



รายงานการวิจัยและนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์
โครงการเครื่องช่วยหายใจเพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยและในโรงพยาบาลสนาม
สำหรับผู้ป่วยโรคโควิด 19
Corona Disease 2019 Transport and Field Hospital Ventilator Project

โดย

รศ.นพ. ทายาท ดีสุดจิต¹
รศ.เจตกุล โสภานิตย์²
นาย ชูชาติ ไตรตรีงษ์ทัศน์³
นาย กัณวัฒน์ เสนานาญ³
นาย อภิชัย คงพัฒน์โยธิน¹
นาง นฤชา จิรกาลวสาน⁴
รศ.ดร. บุญรัตน์ โล่ห์วงศ์วัฒน์⁵

1. ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. บริษัท อินทรอนิกส์ จำกัด
4. ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. บริษัท เมติคูลี จำกัด

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปีงบประมาณ

2564

17 มกราคม พ.ศ. 2566

กิตติกรรมประกาศ Acknowledgement

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2564

ขอขอบคุณ แพทย์ พยาบาลและเจ้าหน้าที่ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชากุมารเวชศาสตร์, บริษัท อินทรอนิกส์ จำกัด และ สถาบันมาตรวิทยาและกลุ่มเครื่องมือแพทย์ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ในความร่วมมือในการศึกษาวิจัย

ผลงานนี้เป็นผลผลิตจากวิศวกรจากบริษัทแอนไพอควิปเมนต์จำกัด และบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน อันได้แก่ บริษัทอินโทรนอคส์ จำกัด บริษัทเมตคูลีจำกัด บริษัทนีโอพลาสติกโพลีเมอร์จำกัด ห้างหุ้นส่วน จำกัดเมคเกอร์บ็อกซ์ ขอขอบคุณในความสามารถ ความทุ่มเทคิดค้นและพากเพียรพยายาม

และที่สที่สุดขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำโครงการวิจัยของคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย นายนาย โชติศักดิ์ กฤตยกุลเจริญ นายอุกฤษฏ์ หมั่นจิตร นางสาวธนภรณ์ รัตนทากุล นางสาวณัฐชานันท์ เนื่องรัชมี ผู้ให้ความร่วมมือและเวลาในการจัดการทางการเงิน งานสารบัญและ การช่างอย่างดีและต่อเนื่อง

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการเครื่องช่วยหายใจเพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยและในโรงพยาบาลสนาม
สำหรับผู้ป่วยโรคโควิด 19

Corona Disease 2019 Transport and Field Hospital Ventilator Project

4.สรุปโครงการวิจัย

4.1 ความสำคัญและที่มา

ผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 บางรายจะมีอาการปอดอักเสบและภาวะหายใจล้มเหลวเฉียบพลันที่ต้องใช้เครื่องช่วยหายใจ (ventilator) ซึ่งนำไปสู่การเสียชีวิตประมาณ 30% ในสถานการณ์ระบาดเครื่องช่วยหายใจจะขาดแคลนและยากต่อการจัดซื้อ และผู้ป่วยอาจต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสนามที่ไม่มีระบบท่ออากาศทางการแพทย์ หรืออาจต้องขนย้ายผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ ไทยจึงต้องมีการพัฒนาเครื่องช่วยหายใจที่เหมาะสม ให้เพียงพอที่จะพึ่งพาตนเองได้เมื่อมีโรคระบาด

4.2 รายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การวิจัย

พัฒนาต้นแบบเครื่องช่วยหายใจที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานสากลและพร้อมที่จะผลิตในเชิงพาณิชย์ โดยจะทดสอบมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้า(IEC 601-1 IEC 601-2), ทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์เครื่องช่วยหายใจมาตรฐานของสถาบันมาตรวิทยา(ISO 80601-2-84:2020)เพื่อให้ได้รับมาตรฐาน ISO 13485:2016 เพื่อนำเครื่องช่วยหายใจเข้าขึ้นทะเบียนเครื่องมือแพทย์กับกองอาหารและยาและขึ้นบัญชีนวัตกรรมไทย และผลิตเครื่องช่วยหายใจจำนวน ๑๐ เครื่องเพื่อหาข้อจำกัดในกระบวนการผลิตและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องว่ามีคุณสมบัติ ตรงตามเครื่องต้นแบบ

4.3 รายละเอียดเกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัย

ดำเนินการตามเครือข่ายความร่วมมือด้านผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ฯ และที่ปรึกษา นายปรีวัตร อัครพิมาน โดยทดสอบมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้ากับPTEC (IEC 601-1 IEC 601-2), ทดสอบวิเคราะห์เครื่องช่วยหายใจกับสถาบันมาตรวิทยา(ISO 80601-2-84:2020) เข้ารับการตรวจ ISO 13485 ของกระบวนการการผลิตกับบริษัทSGS ทำการทดสอบในมนุษย์และเมื่อได้รับ ISO 13485:2016แล้วจึงขึ้นทะเบียนเครื่องมือแพทย์กับ อย. และผลิตเครื่องพร้อมใช้ 10 เครื่องเพื่อการทดสอบการใช้งาน

4.4 รายละเอียดเกี่ยวกับผลการวิจัย

โครงการได้ปรับปรุงเครื่องต้นแบบของโครงการ และได้เข้าตรวจกับPTEC และสถาบันมาตรวิทยา และได้ยื่นขออนุญาตดำเนินการทดลองกับคณะกรรมการจริยธรรมในคน คณะแพทยศาสตร์จุฬาฯ แล้วได้ทำการตรวจสอบกระบวนการผลิตและเอกสารกับบริษัทที่ปรึกษา นายปรีวัฒน์ อัครพิมาน และได้นัดแนะกับบริษัทเอสจีเอส เพื่อดำเนินการตรวจ กระบวนการผลิตตาม ISO 13485 เครื่องของทางโครงการ ผ่านการตรวจคุณสมบัติจากสถาบันมาตรวิทยา แต่ได้รับคำแนะนำให้มาดำเนินการแก้ไข

จากทาง PTEC โดยติดปัญหา1) วัสดุที่ใช้ทำกล่องไม่ได้ผ่านการตรวจมาตรฐาน 2) ต้องทำการตรวจซ้ำ เนื่องจากสามารถถูกรบกวนทางไฟฟ้าเมื่อมีแหล่งจ่ายไฟแรงดันสูงอยู่ใกล้ จึงต้องดำเนินการตรวจมาตรฐานเพิ่มเติม โดยทางห้องปฏิบัติการ กำหนดระยะเวลาที่จะทดสอบซ้ำได้ในเดือน พฤษภาคม 256 และจะสามารถยื่น Partial ICSDT เพื่อขึ้นทะเบียนเครื่องมือแพทย์กับ อ.ย. ได้ภายในเดือนเดียวกัน

4.5 รายละเอียดเกี่ยวกับข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. การขึ้นทะเบียนเครื่องมือแพทย์ที่ซับซ้อน พบว่า ต้องมีการแก้ไข เครื่องมือให้เป็นไปตามมาตรฐาน ทั้งกระบวนการผลิต และรายละเอียดเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและมาตรฐานการทำงานของเครื่องมือ ดังนั้น ระยะเวลาที่เหมาะสม อาจเป็นสิบสองถึงสิบห้าเดือน
2. ทางโครงการประสบปัญหาเกี่ยวกับ กระบวนการเบิกจ่าย เนื่องจากเป็นการจัดซื้อจัดจ้างวิธีการพิเศษ ซึ่งผู้ดำเนินโครงการไม่มีความรู้ รวมถึงข้อจำกัดทางการคลัง ที่ผู้ดำเนินโครงการ จะไม่สามารถมีชื่อเป็นเจ้าของ บริษัท ที่เขามีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการได้ ความรู้เหล่านี้ อาจเป็นอุปสรรค ถ้าถามบริษัทไม่สามารถชดเชย การเบิกจ่ายที่ต้องตัดทอนลงได้
3. ทางโครงการ พบว่าการมีบริษัทที่ปรึกษา ที่มีความสามารถ มีส่วนช่วยให้การดำเนินการวางแผนขึ้นทะเบียนโครงการ เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว จึงเป็นส่วนประกอบสำคัญสำหรับโครงการที่มีลักษณะเดียวกันในอนาคต
4. ปัญหาและอุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของโรค การขาดแคลนชิ้นส่วน เป็นปัญหาและอุปสรรคที่ยากจะคาดคะเน ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ และผู้ดำเนินโครงการ ต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนการ ตามสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น
5. ทางโครงการได้มีแผนการจัดจำหน่าย โดยผ่านตัวแทน คือบริษัทไพรม์เมดิเคิลจำกัด ซึ่งในเบื้องต้น สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างในประเทศไทย อาจไม่ได้รับความยอมรับจากวงการแพทย์ ในไทย ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญ ที่อาจต้องใช้การให้ความรู้ กับประชาชนและวงการแพทย์โดยรวม ทั้งใช้ระยะเวลาในการพิสูจน์ว่าเครื่องมือแพทย์ที่ ผลิตขึ้นในไทย มีคุณสมบัติและมาตรฐาน สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย และมีราคาที่สมเหตุสมผล

5 บทคัดย่อภาษาไทย

จากการที่มีระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 ที่ผ่านมาพบว่า ในสถานการณ์ระบาดเครื่องช่วยหายใจจะขาดแคลนและยากต่อการจัดซื้อ ซึ่งเครื่องหายใจนี้ต้องสามารถใช้ในโรงพยาบาลสนามที่ไม่มีระบบท่ออากาศทางการแพทย์ และใช้ในการขนย้ายผู้ป่วยที่ใส่เครื่องช่วยหายใจ ไทยต้องมีการพัฒนาเครื่องช่วยหายใจที่เหมาะสม ให้เพียงพอที่จะพึ่งพาตนเองได้เมื่อมีโรคระบาด

โครงการฯ มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาเครื่องช่วยหายใจที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานสากล และผลิตในเชิงพาณิชย์ โดยทดสอบมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้า(IEC 601-1 IEC 601-2), ทดสอบมาตรฐานของสถาบันมาตรวิทยา(ISO 80601-2-84:2020)เพื่อให้ได้รับมาตรฐาน ISO 13485:2016 เพื่อขึ้นทะเบียนเครื่องมือแพทย์กับ อ.ย. และขึ้นบัญชีนวัตกรรมไทย และผลิตเครื่องช่วยหายใจ ๑๐ เครื่องเพื่อหาข้อจำกัดในกระบวนการผลิตและตรวจสอบคุณภาพ

โครงการฯ ได้ดำเนินการตามเครือข่ายความร่วมมือด้านผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ฯ ภายใต้คำแนะนำของที่ปรึกษา โดยทดสอบมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้ากับPTEC, ทดสอบวิเคราะห์เครื่องช่วยหายใจกับสถาบันมาตรวิทยา เข้ารับการตรวจ ISO 13485 ของกระบวนการการผลิตกับบริษัท เอสจีเอส และทำการทดสอบในมนุษย์ เมื่อได้รับ ISO 13485:2016แล้ว จึงขึ้นทะเบียนเครื่องมือแพทย์กับ อ.ย. และผลิตเครื่องพร้อมใช้ 10 เครื่องเพื่อการทดสอบการใช้งาน

โครงการฯ ประสบปัญหาการระบาดของโรคโควิด 19 และปัญหาการจ่ายเงิน จึงต้องขอต่ออายุเป็นเวลาสามเดือน โดยขณะนี้ เครื่องต้นแบบของโครงการ กำลังเข้ารับการตรวจกับ PTEC และสถาบันมาตรวิทยา และได้ยื่นขออนุญาตกับคณะกรรมการจริยธรรมในคน คณะแพทยศาสตร์จุฬาฯ แล้ว ได้ทำการตรวจสอบกระบวนการผลิตและเอกสารตาม ISO 13485 กับบริษัทที่ปรึกษา เอสไอซี และบริษัท เอสจีเอส คาดว่ากระบวนการจะแล้วเสร็จภายในมิถุนายน 256 และยื่นขึ้นทะเบียนเครื่องมือแพทย์กับ อ.ย.ได้ภายในเดือนเดียวกัน

จากการดำเนินโครงการฯ พบว่า ต้องมีการแก้ไขเครื่องมือตามมาตรฐานกระบวนการผลิต, ความปลอดภัยและมาตรฐานการทำงาน ระยะเวลาควรเป็นสัปดาห์เดือน การขาดความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเบิกจ่ายของราชการและข้อจำกัดทางการคลังเป็นสิ่งที่ต้องศึกษาก่อนเริ่มโครงการ การดำเนินการขณะที่มีโรคระบาดจะมีการเจ็บป่วยและการขาดแคลนชิ้นส่วนที่ผู้ดำเนินโครงการต้องปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ที่เกิด สิ่งประดิษฐ์ของไทย ยังไม่ได้รับความยอมรับจากคนไทย ซึ่งต้องใช้การให้ความรู้ และระยะเวลาพิสูจน์ว่าเครื่องมือแพทย์ที่ ผลิตขึ้นในไทย มีคุณสมบัติและมาตรฐานสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย และมีราคาที่เหมาะสม

6.บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

From the Corona 19 pandemic, ventilators are necessary, scarce, and very difficult to acquire. These ventilators must be able to work in the field hospital with no or poor medical-air-system and can be used to transport intubated patients. Thailand needs to locally develop and register her own transport ventilators that is suitable for use in Thailand and able to commercially mass produce them for Thailand to be self-sufficient during the pandemic.

The objective of our project is to locally develop and register transport ventilators which can be certified to international standards and locally produced. These standards include medical electrical safety (IEC 601-1 IEC 601-2), specific ventilator performance (ISO 80601-2-84:2020) and quality management system standards (ISO 13485:2016). Thai medical device control agency requires these certifications prior to the registration. Registration with the Thai Innovation Registrar is also planned. Ten ventilators will be manufactured to ensure the quality of the manufacturing process and the quality of the end products.

Our project follows MPCT protocol under the supervision of consultant firm SIC. We are undergoing electrical safety test with PTEC, specific ventilator performance test with NIMT and ISO 13485 evaluation by SGS. We plan to obtain Chula IRB permission to do equivalent testing in human subjects. When we are ISO13485: 2016 certified, we plan to register the device with the Thai FDA and plan to manufacturer 10 ventilators for quality assurance.

Our project took place during the pandemic which causes health and supply chain problems. We also face with financial regulation difficulties and we need to extend the project for three months. Our ventilators are undergoing testing with PTEC and NIMT. We have submitted for human testing with Chula IRB and we are under documentation review for QA standard ISO 13485 with SGS. All the processes will finish in June 2023 and we plan to submit for medical device registration in the same month.

From our experiences, preparation for medical device registration requires several modifications to both the product and the process to comply with the manufacturing quality assurance, medical safety and transport ventilator specific standards. We believe the process requires at least 15 months. Our lack of knowledge of public sector financial regulations and restrictions is one of the causes of project delay which can be improved. Pandemic related health and supply chain disruption, though expected, is harder to prepare for and need day to day adjustment to the plan depending on the situation. Local medical devices are still not well accepted by the Thai medical communities and Thai general public. Public education and longer period of introduction of locally made medical devices will help prove that these devices have adequate property, reached international standards and can be used safely in Thai medical care at a reasonable price.

6 คำสำคัญ (Key words)

transport ventilator, Covid-19, pandemic, medical device registration,
International Organization for Standardization

สารบัญเรื่อง(Table of Content)

เรื่อง	หน้า
1. บทนำ	1
2. การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
3. ระเบียบวิธีดำเนินการดำเนินงาน	7
4. ผลการดำเนินงาน	13
5. อภิปรายและวิจารณ์ผล	46
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	47
7. บรรณานุกรม (Bibliography)	48
8. ภาคผนวก(Appendix)	49

9. สารบัญตาราง (List of Tables)

ตาราง ที่ 1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการ	7
ตาราง ที่ 2 แสดงรายละเอียดวัตถุประสงค์ของเครื่องต้นแบบมาตรา 27 (5)	11
ตาราง ที่ 3 แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องที่ได้รับการปรับปรุง	16

10. สารบัญญภาพ (List of Illustration)

เรื่อง	หน้า
ภาพประกอบที่ 1 โครงสร้างและรายละเอียดของ IEC 60601	3
ภาพประกอบที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานทางด้านการทดสอบงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์	5
ภาพประกอบที่ 3 โครงสร้างภายในองค์กร	13
ภาพประกอบที่ 4 การปรับปรุงสถานที่ผลิต เพื่อรองรับการตรวจ ISO 13485	14
ภาพประกอบที่ 5 เครื่องต้นแบบสำหรับเข้ารับการทดสอบรับรองมาตรฐานเครื่องที่ 1-3	15
ภาพประกอบที่ 6 แสดงอุปกรณ์ที่ทางโครงการออกแบบเองและได้สั่งผลิตจำนวนทั้งหมดสิบชุด	17
ภาพประกอบที่ 7 ระบบแบตเตอรี่และระบบจ่ายไฟจากไฟบ้าน	18
ภาพประกอบที่ 8 แสดงการปรับปรุงระบบไฟฟ้า	19
ภาพประกอบที่ 9 แสดงภาพขยายของอุปกรณ์ขับเคลื่อนระหว่างทำการปรับปรุง	20
ภาพประกอบที่ 10 แสดงการปรับปรุงตัวถัง	28
ภาพประกอบที่ 11 แสดงการสร้างฐานของตัวรับ Exhale valve เป็น Engineering Plastic	20
ภาพประกอบที่ 12 แสดงแบบสำหรับวาล์วสำหรับการหายใจออก	22
ภาพประกอบที่ 13-แสดงการพัฒนาของฐานวาล์วสำหรับการหายใจออก (Exhale Valve Base) และแผ่น stainless steel reinforced silicone membrane	23
ภาพประกอบที่ 14-แสดง medical grade stainless steel reinforced silicone membrane & silicone ring	23
ภาพประกอบที่ 15 แสดงแบบพิมพ์สำหรับระบบท่อลมรวมเพื่อลดการต่อท่อลมในเครื่อง	24
ภาพประกอบที่ 16 แสดงการทำงานของระบบตรวจวัด ความดันและอัตราการไหลของอากาศ	25
ภาพประกอบที่ 17 แสดงกระบวนการการออกแบบและแก้ไขระบบท่อลม	26
ภาพประกอบที่ 18 แสดงระบบท่อลมสำหรับลมหายใจเข้าสู่ผู้ป่วยที่สามารถถอดแยกได้	26

ภาพประกอบที่ 19 แสดงการต่อเชื่อมของท่อลมขาออกจากเครื่องไปยังผู้ป่วย ทั้งระบบ	27
ภาพประกอบที่ 20 แสดงแนวคิดของระบบท่อลมของทั้งเครื่อง	28
ภาพประกอบที่ 21 แสดงโครงรองรับแผ่นกรองอากาศมาตรฐาน	29
ภาพประกอบที่ 22 แสดงภาพเปรียบเทียบตัวถังภายในและภายนอกจากทาง ด้านหลัง	30
ภาพประกอบที่ 23 แสดงภาพเปรียบเทียบตัวถังภายในและภายนอก จาก ทางด้านซ้าย	31
ภาพประกอบที่ 24 แสดงภาพเปรียบเทียบตัวถังภายในและภายนอก จากทาง ด้านขวา	31
ภาพประกอบที่ 25 แสดงภาพเปรียบเทียบตัวถังภายในและภายนอก จาก ทางด้านหน้า	31
ภาพประกอบที่ 26 แสดงรายละเอียดของ Battery Bay	32
ภาพประกอบที่ 27 แสดงโครงสร้างทาง Software ของทั้งระบบของ เครื่องช่วยหายใจ	33
ภาพประกอบที่ 28 แสดง CPU 1 และระบบจ่ายไฟของเครื่องช่วยหายใจ	35
ภาพประกอบที่ 29 แสดงระบบสัญญาณเตือนภัยด้วยแสงและภาพ	35
ภาพประกอบที่ 30 แสดงภาพแผ่นวงจรพิมพ์หลัก (Main Board)	36
ภาพประกอบที่ 31 แสดงรายละเอียดของแผนวงจรพิมพ์ลักษณะ ในรูป Schematic	37
ภาพประกอบที่ 32 แสดง CPU 3 Rapsberry Pi4 และจอแสดงผล Touch Screen และปุ่มควบคุม	38
ภาพประกอบที่ 33 แสดง mode การควบคุมของเครื่องช่วยหายใจ ที่กำหนด เอาไว้เมื่อเริ่มโครงการ	40
ภาพประกอบที่ 34 แสดง mode การควบคุมของเครื่องช่วยหายใจ ANPI CV-19 ในปัจจุบัน	41
ภาพประกอบที่ 35 แนวคิดในเขียน Software การควบคุมระบบการหายใจ	41
ภาพประกอบที่ 36 แสดงเอกสารมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 3075 เล่ม 11 และตัวอย่างรายละเอียดการทดสอบที่สถาบันมาตรวิทยาได้ดำเนินการ ทดสอบ	42
ภาพประกอบที่ 37 แสดงรายละเอียดเอกสารเกี่ยวกับการขอดำเนินการ ทดสอบในมนุษย์	44

ภาพประกอบที่ 38 เอกสารแสดงการยื่นขอเป็นผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์เพื่อใช้
ในหอผู้ป่วยวิกฤต

