้จักการนำเอาลมอัดมาใช้งานให้เป็นประโยชน์โดยที่ใช้แรงดันนี้ มาดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ในกระบอกสูบได้ผลออกมา จะได้ออกมา จะได้กำลังงานจากลูกสูบมากขึ้น หลักการนี้ได้มาจากการนำเอาความคิดมาจากการใช้ไม้ขีดสำหรับเป่าลูกดอกเพื่อล่าสัตว์ การต่อสู้ป้องกันตัว ในปัจจุบันได้พัฒนานำเอาลมอัดมาใช้งานด้านอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก เช่นเครื่องจักรในการประกอบในงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรในการบรรจุหีบห่อเครื่องจักรผลิตอาหาร เครื่องจักรงานไม้ เครื่องจักรในการขนย้ายวัสดุ เครื่องพิมพ์ และเครื่องมือเครื่องจักรอื่น ๆ อีกมากมาย

เหตุผลที่มีการนำลมอัดมาใช้อย่างกว้างขวาง ในงานอุตสาหกรรมที่เป็นระบบอัตโนมัติ เนื่องจากเป็น การประหยัดแรงงานโครงสร้างของอุปกรณ์บังคับลมอัดเป็นแบบง่ายมีความปลอดภัยในการทำงานสูง เพราะมี อุณหภูมิในการทำงานต่ำ เครื่องจักรที่ใช้พลังงานลมอัดจะมีราคาถูกกว่าระบบอื่น ๆ มีการบำรุงรักษาและควบ คุมง่าย นอกจากนั้นระบบลมอัดยังง่ายต่อการดัดแปลง เช่น สามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าในการบังคับจากระยะ ท่างได้ จึงเป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทันสมัยมากขึ้น ในปัจจุบันระบบลมอัดได้พัฒนามาใช้ในงาน อุตสาหกรรมจึงได้ผลเป็นอย่างมาก ส่วนมากจะเรียกระบบลมอัดนี้ว่า “ระบบนิวแมติก”

สาเหตุสำคัญที่มีการนำเอาระบบนิวแมติก มาใช้ในงานอุตสาหกรรม เนื่องจาก

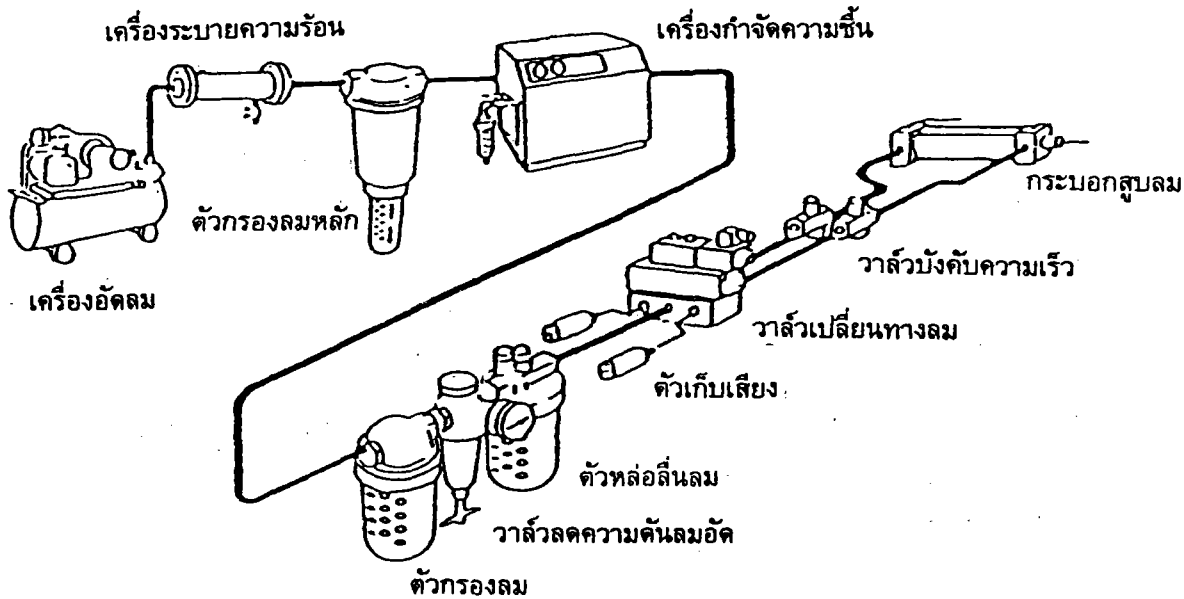
1. ระบบนิวแมติกที่ใช้งานทั่วไป ไม่มีการระเบิด หรือลุกไหม้เป็นเปลวไฟจึงประหยัดค่าใช้จ่าย เกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัย
2. ความเร็วของเครื่องมือ ที่ใช้ระบบนิวแมติก ให้ความเร็วในการทำงานสูง 1 ถึง 2 เมตรต่อ วินาที แต่ถ้าหากต้องการความเร็วสูงมากกว่านี้ต้องใช้กระบอกลูกสูบชนิดพิเศษซึ่งมีความเร็วถึง 10 เมตร
3. ระบบนิวแมติก เมื่อใช้งานแล้วระบายทิ้งปล่อยสู่บรรยากาศได้เลย ไม่ต้องเอนท่อทางนำกลับมา ใช้อีก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย
4. ระบบนิวแมติก สามารถนำลมที่อัดตัวแล้วไว้ในถัง และนำไปใช้งานได้เลย
5. อุปกรณ์ใช้งานในระบบนิวแมติก มีความปลอดภัย ถ้าใช้งานเกินกำลัง
6. ระบบนิวแมติกสามารถปรับความเร็วในการทำงานได้ โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว และ สามารถทำความเร็ว และสามารถทำงานสูงถึง 800 รอบต่อนาที
7. สามารถปรับความดันลมอัด ให้มีค่ามากหรือน้อยได้ตามความต้องการโดยใช้อุปกรณ์ควบคุม ความดัน
8. ความสะอาดของระบบนิวแมติกดีมาก เพราะมีชุดปรับคุณภาพก่อนนำไปใช้
9. ระยะชักก้านสูบสามารถปรับแต่งระยะชักให้สั้นหรือยาวได้
10. สามารถทำงานได้ที่ระดับความแตกต่างของอุณหภูมิสูง

จะเห็นได้ว่าระบบนิวแมติกมีข้อดีอยู่หลายประการ แต่ขณะเดียวกันระบบนิวแมติกก็มีข้อเสียอยู่ดังนี้

1. ในโรงงานอุตสาหกรรมบางครั้ง มีการเพิ่มอุปกรณ์นิวแมติกเข้ามาในวงจร โดยไม่คำนึงถึง ความสามารถของเครื่องจักรทำงานคลาดเคลื่อนและในบางครั้งถ้ากระบอกลูกสูบอยู่ห่างจากอุปกรณ์ควบคุมเกิน 5 เมตร จะทำให้เกิดปัญหาในการทำงานของกระบอกลูกสูบ
2. ลมที่ได้มาจากการอัดตัว ในระบบนิวแมติกจะมีความชื้นปนอยู่ และเมื่อความดันลดลงจะทำให้ เกิดหยดน้ำขึ้นได้
3. การทำงานของระบบนิวแมติกมักจะมีเสียงดัง เพราะจะต้องมีการระบายลมทิ้ง เนื่องจากลมที่ทิ้ง ปล่อยออกสู่อากาศจึงจำเป็นจะต้องมีท่อเก็บเสียง
4. ความดันของลมอัดในระบบนิวแมติกมีเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงความดันก็จะ สูง และถ้าอุณหภูมิต่ำความดันก็จะต่ำลงด้วย
5. ถ้าต้องการแรงในการใช้งานมากเส้นผ่าศูนย์กลางของกระบอกลูกสูบจะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางโตขึ้น เพื่อจะได้แรงตามความต้องการ ซึ่งกระบอกลูกสูบในระบบนิวแมติกจะมีขีดจำกัดอยู่

อุปกรณ์ของระบบนิวแมติก

การทำงานของระบบนิวแมติกจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้



ภาพประกอบ 9 รูปอุปกรณ์และระบบนิวแมติก

1. เครื่องอัดลม คือ เครื่องที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นลมอัด ทำให้มีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศ แบ่งขนาดความสามารถของเครื่องอัดลมออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ความสามารถของเครื่องอัดลมในการสร้างความดันลมอัดได้ถึง 10 บาร์ โครงสร้างของเครื่องอัดลมจะแบ่งออกเป็น แบบลูกสูบ และแบบสกรู
2. เครื่องระบายความชื้นลมอัด เนื่องจากเครื่องอัดลมจะดูดเอาอากาศที่ความดันบรรยากาศด้วยปริมาณ 8 ลูกบาศก์เมตรไปอัดให้มีความดันสูงขึ้นประมาณ 7 – 10 บาร์ เหลือปริมาตรของอากาศประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นอากาศที่มีความดันสูงนี้จะมีอุณหภูมิสูง ถ้าใช้ลมอัดนี้ไปใช้งานโดยตรงจะสร้างความเสียหายให้แก่ชิ้นต่าง ๆ ของอุปกรณ์ จึงจำเป็นต้องลดอุณหภูมิของลมอัดด้วยเครื่องระบายความชื้น
3. เครื่องกรองทอเม็น เป็นตัวกรองฝุ่นละออง สนิม และน้ำที่มีปะปนมากับลมอัดให้สะอาดก่อนนำไปใช้งาน และก่อนที่จะไปใช้กับเครื่องจักรในระบบนิวแมติก
4. เครื่องทำลมให้แห้ง ลมอัดที่ออกจากเครื่องอัดลมจะมีความชื้นปนอยู่มาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำลมอัดให้เย็นลงเพื่อจะดูดเอาความชื้นออกจากลมอัด หรืออาจจะใช้สารเคมีในการขั้บความชื้นออกจากลมอัดก็ได้ ความชื้นที่ถูกดูดออกมา จะกลั่นตัวเป็นน้ำและถูกนำออกมาทิ้งจากระบบด้วยตัวดักน้ำ
5. กรองลม จะทำหน้าที่คล้ายกับเครื่องกรองลมในทอเม็น เพื่อป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ที่ใช้ลม ในกรณีที่ไม่มีเครื่องทำลมให้แห้งตัวกรองลมนี้จะทำหน้าที่ดักน้ำที่ปนมากับลมด้วย
6. วาล์วลดความดัน เครื่องอัดลมทำหน้าที่ อัดลมไว้ในถังพักให้ค่าความดันอยู่ค่าหนึ่ง ซึ่งค่าความดันนี้จะมีค่ามากกว่า ค่าความดันใช้งานเล็กน้อย ดังนั้นในการใช้งานจึงจำเป็นต้องลดค่าความดันลงมา โดยใช้วาล์วความดันทำหน้าที่ดังกล่าว

7. อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น เนื่องจากในอุปกรณ์นิวแมติกส่วนใหญ่ จะต้องมีการหล่อลื่นชิ้นส่วนภายใน จึงจำเป็นที่จะต้องให้น้ำมันหล่อลื่นไปกับลมอัด เพื่อทำการหล่อลื่น แต่ในงานบางประเภทของระบบนิวแมติก ห้ามใช้น้ำมันหล่อลื่นปนไปกับลมอัด เช่น งานผลิตอาหาร หรืออุปกรณ์นิวแมติกบางประเภทก็ห้ามมีน้ำมันหล่อลื่นไปกับลมอัดโดยปกติธรรมดา วาล์วลมความดัน และอุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่นมักจะรวมอยู่ในชุดเดียวกันเรียกว่า “ชุดปรับคุณภาพลม”

8. อุปกรณ์เก็บเสียงลมอัด เมื่อถูกใช้งานแล้วจะระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศโดยออกมาทางรูระบาย ถ้าไม่มีตัวเก็บเสียงมาติดตั้งที่รูระบายแล้ว เมื่อลมอัดถูกระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศจะมีเสียงดัง

9. วาล์วเปลี่ยนทิศทางลม จะทำหน้าที่ เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์การทำงานของระบบนิวแมติก เช่น กระบอกสูบนิวแมติกเลื่อนออกหรือเลื่อนเข้า มอเตอร์นิวแมติกหมุนทางซ้ายหรือหมุนทางขวา วิธีการบังคับเปลี่ยนทิศทางนั้นอาจจะใช้การป้อนสัญญาณไฟฟ้าหรือการป้อนลมอัด บังคับให้เคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางการไหลของลม

10. วาล์วบังคับความเร็ว จะทำหน้าที่บังคับลมอัดให้เคลื่อนที่เร็วหรือช้าโดยการปรับปริมาตรลมอัดให้ได้มากน้อยตามต้องการ ซึ่งมีผลทำให้กำหนดความเร็วเคลื่อนที่ออกเร็วหรือช้า รวมทั้งการหมุนของมอเตอร์นิวแมติกด้วย บางครั้งเราจะเรียกวาล์วประเภทนี้ว่า “วาล์วควบคุมการไหล”

11. กระบอกสูบ เป็นอุปกรณ์การทำงานของระบบนิวแมติกชนิดหนึ่ง ในจำนวนหลายแบบ ตัวกระบอกสูบ จะทำหน้าที่เปลี่ยนรูปของพลังงานลมอัด ให้อยู่ในรูปของพลังงานกล โดยทั่วไปกระบอกสูบลมอัดมีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้มักจะเป็นกระบอกสูบทำงาน 2 ทาง

กฎเบื้องต้นของระบบนิวแมติก

ในระบบนิวแมติกที่กล่าวถึงนี้ จะมีความสัมพันธ์กันอยู่ระหว่าง แรง อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตร ดังนั้นกฎเบื้องต้นของนิวแมติกจึง ได้แก่ กฎการถ่ายความดันของปาสคาล (Pascal's Law) กฎปริมาตร และกฎความดันของบอยล์ (Boyle's Law) ก่อนที่จะกล่าวถึงกฎต่าง ๆ ใครจะขอกล่าวพื้นฐานทางฟิสิกส์ของระบบนิวแมติกก่อน

ความดัน ความดันบรรยากาศในแต่ละแห่งของพื้นผิวโลก มีค่าแตกต่างกันตามสภาพของระดับความสูง และสภาพภูมิอากาศ แต่ปกติทั่วไปถือว่า ความดันที่ระดับน้ำทะเลเป็นความดันบรรยากาศ การหาค่าความดันบรรยากาศ เราสามารถหาได้จากเครื่องมือหลายชนิด เช่น เกจวัดความดันบาโรมิเตอร์ หรือ แมนโนมิเตอร์

หน่วยวัดความดันในทางเทคนิคโดยทั่วไป คือ กิโลปอนด์ / ตารางเซนติเมตร หรือวัดเป็นบรรยากาศทางเทคนิค (at)

$$\begin{aligned} 1 \text{ at} &= 1 \text{ kp / cm}^2 = 10 \text{ m ความสูงของน้ำ} \\ 1 \text{ Pa (ปาสคาล)} &= 1 \text{ N / m}^2 = 10^{-5} \text{ bar} \\ 1 \text{ at} &= 1 \text{ kp / cm}^2 = 1 \text{ bar} \end{aligned}$$

เนื่องจากความสูงของระดับพื้นโลกในแต่ละท้องที่มีค่าไม่เท่ากัน หากวัดความดันจาก 0 at ไปจนถึงระดับความดันบรรยากาศเรียกว่า “ความดันสูญญากาศ” และถ้าเหนือความดันบรรยากาศขึ้นไปเรียกว่า “ความดันเกจ”

ความดันบรรยากาศคือค่าความดันที่บรรยากาศ มีค่า 1.013 บาร์(ระบบ SI) 1.033 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร (ระบบเมตริก) และ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (ระบบอังกฤษ) ใช้ตัวย่อ P_{atm}

ความดันเกจ คือ ค่าความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่ความดันบรรยากาศใช้ตัวย่อ P_g

กฎเบื้องต้นของลมอัด

กฎเบื้องต้นของลมอัด ได้แก่ กฎการถ่ายความดันของปาสคาล และกฎปริมาตร และความดันของบอยล์

กฎของปาสคาล ที่กล่าวถึง การถ่ายเทความดันแบบไม่เคลื่อนที่ ซึ่งปาสคาลได้ทดลองพิสูจน์ และสรุปเป็นกฎว่า เมื่อทำให้เกิดความดันต่อของไหลที่อยู่ภายในภาชนะปิดจะเกิดแรงกระทำจากของไหลต่อทุก ๆ ส่วนของผิวภาชนะในแนวตั้งฉาก

การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของกระบอบอกสูบหลายกระบอบอกสูบ ทำงานสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องจะต้องอาศัยการเคลื่อนที่ของก้านสูบมาควบคุมการทำงานของวงจร ขั้นตอนในการออกแบบควรกระทำดังนี้

1. จะต้องพิจารณาลักษณะของเครื่องจักร ที่ออกแบบวงจรเสียก่อนเพื่อจะได้พิจารณาถึงลักษณะการออกแบบวงจร และตำแหน่งการติดตั้งวาล์วควบคุมในเครื่องจักรที่ต้องการออกแบบ โดยพิจารณาเงื่อนไขของงานที่ต้องการออกแบบ

2. ลักษณะเครื่องจักรจะทำให้รู้ลักษณะและจำนวนของกระบอบอกสูบที่จะต้องใช้ในการกำหนดจำนวนเมนวาล์ว

3. กำหนด และ เขียนลำดับขั้นการทำงานของกระบอบอกสูบว่า มีลำดับขั้นเป็นอย่างไร เพื่อที่จะนำมาเขียนไดอะแกรมบังคับการเคลื่อนที่ของกระบอบอกสูบ

4. เลือกสัญญาณวาล์ว ควบคุมการบังคับให้เมนวาล์วเคลื่อนที่ ไปบังคับให้กระบอบอกสูบทำงานตามลำดับขั้นตอนการทำงาน พร้อมกำหนดโค้ดตัวเลข

5. เขียนโครงร่างของวาล์ว บังคับให้กระบอบอกสูบทำงานตามความต้องการและ เขียนวางไว้ในตำแหน่งโค้ดตัวเลขลงไป วิธีการเขียนโครงร่างของวงจรเป็นดังนี้

- เขียนอุปกรณ์กำลังในแถวแรก
- เขียนเมนวาล์ว (5/2) ให้ได้ครบตามจำนวนของอุปกรณ์ส่งถ่ายกำลังในแถวที่สอง
- เขียนวาล์วป้อนสัญญาณ (3/2) ตามจำนวนที่ต้องการใช้โดยสามารถดูได้จากเงื่อนไขจากลำดับขั้นการทำงานของอุปกรณ์กำลังว่า มีกี่จังหวะลงในแถวที่สาม
- เขียนสัญลักษณ์ของอุปกรณ์จ่ายพลังงานลงในแถวที่สี่
- เขียนท่อทางส่งลมและต่อเส้นบังคับการทำงานของเมนวาล์ว

6. เขียนไดอะแกรมตรวจสอบการทำงานของวงจร เพื่อกำหนดคลไกในการบังคับวาล์วควบคุม และนำไปเขียนวงจรบังคับการทำงาน วงจรบังคับการทำงาน ถ้าเขียนให้สมบูรณ์ต้องพิจารณาถึงเงื่อนไขการสารถด้วย

อุปกรณ์ทำงานของระบบนิวแมติก

อุปกรณ์ของระบบนิวแมติกที่ใช้งานอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป และทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงาน จะเรียกว่า "อุปกรณ์ทำงาน" ซึ่งการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของพลังงานลมอัดอาจเปลี่ยนเป็นพลังงานกลในแนวเส้นตรง หรือเปลี่ยนในทิศทางการหมุนก็ได้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือกระบอบอกสูบชนิดต่าง ๆ และอุปกรณ์ทำงานในลักษณะการหมุน

กระบอบอกสูบลม

กระบอบอกสูบลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงาน ลักษณะในการเคลื่อนที่เป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ในสมัยก่อนที่ลูกสูบจะเข้ามามีบทบาท ในงานอุตสาหกรรมยังใช้กลไกทางกลและทางไฟฟ้า มีความยุ่งยากในการควบคุม และ ปัญหาของช่วงชักจำกัด ดังนั้น ในอุตสาหกรรมสมัยใหม่จึงพัฒนาลูกสูบมาใช้งานจนถึงปัจจุบัน

กระบอกสูบลมมักจะทำด้วยท่อ ชนิดไม่มีตะเข็บ เช่น อลูมิเนียม ทองเหลือง สแตนเลส เหล็ก ขึ้นอยู่กับ ลักษณะงานที่ใช้ภายในท่อจะต้องเจียรไนให้เรียบ เพื่อลดการสึกหรอของซีลที่จะเกิดขึ้น และ ยังลดแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบอีกด้วย ฝาสูบทั้งสองด้านส่วนใหญ่นิยมใช้ในการหล่อขึ้นรูป บางแบบอาจใช้การอัดขึ้นรูป การยึดกระบอกสูบเข้าหากับฝาอาจใช้เกลียวขัน เหมาะสำหรับกระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 25 มม ลงมา ถ้าโตกว่านี้ นิยมใช้สกรูร้อยขันรัดทั่วทั้งตัว สำหรับกันสกรูอาจทำด้วยสแตนเลส หรือเหล็กชุบผิวโครเมียมที่เกลียวปลายกันสูบจะทำได้ด้วยกรรมวิธีรีดขึ้นรูป

ในปัจจุบันได้มีการนำกระบอกสูบลมแบบต่าง ๆ เข้ามาใช้งานอุตสาหกรรมซึ่งแต่ละแบบก็มีลักษณะการทำงาน และนำไปใช้งานแตกต่างกันดังต่อไปนี้

กระบอกสูบลมทำงานทางเดียว จะใช้ลมดันทางด้านหัวของลูกสูบ เพื่อดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมา ส่วนในจังหวะลูกสูบเคลื่อนที่กลับนั้น เมื่อปล่อยลมทางด้านหัวลูกสูบระบายทิ้ง สปริงที่อยู่ภายในกระบอกสูบจะดันให้กันสูบเคลื่อนที่กลับมาเอง ภายในกระบอกสูบลมจะมีสปริงเพื่อยึดกันสูบกลับดังนั้น ความยาวของระยะชักจึงมีขอบเขตจำกัดโดยทั่วไป ระยะชักของกระบอกสูบประเภทนี้ยาวสุดอยู่ระหว่าง 80 ถึง 100 มม ลักษณะการนำไปใช้งานจะใช้ดัน หรือดึงเพียงทิศทางเดียวเท่านั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะการติดตั้งสปริงดันภายในกระบอกสูบลม ตัวอย่างงานที่ใช้ เช่น งานจับยึด งานป้อน หรือผลิตชิ้นงาน

การเลือกใช้กระบอกสูบควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานและการจับยึด กระบอกสูบแบบทางเดียวนี้มีทั้งกันสูบเป็นแท่งกลม และแท่งเหลี่ยม นอกจากนั้นยังมีกระบอกสูบลมทำงานโดยใช้จังหวะเลื่อนออกดันด้วยสปริง การเลื่อนออกในลักษณะดังกล่าว ไม่สามารถไปดันโหลดในการทำงานได้ แต่กระบอกสูบแบบนี้ทำงานโดยใช้ลมอัดให้ลูกสูบเคลื่อนเข้าซึ่งจะให้ช่วงการทำงานไปถึงโหลด เช่น หม้อลมเบรคในรถบรรทุกขนาดใหญ่

กระบอกสูบลมแบบทางเดียวชนิดไดอะแกรม กระบอกสูบแบบนี้หัวลูกสูบจะเป็นแผ่นไดอะแกรม ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำ ได้แก่ ยาง พลาสติก หรือเยื่อสังเคราะห์โลหะ กันสูบที่ต่อออกมาใช้งาน ติดอยู่กับแผ่นไดอะแกรมกระบอกสูบแบบนี้ ไม่จำเป็นต้องมีการหล่อลิ้นผสมเข้าไป และ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นน้อยมาก แต่ปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมในวงการอุตสาหกรรม เนื่องจากกระบอกสูบทั่วไป ในปัจจุบันนี้ ส่วนมากก็ไม่ต้องกรน้ำมันหล่อลื่นเหมือนกระบอกสูบแบบเก่า ๆ แล้ว

กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง จะใช้ลมดันหัวลูกสูบทั้งตอนเคลื่อนที่ออกและเคลื่อนที่กลับ ทำให้ได้แรงทั้งสองทิศทางเหมาะกับงาน ที่ต้องการใช้แรงในตอนลูกสูบเลื่อนออกและเลื่อนเข้า รวมทั้งลักษณะงานที่ต้องช่วงชักยาว ปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีนี้ที่ช่วงชักยาวเกินไปจะทำให้กันสูบเกิดการโก่งงอได้ ดังนั้นช่วงชักของกระบอกสูบแบบนี้ จะต้องมีการคำนวณหาระยะช่วงชัก ที่อนุญาตให้ใช้งานได้ นอกจากปัญหาดังกล่าว ถ้ากระบอกสูบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตเกินไปจะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองลมมาก

ลักษณะของกระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง ที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมนั้นมีอยู่หลายชนิด เช่น

1. กระบอกสูบลมชนิดที่ไม่มีเบาะลมนักกระแทก กระบอกสูบลมแบบนี้เป็นกระบอกสูบที่มีราคา ถูกเหมาะกับงานที่ใช้ความเร็วในการเคลื่อนไม่มากนัก ถ้านำไปใช้กับงานที่มีการเคลื่อนที่เร็วจะทำให้ปลายช่วงชัก และตอนกลับสุดของลูกสูบ เกิดการกระแทกกับผนังหัวท้ายของกระบอกสูบทำให้เกิดความเสียหายได้

2. กระบอกสูบลมชนิดที่มีเบาะลมนักกระแทก ถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาของกระบอกสูบลมชนิดไม่มีเบาะลมนักกระแทก เบาะนักกระแทกมีไว้เพื่อช่วยลดความเร็ว หรือลดอัตราเร่งของลูกสูบ เมื่อสุดระยะชักเป็นการป้องกันกระแทก ที่เกิดขึ้นระหว่างลูกสูบกับผนังหัวท้ายของกระบอกสูบ เมื่อหัวลูกสูบเคลื่อนที่เข้ามาถึงเบาะนักกระแทกลมถูกระบายทิ้งจะผ่านออกไปได้ยากมาก จะต้องผ่านทางสกรูปรับกันกระแทกได้ทางเดียวเท่านั้น

กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบมีกันสูบสองข้าง กระบอกสูบแบบนี้ ไม่ว่าจะไปเคลื่อนที่ไปหรือกลับ และได้ทั้งสองข้างจะมีค่าเท่ากัน เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดทั้งสองข้างมีขนาดเท่ากัน และ ที่ปลายจุดรองรับ

ของก้านสูบทั้งสองข้าง จะมีแบร์ริงรองรับก้านสูบอยู่ ดังนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจาก แรงกระทำด้านข้างของ ก้านสูบจึงน้อยมาก ไม่เหมือนกับกระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง

กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบสองตอน กระบอกสูบลมแบบนี้ออกแบบมาจากปัญหามี เนื้อหาที่ในการติดตั้งกระบอกสูบจำกัด แต่แรงที่กระบอกสูบ จะต้องกระทำนั้นมีมากกว่าที่กระบอกชนิดสอง ทางจะกระทำได้ เนื่องจากมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กเกินไปถ้าจะเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางในกระบอกสูบชนิดสองทิศ ทาง มีขนาดโตขึ้น ก็มีปัญหาเรื่องเนื้อที่ในการติดตั้ง จึงจำเป็นต้องใช้กระบอกสูบชนิดสองทางแบบสองตอน มาใช้แทน

การเลือกขนาดกระบอกสูบ

การเลือกหาขนาดกระบอกสูบลม ให้มีขนาดพอเหมาะกับงาน ในระบบนิวแมติกมีองค์ประกอบในการ พิจารณายู่หลายประการด้วยกัน เช่น

1. ความดันของลมที่ใช้ระบบ
2. น้ำหนักของงานที่กระบอกสูบจะต้องไปกระทำ
3. ความยาวช่วงชักของก้านสูบที่จะรับภาระ
4. ความเร็วของลูกสูบที่ต้องการใช้
5. ลักษณะงานที่จะนำกระบอกสูบไปใช้งาน

การหาขนาดของกระบอกสูบ แรงที่ได้รับจากลูกสูบ เพื่อไปดันให้ก้านสูบไปกระทำให้โหลดเคลื่อนที่นั้น จะขึ้นอยู่กับความดันลมที่ใช้ เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ และความเสียดทานของซีลที่กระทำต่อกระบอกสูบ การหาความยาวช่วงชัก

ความยาวช่วงชักของก้านสูบที่ใช้ได้เหมาะสม ไม่ควรเกิน 2,000 mm เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองลม มากไป ไม่เป็นการประหยัดแต่อย่างไรก็ตามก็มีความยาวของก้านสูบที่ยาวกว่านี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่ ต้องการใช้และโหลดที่กระทำกับก้านสูบความยาวสูงสุด ที่มีความมาตรฐานของ JIS มีความยาวถึง 7,400 mm แต่ลักษณะของกระบอกสูบที่มีก้านยาวมาก ๆ มักจะมีปัญหาเรื่องการคดงอของก้านสูบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก และความยาวของช่วงชักมากเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว

อัตราความสิ้นเปลืองลม

การหาอัตราความสิ้นเปลืองลมที่นำมาใช้กับอุปกรณ์ทำงาน เช่นลูกสูบมอเตอร์ลมก็เพื่อที่จะได้ เปรียบเทียบให้เพียงพอกับการทำงานของอุปกรณ์ และหาค่าพลังงานที่ต้องใช้จ่ายด้วย ความสิ้นเปลืองลมอัด นั้นขึ้นอยู่กับความดันใช้งานของอุปกรณ์ เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ ความยาวช่วงชักของลูกสูบ จำนวนครั้ง ต่อเวลาในการทำงาน

ระบบนิวแมติกจะทำงานได้ จะต้องประกอบด้วยชุดต้นกำลังที่ทำหน้าที่ส่งลมอัดให้อุปกรณ์ทำงาน ของระบบนิวแมติก ส่วนทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกนั้น จะเคลื่อนได้ตามความ ต้องการทำงานได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมลมอัด ได้แก่ วาล์วต่าง ๆ ที่มีใช้ในระบบนิวแมติก วาล์วแต่ละชนิดก็มีหน้าที่ ต่างกันออกไปการเคลื่อนที่ไปบังคับอุปกรณ์นิวแมติก การควบคุมปริมาณการไหลของลมอัดให้ได้ตามความ ต้องการควบคุมความดันที่ใช้ในระบบนิวแมติก

จากหน้าที่ต่าง ๆ ของวาล์วนิวแมติก จึงสามารถแบ่งประเภทของวาล์วนิวแมติกออกได้ด้วยกัน 6 ประเภทคือ

1. วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด (Directional Control Valve)
2. วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมอัด (Flow Control Valve)
3. วาล์วบังคับลมอัดไหลทางเดียว (Non – Return Valve)
4. วาล์วควบคุมความดันลมอัด (Pressure Control Valve)

5. บทวาล์วเปิด – ปิดลมอัด (Shut – Off Valve)

6. วาล์วแบบผสม (Combination Valve)

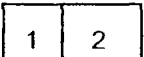
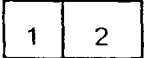
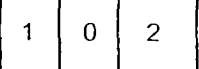
วาล์วควบคุมทิศทางการไหล

มีหน้าที่เลือกทิศทางการไหลของลมอัดให้ไปตามทิศทางที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกสูบลม มอเตอร์ลม สามารถทำงานได้และเคลื่อนที่ในทิศทางที่ต้องการ โดยใช้หลักการเปิด-ปิดลมอัดจากรูลมอัด (Port) หนึ่งไปยังรูลมอัดอีกรูหนึ่งจำนวนรูลมอัดของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลมีอยู่หลายแบบ เช่น 2, 3, 4, 5 รูลมอัดซึ่งจะประกอบด้วยรูลมอัดสำหรับท่อจ่ายลมอัดเข้า (Supply Port) สำหรับต่อไปบังคับอุปกรณ์ทำงานหรือนำไปใช้งาน และรูลมอัดสำหรับระบายลมทิ้ง (Exhaust Port) โดยทั่วไปวาล์วชนิดนี้นิยมเรียกว่า "D.C.V" (Directional Control Valves)

สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหล ในวงงานอุตสาหกรรมนิยมการใช้สัญลักษณ์ ทั้งนี้เพราะรวดเร็ว ง่ายต่อการอ่าน หรือสามารถทำความเข้าใจการทำงานของระบบได้รวดเร็วสัญลักษณ์ที่มีใช้กันมีอยู่หลายระบบ

แต่ถ้าเข้าใจถึงสัญลักษณ์ของระบบใดระบบหนึ่งแล้ว สามารถอ่านวงจรที่ใช้สัญลักษณ์ในระบบอื่น ได้ โดยไม่ยากนัก เพราะแต่ละระบบมีความแตกต่างกันไม่มากนัก การกำหนดสัญลักษณ์ มักจะกำหนดจากหลักการทำงานที่เป็นจริงของอุปกรณ์นั้นๆ สำหรับสัญลักษณ์ที่จะเขียนลงไปนี้จะแสดงให้เห็นเฉพาะหน้าที่การทำงานเท่านั้น ไม่ได้แสดงถึงโครงสร้างภายใน โดยเขียนแทนด้วยรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ภายในจะมีเส้นและลูกศรแสดงทิศทางการไหล และกำหนดสัญลักษณ์ของรูที่ตัวของวาล์วด้วย เพื่อแสดงทิศทางการทำงานหรือแสดงการควบคุมการทำงานในวงจร การเขียนสัญลักษณ์จะใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 รูปแทนตำแหน่งของวาล์ว 1 ตำแหน่ง ถ้าวาล์วควบคุมนี้มีตำแหน่งการทำงานหลายตำแหน่งก็จะมีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหลายรูปติดต่อกัน เช่น วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่งก็จะมีรูปสี่เหลี่ยม 2 รูปติดต่อกัน บางครั้งอาจแสดงตำแหน่งของวาล์ว ให้รู้ว่าตำแหน่งไหนเป็นตำแหน่งพักตำแหน่งทำงานที่ 1 หรือตำแหน่งทำงานที่ 2 ได้ โดยเขียนตัวเลขประกอบเข้าไปด้วย การกำหนดสัญลักษณ์ของวาล์ว

ตาราง 4 แสดงสัญลักษณ์ของวาล์ว

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วควบคุม 1 ตำแหน่ง
	วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่งเป็นตำแหน่งปกติ 1 ตำแหน่ง และตำแหน่งทำงาน 1 ตำแหน่ง
	วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง เป็นตำแหน่งทำงานทั้ง 2 ตำแหน่ง
	วาล์วควบคุม 3 ตำแหน่ง มีตำแหน่งกลางเป็นตำแหน่งพัก (ปกติ) และมี 2 ตำแหน่งที่ทำงาน

เลข 0 หมายถึงตำแหน่งปกติ คือตำแหน่งที่วาล์วยังไม่ถูกเลื่อน

เลข 1 หมายถึงตำแหน่งทำงานที่ 1

เลข 2 หมายถึงตำแหน่งทำงานที่ 2

การกำหนดสัญลักษณ์รูปกรณ์ มีวิธีการกำหนดอยู่ 3 วิธีคือ

1. กำหนดเป็นตัวอักษรย่อ เช่น Sup, Ex, IN, Out
2. กำหนดเป็นตัวอักษร เช่น A, B, P, R, X, Y
3. กำหนดเป็นตัวเลข เช่น 1, 2, 3, 4, 5, 12, 14

การเขียนสัญลักษณ์ของรูปกรณ์ เพื่อจะได้ทราบถึงรูปร่างของอุปกรณ์ทำหน้าที่อะไร โดยปกติตัววาล์วการกำหนดสัญลักษณ์ของรูปกรณ์มักกำหนดกับวาล์วที่มี 2 ตำแหน่งขึ้นไปจะเขียนกำกับไว้ที่ สัญลักษณ์วาล์วตรงตำแหน่งปกติเท่านั้น ส่วนสัญลักษณ์วาล์วที่ไม่มีตำแหน่งพักหรือตำแหน่งปกติก็จะเขียนไว้ที่ตำแหน่งที่ 2 โดยลากเส้นต่อออกนอกกรอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแล้วกำหนดสัญลักษณ์กำกับไว้ใกล้ ๆ เส้นนั้นและเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการต่อวาล์วควบคุมในวงจร

คุณสมบัติของไหล

กลศาสตร์ของไหล (Fluid mechanics) เป็นสาขาหนึ่งของกลศาสตร์ประยุกต์ (Applied mechanics) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับกลศาสตร์ของของเหลวและแก๊ส การศึกษากลศาสตร์ของไหลใช้แนวคิดเช่นเดียวกับการศึกษาวิชากลศาสตร์ของแข็ง (Mechanics of Solids หรือ Strength of Materials), แต่กลศาสตร์ของไหลมักเกี่ยวข้องกับกระแส (Stream) ของของไหล, ส่วนกลศาสตร์ของแข็ง มักเกี่ยวข้องกับการพิจารณาวัตถุ (Body) หรืออนุภาคของแข็ง (Particle) กลศาสตร์ของไหลอาจแบ่งออกได้เป็นสาขา คือ ของไหลสถิต (Fluid Statics) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับของไหลที่นิ่งคิเนมาติก (Kinematics) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความเร็วและกระแสของไหลโดยไม่พิจารณาถึงแรงหรือพลังงานที่ทำให้ของไหลเคลื่อนที่และไฮโดรไดนามิก (Hydrodynamics) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความเร่ง พร้อมทั้งแรงที่กระทำ หรือแรงที่เกิดขึ้นจากการที่ของไหลเคลื่อนที่ ของไหลไม่มีแรงต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเหมือนของแข็งของไหลจะไหลไปได้ด้วยน้ำหนักของตัวเอง และมีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุของไหลการเปลี่ยนรูปร่างของของไหลเกิดขึ้นจากแรงเฉือน (Shear Force) ดังนั้นเมื่อมีแรงเฉือนกระทำกับของไหลจะทำให้เกิดการไหลขึ้น ในทางกลับกัน ถ้าของไหลอยู่นิ่ง จะไม่มีแรงเฉือนเกิดขึ้น และแรงที่เกิดขึ้นจากของไหลทั้งหมดจะกระทำตั้งฉากกับระนาบที่ของไหลสัมผัสของไหลแบ่งออกเป็นของเหลวและแก๊สของเหลวมีคุณสมบัติอัดตัวได้ยาก (Incompressible) ของเหลวจำนวนหนึ่งจะมีปริมาตรคงที่เสมอไม่ว่าบรรจุอยู่ในภาชนะรูปร่างอย่างไร และของเหลวจะมี ผิวอิสระ (Free Surface) เกิดขึ้นเป็นขอบเขตกันไว้ระหว่างของเหลวกับอากาศที่อยู่เหนือของเหลว แก๊ส มีคุณสมบัติอัดตัวได้ง่าย (Compressible) แก๊สจะขยายตัวเต็มภาชนะที่บรรจุและไม่มีผิวอิสระเหมือนของเหลว ความแตกต่างระหว่างของแข็งกับของเหลว ภายในช่วงยืดหยุ่น (Elastic Limit) การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของของแข็งจะเป็นไปในลักษณะที่ว่าความเครียด (Strain) ที่เกิดขึ้นกับของแข็งเป็นสัดส่วนกับความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นจากแรงภายนอก ส่วนของไหล อัตราการเกิดความเครียดเป็นสัดส่วนกับความเค้น ความเครียดของของแข็งไม่ขึ้นกับเวลาที่แรงภายนอกกระทำ และถ้าอยู่ภายในช่วงยืดหยุ่น เมื่อเอาแรงภายนอกออก ของแข็งจะกลับคืนสู่รูปร่างเดิม แต่ของไหลจะเกิดการไหลต่อไปเรื่อย ๆ ขณะที่รับแรงภายนอก และจะไม่กลับคืนสู่รูปร่างเดิม เมื่อเอาแรงภายนอกออก

ความหนาแน่น (Density) ความหนาแน่นของของไหล ρ (Rho) คือมวลต่อหน่วยปริมาตร ดังนั้น

$$\text{ความหนาแน่น } \rho = \frac{m}{\text{vol}}$$

เมื่อ m เป็นมวลของไหล มีหน่วยเป็น kg,

vol เป็นปริมาตรของไหล มีหน่วยเป็น m^3

ดังนั้น หน่วยของความหนาแน่น คือ kg/m^3

น้ำหนักจำเพาะ (Specific Weight) น้ำหนักจำเพาะ γ (Gamma) คือแรงที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลกที่กระทำกับของไหลหนึ่งหน่วย ดังนั้นจึงมีหน่วยเป็นหน่วยของแรงต่อหน่วยปริมาตร นั่นคือ N/m^3 ความหนาแน่นและน้ำหนักจำเพาะมีความสัมพันธ์กันดังนี้ คือ

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \text{ หรือ } \gamma = \rho g$$

ปริมาตรจำเพาะ (Specific Volume) ปริมาตรจำเพาะคือปริมาตรของของไหลต่อหนึ่งหน่วยมวล, มักใช้กับแก๊ส, และมีหน่วยเป็น m^3/kg ดังนั้น

$$v_s = \frac{1}{\rho}$$

เมื่อ v_s เป็นปริมาตรจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ความถ่วงจำเพาะ s ของของเหลว คืออัตราส่วนของความหนาแน่นของของเหลวต่อ ความหนาแน่นของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิมาตรฐาน ($100 \text{ kg}/\text{m}^3$) ดังนั้น

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ } s = \frac{\text{ความหนาแน่นของของเหลว}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำบริสุทธิ์}}$$

ความถ่วงจำเพาะไม่มีหน่วย ความถ่วงจำเพาะบางครั้งอาจเรียกว่า ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density) ความถ่วงจำเพาะของแก๊สคืออัตราส่วนของความหนาแน่นของแก๊สต่อความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิและความดันค่าหนึ่ง

สมการของสถานะ

ในการหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพของแก๊สไม่อาจทดลองวัดค่าต่างๆ ได้เหมือนของเหลว ดังนั้นจึงมักต้องใช้การคำนวณประกอบกันไป สมการที่ใช้ในการคำนวณเรียกว่า สมการของสถานะ (Equation of State) ซึ่งใช้ได้กับแก๊สสมบูรณ์ (Perfect Gas) แก๊สจริงไม่ใช่แก๊สสมบูรณ์ แต่ก็มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สสมบูรณ์มากจึงพอจะอนุมานมาใช้สมการสำหรับแก๊สสมบูรณ์ได้ความสัมพันธ์ระหว่างความดันสมบูรณ์ (Absolute Pressure) p , ปริมาตร v ของแก๊สมวล m , และอุณหภูมิสัมบูรณ์ (Absolute Temperature) T ของแก๊สสมบูรณ์ คือ

$$pv = mRT$$

หรือ

$$p = \rho RT$$

เมื่อ ρ เป็นความหนาแน่นของแก๊ส

R เป็นค่าคงที่ของแก๊ส (Gas constant) สำหรับอากาศมีค่าเท่ากับ 287 J/kg.K.

สมการนี้เรียกว่า สมการของสถานะ สำหรับแก๊สสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตามสมการนี้ก็ให้ค่าประมาณได้
 อย่างดีสำหรับแก๊สต่างๆ ซึ่งไม่อยู่ในสถานะของเหลว หรือในขณะแตกตัว

ความสามารถอัดตัวได้

ของเหลวทั่วไปเมื่อได้รับความดัน ปริมาตรของของเหลวจะเปลี่ยนแปลงไป ความสัมพันธ์ระหว่าง
 ความดันกับปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงไปคือค่า Bulk Modulus, K ของของเหลว ซึ่ง

$$\text{bulk modulus} = \frac{\text{ความดันที่เปลี่ยนแปลง}}{(\text{ปริมาตรที่เปลี่ยนแปลง/ปริมาตรเดิม})}$$

$$R = - \frac{dp}{dv/v} = - v \frac{dp}{dv}$$

เมื่อ v เป็นปริมาตรของเหลว

p เป็นความดันของเหลว

ในการคำนวณทั่วไปเกี่ยวกับของเหลวมักถือว่าของเหลวอัดตัวไม่ได้ (Incompressible) เพราะปริมาตร
 ของของเหลวเปลี่ยนไปน้อยมากเมื่อความดันเปลี่ยนแปลง ส่วนแก๊สถือว่าสามารถอัดตัวได้ (Compressible) ซึ่ง
 หาความสัมพันธ์ได้โดยใช้กฎของแก๊ส (Gas Laws) และจะไม่กล่าวถึงในที่นี้

ความดันสัมบูรณ์และความดันเกจ

- ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) เนื่องจากโลกมีบรรยากาศห่อหุ้มอยู่หนาหลายร้อย
 กิโลเมตร ดังนั้นความดันบรรยากาศพื้นผิวโลกจึงขึ้นอยู่กับความสูงของอากาศเหนือผิวโลก สำหรับความดัน
 บรรยากาศมาตรฐานที่ระดับน้ำทะเลมีค่าประมาณ 101.3 kPa ซึ่งเปรียบเทียบกับ Head ของน้ำ 10.34 m
 หรือปรอทสูงประมาณ 760 mm และที่ระดับสูงขึ้นจากผิวโลกความดันบรรยากาศจะมีค่าลดลง

- สุญญากาศ (Vacuum) คือบริเวณที่มีความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศ สุญญากาศสัมบูรณ์
 (Perfect Vacuum) คือบรรยากาศที่ว่างเปล่า ดังนั้นจึงมีความดันเป็นศูนย์

- ความดันเกจ (Gage Pressure) คือระดับความดันที่วัดเปรียบเทียบกับความดันบรรยากาศดังนั้น
 ความดันเกจที่วัดได้จึงอาจมีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าความดันบรรยากาศ และจะมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อวัดที่ความดัน
 บรรยากาศปกติ

- ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure) คือระดับความดันที่วัดเหนือความดันศูนย์สัมบูรณ์
 (Absolute Zero) ซึ่งเป็นสุญญากาศสมบูรณ์ ดังนั้น

$$\text{ความดันสัมบูรณ์} = \text{ความดันเกจ} + \text{ความดันบรรยากาศ}$$

และเนื่องจากคุณสมบัติของของเหลวไม่เปลี่ยนแปลงไปตามความดันเท่าใดนัก ดังนั้นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับของเหลวจึงใช้ความดันเกจเป็นหลักในการพิจารณา

การวัดความดันของของไหล

- บูดองเกจ (Bourdon Gage) บูดองเกจใช้วัดความดันและสุญญากาศ มีลักษณะภายในซึ่งประกอบด้วยท่อบางๆ หน้าที่คือรูปวงรีซึ่งเปลี่ยนแปลงรัศมีความโค้งได้เมื่อความดันภายในเปลี่ยนแปลง เมื่อรัศมีความโค้งของท่อเปลี่ยนไป จะมีกลไกต่อไปยังเข็มชี้เพื่อทำให้ปลายเข็มชี้เปลี่ยนตำแหน่งบนหน้าปัทม์ ค่าความดันที่อ่านได้จากหน้าปัทม์ของบูดองเกจ ถือว่าเป็นความดันที่จุดศูนย์กลางของเกจ

ของไหลเคลื่อนที่

ในขณะที่ของไหลอยู่นิ่ง ไม่มีแรงเฉื่อยเกิดขึ้นในของไหล แต่เมื่อของไหลเคลื่อนที่จะมีแรงเฉื่อยเกิดขึ้นเนื่องจากความหนืด และเทอร์บิวเลนซ์ (Turbulence) อันเป็นผลทำให้เกิดความเสียหายต่อการเคลื่อนที่ ปัญหาส่วนมากในทางปฏิบัติถือว่าของไหลเป็นของไหลอุดมคติ (Ideal Fluid) คือเป็นของไหลที่ไม่มีความเสียหาย ซึ่งก็ได้ผลออกมาใกล้เคียงกับความเป็นจริงพอสมควร อันเป็นที่ยอมรับกันได้ในทางปฏิบัติงานด้านวิศวกรรม ของไหลประกอบไปด้วยอนุภาคของของไหล (Fluid Particles) จำนวนมากเคลื่อนที่ในทิศทางที่ของไหลเคลื่อนที่ อนุภาคต่างๆ เหล่านี้ไม่ได้เคลื่อนที่ขนาดกันไปตลอด แต่เคลื่อนที่ ไปอย่างอิสระในหลายทิศทาง ความเร็วของอนุภาคเป็นปริมาณ เวกเตอร์ มีทั้งขนาดและทิศทาง ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา ถ้าลากเส้นไปตามการเคลื่อนที่ของอนุภาค เส้นที่ได้นี้ชื่อเรียกว่า Path Line ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ถ้าพิจารณาการเคลื่อนที่ของอนุภาคหลายๆ อนุภาค โดยการลากเส้นโค้งสัมผัสกับทิศทางเคลื่อนที่ในชั่วขณะของหลายๆ อนุภาค

เมื่อต้องการวิเคราะห์ถึงการเคลื่อนที่ของของไหลจำนวนมาก อาจมีวิธีการที่ สะดวกในการวิเคราะห์คือการพิจารณาการเคลื่อนที่ของของไหลบนพื้นที่หน้าตัดเล็กๆ (ซึ่งคล้ายการพิจารณา Element เล็กๆ ในวิชา Strength of Materials) ถ้าลากเส้นผ่านทุกๆ จุดบนเส้นรอบรูปพื้นที่หน้าตัดเล็กๆ นี้แล้ว จะทำให้เกิด Stream Tube ขึ้นดังภาพประกอบ 95 เส้นที่เกิดขึ้นรอบๆ Stream Tube นี้คือ Streamline เนื่องจากของไหลไม่มีการเคลื่อนที่ข้าม Streamline ดังนั้นของไหลใน Stream Tube จึงไม่สามารถไหลออกจาก Stream Tube ได้ ฉะนั้นจึงทำให้การวิเคราะห์ปัญหาทำได้สะดวกขึ้น เพราะเป็นการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (One-Dimension) เท่านั้น ประเภทของการไหล การไหลของของไหลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- การไหลเทอร์บิวเลนซ์ (Turbulent Flow) เป็นการไหลที่อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่อย่างไม่เป็นระเบียบ มีตำแหน่งไม่แน่นอน เมื่อเปรียบเทียบกับอนุภาคอื่นๆ บนหน้าตัดของการไหลใดๆ

- การไหลลามินาร์ (Laminar flow) เป็นการไหลที่อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่อย่างเป็นระเบียบ มีตำแหน่งแน่นอน เมื่อเปรียบเทียบกับอนุภาคอื่นๆ บนหน้าตัดของการไหลใดๆ เลนทร์(ชาญ ถนัดงาน.2523 : 139-140)

หลักการไหลของอากาศ (Principles of Air Flow)

การไหลของอากาศระหว่าง 2 จุด เกิดขึ้นเนื่องจาก ความดันที่แตกต่างกันระหว่าง 2 จุดดังกล่าว ความดันที่แตกต่างกันเกิดผลในสภาพของแรงกระทำกับอากาศ เป็นเหตุให้อากาศไหลจากบริเวณที่มีความดันสูงไปยังบริเวณที่มีความดันต่ำกว่า

ปริมาณอากาศไหล (Q) และความเร็วการไหล (V) มีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$Q = AV$$

โดยที่ Q = ปริมาตรของอากาศ

มีหน่วยเป็นฟุต³ / นาที

A = พื้นที่หน้าตัดของอากาศที่ไหลผ่าน มีหน่วยเป็น ตารางฟุต

V = ความเร็วในทิศทางการไหล มีหน่วยเป็น ฟุต / นาที

การเคลื่อนที่ของอากาศที่ความเร็วจำเพาะค่าหนึ่งจะทำให้เกิดความดันขึ้นค่าหนึ่งซึ่งเรียกว่า Velocity Pressure ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศและ Velocity Pressure มีดังนี้

$$V = \sqrt{2gh}$$

โดยที่ V = ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอากาศ มีหน่วยเป็นฟุต / วินาที

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็นฟุต / วินาที²

h = ระดับของอากาศ มีหน่วยเป็นฟุต

เมื่อ g = 32.2 ฟุต / วินาที² และความหนาแน่นของอากาศ = 0.075 ปอนด์ / ฟุต³ และ 1 psi = 27.7 นิ้วของน้ำ (Inches of Water)

ดังนั้นจากสูตร $V = \sqrt{2gh}$ จะเปลี่ยนเป็นดังนี้

$$V = 4005 \sqrt{VP}$$

โดยที่ V = ความเร็วไหลของอากาศ มีหน่วยเป็นฟุต / นาที

VP = Velocity Pressure มีหน่วยเป็นนิ้วของน้ำ (Inches of Water)

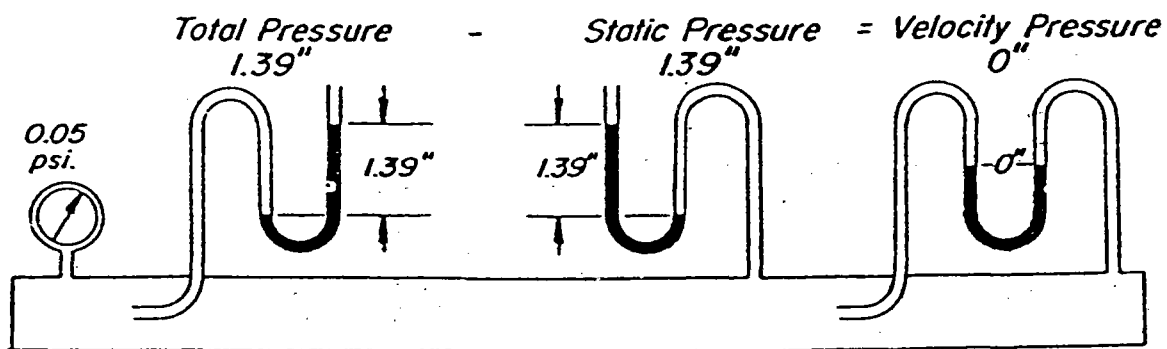
อากาศภายในภาชนะปิด ไม่ว่าจะมีการเคลื่อนที่หรือไม่ จะก่อให้เกิดความดันอีกประเภทหนึ่งซึ่งมีแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับผนังของภาชนะความดันประเภทนี้เรียกว่า Static Pressure และโดยทั่วไปแล้ว Static Pressure จะไม่ขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศ

เมื่อ Static Pressure มีค่าต่ำกว่าความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) จะมีค่าเป็นลบ และจะมีค่าเป็นบวกเมื่อมีค่าสูงกว่าความดันบรรยากาศ ส่วน Velocity Pressure มีค่าเป็นบวกเสมอ

ผลรวมทางพีชคณิตของ Static Pressure (SP) และ Velocity Pressure (VP) คือ Total Pressure (TP) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

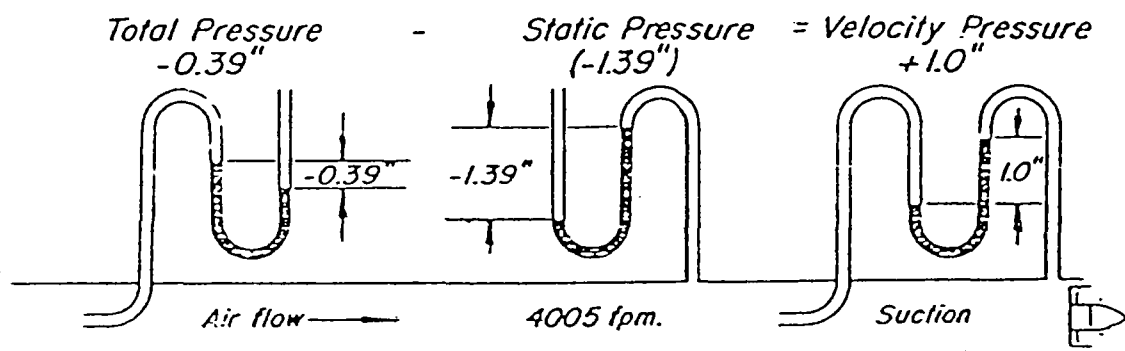
$$TP = SP + VP$$

สำหรับตัวอย่าง SP, VP และ TP สามารถถูกแสดงให้เห็น ภายใต้สภาพของจริงโดยสมมติว่าท่อสี่เหลี่ยมบรรจุอากาศที่ความดัน 0.05 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความดันทั้งหมด 0.05 psi จะเป็น Static Pressure ทั้งหมด และถ้าเจาะรูท่อสี่เหลี่ยมเพื่อใช้ U - Tube วัดความดันจะอ่านผลลัพธ์ได้เท่ากับ 1.39 นิ้ว ของน้ำ (1 psi = 27.7 นิ้วของน้ำ) ในเมื่อไม่มีการไหลของอากาศ Velocity Pressure จะเป็นศูนย์และ Total Pressure จะเป็น 1.39 นิ้ว ของน้ำ



ภาพประกอบ 10 รูปแสดงค่าความดันในสภาพที่อากาศไม่มีการไหล

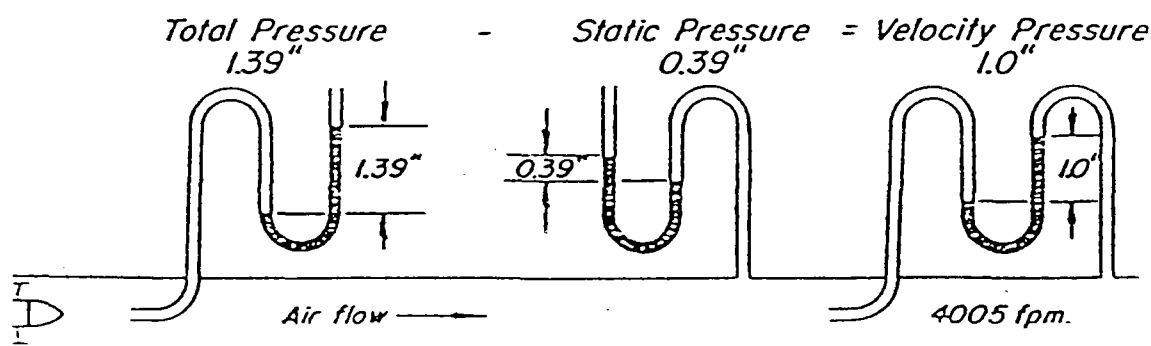
ถ้าเปิดปลายท่อทั้ง 2 ด้าน เมื่ออากาศไหลผ่านท่อจะเกิดความดันทั้ง 2 ประเภทอย่างชัดเจนคือ Static Pressure และ Velocity Pressure ซึ่งผลรวมของความดัน 2 ประเภทนี้เรียกว่า Total Pressure ถ้าพัดลมถูกติดตั้งเพื่อทำให้อากาศไหลผ่านท่อ



ภาพประกอบ 11 รูปความดันในท่อต่ำกว่าบรรยากาศ

ท่อปลายเปิดทั้ง 2 ด้าน ติดตั้งพัดลมอยู่ด้านท้ายของท่อ (Downstream) อากาศถูกดูดผ่านท่อด้วยความเร็ว 4005 fpm ทำให้ VP = 1 นิ้วของน้ำ และ SP = -1.39 นิ้วของน้ำ (ต่ำกว่าความดันบรรยากาศ) ฉะนั้น TP เท่ากับ $1 - 1.39 =$ นิ้วของน้ำ

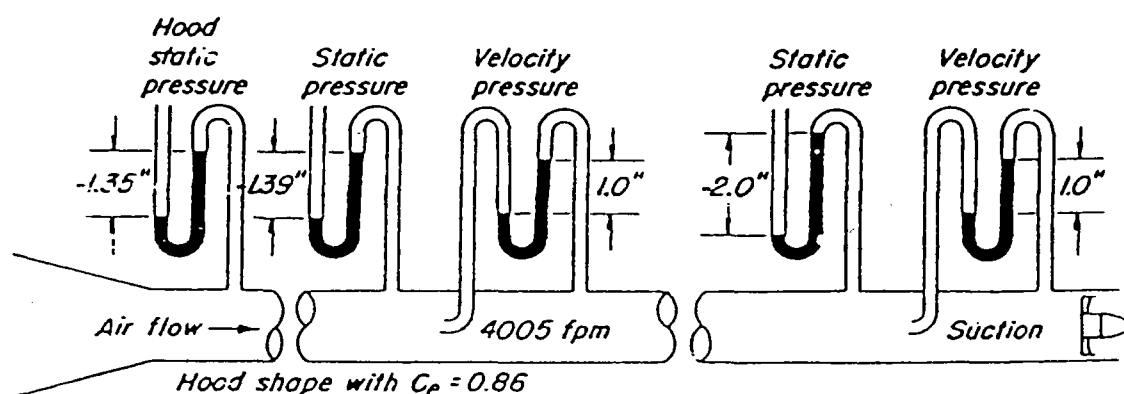
ถ้าพัดลมถูกใส่เข้าไปในลักษณะเป่าอากาศเข้าไปในท่อ ผลของความดันจะเป็นดังนี้



ภาพประกอบ 12 รูปความดันในท่อสูงกว่าความดันบรรยากาศ

ท่อปลายเปิดทั้ง 2 ด้าน พัดลมอยู่ที่ทางเข้าของท่อ (Upstream) ความดันภายในท่อสูงกว่าความดันบรรยากาศ ที่ความเร็วลม 4005 fpm SP = 0.39 นิ้ว ของน้ำและ VP = 1 นิ้วของน้ำเพราะฉะนั้น TP = $1 + 0.39 = 1.39$ นิ้วของน้ำ

รูปแบบของ Static Pressure และ Velocity Pressure ของท่อดูดอากาศเสียที่ประกอบด้วยหัวดูด (Hood) รวมอยู่ด้วย



ภาพประกอบ 13 รูปผลกระทบของปากท่อดูดทำให้ความดันในท่อเปลี่ยนไป

อัตราเร่งของอากาศและความสูญเสียที่ทางเข้าปากดูด (Acceleration Of Air And Hood Entrance Losses)

ความดันแตกต่างที่ต้องการเพื่อให้อากาศเคลื่อนที่เข้าไปในปากท่อเปิด จะต้องมีความดันเพียงพอที่จะทำให้เกิดอัตราเร่งของอากาศ ทำให้อากาศที่อยู่นิ่งมีความเร็วในการเคลื่อนที่และสามารถเอาชนะ Turbulence Losses ที่ปากท่อเปิดได้

สำหรับการทำให้เกิดอัตราเร่ง จะต้องการพลังงานเท่ากับ Velocity Pressure (VP) ที่สอดคล้องกับความเร็วของอากาศ

ส่วน Turbulence Losses ซึ่งมีสาเหตุมาจาก ช่องทางเปิดจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามรูปร่างของปากท่อเปิด ซึ่งจะสัมพันธ์กับ สัมประสิทธิ์ของทางเข้า (C_d) ดังนั้น ค่า C_d จะแสดงขนาดของ Turbulence Losses สำหรับปากดูดที่สมบูรณ์แบบในทางทฤษฎีจะไม่เกิด Turbulence Losses ซึ่งจะให้ค่า $C_d = 1$

Static Pressures ของปากดูด (SP_h) เป็นการวัดโดยตรง มีหน่วยเป็น นิ้วของน้ำซึ่งประกอบด้วยพลังงานที่ทำให้เกิดอัตราเร่ง และ Turbulence Losses สำหรับปากดูดที่สมบูรณ์แบบจะไม่เกิด Turbulence Losses,

$$C_d = 1.0 \text{ และ } SP_h = VP \text{ ซึ่งในกรณีนี้}$$

$$V = 4005 \cdot C_d \sqrt{SP_h}$$

$$\text{แทนค่า } C_d = 1$$

$$V = 4005 \cdot \sqrt{SP_h}$$

$$\text{สำหรับปากดูดซึ่งมีค่า } C_d = 0.86$$

$$\begin{aligned} V &= 4005 \times C_d \sqrt{SP_h} \\ &= 4005 \times 0.86 \times \sqrt{SP_h} \\ &= 3444 \sqrt{SP_h} \end{aligned}$$

การคำนวณหา Static Pressure ของปากดูด (SP_h) ที่ต้องการ เพื่อให้ได้รับความเร็วอากาศ 4005 fpm โดยการแทนค่าจากสูตรข้างต้นดังนี้

$$V = 3444 \sqrt{SP_h}$$

ดังนั้น

$$\sqrt{SP_h} = \frac{V}{3444}$$

$$SP_h = \left[\frac{V}{3444} \right]^2$$

$$= \left[\frac{4005}{3444} \right]^2$$

$$= 1.35 \text{ นิ้วของน้ำ}$$

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า Static Pressure ของปากดูด แสดงได้ครอบคลุมทั้งอัตราเร่งและ turbulence losses (h_e) ดังสมการต่อไปนี้

$$SP_h = VP + h_e$$

อุปกรณ์หลังเครื่องลมอัด

1. เครื่องมือวัด D/P (Hydro Meters) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความแห้งของลมอัดแห้งที่ผ่านกรรมวิธีดูดซับความชื้นมาแล้วว่ามีประสิทธิภาพและประสิทธิผลตามที่เรต้องการหรือไม่ได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ใน Specie ที่ -40 D/P หรือ -70 D/P หรือไม่ได้สามารถที่จะโชว์ค่าได้ตลอดเวลา และค่าที่อ่านได้เป็นค่าเฉลี่ยทุก ๆ ค่าเวลาขณะที่อ่าน (Display Show of Reading)

2. ถังพักลมอัดแห้ง Buffer Tanks) ใช้สำหรับการควบคุมความดันของลมอัดแห้ง และสามารถที่จะเป็นถังพักลม Storage Tanks ได้ในตัวเพื่อไม่ให้ลมอัดที่ได้ Swing และได้ถังพักจะมี Auto Drain และ Softy Valve ไว้เพื่อป้องกันความดันที่เกินและป้องกันการรวมตัวของหยดน้ำ

3. เครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow Meter) เป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลของลมหรืออากาศซึ่งจะต้องเป็นเครื่องมือชนิดพิเศษที่ทำงานใหม่เหมือนของไหล หรือของเหลวโดยทั่ว ๆ ไปคือต้องนำเอาค่าของความดัน (Pressure) ค่าของอุณหภูมิ (Temp) และอัตราการไหล (Flow) เพื่อที่จะทำการคำนวณหา (Flow Date) ที่แท้จริงของลมว่ามีอัตราการไหลไปเท่าไรต่อชั่วโมง (NM / hr)

4. อุปกรณ์กรองน้ำเชื้อ เป็นอุปกรณ์ชุดสุดท้ายก่อนที่จะนำลมอัดแห้งไปใช้งานหลังจากเครื่องผลิตลมอัดแห้งผลิตลมอัดที่มีคุณภาพออกมาแล้วนั้นยังต้องผ่าน Filter กรองน้ำเชื้อพวกแบคทีเรีย หรือเชื้ออื่น ๆ ที่มีขนาดอะตอม, ไมเลกุลไม่เกิน 0.01 Micron ซึ่งสามารถที่จะลดปริมาณของแบคทีเรียและเชื้อต่าง ๆ ได้เกือบจะสมบูรณ์แล้วจึงนำลมสะอาดที่ได้ไปใช้งาน

ในอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป ปัจจัยหลักในการผลิตมักประกอบด้วย คน วัตถุดิบ เครื่องจักรและวิธีการผลิต เช่นเดียวกับการนำเอาระบบเครื่องผลิตลมอัดแห้งไปใช้งาน ขบวนการผลิตก็ประกอบไปด้วยปัจจัยหลักดังกล่าวซึ่งสามารถแยกพิจารณาได้ดังนี้

1. ปัจจัยทางด้านวัตถุดิบ (Material)
2. ปัจจัยทางด้านบุคลากร (Man)
3. ปัจจัยทางด้านวิธีการผลิตและสภาพแวดล้อม (Method)
4. ปัจจัยทางด้านเครื่องจักร (Machine)

ตาราง 5 แสดงปัจจัยการผลิตลมอัดแห้ง

วัตถุดิบ	บุคลากร	วิธีการผลิต และสภาพแวดล้อม	เครื่องจักร
อลูมิเนียม	ความรู้	ความชื้น	อุปกรณ์สั่งอัตโนมัติ
เม็ดทองเหลือง	ประสบการณ์	ฝุ่นละออง	อุปกรณ์เปิดเปิดลมเข้าออก
อัดขึ้นรูป	และทักษะ	ความสั่นสะเทือน	อุปกรณ์ระบายความดัน
คอปเปอร์อัลลอย		การบำรุงรักษา	อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ
โพลีเมอร์		การติดตั้ง	อุปกรณ์ระบายน้ำทิ้ง
เม็ดดูดซับความชื้น		การออกแบบ	อุปกรณ์กรองลมอัด
			อุปกรณ์ลดอุณหภูมิลมอัด

1. ปัจจัยทางด้านวัตถุดิบ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจะแยกได้ดังนี้

1.1 อลูมิเนียม ที่ผ่านการชุบด้วยกรรมวิธี Alocrom คือการทำให้อลูมิเนียมไม่มีออกไซด์เกิดขึ้นที่บริเวณผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของ Housing และกระบอกบรรจุเม็ดดูดซับความชื้น ถ้าไม่ผ่านกรรมวิธี การชุบที่ดีก็จะสร้างปัญหาสนิมภายในท่อ

1.2 เม็ดทองเหลืองอัดขึ้นรูป เป็นอุปกรณ์ระบายลม (Exhaust Silencer) ซึ่งมักจะมีปัญหาในการแตกได้ง่ายเมื่อเจอความดันสูง ถ้าอัดขึ้นรูปไม่ดีจะทำให้เม็ดทองเหลืองร่วงหลุดไปอุดตัน Sensor ของ Solenoid Valve ทำให้ทำงานค้าง

1.3 คอปเปอร์อัลลอยด์ ที่ใช้ขึ้นรูป Solenoid Valve เป็นบล็อก หรือ Housing ของ Solenoid Valve มีมากมายหลายชนิดแล้วแต่รูปแบบและขนาดของ Solenoid Valve ถ้าคอปเปอร์อัลลอยด์ ไม่มีคุณภาพสึกหรอเร็วเกินอายุการทำงานทำให้พื้นที่สัมผัสเกิดเป็นช่องว่างทำให้มีเสียงดังกว่าปกติ

1.4 โพลีเมอร์ ฉีดขึ้นรูปเป็นไส้กรองที่มีรูพรุน ชนิดไฮโดรเจลเอสเตอร์ถ้ามีกรรมวิธีผลิตไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานทำให้ไม่สามารถดูดซับไอน้ำ ไอน้ำมัน และฝุ่นได้ตามมาตรฐานกำหนด

1.5 เม็ดดูดซับความชื้น Disiccant เป็นสารดักความชื้นเพื่อให้ลมที่ได้จากการผลิตเป็นลมที่มีคุณภาพ -40 - -70 องศา D/P ถ้าจัดเก็บไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมทำให้เม็ดดูดซับความชื้นเสื่อมคุณภาพเมื่อนำมาเปลี่ยนถ่ายหรือเติมเข้าไปแล้วทำให้ไม่สามารถดูดซับความชื้นได้ตามต้องการ

2. ปัจจัยทางด้านบุคลากร

บุคลากรนับเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการผลิตเพราะเป็นกำลังสำคัญในการผลิตนับตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบ การผลิต การตรวจสอบคุณภาพ ก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะส่งไปถึงลูกค้านั้นบุคลากรที่มีคุณภาพจึงเป็นหัวใจสำคัญของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ตัวอย่างความสำคัญของบุคลากรที่มองเห็นได้ง่ายโดยเฉพาะพนักงานระดับปฏิบัติการ คือ เมื่อมีการรับพนักงานใหม่เข้ามาทำงาน จะพบว่าเกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ความล่าช้าในการทำงาน การมีของเสียในกระบวนการผลิตมาก เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการขาดประสบการณ์ขาดความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตลวมอัดแห้ง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความรู้แก่พนักงานก่อนที่จะบรรจุพนักงานลงในสายการผลิต นอกจากนี้ยังควรมีการฝึกอบรมพนักงานเป็นระยะ ๆ เพื่อเพิ่มพูนความรู้และทักษะแก่พนักงานทุกระดับตั้งแต่พนักงานระดับปฏิบัติการ พนักงานตรวจสอบคุณภาพ จนถึงระดับบริหาร เพราะพนักงานทุกระดับก็มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตของโรงงานทั้งนั้น

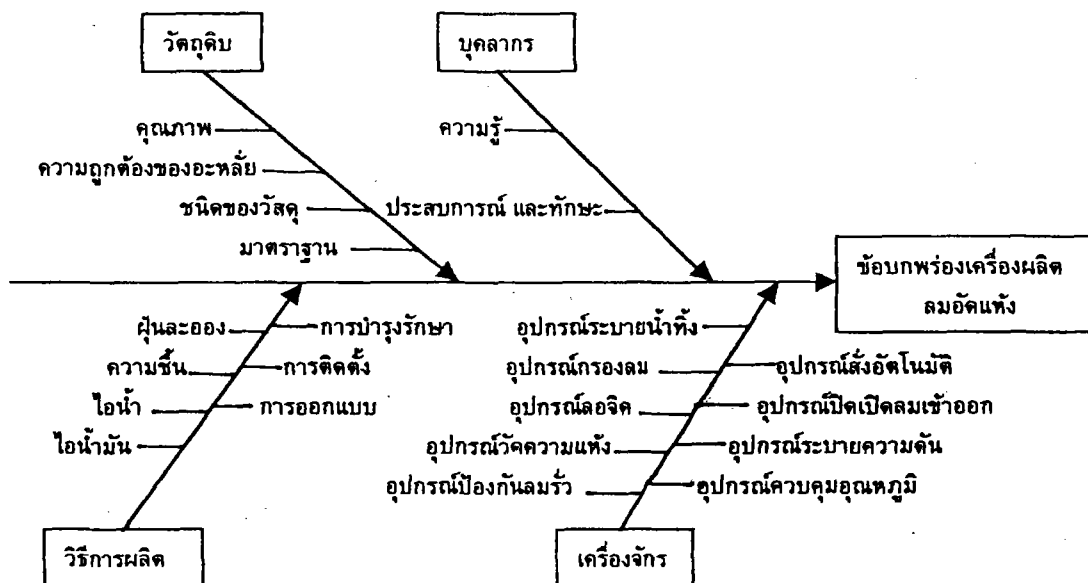
3. ปัจจัยทางด้านวิธีการผลิตและสภาพแวดล้อมในการผลิต

สภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดีและวิธีการผลิตที่ออกแบบอย่างเหมาะสมจะช่วยลดความสูญเสียต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต เช่น ความล่าช้าต่าง ๆ การรอคอย และของเสียในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ถ้าหากวิธีการผลิตมีการออกแบบที่ดีจะช่วยทำให้พนักงานทำงานได้โดยไม่เหนื่อยจนเกินไปทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาก็มีคุณภาพตามที่กำหนด ตัวอย่างผลกระทบของสภาพแวดล้อมและวิธีการทำงาน เช่น ถ้าสภาพแวดล้อมในการทำงานเป็นบริเวณที่มีความชื้นสูง มีฝุ่นละอองมากจะทำให้พนักงานเกิดอาการรำคาญและทำให้เกิดความรู้สึกเบื่อและไม่อยากทำงานหรือถ้าสายการผลิตมีวิธีการผลิตที่ออกแบบมาไม่ดีจะทำให้พนักงานเกิดความเหนื่อยล้าได้ง่ายขาดความตั้งใจหรือใส่ใจในการทำงาน ผลผลิตที่ออกมาก็จะมีคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร

4. ปัจจัยทางด้านเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต

เนื่องจากเครื่องผลิตลวมอัดแห้งเป็นเครื่องจักรที่ผลิตอากาศแห้งสะอาด ดังนั้นเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตจึงต้องมีความแม่นยำมากในการผลิตเพราะค่าขนาดต่าง ๆ ของคุณภาพลวมอัดแห้งที่จะต้องควบคุมจะขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการผลิตของเครื่องจักรที่ใช้เช่น ขนาดของโมเลกุลของสิ่งปฏิกูล, ค่าความชื้นของไอน้ำที่มีคุณภาพไม่ดีจะทำให้คอนแทกที่ติดออกมาไม่ได้ตามสเปคที่กำหนด หรือคุณภาพของผลิตลวมอัดแห้งไม่ดี เช่น มีปัญหาสนิมและออกไซด์

ปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาเครื่องผลิตลมอัดแห้ง และการควบคุมกระบวนการผลิต สามารถแยกพิจารณา ได้ดังภาพแผนผังกังปลา



ภาพประกอบ 14. การแบ่งแยกปัญหา 4M ด้วยแผนผังกังปลา

1. ปัจจัยทางด้านวัตถุดิบ

1.1 คุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นอุปกรณ์ควบคุม

1.2 ชนิดและประเภทของวัตถุดิบ ที่นำมาผลิตเป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องผลิตลมอัดแห้ง

2. ปัจจัยทางด้านบุคลากร

บุคลากรนับเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการผลิต เพราะเป็นกำลังสำคัญในการผลิต นับตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบ การผลิต การตรวจสอบคุณภาพก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะส่งไปให้ลูกค้า ดังนั้นบุคลากรที่มีคุณภาพจึงเป็นหัวใจสำคัญของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

3. ปัจจัยทางด้านวิธีการผลิต

สภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดี และวิธีการผลิตที่ออกแบบอย่างเหมาะสมจะช่วยลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากการผลิตของเสีย และทำให้พนักงานทำงานได้โดยไม่เหนื่อยจนเกินไป อีกทั้งยังช่วยให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ

4. ปัจจัยทางด้านเครื่องจักร

เนื่องจากเครื่องผลิตลมอัดแห้งนั้นประกอบด้วยอุปกรณ์หลาย ๆ ชนิด ในตัวเครื่องผลิต ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control
2. เม็ดดูดซับความชื้น Dissiccant Air Dryer
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer
4. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain
5. อุปกรณ์หัวฉีดจ่ายลม Sonic Nozzle
6. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate
7. อุปกรณ์ทำความร้อน Heater
8. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor

9. มอเตอร์เกียร์บ็อก Motor Gearbox
10. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter
11. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter
12. อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ Pilot Valve
13. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve
14. มอเตอร์ควบคุมลูกเบี้ยว Motor Camtimer
15. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal

อุปกรณ์แต่ละชนิดนั้นมีหน้าที่และการทำงานที่แตกต่างกันออกไป แต่ละตัวนั้นมีประสิทธิภาพและอายุการใช้งานแตกต่างกัน จึงทำให้เกิดการชำรุดบกพร่องเกิดขึ้นในเวลาที่แตกต่างกัน จึงต้องมีวิธีการดูแลรักษาซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้มีความเที่ยงตรงถูกต้องตามชนิดอุปกรณ์นั้น ๆ

5. ปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง

จากการที่เครื่องผลิตลมอัดแห้งนั้นประกอบขึ้นกับอุปกรณ์ และเครื่องจักรชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิด อุปกรณ์เพื่อที่จะทำการผลิตลมอัดแห้งให้ได้คุณภาพที่ต้องการ คือให้มีปริมาณของความชื้นหลงเหลืออยู่ในลมอัดแห้งน้อยที่สุดและต้องมีการสูญเสียพลังงานไปกับลม Purge น้อยที่สุดด้วยเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานที่ใช้ในการผลิตลมอัด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ เข้ามาประกอบกันกับเครื่องผลิตลมอัดแห้งด้วย เพื่อให้สามารถผลิตลมอัดแห้งและสามารถควบคุมกรรมวิธีการผลิตของเครื่องผลิตลมอัดแห้งให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามแม้จะมีการออกแบบให้เครื่องผลิตลมอัดแห้งมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีเพียงใดก็ตามเครื่องจักรก็ยังย่อมมีการเสื่อมสภาพชำรุดบกพร่องเมื่อทำการผลิตหรือเดินเครื่องไประยะหนึ่งสาเหตุอาจเกิดขึ้นจากอายุการใช้งานของอุปกรณ์ชนิดนั้น ๆ แล้วแต่การออกแบบมา หรือเกิดจากการชำรุดบกพร่องเพราะระบบการบำรุงรักษาขณะที่กำลังเดินการผลิตทำให้ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ชำรุดบกพร่องไม่สามารถทำงานได้ตามปกติส่งผลให้อุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ จึงเกิดปัญหามาตามด้วยทำให้การผลิตลมอัดแห้งโดยรวมลดประสิทธิภาพและปริมาณการทำงานลง ตลอดจนไม่สามารถผลิตลมอัดแห้งออกไปใช้งานได้

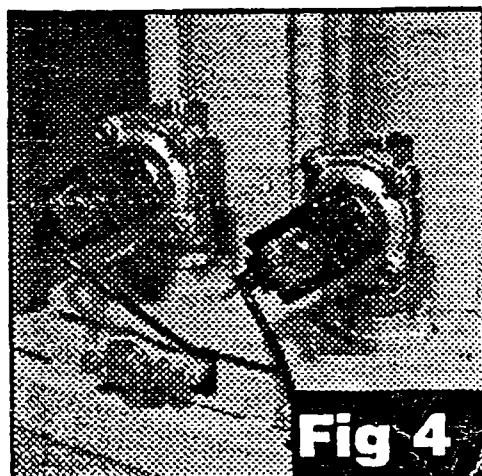
จากปัญหาที่ได้กล่าวมาในขั้นต้นนั้นไม่สามารถที่จะแบ่งแยกประเด็นของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยชัดเจนได้ แต่สามารถระบุได้ว่าอุปกรณ์ชิ้นใดบ้างที่ชำรุดเสียหายมากหรือน้อยที่สุดและมีปัญหาเกิดขึ้นหลังจากที่ได้ทำการซ่อมบำรุงชิ้นส่วนนั้นไปแล้ว แต่ปัญหาในกรณีเดียวกันก็เกิดขึ้นอีกและปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นก็เกิดขึ้นบ่อยเช่นเดียวกับโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์โรงงานอื่น ๆ จากการรวบรวมเอกสารรายงานการซ่อมบำรุงตั้งแต่ปี 2541 – 2542 จำนวนโรงงาน 40 โรงงานนั้นปรากฏว่าการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมนั้นมีการชำรุดบกพร่องเสียหายที่พบมากที่สุดตามลำดับอุปกรณ์ ดังนี้

- 4.1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control
- 4.2. เม็ดดูดซับความชื้น Dissiccant Air Dryer
- 4.3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer
- 4.4. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain
- 4.5. อุปกรณ์หัวฉีดจ่ายลม Sonic Nozzle
- 4.6. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate
- 4.7. อุปกรณ์ทำความร้อน Heater
- 4.8. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor
- 4.9. มอเตอร์เกียร์บ็อก Motor Gearbox

- 4.10. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter
- 4.11. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter
- 4.12. อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ Pilot Valve
- 4.13. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve
- 4.14. มอเตอร์ควบคุมลูกเบี้ยว Motor Camtimer
- 4.15. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal

4.1 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ (PLC) เป็นปัญหาซึ่งเกิดขึ้นจากการที่อุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ ชั่วครุเสียหายก่อนทำให้ปริมาณของลมเข้า – ออก หรือความดันเกินกว่าปกติที่เคยตั้งค่ามาตรฐานเดิมไว้ทำให้การทำงานของ OR Logic หรือ Non Logic ทำงานผิดพลาดว่าจะให้ลมเข้า – ออกมีปริมาณและความดันเท่าไรเมื่อมีปริมาณและความดันเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ทำให้อุปกรณ์ควบคุมการทำงานอัตโนมัติ PLC สั่งระบบการทำงานผิดค่าไปจากเดิมบางครั้งทำให้เครื่องไม่สามารถผลิตลมอัดแห่งไปใช้งานได้

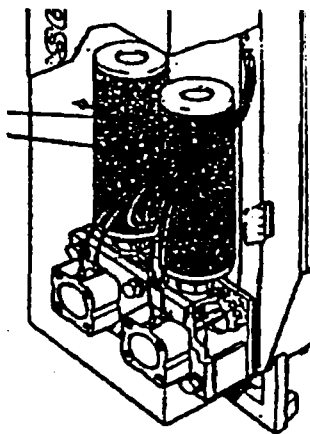
4.2 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว (Solenoid Valve) ปัญหาอุปกรณ์การควบคุมการทำงานของวาล์วนี้จะทำหน้าที่ควบคุมการเปิด – ปิด ของลมอัดทั้งขาเข้าและขาออกโดยรับคำสั่งการเปิดปิดมาจากเครื่องควบคุมระบบการทำงานอัตโนมัติ PLC อีกทอดหนึ่งว่าในช่วงระยะเวลานั้นๆ จะมีคำสั่งให้หน้า Diapham ของวาล์ว เปิดหรือปิดเพื่อนำลมเข้า - ออกจากระบบการทำงานถ้าหากเครื่องควบคุมระบบการทำงานอัตโนมัติ PLC สั่งงานผิดพลาดการทำงานของ (Solenoid Valve) ก็จะสั่ง Diapham ของวาล์วปิด – เปิดผิดจังหวะด้วยซึ่งถ้าสั่งให้ปิด – เปิดเร็วขึ้นจะทำให้หน้าสัมผัสของ Diapham ของวาล์ว สึกหรือเร็วขึ้นและจะทำให้ส่วนที่สึกหรอมาบดบัง Sensor ของ (Solenoid Valve) ทำให้ไม่สามารถสั่งงานให้วาล์วปิด – เปิดลมเข้าออกหรือทำให้วาล์วค้างระบบควบคุมไฟฟ้าชำรุดเสียหาย



ภาพประกอบ 15 ภาพแสดงอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของ (Solenoid Valve)

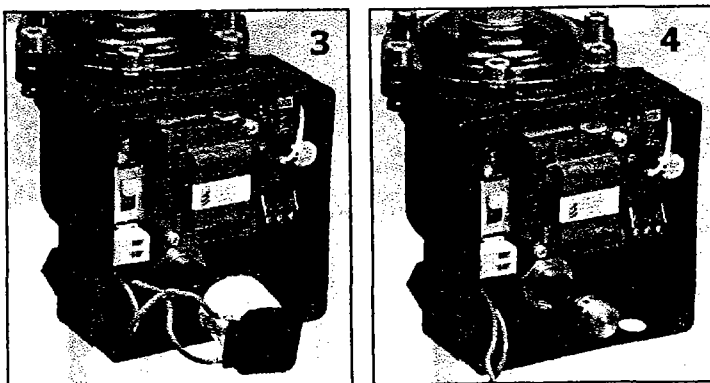
4.3 อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น (Exhaust Silencer) ปัญหาเกิดจากอุปกรณ์ลด

4.3 อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น (Exhaust Silencer) ปัญหาเกิดจากอุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้นเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ลดเสียงดังซึ่งจะเกิดเป็นระยะวงจรการทำงานของเครื่อง ปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์นี้คือการตันของรูระบาย ซึ่งเกิดจากการที่ฝุ่นมาอุดช่องของรูระบายทำให้เครื่องไม่ระบายความชื้นออกหรือระบายได้น้อยปริมาณความชื้นก็จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อไม่นานเข้าทำให้ Auto Drain ทำงานมากขึ้นส่งผลให้มีตะกอนความชื้นพองมีประสิทธิภาพการทำงานลดลง



ภาพประกอบ 16 แสดงลักษณะการทำงานของ Exhaust Silencer

4.4 อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (Auto Drain) เป็นอุปกรณ์ระบายน้ำที่เกิดจากการควบแน่นและสะสมกันจนถึงระดับหนึ่งซึ่งทำงานด้วยกลไกแบบลูกกลิ้งหรือ Sensor ไฟฟ้า ปัญหาที่พบคือเมื่อไหร่ก็ตาม อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติไม่ทำงานอาจเนื่องจากแผงวงจรควบคุมเสียหรือวาล์วควบคุมต่าง ๆ ไม่ทำงานทำให้ไอน้ำที่รวมตัวกันเป็นหยดน้ำมีปริมาณมากขึ้นสะสมที่ก้นถังจนกระทั่งเต็มถึงเมื่อใช้นาน ๆ ไป ในถึงอาจมีทั้งฝุ่น ไอน้ำ ไขมันและมวลสารอื่น ๆ ที่หลุดรอดจากการดักจับของเครื่องกรองลมทำให้ค่าของฝุ่น ไอน้ำ ไขมันเพิ่มขึ้นจะเป็นปัญหาต่อเมื่อเครื่องผลิตลมอัดแห้งต้องทำงานนานขึ้นจึงจะได้ลมอัดแห้งที่มีคุณภาพตามที่ต้องการและยังสิ้นเปลืองในการผลิตมากขึ้น ไอน้ำ ไขมัน ทำให้ประสิทธิภาพของเม็ดดูดซับความชื้นลดลง ทำให้ต้องเปลี่ยนเม็ดดูดซับความชื้นบ่อยขึ้น



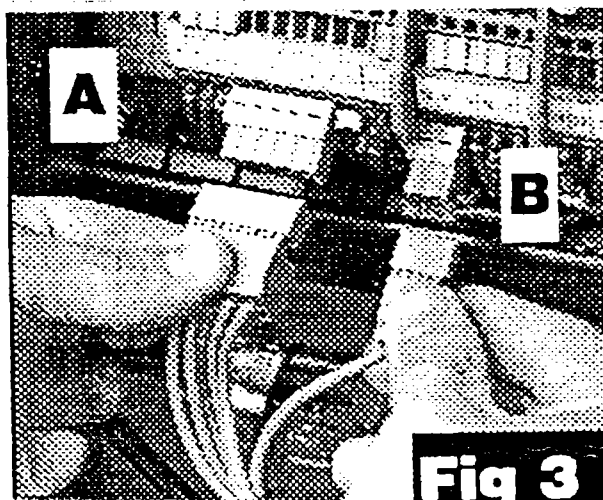
ภาพประกอบ 17 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain

กับลมก่อนที่จะผ่านไปยังเครื่องผลิตลมอัดแห้งจะมีปัญหาการตันของไส้กรอง และเมื่อตันแล้วที่ Indicator ไม่โชว์ว่าตันทำให้ลมที่ผ่านเครื่องกรองลมไปนั้นเป็นลมที่ไม่สะอาดสามารถหลุดรอดเข้าสู่ตัวเครื่องผลิตลมอัดแห้ง หากมีปริมาณของไอน้ำมันเข้าไปที่เม็ดดูดซับความชื้นก็จะไปเกาะติดอยู่กับเม็ดดูดซับความชื้นทำปฏิกิริยากัน ทำให้เม็ดดูดซับความชื้นลดประสิทธิภาพในการทำงานลง คุณภาพลมที่ออกไปนั้นก็อาจจะไม่สะอาดเกิดความดันตกคร่อมเมื่ออุปกรณ์กรองลมตัน



ภาพประกอบ 18 ภาพแสดงเครื่องกรองลม Filter

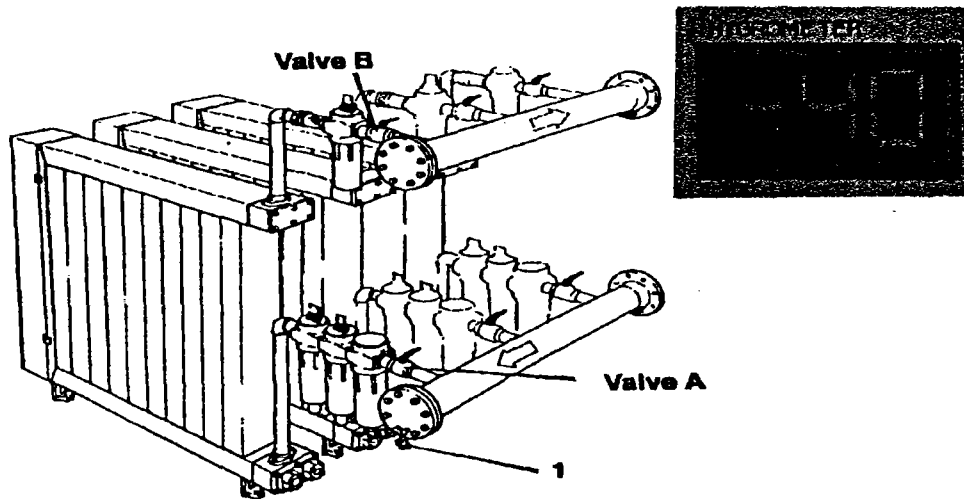
4.6 อุปกรณ์ลอจิก (Logic Gate) เป็นอุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์ควบคุมการทำงานของระบบนิวเมติกส์ในเครื่องผลิตลมอัดแห้งทั้งหมดเป็นอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่ในชุดอุปกรณ์ควบคุมการทำงานอัตโนมัติ PLC และหน้าที่หลักคือ จะปล่อยให้ลมเข้าออกที่ท่อลมไปเลี้ยงระบบนิวเมติกส์ว่าเข้าที่ทางออกก็ทางแล้วแต่คำสั่งที่กำหนดไว้ ปัญหาคือเมื่อไหร่ก็ตามอุปกรณ์ลอจิกเกิดขัดข้องหรือเสียหายจากสาเหตุใดก็ตามจะไม่มีลมไปเลี้ยงระบบนิวเมติกส์ทำให้เครื่องผลิตลมอัดแห้งไม่สามารถทำงานได้



ภาพประกอบ 19 ภาพแสดงอุปกรณ์ลอจิก (Logic Gate)

4.7 อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด (Hygro Meter) เป็นอุปกรณ์ที่วัดความชื้นของลมอัดซึ่งเกิดหลัง

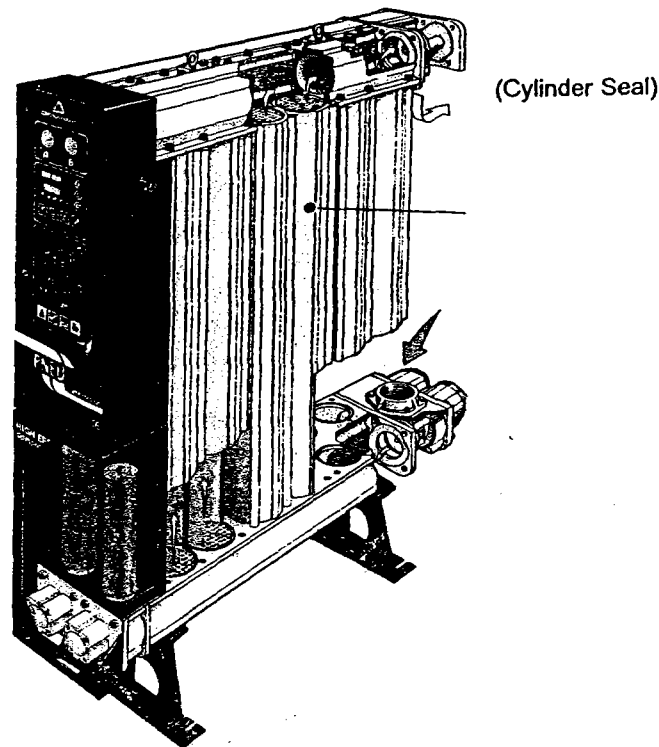
จากที่เครื่องผลิตลมอัดแห้งกำจัดความชื้นออกไปแล้วโดยแสดงผลออกมาในค่าของจุดน้ำค้าง (Dew Point) ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ Sensor ของอุปกรณ์วัดความชื้นอ่านค่าได้ไม่ถูกต้องและตัวเลขที่โชว์ค่านั้นวิ่งบ่อยเกินไป จนไม่สามารถอ่านค่าได้แน่นอน ปัญหาเกิดจากคุณภาพของลมอัดแห้งที่ผลิตได้ไม่สะอาดอีกส่วนหนึ่งเกิดจากการชำรุดของ Sensor ในอุปกรณ์วัดความชื้นเองที่ต้องคอยทำการสอบเทียบอยู่เสมอ



ภาพประกอบ 20 ภาพแสดงการทำงานของอุปกรณ์วัดความชื้น Hygrometer

4.8 อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Contactor) เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่จะป้อนให้ชุดกำเนิดความร้อน Heater ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งซึ่งจะทำงานตามคำสั่งของอุปกรณ์ควบคุม PLC ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ชุดกำเนิดความร้อนไม่ตัดเมื่อร้อนจนเกินไปจากการที่อุปกรณ์อื่น ๆ ทำงานผิดพลาดทำให้อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ PLC ทำงานผิดพลาดไปด้วย ดังนั้นการทำงานของอุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้าทำงานยาวนานไปหรือสั้นไปทำให้ความชื้นที่ต้องการไล่ออกไปไม่หมดและ Heater อาจไหม้หรือ Fuse ขาดทำให้เครื่องหยุดการผลิต

4.9 อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ (Cylinder Seal) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันการรั่วของลมภายในกระบอกสูบของระบบนิวเมติกส์ ปัญหาคือการเสียดสีที่เกิดขึ้นระหว่างกระบอกสูบกับซีลล้นนั้นทำให้เกิดความร้อนขึ้นซีลล้นหรือจากการเสียดสีทำให้บุบตัวลงหรือมีขนาดลดลงทำให้เกิดช่องว่างมีลมรั่วออกมาจากกระบอกสูบทำให้ระยะชักที่เคยตอบสนองอย่างรวดเร็วเปลี่ยนเป็นช้าลงการสับตำแหน่งการทำงานก็ช้าลงด้วย ทำให้ลมอัดที่ออกมาปริมาณน้อยหรือก้านกระบอกสูบเกิดการคดงอ เมื่อกระบอกสูบเสียหายทำให้ระบบอื่น ๆ ก็ไม่สามารถทำงานได้เช่นกันอาจถึงขั้นต้องหยุดการผลิตของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง



ภาพประกอบ 21 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ

4.10 เม็ดดูดซับความชื้น หมายถึง สารดักจับความชื้น Desiccant ซึ่งออกแบบผลิตมาให้เป็นเม็ดเล็ก ๆ บรรจุลงในหลอดหรือถังเพื่อดูดซับความชื้นของไอน้ำและน้ำ

4.11 อุปกรณ์หัวฉีดจ่ายลม Sonic Nozzle หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ฉีดจ่ายลมในระบบการควบคุมของเครื่องผลิตสมอัดแห้ง เพื่อให้อุปกรณ์ควบคุมแต่ละชนิดทำงานตามคำสั่งของ PLC ได้อย่างถูกต้อง

4.12 มอเตอร์เกียร์บ็อก Motor Gearbox อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของพัดลมไล่ความร้อนให้มีความเร็วรอบตามที่ต้องการ

4.13 อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ Pilot Valve หมายถึง อุปกรณ์ที่มีหน้าที่ควบคุมการสลับการทำงานของกระบอกบรรจุเม็ดดูดซับความชื้น ให้สลับการทำงานเมื่อ Colume อีกฝั่งทำงาน

4.14 มอเตอร์ควบคุมลูกเบี้ยว Motor Camtimer หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ขับเคลื่อนของลูกเบี้ยวให้หมุนไปกึ่งองศาในช่วงระยะเวลาที่ได้กำหนดค่าไว้ให้ลูกเบี้ยวทำงาน

4.15 อุปกรณ์ทำความร้อน Heater หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เพื่อความร้อนในกระบอกบรรจุเม็ดดูดซับความชื้น เพื่อให้ความร้อนมาไล่ความชื้นออกจากกระบวนการผลิตสมอัดแห้ง

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเกี่ยวกับการศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมในขอบเขตและความหมายของปัญหาชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน ตลอดจนถึงปัญหาของกลุ่มโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำมาพิจารณาประกอบการกำหนดกรอบและแนวทางการศึกษาค้นคว้าดังนี งานวิจัยภายในประเทศ

วิรัช สุขถาวรการ (2535 ค – ง) ได้ศึกษาวิจัยประสิทธิภาพของระบบกำจัดฝุ่นที่ติดตั้งภายในโรงงานผลิตสารเคมีแห่งหนึ่ง ซึ่งปรากฏว่ามีปัญหาทางด้านมลภาวะ กล่าวคือรูปและโครงสร้างของระบบกำจัดฝุ่นเดิมไม่สอดคล้องกับมาตรฐานสากล ทำให้การดักฝุ่นเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ มีฝุ่นและละอองของสารเคมีขนาดเล็กแขวนลอยในบรรยากาศแวดล้อมที่ทำงานจนอาจทำอันตรายต่อสุขภาพของพนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวได้และ

ได้เสนอการออกแบบและงานสร้างระบบกำจัดฝุ่นชุดใหม่ เพื่อลดปริมาณฝุ่นสารเคมีที่ฟุ้งกระจายอยู่โดยรอบบรรยากาศการผลิต โดยยึดถือหลักการในการออกแบบตามมาตรฐานสากลซึ่งได้แก่ ACGIH (American Conference of Governmental Hygienists)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบใหม่ พบว่าปริมาณฝุ่นที่ฟุ้งกระจายถูกดูดเข้าสู่ระบบมากขึ้นเป็น 2.8 เท่าของระบบเดิม และทำให้สภาพบรรยากาศในการทำงานดีขึ้น โดยลดความเข้มข้นของปริมาณสารเคมีในบรรยากาศเหลือ 1/13 ของความเข้มข้นเดิม

สุขเกษม อ่อนหวาน 2540 : (53 – 54) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพโปรแกรมการออกแบบระบบกำจัดฝุ่น และการระบายอากาศในงานอุตสาหกรรม Visual Basic Application เป็นโปรแกรมที่มีข้อดีในส่วนของการนำโปรแกรมย่อยที่มีหน้าที่และความสามารถที่แตกต่างกันให้มาทำงานร่วมกัน ด้วยเหตุนี้เอง จึงได้นำโปรแกรม Visual Basic Application เข้ามาช่วยลดขั้นตอนการคำนวณให้มีความแม่นยำและประหยัดเวลาในการคำนวณ พร้อมกันนี้ก็สามารถสังพิมพ์เป็นตารางบันทึกผลการคำนวณได้

โปรแกรมการคำนวณท่อทางลมในระบบกำจัดฝุ่นนี้ สามารถที่จะนำไปใช้ในการออกแบบได้เป็นอย่างดี เพียงแต่วิศวกรเขียนแผนผังของระบบแล้วป้อนข้อมูลตามลำดับที่ปรากฏในโปรแกรมก็จะได้ขนาดของท่อลมและผลการคำนวณปริมาณลมที่เหมาะสมกับการระบายอากาศในแต่ละชนิดของอุตสาหกรรม

ชลชัย ชรรณวิวัฒน์กูร (2538 : 48) ได้สร้างการใช้อินเวอร์เตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยจะทำการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้คงที่ด้วยการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ทำให้น้ำยาในระบบมีอัตราการไหลเปลี่ยนแปลงไป นั่นคือปริมาณความร้อนภายในห้องจะถูกถ่ายเทผ่านน้ำยาทำความเย็นสัมพันธ์กับความร้อนที่เกิดขึ้นภายในห้อง (Variable Volume, Constant Temperature) โดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน การปรับความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำได้โดยใช้อินเวอร์เตอร์ซึ่งรับคำสั่งเป็นสัญญาณไฟฟ้ามาจากไมโครคอนโทรลเลอร์, การควบคุมอุณหภูมิทำได้โดยการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดได้จากตัวตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) กับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ก่อนแล้วขณะที่เริ่มต้นใช้งาน มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นแบบลูกสูบ (Reciprocating) ชนิด 3 เฟส 380 โวลท์ ขนาด 3 แรงม้า

ผลที่ได้รับจากการทดสอบพบว่าเมื่อใช้งานเครื่องปรับอากาศด้วยการใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ จะทำให้อุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศมีค่าค่อนข้างคงที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ปรับตั้งไว้เกือบตลอดเวลามากกว่าการใช้งานเครื่องปรับอากาศตามปกติทั่วไป โดยอินเวอร์เตอร์จะควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ให้ทำงานเกือบตลอดเวลาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าแปรเปลี่ยนตั้งแต่ 2,100 วัตต์ถึง 2,900 วัตต์ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงภาระโหลดภายในห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง ลดลงเหลือประมาณ 50%

วีระกาส คอกจันทร์ (2538) ได้ทำการศึกษาวิจัยระบบการใช้น้ำ โรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์เพื่อการส่งออก เพื่อหาวิธีการออกแบบระบบปั๊มชนิดกังไคอะแฟรม เพื่อใช้ทดแทนปั๊มถึงความดันที่ใช้อยู่เดิม การศึกษานี้ได้ครอบคลุมความเป็นไปได้ในการประหยัดพลังงานโดยวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ คำนวณหาจุดคุ้มทุนของการลงทุนส่วนเพิ่มของระบบปั๊มชนิดกังไคอะแฟรม และอัตราผลตอบแทนภายในของการเพิ่มทุน จากข้อมูลเบื้องต้นสรุปได้ว่าปริมาณการใช้น้ำสูงสุดในส่วนของการผลิตประมาณ 170 ลิตร/นาที่ และต่ำสุด 11 ลิตร/นาที่ แรงดันโดยเฉลี่ยประมาณ 3.8 บาร์ จากนั้นหาประสิทธิภาพของระบบปั๊มถึงความดันเปรียบเทียบกับระบบปั๊มชนิดกังไคอะแฟรม จากการวิเคราะห์ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าระบบปั๊มกับระบบปั๊มถึงความดัน มีอัตราการใช้ไฟฟ้าต่อหน่วยของสินค้าที่ผลิต ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า นั้น ระบบปั๊มชนิดกังไคอะแฟรมมีอัตราการใช้พลังงานน้อยกว่าระบบปั๊มถึงความดัน อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) โดยมีอัตราการใช้พลังงานลดลง 23 % ทำให้ค่าใช้จ่ายลดลงปีละ 37,508 บาท สำหรับผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ปรากฏว่า ในระบบที่ศึกษาเมื่อเปลี่ยนจากระบบปั๊มถึงความดันมาเป็นระบบปั๊มชนิดกังไคอะแฟรม จะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพิ่มขึ้น 31,800 บาท โดยมีจุดคุ้มทุนของการเพิ่มขึ้นนี้เท่ากับจำนวนล้างไก่ 20,345,489 ตัว หรือประมาณ 10 เดือน และอัตราผลตอบแทนภายในของการเพิ่มทุนเท่ากับ 116 %

วรรธน์ เวชกิจ (2539 : 46 – 47) ทำการศึกษาวิจัยและทดสอบหาอัตราการใช้พลังงานในวาล์วหมุนจ่ายวัสดุในระบบการขนถ่ายวัสดุด้วยลม โดยเริ่มจากหาตัววัดของอากาศในขณะผ่านวาล์วหมุนจ่ายวัสดุ การศึกษาชนิดต่าง ๆ ของวาล์วหมุนจ่ายวัสดุที่ใช้อยู่ทั่วไป โดยศึกษารูปแบบของวาล์ว, การออกแบบสร้าง และศึกษาอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ประกอบเข้ากับวาล์วหมุนจ่ายวัสดุแต่ละแบบ เพื่อที่จะนำมาเป็นข้อมูลอ้างอิงในการเลือกใช้วาล์วหมุนจ่ายวัสดุให้เหมาะสมต่อการขนถ่าย ตลอดจนปัจจัยที่สำคัญอื่น ๆ ประกอบการพิจารณา

จากนั้นทำการประกอบชุดวาล์วหมุนจ่ายวัสดุเข้าสู่ระบบการขนถ่ายวัสดุด้วยลม และทำการทดลองโดยใช้เม็ดพลาสติก โดยใช้ความดันลมและความเร็วรอบมอเตอร์ที่ 20 30 และ 40 รอบ/นาที่ เพื่อทดสอบหาอัตราการป้อนของวาล์วหมุนจ่ายวัสดุในการจ่ายวัสดุเปรียบเทียบกับข้อมูลจากผู้ผลิตและจากการคำนวณหาปริมาณการจ่ายวัสดุทางทฤษฎี 100 % จะได้อัตราการจ่ายวัสดุจากการทดลองเพียง 78 % ผลที่ได้จะทำให้ผู้เลือกใช้วาล์วหมุนจ่าย สามารถตัดสินใจข้อได้เปรียบเสียเปรียบของการเพิ่มอัตราการใช้พลังงานเทียบกับปริมาณลมรั่ว

ทศพร ขุัสกุล (2533 : 63) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อสร้างการออกแบบเครื่องบรรจุไส้กรองน้ำมันโดยอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการบรรจุไส้กรองน้ำมันเข้ากล่อง โดยใช้ระบบนิวแมติกเป็นระบบการทำงาน และใช้ระบบ PLC เป็นระบบควบคุม

เครื่องบรรจุไส้กรองน้ำมันโดยอัตโนมัติ จะแบ่งการทำงานออกเป็น 6 ส่วนคือ ชุดป้องกันกระดาษ, ชุดขึ้นรูปกล่อง, ชุดปิดฝาล่าง, ชุดบรรจุไส้กรองเข้ากล่อง, ชุดปิดฝาด้านบน, ชุดดันไส้กรองน้ำมันลงถัง

จากการสร้างและทดสอบพบว่า เครื่องบรรจุไส้กรองน้ำมันโดยอัตโนมัติสามารถที่จะบรรจุไส้กรองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 75 มม. โดยใช้ระยะเวลาในการบรรจุพร้อมทั้งปิดกล่องจนเรียบร้อย ใช้เวลาประมาณ 13 วินาทีต่อกล่อง

งานวิจัยต่างประเทศ

ผลงานวิจัยของบริษัท Merch Industry (2000 : 100) ของประเทศเยอรมัน พบว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงเอาสารคาร์บอนต์ (Activated Aluminar) แทนสารดูดความชื้น คือ Desiccant แล้วทำให้ปริมาณของไอน้ำมีปริมาณลดลงจากเดิม 20 % เพราะว่า Desiccant นั้นดูดซับเอาไอน้ำและออกซิเจนไว้ ทำให้ปริมาณของออกซิเจนในท่อเพิ่มขึ้นทำให้น้ำเพิ่มขึ้นในท่อด้วย แต่ถ้านำเอา (Activated Aluminar) ซึ่งมีลักษณะเป็นผงคาร์บอนต์นั้นแล้วจะช่วยลดปริมาณของออกซิเจนภายในท่อลงได้ 20 % ปัจจุบันนี้มีการทดลองนำมาใช้งานแทน Desiccant บ้างแล้วกับ Process ที่ไม่ต้องการให้มีปริมาณของไอน้ำสูงเกินไป คืออุตสาหกรรมพ่นสีรถยนต์และอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ผลงานวิจัยของบริษัท Currus Company (1999 : 87) ของประเทศอังกฤษได้นำผลการทดลองเพิ่มความยาวของท่อ Exthoder ที่เป็นภาชนะบรรจุสารดูดความชื้น Desiccant ให้ยาวกว่าเดิม 25 เซนติเมตร พบว่าปริมาณของอัตราการไหลและอุณหภูมิ D/P ที่ได้เพิ่มขึ้นโดยไม่ต้องเพิ่มขนาดความดันของท่อลม และไม่ต้องเพิ่มขนาดของปั๊มลม (Air Compressor) แต่มีปัญหาในเรื่องการติดตั้งที่มีความสูงจำกัด และการขนส่งไม่สะดวกในเรื่องของการขนส่งทางอากาศ แต่สำหรับประเทศผู้ผลิตมีการนำเอา Model ที่ทำการทดลองมาติดตั้งใช้กับอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องใช้เครื่องผลิตลมอัด สามารถลดต้นทุนได้ถึง 20 % ต่อปี

สรุป การวิจัยมีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์และผลงานที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และสอดคล้องกับสถานะความต้องการของตลาดและกลุ่มเป้าหมาย การพัฒนาในหลาย ๆ ด้านจะมีการนำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยและทฤษฎีใหม่ ๆ มาประยุกต์ เพื่อให้เกิดเป็นนวัตกรรมเทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่บ้าง หรือปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เก่าให้ดีขึ้น มีกระบวนการทำงานใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาให้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่คิดค้นขึ้นนั้นมีความสามารถในการแข่งขันกับตลาดและคู่แข่ง หรือสินค้าเดิมที่วางตลาดอยู่แล้วให้อยู่รอดได้โดยการเพิ่มคุณภาพของสินค้าหรือลดต้นทุนในการผลิต อีกทั้งยังต้องมีการคิดวางแผนไปในอนาคตล่วงหน้าอีกหลาย ๆ ปี เพื่อที่จะคิดค้นนำผลิตภัณฑ์มาจำหน่ายในตลาดใหม่ และต้องพยายามแก้ไขข้อขัดข้องของปัญหาสินค้าที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดีตลอดเวลา ต้องมีการวิจัยถึงปัญหาของผลิตภัณฑ์หลังจากที่วางจำหน่ายผลิตภัณฑ์สู่ตลาดมีการสำรวจจากกลุ่มลูกค้าเดิมและใช้บริการการซ่อมบำรุงนำหน้าผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะทำให้ออกข้อขัดข้องของปัญหาที่เกิดขึ้นจากการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรหรือสาเหตุอื่น ๆ เพื่อแก้ไขปัญหานั้นก่อนที่จะมีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาการชำรุดบกพร่องของเครื่องจักรได้โดยให้มีปัญหาเป็นปริมาณที่น้อยที่สุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาปัญหาสาเหตุของการชำรุดบกพร่องและเทคนิคแนวทางแก้ไข ปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้เป็น เทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาของเครื่องจักรชนิดนี้ และอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมว่าสาเหตุของปัญหาการชำรุดบกพร่องนั้นเกิดจากสาเหตุใด จากปัญหา ด้านเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมโดยมีวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าเป็นขั้นตอนดังนี้

ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจเพื่อศึกษาปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

ประชากร

การสร้างเครื่องมือ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็นกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้การบริการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตลมอัดแห้ง โดยนำเอาข้อมูลการซ่อมบำรุงเคมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 – 2542 ที่อยู่ในช่วงระยะหลังประกัน 2 ปี จำนวนทั้งหมด 40 โรงงาน โดยศึกษาจากพนักงานซ่อมบำรุงของ บริษัท ดอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ปัญหา

2.1 การศึกษาและการวิจัยครั้งนี้ได้จัดทำเป็นการถาม-ตอบปัญหาในสัมมนาเชิงปฏิบัติการเป็นกลุ่มคณะ (Work Shop) โดยใช้ศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขเชิงวิศวกรรมโดยวิศวกรที่มีประสบการณ์กับเครื่องผลิตลมอัดแห้งโดยตรง จำนวน 8 คนรวมผู้นำอภิปราย โดยนำเสนอปัญหา 3 ขั้นตอน

ตอนที่ 1 การศึกษาปัญหา ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งตั้งแต่ พ.ศ. 2541-2542 ที่อยู่ในช่วงระยะรับประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน ทำการรวบรวมข้อมูลปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาในฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่ ซึ่งเป็นไปตามความมุ่งหมายของการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ PLC Control
2. เม็ดดูดซับความชื้น Dissiccant Air Dryer
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer
4. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain
5. อุปกรณ์หัวฉีดจ่ายลม Sonic Nozzle
6. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate
7. อุปกรณ์ทำความร้อน Heater
8. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor
9. มอเตอร์เกียร์บ็อก Motor Gearbox
10. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter
11. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter
12. อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ Pilot Valve

13. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve
14. มอเตอร์ควบคุมลูกเบี้ยว Motor Camtimer
15. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal

เนื่องจากบริษัท คอมนิคส์ อันเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งเกณฑ์การชำรุดเสียหายของตัวอุปกรณ์ 1.5 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นการซ่อมบำรุงโดยปกติ จึงไม่ต้องนำเอาลำดับที่ 11-15 มาคิดเพราะเป็นการซ่อมบำรุงตามปกติของผลิตภัณฑ์

ดังนั้นอุปกรณ์ที่ชำรุดบกพร่องตั้งแต่ลำดับที่ 1 - 9 คือ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ PLC Control อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal

ตอนที่ 2 ลักษณะของคำถามเป็นคำถามเกี่ยวกับปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับเครื่องผลิตลมอัดแห้ง โดยมีการระบุหัวข้อจากข้อมูลเอกสารการซ่อมบำรุงจากบริษัท คอมนิคส์ อันเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้จัดอันดับความรุนแรงของปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์ในตอนที่ 1

โดยยกทีละประเด็นปัญหาแล้วถามให้ผู้เข้าร่วมประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการแต่ละคนตอบแล้วสรุปปัญหาสาเหตุที่เกิดขึ้นที่อุปกรณ์ควบคุมที่มีปัญหาการชำรุดบกพร่อง จากผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1

ผู้วิจัยได้นำเอาข้อมูลจากการบริการลูกค้า ของบริษัทคอมนิคส์ อันเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่อยู่ในช่วงหลังระยะรับประกันคือ พ.ศ. 2541-2542 มาทำการเก็บรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นของแต่ละปัญหาอุปกรณ์ทั้งหมด โดยใช้วิธีการให้ลำดับคะแนน (Ranging) ปัญหาที่มีความถี่มากเป็นคะแนนสูงสุด ปัญหาที่มีความถี่น้อยเป็นคะแนนน้อยตามลำดับ

การหาสาเหตุของปัญหา ผู้วิจัยใช้วิธีการจัดทำสัมมนาเชิงปฏิบัติการ Work Shop โดยเชิญผู้มีประสบการณ์จากการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตลมอัดแห้งจาก บริษัทคอมนิคส์ อันเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด มาเป็นผู้แก้ไขปัญหาโดยใช้ข้อมูลซึ่งเป็นปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์แต่ละชนิดใช้วิธีระดมสมองหาข้อสรุปของปัญหา เทคนิคการแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยใช้ข้อมูลซึ่งเป็นปัญหาของอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่มีการชำรุดเสียหายแล้วให้ผู้ที่ม่ประสบการณ์ตรงจากการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตลมอัดแห้งจาก บริษัทคอมนิคส์ อันเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด มาเป็นผู้สรุปหาเทคนิคการแก้ไขโดยใช้วิธีการระดมสมองสรุปหาแนวทางแก้ไขจากความรู้และประสบการณ์การใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งที่ผ่านมา

2.2 เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลเป็นตารางศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา ตารางประกอบด้วย

- 2.2.1 ช่องอุปกรณ์ หมายถึง ชนิดของอุปกรณ์ควบคุมที่มีปัญหาในเครื่องผลิตลมอัดแห้ง
- 2.2.2 ช่องปัญหาที่พบ หมายถึง ปัญหาที่เครื่องผลิตลมอัดแห้งขาดอุปกรณ์ชิ้นใดชิ้นหนึ่งชำรุดเสียหายจากการทำงานปกติแล้วเครื่องผลิตลมอัดแห้งไม่สามารถทำงานได้
- 2.2.3 ช่องข้อสังเกตเบื้องต้น หมายถึง การที่พบเห็นอุปกรณ์ชิ้นใดชิ้นหนึ่งผิดปกติด้วยตาเปล่าขณะยังไม่ลงมือซ่อมแซม
- 2.2.4 ช่องสิ่งบอกเหตุ หมายถึง การชำรุดบกพร่องหรือเสียหายของอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งสามารถรู้สึกได้ในระยะเวลานั้น ๆ จากอาการของเครื่องจักร
- 2.2.5 ช่องสาเหตุ หมายถึง ต้นเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดปัญหา การชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ควบคุม

2.2.6 ช่องการตรวจสอบ หมายถึง การตรวจเช็คสภาพปัญหาที่แท้จริงก่อนจะลงมือแก้ไข หรือซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุด

2.2.7 ช่องการแก้ไข หมายถึง การซ่อมแซมส่วนที่ชำรุดเสียหรือผิดปกติให้กลับคืนสู่สภาพเดิมและทำงานได้ตามปกติ

นำแบบสอบถามคุณสมบัติของพนักงานซ่อมบำรุง ที่เข้าร่วมสัมมนาเชิงปฏิบัติการและตารางศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตรวจสอบและใช้ความเที่ยงตรงของเนื้อหา

2.3 คุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านกลศาสตร์ของไหลและอุปกรณ์นิวแมติก จำนวน 1 คน มีคุณสมบัติดังนี้

มีวุฒิทางการศึกษาปริญญาโทขึ้นไปทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล

มีประสบการณ์การทำงานทางด้านเทอร์โมไดนามิกส์ อุณหพลศาสตร์และระบบปรับอากาศอย่างน้อย 5 ปี

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องผลิตลมอัดแห้งและระบบคอนโทรลไฟฟ้า จำนวน 1 คน มีคุณสมบัติดังนี้

มีวุฒิทางการศึกษาปริญญาโทขึ้นไปทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

มีตำแหน่งหน้าที่ไม่ต่ำกว่าหัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง

มีประสบการณ์ด้านเครื่องผลิตลมอัดแห้งอย่างน้อย 5 ปี

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านงานวิจัย 1 คน มีคุณสมบัติดังนี้

มีวุฒิทางการศึกษาปริญญาโทขึ้นไป ทางด้านงานวิจัย

มีประสบการณ์ทางด้านงานวิจัยเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 5 ปี

ตอนที่ 3 ลักษณะของคำถามเป็นคำถามเกี่ยวกับเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง จำนวนชนิดอุปกรณ์เป็นผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 โดยใช้วิธีการตอบคำถามเช่นเดียวกับตอนที่ 2 เกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขปัญหาทำการถามโดยตอบคำถาม สรุปสาเหตุของปัญหา และแนวทางแก้ไขที่ละอุปกรณ์จนครบทุกจำนวนอุปกรณ์

3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ใช้วิธีการสำรวจสภาพปัจจุบันโดยใช้ข้อมูลการซ่อมบำรุงของบริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้บริการกับกลุ่มโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ระหว่างปี 2541 – 2542 จำนวน 40 โรงงาน มาสรุปปัญหาการชำรุดบกพร่องของเครื่องจักร 9 ประเด็นปัญหาเพื่อใช้ในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ

3.2 ทำการประสานงานติดต่อกับกลุ่มโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้บริการเครื่องผลิตลมอัดแห้งกับบริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด แล้วระบุชื่อโรงงานจำนวน 8 โรงงาน โดยอาศัยขนาดและปริมาณการใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งเป็นเกณฑ์

3.2.1 จัดทำเป็นหนังสือแจ้งความประสงค์ขอเชิญพนักงานระดับวิศวกรที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม เพื่อเข้าร่วมสัมมนาในกลุ่มในหัวข้อเรื่องการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง โดยระบุวัน เวลาที่เข้าร่วมสัมมนาเชิงปฏิบัติการแก้ไขปัญหาย่างชัดเจน

3.3 ขั้นตอนการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ

3.3.1 ทำหนังสือเชิญผู้เข้าร่วมสัมมนาให้เข้ามาประชุมโดยรูปแบบการประชุมเป็นแบบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ โดยระบุหัวข้อเรื่องที่เข้าประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ ระบุสื่อและวิทยากรที่เข้าร่วมประชุม

3.3.2 สถานที่ใช้ประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เป็นห้องประชุม 1 ของบริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ชั้น 12 อาคาร SNC ทาวเวอร์ ถนนสุขุมวิท ซอย 4 แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร.

3.3.3 รูปแบบการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการเป็นการประชุมโต๊ะกลมระดมสมอง มีรายการและตารางเวลาการประชุมอย่างชัดเจน โดยใช้เวลาในการประชุมทั้งสิ้น 4 ชั่วโมง

3.3.4 วิธีดำเนินการประชุมสัมมนาปฏิบัติการ

3.3.4.1 เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์ควบคุมทั้ง 15 ชนิดนั้น มีอุปกรณ์บางชนิดที่มีความเสียหายไม่ถึงเกณฑ์ที่ทาง บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้ตั้งเกณฑ์ความชำรุดบกพร่องไว้ที่ 1.5 ครั้ง/สัปดาห์ ซึ่งเป็นการชำรุดบกพร่องตามปกติของอุปกรณ์โดยทั่วไป จึงทำให้มีอุปกรณ์ที่เป็นปัญหาอยู่ในเกณฑ์ที่นำมาวิเคราะห์ปัญหาเหลือเพียง 9 อุปกรณ์ ชนิดอุปกรณ์ที่มีความชำรุดบกพร่องต่ำกว่า 1.5 ครั้ง/สัปดาห์ได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมลูกเบี้ยว เม็ดดูดซับความชื้น มอเตอร์เกียร์บล็อก อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ อุปกรณ์ทำความร้อน และอุปกรณ์ฉีดจ่ายลม ดังนั้นจึงไม่นำอุปกรณ์ทั้ง 6 ชนิดดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาลงเหลือเพียงอุปกรณ์ควบคุม 9 ชนิด โดยเรียงตามลำดับปัญหาการชำรุดบกพร่องจากมากที่สุดไปยังน้อยสุดได้ ดังนี้

1. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter
2. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer
4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve
5. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal
6. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor
7. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ PLC Control
8. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate
9. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter

แล้วแนะนำข้อมูลเป็นปัญหาเบื้องต้นของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม จากนั้นนำปัญหามาหาสาเหตุที่เกิดขึ้นกับเครื่องผลิตลมอัดแห้งมาระดมสมองหาสาเหตุแท้จริงของปัญหา

3.3.4.2 แบ่งกลุ่มสัมมนาปฏิบัติการ เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คนแต่ละกลุ่มศึกษาปัญหาและสาเหตุที่ได้สรุปหัวข้อของปัญหาเครื่องผลิตลมอัดแห้งจากเอกสารรายงานการประชุม ของบริษัทของ บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ทุกชนิดอุปกรณ์ที่พบปัญหาใช้เวลา 2 ชั่วโมงหลังจากนั้นทำการอภิปรายโดยส่งตัวแทนนำเสนอการศึกษาปัญหาและสาเหตุโดยแบ่งการนำเสนอทีละกลุ่ม

3.3.4.3 สรุปหาเทคนิคการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากปัญหาและสาเหตุในหัวข้อแรกของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง โดยการระดมสมองแล้วทำการสรุปเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาแล้ววิทยากรสรุปรายการประชุม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 จัดทำเป็นตารางเก็บรวบรวมข้อมูลและเทคนิคการแก้ไขปัญหา (Trouble Shooting) หลังจากทำการประชุม

4.2 นำข้อมูลที่ได้จากการสัมมนาเชิงปฏิบัติการมาแจกแจงสาเหตุของปัญหาแต่ละปัญหา เพื่อนำเสนอเป็นเทคนิค การแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งเพื่อใช้กับกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป

4.3 การวิเคราะห์ปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งสำหรับกลุ่มโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ด้านการออกแบบการแก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นส่วนอุปกรณ์การควบคุมของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าคะแนนเฉลี่ยความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และปัญหาของชิ้นส่วนอุปกรณ์การควบคุมของแต่ละอุปกรณ์จากคะแนนเฉลี่ย

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติพื้นฐาน

5.1.1 ความถี่

5.1.2 ร้อยละ

5.1.3 ค่าเฉลี่ย

5.1.4 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าร้อยละ

$$\text{สูตร} \quad X = \frac{X_1}{X_2} \times 100$$

X = ค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ

X_1 = ค่าคะแนนที่ได้ในแต่ละชนิดอุปกรณ์

X_2 = คะแนนเต็มของคะแนนแบบสอบถาม

2. ค่าเฉลี่ยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด : 101 – 108)

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3. ค่าความแปรปรวน (เคื่อนใจ เกตุษา : 190)

$$\text{สูตร} \quad S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

N = จำนวนคนทั้งหมด

X = คะแนนที่ตอบ

X^2 = คะแนนที่ตอบยกกำลังสอง

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนที่ตอบ

$\sum X^2$ = ผลรวมของคะแนนที่ตอบยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ = ผลรวมของคะแนนที่ตอบยกกำลังสอง

การวิเคราะห์ระดับปัญหาของการชำรุดบกพร่อง โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลมีระดับคะแนนเฉลี่ยดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00	หมายถึง ผลการประเมินมีปัญหาในระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49	หมายถึง ผลการประเมินมีปัญหาในระดับมาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49	หมายถึง ผลการประเมินมีปัญหาในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49	หมายถึง ผลการประเมินมีปัญหาในระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49	หมายถึง ผลการประเมินมีปัญหาในระดับน้อยที่สุด

ระดับปัญหาของการชำรุดบกพร่อง โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลมีระดับคะแนนดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง เห็นด้วยมาก
ระดับ 3	หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง เห็นด้วยน้อย
ระดับ 1	หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าสภาพปัญหาตามขั้นตอนต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดที่ใช้ในการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าไว้ และกำหนดระยะเวลาในการศึกษาปัญหาเทคนิคการแก้ไขปัญหามีดังต่อไปนี้

1. การศึกษาปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์เครื่องผลิตลมอัดแห้งในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งตั้งแต่ พ.ศ. 2541-2542 ที่อยู่ในช่วงระยะรับประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน ทำการรวบรวมข้อมูลปัญหาการชำรุดบกพร่องของแต่ละชนิดอุปกรณ์ในฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่ ซึ่งเป็นไปตามความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ทำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญในการตรวจประเมินแบบสอบถามและแสดงความคิดเห็นต่อการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถสรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาจาก 40 โรงงาน โดยใช้การประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการสรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาที่รวบรวมได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์ การรวบรวมปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 40 โรง ตั้งแต่ พ.ศ. 2541-2542 มีรายละเอียดของอุปกรณ์ต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control
2. เม็ดดูดซับความชื้น Dissiccant Air Dryer
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer
4. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain
5. อุปกรณ์หัวฉีดจ่ายลม Sonic Nozzle
6. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate
7. อุปกรณ์ทำความร้อน Heater
8. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor
9. มอเตอร์เกียร์บ็อก Motor Gearbox
10. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter
11. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter
12. อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ Pilot Valve
13. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve
14. มอเตอร์ควบคุมลูกเบี้ยว Motor Camtimer
15. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal

ตาราง 6 การรวบรวมปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 40 โรงงาน ตั้งแต่ พ.ศ. 2541-2542 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รายละเอียดการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์เครื่องผลิตลมอัดแห้ง	จำนวนครั้งที่เสียหาย / เดือน ภายในปี พ.ศ. 2541												จำนวนครั้งที่เสียหาย / เดือน ภายในปี พ.ศ. 2542													
	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	รวม	ลำดับ
1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ (PLC Control)	3	1	2	4	5	1	8	1	2	3	4	5	3	2	1	5	2	4	3	1	5	4	3	2	74	7
2. อุปกรณ์เม็ดดูดซับความชื้น (Desiccant Air Dryer)	1	2	1	3	1	2	2	2	1	1	2	2	1	3	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	38	11
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น (Exhaust Silencer)	7	5	8	4	6	5	7	3	8	7	5	6	4	3	6	5	8	7	6	4	5	6	7	5	137	3
4. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (Auto Drain)	8	9	6	8	3	8	9	8	8	2	9	10	8	7	6	8	9	6	4	8	4	8	8	7	171	2
5. อุปกรณ์หัวฉีดจ่ายลม (Sonic Nozzle)	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	28	15
6. อุปกรณ์ลอจิก (Logic Gate)	5	2	1	3	5	4	3	2	3	2	5	4	2	3	2	3	3	4	2	1	5	3	5	1	73	8
7. อุปกรณ์ทำความร้อน (Heater)	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	29	14
8. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Contactor)	4	5	2	3	6	3	5	2	3	6	2	3	5	4	3	2	4	1	3	5	6	2	4	3	86	6
9. อุปกรณ์มอเตอร์เกียร์บ็อก (Motor Gearbox)	1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	33	12
10. อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter)	9	10	11	7	8	8	9	6	9	11	8	7	6	8	9	7	8	7	6	9	5	7	8	7	190	1
11. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด (Hygro Meter)	3	4	2	4	3	1	3	2	1	4	1	1	2	3	3	2	2	3	3	1	4	3	2	1	56	9
12. อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ (Pilot Valve)	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	30	13
13. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว (Solenoid Valve)	6	4	5	3	6	6	5	4	6	7	4	5	3	4	2	6	7	5	3	4	8	8	7	7	125	4
14. อุปกรณ์มอเตอร์ควบคุมลูกเบี้ยว (Motor Camtimer)	3	1	1	2	1	4	1	1	1	4	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	3	1	39	10
15. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ (Cylinder Seal)	6	4	3	4	5	3	3	5	3	2	5	4	3	5	6	4	4	5	3	6	4	5	6	7	105	5

จากตารางการรวบรวมปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห่งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 40 โรงงาน ตั้งแต่ พ.ศ. 2541 – 2542 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter มีการชำรุดมากที่สุดในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 190 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 7.91 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain มีการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์เป็นอันดับสอง ในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 171 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 6.1 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer มีการชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสามในช่วงเวลา 2 ปี มีจำนวนการชำรุดบกพร่อง 137 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 5.7 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve มีการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์เป็นอันดับสี่ ในช่วงเวลา 2 ปี มีจำนวนของการชำรุดบกพร่อง 125 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 5.2 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal มีการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์เป็นอันดับห้า ในช่วงเวลา 2 ปี มีจำนวนการชำรุดบกพร่อง 105 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 4.37 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า (agnetic Contactor มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับหก ในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 86 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 3.5 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control มีการชำรุดบกพร่องเป็นอันดับเจ็ด ในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 74 ครั้ง คิดเป็นค่าเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 3.08 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับแปด ในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 73 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 3.04 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับเก้า ในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 56 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 2.3 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์มอเตอร์ควบคุมลูกเบี้ยว Motor Camtimer มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบ ในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 39 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.62 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์เม็ดดูดซับความชื้น Dissiccant Air Dryer มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบเอ็ด ในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 36 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.5 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์มอเตอร์เกียร์บ็อก Motor Gearbox มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบสอง ในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 33 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.37 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ Pilot Valve มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบสาม ในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 30 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.25 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์ทำความความวร้อน Heater มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบสี่ ในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 29 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.2 ครั้ง/สัปดาห์ อุปกรณ์โซนิคโนซเซิล Sonic Nozzle มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบห้า ในช่วงเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 28 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.16 ครั้ง/สัปดาห์

เนื่องจาก บริษัท คอมนิคส์ ฮันเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งเกณฑ์การชำรุดเสียหายของตัวอุปกรณ์ 1.5 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นการซ่อมบำรุงโดยปกติ จึงไม่ต้องนำเอาลำดับที่ 10-15 มาคิดเพราะเป็นการซ่อมบำรุงตามปกติของผลิตภัณฑ์

ดังนั้นอุปกรณ์ที่ชำรุดบกพร่องตั้งแต่ลำดับที่ 1 - 9 คือ อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter

2. การแสดงความคิดเห็นและระดับปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห่งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห่งตั้งแต่ พ.ศ. 2541-2542 ที่

อยู่ในช่วงระยะรับประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน ทำการรวบรวมข้อมูลปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา
 ในฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่ เมื่อได้ข้อมูลที่สามารถให้คะแนนความถี่จากมากที่สุดไปหาค้างสุด

แต่เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์ควบคุมทั้ง 15 ชนิดนั้น มีอุปกรณ์บางชนิดที่มีความเสียหาย
 ไม่ถึงเกณฑ์ที่ทาง บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้ตั้งเกณฑ์ความชำรุดบกพร่องไว้ที่
 1.5 ครั้ง/สัปดาห์ ซึ่งเป็นการชำรุดบกพร่องตามปกติของอุปกรณ์โดยทั่วไป จึงทำให้มีอุปกรณ์ที่เป็นปัญหาอยู่
 ในเกณฑ์ที่น่ามาวิเคราะห์ปัญหาเหลือเพียง 9 อุปกรณ์ ชนิดอุปกรณ์ที่มีความชำรุดบกพร่องต่ำกว่า 1.5 ครั้ง/
 สัปดาห์ได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมลูกเบี้ยว เม็ดดูดซับความชื้น มอเตอร์เกียร์บ็อก อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ
 อุปกรณ์ทำความร้อน และอุปกรณ์ฉีดจ่ายลม ดังนั้นจึงไม่นำอุปกรณ์ทั้ง 6 ชนิด ดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์
 ปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาจึงเหลือเพียงอุปกรณ์ควบคุม 9 ชนิด โดยเรียงตามลำดับปัญหา
 การชำรุดบกพร่องจากมากที่สุดไปยังน้อยสุดได้ ดังนี้

- 2.1.1 อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter
- 2.1.2 อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain
- 2.1.3 อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer
- 2.1.4 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve
- 2.1.5 อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal
- 2.1.6 อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor
- 2.1.7 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control
- 2.1.8 อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate
- 2.1.9 อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter

การวิเคราะห์ระดับปัญหาของการชำรุดบกพร่อง โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล มีราย
 ละเอียดดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง	ผลการประเมินมีปัญหในระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง	ผลการประเมินมีปัญหในระดับมาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง	ผลการประเมินมีปัญหในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง	ผลการประเมินมีปัญหในระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง	ผลการประเมินมีปัญหในระดับน้อยที่สุด

ตาราง 7 แสดงความคิดเห็นและระดับปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ดังรายละเอียดต่อไปนี้

รายละเอียดการชำรุดบกพร่อง ของอุปกรณ์เครื่องผลิตลมอัดแห้ง	ค่าเฉลี่ย	S.D	ระดับความ ชำรุด	ลำดับที่
1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ PLC control	3.13	0.78	ปานกลาง	7
2. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve	3.50	1.13	มาก	4
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer	3.50	1.67	มาก	3
4. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain	4.00	1.60	มาก	2
5. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter	4.00	1.74	มาก	1
6. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate	2.75	0.24	ปานกลาง	8
7. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter	2.75	0.54	ปานกลาง	9
8. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor	3.38	0.88	ปานกลาง	6
9. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal	3.38	0.94	ปานกลาง	5

จากตารางแสดงความคิดเห็นและระดับปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง สามารถวิเคราะห์ข้อมูลของ
ความคิดเห็นและระดับของปัญหา ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการประชุม
และสอบถามตามแบบสอบถามที่สร้างขึ้น โดยใช้พนักงานซ่อมบำรุงรักษาของ บริษัท คอมนิคส์ อัมเตอร์
(ประเทศไทย) จำกัด โดยใช้การประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ Work Shop จำนวน 8 คน มีรายละเอียดดังนี้

อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control มีค่าเฉลี่ย = 3.13 ค่า
เบี่ยงมาตรฐาน 0.78 อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve
มีค่าเฉลี่ย = 3.50 ค่าเบี่ยงมาตรฐาน 1.13 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น
Exhaust Silencer มีค่าเฉลี่ย = 3.50 ค่าเบี่ยงมาตรฐาน 1.37 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อุปกรณ์ระบายน้ำ
อัตโนมัติ Auto Drain มีค่าเฉลี่ย = 4.00 ค่าเบี่ยงมาตรฐาน 1.60 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อุปกรณ์กรองลม
อัด Air Filter มีค่าเฉลี่ย = 4.00 ค่าเบี่ยงมาตรฐาน 1.74 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อุปกรณ์ลอจิก Logic
Gate มีค่าเฉลี่ย = 2.75 ค่าเบี่ยงมาตรฐาน 0.24 อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง อุปกรณ์วัดความชื้นของลม
อัด Hygro Meter มีค่าเฉลี่ย = 2.75 ค่าเบี่ยงมาตรฐาน 0.54 อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง อุปกรณ์สวิตช์
แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor มีค่าเฉลี่ย = 3.38 ค่าเบี่ยงมาตรฐาน 0.88 อยู่ในเกณฑ์ระดับปาน
กลาง อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal มีค่าเฉลี่ย = 3.38 ค่าเบี่ยงมาตรฐาน 0.94
อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง

ตาราง 8 แสดงเปรียบเทียบ การชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ที่เกิดจากการเก็บข้อมูลจากฐานข้อมูลเดิมกับข้อมูลที่ได้จากพนักงานซ่อมบำรุงของ บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 8 คน

รายละเอียดการชำรุดบกพร่อง ของอุปกรณ์เครื่องผลิตลมอัดแห้ง	ตาราง 6 การรวบรวมปัญหา ของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง		ตาราง 7 แสดงความคิดเห็นและระดับ ปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง	
	จำนวนครั้งที่เสียหาย	ลำดับที่	ระดับความชำรุด	ลำดับที่
1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ (PLC Control)	74	7	ปานกลาง	7
2. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว (Solenoid Valve)	125	4	มาก	4
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น (Exhaust Silencer)	137	3	มาก	3
4. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (Auto Drain)	171	2	มาก	2
5. อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter)	190	1	มาก	1
6. อุปกรณ์ลอจิก (Logic Gate)	73	8	ปานกลาง	8
7. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด (Hygro Meter)	56	9	ปานกลาง	9
8. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Contactor)	86	6	ปานกลาง	6
9. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ (Cylinder Seal)	105	5	ปานกลาง	5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางเปรียบเทียบการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลเดิมกับข้อมูลที่ได้จากพนักงานซ่อมบำรุงของ บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้แสดงความคิดเห็นระดับของปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง จะเห็นได้ว่าระดับของปัญหาอุปกรณ์ควบคุมแต่ละชนิดจากการสอบถามความเห็นเบื้องต้น ของพนักงานซ่อมบำรุงที่มีความชำนาญและประสบการณ์ตรง จำนวน 8 คน นั้นมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลเดิมสามารถแบ่งระดับของการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ได้ 2 ระดับ คือระดับมากและระดับปานกลาง

ข้อมูลที่ได้จากตารางแสดงความคิดเห็นและระดับปัญหาของพนักงานซ่อมบำรุง มีความสอดคล้องกับคะแนนที่ได้จากตารางรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง คืออุปกรณ์ดังต่อไปนี้

อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter มีค่าเฉลี่ยที่ 4.0 ค่าความแปรปรวนที่ 1.74 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับมาก โดยจำนวนความถี่จากตารางการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่ปัญหาการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 1 คือ 190 ครั้ง

อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain มีค่าเฉลี่ยที่ 4.0 ค่าความแปรปรวนที่ 1.60 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับมาก โดยจำนวนความถี่จากตารางการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่ปัญหาการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 2 คือ 171 ครั้ง

อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer มีค่าเฉลี่ยที่ 3.50 ค่าความแปรปรวนที่ 1.67 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับมาก โดยจำนวนความถี่จากตารางการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่ปัญหาการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 3 คือ 137 ครั้ง

อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve มีค่าเฉลี่ยที่ 3.50 ค่าความแปรปรวนที่ 1.13 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับมาก โดยจำนวนความถี่จากตารางการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่ปัญหาการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 4 คือ 125 ครั้ง

ข้อมูลที่ได้จากตารางระดับปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ก็มีความสอดคล้องกับตารางการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง ดังนี้

อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal มีค่าเฉลี่ยที่ 3.38 ค่าความแปรปรวนที่ 0.94 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับปานกลาง โดยจำนวนความถี่จากตารางการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มียุทธการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 5 คือ 105 ครั้ง

อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor มีค่าเฉลี่ยที่ 3.38 ค่าความแปรปรวนที่ 0.88 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับปานกลาง โดยจำนวนความถี่จากตารางการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มียุทธการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 6 คือ 86 ครั้ง

อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control มีค่าเฉลี่ยที่ 3.13 ค่าความแปรปรวนที่ 0.78 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับปานกลาง โดยจำนวนความถี่จากตารางการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มียุทธการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 7 คือ 74 ครั้ง

อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate มีค่าเฉลี่ยที่ 2.75 ค่าความแปรปรวนที่ 0.24 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับปานกลาง โดยจำนวนความถี่จากตารางการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มียุทธการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 8 คือ 73 ครั้ง

อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter มีค่าเฉลี่ยที่ 2.75 ค่าความแปรปรวนที่ 0.54 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับปานกลาง โดยจำนวนความถี่จากตารางการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มียุทธการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 9 คือ 56 ครั้ง

3. การศึกษาถึงปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งตั้งแต่ พ.ศ. 2541-2542 ที่อยู่ในช่วงระยะรับประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน โดยนำผลสรุปความถี่ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่เดิมและระดับความคิดเห็นจากการวิเคราะห์ของพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาของ บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 8 คน โดยใช้การประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ Work Shop ให้พนักงานซ่อมบำรุงทั้งหมดช่วยกันระดมความคิด Blame Storming ถึงปัญหา สิ่งบอกเหตุ สาเหตุการชำรุดบกพร่อง และวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ทั้ง 9 ชนิดอุปกรณ์ โดยใช้วิธีสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นว่าอุปกรณ์ชนิดไหนมีความถี่ของการชำรุดบกพร่องสูงและการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องตรงประเด็น โดยทำการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ Work Shop ที่ห้องประชุม 1 บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ใช้เวลาในการประชุมทั้งสิ้น 4 ชั่วโมง มีหัวข้อสรุปปัญหาและลำดับอุปกรณ์ดังตารางการสรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ตาราง 9 การสรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตนมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยการประชุมพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาจำนวน 8 คน

อุปกรณ์ควบคุม	ปัญหาที่พบ	ข้อสังเกตเบื้องต้น ดูได้จาก	สิ่งบอกเหตุ	การตรวจสอบ	สาเหตุ	การแก้ไข	อื่น ๆ
1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน โดยอัตโนมัติ (Programmable Logic Control)	การสั่งงานผิดปกติไป จากระบบเดิม - ระบบการควบคุมการ สั่งการไปยังอุปกรณ์ ควบคุมต่าง ๆ ผิด พลาด - ไม่มีไฟฟ้าจ่ายให้ เนื่องจากการลัดวงจร หรือช็อต	ไม่มีสัญญาณไฟโชว์ที่ ด้านหน้าของแผงวงจร คอนโทรล แสดงการ ทำงานของเครื่องผลิตนม อัดแห้ง	ไม่สามารถอ่านค่า ตัวเลขจากค่า Dew Point ได้ เพราะ เครื่องไม่ทำงาน	- ไฟวงจรไฟฟ้า และ ระบบควบคุมใหม่ - ตรวจสอบฟิวส์	- ชุดอุปกรณ์ควบคุม มีปัญหา ชุด (Programmable Logic Control) อาจ อยู่ใกล้กับความร้อน จนเกินไป	- ปรับเปลี่ยน Program คำสั่ง ระบบการทำงานให้ เหมือนเดิม - เปลี่ยน (Programmable Logic Control) หรือ Card ตัวใหม่แทน แล้วนำของเก่ากลับ ไปซ่อม	ถ้าหากพิจารณา บ่อย ๆ แสดงว่าไฟ ที่จ่ายมามีกำลังสูง เกินไป
2. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน ของวาล์ว (Solenoid Valve)	Valve ค้างหรือไม่ยอม เปิด / ปิด หน้า Contac Valve	Solenoid Valve หยุด การทำงานไม่ยอมจ่าย นม - ลมเข้าลดลงเรื่อย ๆ - ไม่มีลมจ่ายไปยัง Cortume ใหม่	ตัวของ Valve ร้อนและมีกลิ่นใหม่ ของยาง โอ-ริง - มีลมรั่วที่ Solenoid Valve สังเกตได้จากเสียง ที่ดัง	ตรวจเช็ค Solenoid Valve ขณะเครื่อง ทำงาน ว่าปกติจะสั่ง ให้ปิด / เปิด ลมตาม จังหวะหรือไม่	- Stem Valve หรือ ก้านวาล์วเปิดค้าง - Solenoid Valve หมดอายุการใช้งาน แล้วแต่ยังใช้อยู่ต่อไป	- เปลี่ยนอุปกรณ์ที่ ชำรุด - ตรวจเช็คทำ ความสะอาด เปลี่ยนคอยล์ใหม่	ตรวจเช็คดูว่าความ ผิดพลาดมาจาก (Programmable Logic Control) หรือไม่

อุปกรณ์ควบคุม	ปัญหาที่พบ	ข้อสังเกตเบื้องต้นดูได้จาก	สิ่งบอกเหตุ	การตรวจสอบ	สาเหตุ	การแก้ไข	อื่น ๆ
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น (Exhaust Silencer)	- อุดตัน - มีเสียงดังผิดปกติมากกว่าธรรมดา - การระบายลมออกไม่ดี	- เวลาปล่อยลม Purge ออกลมค้างที่แก๊สวัดค่า แต่เข็มไม่ตกถึงเลขศูนย์ - ดูว่า Exhaust Silencer แตกหักหรือไม่	ค่าความบริสุทธิ์ของลมอัดแห้งต่ำกว่าปกติมาก Dew Point ตก	วัดจากปริมาณลมที่ทำการ Purge ระบายออก ว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด	- มีฝุ่นและสิ่งสกปรกมาอุดตัน - เมื่อดูดความชื้นหลุดเข้ามาอุดตัน	- เปลี่ยน Exhaust ใหม่และไปทำความสะอาดบริเวณรอบ ๆ ที่จะเปลี่ยน Exhaust เพื่อไม่ให้มีคากของเหลือตกค้างอยู่	- ใช้ Exhaust ที่เป็นรุ่นใหม่คือเป็นพลาสติกแทนรุ่นเก่าที่เป็นทองเหลืองซึ่งรูป
4. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (Auto Drain)	- ไม่ Drain น้ำทิ้ง - หรือ Drain ค้าง	- ดูปริมาณน้ำที่ Slide Glass ว่ามีปริมาณน้ำหรือไอน้ำ อยู่มาก - น้อยเพียงใด	พบนํ้าที่ปลาย Line หรือนํ้าซึมเข้าไปในเครื่อง	ถอด Filter และตรวจสอบชุด Drain	- ลูกสอยไม่ยอมเปิด - มีสิ่งสกปรกอุดตัน	- ถอดอุปกรณ์ Auto Drain มาทำความสะอาด - เปลี่ยนตัวใหม่	

อุปกรณ์ควบคุม	ปัญหาที่พบ	ข้อสังเกตเบื้องต้น ได้จาก	สิ่งบอกเหตุ	การตรวจสอบ	สาเหตุ	การแก้ไข	อื่น ๆ
5. อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter)	- มีสิ่งสกปรกอุดตัน - Pressure Drop - มีลมรั่ว	Differential Pressure Gage แสดงการเปลี่ยนแปลง จากที่เขียวเป็นสีแดง	ความดันตก Pressure Group	ถอดไส้ Filter มา ตรวจสอบดูสิ่งสกปรก ที่ Filter กรองได้	สิ่งสกปรกหลุดออกมา อุดตันระบบจำนวนมาก	เปลี่ยนไส้กรอง Element ใหม่	ตรวจสอบว่า Seal ด้านหัว - ท้าย ของไส้กรองชำรุด หรือหมดอายุการ ใช้งานแล้วหรือยัง
6. อุปกรณ์ลอจิก (Logic Gate)	ลมรั่ว Leak ในระบบ เครื่องผลิตลมอัดแห้ง	เครื่องผลิตลมอัดแห้ง ทำงานไม่สมบูรณ์	ลมในระบบตกลงมา และค่า Dew Point ลดลงจาก Monitor	- เช็คว่ามีลมรั่วที่ Logic หรือไม่ - Pressure Gage ไม่โชว์ค่าเพราะไม่มี ลมเข้าสู่เครื่อง	- เสื่อมอายุการใช้งาน - โอ-ริง หมดอายุ	เปลี่ยน Logic Gate ใหม่ หรือ เปลี่ยน โอ-ริง ใหม่	

อุปกรณ์ควบคุม	ปัญหาที่พบ	ข้อสังเกตเบื้องต้น ได้จาก	สิ่งบอกเหตุ	การตรวจสอบ	สาเหตุ	การแก้ไข	อื่น ๆ
7. อุปกรณ์วัดความชื้นของ ลมอัด (Hygro Meter)	- วัดค่าหรืออ่านค่าได้ ไม่ตรงกับความเป็น จริง - ชุดแปลงไฟรีด	- ไม่มีค่า Dew Point โชว์หน้า เครื่องหรืออ่านค่าได้ มาก / น้อยกว่าการ ใช้งานปกติ	Alarm เตือนหรือจอไม่ แสดงผลเลย	วัดเปรียบเทียบกับ เครื่องแบบ หรือ ชนิดเดียวกัน Cali Brat เครื่องใหม่	- Sensor หดอายุ - แผ่นวงจรชำรุดเสีย หาย	- เปลี่ยน Sensor - เปลี่ยนแผงวงจรใหม่	แนะนำให้ติดตั้งใน ที่ร่มหรือ In Door
8. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็ก ไฟฟ้า (Magnetic Contactor)	- ช็อตและไม่จ่ายไฟฟ้า	- ไม่มีฟิวส์ปรกติ และ Braker ตัดการ ทำงาน	ไม่มีไฟโชว์ที่หน้า เครื่องเลย	- ถอดและตรวจ สอบวัดความต่อเนื่อง ของ Coil - ตรวจสอบ Heater และ Magnetic	- Heater ช็อต - Body Contac Coil แม่เหล็กขาด	- ถอดทำความสะอาด สวิตช์ - เปลี่ยน Magnetic Contactor ใหม่ทั้ง ชุด	- หากมีการเปลี่ยน แนะนำให้เปลี่ยน Magnetic Contactor ใหม่ทั้ง ชุด

อุปกรณ์ควบคุม	ปัญหาที่พบ	ข้อสังเกตเบื้องต้น ได้จาก	สิ่งบอกเหตุ	การตรวจสอบ	สาเหตุ	การแก้ไข	อื่น ๆ
9. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของ กระบอกสูบ (Cylinder Seal)	- สูกสูบไม่ทำงาน - แฉ่งและไม่ยืดหยุ่น - ลมรั่ว	เครื่องทำงานไม่เป็น ปกติ โดยมากแล้วจะ ไม่มี Alarm เตือน	- ค่า Dew Point ต่ำ - มีลมรั่วและเสียงดัง ออกจากกระบอกสูบฝั่ง ตรงกันข้าม	- ถอดชุดกระบอกสูบ มาตรวจเช็ค - ถอด Seal มาดู สภาพการใช้งาน	- Seal หมดอายุการ ใช้งาน และฉีกขาด - สารหล่อลื่นหมด สภาพ	เปลี่ยน Seal ใหม่หรือเปลี่ยน กระบอกสูบใหม่ ทั้งชุด	ตรวจสอบความดัน ของลมด้านขาเข้า ว่าต่ำกว่า 7 Bar หรือไม่
10. อุปกรณ์อื่น ๆ (โปรตระกูล) เม็ดดูดซับความชื้น (Desiccant)	มีน้ำปนอยู่ใน กระบอก บรรจุเม็ดดูดซับ ความชื้น Colume ซ้าย - ขวา หรือไม่	เม็ดดูดซับความชื้น เปียก และแตกเยอะ มาก	มีน้ำอยู่ในท่อ หรือค่า Dew Point ไม่ได้ มาตรฐาน	- ตรวจ Filter ว่า ตันหรือไม่ - ทำไมจึงมีน้ำเข้า ระบบได้	Filter เสื่อมสภาพหรือ หมดอายุการใช้งาน	เปลี่ยนเม็ดดูดซับ ความชื้น และ เปลี่ยน	- ต้องนำเครื่องไป ตากให้แห้งหรือ เปลี่ยนร่อนไล่ ความชื้นออกจาก เครื่องหลังเปลี่ยน ถ่ายเม็ดดูดซับความชื้น

ผลสรุประดับของปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จากความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุง ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์ตรงในการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตลมอัดแห้ง จำนวน 8 คน แล้ว สามารถวิเคราะห์ผลของข้อมูลเปรียบเทียบกับข้อมูลการชำรุดบกพร่อง ซึ่งเป็นข้อมูลของอุปกรณ์ควบคุมแต่ละชนิดแล้วว่ามีค่าความสัมพันธ์และสอดคล้องกับตาราง 1 ดังนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้จากผลสรุปของทั้ง 2 ตาราง มาทำการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้ง ตั้งแต่ พ.ศ. 2541 – 2542 ที่อยู่ในช่วงระยะประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน แล้วทำการประชุมเพื่อวิเคราะห์ปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมทั้ง 9 ชนิดอุปกรณ์ โดยพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาจำนวน 8 คน เป็นไปตามความมุ่งหมายของการวิจัย

จากตารางแสดงปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งตั้งแต่ พ.ศ. 2541-2542 ที่อยู่ในช่วงรับประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน ทำการรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่เดิมมาวิเคราะห์กับพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาของ บริษัท ดอมนิคส์ อันเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 8 คน โดยใช้การประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการได้ผลสรุปดังนี้

1. การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยสามารถนำเสนออุปกรณ์ที่มีปัญหาดังแต่ลำดับมากที่สุด ได้ดังต่อไปนี้

1.1 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากคือ การวาล์วด้านไม่ยอมปิดหรือเปิดหน้าวาล์ว หรือเกิดจากชำรุดของวาล์วเอง โดยมีข้อสังเกตเบื้องต้นได้จากอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของ Solenoid Valve หยุดการทำงาน ไม่ยอมจ่ายลมออกไปเลี้ยงอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ การตรวจสอบทำได้โดยการไล่เช็ควงจรไฟฟ้าและระบบควบคุมใหม่รวมทั้งตรวจสอบฟิล์มด้วย โดยทั่วไปแล้วพนักงานซ่อมบำรุงให้สาเหตุว่าเกิดจากชุดอุปกรณ์ควบคุมอ่านค่าผิดไปจากความเป็นจริงเนื่องจากอายุการใช้งานหรืออุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ Programmable Logic Control ติดตั้งอยู่ใกล้ความร้อนเกินไปวิธีการแก้ไขคือปรับเปลี่ยนระบบหรือโปรแกรมการทำงานให้เหมือนเดิมและติดตั้ง Programmable Logic Control ในที่ร่ม

1.2 อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากคือ การที่อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer ไม่ระบายลมออกหรืออุดตันทำให้มีเสียงดังผิดปกติ ข้อสังเกตดูได้จากขณะที่ปล่อยลม (Purge) ออกลมค้างที่เกจวัดค่า แต่เข็มของ (Pressure Gauge) ตกถึงเลขศูนย์ หรือดูว่ามีการแตกหักของอุปกรณ์ลดเสียงหรือไม่ สิ่งบอกเหตุระบุว่าค่าของความแห้งของลมอัดว่าอยู่ในปริมาณเท่าไร ตรวจสอบว่าปกติหรือสูงขึ้นกว่าปกติ วิธีการตรวจสอบ คือวัดจากปริมาณลมที่ทำการ (Purge) ระบายออกว่ามีน้ำปริมาณมากน้อยเพียงใด สาเหตุสรุปได้จากการมีฝุ่นและสิ่งสกปรกมาอุดตัน วิธีการแก้ไข คือถ้ามีการอุดตันก็ต้องเปลี่ยนไส้ในของ (Filter) ใหม่

1.3 อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากเกิดจากการที่อุปกรณ์ชนิดนี้ไม่ระบายน้ำทิ้งหรือระบายแล้วแต่ (Auto Drain) ค้าง ข้อสังเกตดูเบื้องต้นสามารถดูจาก การดูปริมาณน้ำที่กระจกข้างเครื่อง (Side Glass) มีสิ่งที่บอกเหตุคือ จะพบน้ำที่ปลายของระบบท่อ หรือมีปริมาณน้ำซึมย้อนกลับเข้าเครื่องผลิตลมอัดแห้ง การตรวจสอบที่ประชุมระบุว่าให้ถอดฟิวส์เตอร์และตรวจเช็คทุกชุดระบายน้ำ Auto Drain สาเหตุเกิดจากมีสิ่งสกปรกอุดตัน ลูกกลิ้งไม่ยอมทำงาน วิธีการแก้ไขถอด Auto Drain มาทำความสะอาด ถ้าชำรุดถึงที่สุดให้เปลี่ยนอุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติใหม่

1.4 อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากคือ การมีสิ่งสกปรกอุดตัน มีความดันต่ำ มีลมรั่ว ข้อสังเกตดูจาก (DPG Differential

Pressure Gauge) แสดงการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีแดง สิ่งบอกเหตุได้จากความดันตก การตรวจสอบ ตรวจเช็คโดยการถอดไส้ Filter เพื่อพิจารณาว่ามีสิ่งสกปรกในไส้กรองระดับไหน สาเหตุเบื้องต้นมาจากสิ่งสกปรกจำนวนมากเข้ามาอุดตันที่ไส้ของ Filter วิธีการแก้ไขเปลี่ยนไส้กรองใหม่เมื่อเครื่องจักรทำงานไปครบจำนวนชั่วโมงที่ประกันการใช้งานของอุปกรณ์กรองลมอัด

2. แสดงการศึกษาปัญหาและเทคนิคโดยสามารถนำเสนออุปกรณ์ที่มีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง และเรียงลำดับปัญหาจากมากไปหาน้อยได้ การแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมแห้ง ในโรงงานอุตสาหกรรม อีเล็กทรอนิกส์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยคือ การที่ไฟฟ้าลัดวงจรทำให้เครื่องทำงานซึ่งควรควบคุมการควบคุมและการสั่งการของอุปกรณ์ควบคุมการทำงานอัตโนมัติสั่งการไปยังอุปกรณ์อื่นผิดพลาด ข้อสังเกตได้จากการไม่มีไฟโชว์ที่ส่วนหน้าของแผงวงจรควบคุมแสดงผลการทำงานของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง สิ่งบอกเหตุคือ อุปกรณ์วัดค่าความชื้นไม่โชว์ค่าหรือตัวเลขใด ๆ เนื่องจากเครื่องจักรไม่ทำงาน การตรวจสอบทำได้โดยการไล่วงจรไฟฟ้าและระบบควบคุม การตรวจเช็คฟิวส์ สาเหตุมาจากชุดอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติเสียหายเองหรืออุปกรณ์อยู่ใกล้ความร้อนสูงจนเกินไป

2.2 อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบบ่อยมีเสียงดัง ข้อสังเกตเบื้องต้นดูจากเครื่องผลิตลมอัดแห้งทำงานติดขัดไม่เป็นปกติ สิ่งบอกเหตุลมในระบบตก ค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลง การตรวจสอบ ตรวจเช็คว่ามีลมรั่วที่ลอจิก หรือไม่ อุปกรณ์วัดความดันไม่โชว์ค่าความดันเพราะไม่มีลมเข้าสู่เครื่อง สาเหตุเกิดจากการเสื่อมอายุการใช้งานของอุปกรณ์ลอจิก โอริง หมดยอายุ การแก้ไขเปลี่ยนลอจิกใหม่หรือเปลี่ยน โอริง ใหม่

2.3 อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบคือ การวัดค่าหรืออ่านค่าได้ไม่ตรงความเป็นจริง ข้อสังเกตไม่มีค่าใด ๆ โชว์ที่เครื่องวัดปริมาณของความชื้น หรือค่าความชื้นสูงผิดปกติ สิ่งบอกเหตุดูจากสัญญาณเตือน Alam Show วิธีการตรวจสอบสามารถทดสอบเปรียบเทียบกับเครื่องแบบอื่นหรือเครื่องชนิดเดียวกัน สาเหตุมาจากการหมดอายุของเซ็นเซอร์ (Sensor) หรือแผงวงจรของมอร์นิเตอร์ชำรุด การแก้ไขเปลี่ยนเซ็นเซอร์และแผงวงจรใหม่

2.4 อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากคือ การช็อตและการไม่จ่ายกระแสไฟฟ้า ข้อสังเกตดูจากไม่มีไฟสปาร์ค (Spark) สิ่งบอกเหตุดูจากการไม่มีสัญญาณไฟโชว์ที่หน้าเครื่อง การตรวจสอบถอดอุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้ามาตรวจสอบความต่อเนื่องของคอยล์ ฮีตเตอร์ และแม่เหล็กคอยล์ สาเหตุมาจากการชำรุดเสียหายของฮีตเตอร์และคอยล์ของแม่เหล็กขาด

2.5 อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากเกิดจาก ลูกสูบไม่ทำงานมีลมรั่วหรือประเก็นรั่ว ข้อสังเกตดูจากการทำงานของเครื่องผลิตลมอัดแห้งทำงานไม่ปกติจำนวนครั้งจาก (Purge) บ่อยครั้งมาก สิ่งบอกเหตุคือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ตก มีลมรั่ว มีเสียงดัง วิธีการตรวจสอบถอดชุดกระบอกสูบมาตรวจเช็ค ดูประเก็น Seal ว่ารั่วหรือไม่ สาเหตุเกิดจากประเก็น Seal หมดยอายุหรือฉีกขาด สารหล่อลื่นของกระบอกสูบหมดสภาพ การแก้ไขคือ เปลี่ยนประเก็น Seal ใหม่หรือเปลี่ยนกระบอกสูบทั้งชุดหากการแก้ไขการชำรุดแล้วยังไม่ดีขึ้น ดังนั้นผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลของการศึกษาปัญหาการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุมสามารถสรุปผลได้ว่า อุปกรณ์กรองลมอัด อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว มีปัญหาความชำรุดบกพร่องในระดับมาก อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ

อุปกรณ์ลอจิค อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด มีความชำรุดบกพร่องในระดับปานกลาง จึงมีความสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ผู้วิจัยได้กล่าวในเบื้องต้นว่าในเครื่องผลิตลมอัดแห่งนี้มีปัญหาในตัวอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ อยู่ในระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม
2. สาเหตุของการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม
3. แนวทางแก้ไขการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อเป็นการวางแผนระบบการให้บริการซ่อมบำรุงให้กับผู้ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้ง
2. เพื่อเป็นการลดปัญหาการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง และอุปกรณ์ควบคุมเพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงครั้งต่อไป

สมมติฐานในการวิจัย

เครื่องผลิตลมอัดแห้งมีปัญหาในตัวอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ อยู่ในระดับมาก

การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมแห้ง ในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. รับรู้ปัญหาของเครื่องผลิตลมแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
2. ศึกษาปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
3. รวบรวมปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
4. กำหนดปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
5. ศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

อิเล็กทรอนิกส์

6. ทำการออกแบบ แบบสอบถามปัญหาและเทคนิคแก้ไขของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

7. ทำการประชุมกลุ่มในหัวข้อปัญหาและเทคนิคแก้ไขของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

8. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหาและการแก้ไขของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สรุปผลการวิจัย

ในการสรุปผลการวิจัยครั้งนี้ นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไข ปัญหาของเครื่องผลิตลมแห้ง ในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการรวบรวมข้อมูลและหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับของปัญหาที่ทำการวิเคราะห์มี 3 ส่วน ดังนี้

1. การรับรู้และการศึกษาปัญหาชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ควบคุมในเครื่องผลิตลมอัดแห้งในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งตั้งแต่ พ.ศ. 2541-2542 ที่อยู่ในช่วงหลังรับประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ปัญหาการชำรุดบกพร่องของตัวเครื่องผลิตลมอัดแห้งและ อุปกรณ์ควบคุมในฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่โดยใช้วิธีนำเอาฐานข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมของการเข้าไปให้บริการซ่อมบำรุงของพนักงานในแต่ละครั้งว่าเป็นความชำรุดบกพร่องเสียหายจากอุปกรณ์ชนิดใดมากที่สุด มีสาเหตุมาจากอะไรและได้แก้ไขซ่อมแซมโดยวิธีการใด มีการระบุวันที่ที่เข้าไปให้บริการการซ่อมบำรุงหรือไม่ในโรงงานซึ่งเป็นลูกค้าในกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งมาแล้วในระยะเวลา 2 ปี หลังจากการรับประกันสิ้นสุด

การรวบรวมและกำหนดปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งจัดทำขึ้นเมื่อได้รับข้อมูลจากจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีทั้งหมดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541-2542 จำนวน 40 บริษัท รวบรวมนำเอาข้อมูลการซ่อมบำรุงและปัญหาของลูกค้าที่ประสบปัญหาการขัดข้องหรือชำรุดเสียหายของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง มาทำการแจกแจงชนิดอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องว่ามีอุปกรณ์อะไรบ้างที่ได้เข้าไปทำการซ่อมบำรุง อะไรที่เป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้เครื่องจักรและอุปกรณ์ชำรุด ปรากฏว่ามีจำนวนอุปกรณ์ที่สามารถแจกแจงความชำรุดเสียหายได้ 15 ชนิด อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control
2. เม็ดดูดซับความชื้น Dissiccant Air Dryer
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer
4. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain
5. อุปกรณ์หัวฉีดจ่ายลม Sonic Nozzle
6. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate
7. อุปกรณ์ทำความร้อน Heater
8. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor
9. มอเตอร์เกียร์บ็อก Motor Gearbox
10. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter
11. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter
12. อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ Pilot Valve
13. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve
14. มอเตอร์ควบคุมลูกเบี้ยว Motor Camtimer
15. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal

แล้วนำข้อมูลที่ได้มาแจกแจงว่าอุปกรณ์อะไรบ้างที่มีการชำรุดบกพร่องเป็นจำนวนกี่ครั้ง/สัปดาห์ จากข้อมูลทั้งหมดของโรงงานอุตสาหกรรม 40 โรงงาน แล้วทำการให้คะแนนความถี่เข้าไปจะสามารถได้รับผลสรุปออกมาดังนี้

1. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter มีการชำรุดมากที่สุด ในระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 190 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 7.91 ครั้ง/สัปดาห์
2. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain มีการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์เป็นอันดับสอง ใน

ระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 171 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 6.1 ครั้ง/สัปดาห์

3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer มีการชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสาม ในระยะเวลา 2 ปี มีจำนวนการชำรุดบกพร่อง 137 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 5.7 ครั้ง/สัปดาห์

4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve มีการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์เป็นอันดับสี่ ในระยะเวลา 2 ปี มีจำนวนของการชำรุดบกพร่อง 125 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 5.2 ครั้ง/สัปดาห์

5. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal มีการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์เป็นอันดับห้า ในระยะเวลา 2 ปี มีจำนวนการชำรุดบกพร่อง 105 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 4.37 ครั้ง/สัปดาห์

6. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับหก ในระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 86 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 3.5 ครั้ง/สัปดาห์

7. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control มีการชำรุดบกพร่องเป็นอันดับเจ็ด ในระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 74 ครั้ง คิดเป็นค่าเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 3.08 ครั้ง/สัปดาห์

8. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับแปด ในระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 73 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 3.04 ครั้ง/สัปดาห์

9. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับเก้า ในระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 56 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 2.3 ครั้ง/สัปดาห์

10. อุปกรณ์มอเตอร์ควบคุมลูกเบี้ยว Motor Camtimer มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบ ในระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 39 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.62 ครั้ง/สัปดาห์

11. อุปกรณ์เม็ดดูดซับความชื้น Dissiccant Air Dryer มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบเอ็ด ในระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 36 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.5 ครั้ง/สัปดาห์

12. อุปกรณ์มอเตอร์เกียร์บ็อก Motor Gearbox มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบสอง ในระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 33 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.37 ครั้ง/สัปดาห์

13. อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ Pilot Valve มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบสาม ในระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 30 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.25 ครั้ง/สัปดาห์

14. อุปกรณ์ทำความความร้อน Heater มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบสี่ ในระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 29 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.2 ครั้ง/สัปดาห์

15. อุปกรณ์หัวฉีดจ่ายลม Sonic Nozzle มีความชำรุดบกพร่องเป็นอันดับสิบห้า ในระยะเวลา 2 ปี จำนวนการชำรุดบกพร่อง 28 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วชำรุดเสียหาย 1.16 ครั้ง/สัปดาห์

2. แต่เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์ควบคุมทั้ง 15 ชนิดนั้น มีอุปกรณ์บางชนิดที่มีความเสียหายไม่ถึงเกณฑ์ที่ทาง บริษัท ดอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้ตั้งเกณฑ์ความชำรุดบกพร่องไว้ที่ 1.5 ครั้ง/สัปดาห์ ซึ่งเป็นการชำรุดบกพร่องตามปกติของอุปกรณ์โดยทั่วไป จึงทำให้มีอุปกรณ์ที่เป็นปัญหาอยู่ในเกณฑ์ที่นำมาวิเคราะห์ปัญหาเหลือเพียง 9 อุปกรณ์ ชนิดอุปกรณ์ที่มีความชำรุดบกพร่องต่ำกว่า 1.5 ครั้ง/สัปดาห์ได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมลูกเบี้ยว เม็ดดูดซับความชื้น มอเตอร์เกียร์บ็อก อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ อุปกรณ์ทำความร้อน และอุปกรณ์ฉีดจ่ายลม ดังนั้นจึงไม่นำอุปกรณ์ทั้ง 6 ชนิด ดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาลงเหลือเพียงอุปกรณ์ควบคุม 9 ชนิด โดยเรียงตามลำดับปัญหาการชำรุดบกพร่องจากมากสุดไปยังน้อยสุดได้ ดังนี้

1. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter
2. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer
4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve
5. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal
6. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor
7. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ PLC Control
8. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate
9. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter

จากนั้นนำอุปกรณ์ที่ได้มาหาค่าความเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อจัดระดับความชำรุดเสียหาย โดยข้อมูลที่ได้นั้นได้มาจากพนักงานซ่อมบำรุงที่มีประสบการณ์ตรงจากการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตลมอัดแห้ง จึงทำให้ได้ข้อมูลจากพนักงานซ่อมบำรุงเครื่องผลิตลมอัดแห้งโดยตรงข้อมูลที่ได้จะมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับข้อมูลที่เป็นฐานข้อมูลเดิมจาก 40 บริษัทที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งในส่วนใดบ้าง ปรากฏว่าผลของข้อมูลที่ได้จากการวัดระดับความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงและข้อมูลที่เป็นฐานข้อมูลเดิมจาก 40 บริษัท ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งมีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน กล่าวคือ มีอุปกรณ์ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งที่พบปัญหาการชำรุดบกพร่องในระดับมาก 4 ชนิดอุปกรณ์ ดังนี้

1. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter มีค่าเฉลี่ยที่ 4.0 ค่าความแปรปรวนที่ 1.74 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับมาก โดยจำนวนความถี่จากการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มีการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 1 คือ 190 ครั้ง

2. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain มีค่าเฉลี่ยที่ 4.0 ค่าความแปรปรวนที่ 1.60 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับมาก โดยจำนวนความถี่จากการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มีการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 2 คือ 171 ครั้ง

3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer มีค่าเฉลี่ยที่ 3.50 ค่าความแปรปรวนที่ 1.67 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับมาก โดยจำนวนความถี่จากการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มีการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 3 คือ 137 ครั้ง

4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve มีค่าเฉลี่ยที่ 3.50 ค่าความแปรปรวนที่ 1.13 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับมาก โดยจำนวนความถี่จากการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มีการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 4 คือ 125 ครั้ง

จากตารางแสดงระดับปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ก็มีความสอดคล้องกับการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง มีความชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ในระดับปานกลาง 5 ชนิดอุปกรณ์ คือ

5. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal มีค่าเฉลี่ยที่ 3.38 ค่าความแปรปรวนที่ 0.94 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับปานกลาง โดยจำนวนความถี่จากการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มีการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 5 คือ 105 ครั้ง

6. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor มีค่าเฉลี่ยที่ 3.38 ค่าความแปรปรวนที่ 0.88 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับปานกลาง โดยจำนวนความถี่จากการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มีการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 6 คือ 86 ครั้ง

7. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ Programmable Logic Control มีค่าเฉลี่ยที่ 3.13 ค่าความแปรปรวนที่ 0.78 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับปานกลาง โดยจำนวนความถี่จากการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มีการซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 7 คือ 74 ครั้ง

8. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate มีค่าเฉลี่ยที่ 2.75 ค่าความแปรปรวนที่ 0.24 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับปานกลาง โดยจำนวนความถี่จากการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มียุทธศาสตร์ซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 8 คือ 73 ครั้ง

9. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter มีค่าเฉลี่ยที่ 2.75 ค่าความแปรปรวนที่ 0.54 มีระดับความชำรุดบกพร่องในระดับปานกลาง โดยจำนวนความถี่จากการรวบรวมปัญหาการชำรุดบกพร่อง เป็นจำนวนครั้งที่มียุทธศาสตร์ซ่อมบำรุงมากเป็นอันดับ 9 คือ 56 ครั้ง

3. เมื่อทราบข้อมูลการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดทั้งจากฐานข้อมูลเดิมที่ได้จากการรวบรวมปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดทั้ง และข้อมูลที่ได้จากช่างซ่อมบำรุงของ บริษัท ดอนนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่มีประสบการณ์ตรง จำนวน 8 คน คือข้อมูลจากตารางแสดงความคิดเห็นและระดับปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดทั้ง วิเคราะห์แล้วพบว่ามีความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้สอดคล้องกัน ทำให้สามารถระบุอุปกรณ์ควบคุมแต่ละชนิดที่มีความชำรุดบกพร่องหรือเสียหาย โดยส่งผลกระทบต่อผู้ใช้เครื่องผลิตลมอัดทั้ง คือไม่สามารถนำเอาพลังงานลมหรือลมที่ผ่านกระบวนการบำบัดจนสะอาดไปใช้ได้จึงได้ทำการศึกษาถึงปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์โดยวิธีการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ Work Shop เพื่อที่จะได้ระดมสมองหาสาเหตุและแนวทางแก้ไขของชำรุดบกพร่องเพื่อที่จะลดปัญหาดังกล่าว โดยใช้พนักงานซ่อมบำรุงผู้มีประสบการณ์ที่ตรงกับการซ่อมเครื่องผลิตลมอัดทั้งของ บริษัท ดอนนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 8 คน เป็นผู้ตอบข้อมูล ให้ข้อเสนอแนะและสรุปปัญหาการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ มีวิธีการทำตามขั้นตอนโดยเริ่มจากการทำหนังสือเชิญผู้เข้าร่วมสัมมนาทำการประชุมกลุ่มเพื่อให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ควบคุมทั้ง 9 ชนิด โดยใช้ระยะเวลาในการประชุมสัมมนา 4 ชั่วโมง ณ ห้องประชุม 1 บริษัทดอนนิคส์ อินเตอร์ ประเทศไทย จำกัด โดยการประชุมจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ในแต่ละช่วงมีการถกถึงปัญหาที่เกิดขึ้น การสรุปหาสาเหตุของปัญหา ข้อสังเกตเบื้องต้น สิ่งบอกเหตุ การตรวจสอบ สาเหตุและวิธีการแก้ไข โดยสรุปชนิดอุปกรณ์จนครบทั้ง 9 ชนิดของอุปกรณ์ควบคุมที่มีปัญหา ได้ผลสรุปออกมาเป็นการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่พบ ข้อสังเกตเบื้องต้น สิ่งบอกเหตุการขัดข้องของเครื่องผลิตลมอัดทั้ง การตรวจสอบหาสาเหตุของชำรุดบกพร่องและวิธีการแก้ไขบำรุงรักษาอุปกรณ์ควบคุม ดังผลในตารางเปรียบเทียบการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ที่เกิดจากการเก็บข้อมูลจากฐานข้อมูลเดิมกับข้อมูลที่ได้จากพนักงานซ่อมบำรุงของ บริษัท ดอนนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 8 คน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ ฟุคูนะ อิชิโร (2535 : 20) เทคนิคการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ ที่ระบุว่าเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในงานในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ไม่ว่าจะมีความเหมาะสมทางกลไกสักปานใด ก็ยังเกิดเหตุขัดข้องหรือเสียหายขึ้นได้ ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นนอกจากจะมีกิจกรรมในการผลิตแล้ว ยังต้องมีกิจกรรมในการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์อีกด้วย เพื่อให้เครื่องจักรอุปกรณ์สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ตลอดช่วงอายุของมัน งานการบำรุงรักษาและงานการผลิตเปรียบเหมือนสองล้อของรถที่จะวิ่งคู่กันไป พาโรงงานไปสู่ความก้าวหน้าและเจริญเติบโตมั่นคงสืบต่อไป กิตติ บุญประสิทธิ์ (2537 : 30) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน คือการตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์เป็นระยะ ๆ เพื่อป้องกันสาเหตุของการเกิดเหตุขัดข้องที่ทำให้การผลิตหยุดกะทันหันหรือสาเหตุที่จะทำให้เกิดความเสียหายโดยรีบดำเนินการแก้ไขปรับปรุงและซ่อมบำรุงสาเหตุเหล่านั้นก่อนที่จะก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นหรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นการตรวจสอบดูสภาพที่รวดเร็วและแก้ไขสาเหตุที่จะทำให้ขัดข้องก่อนที่จะเกิดความเสียหาย ปิรธรรมณ์ พันธุ์บรรยงก์ (2538 : 35) พนักงานผู้ปฏิบัติการผลิตและบำรุงรักษา จะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ก็ต่อเมื่อพวกเขาเหล่านั้นมีความรู้ความเข้าใจหลักการและเทคนิคในการตรวจสอบ ปรับแต่ง และซ่อมแซมอย่างสมบูรณ์ พนักงานเหล่านั้นจะต้องได้รับการศึกษา ฝึกฝน อบรม มีเอกสารหรือตำราคู่มือการตรวจสอบ การวิเคราะห์ปัญหาและมาตรการแก้ไขต่าง ๆ เพื่อไว้ใช้อ้างอิงในการทำงานให้ได้ผล

อภิปรายผล

ผลของการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จากการหาความถี่ของการชำรุดบกพร่อง ชนิดอุปกรณ์มาจากฐานข้อมูลเดิมของโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 40 โรงงาน และการหาระดับปัญหาของพนักงานซ่อมบำรุงจาก บริษัท ดอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 8 คน การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการรวบรวมข้อมูลและหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับของปัญหาที่ทำการวิเคราะห์สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

จากปัญหาที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์ควบคุมทั้ง 15 ชนิดนั้น มีอุปกรณ์บางชนิดที่มีความเสียหายไม่ถึงเกณฑ์ที่ทาง บริษัท ดอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้ตั้งเกณฑ์ความชำรุดบกพร่องไว้ที่ 1.5 ครั้ง/สัปดาห์ ซึ่งเป็นการชำรุดบกพร่องตามปกติของอุปกรณ์โดยทั่วไป จึงทำให้มีอุปกรณ์ที่เป็นปัญหายอยู่ในเกณฑ์ที่น่ามาวิเคราะห์ปัญหาเหลือเพียง 9 อุปกรณ์ ชนิดอุปกรณ์ที่มีความชำรุดบกพร่องต่ำกว่า 1.5 ครั้ง/สัปดาห์ได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมลูกเบี้ยว เม็ดดูดซับความชื้น มอเตอร์เกียร์บ็อก อุปกรณ์ควบคุมวาล์วลูกสูบ อุปกรณ์ทำความร้อน และอุปกรณ์ฉีดจ่ายลม ดังนั้นจึงไม่นำอุปกรณ์ทั้ง 6 ชนิด ดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาก็เหลือเพียงอุปกรณ์ควบคุม 9 ชนิด โดยเรียงตามลำดับปัญหาการชำรุดบกพร่องจากมากที่สุดไปยังน้อยสุดได้ ดังนี้

1. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter จากการเปรียบเทียบผลของปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์แต่ละชนิด และระดับความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงมีผลสอดคล้องกันพบว่ามีปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ในระดับมาก
2. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain จากการเปรียบเทียบผลของปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์แต่ละชนิด และระดับความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงมีผลสอดคล้องกันพบว่ามีปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ในระดับมาก
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer จากการเปรียบเทียบผลของปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์แต่ละชนิด และระดับความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงมีผลสอดคล้องกันพบว่ามีปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ในระดับมาก
4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve จากการเปรียบเทียบผลของปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์แต่ละชนิด และระดับความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงมีผลสอดคล้องกันพบว่ามีปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ในระดับมาก
5. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal จากการเปรียบเทียบผลของปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์แต่ละชนิด และระดับความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงมีผลสอดคล้องกันพบว่ามีปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ในระดับปานกลาง
6. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor จากการเปรียบเทียบผลของปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์แต่ละชนิด และระดับความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงมีผลสอดคล้องกันพบว่ามีปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ในระดับปานกลาง
7. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ PLC Control จากการเปรียบเทียบผลของปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์แต่ละชนิด และระดับความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงมีผลสอดคล้องกันพบว่ามีปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ในระดับปานกลาง
8. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate จากการเปรียบเทียบผลของปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์

แต่ละชนิด และระดับความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงมีผลสอดคล้องกันพบว่ามีปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ในระดับปานกลาง

9. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด Hygro Meter จากการเปรียบเทียบผลของปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์แต่ละชนิด และระดับความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงมีผลสอดคล้องกันพบว่ามีปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ในระดับปานกลาง

จากผลที่ได้เปรียบเทียบหาความถี่ของการชำรุดบกพร่อง และระดับความคิดเห็นของพนักงานซ่อมบำรุงเกี่ยวกับการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ควบคุมแต่ละชนิดของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง จึงนำปัญหาการชำรุดบกพร่องของแต่ละอุปกรณ์ทั้ง 9 ชนิด มาหาเทคนิคและแนวทางแก้ไขปัญหาเครื่องผลิตลมอัดแห้งทั้ง 9 ชนิด อุปกรณ์มีดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์กรองลมอัด Air Filter ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากคือ การมีสิ่งสกปรกอุดตัน มีความดันต่ำ มีลมรั่ว ข้อสังเกตดูจาก DPG Differential Pressure Gauge แสดงการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีแดง สิ่งบอกเหตุดูได้จากความดันตก การตรวจสอบตรวจเช็คโดยการถอดไส้ Filter เพื่อพิจารณาว่ามีสิ่งสกปรกในไส้กรองระดับไหน สาเหตุเบื้องต้นมาจากสิ่งสกปรกจำนวนมากเข้ามาอุดตันที่ไส้ของ Filter วิธีการแก้ไขเปลี่ยนไส้กรองใหม่เมื่อเครื่องจักรทำงานไปครบจำนวนชั่วโมงที่ประกันการใช้งานของอุปกรณ์กรองลมอัด

2. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ Auto Drain ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากเกิดจากการที่อุปกรณ์ชนิดนี้ไม่ระบายน้ำทิ้งหรือระบายแล้วแต่ Auto Drain ค้าง ข้อสังเกตเบื้องต้นสามารถดูจาก การดูปริมาณน้ำที่กระจกข้างเครื่อง Side Glass มีสิ่งที่บอกเหตุคือ จะพบน้ำที่ปลายของระบบท่อ หรือมีปริมาณน้ำซึมย้อนกลับเข้าเครื่องผลิตลมอัดแห้ง การตรวจสอบที่ประชุมระบุว่าให้ถอดฟิวส์เตอร์และตรวจเช็คทุกชุดระบายน้ำ Auto Drain สาเหตุเกิดจากมีสิ่งสกปรกอุดตัน ลูกลอยสับไม่ยอมทำงาน วิธีการแก้ไขถอด Auto Drain มาทำความสะอาด ถ้าชำรุดถึงที่สุดให้เปลี่ยนอุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติใหม่

3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากคือ การที่อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น Exhaust Silencer ไม่ระบายลมออกหรืออุดตันทำให้มีเสียงดังผิดปกติ ข้อสังเกตดูได้จากขณะที่ปล่อยลม (Purge) ออกลมค้างที่เก็จวัดค่า แต่เข็มของ (Pressure Gauge) ตกถึงเลขศูนย์ หรือคว่ำมีการแตกหักของอุปกรณ์ลดเสียงหรือไม่ สิ่งบอกเหตุระบุว่าดูจากความแห้งของลมอัดว่าอยู่ในปริมาณเท่าไร ตกลงกว่าปกติหรือสูงขึ้นกว่าปกติ วิธีการตรวจสอบ คือวัดจากปริมาณลมที่ทำการ Purge ระบายออกว่ามีน้ำปริมาณมากน้อยเพียงใด สาเหตุสรุปได้จากการมีฝุ่นและสิ่งสกปรกมาอุดตัน วิธีการแก้ไข คือถ้ามีการอุดตันก็ต้องเปลี่ยนไส้ในของ อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้นโดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่ทำจากพลาสติกแทน

4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว Solenoid Valve ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากคือ การวาล์วตันไม่ยอมปิดหรือเปิดหน้าวาล์ว หรือเกิดจากชำรุดของวาล์วเอง โดยมีข้อสังเกตเบื้องต้นได้จากอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของ Solenoid Valve หยุดการทำงานไม่ยอมจ่ายลมออกไปเลี้ยงอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ การตรวจสอบทำได้โดยการไล่เช็ควงจรไฟฟ้าและระบบควบคุมใหม่รวมทั้งตรวจสอบฟิวส์ด้วย โดยทั่วไปแล้วพนักงานซ่อมบำรุงให้สาเหตุว่าเกิดจากชุดอุปกรณ์ควบคุมอ่านค่าผิดไปจากความเป็นจริงเนื่องจากอายุการใช้งานหรืออุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ Programmable Logic Control ติดตั้งอยู่ใกล้ความร้อนเกินไป วิธีการแก้ไขคือปรับเปลี่ยนระบบหรือโปรแกรมการทำงานให้เหมือนเดิมและติดตั้ง Programmable Logic Control ใหม่

5. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ Cylinder Seal ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้

บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากเกิดจาก ลูกสูบไม่ทำงานมีลมรั่วหรือประเกินรั่ว ข้อสังเกตจากการทำงานของเครื่องผลิตลมอัดแห้งทำงานไม่ปกติจำนวนครั้งการ Purge บ่อยครั้งมาก สิ่งบอกเหตุคือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ตก มีลมรั่ว มีเสียงดัง วิธีการตรวจสอบถอดชุดกระบอกสูบมาตรวจเช็ค ดูประเกิน Seal ว่ารั่วหรือไม่ สาเหตุเกิดจากประเกิน Seal หมดยอายุหรือฉีกขาด สารหล่อลื่นของกระบอกสูบหมดสภาพ การแก้ไขคือ เปลี่ยนประเกิน Seal) ใหม่ หรือเปลี่ยนกระบอกสูบทั้งชุดหากการแก้ไขการชำรุดไม่ดีขึ้น

6. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Contactor ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมากคือ การวืดและการไม่จ่ายกระแสไฟฟ้า ข้อสังเกตจากการไม่มีไฟสปาร์ค (Spark) สิ่งบอกเหตุจากการไม่มีสัญญาณไฟโชว์ที่หน้าเครื่อง การตรวจสอบถอดอุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้ามาตรวจสอบความต่อเนื่องของคอยล์ ฮีตเตอร์ และแม่เหล็กคอยล์ สาเหตุมาจากการชำรุดเสียหายของฮีตเตอร์และคอยล์ของแม่เหล็กขาด

7. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ PLC Control ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยคือ การที่ไฟฟ้าลัดวงจรทำให้เครื่องทำงานซึ่งควรระบบการควบคุมและการสั่งการของอุปกรณ์ควบคุมการทำงานอัตโนมัติสั่งการไปยังอุปกรณ์อื่นผิดพลาด ข้อสังเกตดูได้จากการไม่มีไฟโชว์ที่ส่วนหน้าของแผงวงจรควบคุมแสดงผลการทำงานของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง สิ่งบอกเหตุคือ อุปกรณ์วัดค่าความชื้นไม่โชว์ค่าหรือตัวเลขใด ๆ เนื่องจากเครื่องจักรไม่ทำงาน การตรวจสอบทำได้โดยการใส่วงจรไฟฟ้าและระบบควบคุม การตรวจเช็คฟิวส์ สาเหตุมาจากการชำรุดอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติเสียหายเองหรืออุปกรณ์อยู่ใกล้ความร้อนสูงจนเกินไป

8. อุปกรณ์ลอจิก Logic Gate ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบมีลมรั่ว มีเสียงดัง ข้อสังเกตเบื้องต้นดูจากเครื่องผลิตลมอัดแห้งทำงานติดขัดไม่เป็นปกติ สิ่งบอกเหตุลมในระบบตก ค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลง การตรวจสอบ ตรวจเช็คว่ามีลมรั่วที่ลอจิก หรือไม่ อุปกรณ์วัดความดันไม่โชว์ค่าความดันเพราะไม่มีลมเข้าสู่เครื่อง สาเหตุเกิดจากการเสื่อมอายุการใช้งานของอุปกรณ์ลอจิก โอ-ริง หมดยอายุ การแก้ไขเปลี่ยนลอจิกใหม่หรือเปลี่ยน โอ-ริง ใหม่

9. อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด (Hygro Meter) ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงทั้ง 8 คน ปัญหาที่พบคือ การวัดค่าหรืออ่านค่าได้ไม่ตรงความเป็นจริง ข้อสังเกตไม่มีค่าใด ๆ โชว์ที่เครื่องวัดปริมาณของความชื้น หรือค่าความชื้นสูงผิดปกติ สิ่งบอกเหตุดูจากสัญญาณเตือน (Alarm Show) วิธีการตรวจสอบสามารถทดสอบเปรียบเทียบกับเครื่องแบบอื่นหรือเครื่องชนิดเดียวกัน สาเหตุมาจากการหมดยอายุของเซ็นเซอร์ (Sensor) หรือแผงวงจรของมอร์เตอร์ชำรุด การแก้ไขเปลี่ยนเซ็นเซอร์และแผงวงจรใหม่

จากผลของการสรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาการซ่อมบำรุงของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง โดยพนักงานซ่อมบำรุงจาก บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์ตรงจำนวน 8 คน ทำให้ผู้ที่ใช้งาน ผู้ที่ควบคุมดูแลเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์สามารถที่จะรู้ถึงสาเหตุของปัญหา ข้อมูลการแก้ไขเบื้องต้นจากข้อบกพร่องหรือการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ควบคุมแต่ละชนิดว่าถ้าหากมีปัญหากเกิดขึ้นแล้วจะสามารถทำการแก้ไขหาสาเหตุการชำรุดเสียหายและลงมือแก้ไขได้ด้วยตัวเองทั้งยังสามารถที่จะลดระยะเวลาในการรอคอยการเข้ามาแก้ไขของช่างซ่อมบำรุง จากบริษัทที่ขายหรือบริษัทผู้ผลิตโดยตรง ทำให้บริษัทหรือโรงงานอิเล็กทรอนิกส์สามารถเดินเครื่องจักรได้อย่างต่อเนื่องและระบบการผลิตไม่ขาดตอนสามารถลดปัญหาการชำรุดบกพร่องและใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังรู้ถึงการเตรียมหรือสำรองอะไหล่ไว้ สำหรับอุปกรณ์ที่มีการชำรุดบกพร่องสูงเมื่อถึงเวลาขัดข้องสามารถที่จะนำมาใช้งานได้ทันที ซึ่งสอดคล้องกับวิทยานิพนธ์ของ (อรรณพ วีรภินิสกุล 2539 : 12) การออกแบบระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษา บริษัท ดีดีเค (ประเทศไทย) จำกัด ที่ระบุ

ว่าเมื่อพิจารณารายละเอียดของเวลาการขัดข้องของเครื่องจักรแต่ละชนิดแล้วพบว่า มีอุปกรณ์บางชนิดที่มีเวลาการขัดข้องเพิ่มขึ้นแม้จะได้ดำเนินการปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาบ่อยครั้งก็ตาม ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่าการซ่อมบำรุงจะทำก็ต่อเมื่อเครื่องจักรเกิดจากชำรุดเสียหายเท่านั้น การทำงานของช่างซ่อมบำรุงก็จะทำการซ่อมโดยอาศัยประสบการณ์และความคุ้นเคยในการซ่อมบำรุงทำให้การทำงานไม่เป็นระบบต่อเนื่อง และยังไม่มีการจัดวางระบบข้อมูลของเครื่องจักร ปัญหาทั้งหมดนี้ส่งผลต่อระบบการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้านี้สมบูรณ์ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ๆ ในการศึกษาค้นคว้าในอนาคตดังนี้

การชำรุดบกพร่องของเครื่องจักรนั้นเป็นเรื่องที่ไม่สามารถจะทำนายหรือพยากรณ์ได้ว่าจะชำรุดเสียหายเมื่อไหร่ ไม่มีเครื่องมือที่จะตรวจหรือทายผลได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดแห้งก็เช่นเดียวกัน จำเป็นต้องใช้ความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายในการให้ความร่วมมือ หรือช่วยในการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นให้ลดลงหรือให้ความเสียหายเกิดขึ้นน้อยที่สุด นั่นคือการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จึงจะได้ผลตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ถ้าทุกคนในองค์กรมีความรู้และความเข้าใจถึงผลดีของการมีกิจกรรมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (TPM) เพราะกิจกรรมบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะต้องได้รับความร่วมมือทั้งฝ่ายผลิตซึ่งเป็นผู้ใช้และคลุกคลีอยู่กับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกับฝ่ายบำรุงรักษาซึ่งมีหน้าที่ในการวางแผนการบำรุงรักษาและดำเนินการงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ส่วนสนับสนุนและเป็นกำลังสำคัญในการผลักดันให้กิจกรรมประสบความสำเร็จก็คือ ฝ่ายบริหารซึ่งกระทำได้โดยการกำหนดเป้าหมาย ประกาศแนวทางเพื่อให้บุคลากรทุกส่วนขององค์กรมีความเข้าใจตรงกันและร่วมกันดำเนินการตามแนวทางที่กำหนดไว้ ในกรณีนี้เครื่องจักรที่มีการชำรุดบกพร่องเสียหาย คือเครื่องผลิตลมอัดแห้งที่ใช้กับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ต้องมีวัตถุประสงค์ในการแก้ไข และการบำรุงรักษาไปในทางเดียวกัน

1. กลุ่มของผู้ใช้งาน ในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ต้องมีการทำการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ มีการเก็บข้อมูลไว้อย่างละเอียดและมีการแจ้งไปยังบริษัทผู้จัดจำหน่ายให้ทราบถึงความเสียหายที่เกิดขึ้น

2. กลุ่มช่างซ่อมบำรุง ต้องมีความรู้ความชำนาญในการซ่อมและต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้องแม่นยำ โดยเร็วที่สุดและให้ข้อมูลที่เป็ประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน และหาวิธีปรับปรุงโดยเร็ว

3. ผู้ผลิตหรือออกแบบเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ต้องมีการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากข้อมูลแจ้งของลูกค้าถึงการชำรุดเสียหายของแต่ละชนิดอุปกรณ์เสมอ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

จากผลและประสบการณ์ที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พบประเด็นอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้า ในการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ดังมีข้อเสนอแนะต่อไปนี้

1. ศึกษาสภาพและปัญหาของการใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้งก่อนใช้งานจริง
2. ศึกษาแนวโน้มการชำรุดบกพร่องและปริมาณการใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้ง
3. ศึกษาสภาพของเครื่องผลิตลมอัดแห้งจากกรรมวิธีการผลิต จากบริษัทผู้ผลิตเครื่องผลิตลมอัดแห้งโดยตรง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2543) วารสารสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟฟิคฟอร์เมท (ไทยแลนด์) จำกัด
- ชมพู ศรีสะอาด (2538) วิธีการทางสถิติสำหรับงานวิจัย พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์รุ่งเรืองรัตน์
- ชลชัย ธรรมวิวัฒน์ (2538 : 48) การใช้อินเทอร์เน็ตเป็นตัวแทนคอมพิวเตอร์ในการทำงานของมอด็มคอมพิวเตอร์ของเครื่องปรับอากาศแยกส่วน กรุงเทพฯ : ภาควิชาขนถ่ายวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2539) จิตวิทยาการศึกษา กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- มนตรี พิรุณเกษตร (2540) เทอร์โมไดนามิกส์ 2 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซนเตอร์.
- มนตรี พิรุณเกษตร (2540) อุณหพลศาสตร์ 2 กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.
- วรรัตน์ เวชกิจ (2539 : 46 – 47) อัตราการรั่วไหลในวาล์วหมุนจ่ายวัสดุในระบบขนถ่ายด้วยลม กรุงเทพฯ : ภาควิชาขนถ่ายวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วรุณพรรณ เมตตาวิหारी. (2543) อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. (ออนไลน์). ฝ่ายภาคการผลิต. กรุงเทพฯ : ธนาคารแห่งประเทศไทย. แหล่งที่มา : <http://www.bot.or.th>
- วิรัช สุขถาวราร (2535 ค – ง) ระบบกำจัดฝุ่นที่ติดตั้งภายในโรงงานผลิตสารเคมี กรุงเทพฯ : ภาควิชาขนถ่ายวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วิเชียร เกดสิงห์ (2537) การวิจัยเชิงปฏิบัติ กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ
- วีรพันธ์ จรรยาศักดิ์ (2537) แอร์คอมเพรสเซอร์กับการประหยัดพลังงาน กรุงเทพฯ : บริษัท เมวา เอนเตอร์ไพรส์ (ไทยแลนด์) จำกัด
- ศิริวรรณ เสรีรัตน์ (2539) หลักการตลาด คณะบริหารธุรกิจมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ : บริษัทวิสิททิพัฒนา จำกัด.
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2532) การสำรวจและศึกษาศถานภาพทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์(วงจรรวม). กรุงเทพฯ : สำนักบริหารวิชาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์วิจัยไทยพาณิชย์. (2542) มูลค่าส่งออกแผงวงจรไฟฟ้าและชิ้นส่วนของไทยในปี 2542 มีแนวโน้มขยายตัว. (ออนไลน์) บริษัทศูนย์วิจัยไทยพาณิชย์ จำกัด. กรุงเทพฯ : ธนาคารไทยพาณิชย์. แหล่งที่มา : <http://www.scb.co.th/~scbri/ts9969.doc>.
- เศกสรรค์ เรืองโวหารและอัจฉรา สุนทรคุรุ. (2542) สู่ทางการลงทุนในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน.
- สมาน เจริญกิจพูลผล (2538) เครื่องจักรกลของไหล กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน .
- สมคิด บวงโม (2538) เทคนิคการฝึกอบรมและการประชุม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- สุมนา อยู่โพธิ์ (2534) หลักการตลาด วารสารการเพิ่มผลผลิต กรุงเทพฯ : กองเพิ่มผลผลิตอุตสาหกรรม
- สุรพล พฤกษ์พานิช (2539) หลักและระบบการปรับอากาศ กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

- อรรณณ ชีรกวินสกุล (2539) การออกแบบระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันงานวิจัยการซ่อมบำรุง กรุงเทพฯ :
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.
- อัศรเดช สินธุภักต์ (2532) การทำความเย็น กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์เครื่องกล คณะวิศวกรรม
ศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.
- Carrier Air Conditioning Company, *Handbook of Air Conditioning System Design*. New York,
McGraw-Hill
- Jennings B.H., (1970) *Environmental Engineering*. Boston : International Text Book.
- Pita E.G., (1981) *Air Conditioning Principles and Systems*. York City : John Wiley and Sons.
- Stoecker, W.F. and Jones, W.J., (1982) *Refrigeation and Air Conditionting*. New York :
McGraw – Hill
- Threlkeld, J.L., (1970) *Thermal Environmental Engineering*. Stuttgart : Prentice – Hall
- The Trane Company (1979) *Trane Air Conditioning Manual*. New York : McGill / Jensen

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เครื่องผลิตสมอัดแห้ง
ตั้งแต่ปี 2543 – 2544 ซึ่งอยู่ในช่วงหลังรับประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน

**รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้ง
ตั้งแต่ปี 2543 – 2544 ซึ่งอยู่ในช่วงหลังรับประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน**

1. บริษัท รีท – โรท์ (ประเทศไทย) จำกัด
2. บริษัท ฟิลิปส์เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด
3. บริษัท โตชิบา ดิสเพลย์ ดีไวส์ จำกัด
4. บริษัท ที ดี เค (ประเทศไทย) จำกัด
5. บริษัท นิเด็ก (ประเทศไทย) จำกัด
6. บริษัท โตชิบา เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด
7. บริษัท ซีเกท (เทพารักษ์) จำกัด
8. บริษัท เอช ซี ไอ (ประเทศไทย) จำกัด
9. บริษัท เอ็น เอส อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
10. บริษัท สหยูเนี่ยน (ศรีราชา) จำกัด
11. บริษัท จีเอสเอส อาร์เลย์ จำกัด
12. บริษัท ไทย เอน เจ อาร์ จำกัด
13. บริษัท อาร์ซาอี อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
14. บริษัท ไมโครชิพ (ประเทศไทย) จำกัด
15. บริษัท อัลฟาเทค (ประเทศไทย) จำกัด
16. บริษัท ไช พลัส เซมิคอนดักเตอร์ จำกัด
17. บริษัท เค อาร์ ฟรีซซัน จำกัด
18. บริษัท โซนิเซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด
19. บริษัท แคลคอม อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
20. บริษัท จอนห์สัน อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
21. บริษัท อาร์ซาอีโคแม็ค จำกัด
22. บริษัท เอเซียโนไมโคร จำกัด
23. บริษัท ซีเกท (โชคชัย) จำกัด
24. บริษัท ซีเกท (คลองเจ็ด) จำกัด
25. บริษัท ธานินทร์เอ็นนา จำกัด
26. บริษัท ไอ. บี. เอ็ม. สตรอว์ (ประเทศไทย) จำกัด
27. บริษัท อี เทอเนล อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
28. บริษัท มิตซูบิชิ อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
29. บริษัท อัมแมร์ (ประเทศไทย) จำกัด
30. บริษัท ฟุจิซี (ประเทศไทย) จำกัด
31. บริษัท ฟิลิปส์อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด
32. บริษัท เดลต้าอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด

**รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้เครื่องผลิตลมอัดแห้ง
ตั้งแต่ปี 2543 – 2544 ซึ่งอยู่ในช่วงหลังรับประกัน 2 ปี จำนวน 40 โรงงาน (ต่อ)**

33. บริษัท ไทยสตาร์ไลท์ จำกัด
34. บริษัท โรมท็อพอลโล (ประเทศไทย) จำกัด
35. บริษัท มินิแบร์ (ประเทศไทย) จำกัด
36. บริษัท แพน เทคโนโลยี พาร์ท จำกัด
37. บริษัท เซนต์จูรี อิเล็กทรอนิกส์ไทย จำกัด
38. บริษัท แมคเทค (ประเทศไทย) จำกัด
39. บริษัท เทคโนโลยีสยามพีเคชั่น จำกัด
40. บริษัท ทิม พรินซ์ (ประเทศไทย) จำกัด

ภาคผนวก ข
หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบตาม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/ 1656

วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นายประวิทย์ บุญเลิศ นิติระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห่งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์บุทรไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันทรกุล และ อาจารย์ละเอียด รักษ์เผ่า เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบถวามการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห่งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายประวิทย์ บุญเลิศ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภาพรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1012/ 1051



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๕ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้จัดการฝ่ายผลิตภัณฑ์ บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

เนื่องด้วย นายประวิทย์ บุญเลิศ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายประวิทย์ บุญเลิศ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นายแพทย์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 1039



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๙ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการ บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

เนื่องด้วย นายประวิทย์ บุญเลิศ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้ห้องประชุม 1 และขอให้พนักงาน ที่ให้บริการซ่อมบำรุง จำนวน 8 คน ตอบแบบสอบถามการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของ เครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายประวิทย์ บุญเลิศ ได้เก็บข้อมูล ในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์อภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ภาคผนวก ค
แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง

ศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คำอธิบาย

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา ของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ในการวางแผนระบบการให้บริการซ่อมบำรุงและลดปัญหาการ ขาดุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม เพื่อเป็นประโยชน์ในการให้บริการซ่อมบำรุงในครั้ง ต่อ ๆ ไปให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าหรือผู้รับบริการ

กรุณาตอบแบบสอบถามฉบับนี้ให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน คำตอบของท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิกส์

แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามแสดงสถานภาพและข้อมูลส่วนของพนักงานให้บริการ ของบริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ ประเทศไทย จำกัด.

ตอนที่ 2 แบบสอบถามแสดงปัญหาการจัดอันดับและการให้คะแนนตามความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ตอนที่ 3 แบบสอบถามสรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้ช่วยตอบแบบสอบถามนี้ตามความเป็นจริง คำตอบเหล่านี้จะ ไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านและหน่วยงานของท่านซึ่งผลการวิจัยจะนำเสนออภิปรายผลเป็นภาพรวม ไม่ใช่ เป็นการนำเสนอเป็นรายบุคคลหรือแต่ละหน่วยงาน

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

นิสิตปริญญาโทภาคพิเศษ
มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามแสดงสถานภาพของพนักงานให้บริการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ของบริษัท ดอมนิคส์ อินเตอร์ ประเทศไทย จำกัด (ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในเครื่องผลิตลมอัดแห้งโดยตรง ที่เข้าร่วมสัมมนา กลุ่มเพื่อศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง จำนวน 8 คน)

(ชื่อ

โปรดขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ ที่ตรงกับสถานภาพของท่าน

คุณวุฒิ / ประสบการณ์

1. วุฒิการศึกษา

☐ ปวส. สาขา

☐ ปริญญาตรี สาขา

☐ ปริญญาโท สาขา

☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)

2. ประสบการณ์การทำงานใน บริษัท ดอมนิคส์ อินเตอร์ ประเทศไทย จำกัด

☐ งานที่รับผิดชอบ

☐ ปฏิบัติงานกับเครื่องรุ่น

☐ ระยะเวลาปี

☐ ตำแหน่งปัจจุบัน

☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)

3. ประสบการณ์จากสถานประกอบการอื่น (โปรดระบุ)

☐ งานที่รับผิดชอบ

☐ ระยะเวลาปี

4. ข้อเสนอแนะ อื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....
.....
.....

ตอนที่ 2 แบบสอบถาม แสดงระดับปัญหาและความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ตามความเห็นของพนักงานบริการซ่อมบำรุง ของบริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด.

คำแนะนำ โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องระดับของปัญหาการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์เครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ลำดับ	ชนิดอุปกรณ์ของเครื่องผลิตลมอัดแห้ง ที่ชำรุดบกพร่อง	ระดับของปัญหาที่พบของอุปกรณ์				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ (PLC Control)					
2	อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว (Solenoid Valve)					
3	อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการระบายความชื้น (Exhaust Silencer)					
4	อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (Auto Drain)					
5	อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter)					
6	อุปกรณ์ลอจิก (Logic Gate)					
7	อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด (Hygro Meter)					
8	อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Contactor)					
9	อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของกระบอกสูบ (Cylinder Seal)					
10	อื่น ๆ (โปรดระบุ) 1. 2. 3. 4. 5.					

ตอนที่ 3 แบบสอบถามการสรุปปัญหาและเหตุเกิดจากการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยการประชุมพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาจำนวน 8 คน

อุปกรณ์ควบคุม	ปัญหาที่พบ	ข้อสังเกตเบื้องต้น ดูได้จาก	สิ่งบอกเหตุ	การตรวจสอบ	สาเหตุ	การแก้ไข	อื่น ๆ
1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน โดยอัตโนมัติ (PLC Control)							
2. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน ของวาล์ว (Solenoid Valve)							

ตอนที่ 3 แบบสอบถามการสรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยการประชุมพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาจำนวน 8 คน
 (ต่อ)

อุปกรณ์ควบคุม	ปัญหาที่พบ	ข้อสังเกตเบื้องต้นได้ จาก	สิ่งบอกเหตุ	การตรวจสอบ	สาเหตุ	การแก้ไข	อื่นๆ
3. อุปกรณ์ลดเสียงเมื่อมีการ ระบายความชื้น (Exhaust Silencer)							
4. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (Auto Drain)							

ตอนที่ 3 แบบสอบถามการสรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยการประชุมพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาจำนวน 8 คน
 (ต่อ)

อุปกรณ์ควบคุม	ปัญหาที่พบ	ข้อสังเกตเบื้องต้น ได้จาก	สิ่งบอกเหตุ	การตรวจสอบ	สาเหตุ	การแก้ไข	อื่น ๆ
5. อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter)							
6. อุปกรณ์ลอจิก (Logic Gate)							

ตอนที่ 3 แบบสอบถามการสรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยการประชุมพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาจำนวน 8 คน
(ต่อ)

อุปกรณ์ควบคุม	ปัญหาที่พบ	ข้อสังเกตเบื้องต้น ได้จาก	สิ่งบอกเหตุ	การตรวจสอบ	สาเหตุ	การแก้ไข	อื่น ๆ
7. อุปกรณ์วัดความชื้นของ ลมอัด (Hygro Meter)							
8. อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็ก ไฟฟ้า (Magnetic Contactor)							

ตอนที่ 3 แบบสอบถามการสรุปปัญหาและเหตุการณ์การแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห่งโรงพยาบาลศูนย์ขอนแก่น โดยการประชุมพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาจำนวน 8 คน
 (ต่อ)

อุปกรณ์ควบคุม	ปัญหาที่พบ	ข้อสังเกตเบื้องต้น ได้จาก	สิ่งบอกเหตุ	การตรวจสอบ	สาเหตุ	การแก้ไข	อื่น ๆ
9. อุปกรณ์ป้องกันลมรั่วของ กระบอกสูบ (Cylinder Seal)							
10. อุปกรณ์อื่น ๆ (โปรดระบุ)							

ภาคผนวก ง
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบคุณภาพ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. อ. ดร. อูพิทย์ สุวคันทรกุล
รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
2. อ. ดร. ละเอียด รัชเณร์
อาจารย์ด้านวิจัยและวัดผลประจำคณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
3. นายพรชัย พงศ์กุล
ผู้จัดการฝ่ายผลิตภัณฑ์
บริษัท ดอมินิกส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

ภาคผนวก จ
หนังสือเข้าร่วมสัมมนากลุ่มและภาพประกอบ

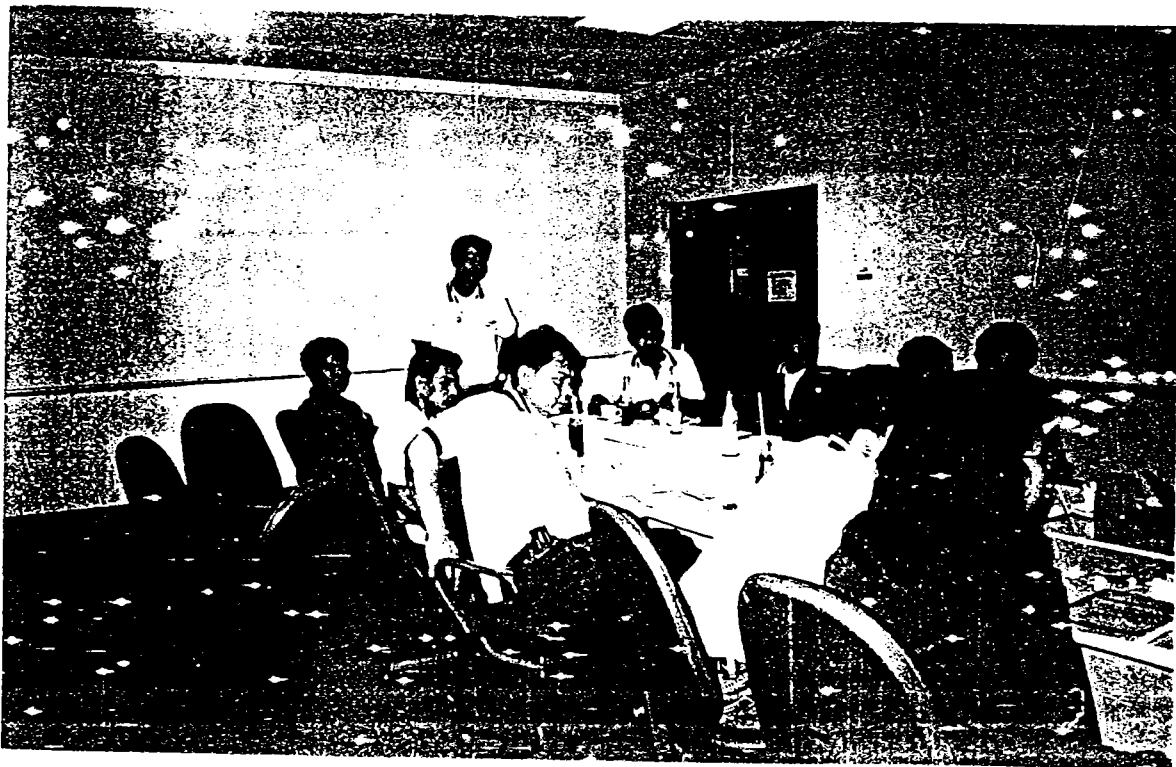
สัมมนากลุ่มย่อย
เรื่อง การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหา
ของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม
วันศุกร์ที่ 22 กุมภาพันธ์ 2545
ณ บริษัทดอมนิคส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

เวลาโดยประมาณ

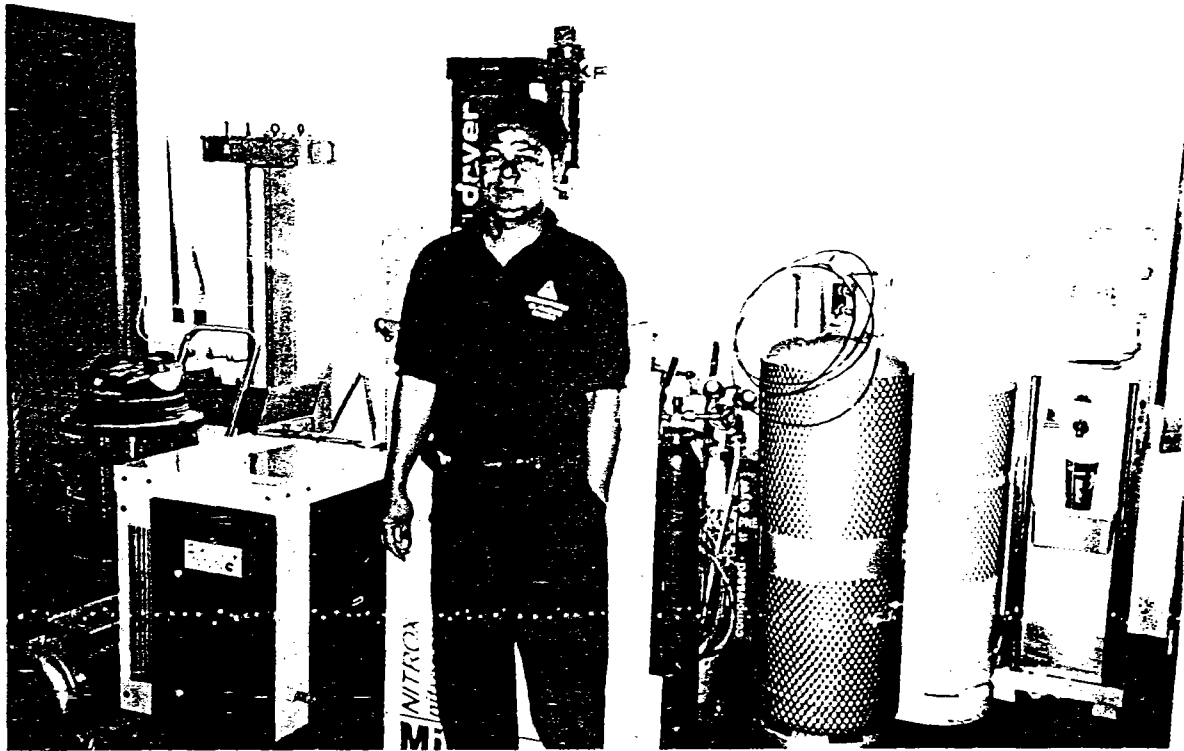
- 12.30 น. เชิญผู้เข้าร่วมสัมมนากลุ่มย่อยทั้งหมดเข้าห้องประชุมเพื่อทำสัมมนากลุ่มย่อย (Work Shop)
- 12.45 น. ปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม (ช่วงที่ 1) ประกอบด้วย
- เครื่องควบคุมการทำงานอัตโนมัติ
 - อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว
 - อุปกรณ์ลดเสียง เมื่อมีการระบายความชื้น
 - อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ
 - อุปกรณ์กรองลมอัด
- 14.30 น. รับประทานอาหารว่าง (ชา / กาแฟ)
- 14.45 น. ปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม (ช่วงที่ 2) ประกอบด้วย
- อุปกรณ์ล่อจิก
 - อุปกรณ์วัดความชื้นของลมอัด
 - อุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า
 - อุปกรณ์ป้องกันการรั่วของกระบอกสูบ
- 16.00 น. สรุปปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม
- 16.30 น. ปิดการสัมมนากลุ่มย่อย

รายละเอียดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ

หัวข้อการสัมมนา	เรื่อง การศึกษาปัญหาและเทคนิคการแก้ไขปัญหาของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์ควบคุม	
กำหนดการสัมมนา	วันศุกร์ที่ 22 กุมภาพันธ์ 2545 เวลา 12.30 – 16.30 น.	
สถานที่	ห้องประชุม 1 บริษัท ดอมินิกส์ อินเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	
ผู้ดำเนินการ	คุณประวิทย์ บุญเลิศ	- วิศวกรฝ่ายขายและบริการ
ผู้เข้าร่วมสัมมนาแผนกบริการ	คุณธำรงฤทธิ์ วารรัตน์	- ผู้จัดการฝ่ายบริการ
	คุณวุฒิชัย รัตนนรัชย์	- ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายบริการ
	คุณไพศาล นนทชิต	- วิศวกรฝ่ายบริการ
	คุณเอกกราช อุบลศิริ	- วิศวกรฝ่ายบริการ
	คุณประสงค์ เลิศจิตต์ธรรม	- วิศวกรฝ่ายบริการ
	คุณเฟาชี สายสอิต	- วิศวกรฝ่ายบริการ
	คุณวุฒิชัย เทศรอด	- วิศวกรฝ่ายบริการ
	คุณมงคล ทองพริก	- ช่างเทคนิคอาวุโส
ผู้ประสานงาน	คุณปริยานุช ไทญ์สิงห์บุญ	- ผู้ประสานงานฝ่ายขาย
	คุณพรรณทิพย์ เอี่ยมอิทธิพล	- ผู้ประสานงานฝ่ายการตลาด
* หมายเหตุ	สิ่งที่แนบมาด้วย - กำหนดการสัมมนา	



ภาพประกอบ 22 การประชุมสัมมนา



ภาพประกอบ 23 แสดงการชำรุดบกพร่องของเครื่องผลิตลมอัดแห้งและอุปกรณ์

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายประวิทย์ บุญเลิศ
วันเดือนปีเกิด	23 ตุลาคม พุทธศักราช 2512
สถานที่เกิด	อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	180 สตูดิโอโฮม ซอยลาดพร้าว 102 แขวงวังทองหลาง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	วิศวกรฝ่ายขายและให้บริการ บริษัท คอมนิคส์ อินเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ชั้น 12 ดิจิทัล เอ็น ซี เทอร์เวอร์ 33 ซอยนานาใต้ สุขุมวิท ซอย 4 เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2527	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสงขลาวิทยาคม จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2530	ปวช. (ช่างเทคนิคการผลิต) จากวิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2534	ปวส. (ช่างเทคนิคการผลิต) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2537	วท.บ. (เทคโนโลยีการผลิต) จากสถาบันราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2545	กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร