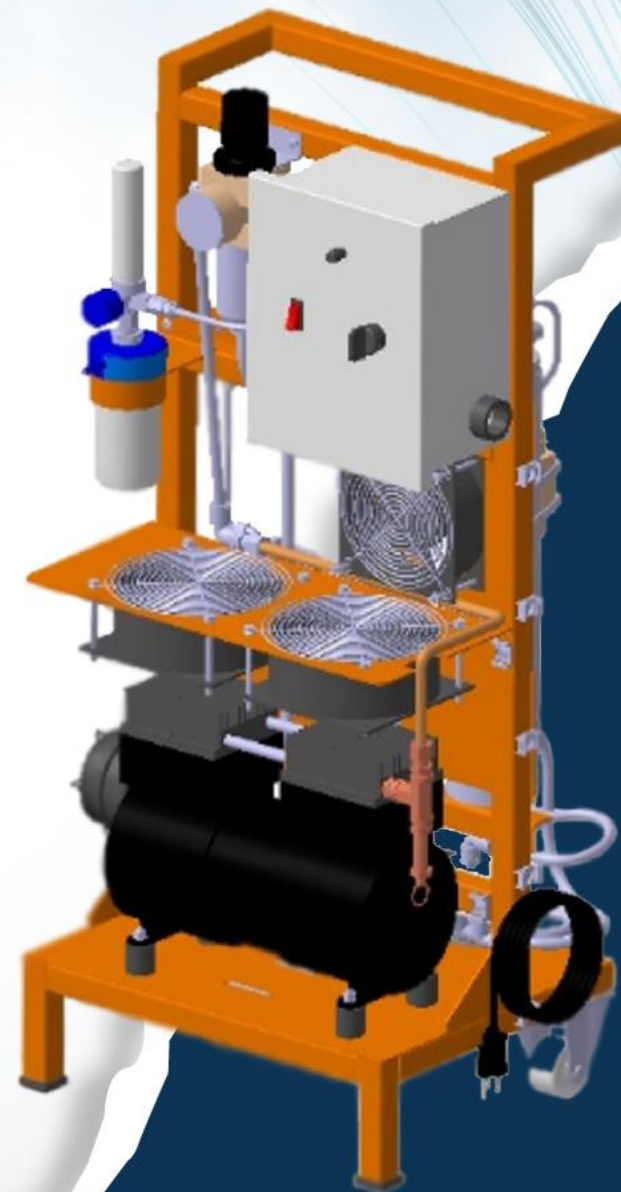


O2P

OXYGEN TO PEOPLE

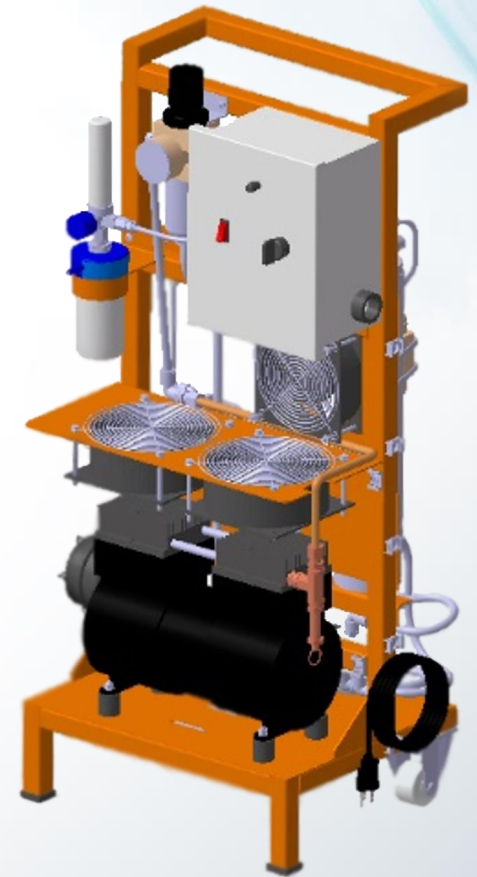
เครื่องเพิ่มความเข้มข้นออกซิเจนในอากาศ
โครงการ O2P



สารบัญ

คำประกาศเกียรติคุณ

1. บทนำ
2. โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่อง
3. หลักการทำงาน
4. กระบวนการทดลอง
5. รายการชิ้นส่วนและต้นทุนการผลิต
6. กระบวนการรับประกันคุณภาพและการสอบกลับ
7. ข้อเสนอในการพัฒนาต่อไป



คำประกาศเกียรติคุณ

ขอขอบคุณบุคคลและองค์กรดังรายนามต่อไปนี้ ที่ร่วมแรงร่วมใจกันจนโครงการ O2P สำเร็จออกมาด้วยดี

1. ผู้จัดการโครงการและที่ปรึกษา

- วีระยุทธ สร้อยทอง

2. ทีมงานออกแบบพัฒนาวิจัย และทีมระบบ

- ประสิทธิ์ อินทวงศ์
- ระเบียบ แจ่มรัมย์
- อภิชาติ แวดอน
- ประจักษ์ ภาภูมิภัก
- สันธิ์ กลิ่นด่าง
- มนตรี ยิ่งแรงเรือง
- อภิชาติ คำร้อยแสน
- สุระชัย หงษ์มณี
- วีระชัย แก้วกาไล
- ทรงพล เอี่ยมเหนือ
- เรืองฤทธิ์ อมรวงศ์
- สัมฤทธิ์ ทองใบ
- อำนวย รัชญผล
- อนุสรณ์ เขื่อนสอง

3. ทีมงานประกอบ, ระบบ และควบคุมคุณภาพ

- มงคลชัย มีชู
- ยรรยง พิมพ์น้อย
- พลาพล ปานโต
- วิโรจน์ แก้วศรีนวม
- วิจิตร ปานขวัญ
- ศิลปกร นันทพันธ์
- สฤณี นันทพันธ์
- กำพล ไพรัตน์
- สรรค คุณละ
- เกียรติศักดิ์ แก้วบัง
- บรรจง ตัดใจ
- ราชานนท์ หวานเพลิน
- ทิราวุธ สีแดง
- งาม มีบุญรอด
- กรกฏ ศรีทอง
- ประพาส ศรีสิทธิ์
- ประชัน ชัชวาลย์
- สุรัตน์ สร้อยทอง
- อุบล รอดเลี้ยง
- เลิศชาย บุตรดี
- สิงหา บ้างตำรวจ
- ประเทือง จำปาเงิน

4. ทีมงานโครงสร้าง

- นายประกอบ ก้านเพชร
- ชานอ เทพสุวรรณ
- วิเชียร ไม้คำ
- พิทยา วงพรหม
- สาธิต พุดหอม
- ธนวัฒน์ วงคำจันทร์
- พรศักดิ์ พรหมใจดี
- วิรุฒ ม่วงศรี
- บัณฑล ทับฝา
- ปรีชา จารุจิต

คำประกาศเกียรติคุณ

ขอขอบคุณบุคคลและองค์กรดังรายนามต่อไปนี้ ที่ร่วมแรงร่วมใจกันจนโครงการ O2P สำเร็จออกมาด้วยดี

5. ทีมงานไฟฟ้าและระบบควบคุม

- ภาดพงษ์ ธนิตกุล
- ชัยวัฒน์ ภูริภัทรวัฒน์
- เฉลิมเกียรติ วิมานทอง
- วราวุธ หันวิสัย
- พงษ์พิสิทธิ์ ใจกรองแก้ว
- สปิณธ์ยุทธ พัทธทองศรี
- วีระชัย เจริญพืช
- พนม ศรีกังพาน
- จักรกฤษณ์ สิงเกิด
- ธนิกุล จันท์แจ่มศรี
- ศตวรรษ แก้วผัด
- ประเสริฐ พรหมอาสา
- วีระพล น้อยจร
- ทวีศักดิ์ เสนไส
- เจริญชัย แก้วกัลยา
- ศราวุฒิ เจริญจิตต์
- มนัส ช้างสมุด
- อำนาจ พวงมาลา
- วิทยา เป้าคำ
- นพกร อยู่สุข
- สุนทร ชัยทัศน์

6. ทีมงานสารเคมีและประกอบ กระบอกบรรจุสาร

- ณรงค์ อินทร์ลอย
- สภาพ ดาสิน
- สมชาย ภูววิไลเมธา
- ยงยุทธ จาระนิน
- มงคล ชินเสน
- สุนันท์ น้อยจันทร์
- จำลูน กระซอนสุข
- เผด็จ ดอนสระไพร
- นิพล คำแห่งพล
- ธงไชย แซ่ลี

7. ทีมสนับสนุน

- วริน สุขอเนก
- ปิยะ วายะวรรณ
- กฤษณพล อุบลวิวัฒนา
- วีระพันธ์ เครืออยู่
- นันทพงษ์ เงามาม
- สมชัย รัตนภิญโญพิทักษ์
- ชัยสิทธิ์ กล้าหาญ

8. ทีมงานข้อมูลสาร Zeolite

- เสวก ประกิจฤชานนท์
- วิรุฬห์ ตรงชวนกิจ
- อภิญญา ทิศสวิภาคสกุล
- ชวิศา ทรัพย์โสภา
- จิรภัทร วรรณประเสริฐ
- พิพรรธ พรธีรเจริญพงศ์

คำประกาศเกียรติคุณ

ขอขอบคุณบุคคลและองค์กรดังรายนามต่อไปนี้ ที่ร่วมแรงร่วมใจกันจนโครงการ O2P สำเร็จออกมาด้วยดี

9. อื่น ๆ

- มูลนิธิกระจกเงา
สำหรับการให้ยืมอุปกรณ์
- ข้อมูลทางวิชาการจาก
ผู้เชี่ยวชาญจากสาขาต่าง ๆ
- พันตำรวจตรี ชวลิต เล่าหุดมพันธ์
คำแนะนำทางข้อมูล
- เจ้าหน้าที่จากคณะก้าวหน้า

10. ผู้สนับสนุนอุปกรณ์การผลิต

- บริษัท ฟาร์อีสต์ เอ็นจิเนียริง ซัพพลาย จำกัด
- บริษัท เซ็นทรัล คาสเตอร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด
- บริษัท โคฮอर्थ เซลส์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด
- บริษัท มิติเท็กซ์ จำกัด
- บริษัท ฟิลเตอร์ แมทซ์ จำกัด
- บริษัท เอส.เอ็ม.ซี. (ประเทศไทย) จำกัด
- บริษัท เอเชีย อีเล็คทริก คอร์ปอเรชั่น จำกัด
- บริษัท แอร์แทค อินดัสเทรียล จำกัด
- ห้างหุ้นส่วนจำกัด ปาริชาติ เอ็นจิเนียริง
- บริษัท อาร์ เอส สปริงอะไหล่ จำกัด
- บริษัท พัมคิน คอร์ปอเรชั่น จำกัด
- บริษัท ที กรุ๊ป เอ็นจิเนีย แอนด์
แมชชีนทูล จำกัด
- บริษัท ออโรเม็กซ์ จำกัด
- บริษัท ไทยซัมมิท โอโตพาร์ท อินดัสตรีจำกัด
- บริษัท TS Interseats Co., Ltd
- บริษัท ไทยซัมมิทพลาสติกจำกัด
- บริษัท ไทยชนาร อุตสาหกรรม จำกัด
- บริษัท ไทยซัมมิท แหลมฉบับ โอโตพาร์ท จำกัด

1. บทนำ

เปิดข้อมูลการสร้างเครื่องเพิ่มความเข้มข้นออกซิเจนในอากาศ – จากปัญหาด้านสาธารณสุขสู่ปัญหาด้านเทคโนโลยี

เอกสารฉบับนี้คือการเปิดเผยความรู้เกี่ยวกับการผลิตเครื่องเพิ่มความเข้มข้นออกซิเจนในอากาศ หรือที่เราตั้ง codename ไว้ว่า “โครงการ O2P” เพื่อให้ประชาชน, นักศึกษาอาจารย์ และนักประดิษฐ์ทั่วไปเข้าถึงได้อย่างเป็นสาธารณะ

ผมขอเท้าความอีกครั้ง โครงการนี้เกิดจากความห่วงใยของพวกเราชาวคณะก้าวหน้าต่อผู้ติดเชื้อโควิดที่มีอาการเชื้อลงปอด มีปัญหาการหายใจ แต่ไม่สามารถเข้าถึงโรงพยาบาลได้ ผมได้อ่านเจอข้อความของ ส.ส. พรรคก้าวไกล พ.ต.ท. ชวลิต เลขาหุดมพันธ์ ที่เขียนเกี่ยวกับการผลิตเครื่องเพิ่มความเข้มข้นออกซิเจนในอากาศ (สามารถอ่านได้ที่: <https://www.facebook.com/2241401106128217/posts/3016440778624242/>) และได้อ่านผลการศึกษาเบื้องต้นจากผู้เชี่ยวชาญอื่นๆ ที่เปิดเป็นสาธารณะ

เมื่ออ่านจบแล้ว ผมรู้ว่าศักยภาพของทีมงานไทยซัมมิตและวิศวกรไทย สามารถสร้างเครื่องนี้ขึ้นมาได้ จึงได้เรียกประชุมทีมงาน เปิดโครงการ O2P

สองเดือนผ่านไป ด้วยความช่วยเหลือจากผู้คนมากมาย ทั้งจากโลกออนไลน์และจากการทำงานร่วมกันในโลกความจริง

วันนี้ เครื่องออกซิเจนที่พวกเราสร้างขึ้น ได้ถูกแจกจ่ายให้กับบุคลากรทางการแพทย์ และศูนย์พักคอยหลายแห่งแล้ว

เมื่อสถานการณ์โควิดคลี่คลายลงในอนาคต เครื่องนี้ก็ยังสามารถทำประโยชน์ในการแพทย์ได้ต่อไปอีก ผู้ป่วยอีกหลายโรคยังจำเป็นต้องมีการให้ออกซิเจนที่บ้าน เช่น โรคปอดเรื้อรัง, ภาวะลมโป่งพอง, โรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง เป็นต้น เครื่องนี้สามารถช่วยให้ผู้ดูแลและผู้ป่วยไม่ต้องเติมหรือเปลี่ยนถังออกซิเจนบ่อยๆ ซึ่งจะลดภาระและต้นทุนในการดูแลผู้ป่วยได้

ไวรัสโคโรนาทำให้พวกเราเห็นถึงความเปราะบางทางด้านสาธารณสุขและการแพทย์ ประเทศไทยไม่สามารถพึ่งพาตัวเองได้เลย อุปกรณ์ทางการแพทย์, ยา, และวัคซีน ต้องนำเข้าจากต่างประเทศเกือบทั้งหมด ไม่สามารถผลิตได้ในประเทศ

โครงการนี้ยืนยันความเชื่อของผมว่า คนไทยมีศักยภาพทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมมากมาย พวกเราใช้เวลาเพียงสองเดือน จากที่ไม่รู้อะไรเลยเกี่ยวกับการผลิตออกซิเจนเข้มข้น ผ่านการศึกษา ปรัชญาผู้เชี่ยวชาญตลอดทั้ง supply chain ทำการวิจัย ทดลองเงื่อนไขและปัจจัยต่าง ๆ เป็นร้อย ๆ ครั้ง และออกแบบการประกอบและการประกันคุณภาพ จากประสบการณ์จริงในโลกอุตสาหกรรม จนสามารถสร้างเครื่องออกซิเจนในระดับอุตสาหกรรมได้ภายในเวลาอันสั้น

เราสามารถนำปัญหาสังคม มาสร้างเป็นความต้องการภายในประเทศ และจากความต้องการภายในประเทศ ผลักดันให้เกิดอุตสาหกรรมใหม่ สร้างงานที่ผลิตสินค้า และ/หรือบริการที่มีมูลค่าเพิ่มสูง เพื่อให้เกิดจ้างงานที่มีคุณภาพ ประเทศไทยได้มีเทคโนโลยีเป็นของตัวเอง แก้ปัญหาได้ทีเดียว 3 ด้าน คือ ปัญหาสังคม, ปัญหาเศรษฐกิจคนว่างงาน และปัญหาการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศไทย

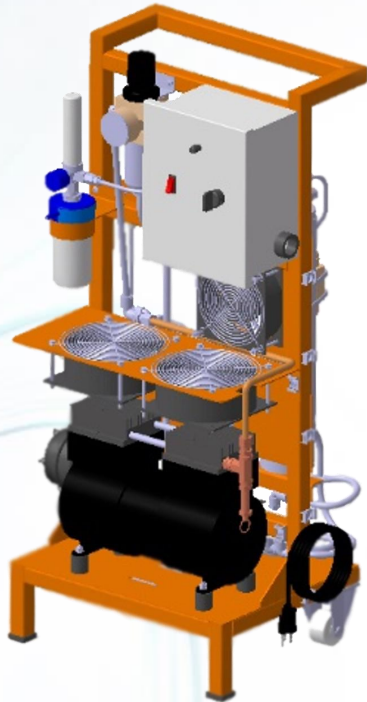
เราเริ่มต้นโครงการนี้จากการต่อยอดความรู้ที่มีผู้เผยแพร่เป็นสาธารณะ จึงไม่ต้องเริ่มจากศูนย์ เมื่อจบโครงการ เราจึงต้องการคืนความรู้กลับสู่สังคม นำความรู้ที่เราต่อยอด ได้เปิดเป็นสาธารณะต่อไป ผมหวังว่าการเปิดข้อมูล O2P เป็นสาธารณะนี้ จะช่วยให้ผู้สนใจได้นำความรู้ไปต่อยอดต่อไปอีก และนำไปสู่การคิดค้นใหม่ ๆ ได้

จากข้อมูลชุดนี้ของเรา หากใครลงทุนพัฒนาทดลองอีกหน่อย ก็จะสามารถสร้างเครื่องออกซิเจนเข้มข้นเชิงพาณิชย์ได้เลย ข้อมูลการนำเข้าเครื่องออกซิเจนเข้มข้นบอกเราว่าประเทศไทย นำเข้าเครื่องตัวนี้จากต่างประเทศปีละประมาณ 200 ล้านบาทเลยทีเดียว (อ้างอิงจากพิกัดอัตราศุลกากร HS code 901920, 902000, และ 842139) วันนี้เรารู้แล้วว่าคนไทยมีความรู้ ความสามารถเพียงพอที่จะผลิตเครื่องนี้ในประเทศ ซึ่งหากมีคนนำไปทำต่อให้สำเร็จ เราก็จะลดการนำเข้า ลดการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ สร้างงานในประเทศด้วยเทคโนโลยีคนไทยได้

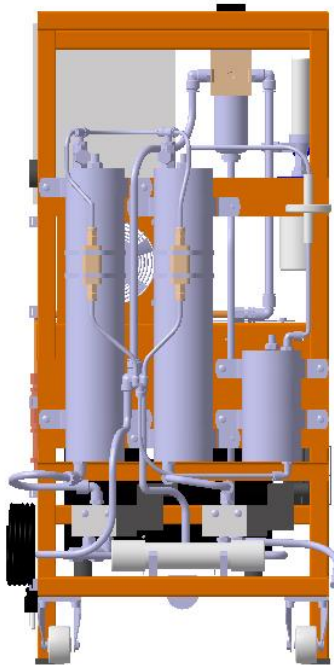
ความก้าวหน้าของประเทศและอนาคตของคนรุ่นต่อไปอยู่ที่การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีครับ

ธนรร จิรุงเรืองกิจ
ตุลาคม 2564

2. โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่อง



ภาพเครื่องจากแบบวิศวกรรม สามมิติ



ภาพเครื่องจริงเมื่อผลิตเสร็จ

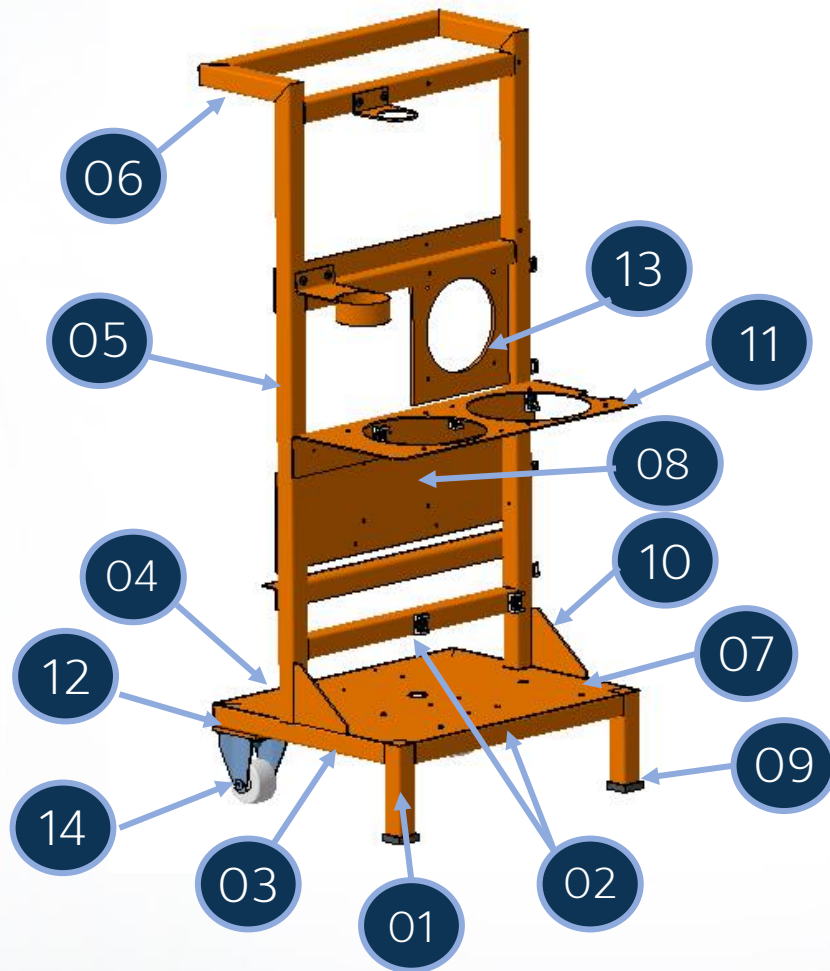
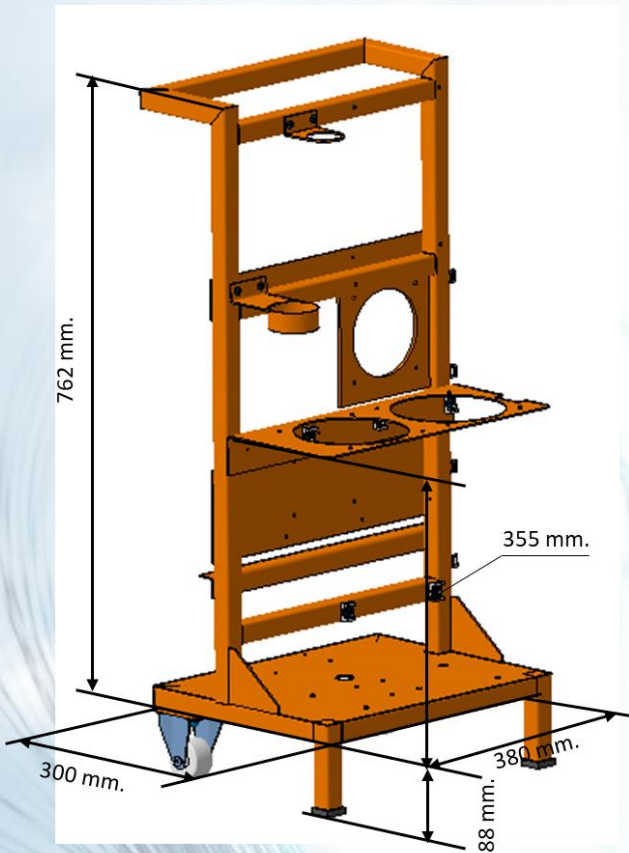


เครื่อง O2P สามารถแบ่งออกเป็น module หลัก 4 กลุ่ม ได้แก่

1. Module งานโครงสร้าง
2. Module สารเคมี

3. Module ระบบลม
4. Module ไฟฟ้าและระบบควบคุม

2. โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่อง

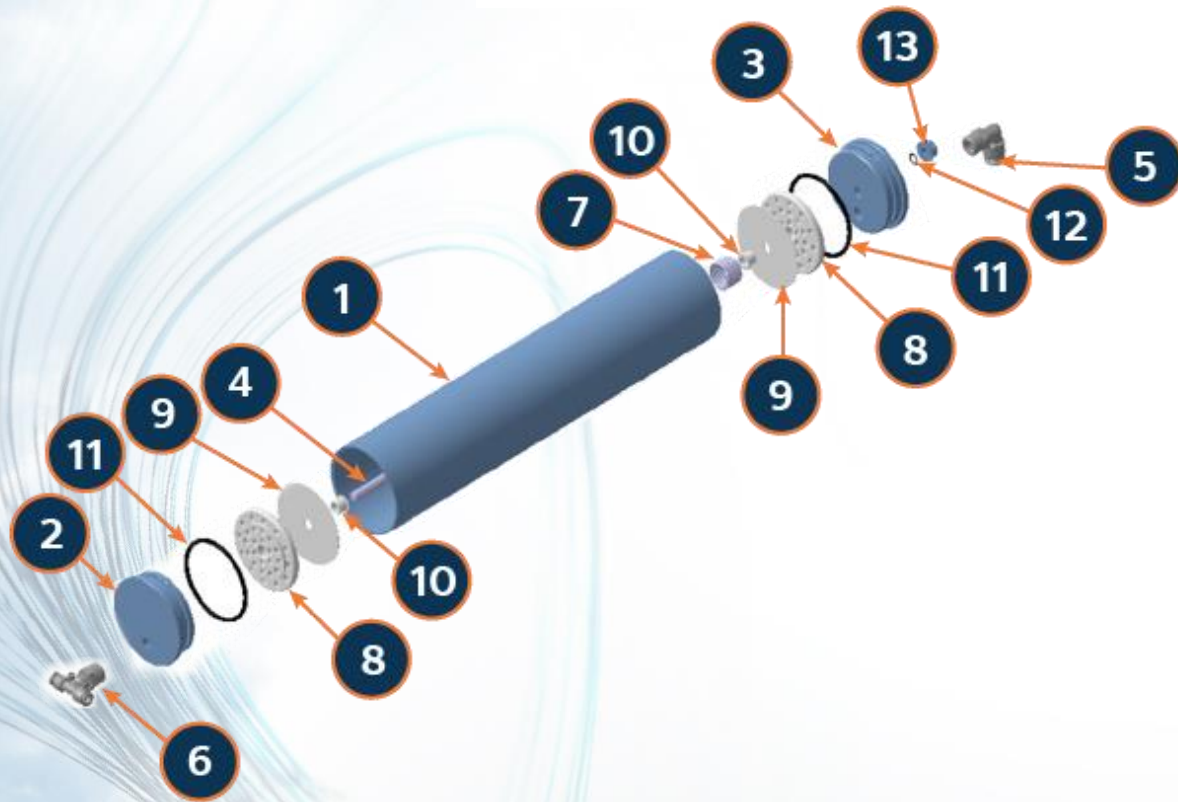


Module งานโครงสร้าง

Item	Part	Q'ty
01	Square tube 25x25x111 T.2 mm.	2
02	Square tube 25x25x330 T.2 mm	5
03	Square tube 25x25x275 T.2 mm	2
04	Square tube 25x25x380 T.2 mm	2
05	Square tube 25x25x737 T.2 mm	2
06	Square tube 25x25x145 T.2 mm	2
07	Steel sheet 240x380x T. 2 mm.	1
08	Steel sheet 50x380x T. 1.5 mm.	1
09	Plastic plug 25x25x	2
10	Steel sheet 68.5x85 T. 3 mm.	2
11	Steel sheet 58x70x T. 5 mm.	2
12	Steel sheet 235x380x T 2 mm.	1
13	Steel sheet 140x150x T. 5 mm.	1
14	Wheel 2" (Fix type)	2

2. โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่อง

Module งานสารเคมี
กระบอ กzeolite



ลำดับ	รายการชิ้นส่วน	จำนวน
1	กระบอ กซีโอไลท์	1
2	ฝาปิดกระบอ กซีโอไลท์บน	1
3	ฝาปิดกระบอ กซีโอไลท์ล่าง	1
4.	แกนวัดฝาปิดซีโอไลท์	1
5	ข้อต่อลงมอ 90องศาเกลียว 3/8 รูลม 10 มม.	1
6	ข้อต่อลงม 3 ทาง (T) องศาเกลียว 3/8 รูลม 10 มม.	1
7	สปริงกวดซีโอไลท์	1
8	ฝากรองสารซีโอไลท์	2
9	ผ้ากรองสารซีโอไลท์	2
10	บุชแกนวัดซีโอไลท์	2
11	โอริงกระบอ กซีโอไลท์	2
12	โอริงแกนวัดฝาซีโอไลท์	1
13	น็อตยึดฝาปิดกระบอ กซีโอไลท์ M 8 x 1.25 มม.	1

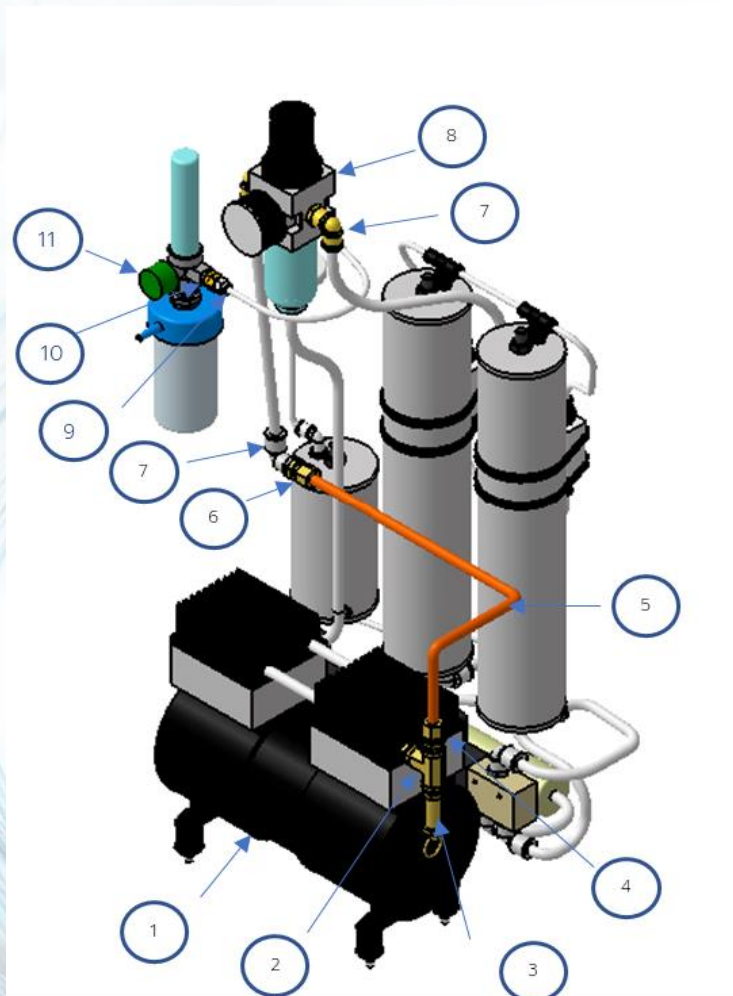
2. โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่อง



ลำดับ	รายการชิ้นส่วน	จำนวน
1	กระบอกออกซิเจน	1
2	ฝาปิดกระบอกออกซิเจนบน (ใช้ร่วมกับกระบอกออกซิโலைท์)	1
3	ฝาปิดกระบอกออกซิเจนล่าง (ใช้ร่วมกับกระบอกออกซิโலைท์)	1
4.	โอริงกระบอกออกซิเจน (ใช้ร่วมกับกระบอกออกซิโலைท์)	1
5	ข้อต่อลมงอ 90 องศาเกลียว 3/8 รูลม 6 มม.	2
6	โอริงแกนยึดกระบอกออกซิเจน (ใช้ร่วมกับกระบอกออกซิโலைท์)	1
7	น็อตยึดฝาปิดกระบอกออกซิโலைท์ M 8 x 1.25 มม.	1

2. โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่อง

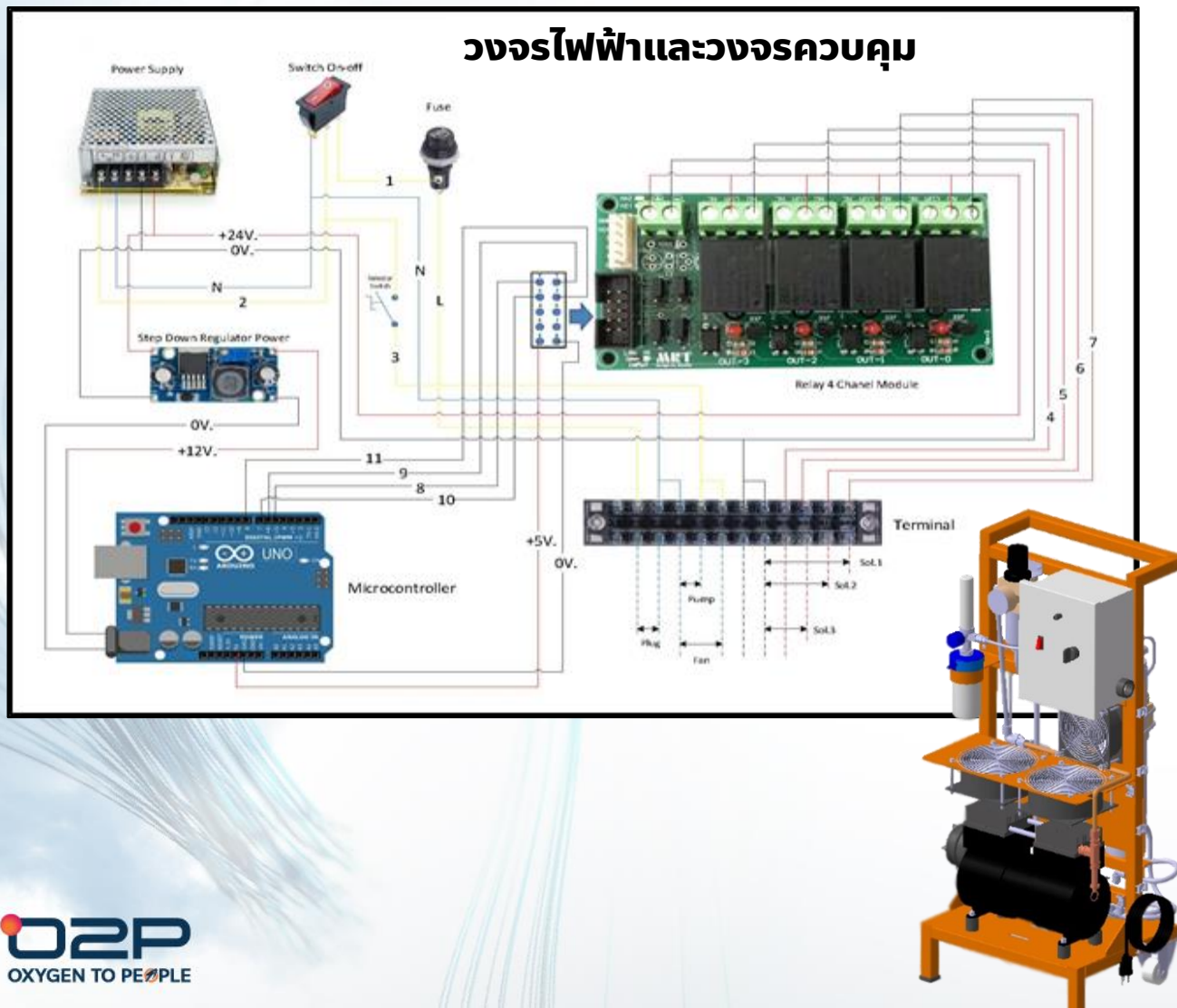
Module ระบบลม



ลำดับ	รายการชิ้นส่วน	จำนวน
01	ปั๊มลม	1
02	ข้อต่อทองเหลืองแบบ3ทางเกลียว 3/8	1
03	เซฟตี้วาล์ว	1
04	ข้อต่อทองเหลืองแบบตาไก่ เกลียวนอก 3/8	1
05	ท่อทองแดงขนาด 3/8 ยาว 45 ซม.	1
06	ข้อต่อทองเหลืองแบบตาไก่ เกลียวใน 3/8	2
07	ข้อต่อลมงอ90 ขนาดท่อ 10 มม. เกลียว 3/8	11
08	อุปกรณ์ปรับแรงดันลม	1
09	ข้อต่อลมงอ 90 ขนาดท่อ 6 มม. เกลียว 3/8	3
10	ข้อต่อทองเหลืองลดขนาด เกลียว 3/8 -1/4	1
11	อุปกรณ์ปรับอัตราการไหลอากาศ	2

2. โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่อง

Module งานไฟฟ้าและระบบควบคุม

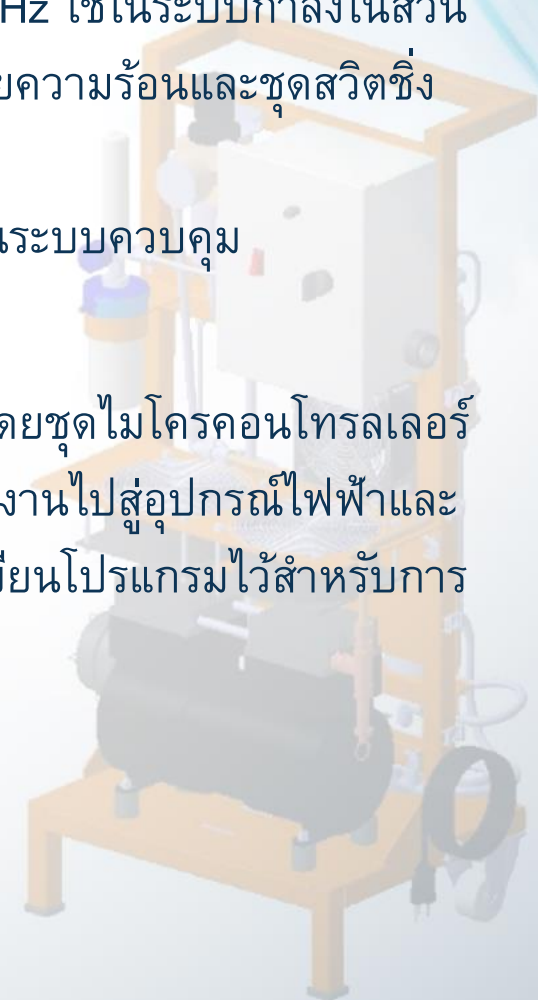


ระบบไฟฟ้าเครื่อง O2P

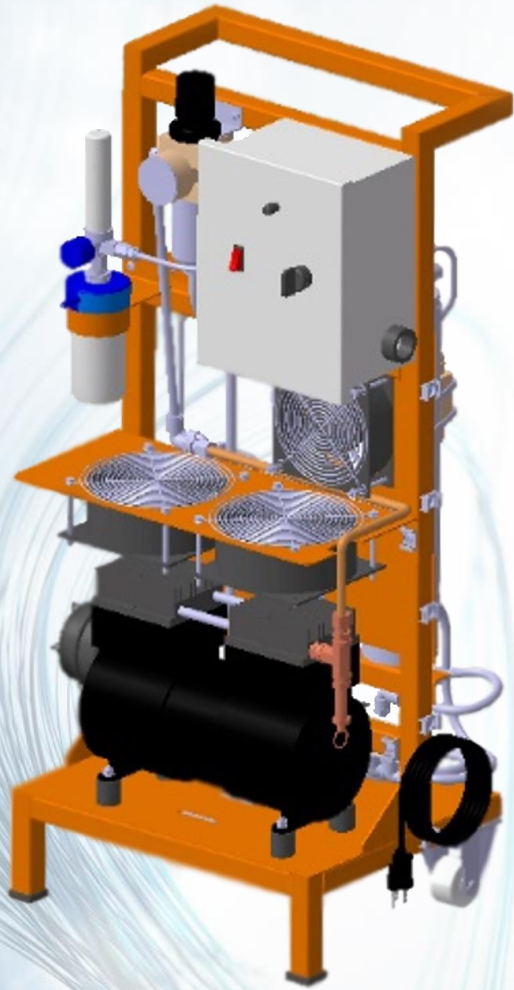
1. ไฟฟ้ากระแสสลับ 220V.50Hz ใช้ในระบบกำลังในส่วน ของปั๊มลม ,ชุดพัดลมระบายความร้อนและชุดสวิตซ์িং เพาเวอร์ซัพพลาย
2. ไฟฟ้ากระแสตรง 24V ใช้ในระบบควบคุม

ระบบควบคุมเครื่อง O2P

เครื่อง O2P ควบคุมการทำงานโดยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำงานเป็นชุดส่งสัญญาณการทำงานไปสู่อุปกรณ์ไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ตามข้อกำหนดที่เขียนโปรแกรมไว้สำหรับการ ทำงานในระบบสวิตแรงดัน



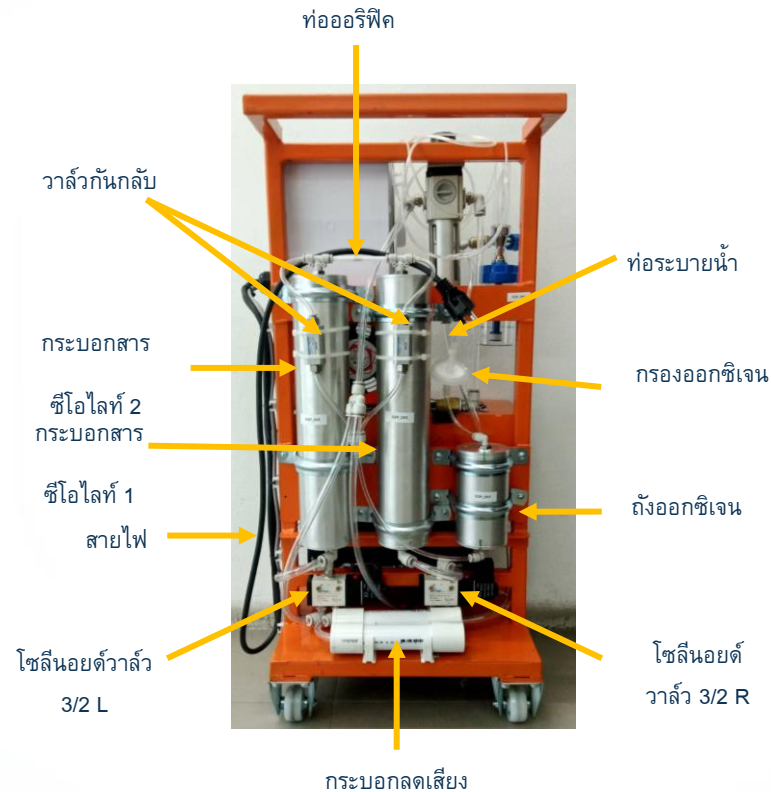
3. หลักการทำงาน



ข้อมูลจำเพาะของเครื่องจักร

อัตราการไหล	5 ลิตร/นาที
ความเข้มข้นออกซิเจน	93%±3%
แรงดันฟุ้งออก	5ลิตร/นาที : 0.15-0.2 MPA
เสียงขณะใช้งาน	5ลิตร/นาที≤80dB (A)
ขนาด	289×380×850 มม.
น้ำหนักรวม	30.5 กก.
กำลังงานปั๊มลม	780 วัตต์
แรงดันไฟฟ้า	AC220V 50Hz
การใช้พลังงาน	5ลิตร/นาที : 400 วัตต์
เวลาทำงานต่อเนื่อง	24 ชม.

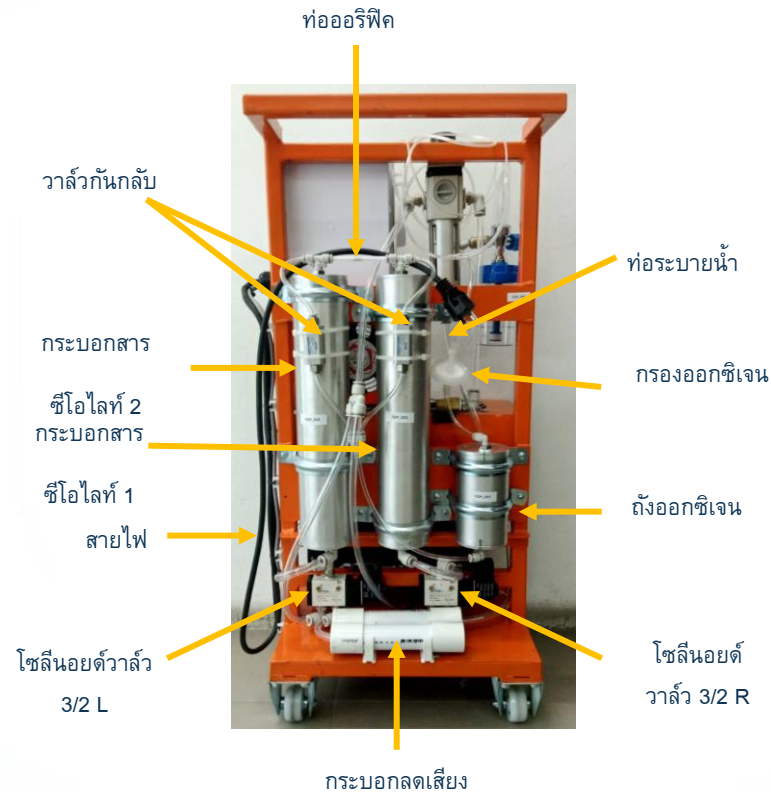
3. หลักการทำงาน



หลักการทำงาน

1. ปั๊มลมทำหน้าที่ดูดอากาศและสร้างอัตราการไหลของอากาศเข้าไปในระบบผ่านท่อลมด้านขาเข้า โดยมีเซฟตี้วาล์วป้องกันแรงดันสูงเกิน 5 บาร์
2. ลมที่ผ่านชุดเซฟตี้วาล์วแล้วจะไหลเข้าสู่ชุดควบคุมแรงดันและดักน้ำ
3. ลมผ่านชุดควบคุมแรงดันและดักน้ำ แล้วจะไหลไปยังชุดวาล์ว 3/2 R เพื่อรอชุดควบคุมส่งสัญญาณการทำงานเปิดช่องลมให้ไหลเข้าสู่ชุดกระบอกซีโอไลต์
4. เมื่อชุดควบคุมส่งสัญญาณให้วาล์ว 3/2 R ทำงานเปิดช่องทางให้ลมเข้ากระบอกซีโอไลต์ 1 ทำให้เกิดแรงดันในระบบเกิดกระบวนการตรึง (Adsorption) ก๊าซไนโตรเจนไว้ที่สารซีโอไลต์ เกิดการแยกออกซิเจนออกจากอากาศและไหลออกไปยังถังพักออกซิเจน และออกซิเจนบางส่วนไหลไปยังกระบอกซีโอไลต์ 2 ผ่านท่อออริฟิต

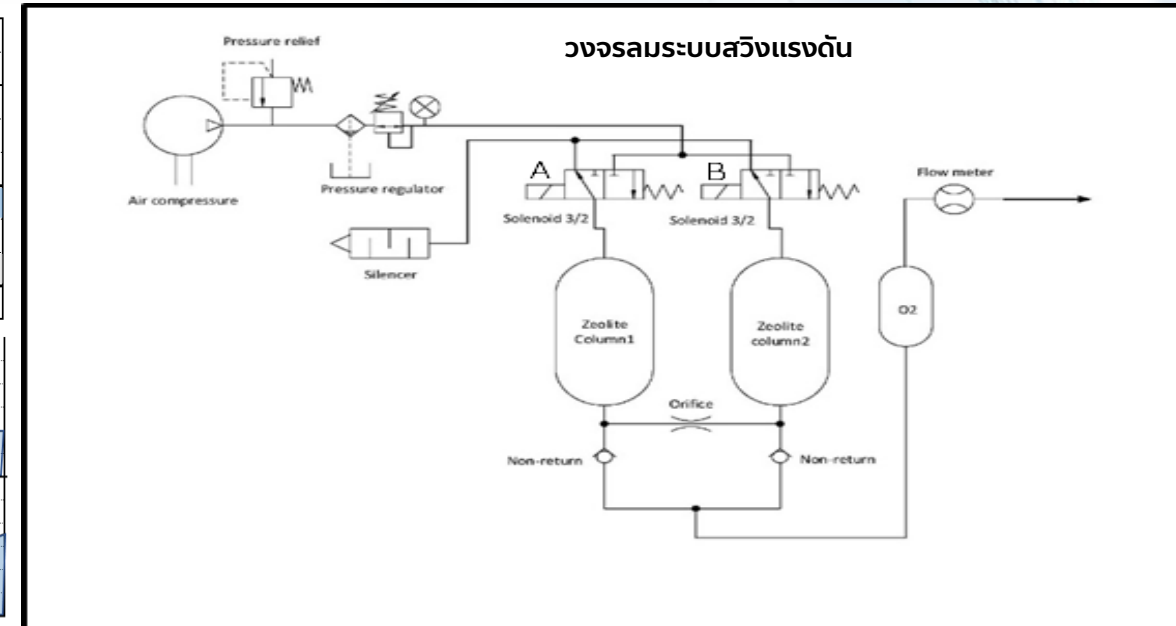
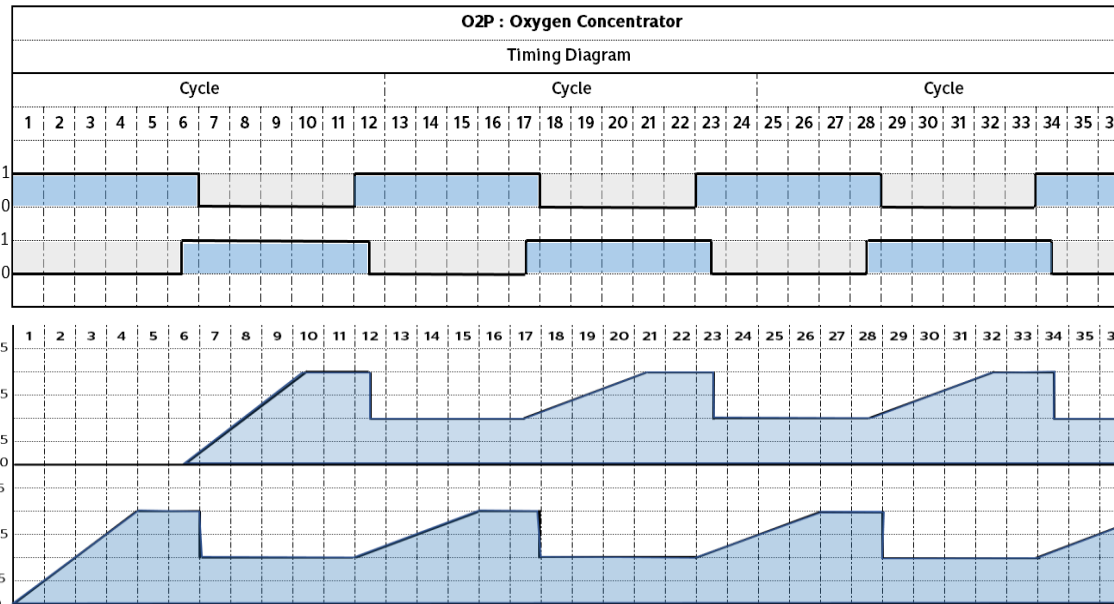
3. หลักการทำงาน



หลักการทำงาน

- เมื่อวาล์ว 3/2 R ทำงานก่อนครบคาบเวลา 0.5 วินาที กล่องควบคุมส่งสัญญาณทำงานไปยัง วาล์ว 3/2 L เริ่มทำงานเปิดช่องทางให้ลมไหลไปยังกระบอกซีโอไลต์ 2 ทำให้เกิดแรงดันในระบบเกิดกระบวนการตรึง (Adsorption) ก๊าซไนโตรเจนไว้ที่สารซีโอไลต์ เกิดการแยกออกซิเจนออกจากอากาศและไหลออกไปยังถังพักออกซิเจนและออกซิเจนบางส่วนไหลไปยังกระบอกซีโอไลต์ 1 ผ่านท่อออริฟิต เมื่อวาล์ว 3/2 R ทำงานครบคาบเวลา กล่องควบคุมตัดสัญญาณการทำงาน ให้วาล์ว 3/2 R เปลี่ยนช่องทางให้อากาศจากกระบอกซีโอไลต์ 1 ระบายออกเพื่อดันก๊าซไนโตรเจนออกจากสารซีโอไลต์
- การทำงานระหว่างกระบอกซีโอไลต์ จะทำงานสลับกันไปตามคาบเวลาที่กล่องควบคุมส่งสัญญาณ

3. หลักการทำงาน-ระบบควบคุมวาล์ว



หลักการทำงาน

1. บั้มลมจะสร้างอัตราการไหลของอากาศเข้าระบบ และวาล์ว A เปิดช่องทางให้อากาศไหลเข้ากระบอกซีโอไลต์ 1 (Zeolite column1) ทำให้เกิดแรงดันในระบบ (Pressurization) และเกิดกระบวนการตรึงไนโตรเจนและปล่อยให้ออกซิเจนไหลผ่าน (Adsorption) โดยออกซิเจนไหลไปยังถังพักออกซิเจน และอีกส่วนไหลไปยังกระบอกซีโอไลต์ 2 (Zeolite column2) ผ่านท่อออริฟิต โดยกระบวนการนี้จะใช้เวลา 6 วินาที
 2. เมื่อวาล์ว A ทำงานถึงเวลา 5.5 วินาที วาล์ว B จะเริ่มทำงานโดยเปิดช่องทางให้อากาศไหลเข้ากระบอกซีโอไลต์ 2 (Zeolite column2) เพื่อเริ่มกระบวนการตรึงไนโตรเจนและปล่อยออกซิเจนไหลผ่าน (Adsorption) ไปยังถังพักออกซิเจนและท่อออริฟิต ทำให้แรงดันในระบบเพิ่มขึ้น (Pressurization) และวาล์ว A หยุดการทำงาน และสลับช่องทางลมไปตำแหน่งระบายลม หลังทำงานมา 6 วินาที แรงดันลดลง (Depressurization) โดยไนโตรเจนที่ออกซิเจนจากกระบอกซีโอไลต์ 2 (Zeolite column2) ที่ไหลผ่านท่อออริฟิตจะไหลเข้ากระบอกซีโอไลต์ 1 (Zeolite column1) เพื่อเป็นการผลัดดันไนโตรเจน (Purge) ที่ถูกตรึงไว้ที่สารซีโอไลต์ในจังหวะที่ 1 ให้หลุดออกจากสาร เพื่อเป็นการปรับสภาพสารให้กลับไปสู่สภาวะเริ่มต้นเพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการตรึงออกซิเจน
- ในจังหวะต่อไป หลังจากวาล์ว B ทำงานผ่านไป 5.5 วินาที โดยกระบวนการนี้จะทำงานสลับกันระหว่างกระบอกซีโอไลต์ 1 และ 2 ตามเงื่อนไขของคาบเวลาที่กำหนดโดยชุดควบคุม

4. กระบวนการทดลอง

1 เรากำหนดเป้าหมายของเครื่องจักรไว้ 3 ประการ เพื่อเป็นทิศทางในการทำงาน



ความปลอดภัยของผู้ใช้งาน



ความเข้มข้นของออกซิเจนต้องมากกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณอากาศ



ปริมาณการไหลของอากาศขาออก ต้องมากกว่า 5 ลิตรต่อนาที

2 เรากำหนดเป้าหมายรองไว้อีก



การคงทนของเครื่องจักรเมื่อเปิดต่อเนื่อง เครื่องต้องสามารถเปิดต่อเนื่องได้มากกว่า 24 ชั่วโมง



ราคาต้นทุนต้องไม่เกิน 12,000 บาท



เสียงต้องดังไม่เกิน 80 dB



เวลาการจัดหาอุปกรณ์และผลิตต้องเสร็จภายใน 2 เดือน

3 เมื่อกำหนดเป้าหมายได้แล้ว เราจึงเริ่มกำหนดตัวแปรต้น เพื่อวัดผลลัพธ์ ซึ่งเราออกแบบโดยใช้วิธี DOE (design of experiments) ตัวแปรต้นของเรามีดังนี้



ซึ่งแต่ละตัวแปรก็มีทั้งข้อจำกัด และตัวเลือกมากมาย เช่น ปั๊มลม จะเป็นปั๊มลมขนาดไหน ยี่ห้ออะไร จำเป็นต้องมีถังพักลมหรือไม่ ขนาดของปั๊มควรจะ เป็นอลูมิเนียมหรือทองแดง ซึ่ง จะส่งผลกับราคาและความ ทนทาน เป็นต้น เฉพาะปั๊มลม อย่างเดียว ตัวเลือกที่เรานำมา ใส่ในการทดสอบก็มีมากถึง 4 แบบด้วยกัน

4 ผลลัพธ์ที่เราวัดและเก็บข้อมูลจากการทดสอบได้แก่



ความเข้มข้นของออกซิเจน



ปริมาณการไหลของออกซิเจนเข้มข้นขาออก



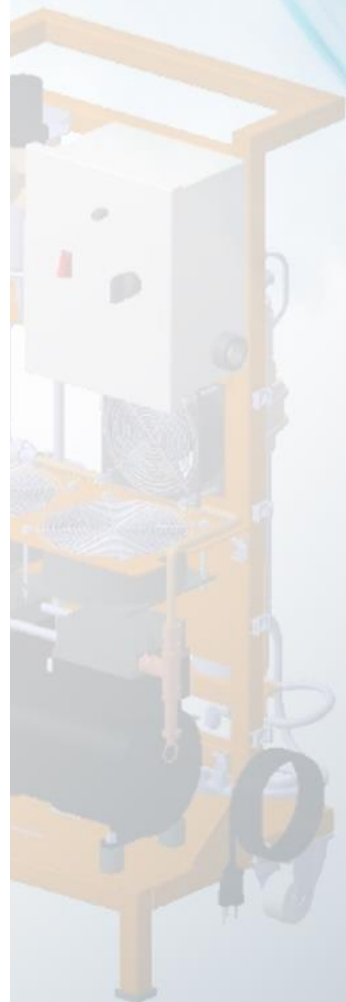
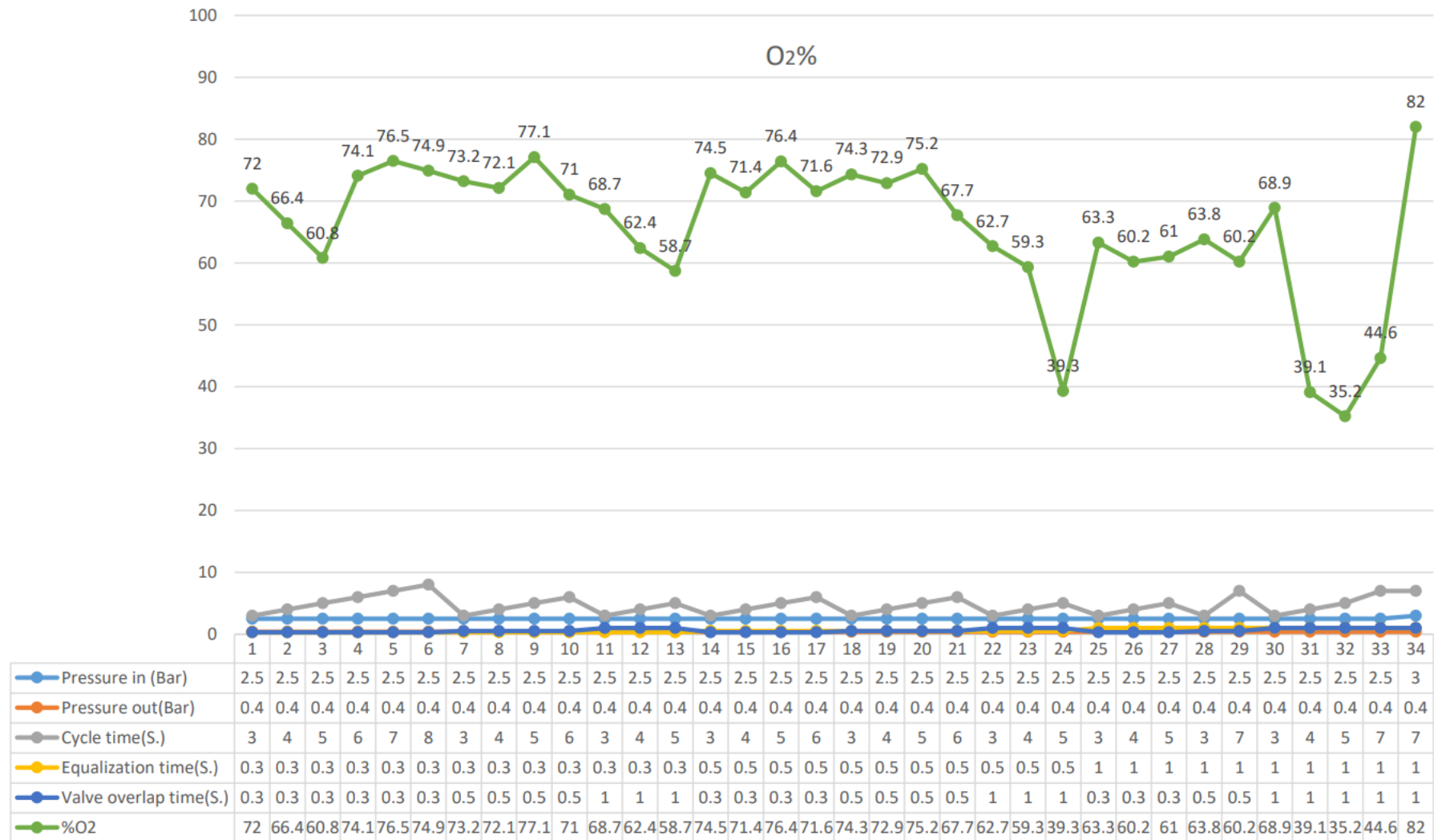
อุณหภูมิของปั๊มลมเมื่อเดินเครื่องต่อเนื่องเสียง

5 เมื่อนำทุกตัวแปรต้นมาพิจารณาแล้ว เรา ออกแบบและทดสอบเพื่อหาเงื่อนไขการทำงานร่วมกันที่ดีที่สุดของตัวแปรต้น ต่าง ๆ มากกว่า 300 ครั้ง จึงได้เป็นผล และคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เรานำมาสร้างเป็นเครื่อง O2P

4. กระบวนการทดลอง

ตัวอย่างการทดสอบผลของ cycle time, คาบการเปิดปิด ที่มีผลต่อความเข้มข้นของออกซิเจนในอากาศ เมื่อตัวแปรอื่นเหมือนเดิม

Compare data Test: TS Machine 4 Step → Zeolite Yuwell / Zeolite Tank TS / oxygen tank TS



4. กระบวนการทดลอง

ตัวอย่างการทดสอบผลของชนิดและผู้ผลิตของ zeolite, การอบและอุณหภูมิการอบ zeolite ก่อนการใช้งาน ที่มีผลต่อความเข้มข้นของออกซิเจนในอากาศ เมื่อตัวแปรอื่นเหมือนเดิม

Item	Zeolite type	Supplier	Size(mm.)	Shape	Weight Sample (Kg.)	% O2-->Non heat			% O2-->Heat 180C/2Hr			% O2-->Heat 200C/4Hr			% O2-->Heat 300C/2Hr			Remark
						1 L/min	5L/min	10L/min	1 L/min	5L/min	10L/min	1 L/min	5L/min	10L/min	1 L/min	5L/min	10L/min	
1	13X	Grand Biz	1.5x5.3	Pallet	1.75	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	-	-	-	-	-	-	Test @ TSA
2	N/A	Yuwell	0.5-1	Bead	1.038	94.4	*94.4		-	-	-	-	-	-	-	-	-	*Use air TSA
3	N/A	Yuyue	0.5-1	Bead	1.23	94.4	*94.4		-	-	-	-	-	-	-	-	-	*Use air TSA
4	13XHP	ISSAE(Naicho)	0.5-1	Bead	1.038	20.9	20.9	20.9	-	-	-	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	
5	13XAPG	AUC	2	Bead	1.038	35.8	-	-	-	-	-	-	-	-	31.4	-	-	
6	5A	Naicho	2	Bead	1.038	30	-	-	-	-	-	20.9	-	-	-	-	-	
7	13XHP	Maker thai	0.5-1	Bead	0.59	94.1	60-64	42-58										
8	13.XHP	EDS	0.5-1	Bead	1.038	94.4	*94.4	Teast	58	Teast	Teast	-	-	-	-	-	-	*Use external compressor
9	13.XHP	EDS	2	Bead	1.038	51.8	41.7-42.8	38-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



Result:O2
94.4%



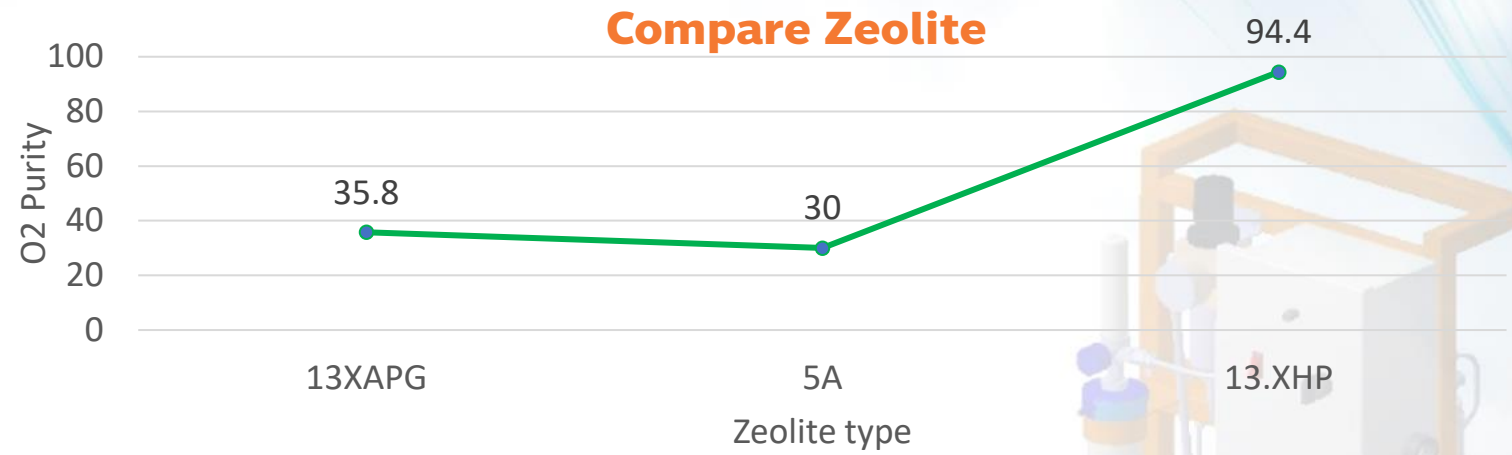
EDS 13XHP→Sample Test(Old packaging)

EDS 13XHP Test(New packaging)

4. กระบวนการทดลอง – การคัดเลือกชนิดและผู้ผลิตของ zeolite

ทดลองสารซีโอไลต์กับระบบswingแรงดัน

ผลการทดลองสารซีโอไลต์ที่ใช้กับระบบของ
คณะผู้จัดทำ สรุปได้ว่าสารซีโอไลต์
13XHP(ขนาด 0.4-0.8 มม.)
เหมาะสมกับการใช้งานของระบบ
ที่ได้ออกแบบ



5A

13XHP

13XAPG

PRODUCT PARAMETER			
Item	Molecular Sieve 5A		
Nominal pore diameter	5 angstroms		
Shape	Beads		Pellets
Diameter (mm)	2.0-3.0 mm	3.0-5.0 mm	1.5-1.8 mm
	(8*12 mesh)	(4*8 mesh)	(1/16 inch)
Bulk density (g/ml)	≥0.70	≥0.70	≥0.68
Crushing strength (N)	≥35/piece	≥85/piece	≥25/piece
Static H2O adsorption (%)	≥22	≥22	≥22
Static Hexane adsorption (%)	≥12	≥12	≥12
Water content (%)	≤1.5	≤1.5	≤1.5
Wear ratio (%)	≤0.20	≤0.20	≤0.40

Technical Parameter:	
Model	13X-HP
Color	Light gray
Nominal pore diameter	10 angstroms
Shape	Sphere (ball)
Diameter (mm)	0.4-0.8
Loss on Ignition (wt%.575°C, 1hr)	≤1.0
Bulk density (g/ml)	≥0.62
Crushing strength (N)	/
Static H ₂ O capacity (wt% RH60%,25°C)	≥30
Static CO ₂ capacity(wt% 250mmHg, 25°C)	≥19.8
Attrition (wt%)	≤0.2
Particle Ration (%)	≥95
N ₂ capacity(ml/g.)	≥8
N ₂ /O ₂ Selectivity(a.)	≥3

TYPICAL PHYSICAL PROPERTIES						
	1/16" Pellets	1/8" Pellets	TRISIV™ Pellets	8x12 Beads	6x8 Beads	4x8 Beads
Bulk density (lbs/ft ³)	38	38	36	40	40	40
Particle diameter (in)	0.06	0.12	0.12	0.08	0.12	0.16
Crush strength (lbs)	7	15	15	6	12	15
Equilibrium CO ₂ capacity ⁽¹⁾ (wt-%)	>17.5	>17.5	>17.5	>17.5	>17.5	>17.5
Equilibrium H ₂ O capacity ⁽²⁾ (wt-%)	24	24	24	24	24	24
⁽¹⁾ Measured at 250 mm Hg and 25 °C						
⁽²⁾ Measured at 17.5 mm Hg and 25 °C						

4. กระบวนการทดลอง - ระบบระบายความร้อนด้วยลวดทองแดงสามารถตัดออกได้

ทดลองวันที่ : 30/08/21 – 6/09/21



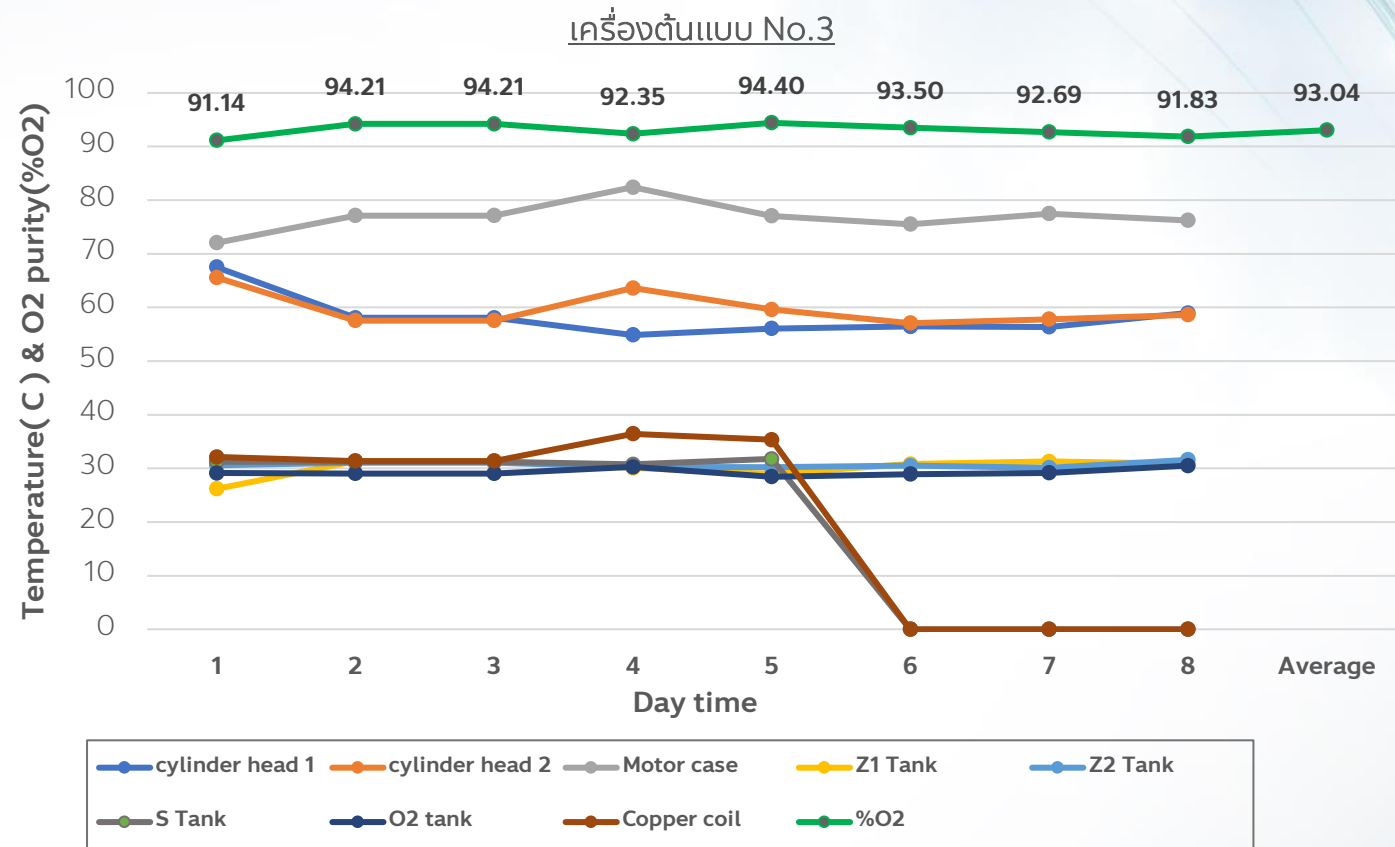
เครื่องต้นแบบ
No. 3

หมายเหตุ

1. Cylinder head , Motor case , Z Tank , S Tank , O2 tank , Copper coil ค่าในแนวดิ่งของกราฟแสดงเป็นอุณหภูมิเซลเซียส
2. O2 purity ในกราฟแสดงความเข้มข้นของออกซิเจนในหน่วยร้อยละ

สรุป เครื่องต้นแบบ No.3

จากการทดสอบเก็บค่าอุณหภูมิในระบบ เพื่อวิเคราะห์อุณหภูมิการทำงานของระบบและการระบายความร้อน ข้อมูลจากการทดสอบที่แสดงตามกราฟจะพบว่า อุณหภูมิกระบอกซีโอไลต์อยู่ในช่วง 30-31 C. ค่าความเข้มข้นออกซิเจนจะอยู่ในช่วง 90% ขึ้นไป จึงมีการลดการระบายความร้อนด้วยชุดขดทองแดงและกระบอกตัดความชื้นในวันทดลองที่ 6 จึงพบว่าอุณหภูมิในระบบยังอยู่ในช่วงการทำงานที่เพิ่มความเข้มข้นออกซิเจนได้ 90% ขึ้นไปและทำการทดสอบเก็บค่าต่อเนื่อง 3 วัน ยังพบว่าระบบยังทำงานได้ปกติ โดยอุณหภูมิของกระบอกซีโอไลต์ยังอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่สร้างความเข้มข้นออกซิเจนได้มากกว่า 90%



4. กระบวนการทดลอง - การคัดเลือกปั๊มลม

ทดลองวันที่ : 30/08 – 6 /09/21



หมายเหตุ

แกนนอนคือจำนวนวัน

แกนตั้งคืออุณหภูมิ ณ จุดต่างๆเมื่อ

เดินเครื่องต่อเนื่อง ไม่ปิดพัก

จุดประสงค์คือการทดสอบความปลอดภัย
และความทนทานของปั๊ม

สรุป

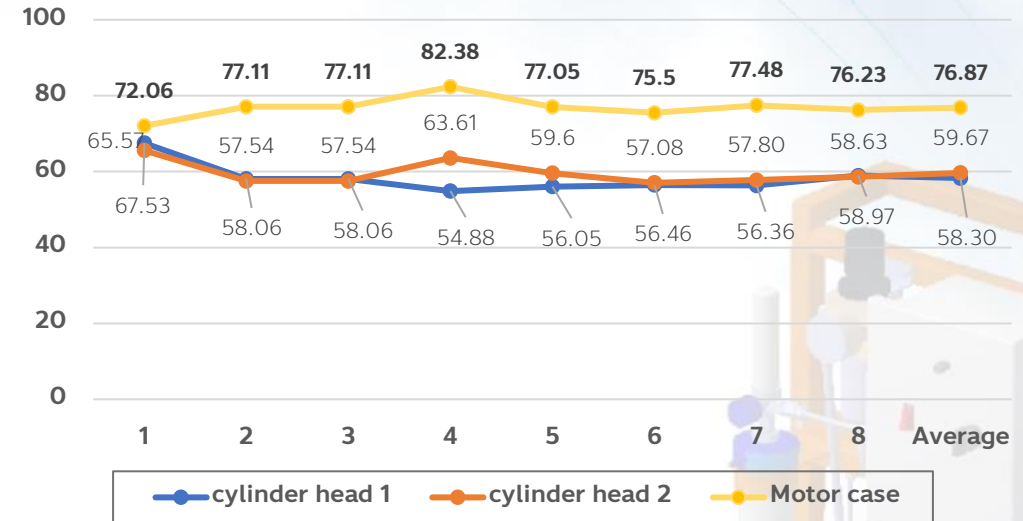
จากการทดสอบและเก็บค่าอุณหภูมิการทำงานของปั๊มลม

ของเครื่องต้นแบบ No.1 และ 3 โดยตรวจวัดอุณหภูมิที่ฝาสูบและโครมมอเตอร์ พบว่าอุณหภูมิการทำงานของปั๊มลม
ที่แสดงในกราฟมีความสม่ำเสมอและอยู่ในเกณฑ์ปกติ และไม่ส่งผลให้อากาศที่ส่งเข้าระบบมีอุณหภูมิสูงจนมีผลถึง
การทำงานของสารซีโอไลท์

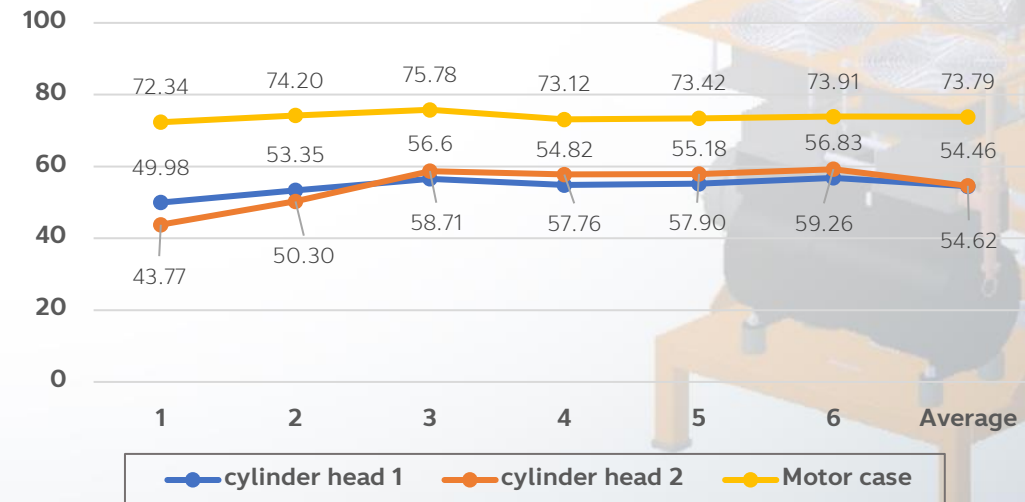
โดยอุณหภูมิที่โครมสร้างมอเตอร์เฉลี่ยที่ 73 – 76 องศาเซลเซียส และที่ฝาสูบอุณหภูมิเฉลี่ย
ที่ 54 -59 องศาเซลเซียส. จากการทดสอบปั๊มลมต่อเนื่อง 8 วัน

