

**THE USE OF SIMPLE ELECTRONIC DEVICES
FOR CHEMICAL FLOW ANALYSIS**

NATCHANON AMORNTHAMMARONG

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
(ANALYTICAL CHEMISTRY)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2006**

ISBN 974-04-6821-7

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

THE USE OF SIMPLE ELECTRONIC DEVICES FOR CHEMICAL FLOW ANALYSIS

NATCHANON AMORNTHAMMARONG 4536623 SCAC/D
Ph.D. (ANALYTICAL CHEMISTRY)

THESIS ADVISORS: DUANGJAI NACAPRICHA, Ph.D. (ANALYTICAL CHEMISTRY), PRAPIN WILAIRAT, Ph.D. (PHYSICAL CHEMISTRY), PURNENDU K. DASGUPTA, Ph.D. (ANALYTICAL CHEMISTRY)

ABSTRACT

Simple electronic knowledge and devices were used in this work to develop instruments for chemical flow analysis. The project is divided into three main parts as follows:

Low Cost Telemetry for use with PC Sound Card: Telemetry that employs the rapid growth technology of the sound card was developed and tested using a remote wireless device to record the signals from a spectrometer and pH meter. With a sampling rate of 10 Hz, the results showed 100% accuracy for a distance up to 50 meters. The effective working range is 0-2 V and the working step is approximately 1,100 steps (more than 10 bit A/D). Because of the ease of set up, high efficiency and small size, the system is very promising in term of wireless monitoring.

Automated and programmable all injection analysis (AIA): Five injection valves, each controlled by a robotic servo motor, improve the AIA technique, which was first introduced by H. Itabashi, for use as an automatic and programmable flow chemical analyzer. In this work, the position of the detector as presented by Itabashi was altered to be located as a part of the circulatory loop. With this new position, many numbers of circulation could be monitored. The sensitivity was improved by using the summation signal data obtained as the number of circulation rounds was increased. The system could be employed successfully for determination of phosphorus in soil and sediment extracts in accordance with the new harmonized scheme of extraction of the European Commission.

Hybrid flow analyzer (HFA) for ammonia measurement: An effective method, which combines the advantages of two famous flow-based analyzers; FIA and SIA, was developed for atmospheric ammonia determination. The analyte gas was collected in de-ionized water of a diffusion scrubber and the ammonia-collected solution was analyzed by fluorescent method. Using repeated 8-minute-a-cycle analysis, the calibrations for the ammonia were linear between 0 and 20 ppbv ($R^2 = 0.9992$). The detection limit was 135 pptv (air sampling volume = 2.0 L) for ammonia gas and 15 nM (liquid sampling volume = 500 μ L) for ammonium solution. The precision achieved running continuously for 9 days with at least 1,500 samplings was approximately 3 %RSD (n = 1,544) for 5 ppbv NH_3 and less than 2% RSD (n = 1,520) for 2.5 μM NH_4^+ .

KEY WORDS: TELEMETRY/ SOUND CARD/ ALL INJECTION ANALYSIS/
HYBRID FLOW ANALYZER/ AMMONIA

100 P. ISBN 974-04-6821-7

การประยุกต์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปสำหรับงานวิเคราะห์ทางเคมีแบบการไหล
(THE USE OF SIMPLE ELECTRONIC DEVICES FOR CHEMICAL FLOW ANALYSIS)

ณัฐชนน อมรธำมรงค์ 4536623 SCAC/D
ปร.ค. (เคมีวิเคราะห์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ดวงใจ นาคะปรีชา, Ph.D. (Analytical Chemistry),
ประพิณ วิไลรัตน์, Ph.D. (Physical Chemistry), PURNENDU K. DASGUPTA, Ph.D.
(Analytical Chemistry)

บทคัดย่อ

ความรู้และอุปกรณ์พื้นฐานทางอิเล็กทรอนิกส์ ได้ถูกนำมาประยุกต์ในงานนี้เพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีแบบการไหล ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือในการวิเคราะห์จำนวน 3 เทคนิคหลักๆ ดังต่อไปนี้

เครื่องบันทึกสัญญาณไร้สายอย่างง่ายสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีโดยใช้ PC-sound card ระบบนี้ได้พัฒนาขึ้นโดยอาศัยเทคโนโลยีที่เติบโตอย่างรวดเร็วของ sound card และได้ถูกทดสอบโดยใช้บันทึกสัญญาณระยะไกลจากเครื่องวัดค่าการดูดกลืนทางแสงและเครื่องวัดค่าความเป็นกรดเบส ด้วยอัตราการบันทึกสัญญาณ 10 ครั้งต่อวินาที ระบบสามารถบันทึกได้อย่างถูกต้องแม่นยำ 100% ในระยะห่าง 50 เมตร โดยมีช่วงการทำงานที่ 0 – 2 โวลต์ และมีค่าความละเอียดประมาณ 1,100 ระดับ (มากกว่า 10 บิต A/D) เนื่องจากความสะดวกในการติดตั้ง, ประสิทธิภาพที่สูง และขนาดที่กระทัดรัด ระบบที่พัฒนาขึ้นจึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในงานวิเคราะห์ทางเคมีแบบไร้สาย

ระบบ All injection analysis (AIA) แบบอัตโนมัติและโปรแกรมการทำงาน ระบบนี้ทำงานโดยการควบคุม injection valve จำนวน 5 ตัว โดยใช้ servo motor สามารถทำให้เทคนิค AIA ซึ่งคิดค้นและพัฒนาโดย H. Itabashi กลายเป็นระบบอัตโนมัติและสามารถโปรแกรมการทำงานสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีแบบการไหลได้ ในงานนี้เราได้ทำการเปลี่ยนตำแหน่งของเครื่องวัดสัญญาณจากลักษณะเดิมของ H. Itabashi มาวางอยู่ในเส้นทางไหลวนของสารละลาย ทำให้เราสามารถวัดสัญญาณได้หลายรอบ ทำให้สามารถเพิ่มค่าความไวในการวิเคราะห์โดยการรวมค่าสัญญาณในแต่ละรอบ ระบบนี้ได้นำไปประยุกต์ใช้ในการวัดปริมาณฟอสฟอรัสจากการสกัดดินและตะกอน โดยเทคนิคการสกัดเป็นไปตามมาตรฐานของ European commission

ระบบ Hybrid flow analyzer (HFA) สำหรับการวัดปริมาณแอมโมเนีย: เป็นระบบการไหลที่รวมข้อดีของเทคนิค FIA และ SIA ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียในอากาศ ซึ่งอากาศที่ต้องการวิเคราะห์จะถูกผสมในน้ำกลั่นบริสุทธิ์โดยผ่าน diffusion scrubber และสารละลายที่ได้จะถูกวิเคราะห์โดย fluorescent detector จากการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่องหลายรอบ แต่ละรอบใช้เวลา 8 นาที กราฟเส้นตรงที่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ดี ในช่วง 0 – 20 ppbv NH₃ (R² = 0.9992) ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้คือ 135 pptv (ปริมาตรอากาศที่ใช้คือ 2.0 L) สำหรับการวิเคราะห์แอมโมเนียมในสารละลาย ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้คือ 15 nM (ปริมาตรสารละลายที่ใช้คือ 500 μL) นอกจากนี้ ความแน่นอนและความเสถียรของระบบทดสอบโดยการทำงานอย่างต่อเนื่อง 9 วัน จำนวนครั้งที่วัดอย่างน้อย 1,500 ครั้ง %RSD ที่ได้คือ 3% (n = 1,544) สำหรับ 5 ppbv NH₃ และน้อยกว่า 2% (n = 1,520) สำหรับ 2.5 μM NH₄⁺.
100 หน้า ISBN 974-04-6821-7