



1.1 ประวัติความเป็นมาของเอ็นเอ็มอาร์ (NMR-Nuclear Magnetic Resonance)

ในปี ค.ศ. 1921 สเตอ์น (Stern) และ เจอร์ลาช (Gerlach) ได้ทำการทดลองและแสดงให้เห็นว่า อะตอมมีโมเมนต์แม่เหล็กเป็นแบบควันไทเซชัน (Quantisation) ในการทดลองได้ส่งผ่านลำของโมเลกุลเข้าไปในสนามแม่เหล็กที่ไม่สม่ำเสมอ ทำให้สามารถแยกสถานะทางควันตัมออกมาได้ การทดลองในลักษณะเดียวกันได้ถูกพัฒนาให้สามารถตรวจวัดโมเมนต์แม่เหล็กของนิวเคลียสได้ โดยการส่งผ่านลำของโมเลกุลของไฮโดรเจนเข้าไปในสนามแม่เหล็กสถิตที่สม่ำเสมอ ก่อนแล้วจึงส่งต่อเข้าไปในสนามแม่เหล็กที่ไม่สม่ำเสมอ การทดลองต่อมาได้เพิ่มสนามแม่เหล็กแบบแกว่งกวัดเข้าไปด้วย ปรากฏว่าที่ความถี่เหมาะสมค่าหนึ่ง จะทำให้ลำของนิวเคลียสเบนไปทันที ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนระดับพลังงานของนิวเคลียสจากค่าหนึ่งไปยังอีกค่าเมื่อได้รับพลังงานที่เหมาะสม

ในปี ค.ศ. 1945 คณะทำงานสองกลุ่มได้ประสบความสำเร็จพร้อมๆกัน ในการค้นพบวิธีการตรวจวัดการเรโซแนนซ์ของสาร กลุ่มแรกคือ บล็อก (Bloch) แฮนเซน (Hansen) และ แพคการ์ด (Packard) แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ได้ตรวจวัดสัญญาณเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กจากโปรตอนของน้ำที่ความถี่ 7.765 MHz โดยใช้หัววัดขดลวดแบบไขว้ (Cross Coil Probe) กลุ่มที่สองคือ เพอร์เซลล์ (Percell) ทอร์เรย์ (Torrey) และ พราวด์ (Pound) แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด โดยใช้หัววัดขดลวดเดี่ยว (Single Coil Probe) ตรวจวัดสัญญาณการคูดกลืนทางแม่เหล็กของพาราฟินที่ความถี่ 30 MHz

ในปี ค.ศ. 1952 บล็อก และ เพอร์เซลล์ ได้รับรางวัลโนเบลร่วมกันจากผลงานในครั้งนั้น จากจุดนี้ความรู้ทางด้านเอ็นเอ็มอาร์ก็เจริญก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะในเรื่อง

ของเทคนิคและเครื่องมือ -- จะสามารถประยุกต์ใช้งานในหลายๆด้าน เช่น เอ็นเอ็มอาร์สเปกโทรสโคปี ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับนักเคมี การหาปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และที่น่าสนใจมากคือ การสร้างภาพโดยวิธีเอ็นเอ็มอาร์ (NMR Imaging) ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับวงการแพทย์ โดยยังไม่พบรายงานถึงอันตรายของสนามแม่เหล็กที่เกิดกับสิ่งมีชีวิต