การทำงานของปั๊มลมยังคงปกติทั้งในด้านอุณหภูมิและกระแสไฟพร้อมทั้งแรงดันในระบบยังคง
ปกติค่าความเข้มข้นออกซิเจนยังทำได้มากกว่า 90% ขึ้นไป ปั๊มลมที่เลือกสามารถใช้งานได้
อย่างต่อเนื่องโดยไม่ล้มเหลว

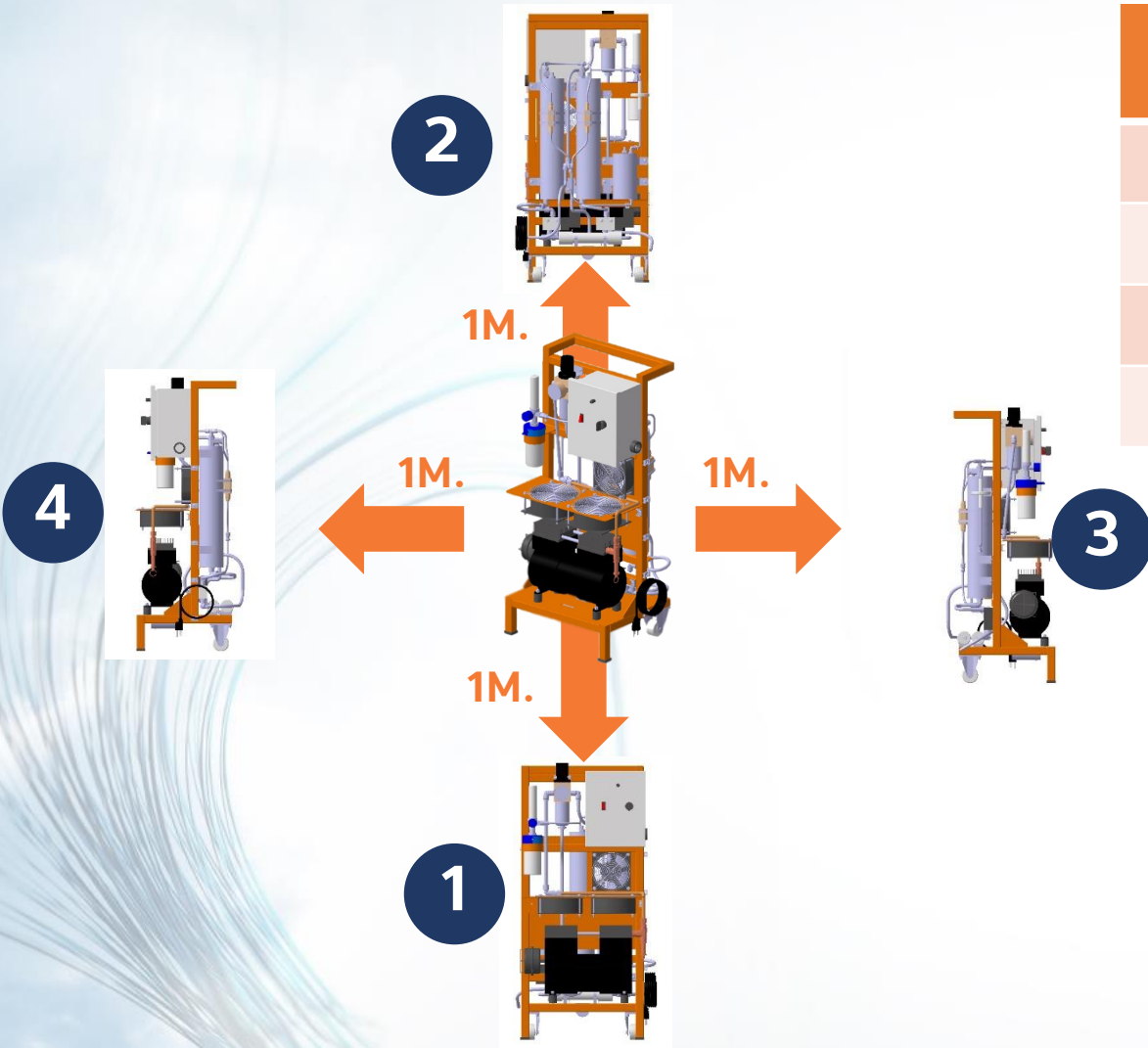
เครื่องต้นแบบ No.1



เครื่องต้นแบบ No.3



4. กระบวนการทดลอง - การทดสอบเรื่องเสียงรบกวน



ลำดับ	ตำแหน่ง	ระยะ(เมตร)	เสียง DB(A) ปั๊มลม	เสียง DB(A) กระบอกลดเสียง
1	หน้า	1	66	75
2	หลัง	1	66	77
3	ซ้าย	1	65	73
4	ขวา	1	65	73

สรุป

จากการทดสอบและตรวจวัดเสียง

1. เสียงจากการทำงานของปั๊มลมอยู่ที่ 66 DB(A)
2. เสียงจากกระบอกลดเสียง 77 DB(A)

ซึ่งทั้งสองค่าอยู่ในระดับที่สามารถใช้งานได้

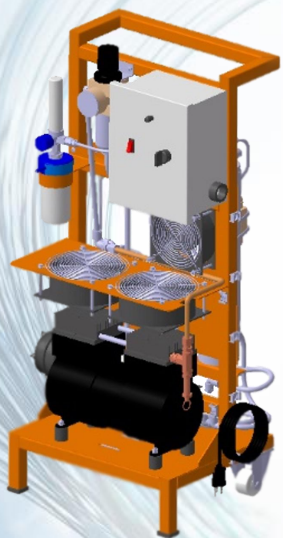
5. รายการชิ้นส่วนและต้นทุนการผลิต

จำนวนรายการชิ้นงานของแต่ละกลุ่มงาน

Module	items	%
electrical	41	40.6%
air compressor and pneumatic system	29	28.7%
structure	18	17.8%
chemical and cylinder	13	12.9%
Total (items)	101	100.0%

ราคาต้นทุนวัตถุดิบของแต่ละกลุ่มงาน

Module	Prices	%
electrical	3,056	25.8%
air compressor and pneumatic system	5,390	45.5%
structure	539	4.5%
chemical and cylinder	2,871	24.2%
Total (THB)	11,856	100.0%



- รายการชิ้นส่วนทั้งหมดมีทั้งสิ้น 101 รายการ
- กลุ่มงานที่ใช้ชิ้นส่วนเยอะที่สุดคือกลุ่มงานไฟฟ้าและระบบควบคุม
- ราคาต้นทุนวัตถุดิบรวมที่เราใช้ ไม่นับค่าแรงและค่าวิจัยพัฒนา รวมทั้งสิ้น 11,856 บาทต่อเครื่อง
- กลุ่มงานที่มีต้นทุนวัตถุดิบสูงที่สุดคือกลุ่มงานระบบลม
- อื่นๆ ในรายละเอียดรายการของแต่ละกลุ่มงานในหน้าถัด ๆ ไป มีหลายรายการที่ไม่ได้ใส่ราคาไว้ เพราะมีผู้ส่งมอบบริจาคให้กับโครงการโดยไม่คิดเงิน
- เราเชื่อว่าหากมีเวลา ราคาต่อเครื่องสามารถลดลงได้อีกจากการลดคุณสมบัติ, เปลี่ยนแปลงแบบ และหาผู้ส่งมอบที่สามารถให้ราคาที่ถูกลงกว่านี้ได้

5. รายการชิ้นส่วนและต้นทุนการผลิต - electrical module

	PART NUMBER/PART NAME	BOM COST		
		Q'ty/Set	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
1	POWER SUPPLY 24V 3A#S-72-24	1	309.57	309.57
2	ARDUINO UNO R3(ITALY)#CC00001 "ARDUINO"	1	865.20	865.20
3	PROTO SCREW SHIELD#1.0 "ROBOTALE"	1	123.03	123.03
4	STEP DOWN 5-48V TO 1.25-26V LM2596#AC00502	1	50.47	50.47
5	BOARD RELAY MODULE 4Ch#EXP-4R-24V "MRT"(พร้อมสายแพ 30cm*10เส้น)	1	468.24	468.24
6	POWER PLUG VCT 3x1.5SQMM x3M #S-296 "SOKAWA"	1	72.10	72.10
7	CABLE H05V-K 1Cx0.5SQMM.(RED)#RAL3000 "LAPP"	2.8	4.01	11.24
8	CABLE H05V-K 1Cx0.5SQMM.(BLACK)#RAL9005 "LAPP"	0.8	4.01	3.21
9	CABLE H05V-K 1Cx1.0SQMM.(YELLOW)#RAL1003 "LAPP"	1	6.42	6.42
10	CABLE H05V-K 1Cx1.0 SQMM.(DARK BLUE)#RAL5010 "LAPP"	1.8	6.42	11.56
11	พัดลม 6" 220vac#XNFP-108EX-S1-S"ROXNF"(RC150-51M/S230V "DIXSEN"	2	228.62	457.24
12	ตู้พลาสติกกันน้ำ สีขาว#NANO-22W "NANO" (186x237x125 mm.)	1	29.31	29.31
13	SELECTOR SWITCH #TN2SS2B-1A "TEND"	1	149.80	149.80
14	ฟิวส์หลอดแก้ว 10A #FU075 "SAZN" (5x20mm.)	1	1.48	1.48
15	กระบอกฟิวส์ดำหน้าตู้ #FU052 "SAZN" (5x20mm.)	1	9.63	9.63
16	TERMINAL BLOCK #TB-1512 (TB054) "SHINOHAWA"	1	57.78	57.78
17	SWITCH ON-OFF #RS325(RED) "SAZN"	1	18.62	18.62
18	CABLE GRAND #PG-21 (B) "SHINOHAWA"	1	22.47	22.47
19	PLUG DC 2.1 mm/ท้าย 2P PR-DC-581 "PAISAN"	1	11.16	11.16
20	CABLE CONTROL 2x0.5 SQMM.#OPVC OZ "TKD"	2.70	13.49	36.43

NEW	PART NUMBER/PART NAME	BOM COST		
		Q'ty/Set	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
21	หางปลาแลกเปลี่ยน#Y1.5-3S "T-LUG"	60	0.60	36.11
22	หัวหมวกต่อสาย (Close End Connector) #CE2 "BANDEX"	5	1.08	5.39
23	แป้นขีด #TM-2 "BANDEX"	9.00	1.50	13.48
24	CABLE TIE 4" #CT-100-2C "BANDEX" (WHITE)	30.00	0.14	4.17
25	CABLE TIE 6" #CT-150-3C "BANDEX" (WHITE)	15.00	0.31	4.65
26	เสาทองเหลือง Pillar Nut M3 สูง 6mm Male - Female	10.00	3.09	30.90
27	NUT FEMALE#M3 x 3mm	12.00	0.31	3.71
28	NUT MALE#M3x20mm	15.00	0.82	12.36
29	NUT MALE#M3x10mm	4.00	0.46	1.85
30	สกรูมิลแลก#M5x20	4.00	1.00	4.00
31	ตะแกรงพัดลม#6"	2	28.84	57.68
32	SCREW#M4x60mm (ตัวผู้+ตัวเมีย+แหวนจักร)	8	0.90	7.20
33	พัดลม 4.5"#DP200A (220Vac) "SUNON"	1	123.60	123.60
34	ตะแกรงพัดลม#4.5"	1	20.60	20.60
35	สกรู#M4 x50mm +แหวนจักร+น็อต (ขีดพัดลม 4.5")	4	2.58	10.30
36	Cable Tie Holder Bandex สีดำ 8" (รัดลวดสายเคเบิล)	2	0.50	1.00
37	หางปลาแลกเปลี่ยนสีเหลือง	1	-	
38	หางปลาตัวผู้	4	-	
39	หางปลาตัวเมีย	4	-	
40	Cable Tie Holder Bandex สีขาว 6" (รัดสายไฟ)	14	0.34	4.76
41	ท่อกันความร้อน d5 mm	0.25	-	
Total 41 items				3,056.71

5. รายการชิ้นส่วนและต้นทุนการผลิต module air compressor and pneumatic system

ITEM NEW	PART NUMBER/PART NAME	BOM COST		
		Q'ty/Set	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
1	AIR COMPRESSOR 780W 55L/min #PTT-780A30+PTT-550W50 "PUMPKIN"	1	1,823.00	1,823.00
2	SOLINOID VALVE 3/2#3V31008NCB "AIRTAC"	2	425.33	850.65
3	SAFETY VALVE#5BAR	1	-	-
4	FILTER-REGULATOR#(30:GAFR30008AS 1/4)/(78:GFR20008AS1/4)"AIRTAC	1	515.09	515.09
5	PU AIR HOSE 6x4mm(Clear)#US98A060040100MC "AIRTAC"	1	6.24	6.24
6	PU AIR HOSE 10x6.5mm(Clear)#US98A100065100MC "AIRTAC"	2	16.46	32.91
7	NON RETURN VALVE#NRV08/G "AIRTAC"	2	128.40	256.80
8	REGULATOR OXYGEN#M YR-88	1	919.03	919.03
9	FITTING ELBLOW 3/8" x 10mm.#PL1003 "AIRTAC"	11	24.08	264.83
10	FITTING ELBLOW 3/8" x 6mm#PL603 "AIRTAC"	3	13.91	41.73
11	FITTING STRENGTH 1/4" x 6mm#PC602 "AIRTAC"(ใช้กับ NON RETURN VALVE)	4	14.45	57.78
12	FITTING 3way 3/8" x 6mm.#PEB603 "AIRTAC"	2	28.89	57.78
13	CANNULAS TUBE(ท่อหายใจ)	1	-	-
14	ORIFIC(BRASS)# 1.2mm	1	10.70	10.70
15	FITTING 3 WAY Y 6mm.#PY6 "AIRTAC"	1	17.66	17.66
16	SUCTION BACTERIA FILTER(จานบิน)	1	88.18	88.18

ITEM NEW	PART NUMBER/PART NAME	BOM COST		
		Q'ty/Set	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
17	SILICON TUBE 5x8mm x20 cm.#EZ-TG104 "DURA"	2	10.98	21.96
18	FITTING 1/4" x 10mm#PC1002 "AIRTAC"	1	20.87	20.87
19	NIPPLE ทองเหลือง#M 1/4" x M3/8"	1	44.00	44.00
20	NIPPLE ทองเหลือง 3 ทาง #FM 3/8"	1	92.00	92.00
21	NIPPLE ดาโก้ ทองเหลือง # M 3/8" x ท่อ 3/8"	1	49.00	49.00
22	NIPPLE ดาโก้ ทองเหลือง # FM 3/8" x ท่อ 3/8"	1	36.00	36.00
23	SCREW#M4x60mm (ตัวผู้+ตัวเมีย+แหวนจักร)	8	0.90	7.20
24	ท่อ PVC ขาว # 1" x 150mm	2	25.00	50.00
25	ฝาปิดท่อ PVC ขาว # 1"	4	10.00	40.00
26	ใยแก้วกรองคู่ปลา#25x25mm (T 20mm)	4	8.00	32.00
27	ท่อทองแดง #3/8" หน้า 1mm.	0.5	57.67	28.83
28	NIPPLE ทองเหลือง#FM 1/4" x M3/8"	1	24.00	24.00
29	เทปพันเกลียว	0.227	8.00	1.82
Total 29 items			5,390.05	

5. รายการชิ้นส่วนและต้นทุนการผลิต – module structure

ITEM NEW	PART NUMBER/PART NAME	BOM COST		
		Q'ty/Set	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
1	TUBE CLAMP#2 1/2"	6	8.00	48.00
2	ล้อ NYLON#2" (FIX) "C-WHEEL"	2	-	-
3	Square Steel Tube 25x25x1.2	4.5	31.21	140.44
4	Body (Matal sheet) T1.2mm	1	76.67	76.67
5	SELF TAPING SCREW# 4x20	20	0.85	17.00
6	Body (Matal sheet) T2 mm (fan body)	1	56.67	56.67
7	ยางรองขาโต๊ะ(สวมใน) อุดท่อสี่เหลี่ยม 1 x1 นิ้ว	2	7.00	14.00
8	NUTมีปีก#M6X1 (ยี่ห้อ COMPRESSOR)	4	0.45	1.80
9	เหล็กแผ่น # 4' x 8' (T.5mm.)	2	7.00	14.00
10	สกรูปลายสว่าน # M4 x 40mm	4	0.85	3.40
11	BOLT#M6 x 1 (ยาว 10mm)	4	0.50	2.00
12	U CLAMP PVC ขาว # 1"	4	8.00	32.00
13	เหล็กฉาก # 25 x 25mm x 6 (T 2.5mm)	1	46.67	46.67
14	สีน้ำมัน (ส้ม)	1	94.17	94.17
15	ทินเนอร์ # 3A "BBC"	1	28.66	28.66
16	NYLON NUT#M3 (WHITE)	4	0.98	3.91
17	NYLON SPACER#M3x6+6 (WHITE)	4	1.03	4.12
18	NYLON ROUND LEAD SCREW#M3x6 (WHITE)	4	0.98	3.91
Total 18 items			539.41	

5. รายการชิ้นส่วนและต้นทุนการผลิต – module chemical and cylinder

ITEM NEW	PART NUMBER/PART NAME	BOM COST		
		Q'ty/Set	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
1	ZEOLITE TUBE	2	360.00	720.00
2	OXYGEN TUBE	1	240.00	240.00
3	PAPER FILTER 30micron T0.15mm#30S Flow rate 3.7m3/S.	4	-	-
4	SPRING ZEOLITE#L30mm. OD23mm 4.9K	2	10.70	21.40
5	Molecular sieve Zeolite 13XHP	2	579.93	1,159.86
6	Cover tank input	4	39.08	156.32
7	Cover tank output	3	39.08	117.24
8	ZEOLITE ROD#M8 x391	2	125.00	250.00
9	OXYGEN ROD#M8 x148	1	97.00	97.00
10	O-RING TANK#ID 63.5x T 3.53mm NBR	6	11.30	67.81
11	O-RING ROD#ID 8.00x T 1.00mm NBR	6	1.81	10.83
12	BUSH ROD(NYLON)	1	28.10	28.10
13	NUT#M8x1.25 ยึด ROD	3	0.90	2.70
Total 13 items			2,871.26	

- เราให้ความสำคัญกับการรับประกันคุณภาพของสินค้า การรับประกันคุณภาพของเราแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ การรับประกันระดับ module, การรับประกันขั้นตอนสุดท้าย, และการสอบทานเมื่อเกิดปัญหา
- ในระดับ module การประกอบทุกครั้งจะต้องมีการบันทึกผลการทดสอบของส่วนประกอบย่อยทุกส่วน
- ในระดับขั้นตอนสุดท้าย เมื่อประกอบเสร็จ เครื่องที่ประกอบเสร็จต้องถูกทดสอบโดยปล่อยให้เดินเครื่องติดกันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และวัดค่าเป็นช่วงเวลาอย่างต่อเนื่อง และค่าต่างๆจะถูกบันทึกไว้เพื่อการสอบกลับ
- การสอบกลับสามารถทำได้ในระดับเครื่องสำเร็จรูป ไล่ระดับลงไปถึงระดับ module และระดับการส่งมอบจากผู้ส่งมอบ
- การรับประกันทั้งหมดเพื่อมั่นใจได้ว่าเครื่องที่เราผลิตจะไม่มีอันตราย และใช้งานได้จริงตามเป้าหมายคุณสมบัติที่กำหนด

Data record	
Structure number	O2P 1
Zeolite tank_1 number	O2P 1
Zeolite tank_2 number	O2P 1
Oxygen tank number	O2P 1
Control box number	O2P 1

Test	Time	Sound (dB)	Air pressure leak	Temperature (Celsius)					Current (Amp)	Leakage current	Oxygen (%)
				Compressor	Cylinder head L	Cylinder head R	Zeolite tank 1	Zeolite tank 2			
1	14.05	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	36.6	34.8	3.1	OK	94.1
2	15.25	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	31	28.3	3.1	OK	94.6
3	16.25	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	28.5	26.3	3.1	OK	94.6
4	17.25	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.4
5	18.25	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
6	19.25	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
7	20.25	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
8	21.25	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
9	22.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
10	23.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
11	24.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
12	25.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
13	26.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
14	27.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
15	28.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
16	29.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
17	30.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
18	31.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
19	32.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
20	33.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
21	34.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
22	35.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
23	36.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9
24	37.30	71.1	OK	85.1	80.6	55.9	27	25	3.1	OK	94.9

Check by Chris du

Project: COP Oxygen Concentrator

UNIT 2: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A COP OXYGEN TANK

No. COP_001 - 0

Exploded View: Shows the main components of the oxygen tank assembly, including the tank body, end caps, and various fasteners. A list of parts is provided below the drawing.

Assembly View: Shows the fully assembled oxygen tank. A list of parts is provided below the drawing.

Parts List:

Part No.	Description	Qty.
1	Oxygen Tank Body	1
2	Oxygen Tank End Cap	2
3	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
4	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
5	Oxygen Tank End Cap Nut	4
6	Oxygen Tank End Cap Washer	4
7	Oxygen Tank End Cap Seal	2
8	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
9	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
10	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
11	Oxygen Tank End Cap Nut	4
12	Oxygen Tank End Cap Washer	4
13	Oxygen Tank End Cap Seal	2
14	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
15	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
16	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
17	Oxygen Tank End Cap Nut	4
18	Oxygen Tank End Cap Washer	4
19	Oxygen Tank End Cap Seal	2
20	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
21	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
22	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
23	Oxygen Tank End Cap Nut	4
24	Oxygen Tank End Cap Washer	4
25	Oxygen Tank End Cap Seal	2
26	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
27	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
28	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
29	Oxygen Tank End Cap Nut	4
30	Oxygen Tank End Cap Washer	4
31	Oxygen Tank End Cap Seal	2
32	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
33	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
34	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
35	Oxygen Tank End Cap Nut	4
36	Oxygen Tank End Cap Washer	4
37	Oxygen Tank End Cap Seal	2
38	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
39	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
40	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
41	Oxygen Tank End Cap Nut	4
42	Oxygen Tank End Cap Washer	4
43	Oxygen Tank End Cap Seal	2
44	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
45	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
46	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
47	Oxygen Tank End Cap Nut	4
48	Oxygen Tank End Cap Washer	4
49	Oxygen Tank End Cap Seal	2
50	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
51	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
52	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
53	Oxygen Tank End Cap Nut	4
54	Oxygen Tank End Cap Washer	4
55	Oxygen Tank End Cap Seal	2
56	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
57	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
58	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
59	Oxygen Tank End Cap Nut	4
60	Oxygen Tank End Cap Washer	4
61	Oxygen Tank End Cap Seal	2
62	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
63	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
64	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
65	Oxygen Tank End Cap Nut	4
66	Oxygen Tank End Cap Washer	4
67	Oxygen Tank End Cap Seal	2
68	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
69	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
70	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
71	Oxygen Tank End Cap Nut	4
72	Oxygen Tank End Cap Washer	4
73	Oxygen Tank End Cap Seal	2
74	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
75	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
76	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
77	Oxygen Tank End Cap Nut	4
78	Oxygen Tank End Cap Washer	4
79	Oxygen Tank End Cap Seal	2
80	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
81	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
82	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
83	Oxygen Tank End Cap Nut	4
84	Oxygen Tank End Cap Washer	4
85	Oxygen Tank End Cap Seal	2
86	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
87	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
88	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
89	Oxygen Tank End Cap Nut	4
90	Oxygen Tank End Cap Washer	4
91	Oxygen Tank End Cap Seal	2
92	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
93	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
94	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
95	Oxygen Tank End Cap Nut	4
96	Oxygen Tank End Cap Washer	4
97	Oxygen Tank End Cap Seal	2
98	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
99	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
100	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
101	Oxygen Tank End Cap Nut	4
102	Oxygen Tank End Cap Washer	4
103	Oxygen Tank End Cap Seal	2
104	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
105	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
106	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
107	Oxygen Tank End Cap Nut	4
108	Oxygen Tank End Cap Washer	4
109	Oxygen Tank End Cap Seal	2
110	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
111	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
112	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
113	Oxygen Tank End Cap Nut	4
114	Oxygen Tank End Cap Washer	4
115	Oxygen Tank End Cap Seal	2
116	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
117	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
118	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
119	Oxygen Tank End Cap Nut	4
120	Oxygen Tank End Cap Washer	4
121	Oxygen Tank End Cap Seal	2
122	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
123	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
124	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
125	Oxygen Tank End Cap Nut	4
126	Oxygen Tank End Cap Washer	4
127	Oxygen Tank End Cap Seal	2
128	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
129	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
130	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
131	Oxygen Tank End Cap Nut	4
132	Oxygen Tank End Cap Washer	4
133	Oxygen Tank End Cap Seal	2
134	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
135	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
136	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
137	Oxygen Tank End Cap Nut	4
138	Oxygen Tank End Cap Washer	4
139	Oxygen Tank End Cap Seal	2
140	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
141	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
142	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
143	Oxygen Tank End Cap Nut	4
144	Oxygen Tank End Cap Washer	4
145	Oxygen Tank End Cap Seal	2
146	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
147	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
148	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
149	Oxygen Tank End Cap Nut	4
150	Oxygen Tank End Cap Washer	4
151	Oxygen Tank End Cap Seal	2
152	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
153	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
154	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
155	Oxygen Tank End Cap Nut	4
156	Oxygen Tank End Cap Washer	4
157	Oxygen Tank End Cap Seal	2
158	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
159	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
160	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
161	Oxygen Tank End Cap Nut	4
162	Oxygen Tank End Cap Washer	4
163	Oxygen Tank End Cap Seal	2
164	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
165	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
166	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
167	Oxygen Tank End Cap Nut	4
168	Oxygen Tank End Cap Washer	4
169	Oxygen Tank End Cap Seal	2
170	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
171	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
172	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
173	Oxygen Tank End Cap Nut	4
174	Oxygen Tank End Cap Washer	4
175	Oxygen Tank End Cap Seal	2
176	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
177	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
178	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
179	Oxygen Tank End Cap Nut	4
180	Oxygen Tank End Cap Washer	4
181	Oxygen Tank End Cap Seal	2
182	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
183	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
184	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
185	Oxygen Tank End Cap Nut	4
186	Oxygen Tank End Cap Washer	4
187	Oxygen Tank End Cap Seal	2
188	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
189	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
190	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
191	Oxygen Tank End Cap Nut	4
192	Oxygen Tank End Cap Washer	4
193	Oxygen Tank End Cap Seal	2
194	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
195	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
196	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
197	Oxygen Tank End Cap Nut	4
198	Oxygen Tank End Cap Washer	4
199	Oxygen Tank End Cap Seal	2
200	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
201	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
202	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
203	Oxygen Tank End Cap Nut	4
204	Oxygen Tank End Cap Washer	4
205	Oxygen Tank End Cap Seal	2
206	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
207	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
208	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
209	Oxygen Tank End Cap Nut	4
210	Oxygen Tank End Cap Washer	4
211	Oxygen Tank End Cap Seal	2
212	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
213	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
214	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
215	Oxygen Tank End Cap Nut	4
216	Oxygen Tank End Cap Washer	4
217	Oxygen Tank End Cap Seal	2
218	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
219	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
220	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
221	Oxygen Tank End Cap Nut	4
222	Oxygen Tank End Cap Washer	4
223	Oxygen Tank End Cap Seal	2
224	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
225	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
226	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
227	Oxygen Tank End Cap Nut	4
228	Oxygen Tank End Cap Washer	4
229	Oxygen Tank End Cap Seal	2
230	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
231	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
232	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
233	Oxygen Tank End Cap Nut	4
234	Oxygen Tank End Cap Washer	4
235	Oxygen Tank End Cap Seal	2
236	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
237	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
238	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
239	Oxygen Tank End Cap Nut	4
240	Oxygen Tank End Cap Washer	4
241	Oxygen Tank End Cap Seal	2
242	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
243	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
244	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
245	Oxygen Tank End Cap Nut	4
246	Oxygen Tank End Cap Washer	4
247	Oxygen Tank End Cap Seal	2
248	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
249	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
250	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
251	Oxygen Tank End Cap Nut	4
252	Oxygen Tank End Cap Washer	4
253	Oxygen Tank End Cap Seal	2
254	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
255	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
256	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
257	Oxygen Tank End Cap Nut	4
258	Oxygen Tank End Cap Washer	4
259	Oxygen Tank End Cap Seal	2
260	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
261	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
262	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
263	Oxygen Tank End Cap Nut	4
264	Oxygen Tank End Cap Washer	4
265	Oxygen Tank End Cap Seal	2
266	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
267	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
268	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
269	Oxygen Tank End Cap Nut	4
270	Oxygen Tank End Cap Washer	4
271	Oxygen Tank End Cap Seal	2
272	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
273	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
274	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
275	Oxygen Tank End Cap Nut	4
276	Oxygen Tank End Cap Washer	4
277	Oxygen Tank End Cap Seal	2
278	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
279	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
280	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
281	Oxygen Tank End Cap Nut	4
282	Oxygen Tank End Cap Washer	4
283	Oxygen Tank End Cap Seal	2
284	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
285	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
286	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
287	Oxygen Tank End Cap Nut	4
288	Oxygen Tank End Cap Washer	4
289	Oxygen Tank End Cap Seal	2
290	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
291	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
292	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
293	Oxygen Tank End Cap Nut	4
294	Oxygen Tank End Cap Washer	4
295	Oxygen Tank End Cap Seal	2
296	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
297	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
298	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
299	Oxygen Tank End Cap Nut	4
300	Oxygen Tank End Cap Washer	4
301	Oxygen Tank End Cap Seal	2
302	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
303	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
304	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
305	Oxygen Tank End Cap Nut	4
306	Oxygen Tank End Cap Washer	4
307	Oxygen Tank End Cap Seal	2
308	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
309	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
310	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
311	Oxygen Tank End Cap Nut	4
312	Oxygen Tank End Cap Washer	4
313	Oxygen Tank End Cap Seal	2
314	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
315	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
316	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
317	Oxygen Tank End Cap Nut	4
318	Oxygen Tank End Cap Washer	4
319	Oxygen Tank End Cap Seal	2
320	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
321	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
322	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
323	Oxygen Tank End Cap Nut	4
324	Oxygen Tank End Cap Washer	4
325	Oxygen Tank End Cap Seal	2
326	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
327	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
328	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
329	Oxygen Tank End Cap Nut	4
330	Oxygen Tank End Cap Washer	4
331	Oxygen Tank End Cap Seal	2
332	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
333	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
334	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
335	Oxygen Tank End Cap Nut	4
336	Oxygen Tank End Cap Washer	4
337	Oxygen Tank End Cap Seal	2
338	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
339	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
340	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
341	Oxygen Tank End Cap Nut	4
342	Oxygen Tank End Cap Washer	4
343	Oxygen Tank End Cap Seal	2
344	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
345	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
346	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
347	Oxygen Tank End Cap Nut	4
348	Oxygen Tank End Cap Washer	4
349	Oxygen Tank End Cap Seal	2
350	Oxygen Tank End Cap O-Ring	2
351	Oxygen Tank End Cap Gasket	2
352	Oxygen Tank End Cap Bolt	4
353	Oxygen Tank End Cap Nut	4
354		

[illegible][illegible]

6. การรับประกันคุณภาพและการสอบกลับ - การรับประกันกระบวนการสุดท้าย

หมายเลข
ส่วนประกอบของ
เครื่อง O2P ที่ 1

Data record

Structure number O2P 1
Zeolite tank_1 number O2P 1
Zeolite tank_2 number O2P 1
Oxygen tank number O2P 1
Control box number O2P 1

O2P 1
Date : 14/9/64

หมายเลขเครื่อง
O2P

จำนวนครั้ง
ที่ทดสอบ
และเวลาที่ทดสอบ

ผลลัพธ์ด้านเสียง

Test	Time	Sound (db)	Air pressure leak	Temperator (Celsius)					Current (Amp)	Leakage current	Oxygen (%)
				Compressor	Cylinder head (L)	Cylinder head (R)	Zeolite tank_1	Zeolite tank_2			
1	14.05	71.1	OK	65.2	54.6	55.8	36.6	34.8	3.1	OK	94.4
2	15.25	72.1	OK	71	48	50	31	28.3	3.1	OK	94.4
3	16.25	72	OK	75	47	51	28	27	3.1	OK	94.4
4	17.25	71	OK	76	49	51	30	27	3.1	OK	94.4
5	18.25	71	OK	76	49	51	31	27	3.1	OK	94.4
6	19.30	71	OK	77	48	50	27	34	3.1	OK	94.4
7	20.30	72	OK	72.4	45.5	44	28.7	28.3	3.1	OK	94.4
8	21.30	71	OK	72	40	40	28.5	26.9	3.1	OK	94.4
9	22.30	71.3	OK	75	47	46	28	26	3.1	OK	94.4
10	23.30	71	OK	72	45	46	27	27	3.1	OK	94.4
11	24.30	71	OK	75.4	47.4	46.8	26.8	26.8	3.1	OK	94.4
12	01.30	71.2	OK	75.8	49.2	47.9	29.2	26.3	3.1	OK	94.4
13	02.30	71	OK	75.1	48.3	47.4	27.6	27.4	3.1	OK	94.4
14	03.30	71	OK	75	49	47.1	27.5	27.4	3.1	OK	94.4
15	04.30	71	OK	74.5	48.5	47.4	28.0	26.6	3.1	OK	94.4
16	05.30	71.2	OK	74.4	49	48.1	27.1	27.1	3.1	OK	94.4
17	06.30	71.1	OK	75	48	50	27	28	3.1	OK	94.4
18	07.30	72	OK	74.3	52	56	27.5	26.9	3.1	OK	94.4
19	08.30	70	OK	72.3	52.2	55.6	28.0	27.2	3.1	OK	94.4
20	10.10	71	OK	72.9	52.3	55.5	30.4	28.3	3.1	OK	94.4
21	11.10	71	OK	73.1	54.4	57.6	26.5	27.8	3.1	OK	94.5
22	13.00	72	OK	70.7	51.8	56	25.1	28.5	3.1	OK	94.4
23	14.00	73	OK	70.6	54.5	56.2	26.2	27.8	3.1	OK	94.4
24	15.11	71	OK	71.3	53.2	56.4	28.2	27.2	3.1	OK	

ผลลัพธ์ด้านความ
เข้มข้นออกซิเจน

การวัดเรื่องรั่วของลม

Check by *Jim Au.*

6. การรับประกันคุณภาพและการสอบกลับ - ระบบไฟฟ้าและการควบคุม

หมายเลขย่อยของ
อุปกรณ์ระบบไฟฟ้า

ตัวอย่างการ
ทดสอบความ
ครบถ้วน
ของอุปกรณ์

การทดสอบความ
ถูกต้องของการ
ร้อยสาย

Oxygen concentrator O2P - 001

รายการตรวจสอบอุปกรณ์และการประกอบ

ลำดับ	รายการที่ตรวจสอบ	รายละเอียด	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ
1	ตรวจสอบชุดอุปกรณ์	จำนวนอุปกรณ์ที่ประกอบครบตามที่กำหนด	มี	ไม่มี	
1.1	Fuse 10A	Fuse 10A จำนวน 1 ตัว	✓		
1.2	Selector switch	Selector switch จำนวน 1 ตัว	✓		
1.3	Power switch	Power switch จำนวน 1 ตัว	✓		
1.4	Power supply	Power supply จำนวน 1 ตัว	✓		
1.5	Relay board	Relay board จำนวน 1 ตัว	✓		
1.6	DC Step down LM2596	DC Step down LM2596 จำนวน 1 ตัว	✓		
1.7	Arduino board R3	Arduino board R3 จำนวน 1 ตัว	✓		
1.8	Shields board arduino	Shields board arduino จำนวน 1 ตัว	✓		
1.9	Jack DC.	Jack DC. จำนวน 1 ตัว	✓		
1.10	Terminal	Terminal จำนวน 1 ตัว	✓		
1.11	Connector	Connector จำนวน 1 ตัว	✓		
1.12	สายกราวด์	สายกราวด์ จำนวน 1 เส้น	✓		
2	เช็กรายการวัสดุไฟ	สีของสายไฟตรงตามที่กำหนด	ตรง	ไม่ตรง	หมายเหตุ
2.1	สายหมายเลข 1	สีเหลือง	✓		
2.2	สายหมายเลข 2	สีเหลือง	✓		
2.3	สายหมายเลข 3	สีเหลือง	✓		
2.4	สายหมายเลข 4	สีแดง	✓		
2.5	สายหมายเลข 5	สีแดง	✓		
2.6	สายหมายเลข 6	สีแดง	✓		
2.7	สายหมายเลข 7	สีแดง	✓		
2.8	สาย L	สีเหลือง	✓		
2.9	สาย N	สีน้ำเงิน	✓		
2.10	สาย 0V.	สีดำ	✓		
2.11	สาย G	สีน้ำเงิน	✓		
2.12	สาย 12V.	สีแดง	✓		
2.13	สาย 24V.	สีแดง	✓		
3	ตรวจสอบสายเทอร์มินัล รีเลย์	การต่อสายเข้าบอร์ดควบคุม	ตรง	ไม่ตรง	หมายเหตุ
3.1	สายเส้นที่ 1	มาร์คสาย : 8 ต่อเข้ากับ : D5 ของบอร์ดควบคุม	✓		
3.2	สายเส้นที่ 2	มาร์คสาย : 9 ต่อเข้ากับ : D6 ของบอร์ดควบคุม	✓		
3.3	สายเส้นที่ 3	มาร์คสาย : 10 ต่อเข้ากับ : D7 ของบอร์ดควบคุม	✓		
3.4	สายเส้นที่ 4	มาร์คสาย : 11 ต่อเข้ากับ : D8 ของบอร์ดควบคุม	✓		
3.5	สายเส้นที่ 9	มาร์คสาย : 5V. ต่อเข้ากับ : 5V. ของบอร์ดควบคุม	✓		
3.6	สายเส้นที่ 10	มาร์คสาย : 0V. ต่อเข้ากับ : GND. ของบอร์ดควบคุม	✓		

รายการตรวจสอบอุปกรณ์และการประกอบ (ต่อ)

ลำดับ	รายการที่ตรวจสอบ	รายละเอียด	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ
4	การทดสอบอุปกรณ์	ตรวจสอบ In put : Out put ตรงตามที่กำหนด	ตรง	ไม่ตรง	
4.1	Power supply	Input: 220V. Output : 24V.	✓		
4.2	DC Step down LM2596	Input: 24V. Output : 12V.	✓		
4.3	Relay board	Input: 24V.	✓		
4.4	Arduino board	Input: 12V.	✓		
5	การทดสอบแรงดันไฟฟ้าจาก Terminal	แรงดันไฟฟ้า ตรงตามที่กำหนด	ตรง	ไม่ตรง	หมายเหตุ
5.1	วัดกระแสสลับสาย : L, N	แรงดันไฟฟ้า 220 V. ± 10%	✓		
5.2	วัดกระแสสลับสาย : 3, N	แรงดันไฟฟ้า 220 V. ± 10%	✓		
5.3	วัดกระแสตรงสาย : 4, 0V.	แรงดันไฟฟ้า 24 V. ± 5%	✓		
5.4	วัดกระแสตรงสาย : 5, 0V.	แรงดันไฟฟ้า 24 V. ± 5%	✓		
5.5	วัดกระแสตรงสาย : 6, 0V.	แรงดันไฟฟ้า 24 V. ± 5%	✓		
5.6	วัดกระแสตรงสาย : 7, 0V.	แรงดันไฟฟ้า 24 V. ± 5%	✓		

การทดสอบลำดับการทำงานของอุปกรณ์ หลังจากอัปเดตโปรแกรมไปยังบอร์ดควบคุม

ลำดับ	การทำงาน	ตรง	ไม่ตรง	หมายเหตุ
1	เมื่อกดสวิตช์ POWER : ON รีเลย์ OUT - 0 ที่ระบุมาร์คสายหมายเลข 7 และรีเลย์ OUT - 1 ที่ระบุมาร์คสายหมายเลข 6 ต้องทำงานพร้อมกัน หลังจากนั้นจะติดสับกันทุกๆ 6 วินาที และจะไต่เวอร์เลปการทำงานกันทุก 0.5 วินาที	✓		
2	รีเลย์ OUT - 2 ที่ระบุมาร์คสายหมายเลข 5 จะต้องติดหรือดับ พร้อมกับรีเลย์ OUT - 0 และรีเลย์ OUT - 1	✓		
3	รีเลย์ OUT - 3 ที่ระบุมาร์คสายหมายเลข 4 จะทำงานติดค้างตลอดเวลา	✓		

ลงชื่อ

ผู้ตรวจสอบ

การทดสอบขั้นตอนการ
ทำงานของระบบ

ตรวจสอบความสะอาด
และความครบถ้วนของ
การประกอบถัง zeolite
และถังออกซิเจน

ตรวจสอบจุดรั่ว
จากการประกอบ

ตรวจสอบน้ำหนัก
zeolite, ความดัน
ระบบ และค่าออกซิเจน

7. ข้อเสนอในการพัฒนาต่อไป

เครื่อง O2P ถึงแม้จะใช้งานได้จริง แต่ยังห่างไกลกับคำว่าสมบูรณ์แบบ ยังมีอีกหลายสิ่งที่สามารถพัฒนาได้อีก เนื่องจากโครงการนี้ถูกเร่งรัดจากการตอบสนองสถานการณ์โควิด

ทำให้เราไม่มีเวลามากนักในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สมบูรณ์ไปกว่านี้

หากใครที่สนใจจะพัฒนาต่อ เพื่อใช้เองหรือเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ พวกเราเสนอให้มีการวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติมในด้านต่าง ๆ ที่พวกเรามองเห็นจากการทำงานดังนี้

1. หาปริมาณ zeolite ที่เหมาะสม

ในระบบของเรา เราเลือกใช้ปริมาณซีโอไลท์ที่ 0.83 กิโลกรัมต่อกระบอก หรือ 1.66 กิโลกรัม ต่อเครื่องจักร 1 ชุด ซึ่งตกเป็นต้นทุนเฉลี่ยประมาณ 967.48 บาท (ขึ้นอยู่กับราคาของสารซีโอไลท์จากแต่ละยี่ห้อ)

เราได้เปรียบเทียบระบบของเรากับเครื่องลักษณะเดียวกันจากต่างประเทศ พบว่า เครื่องจากต่างประเทศบางยี่ห้อใช้ปริมาณซีโอไลท์น้อยกว่าเรา

เราเชื่อว่าถ้ามีเวลาเพิ่ม เราสามารถลดปริมาณซีโอไลท์ต่อหนึ่งชุดเครื่องจักรได้

การลดปริมาณซีโอไลท์ได้ จะทำให้ต้นทุนโดยตรงลดลง, เราสามารถลดขนาดของกระบอกลงได้อีก ซึ่งจะทำให้ทั้งน้ำหนักและขนาดของ O2P ลดลง และต้นทุนของกระบอกลดลงอีกด้วย

เราไม่มีเวลามากพอที่จะ optimize หาปริมาณซีโอไลท์ที่น้อยที่สุดแต่ได้ผลลัพธ์ตัวอื่นเท่าเดิม

อนึ่ง การจะวิจัยเรื่องนี้เพิ่ม ไม่ใช่เพียงแค่ลดปริมาณซีโอไลท์ในกระบอก แต่ต้องผลิตกระบอกใหม่มาทดลองเลย เพราะถ้าลดปริมาณอย่างเดียว จะส่งผลให้ในกระบอกมีที่ว่างมากเกินไป

อันจะส่งผลต่อการไหลของอากาศและการดูดซับไนโตรเจนของซีโอไลท์

2. เพิ่มอัตราการไหลจาก 5L/นาที เป็น 10L/นาที

เพื่อให้เครื่องสามารถใช้ในทางการแพทย์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เราอยากเห็นการวิจัยต่อเพื่อให้เครื่องสามารถผลิตออกซิเจนเข้มข้นในปริมาณการไหลถึง 10 ลิตรต่อนาทีได้

จากการทดลองพบว่าปริมาณของสารซีโอไลท์มีผลต่อความเข้มข้นของออกซิเจนที่อัตราการไหลของออกซิเจนสูง (อัตราการไหลสูงจะทำให้ความเข้มข้นออกซิเจนลดต่ำลง

ในปริมาณสารซีโอไลท์คงที่) ในการทดลองเครื่องต้นแบบ ทางคณะผู้ทดลองใช้ปริมาณสารซีโอไลท์ 0.83 กก. ต่อกระบอกบรรจุสาร สามารถเพิ่มความเข้มข้นออกซิเจนได้ประมาณ $93\pm3\%$

ที่อัตราการไหลสูงสุด 5 ลิตรต่อนาที

7. ข้อเสนอในการพัฒนาต่อไป

3. ลดความดังของเสียง

หากต้องการทำให้เครื่องสามารถใช้งานได้ในเชิงพาณิชย์ ระดับเสียงปัจจุบันยังดังเกินไปเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในตลาด สาเหตุประการหนึ่งอาจเกิดจากเครื่องของเราไม่มีหน้ากากหรือชุดพลาสติกประกอบคลุม เครื่องของเราติดตั้งแบบเปลือย

ข้อเสนอแนะ

1. เพิ่มอัตราการไหลของกระบอกลดเสียง
2. เพิ่มหรือเปลี่ยนวัสดุซับเสียงในกระบอกลดเสียง
3. เพิ่มปริมาตรกระบอกลดเสียง

4. เพิ่มเซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มข้นของออกซิเจน

ในระบบของเราตอนนี้ เราไม่ได้ติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มข้นของออกซิเจนขาออกไว้ ปัจจุบันเราใช้เครื่องวัดความเข้มข้นแบบพกพาตรวจวัดเป็นครั้ง ๆ เป็นเครื่อง ๆ ไป

การติดเซ็นเซอร์จะทำให้เครื่องแต่ละตัวแสดงผลความเข้มข้นของออกซิเจนได้เอง ไม่ต้องใช้เครื่องวัดแบบพกพา

5. ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแรงดันย้อนกลับที่ถังออกซิเจน

เพื่อให้แรงดันในระบบมีความเสถียร และสามารถปรับแรงดันฝั่งขาออกให้สอดคล้องกับฝั่งขาเข้า ที่ถังออกซิเจนควรมีอุปกรณ์ควบคุมแรงดันและอัตราการไหล

6. ออกแบบและติดตั้งหน้าจอแสดงผลและควบคุมการทำงาน

เครื่องปัจจุบันไม่มีหน้าจอแสดงผล มีแต่ปุ่มเปิด/ปิด และไฟสว่างบ่งชี้การทำงานของเครื่องจักร เราไม่ได้ออกแบบให้มีหน้าจอแสดงผล เช่น ความเข้มข้นของออกซิเจน, สถานะของเครื่องจักร หรือ ปริมาณการไหล เป็นต้น

หากต้องการผลิตขายในเชิงพาณิชย์ การออกแบบรูปลักษณ์ภายนอกของผลิตภัณฑ์ และหน้าจอแสดงผลสถานะ และอาจรวมถึงการปรับความแรงของการไหลขาออก เป็นสิ่งจำเป็นที่ผลิตภัณฑ์โครงการนี้ ไม่ได้ทำได้



กระบอกลดเสียง