38

10. สารบัญเอกสารประกอบ

เรื่อง

เอกสารประกอบที่ 1 Training Agenda for ISO 13485 course

เอกสารประกอบที่ 2 QM for Medical Devices ISO 13485

เอกสารประกอบที่ 3 มอก. 3075 เล่ม 11

เอกสารประกอบที่ 4 Risk Management Report

เอกสารประกอบที่ 5 ANPI-CV19 User Manual

เอกสารประกอบที่ 6 Honeywell Envitec Flow Sensor SpiroQuant H for Ventilator

เอกสารประกอบที่ 7 oom202-envitec-oxygen-sensor

เอกสารประกอบที่ 8 AQM300_Series_MedicalGradePowerSupply

เอกสารประกอบที่ 9 MainBoardPCB

เอกสารประกอบที่ 10 MainSchemaic

เอกสารประกอบที่ 11 BOM MAINPCB

เอกสารประกอบที่ 12 SQUAT_MDS-standard-20210717

เอกสารประกอบที่ 13 F-SoftwareRequirementSpecification-ANPICV19

11 คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย (List of Abbreviations)

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย(List of Abbreviation)

AC	:	Alternating current
DC	:	Direct current
LED	:	Light Emitting Diode
USB	:	Universal serial bus
RR	:	Respiratory Rate
PR	:	Pulse Rate (from Pulse oximeter or NIBP)
HR	:	Heart Rate (From ECG)
Sys BP	:	Systolic Blood Pressure
Dia BP	:	Diastolic Blood Pressure

ประวัติคณะผู้วิจัย

1 หัวหน้าโครงการ

นาย ทายาท ดีสุดจิต

หน่วยงาน ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ติดต่อ 40/30 อินทามาระ 8 ถนนสุทธิสารวินิจฉัย สามเสนใน พญาไท กทม 10400

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 085-100-0653

หมายเลขโทรสาร 02-256-4911

Email fmedtds@yahoo.com

2 ผู้ร่วมวิจัย

1 รศ.เจตกุล โสภานิตย์

หน่วยงาน ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ติดต่อ อาคารชาร์ลเอ็มสัน เกเวอร์ต ชั้น 2 ห้อง ชาร์ลเอ็มสัน เกเวอร์ต

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 086-620-6993

หมายเลขโทรสาร 02-256-4911

Email cherdkul9@yahoo.com

2 นาย ชูชาติ ไตรตรึงษ์ทัศน์

หน่วยงาน บริษัท อินทรอนิคส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)

สถานที่ติดต่อ 1436/17 พหลโยธิน แขวงจันทระเกษม เขตจตุจักร 10900

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 0865092110

หมายเลขโทรสาร 02-939-1109

Email chuchart@intronics.co.th

3 นาย กัณวัฒน์ เสนานาญ

วุฒิการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

หน่วยงาน บริษัท อินทรอนิคส์ จำกัด (สาขาปราจีนบุรี)

สถานที่ติดต่อ 222 หมู่ 13 ถ.สุวรรณศร ต.ดงขี้เหล็ก อ.เมือง ปราจีนบุรี 25000

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 084-055-3260

หมายเลขโทรสาร 02-939-1109

Email kanawat@intronics.co.th

4 นาย อภิชัย คงพัฒน์โยธิน

หน่วยงาน ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถานที่ติดต่อ 1873 ถนนพระราม 4 ตึก สก 6 หน่วยโรคหัวใจในเด็ก รพ. จุฬาลงกรณ์ ปทุม
วัน ปทุมวัน กทม 10330

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 0891555545

หมายเลขโทรสาร 02-256-4911

Email apichaik@yahoo.com

5 นาง นฤชา จีรกาลวสาน

หน่วยงาน ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถานที่ติดต่อ 1873 ถนนพระราม 4 หน่วยโรคปอด รพ. จุฬาลงกรณ์ ปทุมวัน ปทุมวัน กทม
10330

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 084-9629-502

หมายเลขโทรสาร 0-2254-1931 ต่อ 15

Email narichac@hotmail.com

6 รศ.ดร. บุญรัตน์ โล่ห์วงศ์วัฒน์

หน่วยงาน ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถานที่ติดต่อ อาคารเจริญวิศวกรรม (ตึก 4) ชั้น 16 ห้อง 04 16 08 ปทุมวัน ปทุมวัน กทม
10330

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 087-588-8886

หมายเลขโทรสาร (662) 218-6942

Email boonrat.l@chula.ac.th