1.2 พัฒนาการทางด้านเทคนิคของเอ็นเอ็มอาร์

ในช่วงแรกของเอ็นเอ็มอาร์ ขลอกได้แสดงให้เห็นว่า มีหลายวิธีที่จะตรวจวัดปรากฏการณ์เอ็นเอ็มอาร์ วิธีหนึ่งก็คือ วางสารในสนามแม่เหล็กที่มีการกวาดขึ้นลงของขนาดและใส่คลื่นอาร์เอฟ (ความถี่วิทยุ) ที่มีขนาดและความถี่คงที่ หรือวางสารในสนามแม่เหล็กสถิตและใส่คลื่นอาร์เอฟที่มีขนาดคงที่แต่มีการกวาดขึ้นลงของความถี่ เมื่อการกวาดขึ้นลงผ่านช่วงเรโซแนนซ์ ก็จะมีการดูดกลืนพลังงานจากคลื่นอาร์เอฟซึ่งตรวจวัดได้ วิธีนี้เรียกว่า เอ็นเอ็มอาร์แบบคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave NMR) เครื่องมือที่ใช้หลักการอันนี้ได้แก่ คิวมิเตอร์ (Q-Meter) มาร์จินอลออสซิลเลเตอร์ (Marginal Oscillator) และโรบินสันออสซิลเลเตอร์ (Robinson Oscillator) อีกวิธีหนึ่งคือ วางสารในสนามแม่เหล็กสถิตและใส่คลื่นอาร์เอฟที่ความถี่เรโซแนนซ์เป็นพัลส์เข้าไป แล้วตรวจวัดผลที่ตามมา เรียกว่า พัลส์เอ็นเอ็มอาร์ (Pulsed NMR) เทคนิคทั้งสองเกิดขึ้นพร้อมๆกัน แรกๆเทคนิคแบบพัลส์จะใช้ศึกษาปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแปลงกับเวลาเท่านั้น เช่น ช่วงเวลาการคลายตัว (Relaxation Time) ต่างกับเทคนิคแบบคลื่นต่อเนื่อง ซึ่งสามารถให้ผลแบบสเปกตรัมหรือเปลี่ยนแปลงกับความถี่ได้ จึงใช้มากในทางเคมีวิเคราะห์ จนกระทั่งปี ค.ศ. 1966 เอิร์นท (Ernst) และ แอนเดอร์สัน (Anderson) ชี้ให้เห็นว่าโดยใช้การแปลงแบบฟูเรียร์ ทำให้เทคนิคแบบพัลส์สามารถแสดงผลแบบสเปกตรัมได้เช่นเดียวกับเทคนิคแบบคลื่นต่อเนื่อง แต่ในสมัยนั้นการเพิ่มอุปกรณ์แปลงแบบฟูเรียร์ยังมีราคาสูงมากเทคนิคแบบพัลส์จึงยังไม่ใช้กันแพร่หลายนัก จนกระทั่งความก้าวหน้าทางด้านสารกึ่งตัวนำและคอมพิวเตอร์ทำให้เอ็นเอ็มอาร์สเปกโทรมิเตอร์แบบพัลส์มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและราคาต่ำลง รวมทั้งข้อได้เปรียบอื่นๆของเทคนิคแบบพัลส์ จึงทำให้มีการนำเอาเอ็นเอ็มอาร์สเปกโทรมิเตอร์แบบพัลส์ไปประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

1.3 วัตถุประสงค์และขอบเขตของวิทยานิพนธ์

สืบเนื่องมาจากห้องทดลองเอ็นเอ็มอาร์ภาควิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กำลังทำการศึกษาและวิจัยการจำลองภาพด้วยวิธีเอ็นเอ็มอาร์ แต่เนื่องจากสเปกโทรมิเตอร์แบบพัลส์ที่มีอยู่เดิมเป็นระบบที่ใช้หลอดสูญญากาศ ซึ่งมีขีดความสามารถจำกัดและไม่ยืดหยุ่นต่อการเชื่อมต่อเพิ่มเติมระบบ จึงคิดสร้างระบบขึ้นใหม่โดยใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำเพื่อให้ได้เอ็นเอ็มอาร์สเปกโทรมิเตอร์แบบพัลส์ที่มีประสิทธิภาพสูงเหมาะสำหรับงานวิจัย โดยวิทยานิพนธ์นี้จะศึกษาและสร้างในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณอาร์เอฟที่ความถี่ 10 MHz

ส่วนประกอบต่างๆของเอ็นเอ็มอาร์สเปกโทรมิเตอร์แบบพัลส์ที่จะสร้างมีดังนี้

1. ระบบแม่เหล็ก (Magnet System).....(มีอยู่แล้ว)
2. เครื่องกำเนิดพัลส์ (Pulse Generator).....(มีอยู่แล้ว)
3. เครื่องกำเนิดคลื่นหลายเฟส 10 MHz
(10 MHz Multiphase Generator).....(สร้างขึ้น)
4. อาร์เอฟสวิตช์ (RF Switch).....(สร้างขึ้น)
5. เครื่องขยายกำลังอาร์เอฟ (RF Power Amplifier).....(สร้างขึ้น)
6. อาร์เอฟโพรบ (RF Probe).....(สร้างขึ้น)
7. เครื่องขยายสัญญาณอาร์เอฟ (RF Amplifier).....(สร้างขึ้น)
8. เฟสเซนซิทีฟดีเทคเตอร์ (Phase Sensitive Detector).....(สร้างขึ้น)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย