| | | |
|---|---|---|
| **หัวข้อดุษฎีนิพนธ์** | การพัฒนาเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศแบบหลายย่านวัดด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า | |
| **ผู้เขียน** | นายอาทิตย์ ยาวุฑฒิ | |
| **ปริญญา** | วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน) | |
| **คณะกรรมการที่ปรึกษา** | รองศาสตราจารย์ ดร. นคร ทิพยาวงศ์ | อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก |
| | รองศาสตราจารย์ ตะวัน สุจริตกุล | อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม |
| | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เดช ดำรงศักดิ์ | อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม |
| | รองศาสตราจารย์ ดร. ขจรศักดิ์ โสภาจารีย์ | อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม |

# บทคัดย่อ

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นการพัฒนาเครื่องวัดฝุ่นละอองในอากาศแบบหลายย่านวัดด้วยเทคนิคทางไฟฟ้าหรือเรียกว่าพีเอ็มเอ็ก โดยเครื่องพีเอ็มเอ็กสามารถวัดฝุ่นได้อัตโนมัติและรายงานผลอย่างรวดเร็ว ทั้งความหนาแน่นเชิงมวลและเชิงจำนวน เครื่องพีเอ็มเอ็กประกอบด้วยชุดรับและปรับสภาพอากาศตัวอย่าง ชุดให้ประจุอนุภาค ชุดคัดแยกขนาดและจัดเก็บอนุภาค ชุดตรวจวัดสัญญาณด้วยวงจรอิเล็กโทรมิเตอร์ ชุดแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล เครื่องคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ปฏิบัติการ ระบบควบคุมการไหล ระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ การทำงานเริ่มจากปั๊มดูดอนุภาคในอากาศเข้ามาในชุดรับและปรับสภาพอากาศตัวอย่าง ความชื้นในอากาศถูกขจัดด้วยซิลิก้าเจล จากนั้นอากาศตัวอย่างจะเคลื่อนไปยังชุดให้ประจุอนุภาคและรับประจุไฟฟ้า ตัวอย่างอากาศถูกแยกเป็นพีเอ็ม ๑๐ พีเอ็ม ๒.๕ และพีเอ็ม ๑.๐ ชุดคัดแยกขนาดอนุภาคในแต่ละช่องวัดจะใช้หลักการแรงเฉื่อยโดยการเร่งอนุภาคให้มีความเร็วและพุ่งไปยังแผ่นประทะ อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าจุดตัดอนุภาคจะตกลงบนแผ่นประทะ ในขณะที่อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าจุดตัดอนุภาคจะสามารถผ่านไปได้ อนุภาคที่ผ่านการคัดแยกขนาดแล้วจะเคลื่อนที่ไปสะสมบนแผ่นกรองในถ้วยฟาราเดย์ หลังจากนั้นจะส่งสัญญาณประจุไฟฟ้าไปยังวงจรอิเล็กโทรมิเตอร์เพื่อแปลงและขยายสัญญาณ สัญญาณทางไฟฟ้าจากการวัดอนุภาคจะถูกประมวลผลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ มีการใช้การวิเคราะห์และการคำนวณเชิงตัวเลขในการประมาณและตรวจสอบส่วนประกอบของเครื่องวัดพีเอ็มเอ็กด้วยโปรแกรมคอมโซล ทำการวิเคราะห์การไหลภายในชุดรับและปรับสภาพอากาศตัวอย่าง ชุดให้ประจุอนุภาคและชุดคัดแยกขนาดอนุภาค นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ดูการเคลื่อนที่ของอนุภาคและสนามไฟฟ้าภายใน มีการใช้

ซอฟต์แวร์ออแคท พี-สไปร์ซในการจำลองผลการขยายสัญญาณระดับต่ำและเปรียบเทียบผลกับการคำนวณเชิงตัวเลขและการทดสอบในห้องปฏิบัติการ มีการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบผลการคำนวณและมีการประเมินประสิทธิภาพและการสูญเสียของชุดลดความชื้น มีการตรวจสอบประสิทธิภาพชุดให้ประจุภายใต้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้น มีการตรวจสอบประสิทธิภาพชุดคัดแยกขนาดอนุภาคด้วยการวิเคราะห์ภาพถ่ายอิเล็กตรอน มีการตราวจสอบการสูญเสียอนุภาคในชุดถ้วยฟาราเดย์ มีการตรวจสอบเสถียรภาพของวงจรอิเล็กโทรมิเตอร์ และมีการทดสอบภาคสนามระยะยาวเปรียบเทียบผลการวัดกับเครื่องวัดแบบทีออม เครื่องวัดแบบเบต้าเรย์ และเครื่องวัดวิธีการนับฝุ่นด้วยแสง ระหว่างเดือนมิถุนายน ๒๕๕๖ ถึงเดือนพฤษภาคม ๒๕๕๙ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลการวัดรายนาที รายชั่วโมงและราย ๒๔ ชั่วโมง ถูกนำมาใช้ในการเปรียบเทียบผลการวัดซึ่งพบว่าให้ค่าสหสัมพันธ์ที่สูงถึง ๐.๙๘

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

| | | |
|---|---|---|
| **Dissertation Title** | Development of a Multi Channel Airborne Particulate Matter Detector by Electrical Technique | |
| **Author** | Mr. Artit Yawootti | |
| **Degree** | Doctor of Engineering (Energy Engineering) | |
| **Advisory Committee** | Assoc. Prof. Dr. Nakorn Tippayawong | Advisor |
| | Assoc. Prof. Thawan Sucharitakul | Co-advisor |
| | Asst. Prof. Dr. Det Damrongsak | Co-advisor |
| | Assoc. Prof. Dr. Khajornsak Sopajaree | Co-advisor |

# ABSTRACT

This thesis is about development of a multi-channel airborne particulate matter detector by electrical technique (PMx detector). The PMx can automatically measure and rapidly report a mass and number concentration. The PMx detector consists of the sample conditioning inlet section, the particle charging section, the particle size classification and collection, the particle detector with electrometer circuit, analog to digital converter, personal computer, operating software flow control system, electric power system and other accessory device. The operation starts at a vacuum pump sucking the airborne particulate matter into the sample conditioning inlet section. Air humidity is removed by diffusion drying with a silica gel. Then the sample air passes through the particle charging section and receive electric charge. The sample air are separated for PM10, PM2.5 and PM1.0. This part employs inertial impaction principle where the particles are accelerated and fling to the impactor plates. Particles that are bigger than a cutoff diameter are collected on this plate, while the smaller particles can pass through to the exit. The PM passes through and collected on a filter in the Faraday cup, then sending an electrical charge to an electrometer circuit for signal converting and amplifying. The electrical signal from measuring the airborne particulate matter is processed by the personal computer. Analytical and numerical methods were also used to estimate and validate the

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

PMx detector. The flow analysis by COMSOL was conducted for the air conditioning inlet section, the particle charging section and the particle size classification. Particle trajectory analysis and electric field analysis were also carried out. Orcad PSpice software was used to simulate the low level signal amplifier circuit and comparing with a numerical calculation and laboratory test. The laboratory test was used to validate theoretical results, and to evaluate performance of the diffusion dryer and nano-particle loss, performance of the particle charging section under the temperature and humidity changes, performance of the particle size classification by the SEM analysis, a particle loss in the Faraday cage, stability of the electrometer circuit, and a long time test comparing with TEOM, Beta ray and light scattering technique since June 2013 to May 2016. The measurement data in a minute, hour and 24 hours average were compared and found to have high correlation about 0.98.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved